



Australian Government



MENGEVALUASI KINERJA: PEMANTAUAN DAN AUDIT

*Praktik Kerja Unggulan dalam Program
Pembangunan Berkesinambungan untuk
Industri Pertambangan*

Agustus 2016



MENGEVALUASI KINERJA: PEMANTAUAN DAN AUDIT

*Praktik Kerja Unggulan dalam Program
Pembangunan Berkesinambungan untuk
Industri Pertambangan*

Agustus 2016

Peringatan (Disclaimer)

Praktik Kerja Unggulan dalam Program Pembangunan Berkesinambungan untuk Industri Pertambangan.

Publikasi ini telah dikembangkan oleh kelompok kerja yang terdiri dari para ahli, perwakilan industri, pemerintah serta non-pemerintah. Upaya dari semua anggota kelompok kerja sangat dihargai.

Pandangan dan pendapat yang diutarakan dalam publikasi ini tidak mencerminkan pandangan dari Pemerintah Australia atau Menteri Luar Negeri, (Minister for Foreign Affairs) Menteri Perdagangan dan Penanaman Modal (Minister for Trade and Investment) dan Menteri Sumber Daya dan Australia Utara (Minister for Resources and Northern Australia).

Meskipun berbagai upaya yang pantas telah dilakukan untuk memastikan isi publikasi ini berdasarkan pada fakta-fakta yang benar, Persemakmuran tidak menerima pertanggungjawaban dalam hal keakuratan atau kelengkapan materi, dan tidak bertanggung jawab atas kerugian atau kerusakan apa pun yang mungkin timbul secara langsung atau tidak langsung melalui penggunaan, atau mengandalkannya pada isi publikasi ini.

Para pengguna buku pegangan ini harus ingat bahwa buku ini dimaksudkan sebagai rujukan umum dan tidak dimaksudkan untuk menggantikan kebutuhan nasihat profesional yang relevan dengan situasi khusus dari masing-masing pengguna. Rujukan pada perusahaan atau produk dalam buku pegangan ini tidak boleh dianggap sebagai dukungan Pemerintah Australia bagi perusahaan-perusahaan tersebut atau produk-produknya.

Dukungan bagi Praktik Kerja Unggulan dalam Program Pembangunan Berkesinambungan untuk Industri Pertambangan (LPSPD) diberikan oleh program bantuan Australia yang dikelola oleh Departemen Luar Negeri dan Perdagangan (Department of Foreign Affairs and Trade), karena nilai laporan dalam memberikan studi bimbingan dan kasus praktis untuk digunakan dan diterapkan di negara-negara berkembang.

Gambar sampul: Deleeze Mackey, Penasihat Lingkungan Hail Creek Coal Mine, memonitor vegetasi di lokasi tambang. Sumber: Rio Tinto Coal Australia.

© Commonwealth of Australia 2016

Karya ini berhak cipta. Selain dari menggunakan sebagaimana yang diizinkan berdasarkan Undang-Undang Hak Cipta 1968, tidak ada bagian yang dapat digandakan dengan proses apa pun tanpa izin tertulis sebelumnya dari Persemakmuran. Permintaan dan pertanyaan terkait penggandaan dan hak-hak harus ditujukan ke Commonwealth Copyright Administration, Attorney-General's Department, Robert Garran Offices, National Circuit, Canberra ACT 2600 atau diposting di www.ag.gov.au/cca

Agustus 2016.

Daftar Isi

SAMBUTAN	vi
PRAKATA	x
1.0 PENDAHULUAN	1
1.1 Lingkup dan latar belakang	1
1.2 Peran pemantauan dan audit dalam praktik kerja unggulan	2
1.3 Tanggung jawab sosial perusahaan	5
1.4 Kekurangan dalam praktik-praktik pemantauan dan audit saat ini	8
1.5 Tautan ke proses penilaian dampak	8
1.6 Pemantauan dan evaluasi dampak kumulatif	10
2.0 SUSTAINABLE DEVELOPMENT	19
2.1 Prinsip-prinsip panduan	19
2.2 Standar nasional dan internasional	19
2.3 Perencanaan risiko, manajemen dan mitigasi	25
3.0 PEMANTAUAN: DESAIN	26
3.1 Perencanaan untuk mengelola risiko	26
3.2 Perencanaan dan pengelolaan dalam usia tambang (LoM)	28
3.3 Penyesuaian untuk perubahan dalam rencana tambang	31
3.4 Keterlibatan masyarakat dalam desain pemantauan	33
3.5 Elemen program pemantauan	36
3.6 Tautan untuk penelitian dan investigasi	37
4.0 PEMANTAUAN: PELAKSANAAN	42
4.1 Ikhtisar prosedur pemantauan praktik kerja unggulan	42
4.2 Pit-pit terbuka	43
4.3 Limbah pembuangan batuan sisa	44
4.4 Fasilitas penyimpanan tailling dan areal timbunan pelindian	49
4.5 Pemantauan areal timbunan pelindian (heap leach pile)	52
4.6 Air tanah (groundwater)	54
4.7 Nilai-nilai warisan	56
4.8 Mineral radioaktif	56
4.9 Keterlibatan masyarakat dalam pelaksanaan pemantauan	63
4.10 Pengelolaan data	72
4.11 Analisis dan interpretasi data	74
4.12 Kriteria penyelesaian	78
4.13 Keselamatan pemantauan	81
4.14 Teknologi pemantauan	82
4.15 Relevansi jangka panjang	93
4.16 Pelaporan publik dan jaminan	94
4.17 Pelaporan sukarela	98
4.18 Tata-kelola	99

4.19 Jaminan	101
4.20 Tinjauan program pemantauan	102
5.0 AUDIT	108
5.1 Mengevaluasi kinerja menggunakan audit	108
5.2 Alasan untuk melakukan audit	109
5.3 Audit sukarela, wajib dan sesuai undang-undang	109
5.4 Audit lingkungan	111
5.5 Model kematangan (maturity)	113
5.6 Audit sosial	118
5.7 Audit subyek-khusus	118
5.8 Audit rumah kaca dan energi	119
5.9 Audit personil	120
5.10 Rencana audit	120
5.11 Protokol audit	121
5.12 Bukti audit	122
5.13 Laporan audit	122
5.14 Jaminan	123
6.0 KESIMPULAN	124
LAMPIRAN 1: SEPULUH PRINSIP SAMPLING	126
LAMPIRAN 2: UNSUR KHAS DARI PEMANTAUAN DAN EVALUASI KINERJA PROGRAM	127
LAMPIRAN 3: MEKANISME MANAJEMEN PENANGANAN KELUHAN	144
REFERENSI	145
BACAAN LEBIH LANJUT	153

STUDI KASUS:

Studi kasus: Manajemen strategis dampak kumulatif dari pelepasan air limbah tambang batubara di Fitzroy River Basin—perspektif regulasi	13
Studi kasus: Pengelolaan air terpadu oleh Unit Bisnis Batubara Metalurgi Anglo Amerika (Anglo American's Metallurgical Coal Business Unit)	15
Studi kasus: PanAust di Laos—bekerja dengan masyarakat untuk mata pencaharian berkelanjutan	23
Studi kasus: Co-manajemen dampak dari pertambangan di bawah permukaan air pada budaya yang signifikan dan secara ekologis sensitif Weeli Wolli Springs dan Creek sistem dengan pemilik tradisional dan Rio Tinto	33
Studi kasus: Pemantauan untuk meningkatkan kualitas rehabilitasi	39
Studi kasus: Memantau erosi untuk bentuk lahan yang stabil	46
Studi kasus: Program pemantauan terpadu untuk wilayah bekas tambang uranium di Jerman	59
Studi kasus: Proyek Nilai-Nilai Lingkungan Rum Jungle	63
Studi kasus: Keterlibatan masyarakat adat dalam pemantauan untuk meningkatkan pengelolaan lahan	70
Studi kasus: Ukuran sampel yang diperkirakan untuk pemantauan dampak yang merusak pada tanaman yang tumbuh di permukaan batu basah	76
Studi Kasus: Mendorong teknologi untuk memenuhi kebutuhan masa depan yang diharapkan—pemantauan kualitas air Proyek Tampakan	86
Studi kasus: Pemantauan fauna untuk menilai kompensasi dan rehabilitasi tambang	90
Studi kasus: Republik Demokratik Kongo: menyoroti pengawasan yang lebih luas pada praktik lembaga pemungut pajak—penelitian lebih ketat mengungkap US \$26.000.000 yang belum ditemukan	101
Studi kasus: Pembaruan sistem monitoring untuk menginformasikan pengelolaan air	103
Studi kasus: Evaluasi lingkungan bendungan lumpur merah QAL dan perairan penerima	105

SAMBUTAN

Praktik Kerja Unggulan dalam Program Pembangunan Berkesinambungan dikelola oleh komite pengarah yang diketuai oleh Departemen Perindustrian, Inovasi dan Sains (Department of Industry, Innovation and Science) Pemerintah Australia. Ketujuh belas tema yang ada di dalam program dikembangkan oleh kelompok kerja pemerintah, industri, penelitian, akademik dan masyarakat. Buku pegangan praktik kerja unggulan ini tidak mungkin dapat diselesaikan tanpa kerjasama dan partisipasi aktif dari semua anggota kelompok kerja.

Misha Coleman, Monitoring and Evaluating International dan Dr Owen Nichols, Environmental Management and Research, selaku co-lead author menghargai dan mengucapkan terima kasih kepada para kontributor berikut ini yang telah berpartisipasi dalam penyusunan buku pegangan Menilai kinerja: pemantauan dan audit (Evaluating performance: monitoring and auditing handbook) 2016:

KONTRIBUTOR	ANGGOTA	KONTAK
	Dr Owen Nichols Lead co-author Principal Environmental Management and Research Consultants	emrc@bigpond.com.au
	Ms Misha Coleman Lead Co-author Director Monitoring and Evaluation International	misha_coleman@hotmail.com
	Dr David R Jones Key author Principal DR Jones Environmental Excellence	drdrjjones@gmail.com
	Ms Corinne Unger Key author Environmental Consultant and p/t Industry Fellow The Centre for Mined Land Rehabilitation, Sustainable Minerals Institute, University of Queensland	kasung@bigpond.com and c.unger1@uq.edu.au
	Mr David Donato Key author Principal Donato Environmental Services	ddonato@rbe.net.au
	Dr Catherine Pattenden Key author Principal AliCat (WA) Pty. Ltd. Social Performance Consulting	cathip@bigpond.com

KONTRIBUTOR	ANGGOTA	KONTAK
	Dr Ross Smith Key author Director, Hydrobiology	www.hydrobiology.biz
	Mr Peter Waggitt Key author Consultant in Mining Environmental Management peterwaggitt@hotmail.com	
	Professor David Williams Key author Golder Professor of Geomechanics University of Queensland	www.uq.edu.au
	Peter Erskine Contributing author	
	Dr Graham Brown Contributing author Principal Graham A Brown & Associates	www.grahamabrown.com.au
	Sophie Pape Contributing author Earth Systems	www.earthsystems.com.au
	Rod Sandison Contributing author Director Sentinel	www.sentinelelpl.com.au
	Kate Bennett Independent Sustainable Development Practitioner	Ktlbennett@gmail.com
	Paul Davies & Claire Tucker Contributing authors Banarra	www.banarra.com
	Victoria Thom Contributing author Manager, Innovative Business Development World Vision Australia	www.worldvision.org.au

Kelompok kerja mengucapkan terima kasih kepada para kontributor terhadap studi kasus, sebagai berikut:

Judul Studi Kasus	Para Penulis	Pembantu lain
Keterlibatan komunitas adat dalam memonitor untuk meningkatkan pengelolaan lahan (Indigenous community involvement in monitoring for improved land management)	Eloise Hoffman, Ingrid Meek (Rio Tinto Alcan Weipa)	
PanAust di Laos-bekerja dengan komunitas untuk mata pencaharian yang berkelanjutan (PanAust in Laos-working with communities for sustainable livelihoods)	Jeff Millgate, Jethro Stern (PanAust Asia)	Cath Pattenden (AliCat Consulting)
Pemantauan untuk meningkatkan kualitas rehabilitasi (Monitoring to improve the quality of rehabilitation)	John Koch, Matthew Daws (Alcoa)	
Pemantauan erosi untuk bentuk alam yang stabil	Rob Loch (Landloch)	
Proyek Nilai-Nilai Lingkungan Hutan Rum	Ross Smith (Hydrobiology), Tania Laurencont (Northern Territory Dept. Mines and Energy), Andy Markham (Hydrobiology)	
Mendorong teknologi untuk memenuhi kebutuhan masa depan-Pemantauan kualitas air dasar Proyek Tampak (Pushing technology to meet expected future requirement-Tampak Project baseline water quality monitoring)	Phil Whittle (Hydrobiology), Mike Chapman (Xstrata Copper), Ross Smith (Hydrobiology), Andrew Bradbury (Advanced Analytical Australia)	
Meningkatkan sistem-sistem pemantauan guna menginformasikan pengelolaan air (Upgrading monitoring systems to inform water management)	Ally Sinclair, Turner Kate, Michelle Iles, David Jones	
Pemantauan fauna guna menilai penggantian kerugian dan rehabilitasi tambang (Fauna monitoring to assess offsets and mine rehabilitation)	Owen Nichols (EMRC), Michael Murray (Forest Fauna Surveys), Glenn Cook (Glencore Mount Owen Complex)	David Donato (Donato Environmental Services), Corinne Unger
Manajemen strategis dampak kumulatif dari air limbah tambang batubara yang dialirkan ke Fitzroy River Basin-perspektif secara hukum (Strategic management of cumulative impacts of coal mine wastewater releases in the Fitzroy River Basin-a regulatory perspective)	Reinier Mann, Ian Ramsay (Queensland Department of Science, Information Technology, Innovation and the Arts)	Ross Smith
Pengelolaan air terpadu oleh Anglo American Metallurgical Coal Busines Unit (Integrated water management by Anglo American's Metallurgical Coal Business Unit)	Claire Cote, Carl Grant (Anglo American)	David Jones, Corinne Unger
Evaluasi lingkungan bendungan lumpur merah dan penerimaan air QAL (Environmental evaluation of QAL's red mud dam and receiving waters)	Diana Bozzetto and Anja Urban, Queensland Alumina Limited, Gladstone, Queensland; Claire Streten-Joyce and David Williams, Australian Institute of Marine Science, Darwin, Northern Territory; and David Parry, Rio Tinto, Brisbane, Australia	David Jones, Corinne Unger

<p>Program pemantauan terpadu untuk wilayah bekas pertambangan uranium di Jerman (Integrated monitoring program for a former uranium mining region in Germany)</p>	<p>Elke Kreyszig, Corinne Unger</p>
<p>Co-manajemen dampak dari sistem tambang bawah permukaan air pada budaya yang signifikan dan ekologis yang signifikan Weeli Wolli Springs dan Sistem Sungai Kecil oleh pemilik tradisional dan Rio Tinto (Co-management' of impacts of below water table mining on culturally significant and ecologically significant Weeli Wolli Springs and Creek system by traditional owners and Rio Tinto)</p>	<p>Brian Tucker (Niyiyarparli People), Sunil Samaraweera (Rio Tinto Iron Ore, Western Australia), and Linda Parker (Banyjima People)</p> <p>Sugar Gonchigjantsan (Rio Tinto – Mongolia), Cath Pattenden (AliCat Consulting)</p>
<p>Perkiraan ukuran sampel untuk pemantauan dampak kerusakan dari tanaman yang tumbuh pada karang yang lembab (Sample size estimate for monitoring impacts of undermining on a plant growing on damp rock faces)</p>	<p>Nick McCaffrey (Centre for Mined Land Rehabilitation, University of Queensland)</p>
<p>Republik Demokratik Kongo: menyoroti praktik-praktik lembaga pengumpulan pajak [insert em dash] pengawasan yang lebih ketat mengungkap US\$26 juta yang belum ditemukan (Democratic Republic of Congo: shedding light on tax collecting agencies' practices [insert em dash] greater scrutiny uncovers US\$26 million that was unaccounted for)</p>	

PRAKATA

Buku pegangan dalam seri *Praktik Kerja Unggulan dalam Program Pembangunan Berkesinambungan untuk Industri Pertambangan (Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry)* telah diterbitkan untuk berbagi pengalaman dan keahlian Australia yang terkemuka di dunia dalam pengelolaan dan perencanaan tambang. Buku pegangan ini memberikan pedoman praktis tentang aspek-aspek ekonomi dan sosial dari semua tahapan ekstraksi mineral, mulai dari eksplorasi ke konstruksi, operasi dan hingga akhirnya penutupan tambang.

Australia adalah pemimpin dunia di bidang pertambangan, dan keahlian nasional kita telah digunakan untuk memastikan bahwa buku-buku pegangan ini memberikan bimbingan masa kini dan berguna pada praktik kerja unggulan.

Departemen Perindustrian, Inovasi dan Sains Australia telah memberikan manajemen teknis dan koordinasi untuk buku pegangan, bekerjasama dengan industri swasta dan para mitra pemerintah negara bagian. Program bantuan luar negeri Australia, yang dikelola oleh Departemen Luar Negeri dan Perdagangan, telah bersama-sama mendanai pembaharuan buku pegangan ini sebagai pengakuan terhadap peran utama dari sektor pertambangan dalam mendorong pertumbuhan ekonomi dan mengurangi kemiskinan.

Pertambangan adalah industri global, dan perusahaan-perusahaan Australia merupakan investor aktif serta penjelajah di hampir semua provinsi pertambangan di seluruh dunia. Pemerintah Australia mengakui bahwa industri pertambangan yang lebih baik berarti lebih banyak pertumbuhan, lapangan kerja, investasi dan perdagangan, dan bahwa manfaat ini harus mengalir melalui standar hidup yang lebih tinggi untuk semua orang.

Sebuah komitmen yang kuat untuk praktik kerja unggulan dalam pembangunan berkesinambungan sangat penting untuk keunggulan pertambangan. Dengan menerapkan praktik kerja unggulan memungkinkan perusahaan untuk memberikan nilai bertahan, menjaga reputasi mereka atas kualitas dalam iklim investasi yang kompetitif, dan memastikan dukungan yang kuat dari masyarakat setempat dan pemerintah. Memahami praktik kerja unggulan juga penting untuk mengelola risiko dan memastikan bahwa industri pertambangan memberikan potensi penuh.

Buku pegangan ini dirancang untuk memberikan informasi penting kepada operator tambang, masyarakat dan regulator. Buku-buku berisi studi kasus untuk membantu semua sektor industri pertambangan, di dalam dan di luar persyaratan yang ditetapkan oleh peraturan resmi.

Kami merekomendasikan buku-buku pegangan *Praktik kerja unggulan* ini kepada Anda dan berharap Anda akan menemukan bahwa buku-buku tersebut praktis untuk digunakan.



Senator The Hon Matt Canavan

Menteri Sumber Daya dan
Australia Utara



The Hon Julie Bishop MP

Menteri Luar Negeri

1.0 PENDAHULUAN

1.1 Lingkup dan latar belakang

Buku pegangan ini membahas tema mengevaluasi kinerja melalui pemantauan dan audit, yang merupakan elemen kunci dalam Praktik Kerja Unggulan dalam Program Pembangunan Berkesinambungan untuk Industri Pertambangan. Tujuan dari program ini adalah untuk mengidentifikasi permasalahan utama yang mempengaruhi pembangunan dalam industri pertambangan, serta menyediakan informasi dan studi kasus yang menggambarkan bagaimana membangun dasar yang lebih berkesinambungan bagi industri ini.

Dalam memperbarui edisi 2009 dari buku ini, para penulis diberi pengarahannya untuk fokus pada dimensi-dimensi praktik di mana perubahan yang signifikan dan inovasi telah terjadi. Oleh karena itu, bagian yang lebih rinci mencerminkan informasi tambahan dan diperbarui yang telah ditambahkan ke dalam edisi 2016 ini. Para penulis juga diminta untuk fokus agar memastikan bahwa buku ini lebih operasional dan praktis. Untuk itu dimana mungkin telah dimasukkan tautan ke manual dan buku pegangan operasional

Buku pegangan ini membahas penilaian berkesinambungan dari dampak pada semua tahap proyek sumber daya, dari pra-kelayakan sampai ke perencanaan, penilaian dampak lingkungan dan sosial, pembangunan, pengoperasian, rehabilitasi, penyelesaian (decommissioning) dan penutupan.

Sementara tambang yang terbengkalai menunjukkan kontradiksi dari praktik kerja unggulan dengan berbagai cara, hal ini dimaksudkan bahwa manajer tambang yang terbengkalai akan menggunakan informasi ini dan buku pegangan program lain sebagai salah satu dari beberapa sumber daya guna merencanakan dan melaksanakan pemantauan dan audit sebagai bagian dari program rehabilitasi menyeluruh untuk mengubah situs dari 'warisan negatif' menjadi 'warisan positif' (IUCN-ICMM 2008). Buku pegangan ini juga akan mendukung pelaksanaan Kerangka Kerja Strategis untuk Mengelola Tambang yang terbengkalai di kalangan Industri Mineral (Strategic Framework for Managing Abandoned Mines in the Minerals Industry) (MCMPR-MCA 2010).

Perusahaan praktik kerja unggulan berusaha untuk mengelola risiko keuangan dan risiko asing (sovereign) dengan mengidentifikasi dan melibatkan semua pemangku kepentingan sehingga hasil disajikan tidak hanya sebagai 'triple bottom line' (tiga garis patokan) yang mencakup hasil keuangan, sosial dan lingkungan yang positif bagi seluruh pemangku kepentingan. Sementara banyak dari buku pegangan ini berfokus pada pengelolaan lingkungan, aspek sosial dan ekonomi juga dibahas karena juga merupakan komponen integral dari kinerja dalam kerangka pembangunan berkesinambungan.

Organisasi-organisasi praktik kerja unggulan kini menggabungkan pertimbangan sosial ke dalam semua aspek evaluasi kinerja mereka. Ini merupakan dua bentuk yang keduanya dibahas dalam buku ini: pemantauan dan pelaporan penyesuaian sosial-ekonomi lokal dan regional yang mungkin terjadi sebagai akibat dari kegiatan pertambangan; dan melibatkan masyarakat dalam pemantauan lingkungan. Contoh-contoh praktik kerja unggulan dari kedua pendekatan yang inklusif dari masyarakat pada setiap tahap proses pemantauan dari partisipasi dalam desain program melalui pengumpulan data dan pelaporan.

Perusahaan pertambangan yang diakui untuk melaksanakan pembangunan berkesinambungan melalui praktik kerja unggulan memahami bahwa sebagian besar lisensi sosial untuk beroperasi dipengaruhi oleh kinerja mereka di daerah-daerah, dan mereka memahami kasus bisnis untuk kinerja yang baik dan perbaikan terus-menerus. Mereka juga mengakui bahwa menilai dan mencapai hasil yang baik tidak terbatas pada lingkungan dan masyarakat yang terkena dampak operasi di dekat dan sekitarnya, tetapi harus mencakup skala temporal dan spasial dalam skala yang lebih besar dengan mempertimbangkan semua situs, lokal, regional, nasional dan bahkan aspek internasional yang relevan.

Target utama buku pegangan ini adalah manajemen di tingkat operasional, yang merupakan tingkat yang bertanggung jawab untuk melaksanakan praktik kerja unggulan pada operasi penambangan dan memastikan bahwa pemantauan dan audit yang dilakukan untuk mengevaluasi dan meningkatkan kinerja. Buku pegangan ini juga relevan bagi petugas lingkungan; konsultan pertambangan; pemerintah dan regulator; organisasi non-pemerintah; tetangga dan masyarakat tambang (LSM); dan siswa. Hal ini juga memberikan acuan berharga pada perbandingan praktik dan pelatihan bagi industri pertambangan yang muncul di negara-negara berkembang.

Dengan menerapkan prinsip-prinsip yang diuraikan dalam buku pegangan dan buku-buku yang terkait lainnya, semua pengguna didorong untuk bekerja sama dalam kemitraan dan menghadapi tantangan untuk terus meningkatkan standar pemantauan dan audit industri pertambangan, sebagai bagian dari pendekatan untuk pembangunan berkesinambungan.

Apakah 'praktik kerja unggulan' itu?

Dalam konteks yang digunakan dalam seri buku pegangan, praktik kerja unggulan didefinisikan sebagai 'praktik terbaik yang tersedia saat ini yang memajukan pembangunan berkesinambungan'; yaitu, praktik yang terbukti atau prosedur yang saat ini sedang dilaksanakan oleh perusahaan tambang yang melampaui persyaratan legislatif minimum, dan yang didukung oleh pemangku kepentingan. Praktik kerja unggulan semakin baik untuk menerapkan pengetahuan dan standar baru pada situasi yang ada dan baru, sementara juga memenuhi harapan masyarakat yang berubah.

Pemantauan dan audit bersama-sama memungkinkan perusahaan, pemerintah dan pemangku kepentingan untuk mengevaluasi kinerja industri dan kerangka peraturan dan panduan perbaikan yang menunjukkan praktik kerja unggulan.

1.2 Peran pemantauan dan audit dalam praktik kerja unggulan

Dalam arti yang sederhana, pemantauan dan audit membantu perusahaan pertambangan mencapai kinerja pembangunan berkesinambungan yang baik dengan memastikan bahwa proses dan prosedur ada di tempat untuk menelusuri nilai-nilai sosial dan lingkungan khusus dan untuk memverifikasi bahwa proses-proses dan prosedur berfungsi secara efektif. Dalam arti luas, ini dapat melibatkan penelusuran kemajuan dari waktu ke waktu, menentukan apakah tujuan atau standar yang disepakati telah terpenuhi, dan memberikan tolok ukur (benchmarking) prosedur dan kinerja atas operasi pertambangan lainnya.

Apakah 'pemantauan dan audit' itu?

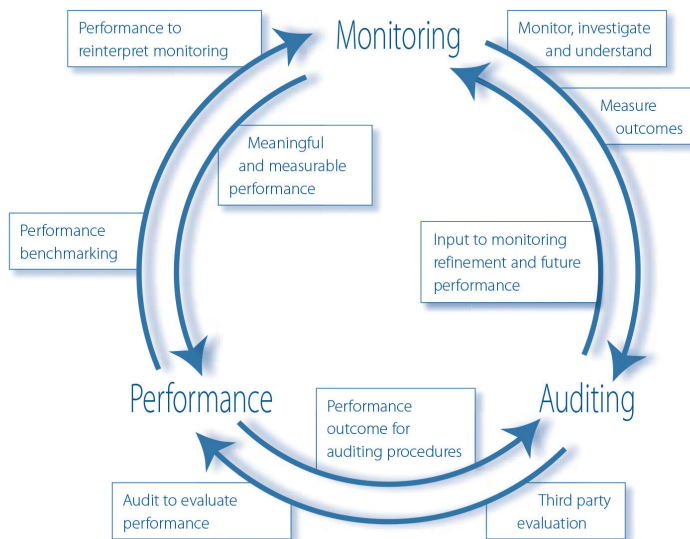
Pemantauan ialah pengumpulan, analisis and interpretasi terhadap informasi untuk penilaian kinerja. Contoh-contoh yang biasa digunakan dalam industri sumber daya mencakup pemantauan kualitas air; dampak terhadap flora dan fauna (serta pemulihan setelah pelaksanaan pengendalian atau tindakan rehabilitasi); aspek-aspek sosial dan pengembangan masyarakat; kualitas udara; kebisingan; getaran; emisi gas rumah kaca; dan sejauh mana rehabilitasi dan tujuan penggunaan lahan akhir dipenuhi.

Audit secara sistematis meninjau prosedur pemantauan dan hasil, dan memeriksa bahwa semua komitmen telah dipenuhi atau diselesaikan dengan membandingkan temuan audit terhadap kriteria audit yang disepakati. Audit dapat dilakukan secara internal, oleh para ahli dalam disiplin ilmu tertentu yang memberikan pengecekan pada metode atau keberhasilan terhadap standar perusahaan secara internal atau eksternal oleh konsultan independen atau ahli yang dapat menunjukkan transparansi dan menambah nilai proses audit.

Dalam setiap program pengelolaan lingkungan praktik kerja unggulan, unsur-unsur pemantauan dan audit untuk mengevaluasi kinerja terkait erat. Ini diilustrasikan dalam Gambar 1. Perencanaan adalah komponen awal penting dalam membangun kinerja praktik kerja unggulan. Rencana khas pendekatan perencanaan/ lakukan-periksa-bertindak (do-check-act) juga merupakan bagian integral dari kinerja skematis.

Gambar 1: Evaluasi kinerja praktik kerja unggulan

Evaluating performance: monitoring and auditing leading practice schematic



Sumber: David Donato, Donato Environmental Services.

Komponen yang signifikan atau dampak potensial yang perlu dipantau dan dikelola pada tahap kunci dari kehidupan tambang diidentifikasi pada tahap pengembangan proyek pertambangan greenfield. Hal ini biasanya dilakukan dengan menggunakan pendekatan berbasis risiko yang menggabungkan unsur-unsur berikut.

- Persyaratan peraturan diidentifikasi untuk menentukan standar minimal prestasi untuk perlindungan lingkungan dan pemantauan terkait.
- Studi-studi awal/dasar (baseline) yang digunakan untuk mengidentifikasi nilai-nilai dan dampak lingkungan, sosial dan ekonomi pra-pertambangan dan untuk membangun program pemantauan dan manajemen. Hal ini memungkinkan perusahaan untuk memulai perencanaan jangka panjang guna pembangunan berkesinambungan dan penutupan tambang sebelum dampak yang terkait dengan proyek terjadi dan untuk mengembangkan kriteria kinerja penutupan yang kuat dan dapat dipertahankan.

- Penilaian dampak lingkungan dan sosial dilakukan untuk memungkinkan regulator dan pemangku kepentingan lainnya untuk meninjau dampak yang terprediksi dan langkah-langkah mitigasi yang diusulkan. Ini harus menjadi proses yang transparan berdasarkan ilmu pengetahuan yang baik dan konsultasi yang luas, serta dilakukan dengan menggunakan manajemen risiko yang telah disepakati dan pendekatan pembangunan berkesinambungan.
- Kerangka kerja manajemen risiko perusahaan didefinisikan untuk mengidentifikasi berpotensi risiko residual 'signifikan' sehingga tindakan pengendalian dapat dikembangkan dan diterapkan dan keberhasilan pelaksanaannya dapat dievaluasi.
- Anggaran dan estimasi waktu harus dialokasikan untuk memastikan bahwa pemantauan yang diperlukan telah dimasukkan ke dalam bisnis secara keseluruhan dan rencana operasional untuk operasi.
- Standar dan prosedur internal perusahaan diterapkan untuk memastikan bahwa tujuan perusahaan sudah jelas dan memberikan standar perlindungan lingkungan minimal untuk dicapai bagi situs masing-masing.
- Pedoman praktik kerja unggulan dari Australia dan luar negeri, seperti Dewan Internasional pada prinsip-prinsip Pertambangan dan Logam (International Council on Mining and Metals principles) (ICMM 2003), memberikan bimbingan, studi kasus dan kerangka kerja untuk perencanaan.
- Program pemantauan yang terus berlangsung akan dibentuk guna menilai kinerja dari waktu ke waktu terhadap tujuan tertentu. Bersama dengan program penelitian, pemantauan memungkinkan perbaikan terus-menerus dengan memberikan informasi untuk memandu penyesuaian masa depan yang mungkin perlu dilakukan untuk pemantauan dan pengelolaan lingkungan. Tinjauan yang ketat dan tepat waktu dari data yang dikumpulkan oleh program monitoring sangat penting untuk memastikan kedua peringatan sebelumnya dari isu yang berkembang dan bahwa isi dari program pemantauan tetap relevan.
- Karena setiap proyek pertambangan dan masyarakat berbeda, penelitian yang terus berlangsung dilakukan untuk mengatasi kesenjangan dalam pengetahuan dan mengembangkan solusi inovatif untuk tantangan yang muncul. Penggunaan temuan penelitian untuk meningkatkan efektivitas pemantauan merupakan elemen penting dari lingkaran ulang perbaikan terus-menerus yang mencakup praktik kerja unggulan.
- Audit digunakan untuk mengevaluasi kepatuhan terhadap persyaratan peraturan, standar perusahaan dan/atau sistem yang diadopsi lainnya dan tolok ukur. Ini membantu industri untuk menunjukkan kinerjanya kepada pemangku kepentingan dan mendorong perbaikan terus-menerus. Komunikasi yang transparan dari temuan ini merupakan elemen penting dari praktik pemantauan dan evaluasi kinerja sistem unggulan. Saat mengaudit program pemantauan identifikasikan kesenjangan dalam pengetahuan atau kekurangan dalam tindakan pengendalian. Hal-hal ini mengaktifkan pemantauan program yang akan ditingkatkan.

Seringkali elemen ini merupakan bagian dari sistem manajemen lingkungan (environmental management system (EMS) yang sesuai dengan AS / NZS ISO 14001: 2004 *Sistem pengelolaan lingkungan—persyaratan dengan pedoman penggunaan EMS (Environmental management systems—requirements with guidance for use (EMS))*). EMS membantu perusahaan untuk mencapai praktik kerja unggulan dengan menyediakan kerangka kerja untuk pengembangan dan peninjauan berkala prosedur yang digunakan guna menilai, mengurangi dan mengelola dampak lingkungan. Unsur-unsur juga berlaku untuk pemantauan dan audit kinerja situs Brownfield. Beberapa adaptasi mungkin diperlukan, tergantung pada lokasi dan konteksnya, termasuk aspek-aspek fisik dan sosial, usia tambang, risiko utama atau masalah dan evolusi sejarah situs dan kepemilikannya.

Praktik kerja unggulan sering juga mencakup sistem manajemen sosial (Social Management System) (SMS), yang memandu pelaksanaan dan peninjauan berkala prosedur untuk menilai, mengurangi dan mengelola dampak sosial. Meskipun tidak ada standar yang dapat disertifikasi sesuai dengan sistem semacam itu yang dapat dikembangkan, maka banyak struktur yang sama sebagai EMS, tetapi didasarkan pada kunci sosial daripada tema lingkungan, seperti hak asasi manusia; investasi masyarakat dan pembangunan; akses lahan dan akuisisi; pemukiman kembali; kesadaran budaya dan warisan; tenaga kerja lokal; pengadaan lokal; pengelolaan dampak sosial; dan keterlibatan pemangku kepentingan. Umumnya, SMS akan mencakup kebijakan dan seperangkat standar, bersama dengan pegangan pelaksanaan, pemantauan dan penilaian dari standar tersebut serta proses audit dan tinjauan biasa.

Buku pegangan ini menjelaskan bagaimana perusahaan tambang mengintegrasikan semua elemen ini selama masa operasi penambangan untuk mencapai pembangunan melalui praktik kerja unggulan berkesinambungan. Buku pegangan ini menguraikan prinsip-prinsip dan prosedur utama yang sekarang diakui sebagai praktik kerja unggulan untuk pemantauan dan audit guna mengevaluasi kinerja: mengevaluasi dan mengelola nilai-nilai lingkungan, sosial atau ekonomi, serta mengidentifikasi, meminimalkan dan mengelola dampak primer, sekunder atau kumulatif apapun pada nilai-nilai tersebut. Praktik kerja unggulan memerlukan prinsip-prinsip yang harus ditangani atas seluruh potensi lingkup proyek pengaruh, selalu berkonsultasi dengan pemerintah dan pemangku kepentingan lainnya, dan sering dalam kemitraan dengan organisasi non-pemerintah.

Sejumlah studi kasus digunakan untuk menggambarkan dan memperkuat pendekatan yang diuraikan dalam buku pegangan.

Sebagian besar aspek lingkungan, ekonomi dan sosial yang dibahas dalam buku ini relevan, baik untuk tambang terbuka (open-cut) dan tambang bawah tanah. Namun, perlu dicatat bahwa beberapa masalah spesifik untuk tambang bawah tanah, seperti penurunan, gasifikasi batubara bawah tanah dan aspek panas bumi, berada di luar cakupan buku pegangan. Untuk situs di mana mungkin ada risiko yang terkait dengan permasalahan tersebut, disarankan agar pembaca berkonsultasi dengan publikasi yang relevan dan sumber informasi lainnya. Hal-hal kesehatan dan keselamatan kerja juga tidak tercakup, kecuali secara langsung relevan dengan pelaksanaan prosedur pemantauan dan audit.

1.3 Tanggung jawab sosial perusahaan

Harapan pada perusahaan pertambangan mengenai dampak sosial dan lingkungan mereka dan kontribusi cepat berubah. Solusi sektor-tunggal tantangan kemiskinan dan keberlanjutan tidak mengalami kemajuan yang cukup cepat, dan perusahaan semakin dipanggil untuk berkolaborasi dengan pemerintah dan masyarakat sipil. Baru-baru ini, beberapa perusahaan ekstraktif telah memberikan kontribusi untuk diskusi pemangku kepentingan majemuk (multi-stakeholder) guna membentuk agenda pembangunan berkesinambungan, dalam menyusun Rio+20 'The Future We Want' (Masa Depan Idaman Kita) dan Tujuan Pembangunan Berkesinambungan (Sustainable Development Goals) PBB. Tujuan adalah generasi berikutnya dari aksi global kolektif yang menggantikan Tujuan Pengembangan Milenium PBB, yang berakhir pada tahun 2015. Dengan meningkatkan fokus perusahaan pada pelaporan terpadu, dikombinasikan dengan wacana yang muncul pada penciptaan nilai bersama dan permintaan untuk meningkatkan metrik dampak sosial, perusahaan tambang berada di bawah tekanan untuk menggabungkan bukti yang lebih kuat dari penciptaan nilai sosial ke dalam bisnis inti mereka melalui agenda tanggung jawab sosial perusahaan mereka.

Peningkatan fokus pada praktik bisnis yang bertanggung jawab telah muncul selama beberapa tahun terakhir, dengan dukungan dari Prinsip-Prinsip Panduan PBB tentang Bisnis dan Hak Asasi Manusia (Guiding Principles on Business and Human Rights) pada tahun 2011 menjadi tonggak (milestone) penting. Pelaporan kinerja sosial telah menjadi relatif biasa di antara perusahaan tambang multinasional besar selama dekade terakhir. Munculnya prakarsa sukarela dan kerangka kerja seperti Prakarsa Pelaporan Global (Global Reporting Initiative), Perjanjian Global dan Index Keberlangsungan Dow Jones PBB (United Nations Global Compact and Dow Jones Sustainability Index) berarti terdapat banyak kerangka pelaporan yang tersedia; tantangan bagi perusahaan adalah untuk memilih cara terbaik untuk menerima dan menanggapinya sesuai dengan pelaporan kebutuhan dan tujuan.

Tantangan tambahan adalah bahwa praktik pelaporan yang ada tidak lagi sepenuhnya memenuhi harapan pemangku kepentingan; ada peningkatan permintaan untuk pengungkapan yang lebih besar dari lingkungan, kinerja sosial dan tata kelola (Paul dan Nieland 2013). Sampai saat ini, para pemangku kepentingan (investor, pelanggan, karyawan, LSM, masyarakat) telah puas dengan pengungkapan yang menunjukkan komitmen perusahaan untuk praktik yang bertanggung jawab dan untuk mengelola risiko sosial dan lingkungan serta dampak dari operasinya. Namun para pemangku kepentingan semakin mendesak untuk melihat bukti dari kontribusi sosial perusahaan yang positif yang telah dilaksanakan untuk masyarakat, sementara perusahaan mengakui bahwa nilai sosial sering penting untuk lisensi sosial untuk beroperasi, dan untuk mengelola risiko serta menciptakan nilai bisnis jangka panjang. Dengan demikian perusahaan di semua industri yang dipanggil untuk mengukur dan melaporkan dampak sosial dari kegiatan bisnis mereka dan prakarsa tanggung jawab sosial perusahaan. Seringkali kebutuhan untuk kasus bisnis untuk komponen tertentu dari operasi lebih lanjut

mempersatukan tantangan dan panggilan untuk pendekatan pelaporan perusahaan yang tidak hanya mengukur hasil sosial, tetapi juga memajukan penyampaian hasil sosial dengan cara yang strategis selaras dengan tujuan bisnis yang lebih luas.

Penelitian terbaru dari beberapa metode pelaporan terkemuka yang umum digunakan oleh perusahaan-perusahaan pertambangan Australia dilakukan untuk menilai kemampuan mereka untuk berkontribusi guna menunjukkan pembangunan sosial yang berkesinambungan (Bennett dan Thom 2013). Kerangka berikut dipilih untuk analisis, karena paling sering digunakan oleh perusahaan untuk melaporkan kinerja sosial di tingkat perusahaan dan situs.

- Global Reporting Initiative: Sustainability Report (GRI)
- United Nations Global Compact: Communication on Progress (UNGC)
- Dow Jones Sustainability Index: RobecoSAM Corporate Sustainability Assessment (DJSI)
- International Integrated Reporting Framework: Integrated Report (IR)
- London Benchmarking Group: Community Investment Report (LBG)

Kerangka spesifik lokasi dan metodologi berikut juga dimasukkan dalam analisis:

- Mining Association of Canada: 'Towards Sustainable Mining' Framework (TSM)
- pemantauan dan penilaian sosioekonomi.

Kinerja dari masing-masing kerangka ini dinilai dari tujuh kriteria utama (Tabel 1, Tabel 2).

Tabel 1: Kriteria untuk menilai kerangka kerja

KRITERIA	URAIAN
1. Kemampuan untuk meningkatkan kinerja	Sejauh mana kerangka memajukan kinerja sosial, baik melalui internal maupun eksternal, keterlibatan dan pembangunan kapasitas.
2. Harapan berkesinambungan	Sejauh mana kerangka menerapkan harapan jangka panjang yang berkesinambungan dan pendekatan untuk pemantauan dan mempromosikan kinerja.
3. Cakupan sosial	Sejauh mana kerangka berfokus pada permasalahan sosial dianggap hal yang baik oleh perusahaan dan para pemangku kepentingan.
4. Berfokus pada hasil sosial	Sejauh mana kerangka berfokus pada hasil sosial (sebagai lawan proses pemasukan (input), dan keluaran (output)).
5. Kemudahan aplikasi	Sejauh mana kerangka mudah diakses, mudah beradaptasi dan mudah beradaptasi.
6. Keandalan	Kerangka pelaporan adalah wajib bagi semua anggota Asosiasi Pertambangan Canada, dan konten diverifikasi secara eksternal, yang memastikan keterbukaan adalah representasi sejati kinerja.
7. Kasus bisnis	Sejauh mana kerangka membuat hubungan antara kinerja sosial dan strategi bisnis yang lebih luas.

Hasil analisis menunjukkan kerangka kerja yang berprestasi terbaik terhadap setiap kriteria yang disebutkan di atas.

Tabel 2: Kerangka kerja pelaporan yang berprestasi terbaik terhadap setiap kriteria

KRITERIA	KERANGKA KERJA	DASAR KEBENARAN
1. Kemampuan untuk meningkatkan kinerja	TSM	Proses pelaporan dilakukan pada tingkat situs, bukan perusahaan, yang memajukan keterlibatan internal yang lebih luas dan akuntabilitas operasional untuk kinerja sosial serta meningkatkan pembangunan kapasitas internal. Hal ini juga memajukan kinerja dengan menyelaraskan kegiatan penambangan dengan prioritas dan nilai-nilai kepentingan masyarakat.
2. Harapan berkesinambungan	TSM	Fokus pada sistem manajemen, promosi partisipasi masyarakat dan sistem penilaian kinerja progresif berdasarkan perbaikan tambahan (incremental) pada pendekatan manajemen, memajukan prospek jangka panjang yang berkesinambungan.
3. Cakupan sosial	GRI	Meliputi jangkauan terluas aspek sosial dan mendorong perusahaan untuk mempertimbangkan permasalahan sosial penting baik kepada pemangku kepentingan dan kepada perusahaan.
4. Berfokus pada hasil sosial	LBG	Salah satu dari hanya kerangka pelaporan untuk fokus khusus pada pengukuran hasil sosial. Kebutuhan data yang teliti juga memungkinkan perusahaan untuk secara efektif mengevaluasi hasil sosial dan bisnis serta mengidentifikasi peluang untuk penciptaan nilai bersama.
5. Kemudahan aplikasi	TSM	Prinsip-prinsip dan kerangka kerja yang jelas dan ringkas di samping protokol swa-penilaian yang sederhana dan progresif yang dapat dengan mudah diimplementasikan di tingkat situs. Kesederhanaan ini menjadikan hal itu paling mudah diakses, mudah beradaptasi dan dapat diterima dari semua kerangka dinilai.
6. Keandalan	TSM	Kerangka pelaporan adalah wajib bagi semua anggota Asosiasi Pertambangan Kanada (Mining Association of Canada), dan konten diverifikasi secara eksternal, yang memastikan bahwa pengungkapan merupakan representasi sejati kinerja.
7. Kasus bisnis	IR	Proses pelaporan panggilan untuk berpikir terpadu, kolaborasi dan konektivitas di seluruh bisnis. Hal ini juga menempatkan modal sosial di bidang yang sama sebagai modal finansial dan lingkungan serta menyediakan sarana untuk pembangunan sosial harus dihargai dan diintegrasikan ke dalam nilai perusahaan secara keseluruhan.

Meskipun kekuatan yang digariskan dalam beberapa kerangka kerja pelaporan dan metodologi berbasis situs di atas, tak ada satu kerangka saja yang cukup untuk mendorong hasil pembangunan yang berkesinambungan sejauh yang akan mengoptimalkan pengembalian investasi sosial dan memenuhi harapan pemangku kepentingan. Sebaliknya, pendekatan terpadu, yang meliputi berikut ini:

- Pelaporan berbasis situs yang memajukan partisipasi masyarakat dalam perencanaan dan pengambilan keputusan guna investasi sosial sangat penting untuk hasil sosial yang bertujuan dan materi, dalam kombinasi dengan survei sosioekonomi yang menghasilkan data yang berharga dan memastikan bahwa tindakan lokal berkontribusi terhadap indikator pembangunan regional dan internasional.
- Campuran kerangka pelaporan perusahaan yang memiliki pranala (link) investasi sosial untuk strategi bisnis memastikan kedalaman fokus pada berbagai isu sosial dan menggambarkan nilai dan dampak dari investasi tersebut.
- Pendekatan multi-sektoral yang memajukan kolaborasi lintas-sektor memperkuat sistem lokal, kemampuan dan proses dan trek kemajuan terhadap tujuan pembangunan jangka panjang yang berkesinambungan.

Seiring dengan pendekatan terpadu untuk investasi sosial dan pelaporan, jaminan independen reguler, pelatihan teknis dan perilaku, serta upaya berkesinambungan untuk memastikan bahwa perusahaan dan kepemimpinan diyakinkan akan sangat pentingnya penanaman kinerja sosial yang kuat dalam perusahaan pertambangan. Ini harus diperkuat oleh budaya yang terdorong oleh nilai-nilai yang menempatkan risiko sosial dan lingkungan dan kontribusi dalam bisnis inti bisnis semua orang dan tidak hanya bisnis mereka yang paling dekat dengan masalah tersebut.

1.4 Kekurangan dalam praktik-praktik pemantauan dan audit saat ini

Sementara berfokus pada praktik kerja unggulan, perlu untuk memahami kekurangan utama praktik-praktik pemantauan dan audit masa lalu guna menghindari pengulangan. Kekurangan yang biasa ditemui antara lain:

- kurangnya tujuan yang jelas untuk program pemantauan dan/atau proses audit, yang mengarah ke hasil yang kurang memuaskan, sumber daya yang mubazir dan potensi konflik dengan para pemangku kepentingan karena harapan tidak terpenuhi
- lingkaran pengulangan tanggapan yang tidak berfungsi, yang berarti bahwa data tidak dianalisis atau analisis tidak digunakan untuk mengaktifkan perbaikan terus-menerus
- ukuran kinerja yang terlalu sempit dan gagal untuk memasukkan perspektif sosioekonomi dan lingkungan yang memadai
- tingkat yang kurang tepat dari laporan publik, yang berarti bahwa tujuan, konteks dan temuan dari program pemantauan dan audit tidak jelas dipahami
- rencana pemantauan yang tidak mampu berkembang melalui kehidupan operasi penambangan karena elemen kunci tetap sebagian besar terfokus pada permasalahan saat dimulai
- data awal/dasar yang memadai tidak diperoleh untuk memungkinkan identifikasi yang efektif atau pengelolaan masalah jangka panjang
- tidak cukup menangani masalah yang berkaitan dengan perubahan dan kerusakan pemantauan prasarana (misalnya, perencanaan yang tidak memadai untuk menghindari atau mengatasi hal ini, tidak mendokumentasikan perubahan prasarana untuk memungkinkan penjelasan dari kejanggalan dalam dataset).
- perhatian yang tidak cukup untuk pengendalian mutu data
- pemeliharaan catatan yang kurang memadai untuk mengikuti perubahan yang direncanakan atau tidak direncanakan dalam metode pemantauan prasarana atau peralatan
- kerangka waktu untuk tinjauan yang mencerminkan persyaratan peraturan tetapi tidak konsisten dengan perubahan operasi situs atau cocok untuk proaktif menyikapi mengembangkan masalah situs
- laporan pemantauan tahunan yang diperlakukan sebagai persyaratan kepatuhan terhadap peraturan saja, dengan tingkat penafsiran teknis untuk secara proaktif mengidentifikasi dan mengelola pengembangan masalah situs dan/atau tidak terpadu dengan proses perbaikan yang terus menerus di situs yang kurang memadai
- penggunaan metode penilaian risiko untuk memberikan suatu mekanisme tambahan untuk mengidentifikasi perubahan kebutuhan pemantauan yang tidak tepat atau kurang memadai.

1.5 Tautan ke proses penilaian dampak

Analisis dampak lingkungan (AMDAL) (Environmental impact assessments (EIA)) telah diminta oleh Pemerintah Australia dan pemerintah negara bagian di Australia selama lebih dari tiga dekade. Dasar utama untuk penilaian dampak adalah untuk menguji dampak potensial dari setiap proyek sebelum berlanjut sehingga keputusan yang adil dan seimbang dapat disampaikan setransparan mungkin. Penilaian dampak juga dapat diperlukan sebelum ekspansi yang signifikan atau perubahan pada lingkup proyek yang awalnya telah disetujui, seperti mengubah dari operasi bawah tanah ke operasi tambang terbuka.

Ruang lingkup dan dasar hukum untuk AMDAL terus berkembang seiring pengetahuan masyarakat dan harapan menjadi mantap, teknologi membaik, proyek menjadi lebih besar dalam skala dan status perubahan daerah. AMDAL telah berkembang selama dekade terakhir dari yang sebagian besar difokuskan pada permasalahan lingkungan ke yang lebih jelas memperhitungkan untuk penilaian dan perencanaan dampak sosial atau ekonomi, dengan meningkatnya penekanan pada penilaian gabungan dampak lingkungan dan sosial. Pergeseran tertentu baru-baru ini telah menjadi pertimbangan dampak kumulatif. Pada tingkat tertinggi, penilaian dampak kumulatif membahas jumlah dampak dari proyek yang diusulkan di seluruh dimensi sosial, lingkungan dan ekonomi. Dalam konteks spesifik dampak lingkungan, ada peningkatan harapan oleh regulator bahwa efek kumulatif dari beberapa operasi yang ada atau yang diusulkan di daerah (seperti dampak pada sumber daya air di DAS) akan dibahas sebagai bagian dari proses persetujuan. Perubahan dalam proses AMDAL diharapkan untuk berlanjut, dan penekanan pada keberlanjutan mungkin akan menjadi lebih penting untuk proyek-proyek pertambangan di masa depan.

Baik pemantauan dan audit, keduanya merupakan bagian integral dari penilaian dampak dan proses manajemen yang sedang berlangsung sepanjang usia operasi pertambangan. Misalnya, sistem pemantauan memainkan peran kunci dalam penilaian awal dari nilai-nilai dan kemungkinan dampak, sedangkan pembentukan program pengelolaan lingkungan untuk meminimalkan dampak berkesinambungan dan memfasilitasi pemulihan atau rehabilitasi membutuhkan pemantauan, penelitian, audit dan evaluasi kinerja secara keseluruhan.

Pembangunan berkesinambungan melalui praktik kerja unggulan semakin membutuhkan penerapan alat penilaian dampak dan manajemen secara multidisiplin jauh lebih dari persyaratan perundang-undangan saja.¹

Apakah jenis-jenis penilaian dampak itu?

Environmental impact assessment (EIA)/AMDAL adalah penilaian terhadap kemungkinan dampak baik positif atau pun negatif—bahwa mungkin terkandung dalam proyek yang diusulkan pada lingkungan dan masyarakat yang terkena dampak, termasuk dampak terhadap nilai-nilai warisan dan dampak ekonomi. Pada tingkat federal di Australia, ketentuan AMDAL yang terkandung dalam UU Perlindungan Lingkungan dan *Konservasi Keanekaragaman Hayati 1999 (Environment Protection and Biodiversity Conservation Act 1999)* (EPBC Act). Di tingkat negara, ketentuan AMDAL biasanya terkandung dalam hukum perencanaan penggunaan lahan, selain di Western Australia, di mana diberlakukan *UU Perlindungan Lingkungan 1986 (Environmental Protection Act 1986)*.

Penilaian dampak lingkungan dan sosial menggabungkan kedua penilaian dampak sosial dan AMDAL, yang mungkin telah dilakukan secara terpisah di masa lalu, dan secara eksplisit menyumbang penilaian dampak sosial atau ekonomi dan perencanaan. Pedoman AMDAL di Queensland dan beberapa negara bagian lainnya sekarang khusus menghendaki dimasukkannya nilai-nilai sosial dan warisan ke dalam penilaian dampak.

Penilaian Dampak Sosio-ekonomi (Socio-economic Impact Assessment) (SIA) adalah analisis dampak ekonomi dari proyek yang diusulkan pada masyarakat, seperti yang dipersyaratkan oleh praktik kerja unggulan di kedua perencanaan kehidupan pertambangan dan penilaian dampak. Sebuah buku pegangan metodologis baru untuk melakukan SIA dikeluarkan pada tahun 2012 oleh International Mining for Development Centre (Frank 2012).

Primary versus secondary impacts (Dampak primer versus dampak sekunder): Dampak primer sering disebut dampak langsung, sedangkan dampak sekunder disebut dampak tak langsung atau induksi.

¹ Sebagai contoh, lihat http://www.angloamerican.com.au/development/social/community-engagement/-/media/Files/A/Anglo-American-Plc/siteware/docs/seat_toolbox2.pdf.

Dampak kumulatif dan efek-efeknya juga merupakan pertimbangan penting dalam pengembangan sumber daya. Dampak kumulatif dan efek-efek pada lingkungan, masyarakat dan komunitas dapat terjadi secara bertahap dan melibatkan sejumlah masukan yang berbeda, beberapa di antaranya mungkin berhubungan dengan pengembangan, sementara yang lain mungkin tidak. Sebagai dinyatakan oleh International Finance Corporation (IFC), 'Dalam beberapa kasus, efek yang paling ekologis merusak lingkungan dan konsekuensi sosial berikutnya dapat mengakibatkan bukan dari efek langsung suatu tindakan, proyek, atau kegiatan tertentu, tetapi dari kombinasi tekanan yang ada dan efek perorangan yang kurang berarti dari beberapa tindakan seiring waktu' (IFC 2013).

Human rights risk assessments/HRRAs (Penilaian risiko HAM) dan *Human rights impact assessments/HRIA (Penilaian dampak HAM)* merupakan komponen penting dari proses uji kelayakan perusahaan sesuai dengan Prinsip-Prinsip Panduan PBB tentang Bisnis dan Hak Asasi Manusia (lihat Bagian 2.1), berdasarkan tanggung jawab perusahaan untuk menghormati hak-hak.

HRRAs dan HRIAs harus melengkapi, dan dapat diintegrasikan ke dalam, penilaian dampak yang sudah ada dan proses uji kelayakan proses perusahaan serta harus digunakan di semua tahapan siklus hidup proyek untuk menginformasikan desain dan perencanaan proyek, memantau risiko dan dampak dalam pembangunan, serta mengevaluasi risiko HAM peluang di seluruh operasi dan melampaui penutupan tambang.

HRRAs dan HRIAs mendorong pertimbangan yang lebih luas permasalahan dari SIA standar, serta menyentuh tema-tema lintas sektor terkait dengan setiap aspek bisnis.

1.6 Pemantauan dan evaluasi dampak kumulatif

Dampak primer dan sekunder dapat terlihat jelas atau dikenal baik, seperti pembangunan jalan atau prasarana besar, sedangkan kegiatan lainnya dapat lebih kecil tetapi saat diperhatikan bersama-sama atau selama jangka waktu tertentu dampak-dampak tersebut dapat berkaitan dengan para pemangku kepentingan. Sementara kemajuan tengah melaju, banyak praktisi masih mengembangkan teknik dan cara-cara untuk cukup memasukkan dampak kumulatif dan efek ke dalam penilaian mereka terhadap penelitian dan dampak (IFC 2013).

Efek dan dampak kumulatif timbul dari berbagai sumber, masukan dan kegiatan yang terjadi dalam kombinasi, dan dampak yang dihasilkan berpotensi lebih besar daripada jumlah kecil dari dampak diperkirakan timbul dari masing-masing sumber saja. Efek kumulatif dapat terjadi saat dampak merupakan:

- aditif (tambahan)
- interaktif
- berurutan, atau
- sinergis.

Dalam konteks pertambangan, dampak kumulatif pada masyarakat, ekonomi dan lingkungan dapat timbul dari penggabungan kegiatan operasi tunggal atau majemuk. Efek kumulatif penilaian dampak biasanya dilakukan pada skala komunitas manusia, lanskap daerah, resapan atau aliran-aliran udara dan memerlukan data pemantauan untuk mengukur semua aspek (DEAT 2004; Frank et al 2013).

IFC telah menerbitkan bimbingan terbaru yang luas untuk melakukan penilaian dampak kumulatif bagi pasar negara berkembang dan ekonomi negara berkembang (IFC 2013). Bimbingan ini mencatat bahwa:

penilaian dampak kumulatif terus berkembang dan tidak ada satu negara pun yang diterima dari praktik global. Yang penting adalah bahwa selama proses identifikasi dampak lingkungan, sosial dan risiko, pengembang atau sponsor proyek (a) mengakui bahwa pembangunan mereka dapat berkontribusi dampak kumulatif pada komponen lingkungan dan sosial yang dihargai (VEC) dan pada perkembangan lain yang ada atau yang akan datang mungkin juga memiliki efek merugikan, serta (b) semaksimal mungkin menghindari dan/atau meminimalkan dampak tersebut. (IFC 2013)

Melengkapi bimbingan yang diterbitkan oleh IFC adalah *Sustainability reporting guidelines (Pedoman pelaporan keberlanjutan)* dan *Mining and metals sector supplement (Suplemen sektor pertambangan dan logam)* yang diproduksi oleh Global Reporting Initiative (GRI 2011).

Sumbangan terbaru dari Australia untuk mengatasi potensi konflik yang timbul antara beberapa penggunaan lahan dan dampak yang terkait, termasuk pertambangan, adalah Kerangka Kerja Penggunaan Beberapa (Lahan Multiple Land Use Framework) (MLUF) (SCER 2013) dari Dewan Energi COAG. Kerangka kerja ini telah dikembangkan untuk mengatasi tantangan yang timbul dari persaingan penggunaan lahan, akses lahan dan perubahan penggunaan lahan, dengan fokus pada industri pertambangan. Tujuan dari MLUF adalah untuk memungkinkan pemerintah, masyarakat dan industri untuk secara efektif dan efisien memenuhi akses lahan dan menggunakan tantangan, harapan dan peluang. Kerangka kerja ini mendukung kemampuan masyarakat lokal dan regional, industri dan pemerintah untuk memaksimalkan penggunaan lahan dalam cara yang fleksibel, lingkungan yang berkelanjutan dari waktu ke waktu. Kerangka Strategis untuk Mengelola Tambang yang terbengkalai dalam Industri Mineral (MCMPT-MCA 2010) mendorong para manajer untuk mengumpulkan data guna membuat persediaan dalam yurisdiksi yang luas sebagai dasar untuk penilaian risiko dan manajemen.

Praktik yang baik mensyaratkan bahwa, minimal para pengembang dari proyek pertambangan menilai apakah pengembangan mereka dapat berkontribusi pada dampak kumulatif pada komponen lingkungan dan sosial yang dihargai (VEC), mungkin mengandung risiko dari efek kumulatif pada VEC dan pada proyek pengembangan lain yang ada atau yang akan datang yang bergantung pada operasi yang layak di masa depan proyek, atau keduanya.

Penilaian dampak kumulatif dapat diterapkan pada berbagai skala—dari operasi tunggal untuk sebagian besar negara bagian atau provinsi. Misalnya, efek potensial dari operasi individual pada keberlanjutan suatu daerah mungkin awalnya perlu ditangani sebagai bagian dari proses AMDAL, dengan laporan berikutnya terhadap tujuan kinerja yang dipersyaratkan setelah persetujuan dan awal pertambangan. Sama pentingnya adalah komunikasi pemangku kepentingan yang terus berlangsung dan keterlibatan untuk menguji dan memvalidasi apakah terjadi perbaikan terus-menerus dan sumber daya perusahaan memadai. Namun, konsep penilaian dampak kumulatif kini lebih banyak diterapkan di daerah di mana mungkin ada beberapa pengembangan pertambangan baru atau yang tengah diusulkan. Penilaian regional seperti biasanya diperlukan saat terdapat beberapa tambang yang mempengaruhi DAS yang penting secara ekonomi dan/atau lingkungan, atau di mana terdapat deposit mineral lateral yang luas tempat beberapa tambang yang sudah ada atau sedang dibangun.

A good recent international example of a regional cumulative impacts study addressing social, economic and environmental aspects is provided by the Ministry of Mines and Energy in Namibia. This strategic environmental assessment was conducted to address the possible consequences of a large expansion in the mining of uranium in that country (MME 2010). The assessment provided a big-picture overview and advice to the Namibian Government on how to avoid negative cumulative impacts, as well as how to enhance opportunities and benefits within the uranium sector and between mining and other industries. While the individual EIAs for the new mines and the EMSs in place at the existing mines deal with the impacts caused by the individual mines, the strategic environmental assessment considered the cumulative spatial and time-crowding effects of various possible uranium mining expansion scenarios. This provided the framework for being better able to develop synergies between operations in the context of integrated environmental, social and health management.

Di Australia, deposit bijih besi yang ekstensif berlokasi di utara Western Australia, dan tambang batubara besar di Queensland dan New South Wales adalah contoh yang paling jelas tentang pengaruh beberapa tambang dari jenis yang sama di tempat yang relatif dekat yang membutuhkan penanganan efek dampak kumulatif. Dalam kasus-kasus ini, dampak dari beberapa operasi pada kuantitas dan kualitas air tanah dan air permukaan serta sistem ekologi, serta manusia yang bergantung padanya telah menjadi perhatian utama. Industri pertambangan batubara telah menjadi fokus khusus dalam beberapa tahun terakhir setelah dimasukkannya ketentuan 'water trigger' (pemicu air) kedalam Undang-Undang EPBC Pemerintah Australia. Perubahan pada UU ini diperlukan bagi semua proyek pertambangan batubara dan gas lapisan batubara baru yang cenderung memiliki dampak signifikan², termasuk dampak kumulatif, pada sumber daya air yang akan dinilai berdasarkan ketentuan undang-undang tersebut. Selain itu, usulan ekspansi tambang yang ada dapat dikenakan penilaian berdasarkan undang-undang. Bimbingan komprehensif tersedia pada pendekatan untuk mengatasi dampak kumulatif dari pertambangan batubara (DERM 2009; Frank et al 2010a, 2010b, 2013.); laporan yang paling ekstensif tentang hal ini diproduksi dengan dana dari Program Penelitian Asosiasi Batubara Australia (Australian Coal Association Research Program) (Frank et al. 2010). Konsep yang dibahas dalam publikasi ini harus siap dialihkan ke industri pertambangan yang lebih luas.

Sebuah contoh praktik kerja unggulan dunia tentang penerapan dampak kumulatif pemantauan dan analisis terhadap pengelolaan kualitas air sungai disediakan oleh Hunter River Salinitas Trading Scheme (NSWEPA 2015; Vink et al 2013.). Skema ini merupakan kolaborasi antara industri pertambangan batubara dan pembangkit listrik dan regulator di New South Wales. Tujuannya adalah untuk meminimalkan dampak dari pelepasan air garam ke dalam sistem sungai bernilai tinggi yang mendukung pertambangan, penggunaan pertanian dan perkotaan yang saling bersaing. Sebuah jaringan dari 21 monitoring aliran dan stasiun daya hantar listrik di sepanjang sungai mentransmisikan data pada interval 10 menit. Sebuah model sungai kemudian menghitung selisih pelepasan yang diizinkan dari masing-masing tambang dalam menanggapi perubahan curah hujan dan aliran dalam daerah tangkapan air.

Saat ini sedang diusulkan agar skema perdagangan kumulatif salinitas yang sama ditetapkan untuk Sungai Fitzroy di Queensland, yang memiliki daerah tangkapan terbesar kedua sungai di Australia (Vink et al. 2013). Seperti tangkapan Hunter River, DAS Sungai Fitzroy mengandung banyak tambang batubara besar yang hidup berdampingan dengan industri daerah pertanian yang beragam (dan lebih banyak lagi tambang dan industri gas lapisan batubara yang semakin luas telah diusulkan untuk selama dekade berikutnya). Dampak kumulatif dari tambang aktif dan tambang yang terbengkalai akibat dan pelepasan yang terkontrol maupun yang tidak terkontrol dari air yang terkontaminasi telah disorot sebagai masalah yang menjadi perhatian dalam laporan yang dihasilkan oleh Komisi Penyelidikan Banjir Queensland (Queensland Floods Commission of Inquiry) (Bab 13, 2012; http://www.floodcommission.qld.gov.au/data/assets/pdf_).

2 Untuk definisi 'dampak yang signifikan', lihat Pemerintah Australia (2013).

Studi kasus: Manajemen strategis dampak kumulatif dari pelepasan air limbah tambang batubara di Fitzroy River Basin—perspektif regulasi

Dalam rangka mengembangkan pemahaman tentang dampak kumulatif dari pembangunan ekonomi dalam DAS, perspektif temporal dan spasial pada semua perkembangan masa depan saat ini dan potensi di DAS yang dibutuhkan. Akan terlihat dengan segera dan jelas bahwa perencanaan strategis yang baik diperlukan jika kualitas air yang berkelanjutan harus dicapai dalam tangkapan di mana beberapa kegiatan berkontribusi kontaminan ke sungai. Sayangnya, ini jarang terjadi, dan persetujuan biasanya dinilai berdasarkan kasus per kasus dengan informasi yang terbatas atau penilaian dari masukan tangkapan lainnya. Peraturan pelepasan air limbah dari tambang batubara di Fitzroy River Basin merupakan salah satu contoh di mana peraturan telah berkembang secara signifikan untuk mengiringi masalah kualitas air yang berubah dengan cepat dalam kegiatan-kegiatan di hilir beberapa pertambangan.

Fitzroy River Basin meliputi enam sungai besar yang merupakan sistem pengeringan-timur sungai terbesar Australia. Tangkapan Fitzroy saat ini berisi lebih dari 40 tambang batubara yang saat ini beroperasi yang memiliki potensi untuk berkontribusi pelepasan larutan salin signifikan terhadap saluran air cekungan ini.

Pada tahun 2008, curah hujan yang sangat tinggi mengakibatkan banjir di sejumlah tambang di cekungan. Pelepasan berikutnya dari air banjir lokasi tambang antara bulan Februari dan September 2008, terutama dari satu tambang batubara, menyebabkan peningkatan salinitas dalam persediaan air minum di hilir dan banyak keluhan tentang kualitas air. Sebagai tanggapan, Pemerintah Queensland menugaskan tinjauan dari dampak kumulatif kegiatan pertambangan pada kualitas air di Fitzroy Basin (DERM 2009).

Tinjauan tersebut memberikan penilaian risiko untuk nilai-nilai lingkungan yang paling sensitif dalam capaian air bersih Fitzroy, termasuk ekosistem air, irigasi dan air minum. Atas dasar volume air yang dikeluarkan dari tambang dan salinitas air penerima hilir setelah rilis, tinjauan mengidentifikasi risiko yang berpotensi tinggi dari salinitas kumulatif, khususnya di Sungai Ishak di Fitzroy Utara, di mana terdapat konsentrat padat pertambangan. Sebagai konsekuensi dari penelitian dampak kumulatif tahun 2009, dikembangkan standarisasi model kondisi dan otoritas lingkungan untuk masing-masing tambang Fitzroy ditinjau oleh pihak berwenang, yang saat ini dikenal sebagai Departemen Lingkungan dan Warisan Perlindungan (Department of Environment and Heritage Protection) (DEHP).

Model kondisi air Pemerintah Queensland untuk pertambangan di Fitzroy Basin (baru-baru ini direvisi sebagai 'model kondisi pertambangan' (DEHP 2013), memberikan strategi yang konsisten untuk rilis dari air tambang yang terkena dampak dari tambang-tambang batubara sehingga air salinitas yang akan dirilis hanya pada saat aliran air alami yang tinggi (yaitu, setelah hujan lebat) untuk memastikan pengenceran yang memadai, sedangkan air salinitas relatif rendah dapat dilepaskan pada saat-saat aliran air awal atau menengah. Tujuannya adalah untuk melindungi nilai-nilai lingkungan hilir tambang, termasuk air sensitif ekosistem dan daerah nilai ekologi tinggi.¹

¹ Ekosistem dengan nilai ekologis tinggi merupakan kondisi ekologis peringkat tertinggi sebagaimana didefinisikan dalam ANZECC-ARMCANZ (2000). Ekosistem yang secara efektif tidak dimodifikasi atau amat bernilai.

Juga telah dikembangkan sebuah kalkulator pelepasan yang mampu mengalokasikan sebagian dari kapasitas asimilasi hilir untuk beberapa tambang yang berbeda, sehingga mengurangi potensi dampak kumulatif. Kerja yang cukup besar juga telah dilakukan di daerah tangkapan sejak tahun 2008 untuk mengembangkan pedoman kualitas air setempat dan penjadwalan nilai-nilai lingkungan serta sasaran mutu air dalam Kebijakan Perlindungan Lingkungan (Air) Queensland.² Meskipun sasaran mutu air tidak dikenakan ujung-pipa (end-of-pipe), informasi ini amat penting untuk mengembangkan kondisi standar dan pendekatan untuk menilai dampak kumulatif di wilayah tersebut, dan digunakan untuk menilai hasil di lingkungan.

Meskipun telah diterapkan pendekatan model kondisi pertambangan, banyak tambang batubara di Fitzroy Basin yang kurang mampu mengurangi volume air banjir tertahan, baik karena mereka belum mampu memanfaatkan peluang aliran tinggi saat aliran tinggi muncul atau karena peristiwa curah hujan tinggi berikutnya telah memperburuk masalah. Karena itu pada tahun 2012, dalam menanggapi lebih lanjut masalah terus menerus berkaitan dengan air salinasi yang tertahan, Pemerintah Queensland memulai program percontohan di Sungai Ishak yang akan memungkinkan beberapa tambang melepaskan air salinasi di luar kerangka model kondisi. Program percontohan ini kemudian diperluas di seluruh Fitzroy Basin tahun pada 2013 (DEHP 2013). Pemantauan kualitas air dan integritas biologis yang terus berlangsung, telah dan akan terus, digunakan untuk memastikan apakah kecepatan dan volume air limbah yang dilepaskan di bawah kebijakan ini berhasil melindungi semua nilai-nilai lingkungan hilir.

Pengalaman di Fitzroy Basin menyoroti kebutuhan untuk:

- perencanaan masa depan yang strategis untuk semua operasi pertambangan, terutama di mana beberapa operasi yang mungkin terjadi dalam tangkapan tunggal atau sub DAS
- penilaian kualitas air dan pemodelan kapasitas asimilatif di seluruh cekungan untuk memungkinkan pemerataan penggunaan sungai di antara semua kegiatan dan pemangku kepentingan, termasuk ekosistem perairan, pertanian, pertambangan dan konsumsi manusia
- penekanan lebih besar pada rencana pengelolaan air pada tahap analisis dampak lingkungan dari pengembangan aplikasi tambang batubara untuk memastikan bahwa ada endapan salinasi air minimal dari waktu ke waktu, sebagai konsekuensi dari pengelolaan air di tempat atau pun cuaca ekstrim
- pemantauan dan penilaian kualitas air dan nilai-nilai lingkungan yang terus menerus oleh pemegang persetujuan dan manajer tangkapan yang lebih luas.

2 Kebijakan Perlindungan Lingkungan (Air) (2009) merupakan subordinat Undang-Undang Perlindungan Lingkungan. Rincian terkait kebijakan serta nilai lingkungan dan sasaran mutu air di <http://www.ehp.qld.gov.au/water/policy/index.html>.

Studi kasus: Pengelolaan air terpadu oleh Unit Bisnis Batubara Metalurgi Anglo Amerika (Anglo American's Metallurgical Coal Business Unit).

Studi kasus ini menggambarkan tindakan kepengurusan yang diambil oleh Unit Bisnis Batubara Metalurgi Anglo Amerika untuk mengelola risiko yang terkait dengan pengelolaan air di perusahaan tambang batubara terbuka di DAS Sungai Fitzroy di pusat Queensland dan untuk meningkatkan pemantauan guna memenuhi persyaratan peraturan baru, yang diperkenalkan setelah banjir tahun 2010-11, untuk mengelola air yang ditahan di lokasi (DEHP 2013). Latar belakang sejarah perkembangan peraturan tersedia dalam 'Strategic management of cumulative impacts of coalmine wastewater releases in the Fitzroy River Basin' (Manajemen strategis dampak kumulatif pelepasan air limbah di Fitzroy River Basin) studi kasus pendamping dalam buku pegangan ini.

Iklim yang sangat bervariasi dari tangkapan Fitzroy River menciptakan tantangan ganda bagi tambang operator: dari beberapa tahun kekurangan air dalam musim kemarau dan kelebihan air dalam musim hujan. Selama dan setelah besar banjir besar tahun 2010-11, kemampuan tambang untuk secara cepat melepaskan air yang tertahan ke dalam arus yang amat mengurangi salinasi tangkapan sering tertunda akibat masalah dengan prasarana pengelolaan air yang tersedia dan juga hakikat dari proses perizinan di tempat pada saat itu. Pada bulan Februari 2011, 80% dari tambang batubara di Bowen Basin telah membatasi operasi karena kelebihan air (QFCI 2012, Bab 13). Kelebihan air dapat menutup jalan, menggenangi pit, merusak prasarana dan membahayakan keselamatan.

Melanjuti musim hujan tahun 2010-11, Pemerintah Queensland memulai penelitian atas kondisi rilis untuk air tambang dan mengusulkan kerangka kerja yang memungkinkan rilis air yang terkena dampak tambang selama ada aliran yang cukup di lingkungan sekitarnya untuk menipiskan salinasi air dan menjaga nilai-nilai lingkungan. Kerangka kerja ini mengakui bahwa, pada saat arus besar di sungai dan induk sungai, rilis terkontrol air yang terkena dampak tambang pada rasio pengenceran yang tepat sangat mengurangi risiko terhadap lingkungan. Untuk tambang yang menganut kerangka kerja tersebut, mengatasi kondisi untuk pelepasan diperlukan pengukuran waktu nyata (real-time) yang tepat dari kedua aliran dan kualitas air.

Akibatnya, Unit Bisnis Batubara Metalurgi Anglo Amerika mengambil tindakan untuk menganut prakiraan curah hujan yang lebih baik, pemantauan waktu nyata arus sungai dan kualitas air, dan koordinasi yang lebih baik antara rekayasa dan tim lingkungan. Saat tambang sudah memiliki sistem pemantauan di tempat, penyempurnaan sistem ditingkatkan agar menghasilkan data yang diperlukan untuk memenuhi persyaratan baru. Persyaratan untuk standar yang tinggi dari pemantauan dan kemampuan analisis data dalam waktu singkat menjadi fitur dari sektor pertambangan yang modern.

Operasi Anglo ini telah menganut pendekatan terpadu untuk memantau dan mengelola air di tempat. Manfaat yang diharapkan dari investasi meliputi:

- pengurangan risiko pit tambang dilanda banjir
- pengurangan risiko keselamatan pada karyawan
- pengurangan dampak di jalan-jalan raya dan mesin dari kerusakan banjir
- kemampuan untuk menyimpan air sebanyak dan seaman mungkin untuk penggunaan masa depan di tempat, sementara masih menyediakan kapasitas penyimpanan kontingensi untuk saat curah hujan tinggi.

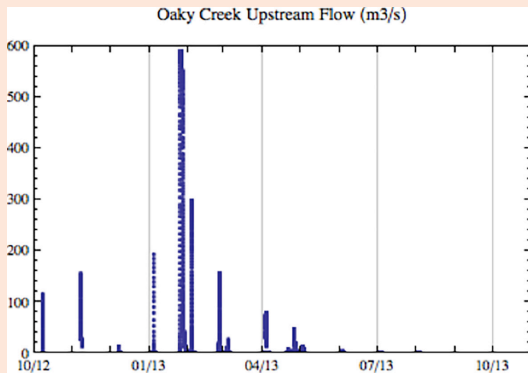
Strategi yang dianut sebagai berikut:

- mengeksplorasi pilihan untuk mengantisipasi lebih baik curah hujan dan limpasan (run-off) melalui pelacakan dan menanggapi prakiraan jangka menengah (bulanan) dan jangka panjang (1-5 tahun)
- pemantauan yang diotomisasi dan komunikasi waktu nyata arus sungai hulu serta tingkat salinitas dan kekeruhan
- mengunduh data harian ke dalam sistem pengelolaan data terancang untuk analisis data secara mendalam guna mengatasi keadaan yang dapat menyebabkan kondisi pelepasan lebih efektif
- pemantauan ketinggian dan kualitas air-tambang dan, dan pembentukan papan instrumen (dashboard) visual dalam database lingkungan untuk komunikasi yang mudah dan efektif dari risiko yang berkaitan dengan penyimpanan air-tambang
- analisis rinci dari bentuk lahan dan desain tanggul serta saluran air, dan jika memungkinkan, untuk mengalihkan kelebihan air dari prasarana tambang
- erbaiki jalan raya dan khususnya penyeberangan sungai untuk menjaga akses selama saat curah hujan tinggi
- meningkatkan prasarana untuk memungkinkan air cepat berpindah dan dapat dikendalikan (28 pompa tambahan dan 135 km pipa baru pada tambang Dawson dan Capcoal)
- meningkatkan komunikasi dan koordinasi tim-tim situs untuk lebih mengintegrasikan rekayasa dan pengelolaan air lingkungan.

Kasus bisnis untuk investasi Anglo Amerika sebesar \$120 juta pada pemantauan air dan manajemen yang ditingkatkan, didukung secara substansial, mengurangi jumlah hari produksi yang hilang akibat musim hujan. Manfaat lingkungan terpadu termasuk mengurangi volume banjir yang masuk ke pit tambang dan memastikan kepatuhan pada kondisi pelepasan, dipantau secara waktu nyata yang didesain untuk memastikan perlindungan dari lorong aliran air.



Dalam banjir tahun 2010-11, volume air warisan yang besar terakumulasi dalam pit penyimpanan.



Pemantauan waktu-nyata arus sungai memberikan sarana yang efektif yang dapat digunakan untuk mengontrol dan mengelola pelepasan tambang-air.



Lokasi operasi Anglo American di DAS tangkapan Sungai Fitzroy.

Sementara penambangan logam pada umumnya tidak tunduk pada ketentuan air memicu Undang-Undang EPBC, ada peningkatan harapan oleh regulator negara bahwa efek kumulatif dari beberapa operasi penambangan yang ada atau yang diusulkan dalam suatu wilayah (seperti dampak pada sumber daya air dalam DAS) ditangani sebagai bagian dari proses persetujuan. Contoh paling sederhana dari kebutuhan untuk mempertimbangkan dampak kumulatif terhadap kualitas air terjadi saat operasi yang diusulkan terletak di hilir dari suatu operasi atau warisan situs yang ada. Dalam hal ini, ada kebutuhan untuk membangun awal hulu (yaitu, hulu dari operasi baru) untuk dikompensasi dengan kinerja operasi baru untuk dapat dinilai dan dikelola (misalnya, menerbitkan lisensi pembuangan limbah dan pengembangan kriteria air berkualitas setempat dalam kolaborasi dengan para regulator).

Tidak akan praktis untuk menganalisis efek kumulatif dari tambang baru atau yang sudah ada pada setiap reseptor lingkungan atau indikator sosial. Oleh karena itu, fokus dari proses penilaian dan pelaporan perlu pada indikator-indikator yang harus dilindungi dan/atau bagi mereka yang hasil pemantauan atau pengukuran dapat diproduksi. Sebuah titik awal yang baik untuk mengidentifikasi apa yang perlu dipantau dan dinilai adalah daftar nilai-nilai lingkungan dan sosial yang disepakati untuk daerah lokasi tambang. Dalam konteks regulasi, pemerintah akan sering membantu dalam menentukan persyaratan dan lingkup penilaian. Secara keseluruhan, ruang lingkup penilaian harus ditetapkan (dengan kesepakatan) sehingga penilaian dampak tidak mencoba untuk mengukur efek pada apa saja. Setelah selesai penilaian dampak, rencana pengelolaan dampak dapat diterapkan untuk pemantauan dan evaluasi tanggapan manajemen. Menerapkan rencana pengelolaan dampak akan memastikan kemungkinan lebih besar memperoleh data pemantauan berkualitas tinggi untuk pengenalan ciri utama.

2.0 PEMBANGUNAN YANG BERKELANJUTAN

2.1 Prinsip-prinsip panduan

Penerapan prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan ke pertambangan telah mengalami evolusi yang cepat dalam dekade terakhir, bersamaan dengan tren global dalam komitmen pembangunan berkelanjutan pada umumnya. Banyak dari pembentukan prinsip-prinsip panduan dokumen masih relevan.

Laporan Proyek Pertambangan, Mineral dan Pembangunan Berkelanjutan (The Mining, Minerals and Sustainable Development Project) *Breaking new ground (melakukan sesuatu yang belum pernah ada)* (IIED 2002) dieksplorasi secara detail bagaimana pertambangan lanjut dapat berkontribusi untuk pembangunan berkelanjutan. Dewan Mineral Australia (The Minerals Council of Australia (MCA)) mengembangkan *Nilai bertahan: kerangka industri mineral Australia* untuk pembangunan berkelanjutan guna mengungkapkan dan melaksanakan pembangunan berkelanjutan dalam industri pertambangan Australia (MCA 2004). Dewan Internasional Pertambangan dan Logam (The International Council on Mining and Metals (ICMM)) juga telah mengembangkan kerangka pembangunan berkelanjutan yang mencakup prinsip-prinsip, pelaporan publik dan jaminan independen (ICMM 2006; prinsip-prinsip yang langsung relevan dengan buku ini adalah 4, 5, 6, 7, 9 dan 10). Meskipun tidak semua perusahaan tambang penandatanganan nilai-nilai dan prinsip-prinsip, mereka memberikan bimbingan berguna tentang apa arti praktik kerja unggulan.

Sebuah prinsip inti dalam pembangunan berkelanjutan adalah prinsip kehati-hatian, yang hanya disebutkan dalam Perjanjian Antar-pemerintah 1992 tentang Lingkungan sebagai:

Di mana ada ancaman kerusakan lingkungan yang serius atau yang tak dapat dipulihkan, kurangnya kepastian ilmiah penuh, tidak boleh digunakan sebagai alasan untuk menunda tindakan-tindakan untuk mencegah degradasi lingkungan. (DEWHA 1992)

Pemantauan dan audit adalah alat penting untuk menunjukkan pelaksanaan yang efektif dari prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan. Informasi yang diberikan sangat penting dalam menilai dan mengelola besarnya dampak dan oleh karenanya mendukung penerapan prinsip kehati-hatian. Bab ini menjelaskan metode utama dan standar yang memberikan panduan untuk menggabungkan prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan ke dalam program evaluasi kinerja, dan karenanya pencapaian pendekatan praktik terkemuka.

2.2 Standar nasional dan internasional

Kebijakan pemerintah dan kebijakan perusahaan menjadi semakin berkomitmen untuk pembangunan berkelanjutan. Secara umum, sementara kedua sektor mungkin berkomitmen terhadap standar dan penggunaan protokol internasional yang tersedia, mereka sering meninggalkan implementasi untuk masing-masing perusahaan atau operasi pertambangan. Sebagai contoh, anggota ICMM berkomitmen untuk praktik pertambangan yang bertanggung jawab (seperti yang dijelaskan dalam sumber daya ICMM 'praktik pertambangan yang baik' tersedia melalui www.icmm.com), tapi ICMM tidak menyediakan panduan rinci dan preskriptif. Sebaliknya, ICCM merekomendasikan pendekatan yang lentur (flexible) dan dapat disesuaikan untuk memenuhi kebutuhan lokal spesifik perusahaan atau proyek pertambangan.

Banyak standar atau protokol berusaha untuk memfasilitasi pelaksanaan operasional prinsip-prinsip pembangunan berkelanjutan. termasuk protokol sukarela industri seperti prinsip ICMM atau *Nilai bertahan* MCA, serta berbagai standar yang relevan dari Organisasi Internasional Standardisasi (International Organization for Standardization (ISO)) dan Standar-Standar Australia/Selandia Baru (Australian/New Zealand Standards (AS/NZS)) untuk berbagai aspek pemantauan.

'International Finance Corporation' World Bank telah mengembangkan serangkaian standar kinerja sosial dan lingkungan keberlanjutan, serta pedoman lingkungan, kesehatan dan keselamatan (environmental, health and safety (EHS)) untuk pertambangan dan pedoman umum EHS, yang relevan dengan monitoring serta audit lingkungan dan sosial (IFC 2006, 2007a, 2007b). Selain itu, protokol yang semakin populer adalah Prakarsa Pelaporan Global (Global Reporting Initiative (GRI)), yang didirikan oleh PBB dalam hubungannya dengan pemerintah dan kelompok-kelompok sipil dan industri khusus untuk memfasilitasi konsistensi dan transparansi dalam pelaporan keberlanjutan (GRI 2006), dan yang sekarang di iterasi keempat (lihat bagian 1.3 dan 4.16). Meskipun protokol ini pada dasarnya sukarela, kepatuhan semakin banyak diharapkan sebagai bukti tata kelola perusahaan yang baik.

2.2.1 Legislasi dan regulasi

Australia

Berbagai persyaratan legislatif negara bagian dan federal Australia relevan dengan monitoring, audit dan penilaian kinerja untuk pertambangan, seperti persyaratan untuk AMDAL, survei dan pemantauan spesies atau ekosistem terdaftar di bawah UU EPBC, dan peraturan untuk memantau kualitas udara atau air, pelepasan limbah dan sebagainya. Banyak dari persyaratan tersebut biasanya termasuk dalam persewaan pertambangan serta perizinan dan ketentuan lainnya. Sehubungan dengan UU EPBC, konsistensi antara persyaratan pemerintah negara bagian dan federal juga meningkat oleh kenyataan bahwa proses dapat didelegasikan sehingga hanya satu set persyaratan penilaian dampak lingkungan dan sosial harus dipenuhi untuk mematuhi semua undang-undang federal, negara bagian dan wilayah serta persyaratan pemerintah setempat.

Namun, UU EPBC tidak melindungi keanekaragaman hayati penting secara nasional dari dampak tambang yang terbengkalai; dan juga undang-undang perlindungan lingkungan negara tidak mengatasi dampak lingkungan dari tambang yang diabaikan (lihat, misalnya, QFCI 2012). Dengan tidak adanya undang-undang dan kebijakan tambang yang terbengkalai, ambiguitas terhadap tanggung jawab, standar dan proses untuk mencapai menguntungkan penggunaan lahan pasca tambang tetap ada.

Pemerintah negara bagian memiliki kekuasaan konstitusional utama untuk mengelola lingkungan dan untuk mengeluarkan hak pertambangan serta izin pengendalian lingkungan atau polusi. Sementara negara-negara yang berbeda memiliki persyaratan dan harapan untuk pemantauan, audit dan kinerja yang berbeda, filosofi menyeluruh yang diterapkan di Australia adalah peraturan berdasarkan prinsip. Dalam praktiknya, ini berarti bahwa perusahaan tambang memiliki fleksibilitas yang cukup besar dalam praktik yang mungkin mereka gunakan untuk memenuhi target kinerja tertentu (misalnya, untuk pedoman kualitas air yang berlaku untuk situasi individu). Rezim peraturan semacam ini tepat untuk penerapan prinsip-prinsip praktik kerja unggulan oleh industri pertambangan, karena dapat lebih mudah mengakomodasi dan mengakui pengembangan dan pelaksanaan cara yang lebih baik untuk memenuhi target kinerja lingkungan. Praktik kerja unggulan membantu untuk memastikan perbaikan berkesinambungan di seluruh wilayah yurisdiksi dengan tujuan untuk hasil kinerja yang berada di luar mereka yang mewakili praktik terbaik industri saat ini. Undang-undang federal telah mendorong perusahaan untuk melakukan penelitian dengan memungkinkan mereka untuk mengambil keuntungan dari insentif pajak guna pelaksanaan studi penelitian yang inovatif dan sistematis yang telah direncanakan. Pemantauan merupakan bagian integral dari penelitian keberlanjutan, karena data pemantauan diperlukan guna mengukur dan mendokumentasikan efektivitas solusi baru untuk masalah pengelolaan lingkungan.

Di bawah Inventarisasi Polutan Nasional Pemerintah Australia, polutan tertentu yang dipancarkan di atas ambang batas minimum yang diperlukan untuk dipantau (atau diestimasi) dan dilaporkan secara terbuka.

Baru-baru ini, Tindakan Perlindungan Lingkungan Nasional telah mengalami perubahan yang harus diterapkan dalam pengelolaan kontaminan (SCEW, n.d.). Konsep tindakan tersebut bersifat unik bagi Australia dan disediakan di bawah UU perlindungan lingkungan nasional.

Meskipun sesuai dengan langkah-langkah yang diperlukan secara hukum tidak dengan sendirinya merupakan praktik kerja unggulan, perusahaan mendapat pengakuan untuk praktik kerja unggulan yang secara konsisten memenuhi persyaratan peraturan untuk pemantauan, audit dan pelaporan. Praktik-praktik kerja unggulan juga cenderung memiliki hubungan yang lebih produktif dengan para pemangku kepentingan masyarakat mereka sebagai akibat dari mampu mengkomunikasikan hasil pemantauan dan pemeriksaan yang tangguh. Dalam hal pendekatan praktik kerja unggulan menghasilkan kinerja lingkungan unggul dengan biaya yang lebih efektif dibandingkan sebelumnya telah dianggap dapat dilaksanakan, pelaksanaan praktik tersebut lebih cenderung dianggap lebih positif oleh regulator sebagai bagian dari proses persetujuan masa depan atau untuk penerapan guna perubahan besar pada cakupan di situs yang sudah beroperasi.

Setelah dioperasikan lebih dari yang dipersyaratkan untuk dipatuhi, operator yang proaktif mengatasi kesenjangan pengetahuan dan mengintegrasikan pengetahuan baru ke dalam rencana rehabilitasi dan penutupan progresif lebih cenderung untuk berhasil menutup tambang mereka dan dapat melepaskan kepemilikan pertambangan (lihat, misalnya, Pemantauan untuk meningkatkan kualitas rehabilitasi ('Monitoring to improve the quality of rehabilitation') studi kasus di Bagian 3.6). Mereka yang tidak beroperasi di luar kepatuhan persyaratan dapat berisiko untuk wajib mengelola dampak situs seperti air yang telah lama terkontaminasi.

Internasional

Dalam lingkup internasional, pemantauan dan pelaporan menjadi semakin penting, tidak hanya untuk menunjukkan pengelolaan lingkungan yang sukses, tetapi juga untuk menggambarkan pendekatan strategis perusahaan demi kelangsungan bisnis dan pertumbuhan yang berkelanjutan (lihat Bagian 4.16.2, 'Pelaporan terpadu').

Dasar legislatif dan internasional untuk perhitungan emisi dan pelaporan terus berkembang pesat, seiring dengan komitmen global yang sedang berlangsung untuk mitigasi perubahan iklim. Dalam mengantisipasi pergeseran menuju ekonomi rendah karbon, perusahaan berada di bawah tekanan dari investor untuk menunjukkan gerakan pindah ke model bisnis rendah karbon yang merespon secara efektif dan beradaptasi dengan meningkatkan regulasi dan perubahan cepat pada kepekaan perasaan konsumen. Memperagakan bagaimana bisnis beradaptasi tidak hanya untuk risiko fisik tetapi juga untuk risiko keuangan dan regulasi yang terkait dengan perubahan iklim sangat penting, terutama karena pemerintah mempersiapkan diri untuk berkomitmen untuk putaran target berikutnya di bawah Protokol Kyoto.

Pada tahun 2012, setelah berakhirnya periode komitmen pertama Protokol Kyoto, dimana 37 negara industri dan Uni Eropa berkomitmen untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dengan rata-rata 5% terhadap tingkat 1990, disahkanlah amandemen Doha Protokol Kyoto. Amandemen tersebut menetapkan:

- komitmen baru untuk mengurangi emisi sekurang-kurangnya 18% di bawah tingkat 1990 pada periode delapan tahun 2013-2020
- daftar gas rumah kaca yang telah direvisi akan dilaporkan pada periode komitmen kedua.

Pada bulan September 2014 pada pertemuan puncak PBB di New York, negara-negara di bawah Protokol Kyoto diharapkan untuk membuat janji pengurangan karbon pra- dan pasca-2020, setelah pemantauan dan pelaporan bagi perusahaan dapat meningkatkan dan standar kinerja menjadi lebih preskriptif dan menuntut, karena pemerintah berusaha untuk memenuhi target-target pengurangan baru dan ambisius mereka.

Pembatasan perdagangan juga area kritis fokus dalam lingkup internasional. Peraturan Komisi Eropa 2006 tentang pendaftaran, evaluasi, otorisasi dan pembatasan bahan kimia (registration, evaluation, authorisation and restriction of chemicals (REACH)) bertujuan untuk menyediakan penilaian rinci dari potensi dampak polutan produk seiring dengan keinginan untuk melindungi kesehatan manusia, lingkungan dan daya saing industri. Misalnya, kadar arsenik yang tinggi dalam konsentrat logam atau bahan radioaktif ditingkatkan secara teknologi yang terjadi secara alami dapat menghalangi ekspor ke Eropa di bawah peraturan REACH. Oleh karena itu, perusahaan yang mengekspor produk ke Eropa harus memastikan bahwa perusahaan tersebut memonitor kualitas produk dan aspek-aspek terkait untuk memastikan bahwa mereka mematuhi peraturan atau berisiko dikucilkan dari pasar ekonomi utama.

Untuk informasi lebih lanjut, lihat buku pegangan manajemen praktik kerja unggulan *Manajemen risiko (Risk management)* (DIIS 2016a) dan *Penatagunaan (Stewardship)* (DIIS 2006).

Konvensi Minimata, yang ditandatangani oleh Australia dan banyak negara lain pada tahun 2013, membutuhkan komitmen untuk pengurangan merkuri di lingkungan karena dampak kesehatan terhadap paparan.³ Misalnya, di mana tambang-tambang emas yang secara historis menggunakan merkuri, diperlukan pembersihan merkuri dari tanah dan lingkungan perairan. Pemantauan dan evaluasi kinerja sangat penting untuk menunjukkan pencapaian tujuan.

2.2.2 Harapan masyarakat

Wajar bagi masyarakat lokal di sekitar proyek pertambangan atau pengolahan mineral untuk ingin tetap mendapat laporan tentang aspek-aspek lingkungan, investasi sosial, kontribusi ekonomi, kewajiban hukum dan sejenisnya.

Secara historis, industri pertambangan telah berkali-kali tidak memberikan informasi yang tepat waktu kepada pemangku kepentingan dan masyarakat luas tentang semua aspek operasi pertambangan tertentu. Untuk mencapai praktik kerja unggulan di daerah ini, perusahaan yang menyadari apa yang diharapkan masyarakat untuk tahu tentang operasi pertambangan serta menyiapkan kerangka kerja guna mengidentifikasi pemangku kepentingan dan harapan mereka, mengumpulkan data pemantauan dan audit melalui kehidupan proyek, dan laporan secara teratur bagi masyarakat yang terkena dampak. Hal ini merupakan bagian dari izin sosial perusahaan untuk beroperasi, seperti yang tercantum dalam Kerangka kerja nilai bertahan MCA.

Keterlibatan pemangku kepentingan pada skala regional atau tangkapan yang muncul sebagai alat penting. Pemangku kepentingan majemuk Fitzroy Partnership untuk Kesehatan Sungai adalah salah satu contoh.⁴

³ <http://www.mercuryconvention.org/>.

⁴ <http://riverhealth.org.au/>.

Studi kasus: PanAust di Laos—bekerja dengan masyarakat untuk mata pencaharian berkelanjutan

Perusahaan pertambangan yang ingin mendukung mata pencaharian masyarakat melalui peluang rantai pasokan harus siap untuk menganut sistem pengadaan yang fleksibel dan adaptif. Pengadaan harus responsif terhadap kapasitas kewirausahaan lokal dan memperoleh informasi dari pemantauan partisipatif yang kuat dan evaluasi yang menjamin perbaikan terus-menerus dalam kemitraan berbasis lokal. Perusahaan pertambangan Australia PanAust menghadapi tantangan ini. PanAust mengoperasikan PhuBia Mining, perusahaan resmi terdaftar Lao yang 90% dimiliki oleh PanAust dan 10% oleh Pemerintah Laos. PhuBia Mining mengoperasikan tambang tembaga-emas Phu Kham dan tambang emas-perak Ban Houayxai di Laos.

Phu Kham, terletak sekitar 120 km utara ibukota Laos, Vientiane, berbatasan langsung dengan dua desa—Nam Gnone dan Nam Mo, yang merupakan rumah bagi 713 rumah tangga dengan populasi 4.095 penduduk. Populasi terdiri terutama dari etnis Lao, Khmu dan orang-orang Hmong dengan ekonomi tradisional yang secara historis berdasarkan kehidupan pertanian.

Sejak dimulainya operasi pada tahun 2005, PanAust telah melakukan pemantauan survei sosioekonomi dan kesehatan secara berkala sebagai bagian dari pengembangan operasional dan kegiatan yang berkelanjutan. Bertujuan untuk membantu perusahaan dan masyarakat guna memahami perubahan seperti yang diungkapkan, survei telah menunjukkan pergeseran ke arah ekonomi berbasis uang, dengan aset rumah tangga meningkat di kedua desa dan dengan rumah tangga yang lebih sedikit mengeksploitasi sumber daya alam melalui berburu, memancing dan pengumpulan produk-produk non-kayu hutan.

Data dari survei pemantauan sosioekonomi digunakan untuk memberikan gambaran yang lebih jelas dari kebutuhan pembangunan dan membantu memprioritaskan baik PanAust atau pun keputusan dan kegiatan pengembangan masyarakat. Perusahaan telah memfasilitasi perencanaan partisipatif dalam masyarakat lokal untuk lebih memahami perspektif warga desa sendiri pada tantangan dan prioritas pembangunan. Kedua pendekatan ini digunakan untuk menyediakan program pengembangan masyarakat yang seimbang.

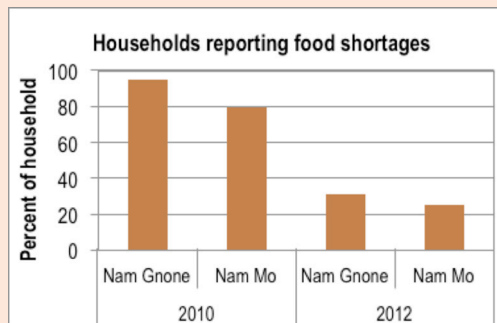
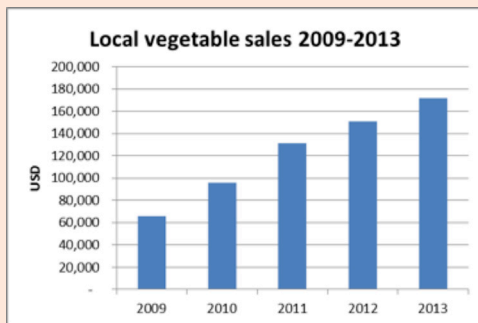
Dengan dukungan dana pengembangan masyarakat yang disponsori perusahaan, komite pembangunan desa telah bekerjasama dengan perusahaan untuk mengidentifikasi dan melaksanakan kegiatan pembangunan yang membina keterampilan dan kapasitas lokal serta menyediakan peluang usaha yang berkelanjutan bagi masyarakat.

Sebagai hasilnya, pada tahun 2009 PanAust bermitra dengan Lao Women's Union (Persatuan Wanita Lao) dari distrik (sekarang provinsi) Xaysomboun untuk memperkenalkan dan mempromosikan tabungan desa dan dana kredit. Bank-bank desa ini memberikan layanan keuangan mikro, termasuk tabungan aman dan fasilitas pinjaman lentur untuk mendukung pengembangan usaha. Pada tahun 2013 dana memiliki 487 anggota yang terdaftar di dua desa dan menyediakan rata-rata setiap bulan US \$7,500 dalam kredit mikro. Manajemen sehari-hari, pemantauan dan pelaporan hasil untuk program keuangan mikro dikelola oleh masyarakat dengan dukungan teknis berkelanjutan dari PanAust.

Membangun di atas peluang, penduduk desa di Ban Nam Mo dan Ban Nam Gnone membentuk koperasi pada tahun 2009 untuk mengkoordinasikan produksi dan penjualan sayuran. Kamp Phu Kham, sebagai konsumen besar sayuran segar, diidentifikasi sebagai kendaraan potensial untuk mendukung usaha pasar hasil kebun dan program pengembangan mata pencaharian. Membangun basis pertanian tradisional masyarakat, petugas komunitas PanAust membantu panitia pembangunan desa untuk mengidentifikasi dan mendaftarkan peserta, membangun koperasi petani, mempersiapkan lahan pertanian dan memberikan pelatihan untuk memungkinkan perbaikan kualitas, kuantitas dan berbagai produk. Tukang kebun pasar mampu meminjam dari tabungan desa dan dana kredit yang baru didirikan.

Program tersebut tumbuh pesat, dan pada tahun 2013 kamp itu membeli rata-rata 12.000 kilogram sayuran dari sekitar 120 petani setempat setiap bulan. Hasilnya dikirim ke pusat penjualan mingguan di desa di mana hasil tersebut dijual di bawah pemantauan dan pengawasan komite pembangunan desa dan staf perusahaan. Jumlah volume penjualan mencapai US \$172,000 pada tahun 2013, memberikan rata-rata US \$119 per bulan untuk setiap rumah tangga yang berpartisipasi, atau \$1,430 per tahun. Ini merupakan pendapatan tunai yang signifikan, mengingat PDB per kapita di Laos berada di sekitar tingkat yang sama (US \$1,417).

Prakarsa tersebut telah terbukti sangat bermanfaat bagi wanita setempat, yang 98% terdiri dari peserta program. Rumah tangga lahan miskin telah dibantu dengan diprioritaskan dalam alokasi baru lahan pasar kebun yang baru saja dikembangkan. Efek tak langsung program ini juga signifikan, yang mengarah ke produksi dalam jumlah yang lebih besar dan varietas sayuran untuk pasar lokal dan berkontribusi terhadap peningkatan gizi bagi keluarga yang berpartisipasi. Data survei sosioekonomi menunjukkan bahwa proporsi rumah tangga yang melaporkan kekurangan pangan berkurang antara tahun 2010 dan 2012 dengan faktor empat.



Sumber: Survei sosial-ekonomi 2012, hlm. 41.

Rapat-rapat rutin diadakan di mana PanAust, masyarakat dan pemangku kepentingan lainnya memantau dan meninjau kebun pasar dan data keuangan mikro serta hasil guna memaksimalkan peluang-peluang untuk mengentaskan kemiskinan melalui pengembangan usaha kecil.

Proses pemantauan dan tinjauan telah menghasilkan banyak program peningkatan. Sebagai contoh, sebuah analisis dari kebutuhan perusahaan pasokan makanan terhadap kemampuan produksi lokal mengidentifikasi beberapa tanaman yang cocok untuk produksi lokal tetapi kurang dalam yang pengalaman lokal. Oleh karena itu, pelatihan petani diselenggarakan untuk memperkenalkan beberapa varietas baru sayuran (kentang, wortel, tomat) yang sebelumnya tidak tumbuh di daerah tersebut.

Perusahaan juga telah disesuaikan dengan kemampuan lokal. Misalnya, menu kamp telah dimodifikasi untuk menggunakan lebih banyak sayuran lokal musiman pengganti hasil yang diimpor. Dan jamur yang dibudidayakan lokal sekarang lebih sering merupakan fitur pada menu, setelah warga desa dilatih dalam pelajaran pembudidayaan jamur.

Pelajaran yang didapatkan dari program mata pencaharian pada operasi tembaga-emas Phu Kham tengah dimasukkan di tempat lain dalam operasi PanAust ini. Gabungan pengadaan sayuran lokal, pelatihan pertanian dan perbankan desa telah ditiru pada operasi emas-perak Ban Houayxai, dan ada potensi untuk menirunya di tempat eksplorasi perusahaan di Laos dan Chile.

Dari pengalaman, perusahaan dan masyarakat mengakui bahwa melalui gabungan pelatihan, keuangan mikro dan pengembangan peluang bisnis kecil, hasil yang lebih luas seperti ketahanan pangan dan gizi dapat diatasi bergandengan dengan pengembangan mata pencaharian.

Gabungan pedoman pelaporan keberlanjutan dan kemudahan penerbitan melalui internet memfasilitasi sebuah revolusi dalam kemampuan perusahaan pertambangan untuk menunjukkan keberhasilan dan tantangan mereka dan untuk memenuhi meningkatnya harapan masyarakat untuk evaluasi kinerja. Bagi banyak anggota masyarakat, praktik kerja unggulan membutuhkan situs web yang komprehensif, terkini dan transparan dengan data pemantauan secara daring (online) saat ini. Untuk proyek-proyek tertentu, penting untuk mengembangkan strategi komunikasi yang secara teknis tepat dan relevan dengan kebutuhan masyarakat setempat serta harapan dan praktik-praktik budaya, khususnya pada kaum miskin atau masyarakat adat, seperti yang diuraikan dalam keterlibatan praktik unggul buku pegangan *Keterlibatan dan pengembangan masyarakat (Community engagement and development)* (DIIS 2016b).

2.3 Perencanaan risiko, manajemen dan mitigasi

Proses penilaian risiko dan pengembangan dan penyempurnaan yang tengah berlangsung dari rencana manajemen risiko merupakan komponen integral untuk memastikan bahwa tujuan pembangunan berkelanjutan terpenuhi. Potensi risiko perlu diidentifikasi dan dievaluasi terhadap kriteria yang relevan, dan tindakan pengendalian perlu dirancang dan diimplementasikan, berdasarkan standar seperti *Manajemen risiko (Risk management)* AS / NZS 4360: 2004.

Mengingat berbagai macam risiko yang dihadapi proyek pertambangan, termasuk ekonomi, lingkungan, sosial, reputasi dan bahkan risiko politik, sangat penting bahwa ada keselarasan yang jelas antara pemantauan dan audit dan manajemen risiko. Jika risiko tertentu diidentifikasi (misalnya, potensi kegagalan bendungan limbah residu pengolahan mineral/tailing), pemantauan yang tepat (misalnya, tekanan air tanah, tingkat drainase bawah dan sebagainya) harus dilakukan untuk memungkinkan risiko yang harus ditangani dengan tepat. Program terkait audit reguler harus dijadwalkan untuk memastikan bahwa pemantauan yang diperlukan sedang dilakukan dan bahwa evaluasi kinerja yang dilakukan pada tingkat yang sepadan dengan mengelola risiko tersebut. Dimasukkannya prosedur penilaian risiko dan manajemen ke dalam desain pemantauan dibahas secara lebih rinci dalam Bagian 3.1.

3.0 PEMANTAUAN: DESAIN

Pesan-pesan utama

- Pemantauan akan paling efektif jika didasarkan pada penilaian ulang dari risiko lingkungan dan pemangku kepentingan, dan perubahan pada aset dasar masyarakat, untuk setiap fase operasi selama masa hidup tambang.
- Tinjauan reguler risiko dan pemantauan terkait diperlukan untuk memastikan bahwa tujuan terpenuhi dan temuan yang digunakan untuk memberi tahu praktik-praktik dan keputusan manajemen yang telah ditingkatkan.
- Pemantauan merupakan sarana yang digunakan oleh perusahaan tambang dan pemangku kepentingan untuk dapat menilai efektivitas manajemen atau tindakan pengendalian, memverifikasi atau menyesuaikan prediksi yang dibuat di awal proyek, dan mengembangkan praktik manajemen yang telah ditingkatkan.
- Program-program pemantauan praktik kerja unggulan proyek pertambangan terdiri dari aspek ekonomi lingkungan, sosial, budaya dan sosioekonomi, di samping persyaratan pemantauan operasional rutin.
- Dataset yang berkaitan dengan lingkungan dan risiko masyarakat yang kurang berkembang dengan baik dan, dalam banyak aspek, sulit untuk dihitung, dari pada untuk keselamatan dan kesehatan, sehingga lebih penting untuk berbagi informasi dan tolok ukur dengan perusahaan dan situs praktik kerja unggulan.

3.1 Perencanaan untuk mengelola risiko

Pemantauan praktik kerja unggulan melampaui tingkat dasar upaya yang mungkin diperlukan untuk menilai kepatuhan dengan lisensi atau operasi kondisi saat ini. Monitoring praktik unggulan dirancang untuk cukup peka guna mendeteksi tren di parameter kunci jauh sebelum melebihi dari kepatuhan, dan untuk memungkinkan tanggapan yang cepat untuk masalah atau dugaan dampak dari pihak ketiga. Singkatnya, pemantauan praktik kerja unggulan berdasarkan risiko dan proaktif. Perlu difokuskan pada kunci risiko lingkungan bagi situs, yang akan mencakup risiko operasional dan kepatuhan serta kemungkinan kekhawatiran pemangku kepentingan lainnya. Juga perlu untuk beradaptasi dengan perubahan sifat risiko tersebut pada setiap tahap selama umur tambang, dari eksplorasi hingga penutupan (dan seterusnya, untuk beberapa aspek). Sebuah program monitoring praktik kerja unggulan juga dapat menjadi alat perencanaan sumber daya yang berharga, membantu untuk menentukan keahlian yang dibutuhkan guna mengelola risiko yang teridentifikasi dan untuk membantu dalam menyesuaikan untuk berubah selama hidup tambang.

Pemantauan yang hanya mampu mendeteksi perubahan setelah dampak besar terjadi tidak dapat digunakan untuk mengelola sistem untuk mencegah dampak dan meminimalkan liabilitas. Kesalahpahaman yang umum adalah bahwa memantau kepatuhan merupakan semua yang diperlukan untuk mencegah dan mengelola dampak. Jika tindakan pertama dari perubahan merupakan salah satu yang tidak berhasil mematuhi, maka terlambatlah untuk mencegah dampak yang tidak diinginkan, karena kebanyakan standar kepatuhan ditetapkan pada titik di mana jika kepatuhan tidak terpenuhi dampak cenderung akan terjadi.

Perencanaan berbasis risiko untuk pemantauan melibatkan pemahaman sifat dan kepekaan yang relevan dari proyek, termasuk konteks lingkungan, politik, sosioekonomi dan budaya, serta proses yang dapat dipengaruhi oleh operasi tambang. Hal ini memungkinkan parameter yang tepat dan cukup sensitif serta titik akhir yang akan dipilih dan digunakan untuk mendeteksi kecenderungan yang mendasari sebelum dampak merugikan terjadi.

Buku pegangan praktik kerja unggulan *Manajemen risiko* (DIIS 2016a) meliputi contoh penilaian risiko yang berlaku untuk perencanaan risiko dan memberikan contoh yang berguna yang dapat disesuaikan untuk memenuhi operasi tertentu dan konteks.

Model perencanaan jatuh tempo risiko (DIIS 2016a) adalah kerangka kerja yang berguna yang dapat diterapkan untuk risiko lainnya, seperti risiko kesehatan (Hancock 2010) dan program tambang yang terbengkalai secara yurisdiksi (Unger et al. 2012). Model jatuh tempo mendefinisikan karakteristik rentan melalui program tangguh dan digunakan baik untuk mengevaluasi kemajuan maupun untuk memberikan panduan tentang langkah selanjutnya terhadap praktik kerja unggulan.

Salah satu metode pengintegrasian perencanaan risiko ke dalam program pemantauan adalah untuk mengembangkan daftar risiko yang menggabungkan risiko-risiko LoM dan pemantauan terkait dengan kriteria kinerja yang relevan dengan masing-masing. Daftar risiko terpisah dapat dikembangkan untuk setiap tahapan operasi, dari eksplorasi hingga penutupan tambang, dan diperbarui sepanjang operasi berlangsung. Sebuah daftar risiko dapat menyediakan baik kerangka kerja untuk mengidentifikasi risiko signifikan maupun tindakan pengendalian untuk mengurangi risiko tersebut (dianjurkan sebagai bagian dari EMS di bawah ISO14001:2004, sebagai contoh).

Penilaian dampak lingkungan dan sosial (ESIA) akan perlu untuk memasukkan daftar risiko dengan kemungkinan dan konsekuensi penilaian dan, idealnya, sistem monitoring yang dirancang untuk melacak perubahan indikator yang sensitif dari risiko tersebut. Beberapa penelitian mungkin perlu dilakukan, sebagai studi di atas meja atau di lapangan, jika terdapat informasi yang cukup untuk menentukan atau mengukur dampak potensial. Komitmen pemantauan yang dilakukan selama proses ESIA perlu ditaati dan ditinjau secara berkala, jika diperlukan perubahan kasus (lihat Bagian 3.3). Diharapkan revisi dokumen-dokumen pedoman kualitas air yang akan datang dari Dewan Konservasi dan Lingkungan Australia dan Selandia Baru (Australian and New Zealand Environment and Conservation Council (ANZECC)) akan memberikan penekanan kuat pada model pengembangan konseptual yang akan menyoroti risiko tersebut dan seleksi beberapa indikator yang sensitif. Selain itu, pendekatan pertimbangan berbasis kekuatan bukti (weight-of-evidence) untuk menilai hasil pemantauan indikator-indikator juga diharapkan akan ditekankan. Yang penting, kerangka manajemen kualitas air akan menekankan tinjauan tentang indikator yang digunakan, model konseptual bahwa risiko diidentifikasi dari mana dan sistem manajemen di tempat sehingga pemantauan terus ditingkatkan dan dioptimalkan (perhatikan bahwa prinsip-prinsip ini sama-sama berlaku untuk risiko selain kualitas air).

Daftar risiko dapat dikembangkan melalui sejumlah mekanisme—misalnya, penilaian oleh panel ahli dengan beragam keterampilan, konsultasi pemangku kepentingan, atau penilaian risiko kuantitatif dan semi-kuantitatif. Penilaian risiko praktik kerja unggulan yang efektif harus memiliki campuran keterampilan-pengetahuan yang tepat dalam tim yang mengembangkannya dan komitmen bertingkat tinggi untuk melaksanakan tindakan pengendalian setelah mereka diidentifikasi, didukung oleh anggaran dan sumber daya untuk mengambil tindakan yang diperlukan.

Buku pegangan *Manajemen risiko* dalam seri ini memberikan contoh setiap jenis penilaian risiko. Panduan lebih lanjut ada dalam buku pegangan Standar Australia and Selandia Baru AS/NZS 4360:2004 *Manajemen risiko* dan buku pegangan dan Standar Australia HB 203: 2012 *Mengelola risiko* yang berkaitan dengan lingkungan.

Standards Australia juga memberikan pedoman manajemen risiko spesifik dalam buku pegangan seperti:

- HB 205:2004 OHS *buku pegangan pengelolaan risiko (risk management handbook)*
- HB 231:2004 *Pedoman manajemen risiko keamanan informasi (Information security risk management guidelines)*
- HB 294: 2006 *Protokol manajemen risiko gulma pasca-perbatasan nasional (National post-border weed risk management protocol)*.

Pendekatan perencanaan risiko meminimalkan upaya pemantauan yang tidak menargetkan kewajiban potensi operasi pada setiap tahap, tetapi menyediakan peringatan lebih dari cukup atas tren berpotensi merugikan, memastikan tersedianya dataset yang sesuai saat masalah timbul dan meminimalkan kemungkinan ketidakmampuan untuk mempertahankan klaim untuk kerusakan. Kuncinya adalah memiliki monitoring yang memfasilitasi manajemen risiko untuk semua tahap operasi.

Terdapat risiko-risiko yang terkait dengan pengumpulan informasi yang tepat untuk memecahkan masalah dan menjawab pertanyaan-pertanyaan kunci. Selain itu, ada risiko yang terkait dengan pengelolaan data untuk menjamin kelangsungan dan aksesibilitas data pemantauan historis. Kedua aspek harus ditangani sebagai bagian dari proses penilaian risiko dan manajemen secara keseluruhan.

Pemantauan praktik kerja unggulan memerlukan proses penilaian risiko untuk mengenali dan menangani pelaksanaan risiko yang terkait dengan pelaksanaan pemantauan, seperti kemungkinan bahwa:

- pemantauan awal/dasar (baseline) tidak dilakukan selama periode waktu yang cukup representatif atau di lokasi yang sesuai untuk menyediakan data berkualitas baik yang mendasari penilaian berikutnya
- instalasi pemantauan dan peralatan rusak akibat vandalisme, kebakaran, banjir atau hewan liar, menyebabkan hilangnya data pada saat-saat kritis
- perubahan yang tak terduga untuk operasi pertambangan mempengaruhi instalasi pemantauan, database peralatan yang digunakan untuk mengelola dan menafsirkan perubahan data yang dari waktu ke waktu dan data lama menjadi tidak dapat diperbaiki
- personil yang mengerti unsur-unsur penting dari program pemantauan tidak mendokumentasikan prosedur dan, saat mereka meninggalkan perusahaan, personil baru tidak mampu mengelola sistem pemantauan sesuai standar yang diperlukan
- data pemantauan diulas setiap tahun tetapi tidak lagi setelah selang beberapa waktu, sehingga dampak kumulatif tidak terdeteksi
- monitoring berfokus pada tindakan tidak langsung pada dampak dan karena itu tidak berhasil untuk mendeteksi dampak spesifik yang perlu diukur (misalnya, fokus pada pemantauan spesies fauna tertentu saat mereka mungkin akan terpengaruh oleh dampak pada vegetasi riparian (tepi sungai) disebabkan oleh perubahan aliran hidrologi dan saat penyebab utama dan semua link perlu dipahami)
- poin data tidak cukup diperoleh untuk melakukan analisis yang diperlukan dan interpretasi dengan keyakinan yang cukup, yang dapat mengakibatkan penyajian tren yang keliru
- data pemantauan berkualitas baik tidak digunakan untuk keperluan manajemen adaptif, perbaikan terus-menerus, atau keduanya
- meta-analisis data tidak dilakukan.

3.2 Perencanaan dan pengelolaan dalam usia tambang (LoM)

Perencanaan untuk pemantauan LoM memerlukan daftar catatan dampak pra-pengembangan untuk dirumuskan dan prosedur penilaian risiko harus dilakukan, seperti yang dijelaskan dalam Bagian 3.1. Setelah semua potensi dampak masa depan telah diantisipasi, sistem pemantauan dapat dirancang dan dimasukkan sesuai pada tempatnya untuk mempertimbangkannya.

3.2.1 Pemantauan dasar

Jika dimungkinkan untuk menggabungkan pemantauan dasar (misalnya, dalam proyek-proyek greenfield dan ekspansi ke pertambangan), pemantauan tersebut merupakan komponen penting dari program pemantauan praktik kerja unggulan. Pemantauan dasar harus dimulai pada tahap pra-kelayakan dan mencakup semua permasalahan lingkungan, ekonomi, dan sosial yang relevan diidentifikasi dalam perencanaan risiko. Elemen khas dari program pemantauan tercantum dalam Lampiran 2.

Dalam kebanyakan kasus, sistem pemantauan dasar akan dimasukkan menjadi bagian dalam monitoring sepanjang hidup tambang sehingga penilaian berulang dapat memiliki perbandingan secara konsisten. Hal ini akan menyediakan data penting pada beberapa aspek yang tidak selalu berhubungan dengan dampak dari proyek pertambangan operasi, tetapi berfungsi sebagai acuan sehingga:

- tingkat variabilitas sistem alam dapat diukur dari waktu ke waktu dan terhadap ruang
- sejauh mana dampak yang sudah ada dari proyek-proyek pertambangan, sebelumnya atau saat ini, dapat digunakan untuk menempatkan kontribusi operasi dalam konteks
- efek penyebab lain (seperti masukan perkotaan atau pertanian) dapat dibedakan dari hal-hal yang berkenaan dengan operasi pertambangan.

Data dasar, bersama-sama dengan pemantauan acuan (atau kontrol) situs, sangat penting karena mampu dengan benar menafsirkan hasil dari program pemantauan yang telah dirancang untuk menilai sejauh mana dampak yang terkait dengan proyek pertambangan selama masa hidup tambang dan sejauh mana pemulihan atau perbaikan setelah kontrol dampak atau rehabilitasi.

3.2.2 Prinsip-prinsip desain untuk pemantauan

Pendekatan yang umum dan dianjurkan untuk penilaian dampak dan pemulihan ialah penggunaan pendekatan 'sebelum–setelah–kontrol–dampak' ('before–after–control–impact' (BACI)) untuk desain pemantauan (Quinn & Keough 2006) dan akibat dampak tersebut (seperti dimodifikasi BACI). Komponen 'sebelum–setelah' mengacu pada pengukuran yang dilakukan sebelum dan sesudah perubahan yang mungkin menyebabkan dampak. 'Kontrol–dampak' mengacu pada pengukuran yang dilakukan di daerah yang diasumsikan tidak terpengaruh ('kontrol') atau yang berpotensi terkena dampak ('dampak') oleh proyek. Penting untuk dicatat bahwa dampak dapat mencakup dampak langsung, dampak sekunder dan dampak kumulatif.

Prinsip desain BACI adalah bahwa efek operasi terhadap lingkungan dinilai dengan menentukan perbedaan antara hasil yang diukur sebelum dan sesudah dampak pada situs yang berpotensi berisiko, dan membandingkannya dengan situs serupa yang tidak berkemungkinan berada pada risiko. Hal ini difokuskan pada perbedaan relatif dari kontrol dan dampak situs sebelum dan setelah perubahan operasional terjadi, bukan pada tren di situs individu. Pendekatan ini memberikan perbaikan cukup besar pada kekuatan statistik guna membedakan respon lingkungan yang disebabkan oleh proyek dari sumber lain variabilitas dalam indikator yang diukur.

Perhatikan dua poin:

- Sementara situs 'kontrol' dan 'dampak' harus serupa dalam karakteristik fisik dan ekologinya, tetapi tidak harus dan tidak selalu mungkin untuk memiliki atribut yang identik. Namun, perbedaan antara situs-situs harus dapat diukur sebelum dan setelah dampak yang mungkin terjadi.
- Saat membandingkan sebelum dan setelah data, jika ada peningkatan dalam perbedaan antara situs 'kontrol' dan situs 'dampak', yang dapat menunjukkan bahwa proyek memiliki dampak. Perbedaan inilah yang dapat digunakan untuk secara statistik menentukan apakah dampak telah terjadi. Idealnya, ini harus mencakup pengukuran perbedaan dasar sebelum tambang dikembangkan, tetapi prinsipnya dapat disesuaikan dengan penilaian kemudian dari setiap perubahan perbedaan antara situs 'kontrol' dan situs 'dampak'.

Pada praktiknya, desain pemantauan BACI yang diperlukan untuk proyek tertentu kadang-kadang dapat lebih kompleks, meskipun prinsip-prinsip tetap sama. Rincian lebih lanjut untuk desain program pemantauan BACI konvensional disajikan dalam Quinn & Keogh (2006) dan Underwood (1991), sedangkan desain modifikasi, pendekatan BACI multivariat dijelaskan dalam Humphrey et al. (1995), Humphrey & Pidgeon (2001) dan Faith et al. (1995).

Semapan dan sekuat apa pun, secara statistik berdasarkan pendekatan pemantauan dekade lalu, BACI tetap kurang dimanfaatkan di sebagian besar program pemantauan, meskipun menawarkan keuntungan analitis yang jelas. BACI tetap sebagai praktik kerja unggulan yang layak diterapkan. Namun jika mungkin, menggunakan model konseptual dapat juga terbukti sangat berguna daripada hanya mengandalkan pada model statistik.

Dampak lain yang belum tentu terkait langsung dengan operasi penambangan, tetapi yang mungkin kemudian terjadi sebagai akibat dari peningkatan populasi di sekitar tambang, mungkin perlu diperhitungkan dalam desain pemantauan. Dampak dapat mencakup akibat tebang-dan-bakar endapan tumbuhan dan pertumbuhan rakyat (yang keduanya dapat meningkatkan beban sedimen hulu tambang); pengembangan industri lainnya; badai debu, kebakaran semak-semak atau hutan yang mempengaruhi kualitas udara; atau penebangan sebelumnya, kegiatan berburu atau kliring yang mempengaruhi keanekaragaman hayati. Pertimbangan atas proses-proses yang berdampak ini akan memerlukan beberapa jenis perbandingan dengan kontrol dan / atau referensi situs, bahkan jika tidak dalam kerangka BACI formal.

Terlepas dari dapat atau tidaknya pendekatan BACI dapat digunakan, program pemantauan praktik kerja unggulan harus dirancang untuk menghemat biaya dan didasarkan pada prinsip-prinsip azas penelitian ilmu statistik dan sosial. Kunci untuk desain pemantauan yang baik adalah mendasari desain pada prinsip-prinsip statistik, daripada mencoba untuk menyesuaikan desain pada statistik (tetapi perhatikan komentar di atas

tentang peran model konseptual dalam beberapa kasus). Hal ini akan membantu menghindari bias dalam pengambilan sampel dan memungkinkan ukuran sampel dan frekuensi sampling yang sesuai untuk dihitung dan dioptimalkan terlebih dahulu. Program-program pemantauan praktik kerja unggulan umumnya memanfaatkannya dalam memperhitungkan kekuatan statistik, sehingga memastikan bahwa, jika efek terjadi, ada kemungkinan besar hal itu akan terdeteksi pada efek peringatan dini—tidak hanya setelah terjadi kerugian besar pada lingkungan.

Sementara analisis statistik parametrik menggunakan data yang biasa terdistribusi, lebih baik saat menentukan apakah dampak terjadi, variabilitas tinggi atau ukuran sampel yang rendah (seperti saat pemantauan spesies langka atau terancam) dapat mencegah penggunaannya dalam praktik. Dalam kasus tersebut, program pemantauan dapat dirancang sesuai dengan prosedur analisis non-parametrik, memanfaatkan prosedur statistik yang modern yang kuat, umum atau Bayesian yang lebih dapat dipercaya dalam menganalisis dataset terbatas dan dataset yang dinyatakan tidak sesuai dengan asumsi yang mendasari standar klasik prosedur analisis statistik parametrik. Dalam semua kasus, inspeksi visual dari tren dalam data sangat penting, dan dalam beberapa kasus dimungkinkan untuk melakukan tidak lebih dari mengamati grafis tren menggunakan pendekatan diagram (charting) kontrol.

Namun, ini dapat menjadi alat praktis yang sangat berguna dalam memahami apa yang terjadi, memulai aksi manajemen dan menyampaikan informasi hasil pemantauan kepada masyarakat. Perkembangan R sebagai alat analisis statistik gratis dan ketersediaan yang lebih luas dari alat analisis Bayesian telah membuat pemanfaatan analisis statistik yang lebih maju dari data pemantauan masalah yang relatif sederhana.

Apapun kasusnya, adalah penting untuk memasukkan pertimbangan analisis apa yang akan dilakukan saat mendesain program pemantauan. Green (1979) memberikan daftar 10 prinsip yang harus diperhitungkan (lihat Lampiran 1) dan mencatat bahwa “jika Anda menunda mencari nasihat ahli sampai Anda hanya dapat bertanya “apa yang dapat saya lakukan dengan data saya”, Anda amat pantas pada saat itu untuk mendapat jawaban apa saja! Ucapan Green ini tetap berlaku tiga dekade kemudian. Pertimbangan kebutuhan analisis data pada tahap desain dapat menghasilkan jauh lebih hemat dari biaya program pemantauan dengan memberikan panduan tentang lokasi pengambilan sampel; intensitas, frekuensi dan durasi pengambilan sampel; jumlah replikasi; dan aspek penting lainnya. Yang penting, hal itu akan mencegah pemborosan dana yang dihabiskan untuk pemantauan dengan kekuatan statistik yang rendah.

Perencana tambang harus diajak berunding saat mendesain program pemantauan, dan dalam beberapa kasus mereka harus berpartisipasi dalam desain pemantauan yang diperlukan (jika merupakan bagian dari operasi tambang).

Program pemantauan lingkungan dan data output yang dihasilkan harus dikaitkan sistem informasi spasial atau geografis (geographic information system (GIS)) tambang dan harus dapat diakses terlihat secara gamblang pada sistem. Dengan cara ini, saat rencana tambang berubah (seperti yang sering mereka lakukan), mereka yang bertanggung jawab terhadap sistem pemantauan mendapat pemberitahuan awal dan dapat mengambil tindakan guna memastikan bahwa dampak karena perubahan dalam operasi pertambangan terus dipantau dan dikelola sepatutnya. Sebuah contoh yang sangat penting adalah situs pemantauan yang rusak atau hancur oleh pembangunan tambang dan kelangungan catatan data hilang. Pengetahuan yang baik akan pentingnya situs tersebut memastikan bahwa ada kemungkinan untuk mempertahankannya dengan perencanaan tambang proaktif atau, jika tidak, efektivitas pemantauan situs-situs serupa dapat ditetapkan sesegera mungkin. Idealnya, situs-situs baru harus didirikan dan berjalan sebelum situs asli hilang, sehingga dimungkinkan untuk adanya masa saat pemantauan tumpang tindih. Sebuah GIS yang baik seharusnya tidak hanya menyimpan lokasi situs-situs pemantauan, tetapi juga mampu menampilkan lapisan data tren pemantauan.

Pada beberapa situs, operator memutuskan (atau diperlukan) untuk mengembangkan atau memodifikasi program pemantauan tanpa manfaat dari pemantauan dasar dan daftar risiko pra-pengembangan. Hal ini dapat terjadi saat sebuah perusahaan mengakuisisi sebuah operasi yang ada, yang tidak memiliki data saat operasi pertambangan mulai lagi di sekitar tambang tua yang ditinggalkan, atau saat keputusan dibuat untuk secara signifikan mengubah atau memperbaiki program pemantauan yang ada sesuai dengan peraturan yang berlaku dan harapan masyarakat. Dalam hal ini, diperlukan pemikiran yang cermat pada perencanaan program pemantauan, sedapat mungkin dengan menggunakan prinsip-prinsip yang dijelaskan di atas. Pendekatan seperti

pemantauan situs-situs referensi dan/atau kontrol, pemantauan hulu dibandingkan hilir, dan menentukan pemantauan apakah pemilik sebelumnya atau regulator yang telah melakukan pemantauan dapat membantu dalam mendesain program pemantauan yang tepat. Dalam situasi di mana sejumlah operasi pertambangan yang hadir, termasuk tambang yang ditutup atau ditinggalkan, yang tidak ada perusahaan yang memiliki tanggung jawab manajemen yang berkelanjutan, mungkin diperlukan pemantauan bersama dengan regulator untuk membedakan dampak dari operasi penambangan aktif dari orang lain sumber (kumulatif).

Program pemantauan harus terus dilakukan sepanjang kehidupan proyek pertambangan, termasuk rehabilitasi dan penutupan pit tambang (seperti dibahas di atas, isi rinci program akan berubah melalui waktu). Pemantauan pasca-penutupan juga akan diperlukan di mana dampak memiliki potensi untuk menjadi berisiko tinggi, jangka panjang, atau keduanya (misalnya, di mana drainase dari tambang mungkin asam atau terkontaminasi dengan logam).

Desain dan durasi pemantauan dan tanggung jawab untuk melakukannya harus ditentukan oleh kesepakatan dengan regulator yang relevan. Setelah perusahaan tambang menunjukkan bahwa rehabilitasi telah selesai dengan memuaskan dan melakukan seperti yang diharuskan, biasanya meminta pelepasan sewa kembali ke negara bagian (perhatikan: Western Australia dan Northern Territory telah memperkenalkan pungutan iuran yang sebagian berkontribusi pada remediasi yang ada dan warisan pertambangan di masa depan). Setelah pelepasan terjadi, pemantauan pasca-penutupan dapat dilakukan oleh regulator bukan oleh tambang atau konsultan, asalkan ada sumber dana tersedia yang disepakati.

Secara keseluruhan, penting bahwa program pemantauan dirancang sesuai dengan risiko yang didefinisikan dan dampak potensial dari proyek, serta mampu mendeteksi semua dampak yang relevan, termasuk yang positif. Program-program tersebut harus bertujuan jelas dan, jika mungkin, harus kuantitatif atau menggabungkan data kualitatif yang sesuai dengan desain dan analisis prinsip-prinsip statistik yang wajar dan dalam bentuk yang dapat direplikasi di setiap tahap kehidupan tambang.

Untuk pemantauan kinerja sosial, dataset obyektif terukur, seperti statistik tenaga kerja lokal, perubahan profil kesehatan regional atau survei pendapatan dan pengeluaran rumah tangga, dapat dilengkapi dengan pemantauan yang dengan baik secara kualitatif terfokus. Misalnya, pemantauan dapat mencakup pelacakan kemajuan karir untuk karyawan adat dan faktor-faktor yang mempengaruhi hasil kerja, yang esensinya tidak dapat direkam dalam data kuantitatif atau pun analisis statistik saja.

3.3 Penyesuaian untuk perubahan dalam rencana tambang

Program pemantauan perlu direncanakan dan didokumentasikan sedemikian rupa, sehingga saat perubahan terjadi terhadap operasi dan kemungkinan dampak baru atau risiko sebelumnya telah diantisipasi, merupakan masalah sederhana untuk menyesuaikan program monitoring.

Idealnya, tugas pemantauan individu didefinisikan dalam baik kerangka waktu jangka menengah (seperti satu tahun atau lima tahun) maupun rencana LoM untuk proyek tertentu. Rencana jangka menengah mendokumentasikan semua tahap pemantauan dan menunjukkan diperlukannya waktu yang dibutuhkan untuk keseluruhan proses (lead time), terutama saat pernyataan lingkup kerja perlu didefinisikan untuk proyek pemantauan dan subkontraktor/konsultan yang diperlukan untuk mengembangkan proposal sebelum dimulai.

Khususnya, aspek-aspek berikut harus ditangani.

Sepanjang masa hidup tambang, dari awal sampai pasca-penutupan, pemantauan praktik kerja unggulan harus didasarkan pada rencana pemantauan rinci yang direvisi setiap tahun. Hal ini dikembangkan atau direvisi dengan menggunakan penilaian risiko yang mengidentifikasi kebutuhan pemantauan dan tugas-tugas yang membutuhkan perhatian selama tahun yang mendatang dan antar hubungan mereka. Pemantauan ini mengunjungi kembali dan memperbarui rencana pemantauan jangka menengah dan LoM yang kurang rinci.

Berikut berlaku untuk tugas individu dalam rencana tahunan:

- Tujuan didefinisikan dan didokumentasikan dalam sebuah pernyataan lingkup-karya dengan informasi pendukung.
- Jika dibutuhkan keahlian eksternal, lingkup pekerjaan digunakan sebagai dasar untuk mencari proposal.
- Jika pemantauan akan dilakukan secara internal, manajer berkomitmen untuk memberi sumber daya tugas serta harapan dan komitmen didokumentasikan.
- Dalam evaluasi dan pemilihan kontraktor eksternal, perjanjian didefinisikan untuk elemen kunci dari pemantauan; tanggung jawab untuk pengelolaan data, interpretasi dan penyimpanan; dan tanggung jawab untuk kemajuan dan pelaporan akhir atau rekomendasi.
- Seorang koordinator atau manajer proyek internal atau eksternal mengambil tanggungjawab memastikan kelangsungan dan keberhasilan pemantauan. Peran ini memastikan bahwa kegiatan yang benar dilakukan di lokasi yang tepat, pemangku kepentingan yang sesuai dilibatkan selama proses tersebut, dan semua informasi pendukung yang relevan tersedia bagi konsultan. Koordinator meninjau semua laporan desain dan memastikan akan diselesaikan dan diedarkan ke personil kunci, serta bahwa data dikelola sesuai dengan persetujuan apa pun.

Untuk rencana pemantauan jangka menengah, penting bahwa tautan tersebut dibuat untuk konstruksi, atau pembuatan rencana jangka menengah, sehingga setiap perubahan dalam produksi atau prasarana memungkinkan diterapkannya penyesuaian untuk program pemantauan. Misalnya, jika tingkat produksi tahunan meningkat, maka pemantauan pra-kliring mungkin diperlukan daerah yang jauh lebih besar dari yang sebelumnya direncanakan, dan lebih banyak sumber daya akan dibutuhkan. Ada juga kebutuhan untuk mengulas temuan program pemantauan tahunan untuk menentukan apakah ada kebutuhan untuk mengganti praktik manajemen atau mengubah pemantauan.

Rencana LoM untuk pemantauan perlu ditinjau pada frekuensi yang mencerminkan tingkat perubahan operasi. Pada tahap-tahap awal, saat tingkat perubahan mungkin terbesar, mungkin perlu untuk suatu tinjauan tahunan dari program pemantauan dalam konteks LoM atau perencanaan penutupan tambang. Saat proyek mempercepat atau mengurangi kecepatannya, perlu untuk sering meninjau program pemantauan. Misalnya, menjelang akhir masa hidup tambang ada risiko bahwa penutupan awal pit tambang atau serah terima ke operator lain (perubahan kepemilikan) dapat menyebabkan pergeseran fokus yang berarti bahwa informasi tertentu (misalnya, kriteria penyelesaian, dampak masyarakat karena penutupan, studi sosioekonomi dari dampak bisnis lokal) lebih cepat dibutuhkan.

Untuk tambang yang terbengkalai dan tambang yang telah menghentikan operasinya, dan berada pada fase perawatan dan pemeliharaan untuk jangka waktu yang panjang, memiliki catatan (tidak peduli berapa lama) berisi rencana pemantauan sebelumnya, data dan peta yang menunjukkan lokasi pemantauan, sangat berharga. Informasi tersebut memberikan dasar yang kuat untuk penilaian risiko yang difokuskan pada pengembangan penutupan atau rencana rehabilitasi. Singkatnya, elemen kunci adalah untuk memastikan bahwa program pemantauan selaras dengan perubahan operasional atau pengembangan proyek dan, jika relevan, dampak kumulatif pada skala regional. Sementara banyak komponen pemantauan dapat didefinisikan melalui proses ESIA dan diresmikan melalui dokumen peraturan (seperti lisensi dan otoritas), komponen lain didorong secara internal untuk mengembangkan metode spesifik lokasi dan dataset untuk tujuan lain (seperti lebih efisien menggunakan air dan energi). Dokumentasi rencana pemantauan keseluruhan adalah penting jika kontinuitas dipertahankan antara pengelola program pemantauan berturut-turut sehingga, bahkan jika perubahan kepemilikan terjadi, momentum program pemantauan dipertahankan dan data kesenjangan pada tahap kritis dihindari atau diminimalkan.

3.4 Keterlibatan masyarakat dalam desain pemantauan

Membangun dan memelihara kepercayaan masyarakat dan izin sosial untuk beroperasi adalah bahan penting dari pembangunan berkelanjutan (buku pegangan praktik kerja unggulan *Keterlibatan masyarakat dan pengembangan (Community engagement and development)* membahas konsep-konsep ini secara rinci)).

Melibatkan masyarakat dalam desain dan pelaksanaan program pemantauan adalah salah satu cara organisasi agar dapat memperkuat hubungan dengan para pemangku kepentingan kunci dan membangun kepercayaan melalui pertukaran informasi yang transparan dan pengambilan keputusan inklusif terhadap permasalahan yang mempengaruhinya.

Melibatkan masyarakat juga memungkinkan organisasi untuk memanfaatkan pengetahuan lokal atau tradisional dari sistem sosial dan ekologi.

Keterlibatan masyarakat dalam desain pemantauan dapat bekerja, antara lain dengan:

- masyarakat adat dan pemilik tradisi pada identifikasi dan pemantauan spesies yang memiliki makna penting budaya, makanan atau obat
- masyarakat sekitar dalam desain program pemantauan kualitas udara dan air
- petani atau pengguna lahan lain pada pemantauan dampak pertambangan pada saat ini atau kemungkinan opsi pemanfaatan lahan
- kelompok naturalis pada terdapatnya spesies langka atau terancam yang diketahui saat ini atau sebelumnya
- tokoh masyarakat tentang hal-hal yang berkaitan dengan warisan budaya sejarah dan tradisional.

Titik awal untuk percakapan dan keterlibatan masyarakat dalam desain pemantauan dan implementasi sering merupakan penilaian dampak lingkungan dan sosial; namun, perusahaan praktik kerja unggulan berusaha untuk melibatkan masyarakat pada semua tahapan, bahkan untuk tambang yang sudah beroperasi. *Peralatan pengembangan masyarakat (Community development toolkit)* ICMM menyediakan alat yang berguna untuk membantu organisasi merencanakan, mendesain, serta melaksanakan pemantauan inklusif dan proses evaluasi (ICMM t.t.).

Studi kasus: Co-manajemen dampak dari pertambangan di bawah permukaan air pada budaya yang signifikan dan secara ekologis sensitif Weeli Wolli Springs dan Creek sistem dengan pemilik tradisional dan Rio Tinto

Mata Air dan Sungai Weeli Wolli adalah fitur hidrologi dan budaya yang unik di Pilbara Region Western Australia. Daerah ini terdaftar sebagai Masyarakat Ekologis yang Diprioritaskan (Priority Ecological Community (PEC)) oleh Departemen Taman dan Margasatwa Western Australia. Weeli Wolli Springs and Creek juga merupakan daerah yang memiliki nilai budaya yang tinggi bagi pemilik tradisional tanah yang percaya bahwa roh Yurduba, ular pelangi penjaga pit-pit air ada di Sungai tersebut.

Hope Downs Mine, suatu operasi perusahaan patungan antara Hope Downs Iron Ore dan Rio Tinto, sekitar 5 km ke arah barat dari mata air. Operasi di tambang dikelola oleh Hamersley Hope Downs Management Services. Pertambangan dimulai pada tahun 2007.

Karena perkembangan pit jauh ke bawah permukaan air, tambang memerlukan pengurusan air tanah dan pelepasan dalam jumlah besar. Bagian besar Weeli Wolli Springs terletak dalam kerucut depresi dari pengurusan air, sehingga sebagian besar air tanah kemudian dibuang ke mata air dan ke bawah sungai. Pengurusan dan penggunaan dapat berdampak pada hidrologi dan ekologi ekosistem Weeli Wolli.

Rencana pengelolaan lingkungan dan warisan komprehensif serta mekanisme pemantauan dan evaluasi secara luas telah dikembangkan oleh Rio Tinto bekerjasama dengan pemilik tradisional. Kerja sama ini sejak bulan Juli 2006, saat pemilik tradisional dan perwakilan perusahaan mengadakan pertemuan semak di Sungai untuk membahas pengelolaan permasalahan lingkungan dan warisan serta untuk mengidentifikasi cara-cara yang sesuai dengan budaya untuk melibatkan pemilik tradisional dalam permasalahan yang berkaitan dengan operasi pertambangan dan Sungai. Hasilnya adalah pembentukan Dewan Interim Weeli Wolli Creek Co-Manajemen, yang terdiri dari lima anggota, masing-masing kaum Nyiyarparli dan Banyjima, dan empat wakil Rio Tinto.

Meskipun kepemilikan tradisional daerah Weeli Wolli Creek belum diselesaikan sepenuhnya, Dewan Co-manajemen telah memiliki tinjauan komposisi periodik untuk memastikan bahwa pemilik tradisional telah diwakili dengan benar.

Peran dan tujuan dari dewan adalah untuk mengawasi serta memberikan nasihat dan bimbingan bagi Hamersley Harapan Downs Management Services dan melaksanakan praktik kerja unggulan pemantauan lingkungan dan warisan serta manajemen pelepasan air dari Tambang Hope Downs dan pengaruhnya terhadap Weeli Wolli Creek dan sekitarnya. Pada pertemuan tiga bulanan, dewan membahas permasalahan yang muncul dan yang sedang berlangsung dalam kaitannya dengan nilai-nilai ekologis dan budaya dari mata air dan sungai. Para anggota dewan juga mengevaluasi kemajuan yang dihasilkan oleh Rio Tinto dalam memantau dan mengelola ancaman yang dikenal serta meninjau temuan ilmuwan independen. Umpan balik dari dewan memainkan peran penting dalam pengembangan rencana pengelolaan adaptif bagi wilayah. Anggota dewan dan lain-lain dari dua kelompok pemilik tradisional berpartisipasi dalam pemantauan ekologi mata air dan sistem sungai. Program ini dikenal sebagai Survei Air Hidup (Living Water Survey) dan diadakan dua kali setahun. Ini melibatkan pemantauan dan pengukuran berbagai parameter, seperti kualitas air, biota (ganggang, makro dan mikro-invertebrata, ikan, hewan dan tumbuhan yang ditemukan di air dan muara sungai).

Dewan juga membawahi beberapa sub-komite yang menangani permasalahan spesifik, serta temuan dan rekomendasi dari subkomite yang disahkan pada pertemuan dewan lengkap. Lebih luas, dewan mensponsori berbagai proyek yang bertujuan melestarikan pengetahuan tradisional dan nilai-nilai dari sistem sungai dan menginformasikannya kepada masyarakat luas.

Ini adalah salah satu contoh pertama di Pilbara dari operasi pertambangan besar dan pemilik tradisional yang bekerja sama untuk mengurangi dampak lingkungan yang terkait dengan aspek-aspek penting dari pengembangan tambang. Konsep co-manajemen, di mana semua pihak saling belajar dan bekerja secara kolektif untuk mencapai hasil yang berkelanjutan, yang muncul sebagai tren utama di antara operasi pertambangan di wilayah tersebut.

3.4.1 Elemen kerangka kerja pemantauan ekonomi sosial

Bertepatan dengan munculnya persyaratan pelaporan pembangunan berkelanjutan seperti GRI dan kode sukarela seperti *Nilai bertahan*, terdapat semakin banyak pengakuan antara perusahaan praktik kerja unggulan untuk kebutuhan pengembangan pemantauan kinerja sosial yang kuat dan transparan. Hal ini harus ketat, terdorong oleh konteks, pelibatan sosial dan relevan secara lokal, serta harus:

- memberikan informasi yang sistematis dan konsisten yang dapat menjadi dasar bagi penilaian dan kuantifikasi perubahan serta pengembangan masyarakat pada berbagai tahap siklus hidup proyek
- menginformasikan baik operasional maupun pembuatan keputusan oleh masyarakat serta memasukkannya ke dalam program kunci investasi dan pengembangan masyarakat
- mengintegrasikan dengan strategi operasional perencanaan dan manajemen kerangka yang lebih luas, sehingga membuat lebih mudah untuk memasukkan pertimbangan masyarakat dalam pendekatan pengopersian menyeluruh untuk pembangunan berkelanjutan
- menyertakan pemangku kepentingan eksternal pada semua tahap pengembangan, implementasi dan pelaporan kerangka kerja
- melibatkan aspirasi masyarakat untuk mengalihkan pengembangan dan manfaat daerah
- mengakui, mengidentifikasi dan menanggapi secara kolaboratif, di mana yang tepat secara lokal, dengan dampak kumulatif yang lebih luas dan manfaat yang timbul dari pertambangan atau kegiatan industri lokal lainnya.

3.4.2 Kerangka kerja pemantauan untuk masyarakat adat (pemilik tradisional)

Pertimbangan khusus harus diberikan untuk memastikan bahwa sistem pemantauan memadai untuk mengatasi dampak dari operasi tambang pada masyarakat adat (pemilik tradisional). Secara historis, manfaat ekonomi dan pembangunan yang menyertai pertambangan seringkali gagal untuk memiliki efek aliran positif yang substansial bagi masyarakat adat. Dalam dua dekade terakhir, telah ada gerakan untuk memperbaiki ketidakseimbangan. Di Australia, mekanisme seperti perjanjian penggunaan lahan adat, investasi masyarakat dan dana pembangunan, serta program-program kerja dan pelatihan kini menyediakan peluang untuk meresmikan komitmen perusahaan tambang untuk masyarakat adat dan memenuhi aspirasi pembangunan mereka. Tujuannya adalah untuk memastikan hasil jangka panjang yang berkelanjutan dan sesuai dengan budaya untuk masyarakat adat.

Untuk prakarsa-prakarsa tersebut menjadi sukses, penting bagi kedua perusahaan tambang dan masyarakat adat yang terkena dampak untuk memahami perubahan yang dapat terjadi dalam masyarakat adat yang terkena dampak melalui program pertambangan dan pengembangan masyarakat. Pemantauan kinerja sosial yang tepat waktu, ketat dan transparan, memiliki peran penting dalam memberikan pemangku kepentingan kapasitas untuk mempengaruhi, mengarahkan dan mempromosikan program-program pembangunan dengan cara yang sesuai dengan budaya dan responsif.

Buku pegangan praktik kerja unggulan *Bekerja dengan masyarakat adat (Working with indigenous communities)* (DIIS 2016 c) memberikan panduan rinci tentang keterlibatan masyarakat adat dan pembangunan ekonomi.

3.4.3 Kriteria untuk memilih indikator sosioekonomi

Indikator sosioekonomi harus dipilih dengan tujuan menyediakan dataset yang konsisten, dapat diandalkan dan valid, yang dapat dipertahankan dari waktu ke waktu. Idealnya, indikator harus mematuhi prinsip-prinsip umum:

- validitas—secara logis mengukur apa yang seharusnya mereka ukur dengan kepekaan yang selayaknya
- kehandalan—tetap konsisten dari waktu ke waktu dan menyertakan keterlibatan masyarakat yang konsisten dalam pengumpulan data
- kesederhanaan—tidak menjadi lebih rumit, terutama jika masyarakat harus berpartisipasi dalam pengumpulan data (yang juga akan perlu dikelola untuk mempertahankan keandalan)

- komprehensif—meliputi semua kerumitan yang mungkin ada pada sampel populasi
- ketersediaan—mudah untuk dikumpulkan
- kepraktisan—tidak menyulitkan sumber daya intensif (diadaptasi dari Black & Hughes 2001).

Namun, dalam kegiatan usaha kehidupan nyata, di mana terdapat banyak tuntutan waktu dan sumber daya, aplikasi kriteria yang kaku ini dapat terlalu menghalangi. Oleh karena itu kerangka sosioekonomi perlu dikembangkan dengan pertimbangan biaya dan ketersediaan kokoh dalam pikiran. Daripada mengembangkan seperangkat indikator yang khusus dibuat, kadang-kadang lebih efektif dan praktis untuk menggunakan informasi yang sudah dikumpulkan oleh pihak lain, sebaiknya lembaga yang dikelola lokal (misalnya, kelompok pengawasan lingkungan lokal, badan-badan pemerintah daerah atau negara bagian, atau organisasi masyarakat) atau dengan mudah dapat dihasilkan dari prosedur operasi standar dari pengelolaan (misalnya, pekerjaan atau pengadaan data untuk sumber tenaga kerja upahan atau untuk pengalihan pembelanjaan dan manfaat).

Selanjutnya, daripada mengandalkan semata-mata pada ukuran kuantitatif 'obyektif', disertakannya umpan balik kualitatif dari para ahli lokal atau kelompok masyarakat, yang dikumpulkan dalam format yang konsisten dan dapat diulang, dapat secara substansial meningkatkan kegunaan dari informasi yang diperoleh. Pendekatan ini, yang mungkin tidak selalu sesuai untuk analisis statistik konvensional, namun memiliki keuntungan besar yang praktis dan mampu menangkap berbagai masukan dan suara masyarakat. Akhirnya, dengan menggunakan beberapa indikator untuk setiap domain tambang atau aset masyarakat utama juga meminimalkan risiko salah membaca atau mengabaikan tren yang signifikan.

3.4.4 Pemantauan kinerja sosial pada tahapan proyek

Seperti yang diindikasikan di tempat lain dalam buku ini (bagian 3.2 dan 3.3) dan buku pegangan lain dalam seri ini, perencanaan dan pengembangan untuk kerangka pemantauan yang efektif harus terjadi sedini mungkin dalam siklus kehidupan proyek. Semakin dini operasi ini mampu membangun titik awal sosioekonomi regional, atau dasar, semakin operasi akan dapat jelas menggambarkan, melacak dan memahami perubahan yang terjadi dalam masyarakat sebagai dampak dari proyek.

Mungkin perlu selama proyek berlangsung untuk menyesuaikan kerangka pemantauan dan memungkinkan indikator untuk memperhitungkan pergeseran dalam keadaan operasional, seperti transisi utama dari konstruksi untuk operasi; program ekspansi; perubahan mekanisme pengiriman tenaga kerja, seperti pengenalan 'fly-in/fly-out'; atau kontraksi yang tidak direncanakan. Untuk proyek dengan umur panjang, seperti 25 tahun atau lebih, atau operasi yang dibangun di lingkungan 'greenfield' (situs yang dulunya terbengkalai untuk kemudian dikembangkan) indikator penting tinggi selama konstruksi dapat mengurangi pentingnya dengan semakin dewasanya operasi dan masyarakat menyesuaikan dengan situasi yang berubah, dan tentunya akan berbeda dari perangkat indikator penting selama penutupan pit tambang. Sementara dasar-dasar kerangka kerja pemantauan mungkin tetap utuh untuk masa hidup tambang, unsur-unsur dari kerangka harus disesuaikan jika diperlukan untuk mengakomodasi pergeseran dalam siklus proyek hidup dan persepsi masyarakat dan pendorong, serta ekspansi dan kontraksi.

3.5 Elemen program pemantauan

Elemen-elemen khas pemantauan lingkungan dan sosioekonomi, dan frekuensi indikatif pemantauan di semua tahapan pengembangan proyek, diuraikan dalam Lampiran 2. Pemantauan operasional tidak dibahas secara khusus dalam Lampiran 2, meskipun beberapa parameter pemantauan operasional, termasuk neraca air, bijih dan tingkat produksi limbah dan komposisi, memiliki relevansi langsung untuk aspek-aspek lain dari pemantauan, seperti kualitas air pelepasan dan asam serta manajemen drainase logam.

Seperti dicatat dalam Bagian 2.2.2, setiap proyek memiliki persyaratan peraturan pemantauan yang spesifik. Namun, penggabungan parameter pemantauan tambahan dan kriteria evaluasi kinerja merupakan hal penting untuk identifikasi dan manajemen proaktif dari permasalahan lingkungan, sosial dan kesehatan kerja dan keselamatan selama umur proyek. Metode praktik kerja unggulan melampaui persyaratan peraturan dan bertujuan untuk menyelidiki lebih lanjut aspek berisiko tinggi potensial, mengukur dan memitigasi dampak sebelum insiden besar terjadi, dan mengembangkan solusi serta menilai keberhasilan tindakan pengendalian.

Seperti tercantum dalam Bagian 3.1, pendekatan berbasis risiko dianjurkan untuk memastikan bahwa, terlepas dari ukuran operasi pertambangan, program pemantauan spesifik lokasi menggabungkan elemen pemantauan yang tepat, parameter, frekuensi dan kriteria kinerja yang berlaku untuk menilai data pemantauan.

Lampiran 2 harus dianggap sebagai 'indikatif' dari program pemantauan praktik kerja unggulan. Hal ini dimaksudkan untuk memberikan dasar guna membentuk program rinci yang relevan dengan kepekaan spesifik lokasi serta sifat dan skala dampak yang mungkin terjadi. Unsur-unsur yang diuraikan dalam Lampiran 2 tidak selalu lengkap untuk semua proyek pertambangan; juga tidak setiap elemen dan frekuensi pemantauan yang disarankan relevan untuk semua proyek.

Panduan lebih lanjut tentang identifikasi parameter pemantauan yang sesuai, frekuensi dan kriteria evaluasi kinerja terdapat di dalam buku pegangan praktik kerja unggulan lainnya.

3.6 Tautan untuk penelitian dan investigasi

Seringkali, di beberapa titik selama pengoperasian LoM, kebutuhan muncul untuk mengembangkan metode yang lebih hemat biaya, dengan kondisi setempat, guna menilai dan meminimalkan dampak, memulihkan nilai-nilai lingkungan atau merehabilitasi situs terdegradasi. Alasan utama untuk ini adalah bahwa semua situs berbeda dan berubah dari waktu ke waktu. Sedangkan pendekatan dan proses yang digunakan oleh proyek-proyek lain mungkin telah mengembangkan metode praktik kerja unggulan mengatasi kesenjangan pengetahuan, karakteristik khusus dari lokasi proyek mungkin membutuhkan modifikasi pada prosedur yang dikembangkan dan dioptimalkan di tempat lain, atau pemilihan indikator baru.

Hal ini memerlukan praktik kerja unggulan pendekatan—yaitu, tekad untuk melakukan penelitian, percobaan atau apa pun investigasi lainnya yang diperlukan untuk memantau, menilai dan mengelola dampak sampai batas yang dapat diterima oleh semua pemangku kepentingan.

Dasar dan survei berikutnya dapat mengidentifikasi kebutuhan untuk penelitian dan penyelidikan. Misalnya, mereka mungkin mengungkapkan:

- spesies endemik yang kepekaan atau persyaratan ekologisnya kurang diketahui
- spesies bunga yang metode propagasinya kurang diketahui
- spesies fauna yang persyaratan habitatnya kurang diketahui
- interaksi flora-fauna spesifik yang tidak dipahami dengan baik, tetapi mungkin penting untuk keberlanjutan ekosistem
- karakteristik tanah lapisan atas yang perlu perbaikan spesifik atau perawatan lainnya untuk memastikan keberhasilan revegetasi
- karakteristik material penutup tanah yang perlu prosedur khusus guna memastikan keberhasilan konstruksi dan stabilitas jangka panjang dari pembuangan limbah dan fasilitas penyimpanan tailing (residu pengolahan mineral)
- karakteristik air, tanah atau sedimen yang tidak biasa, yang mengubah risiko bioavailabilitas mineral atau kontaminan yang cocok untuk penggunaan lahan pasca-tambang, alat keputusan dan kerangka kerja manajemen pengetahuan
- sub-kelompok masyarakat dengan persyaratan ekonomi dan penggunaan lahan dan aspirasi yang berbeda
- kesenjangan keterampilan, pendidikan lokal atau kapasitas yang berhubungan dengan pekerjaan lainnya
- keterbatasan keragaman bisnis, yang membatasi kesempatan bagi manfaat ekonomi untuk mengalir ke masyarakat setempat.

Pemantauan berkelanjutan melalui semua tahapan proyek pertambangan juga dapat mengungkapkan masalah yang perlu ditangani, seperti:

- masalah yang berkaitan dengan pembentukan dan pertumbuhan penanaman rehabilitasi
- spesies invasif yang mengubah bentuk ekosistem atau fungsi, mengubah nilai atau sensitivitas
- dampak kualitas air yang tak terduga yang timbul dari karakteristik situs tertentu dan nilai-nilai lingkungan
- kesulitan yang berhubungan dengan pengelolaan material tanah yang tersebar, bersama-sama dengan karakteristik, seperti salinitas tanah variabel, yang menunjukkan kebutuhan untuk prosedur penanganan yang berbeda
- distribusi yang kurang tepat dari keuntungan finansial dari tambang di seluruh masyarakat
- struktur sosial yang tidak mewakili norma-norma sosial umum untuk hak asasi manusia, hak-hak perempuan, kelompok rentan dan sejenisnya.

Dalam hampir semua kasus, jauh lebih baik untuk lebih dini menemukan masalah yang memerlukan penyelidikan daripada kemudian. Hal ini memberikan lebih banyak waktu untuk mengembangkan solusi yang dapat mengurangi durasi atau luasnya dampak dan lebih hemat biaya. Dalam kasus rehabilitasi, masalah sebelumnya diidentifikasi dan diperbaiki, lebih kecil luas lahan yang suboptimal direhabilitasi, sehingga dalam kasus terburuk, mungkin perlu dikerjakan ulang. Penelitian yang dirancang dengan baik dan ditargetkan dapat menghasilkan lebih hemat biaya rehabilitasi, misalnya dengan menemukan cara yang lebih baik dalam melakukan sesuatu dan memperbaiki masalah rehabilitasi sementara peralatan pertambangan masih di lokasi.

Beberapa masalah mungkin memerlukan program penelitian rinci, sedangkan yang lain mungkin diselesaikan dengan menggunakan uji coba lapangan yang sederhana, seperti yang digunakan untuk pupuk 'fine tune' (meningkatkan mutu) dan 'seeding rates' (jumlah benih yang tumbuh [juta] dan berat benih [kg]) dalam program rehabilitasi. Tergantung pada pekerjaan yang terlibat dan keterampilan dan sumber daya yang diperlukan, penelitian dan investigasi mungkin perlu dilakukan oleh konsultan eksternal atau universitas atau lembaga penelitian lainnya.

Komitmen untuk pemantauan praktik kerja unggulan, dan jika perlu untuk penelitian penyelidikan, dapat menghasilkan perbaikan yang signifikan dalam kinerja lingkungan secara keseluruhan. Sebuah contoh yang baik tentang hal ini adalah program rehabilitasi tambang yang dilakukan oleh Alcoa di Western Australia (lihat studi kasus). Hal ini telah menghasilkan pencapaian rehabilitasi berstandar sangat tinggi sebagai hasil dari proses perbaikan yang terus menerus selama lebih dari 30 tahun (Koch 2007a, 2007b; Grant et al 2007; Majer et al 2007; Nichols & Grant 2007).

Studi kasus: Pemantauan untuk meningkatkan kualitas rehabilitasi

Alcoa mengoperasikan dua tambang bauksit di hutan jarrah dari barat-daya Western Australia. Sekitar 600 hektar hutan dibersihkan, ditambang dan direhabilitasi setiap tahun. Tujuan diterbitkannya rehabilitasi adalah 'untuk mengembalikan ekosistem hutan jarrah yang terencana, mandiri dan bersinambungan guna meningkatkan atau mempertahankan konservasi, kayu, air, rekreasi, dan nilai-nilai hutan lainnya'.

Keberhasilan rehabilitasi dinilai dengan menggunakan beberapa sistem pemantauan yang berbeda, masing-masing menargetkan aspek yang berbeda dari kualitas rehabilitasi. Untuk memenuhi komponen konservasi tujuan rehabilitasi Alcoa, dianggap penting untuk mengembalikan keragaman tumbuhan hutan di daerah direhabilitasi, sehingga target kekayaan botani telah dikembangkan: 'Rata-rata jumlah spesies tanaman asli pada restorasi berusia 15-bulan adalah 100% dari jumlah yang ditemukan di lokasi perwakilan hutan jarrah, dengan sekurangnya 20% dari hutan jarrah tersebut dari daftar prioritas spesies sulit. 'Spesies sulit berkecambah (recalcitrant) biasanya tumbuh kembali setelah terbakar (fire resprouter), yang umum di hutan jarrah yang tidak ditambang, tetapi sulit untuk membangun kembali dan secara historis tidak ada atau kurang terwakili di daerah ditambang yang dipulihkan. 'Resprouter' tersebut memberikan hutan jarrah ketahanan tinggi terhadap gangguan alam, khususnya kebakaran dan penggembalaan, dan karenanya merupakan komponen penting dari ekosistem.

Kemajuan menuju target ini dipantau saat daerah yang direhabilitasi berusia 15 bulan, menggunakan sekitar 150 plot terletak acak pada lahan 80 meter persegi. Pada interval tetap (6, 15, 30 dan 50 tahun), bagian dari plot pemantauan adalah pantauan-ulang, yang menyediakan data jangka panjang pada suksesi tanaman dan pengembangan vegetasi. Plot identik dipantau di hutan jarrah yang tidak ditambang untuk menyediakan data situs acuan.

Pola suksesi pabrik pemrosesan di tambang bauksit yang direhabilitasi cenderung mengikuti model 'awal komposisi flora', di mana spesies tanaman pertama yang ditanam di situs mendominasi vegetasi untuk setidaknya beberapa dekade. Pemantauan jangka panjang telah menunjukkan bahwa kekayaan spesies menunjukkan sedikit perubahan dari waktu ke waktu dan pada kenyataannya dapat menurunkan spesies tahunan sebagai spesies berumur pendek dan spesies oportunistis-gangguan, seperti akasia, menua selama beberapa dekade pertama. Dengan demikian, strategi Alcoa adalah untuk sedapat mungkin mengembalikan puncak kekayaan spesies di daerah yang baru direhabilitasi.



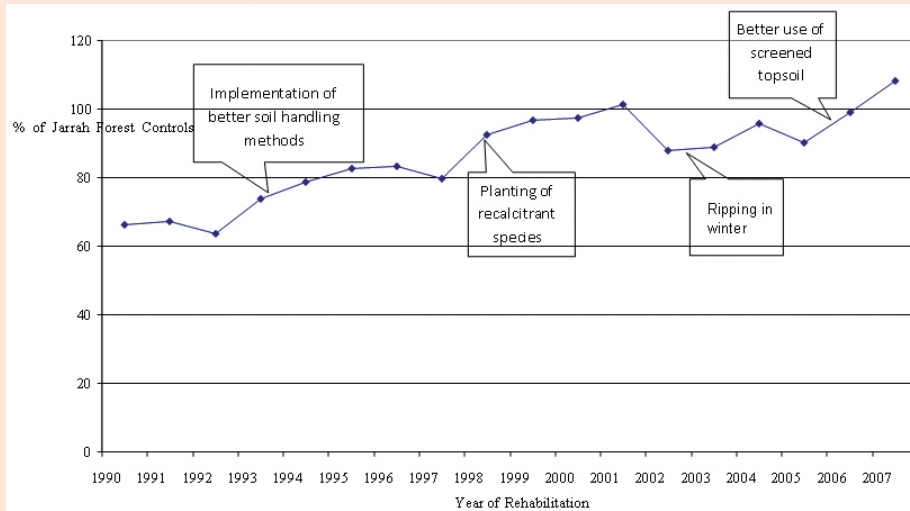
Foto menunjukkan pit bauksit yang direhabilitasi berusia 15 bulan sedang dipantau. Setiap tahun dinilai sekitar 150 plot, masing-masing dari 80 meter persegi.

Di daerah yang direhabilitasi, spesies tanaman dibangun dari tiga sumber utama: benih alam di tanah lapisan atas yang dikembalikan, benih yang dikumpulkan dan disebar ke daerah-daerah, serta penanaman 'greenstock' (kebanyakan spesies sulit yang diuraikan di atas). Pertumbuhan alami oleh spesies asli berjalan lambat; jika daerah yang tersisa gundul, mereka biasanya dijajah oleh gulma eksotis, yang memiliki karakteristik penyebaran dan pertumbuhan yang kuat. Penelitian telah menunjukkan bahwa praktik penanganan-tanah yang benar mengoptimalkan pengembalian spesies asli dari bank benih tanah alami, yang dapat memberikan kontribusi 70% dari kekayaan spesies dari sumbu bauksit yang dipulihkan. Oleh karena itu, kualitas prosedur pendirian rehabilitasi tercermin erat dalam jumlah spesies tumbuhan asli yang tumbuh dalam dua musim dingin pertama; dengan kata lain, prosedur rehabilitasi yang lebih baik menyebabkan jumlah spesies tanaman asli lebih tinggi.

Misalnya, melakukan operasi pencabutan akhir selama kondisi tanah kering di musim panas (musim kemarau di ekosistem hutan jarrah) menghasilkan lebih banyak pertumbuhan tanaman dan spesies. Sebaliknya, menggunduli tuntas situs dengan membunuh tunas baru setelah hujan musim dingin mulai, secara signifikan mengurangi jumlah spesies tanaman. Selain itu, kepadatan bank biji tanah alami dalam musim panas berlipat dibandingkan bank biji musim dingin. Jadi dapat disimpulkan sejauh ini musim panas merupakan musim terbaik untuk sumber penting ini.

Setiap tahun, data yang dikumpulkan selama program pemantauan 15 bulan dibandingkan dengan catatan kegiatan rehabilitasi, yang disimpan dalam GIS yang mencakup sumber asli dari humus, tanggal pembukaan situs sumber, tanggal penghapusan humus, apakah humus itu ditimbun atau langsung kembali ke daerah direhabilitasi, lokasi dan durasi penimbunan, tanggal penebaran ulang dari humus, tanggal kontur akhir mencabuti, dan tanggal permohonan benih. Hal ini memungkinkan untuk mengidentifikasi praktik rehabilitasi yang menuju hasil pemulihan yang tinggi dari spesies tanaman, serta yang mengakibatkan rehabilitasi buruk.

Pada sesi umpan balik yang diselenggarakan setiap tahun, perencana tambang, staf lingkungan dan staf pemantauan operasi rehabilitasi meninjau hasil pemantauan dan membahas perbaikan praktik rehabilitasi. Praktik yang meningkat dan telah disetujui kemudian diimplementasikan. Pemantauan dan siklus rencana-pelaksanaan-pengecekan-tindakan (plan-do-check-act) intensif ini telah memungkinkan Alcoa untuk mengukur kemajuan dan membuat perubahan serta memperbaiki program rehabilitasi selama periode 22 tahun.



Grafik ini menunjukkan hasil pemantauan 15-bulan untuk daerah yang baru direhabilitasi dari tahun 1990 sampai 2012. Plot identik dinilai dalam kontrol hutan yang tidak ditambang, dan rata-rata kekayaan spesies asli dalam kontrol yang nominal ditetapkan sebagai target peningkatan 100%. Grafik menunjukkan efek dari beberapa praktik rehabilitasi yang berbeda pada hasil pemantauan yang diperoleh setiap tahun, termasuk penurunan kekayaan spesies tanaman karena pencabutan dalam musim dingin pada tahun 2002-03. Sumber: Matthew Daws, Alcoa Australia.

Sementara pemantauan itu sendiri dapat mengidentifikasi kebutuhan untuk penelitian atau percobaan, dalam beberapa kasus tidak ada metode yang efektif yang tersedia untuk memonitor variabel tertentu. Dalam kasus tersebut, penelitian akan diperlukan untuk mengembangkan metode yang tepat. Sebuah contoh yang baik tentang hal ini adalah studi ACARP didanai oleh Dunlop et al. (2011) yang dikembangkan pedoman pertama perlindungan ekosistem lokal yang relevan untuk sulfat untuk sistem Fitzroy River— pembangunan untuk pertama kali dari sebuah pedoman kualitas air ekosistem untuk sulfat di Australia. Penelitian ini muncul dari berkurangnya konsumsi air tawar oleh tambang-tambang batubara di wilayah tersebut, yang mengakibatkan peningkatan salinitas air yang tersimpan di tempat, dan sulfat merupakan parameter kunci dalam air itu.

Hal ini penting bagi perusahaan yang beroperasi di Australia untuk mengembangkan rencana penelitian yang kompatibel dengan persyaratan AusIndustry R & D, dengan melibatkan lembaga penelitian yang terdaftar resmi, untuk mendapatkan manfaat dari pengaturan insentif pajak R & D sementara mengembangkan solusi untuk tantangan berbasis situs.

4.0 PEMANTAUAN: PELAKSANAAN

Pesan kunci

- Pendekatan praktik kerja unggulan untuk pemantauan sangat penting untuk mencapai hasil kinerja yang konsisten yang baik dan untuk memfasilitasi perbaikan berkelanjutan.
- Partisipasi masyarakat merupakan unsur yang menentukan dalam desain dan implementasi praktik kerja unggulan pemantauan sosioekonomi dan lingkungan.
- Sistem pengelolaan data yang mudah diakses dan transparan sangat penting untuk menjamin pemeliharaan jaminan kualitas dan standar pengendalian mutu, dan untuk pemanfaatan data untuk keuntungan maksimum dari semua yang terlibat dengan atau terkait dengan proyek.
- Pemantauan, audit dan penelitian—semua memainkan peran penting dalam pengembangan kinerja operasional yang dapat dicapai dan kriteria penutupan tambang.
- Praktik kerja unggulan sistem pemantauan ditinjau secara reguler dan direvisi untuk memperhitungkan temuan audit, perubahan perencanaan dan operasi tambang, perbaikan dalam teknologi pemantauan, serta aspek-aspek lain yang relevan.
- Teknologi monitoring otomatis yang ditingkatkan dapat menambah efektivitas biaya dan meningkatkan pengumpulan data dan analisis.
- Sistem pelaporan untuk pemantauan dan audit harus akurat dan tepat waktu serta memenuhi kebutuhan informasi dari semua pemangku kepentingan. Umpan balik dari program pemantauan harus menginformasikan perencanaan operasional dan pengambilan keputusan.

4.1 Ikhtisar prosedur pemantauan praktik kerja unggulan

Bagian ini menjelaskan apa yang berlaku umum sebagai prosedur pemantauan praktik kerja unggulan. Dipastikan ada beberapa pertumpang-tindihan antara apa yang dianggap sebagai prosedur pemantauan rutin dan lebih 'canggih'. Namun, perusahaan tambang yang diidentifikasi untuk praktik kerja unggulan mereka, pasti memenuhi komitmen pemantauan rutin mereka seperti yang dipersyaratkan, tepat waktu dan dengan pengendalian mutu yang sedapat mungkin pada tingkat tertinggi, dan bahkan memperlakukan pemantauan rutin sebagai kesempatan untuk belajar dan mencapai perbaikan berkelanjutan.

Semua prosedur yang dijelaskan dalam bab ini diyakini praktis dan hemat biaya dalam situasi di mana mereka telah diterapkan. Rincian lebih lanjut pada Lampiran 2 dan buku pegangan praktik kerja unggulan *Mencegah drainase asam dan logam (Preventing acid and metalliferous drainage)* (DIIS 2016d), *Penutupan tambang (Mine closure)* (DIIS 2016e), *Manajemen keanekaragaman hayati (Biodiversity management)* (DIIS 2016f) dan *Rehabilitasi tambang (Mine rehabilitation)* (DIIS 2016g).

4.2 Pit-pit terbuka

Operasi pit terbuka (open-pit) melibatkan penciptaan pit tambang maupun penempatan limbah dan bahan sub-ekonomi baik di permukaan tanah yang berdekatan (out-of-pit) atau dalam pit (in-pit). Pemantauan jenis limbah batu sisa disingkirkan dari pit dan penempatan selektif dalam pembuangan atau sebagai pengurukan di lubang-lubang pertambangan merupakan bagian dari rencana manajemen yang efektif untuk meminimalkan drainase asam dan logam (AMD).

Aspek kunci lain yang membutuhkan pemantauan adalah stabilitas geoteknik dan keselamatan dinding pit, masuknya dan penarikan air tanah, dan kualitas air tanah. Stabilitas dan keamanan geoteknik dipantau dengan inspeksi harian oleh petugas geoteknik yang berkualifikasi, mengendalikan akses ke pit, dan penggunaan peralatan pemantauan stabilitas lereng seperti pindai (scanning) radar dan prisma survei untuk memantau pergerakan dinding. Situs web <http://www.smenet.org/store/mining-books.cfm/Slope-Stability-in-Surface-Mining/194-0> berisi informasi yang relevan tentang desain lereng pit, studi kasus stabilitas lereng pit, dan stabilitas limbah batu sisa pembuangan serta stabilitas bendungan tailing, dan dalam setiap kasus melibatkan pemantauan. Penilaian kinerja dan pemantauan juga dibahas dalam Read & Stacey (2009).

Jalan masuk air tanah dipantau dan dikendalikan oleh pemompaan dalam pit (in-pit), dan penarikan masuk air tanah dipantau oleh Piezometers yang dipasang di lubang bor di sekeliling pit dan sekitarnya. Lubang bor menjadi sampel untuk memantau kualitas air tanah di sekitar pit.

Sebelum menambang, dampak atas air menciptakan pit terbuka yang dikuantifikasi dengan menggunakan berbagai alat pemodelan, seperti yang dijelaskan dalam buku pegangan praktik kerja unggulan *Pengelolaan air (Water management)* (DRET 2008a) Parameter yang dijadikan model memungkinkan persyaratan pengeringan pit dan dampak terkait untuk diprediksi sebelum penambangan sehingga langkah-langkah mitigasi dapat direncanakan dan dilaksanakan. Tingkat interaksi antara air permukaan dan air tanah dan pit didasarkan pada asumsi-asumsi tentang perkembangan bertahap dari pit dan bentuk lahan yang berdekatan dijadwalkan dalam rencana LoM.

Sebagai konsekuensi dari keterbatasan pemodelan, praktik kerja unggulan membutuhkan model tersebut, serta dataset dan asumsi yang digunakan sebagai dasar untuk pemodelan, untuk diverifikasi dan diubah menurut data yang dikumpulkan selama tahap operasi (Kuipers et al. 2006). Pemodelan seharusnya tidak dibatasi penggunaannya sebagai alat sekali digunakan saja yang dijalankan hanya awalnya dengan masukan data terbatas. Hal ini malah harus dianggap sebagai proses berulang; pemantauan harus fokus pada pengumpulan data yang modelnya sangat peka, dan yang untuk itu pada awalnya lebih sedikit data dari yang diperlukan untuk menghasilkan model yang dikalibrasi dan kuat. Hal ini akan memungkinkan model yang akan direvalidasi dan dikalibrasi, dan kehandalan dan akurasi sebagai alat prediksi akan terus ditingkatkan.

Persyaratan untuk pemodelan prediktif melampaui memperkirakan kemungkinan tingkat aliran air akan mencakup memprediksi kualitas air berdasarkan parameter karakterisasi kunci geokimia, serta memantau efektivitas berbagai tindakan pengendalian (seperti hambatan rembesan). Di mana tambang pit terbuka yang dekat dengan sumber air dengan nilai-nilai menguntungkan yang teridentifikasi (seperti ekosistem pasokan air minum, merumput dan ketergantungan-air tanah), diperlukan perhatian tambahan dalam kaitannya sejauh batas lateral penarikan air tanah dan kemungkinan kontaminasi.

Tujuan pasca-tambang untuk pit terbuka juga mempengaruhi investigasi terhadap kunci yang mana dan pengumpulan data apa yang dibutuhkan selama tahap operasi. Pemantauan operasional, secara efisien dikombinasikan dengan manajemen pit LoM, memungkinkan strategi penutupan pit tambang tepat waktu dan efektif untuk dikembangkan dalam konsultasi dengan pengatur dan pemangku kepentingan masyarakat. Pertanyaan yang harus dipertimbangkan adalah sebagai berikut:

- Apakah akan ada dampak pada sungai dan sumber air tanah di dekatnya selama atau setelah pertambangan?
- Apakah pengeringan (dewatering) atau pengalihan aliran di sekitar pit dan pekerjaan bawah tanah akan mempengaruhi ekosistem air tanah yang tergantung padanya?

- Apakah air dalam pit terbuka yang terkena banjir menjadi kuantitas dan kualitas yang memadai untuk memungkinkan akses dan penggunaan oleh orang lain untuk pengembalaan, rekreasi atau penggunaan perkotaan?
- Bagaimana ketinggian air dan fluktuasi musiman di tingkat tersebut akan mempengaruhi stabilitas dinding pit?
- Dapatkah sumber daya air yang berharga mengalir ke rongga terakhir dan terkontaminasi, ataukah tetap dapat diakses dan digunakan untuk pengguna air di hilir dan yang berdekatan?
- Dapatkah air yang terkontaminasi dari pit yang terkena banjir mencemari air tanah dan permukaan sistem air yang berdekatan? Kontaminasi air tanah dapat terjadi jika tingkat banjir pit naik di atas tingkat air tanah di sekitarnya menjadi sumber, daripada penadah buangan air pit terkontaminasi; kontaminasi air permukaan dapat terjadi jika air air sumur terkontaminasi menggenangi permukaan pit.

Setelah penutupan tambang, stabilitas lereng geoteknik dan keamanan harus dijaga dan pemulihan tanah dan air permukaan arus masuk ke pit harus dinilai setelah berakhirnya pengurusan. Stabilitas lereng geoteknik dan keselamatan pit umumnya memerlukan parameter minimal tanggul (bund) dan pagar di sekitar pit, dan biasanya pendataran tepi pit turun ke estimasi tingkat air rendah terakhir. Kualitas air pit harus diestimasi dengan menggunakan data yang dikumpulkan selama operasi dan dengan menggunakan model hidrologi yang telah disempurnakan dan hidrogeologi yang telah dikembangkan menggunakan data tersebut. Pemantauan air tanah akan dibutuhkan untuk memverifikasi prediksi dan jika tujuan tidak terpenuhi, akan diperlukan intervensi dengan langkah-langkah pengendalian. Oleh karena itu operator tambang wajib dan harus melakukan rehabilitasi praktik, yang meminimalkan atau menghilangkan kebutuhan untuk inspeksi dan pemeliharaan yang berkelanjutan (tentu saja, ini harus berlaku untuk semua domain).

Paling tidak, pemantauan akan dibutuhkan untuk memberikan masukan ke pemodelan prediktif dari limnologi kimia serta kualitas air dari danau pit masa depan. Rincian lebih lanjut pada penilaian dan pemantauan kualitas air rembesan berada di buku pegangan praktik kerja unggulan *Drainase mencegah asam dan logam (Preventing acid and metalliferous drainage)* (DIIS 2016d), *Penutupan tambang (Mine closure)* (DIIS 2016e) dan *Rehabilitasi tambang (Mine rehabilitation)* (DIIS 2016g).

4.3 Limbah pembuangan batuan sisa

Limbah batu sisa biasanya muncul dari tambang terbuka dalam kondisi yang relatif kering. Setelah ditempatkan di sebuah permukaan pembuangan (dump), batuan tersebut terkena hamparan basah dan degradasi yang terpengaruh oleh:

- besarnya dan intensitas curah hujan
- kerugian infiltrasi dan evaporasi curah hujan
- tinggi dan lereng penampung batuan sisa tambang (WRD)
- sifat batuan sisa tambang, termasuk sifat-sifat kimia dan fisiknya.

4.3.1 Geokimia pembuangan limbah batuan sisa tambang di permukaan

Pemantauan harus memverifikasi karakteristik geokimia dan asumsi model yang memandu rencana pembuangan limbah batu sisa agar terus melindungi nilai-nilai air yang berdekatan sepanjang umur operasi. Prediksi beban kontaminan yang dilakukan selama eksplorasi dapat diperiksa dan disesuaikan dan dataset (kumpulan data) operasional lebih lengkap disusun untuk membantu kualitas-air dan tindakan pengendalian lainnya sebagai bagian dari rehabilitasi dan untuk menentukan apakah diperlukan perlindungan (lihat Lampiran 2).

Di mana perlindungan tanah atau limbah batu sisa yang tidak membahayakan ditemukan diperlukan untuk mengurangi risiko masa depan dari drainase tambang, desain perlindungan harus mengintegrasikan apa yang telah dipelajari dari pemantauan hidrologi limbah batu sisa dan geokimia, dan perlindungan harus dipantau untuk stabilitas erosi dan kinerja sehingga perlindungan yang dirancang untuk bentuk lahan baru dapat terus diperbaiki.

Dalam beberapa kasus, tanaman toleran-logam (metalophytes) mungkin berguna untuk mengurangi konsentrasi tanah logam tertentu melalui fitoremediasi (Baker et al. 2010). Sebuah proaktif pendekatan praktik kerja unggulan untuk fitoremediasi akan menyelidiki keberadaan dan karakteristik unik dari metalophytes yang khas tempat tersebut, selama survei ekologi pra-penambangan guna mengidentifikasi spesies yang cocok untuk remediasi dan menjalankan percobaan penelitian operasional guna mengevaluasi kinerja mereka. Data pemantauan dapat digunakan untuk menginformasikan pilihan metode-metode rehabilitasi spesies campuran dan pembentukan saat mengintegrasikannya dengan aspek-aspek lain dari perencanaan rehabilitasi.

4.3.2 Pemantauan air permukaan pembuangan limbah batu sisa

Tentang pembasahan oleh infiltrasi curah hujan, WRD memiliki potensi untuk menghasilkan basis rembesan ke fondasi yang mendasari dan poin rendah topografis di sekitar ujung kaki tempat pembuangan. Rembesan mungkin terkontaminasi jika tempat pembuangan mengandung limbah batu sisa reaktif. Sebagaimana tempat pembuangan menjadi basah, jumlah dan kecepatan perembesan dasar semakin meningkat, dan pemicu curah hujan yang diperlukan untuk memulai rembesan dasar dan jeda waktu sebelum rembesan dasar terjadi setelah pemicu, keduanya berkurang.

Untuk mendesain tindakan-tindakan kendali guna mengelola rembesan dasar WRD dan potensi kontaminasi serta menilai kinerja tindakan-tindakan tersebut, pemantauan diperlukan sebelum, selama dan sesudah konstruksi pembuangan guna memungkinkan prediksi perilaku hidrologi dan geokimia mereka.

Kuantitas dan tingkat produksi serta kualitas dan nasib permukaan limpasan dan rembesan dasar dari permukaan WRD semua penting dalam menilai sejauh mana potensi dampak lingkungan. Keseimbangan antara infiltrasi curah hujan dan limpasan tergantung pada geometri dan konstruksi tempat pembuangan, sifat fisik limbah batu sisa dan rezim curah hujan (kondisi iklim di daerah tropis musiman sangat berbeda dari yang di zona semi-gersang atau beriklim sedang).

Rembesan ke fondasi sering mengakibatkan penumpukan air tanah di bawah dan di sekitar WRD. Luasnya penumpukan air harus dipantau dengan menggunakan Piezometers lubang bor. Karena sangat sulit untuk memasang Piezometers langsung di bawah sebuah WRD yang ada, Piezometers biasanya terletak di sekitar dan agak di luar jalan setapak WRD. Instalasi piezometer melibatkan penempatan suatu layar pada kedalaman yang diinginkan dan menyegel lubang bor di atas dan di bawah kedalaman itu. Ketinggian permukaan air di lubang bor dapat dipantau secara manual dengan menggunakan 'down-hole dip meter' atau elektronik menggunakan pneumatik yang dipasang secara permanen atau ujung kawat piezometer bergetar terhubung ke permukaan oleh kabel elektronik. Pengambilan sampel air bor harus digunakan untuk memantau kualitas air tanah.

The rate of the surface expression of WRD base seepage at topographic low points around the toe of the dump should be monitored using V-notch weirs and samples collected for water quality monitoring.

Mengingat relatif sulit untuk memperoleh pengukuran langsung perwakilan dan ukuran infiltrasi curah hujan yang dapat diandalkan ke dalam WRD dan rembesan dasarnya dengan menggunakan lisimeter lokal,⁵ pemantauan sebaiknya diarahkan pada pemahaman neraca air secara keseluruhan dan pembasahan (wetting-up) dari waktu ke waktu untuk tempat pembuangan. Stasiun cuaca otomatis dipasang pada WRD menyediakan data masukan utama untuk neraca air. Stasiun tersebut harus dilengkapi dengan sensor metrologi, termasuk solar radiasi dan wajan (pan) penguapan, sehingga penguapan yang sebenarnya dapat dihitung dan estimasi dapat dibuat dari infiltrasi curah hujan dan limpasan. Volume permukaan limpasan harus diukur dalam 'flumes' (alat pengukur aliran air) yang terletak di saluran air limpasan yang dirancang untuk menangkap sebagian besar limpasan untuk menyediakan komponen neraca air secara keseluruhan tersebut dan menyediakan cek-silang dari estimasi infiltrasi.

5 Keterbatasan lisimeter adalah bahwa lisimeter tersebut hanya memberikan nilai-nilai tempat (spot) dari parameter yang sangat bervariasi dan harus didesain, dibangun dan dipelihara dengan sangat baik.

Setelah penutupan permukaan WRD, perlu untuk memantau rehabilitasi guna menilai apakah target kinerja penutupan telah dipenuhi. Ini termasuk target terkait dengan stabilitas permukaan, seperti erosi limpasan curah hujan; erodibilitas tanah; batu mulsa / penutup vegetasi; kualitas air rembesan dan limpasan, debu yang terbawa angin; kinerja dan stabilitas pekerjaan drainase dan pembentukan vegetasi; serta keberlanjutan penggunaan lahan pasca tamban. Rincian lebih lanjut terdapat di dalam buku pegangan praktik kerja unggulan *Mencegah drainase asam dan logam* (DIIS 2016d), *Penutupan tambang* (DIIS 2016e) dan *Rehabilitasi tambang* (DIIS 2016g).

Studi kasus: Memantau erosi untuk bentuk lahan yang stabil

Persyaratan kunci dalam pemantauan erosi adalah untuk memastikan bahwa data yang diperoleh memberikan informasi khusus yang dibutuhkan oleh situs. Dalam beberapa kasus, mungkin cukup untuk menunjukkan bahwa taraf erosi menurun. Pada orang lain, mungkin ada kekhawatiran serius tentang potensi dampak di luar lokasi (off-site).

Minara Resources Ltd mengoperasikan operasi nikel Murrin di utara dari ladang-emas Western Australia. Pekerjaan rehabilitasi awal yang dilakukan di lokasi bentuk lahan yang dibangun menunjukkan pembentukan vegetasi yang baik tetapi tingkat erosi tinggi.

Akibatnya, situs melibatkan konsultan ahli untuk mendesain bentuk bentuk lahan dengan potensi erosi yang lebih rendah. Model Proyek Prediksi Erosi Air (Water Erosion Prediction Project (WEPP)) telah dipilih untuk memberikan simulasi erosi guna maksud-maksud desain. Model ini membutuhkan data erodibilitas tanah yang kompleks dan berbagai asumsi tentang kondisi lanskap dan kinerja. Untuk alasan itu, ada kepentingan yang cukup besar dalam memperoleh data erosi dari bentuk lahan yang dibangun untuk memperbaiki pemodelan dan menghasilkan biaya desain yang lebih hemat.

Oleh karena itu, tujuan pemantauan erosi adalah:

- untuk menunjukkan bahwa tingkat erosi konsisten dengan target situs
- untuk memungkinkan validasi dan kalibrasi yang lebih tepat dari pemodelan erosi yang digunakan dalam desain bentuk lahan di lokasi, sehingga memungkinkan perbaikan berkesinambungan dalam proses desain.

Untuk berbagai lereng cekung yang dirancang, pengukuran frekuensi dan volume parit (rill) digunakan untuk memperkirakan erosi kumulatif pada bentuk lahan yang dibangun pada tahun 2004 dan 2005. Pengukuran tersebut dibandingkan dengan prediksi erosi berdasarkan simulasi desain asli. Potensi erosi aktual untuk periode yang diinginkan dinilai dengan menggunakan data curah hujan aktual guna memberikan perbandingan terhadap rata-rata jangka panjang yang diprediksi. Potensi erosi dihitung untuk periode yang diinginkan ditemukan jauh lebih tinggi dari rata-rata jangka panjang yang diprediksi, menggambarkan pentingnya untuk mempertimbangkan catatan curah hujan saat menilai pengukuran erosi.

Secara umum, erosi kumulatif yang diukur pada akhir tahun 2008 menunjukkan kesamaan yang cukup tepat dengan potensi erosi yang dikalkulasi. Yang bernilai besar adalah data yang dikumpulkan dalam situasi di mana pola aliran, kondisi tanah dan/atau konstruksi bentuk lahan jelas tidak sesuai dengan asumsi yang digunakan dalam desain awal. Data tersebut digunakan dalam mengevaluasi asumsi ketepatan desain awal.

Dalam satu atau dua kasus, variasi yang diamati menyebabkan sedikit perubahan dalam metode konstruksi dan rehabilitasi, bukan penyempurnaan dari proses modeling. Secara umum, pengamatan yang dilakukan selama pengukuran volume parit sangat berguna, menunjukkan bahwa data tanpa interpretasi yang terkait atau pengamatan kualitatif dan verifikasi nilai, berkurang secara signifikan.

BENTUK LAHAN	LOKASI	POTENSI EROSI KUMULATIF SEJAK KONSTRUKSI	EROSI TERUKUR KUMULATIF SEJAK KONSTRUKSI
2/3	Lereng atas (bukan sudut)	37,4	28,3
	Lereng bawah (di bawah puing-puing pohon)	37,4	31,9
7/2 cekung	Lereng atas	37,4	0
	Lereng bawah	37,4	0
7/2 belakang	Lereng atas (di bawah puing-puing pohon)	30	30,1
9/4 barat ^a	Lereng atas (30 m dari puncak)	100-150	102,5
	Lereng atas (20 m dari puncak)	100-150	156,6

^a*Bentuk lahan tidak dibangun sesuai spesifikasi dan diperkirakan akan melebihi tingkat erosi desain.*

Pemantauan erosi dilakukan di lokasi yang telah disediakan:

- validasi proses desain bentuk lahan yang digunakan
- keyakinan dalam stabilitas bentuk lahan yang ada yang telah dibangun sesuai spesifikasi
- perbaikan dan penyempurnaan dalam proses desain.

Hal ini telah menyebabkan perubahan desain bentuk lahan, termasuk penghapusan struktur berkonsentrat pada aliran seperti tanggul, penahanan yang lebih efektif dari limpasan di puncak bentuk lahan, dan penggunaan simulasi komputer dari limpasan dan erosi untuk mengembangkan lereng cekung dengan gradien lebih rendah.

Selanjutnya, penilaian prediksi erosi relatif pada model telah dilakukan untuk bentuk lahan di lokasi tambang lainnya, dan data yang dilaporkan oleh Howard & Roddy (2012). Tingkat kesamaan antara erosi kumulatif yang diprediksi dan diamati sangat kuat, asalkan simulasi awal menggunakan parameter-parameter erodibilitas terukur secara eksperimen.



Acuan:
Howard, E.J. and Roddy, B.P. (2012b)

Pemantauan rembesan serta kualitas permukaan air limpasan dan volume juga penting untuk memahami risiko bagi satwa liar, ternak atau domba merumput atau masyarakat sekitar. Hewan sering berinteraksi dengan atau minum dari infiltrasi atau membasahi diri di ujung kaki WRD, saluran rembesan dan kolam penahanan. Risiko untuk satwa liar adalah fungsi dari tingkat interaksi, perilaku spesies dan kualitas air. Pemantauan satwa liar mungkin diperlukan, dilengkapi dengan pemantauan rembesan kimia, untuk memperoleh pemahaman tentang sensitivitas ekosistem untuk parameter kualitas air kunci.

Hal ini juga diperlukan untuk memantau sedimen atau rembesan bendungan intersepsi untuk memastikan bahwa mereka menangkap air tambang (bukan air bersih, yang harus dialihkan ke sekitar daerah yang terganggu) dan memiliki kapasitas yang cukup selama masa proyek untuk bekerja sebagaimana diperlukan. Kualitas air di aliran sungai dan badan air alami yang mengalir dari lereng daerah limpasan tambang dan daerah rembesan juga membutuhkan pemantauan untuk menilai risiko hilir bagi fauna akuatik dan flora. Kondisi sungai dan keanekaragaman serta kekayaan perubahan biota cukup besar sepanjang musim, sehingga program pemantauan musiman mungkin perlu dilaksanakan. Penginderaan jauh dapat digunakan untuk mendeteksi perubahan dari waktu ke waktu pada tingkat lanskap (lihat Bagian 4.14.2).

Penilaian ekotoksikologi memungkinkan penilaian dampak-dampak akuatik. Pemantauan yang efektif juga dapat membedakan antara dampak kronis dan dampak akut serta membantu untuk mengevaluasi kinerja bentuk lahan dan sistem pengelolaan air.

Jika filter lahan basah yang digunakan sebagai pengobatan air limpasan dengan kontaminasi tingkat rendah dan padatan tersuspensi atau untuk perawatan tersier air yang dilepaskan dari pabrik pengolahan air, mereka perlu dipantau untuk memastikan bahwa mereka dapat mengelola dan mengolah air pada tingkat yang diperlukan (misalnya, dengan memperhitungkan variasi curah hujan) dan air yang dilepaskan memenuhi persyaratan kualitas air pelepasan untuk lokasi. Konsentrat logam yang terakumulasi sepanjang waktu juga harus dipantau untuk memberikan indikasi perlu atau tidaknya kemungkinan pada akhirnya lahan basah harus dibersihkan dan dibangun kembali atau diremediasi di masa depan.

4.3.3 Pemantauan pembuangan limbah batu sisa di dalam pit

Untuk WRD di dalam pit, permasalahan yang berkaitan dengan pemantauan pada dasarnya sama seperti untuk permukaan WRD. Namun, jika sebagian pit akan secara aktif atau pasif tergenang di penutupannya, ada persyaratan pemantauan khusus yang akan perlu ditangani untuk memastikan bahwa kualitas air akhir di pit yang tergenang memenuhi target penutupan.

4.4 Fasilitas penyimpanan tailing dan areal timbunan pelindian

4.4.1 Hidrologi fasilitas penyimpanan tailing permukaan

Fasilitas penyimpanan tailing (TSF) permukaan menghasilkan tingkat tinggi dasar dan/atau rembesan tanggul serta penumpukan air tanah selama operasi karena volume besar air yang dilepaskan bersama tailing. Dalam iklim kering, volume air tailing yang dilepaskan ke TSF akan berlipat ganda volume curah hujan. Praktik kerja unggulan menunjukkan bahwa penebalan atau bentuk pasta tailing menghasilkan sedikit air ke TSF dan dengan demikian mengurangi banyak masalah yang berhubungan dengan air.

Tingkat dasar rembesan yang dihasilkan selama operasi tergantung pada:

- dilapisi atau tidaknya dasar CSF, serta ketebalan dan keefektifan permeabilitas pelapis dan fondasi alami
- apakah tanggul TSF dirancang dan dibangun untuk meresap dengan sistem intersepsi atau menjadi penahan air (water-holding)
- penyebaran berukuran partikel dan bentuk partikel tailing serta potensi mereka untuk mengkonsolidasi dan merekat saat pengeringan, mempengaruhi permeabilitas mereka
- tingkat produksi dan pengeluaran air supernatan
- insiden tumpang tindih curah hujan dan limpasan curah hujan (limpasan bersih harus diblokkan sehingga tidak masuk ke TSF) (Williams & Williams 2007).

Dengan memahami faktor-faktor kunci yang mempengaruhi hidrologi TSF, memungkinkan perencanaan program pemantauan yang tepat.

Pemantauan konsolidasi fisik (termasuk pengurusan dan pengeringan) dari tailing selama kehidupan TSF memungkinkan prediksi kekuatan akhir dari permukaan tailing untuk mengidentifikasi jenis peralatan yang dapat ditunjang dengan aman oleh di permukaan tailing selama rehabilitasi, dan sejauh mana konsolidasi pasca-penutupan berakhir sehingga jumlah dan distribusi biaya penutup tambahan yang diperlukan dapat dihitung.

Rembesan di permukaan dapat dengan cepat menarik satwa liar, terutama di lingkungan yang kering. Perembesan dan rendaman permukaan juga sering menghasilkan vegetasi yang subur yang menarik bagi satwa liar. Kualitas air rembesan dan rendaman perlu dinilai untuk mengidentifikasi risiko bagi satwa liar, misalnya dari peningkatan sianida atau konsentrasi arsenik. Tidak adanya bangkai di sekitar TSF belum tentu menunjukkan kurangnya dampak atau risiko untuk satwa liar, karena pengendapan lumpur (slurry) tailing yang terus menerus sering mengubur mereka dan hewan pemulung (scavenger) nokturnal membasminya. Pemantauan dampak terhadap satwa liar sulit, tetapi pemantauan kualitas air rembesan jauh lebih mudah dan harus menjadi dasar dari sistem pengawasan yang sering dan sederhana. Jika kualitas air menunjukkan kemungkinan risiko untuk satwa liar, amat diperlukan penyelidikan lebih lanjut sejauh mana dampaknya.

Vegetasi yang tumbuh di permukaan TSF juga dapat menjadi sumber potensial dari logam untuk hewan yang merumput di atasnya, sehingga harus dipertimbangkan untuk pemantauan berkala atas penyerapan logam oleh vegetasi seperti rumput.

4.4.2 Geokimia fasilitas penyimpanan tailing permukaan

Pemantauan geokimia tailing selama hidup TSF, serta kualitas air rembesan dihadang dan bor-bor pemantauan, memungkinkan potensi kinerja masa depan TSF untuk dievaluasi dan pemilihan strategi rehabilitasi yang paling tepat.

Pencegahan lebih disukai daripada mitigasi atau pengobatan. Misalnya, di mana tailing mengandung sulfida, sulfida tersebut secara potensi dapat sebagian besar dihapus oleh flotasi di dalam tanaman. Karakterisasi geokimia dan pemantauan kinerja kualitas hidrologi dan air dari TSF secara komprehensif selama operasi akan menunjukkan apakah tailing dapat langsung dihijaukan kembali atau apakah sistem penutup akan diperlukan guna memenuhi tujuan rehabilitasi. Lahan pasca-tambang menggunakan yang telah ditetapkan selama tahap perencanaan tambang (lihat *Penutupan tambang* (DIIS 2016e) dan *Rehabilitasi tambang* (DIIS 2016g)) serta disepakati dalam konsultasi dengan pemangku kepentingan. Penggunaannya kemudian harus memandu perencanaan rehabilitasi final tailing.

Proaktif pendekatan praktik kerja unggulan menuntut penyelidikan potensi tanaman untuk menyerap logam dengan melakukan percobaan penelitian pra-penutupan guna menginformasikan rencana desain akhir. Jika perlindungan diperlukan, desain penutup untuk TSFs harus mengintegrasikan apa yang telah dipelajari dari pemantauan serta pemodelan hidrologi dan geokimia dari tailing untuk mencapai tujuan penggunaan lahan pasca-tambang. Kontaminan penyerapan oleh tanaman yang tumbuh pada tailing yang direhabilitasi juga mungkin perlu dipantau guna menentukan potensial dampak pada penggembalaan hewan atau manusia mengkonsumsi makanan semak; misalnya, percobaan ekstensif merumput pada tailing di Kidston menunjukkan penyerapan signifikan dari logam dan arsen oleh ternak makan rumput, meskipun ada beberapa serapan dari kotoran yang menempel pada rumput dan akar yang ditelan (Bruce et al. 2002, 2003). Sebaliknya, dalam beberapa kasus, metallophytes mungkin berguna untuk mengurangi konsentrasi tanah logam tertentu (lihat Bagian 4.3.1). Proaktif pendekatan praktik kerja unggulan akan untuk menyelidiki potensi tanaman guna menarik logam dengan melakukan percobaan penelitian pra-penutupan guna menginformasikan rencana desain akhir.

Perlindungan 'simpan dan lepas' belum tentu berlaku di semua situasi. Pilihan lain termasuk penggunaan perlindungan basah dan mulsa batu untuk pengendalian debu dalam iklim kering. Dalam semua kasus, sangat penting untuk memantau guna menilai efektivitas dan apakah tujuan dapat terpenuhi (atau mungkin dapat terpenuhi).

4.4.3 Stabilitas dan pemantauan air fasilitas permukaan penyimpanan tailing

Yang paling berisiko adalah stabilitas lereng dari TSF selama operasi. Oleh karena itu selama operasi pemantauan stabilitas tanggul TSF merupakan kunci penting.

Pemantauan untuk memastikan stabilitas geoteknik harus mencakup penggunaan Piezometers dalam tanggul dan tailing yang terendap di situ untuk merekam permukaan freatik. Pelat penanggulangan (plate settlement) digunakan untuk merekam deformasi tanggul. Inspeksi visual merupakan alat pemantauan TSF penting dan harus fokus pada bagian tanggul kritis. Pelat-pelat tersebut harus mengidentifikasi titik-titik rembesan, terutama titik-titik yang ditinggikan di muka tanggul bagian hilir; tanda-tanda jelas deformasi tanggul atau erosi; bagian tanggul yang tergenang air; dan kondisi saluran tumpahan (spillway) pelepasan air darurat.

Pemantauan rembesan akan mengandalkan data dari stasiun cuaca otomatis (idealnya dipasang di tanggul TSF). Volume masukan air tailing ke dan kembali dari TSF juga harus dipantau untuk memberikan data yang diperlukan guna menghitung neraca air secara keseluruhan. Volume dan kualitas dasar rembesan harus dipantau, terutama dari titik rendah sekitar kaki TSF, karena ini akan melaporkan langsung ke tangkapan permukaan sekitarnya dan menjadi dasar, di mana sumber air tanah mungkin akan terpengaruh. TSF mungkin memiliki parit pengumpulan rembesan yang dipasang di sepanjang kaki luar tanggul dan sumur dipasang pompa untuk mengembalikan rembesan ke TSF. Beberapa TSF memiliki sistem drainase bawah yang menunjukkan ke tempat rembesan berkumpul. Pemantauan kualitas dan volume rembesan ini sangat penting. Sampling lubang bor harus digunakan untuk memantau kualitas air tanah TSF hulu dan hilir. Data ini juga penting untuk perencanaan penutupan tambang (DIIS 2016e; ANCOLD 2012).

Karakterisasi geokimia komprehensif dan pemantauan kinerja hidrologi dan kualitas air dari TSF selama operasi menunjukkan apakah tailing dapat langsung dihindarkan kembali atau apakah sistem penutup akan diperlukan untuk memenuhi tujuan rehabilitasi. Setelah pengendapan tailing berhenti dan rehabilitasi dilakukan, mungkin perlu juga memantau penurunan erosi akibat curah hujan limpasan, pembentukan debu angin, stabilitas drainase dan kerja spillway, evolusi runtun waktu kualitas air rembesan, serta vegetasi pembentukan dan kesinambungan, untuk memverifikasi saat pekerjaan memenuhi tujuan penutupan tambang (lihat Lampiran 2). Rincian lebih lanjut dalam buku pegangan praktik kerja unggulan *Pengelolaan tailing* (DIIS 2016h), *Penutupan tambang* (DIIS 2016e) dan *Rehabilitasi tambang* (DIIS 2016g).

Banyak spesies satwa liar, seperti kelelawar microchiroptera dan burung air, menggunakan TSF sebagai lahan basah di mana mereka mencari makanan, air dan tempat beristirahat. Kualitas larutan dan lumpur dapat menjadikan operasi TSF buruk, dan paparan satwa liar untuk solusi tersebut dapat, tetapi tidak selalu, merugikan. Rezim pemantauan satwa liar untuk TSFs harus dibangun, serta dapat sederhana dan murah untuk dilaksanakan. Rincian lebih lanjut dalam buku pegangan *Pengelolaan sianida (Cyanide management)* (DRET 2008b).

4.4.4 Pemantauan fasilitas penyimpanan tailing dalam pit

Pembuangan tailing dalam pit dapat dirancang agar tak ada dampak tambahan di permukaan. Namun, sifat geokimia dari tailing dan komposisi solusi proses perlu dipantau di sepanjang waktu untuk memberikan masukan ke model air tanah yang digunakan untuk memprediksi sejauh mana interaksi air pori di tailing dengan aliran air tanah sekitar. Parameter kritis lainnya yang perlu diukur berkaitan dengan konsolidasi tailing, karena ini akan menentukan tingkat muara akhir tailing dan dari situ kedalaman setiap danau pit utama (ultimate), kedalaman permukaan tailing akhir di bawah permukaan tanah jika tidak ada air permukaan yang direncanakan, atau volume pengurukan yang diperlukan dalam hal pit tersebut akan ditimbun ke permukaan tanah aslinya. Rincian lebih lanjut dalam buku pegangan praktik kerja unggulan *Pengelolaan tailing* (DIIS 2016h), *Penutupan tambang* (DIIS 2016e) dan *Rehabilitasi tambang* (DIIS 2016g).

4.4.5 Pemantauan areal timbunan pelindian (heap leach pile)

Pemantauan yang diperlukan untuk areal timbunan pelindian agak mirip dengan yang diperlukan untuk TSF dan WRD. Stabilitas penahanan fisik dan lindi harus menjadi fokus pemantauan operasional. Namun, operasi pelindian tumpukan emas menggunakan sianida pada konsentrat bersifat racun bagi satwa liar, dan operasi resapan tumpukan tembaga menggunakan solusi lindi asam yang juga beracun untuk satwa liar. Pemantauan operasional fasilitas tersebut harus dan karenanya juga termasuk rekaman kehadiran genangan solusi lindi di permukaan dan rembesan pada dasar. Satwa liar terutama tertarik ke permukaan kolam dan membasahi kaki. Juga, spesies pemulung memiliki akses yang lebih mudah untuk bangkai di alas timbunan pelindian dibandingkan dengan TSF. Bahkan kolam kecil dapat menarik sejumlah besar hewan, sehingga posisi (dalam kaitannya dengan vegetasi asli, dan tinggi dibandingkan dengan daerah sekitarnya), dan kondisi lingkungan (kekeringan), lebih penting dari ukuran kolam. Irigasi dasar timbunan pelindian bersifat dinamis, dan kolam-kolam permukaan dapat timbul dan menghilang dengan cepat selama operasi. Alas timbunan pelindian sangat cocok digunakan untuk teknik otomatis pemantauan satwa liar, seperti kamera sensor-gerak dan inframerah (lihat Bagian 4.14.3).

Pemantauan alas timbunan pelindian yang tidak digunakan lagi akan diperlukan untuk menentukan apakah alas-alas tersebut dapat direhabilitasi di tempat setelah pertambangan dan pengolahan berhenti, atau apakah bahan harus dikembalikan ke lubang tambang atau dienkapsulasi dalam fasilitas penyimpanan limbah khusus (seperti WRD) untuk meminimalkan risiko lingkungan.

4.5 Lahan yang terkontaminasi

Meminimalkan kontaminasi tanah selama operasi dan rehabilitasi daerah yang terkena pertambangan tetap menjadi tujuan praktik kerja unggulan pertambangan. Penggunaan lahan pasca-tambang dalam batas tertentu akan menentukan sifat dan jenis pengelolaan lahan yang terkontaminasi dan pemantauan terkait yang diperlukan.

Permukaan pertambangan yang beroperasi pasti sedikit banyak dipengaruhi bahan mineral yang berasal dari penimbunan konsentrat, bijih, batuan dan residu pengolahan mineral (tailing) di lokasi. Kontaminasi pada permukaan dan di kedalaman juga dapat terjadi sebagai akibat dari tumpahan atau kebocoran produk minyak bumi (bensin, solar, minyak tanah) atau bahan kimia proses (xanthates, sianida). Untuk mengatasi dua terakhir masalah pada sumbernya, perlu ada pemantauan neraca massa reguler persediaan yang disimpan di tempat simpanan sehingga kebocoran dapat dideteksi dan perbaikan dilakukan sesegera mungkin.

Pemantauan bor air dangkal tanah di daerah ini akan menunjukkan apakah telah terjadi pencemaran air tanah. Praktik kerja unggulan untuk penyimpanan bahan ini mengharuskan tank ditempatkan pada alas kedap air dibatasi oleh pematang yang cukup tinggi untuk menampung volume tangki.

Penilaian situs akan diperlukan untuk menentukan tingkat kontaminasi dan untuk mengukur kesehatan manusia dan risiko ekologi yang terkait. Hasil dari penilaian tersebut memberi tahu rencana rehabilitasi atau manajemen yang diperlukan untuk mempertahankan atau memulihkan kondisi saat itu atau masa depan tanah. Dalam konteks ini, kandungan logam dari bahan yang digunakan untuk menghasilkan lapisan akhir permukaan dari bentuk lahan yang direhabilitasi juga harus konsisten dengan penggunaan lahan final. Saat mempertimbangkan luas lahan yang perlu dinilai, harus diperhitungkan juga kecenderungan debu mineral yang akan terbawa cukup jauh melawan arah angin.

Persyaratan mendasar untuk penilaian lahan-terkontaminasi adalah untuk melakukan pemetaan rinci situs yang menunjukkan tingkat penyebaran dan kontaminan. Pengambilan contoh tanah konvensional dengan analisis pasca-koleksi membatasi jumlah titik sampling (karena biaya) dan berpotensi mengurangi resolusi penilaian.

Kesiapan pengembangan dan ketersediaan selama dekade terakhir terhadap logam lapangan portabel dan organik analisa dengan batas deteksi yang baik telah merevolusi pelaksanaan penilaian situs yang terkontaminasi di lokasi tambang. Penganalisa X-ray fluoresensi genggam (handheld X-ray fluorescence) (Hall et al. 2012), khususnya, dapat digunakan untuk melihat konsentrat logam yang relevan di puluhan titik kisi (grid) dalam sehari. Dengan demikian, daerah dengan konsentrat logam di atas ambang batas penyaringan lingkungan dapat diidentifikasi secara cepat dan kisi sampling awal disempurnakan sebagai survei yang sedang dilakukan, sehingga menghasilkan peningkatan substansial dalam efisiensi, pengurangan biaya keseluruhan dan penilaian yang lebih ketat. Hubungan apa saja antara konsentrat dan kedalaman juga dapat dengan cepat dinilai dengan menggali pit dangkal, yang terutama berguna untuk memperkirakan luas area kontaminasi permukaan dari imbas debu.

Pendekatan ini berbeda dengan praktik-praktik masa lalu di mana sampel dikumpulkan dan kemudian dikirim untuk analisis di laboratorium, dan makan waktu berminggu-minggu sebelum diperoleh hasil. Pengulangan pengambilan sampel dinding pengisi (infill) kemudian sering dibutuhkan untuk mengisi sela-sela dalam cakupan dengan memberlakukan kisi acak relatif kasar atas wilayah tersebut untuk dijadikan sampel.

Praktik kerja unggulan sebuah lokasi tambang menentukan konsentrat awal logam di permukaan tanah sebelum memulai operasi dalam rangka memberikan dasar untuk mengembangkan kriteria penutupan yang kuat. Hal ini terutama penting untuk dilakukan di daerah mineralisasi, di mana singkapan dangkal bahan mineral yang nantinya akan dapat salah dikaitkan dengan kontaminasi dari aktivitas yang berhubungan dengan pertambangan. Beberapa informasi dasar ini mungkin tersedia dari database eksplorasi, tetapi survei sesuai tujuan yang ditugaskan mungkin juga diperlukan untuk melengkapi cakupan yang diperlukan. Survei longitudinal selang waktu memungkinkan tren setiap kontaminasi yang akan ditentukan. Survei tersebut sangat penting di daerah yang mungkin akan terpengaruh oleh debu yang mengandung logam.

Praktik kerja unggulan lokasi tambang juga meminimalkan tingkat kontaminasi permukaan dengan menghindari atau meminimalkan penggunaan bahan mineral untuk membangun jalan raya dan prasarana lainnya, seperti tanggul pengalihan air atau tanggul bendungan tailing.

Kerangka kerja yang telah diterima di semua wilayah hukum Australia untuk penilaian kontaminasi lokasi adalah Tindakan Perlindungan Lingkungan Nasional National (Environment Protection (Assessment of Site Contamination) Measure (NEPM)). Meskipun tidak secara khusus dikembangkan untuk penilaian kontaminasi oleh pertambangan, kerangka kerja yang terkandung dalam NEPM yang dapat langsung diterapkan untuk desain, perilaku dan interpretasi (baik dalam konteks risiko kesehatan manusia dan ekologi) dari penilaian lokasi tambang. Versi terbaru dari NEPM dan jadwal terkait (2013) tersedia untuk diunduh melalui Dewan Tetap Lingkungan dan Air (Standing Council on Environment and Water). Perubahan yang paling signifikan dalam versi terbaru dari NEPM yang relevan dengan penilaian lokasi tambang adalah sebagai berikut.

NEPM 1999 tingkat penyelidikan ekologi (EIL) telah diperluas dan mencakup berbagai jenis tanah dan konstituen yang berlaku untuk kontaminasi pada tanah baik yang sama sekali baru maupun yang sudah tua. NEPM saat ini menghendaki potensi dampak logam dan metaloid terhadap kesehatan manusia maupun lingkungan (ekologi) dievaluasi sepenuhnya.

NEPM (SCEW 2013) sekarang mendefinisikan EIL sebagai konsentrasi suatu kontaminan yang memerlukan investigasi dan evaluasi lebih lanjut atas dampak pada nilai-nilai ekologis. EIL dihitung menggunakan EC30 atau data konsentrasi efek toksisitas terendah yang terobservasi. EIL adalah jumlah dari batas kontaminan ditambah konsentrasi latar belakang ambien (sekitar), dan batas tersebut dinyatakan dalam konsentrasi total. EIL tergantung pada sifat fisikokimia tanah tertentu dan skenario penggunaan lahan dan umumnya berlaku untuk bagian tanah 2 meter dari permukaan.

Metodologi yang digunakan untuk memperoleh EILs yang diterapkan dalam rangka penilaian risiko ekologi, dijelaskan dalam daftar bagian B5b dan B5c dari NEPM tersebut. Karena toksisitas beberapa kontaminan dipengaruhi oleh sifat fisikokimia tanah, hubungan empiris digunakan untuk model pengaruh sifat-sifat tanah pada toksisitas sehingga tanah-spesifik EIL dapat dikembangkan. EIL menyediakan lembar kerja (worksheet) perhitungan yang memberikan panduan langkah demi langkah untuk mengaktifkan derivasi dari EIL khusus untuk situs.

Pendekatan berjenjang penilaian risiko ekologi yang digunakan dalam rangka terbaru memfasilitasi:

- identifikasi reseptor ekologi yang dikhawatirkan
- estimasi konsentrasi kontaminan yang memberi paparan yang dikhawatirkan pada reseptor ekologi
- pertimbangan kapasitas untuk memodifikasi atau meningkatkan toksisitas dari lingkungan penerima (baik tanah, sedimen maupun air)
- penentuan apakah reseptor ekologi dan nilai-nilai ekologi mungkin berisiko
- penerapan pendekatan “multiple-lines-of-evidence” (riwayat sepanjang hidup) untuk menilai risiko.

Pendekatan berjenjang memperlihatkan situs-situs tersebut di mana risiko lingkungan minimal dan memungkinkan sumber daya untuk fokus pada lokasi-lokasi yang menimbulkan potensi risiko terbesar.

4.6 Air tanah (groundwater)

Ada banyak acuan di bagian buku ini untuk kebutuhan memantau air tanah. Kesamaan dari pemantauan air permukaan dan air tanah adalah kebutuhan untuk dasar yang baik (pre-mining), data operasional dan penutupan. Jenis pemantauan yang diminta (tingkat air, kualitas air, hasil akuifer, makro-invertebrata) dan lokasi dari sistem pemantauan (dekat dengan tambang, dan baik hulu dan pada titik-titik kepatuhan hilir) selalu harus berevolusi dari waktu ke waktu untuk mengatasi berbagai persyaratan pada setiap tahap dalam kehidupan tambang. Dalam semua kasus, reseptor kunci (ekosistem permukaan, minum atau irigasi air, ekosistem air tanah) harus terlebih dahulu diidentifikasi untuk memastikan bahwa program pemantauan tepat sasaran untuk mendeteksi perubahan yang dapat mempengaruhi reseptor dan untuk memenuhi target kepatuhan.

Terjadinya organisme makro-invertebrata (stygofauna) di tanah semakin diakui dan, tergantung pada lokasi, pemantauan mereka harus dimasukkan dalam rencana pemantauan lingkungan situs dan rencana pengelolaan. Dorongan erkuat dan paling awal untuk ini di Australia adalah di lingkungan saluran kapur (karst) dan saluran-purba (paleo-channel) di Western Australia, tapi operasi pertambangan praktik kerja unggulan memperhitungkan stygofauna secara lebih luas. Pedoman praktik kerja unggulan pada identifikasi dan pemantauan ekosistem air tanah disediakan oleh WAEPa (2013) dan Richardson et al. (2011.)

Berbeda dengan pemantauan air permukaan, program pemantauan air tanah perlu menangani hidrogeologi berlapis-lapis yang tercipta oleh perubahan geologi sebagai fungsi kedalaman (Sundaram et al 2009; OOW 2014). Beberapa formasi akuifer mungkin perlu dipantau untuk menilai baik dampak lingkungan (seperti air tanah penarikan dan kontaminasi akuifer) maupun aspek keselamatan tambang (seperti stabilitas dinding tambang terbuka dan operasi tambang bawah tanah). Umumnya, ada kebutuhan untuk menempatkan bor pemantau pada kedalaman yang berbeda di lokasi yang sama sehingga sejauh mana hubungan vertikal antara sistem akuifer dapat ditentukan. Poin perbedaan lain dari program pemantauan air permukaan adalah bahwa akses ke titik-titik sampling membutuhkan instalasi bor, yang biasanya pendiriannya jauh lebih mahal dari dari situs pemantauan air permukaan. Oleh karena itu, kemungkinan besar biaya untuk mengakses membatasi cakupan jaringan air tanah lokasi pengambilan sampel. Biaya tersebut harus diimbangi dengan kebutuhan untuk melakukan pemantauan air tanah yang cukup untuk mengatasi kedua aspek kinerja keselamatan lingkungan dan lokasi.

Pertimbangan rinci hidrogeologi medan-dekat (near-field) yang dibutuhkan untuk menghasilkan spesifikasi desain untuk pemantauan medan bor yang akan menyediakan data tepat waktu dan secara hemat biaya. Jika sistem pemantauan terletak terlalu jauh, atau di lokasi hidrolik yang tidak tepat, maka kerucut depresi akan terkembang atau bulu-bulu kontaminan mungkin tidak terdeteksi sedemikian lama sehingga akan sangat terlambat untuk mitigasi sumber mencegah dampak secara efektif. Program pemantauan air tanah praktik kerja unggulan membutuhkan resolusi spasial dan temporal yang diperlukan guna mendeteksi perubahan sehingga tindakan manajemen dapat diambil sebelum tingkat perubahan menyebabkan kerusakan permanen.

Singkatnya, jaringan pemantauan air tanah harus cukup untuk:

- mengidentifikasi hasil tanah dalam tahap eksplorasi
- menetapkan sejauh mana interaksi hidrolik antara akuifer dan sumber air permukaan
- mendeteksi dampak pada kualitas dan kuantitas air
- mengukur atau memungkinkan prediksi dampak pada reseptor sensitif untuk diidentifikasi
- memungkinkan pembangunan yang aman dan operasi yang sedang berlangsung dari pit terbuka serta pekerjaan bawah tanah dan penyimpanan limbah.

Jumlah dan lokasi bor-bor pemantau air tanah ditentukan atas dasar kasus per kasus, karena setiap lokasi khas dalam kombinasi geologi dan reseptor lingkungan. Bor pemantau pit terbuka memungkinkan kedua pengukuran ketinggian air tanah dan sampling serta analisis tanah untuk kualitas (Sundaram et al. 2009). Saat hanya tingkat air yang dibutuhkan, pneumatik yang dikalibrasi atau kawat Piezometers bergetar yang diinstalasi dapat menjadi alternatif untuk pencelupan manual dari pit-lubang bor terbuka konvensional guna memantau tingkat air tanah dalam formasi geologi.

Salah satu isu relevansi praktis utama adalah bahwa bor pemantau medan-dekat yang diinstalasi pada awal masa operasi tambang ini dapat kemudian hancur akibat perluasan pit terbuka, WRD atau keduanya. Konsekuensinya mungkin hilangnya kontinuitas rekor dasar kualitas air yang diperlukan guna memantau kinerja dan mengembangkan kriteria lokasi penutupan tanah. Jika satu atau lebih bor hilang, bor baru harus diinstalasi cukup lama sebelumnya sehingga periode pemantauan paralel dapat dilakukan untuk membangun kelangsungan catatan pemantauan. Dalam jumlah kasus bor yang semakin kecil akibat perluasan WRD, mungkin selubung bor dapat diperpanjang dengan hati-hati.

Diperlukan pengeboran yang khusus, teknik konstruksi dan pengawasan yang baik serta metode pengambilan sampel air untuk memastikan tingkat kehandalan yang tinggi dalam pemantauan data yang dihasilkan (Sundaram et al. 2009). Pengukuran kualitas air tanah yang dapat diandalkan memerlukan perawatan khusus dan, dalam beberapa aspek, berbeda dari pemantauan air permukaan. Instalasi bor pemantau, dan proses yang digunakan untuk pengambilan sampel air dari berbagai kedalaman dalam bor, perlu dioptimalkan untuk meminimalkan risiko kontaminasi sampel atau perubahan kimia (seperti yang disebabkan oleh oksigenasi). Umumnya, sampel ganda yang telah dibersihkan perlu disiapkan untuk setiap putaran sampling bor. Ini perlu untuk meminimasi potensi kontaminasi sampel dan memperhitungkan fakta bahwa mungkin diperlukan metode sampling yang berbeda, tergantung pada kedalaman atau tingkat isi ulang masing-masing bor. Persyaratan untuk beberapa jenis perangkat pengambilan sampel atau beberapa perangkat yang telah dibersihkan, mengakibatkan meningkatnya biaya pengumpulan sampel dibandingkan dengan pemantauan air permukaan.

Program pemantauan air tanah yang dikembangkan untuk suatu situs harus menjelaskan lokasi dan selang kedalaman semua bor pemantau serta frekuensi yang diperlukan untuk tingkat air tanah dan pengukuran kualitas (OOW 2014). Dalam situasi yang dinamis, dapat dipertimbangkan standar untuk penggunaan data logger (mesin penebang) otomatis untuk pengukuran tingkat air tanah. Contoh di mana logger mungkin diperlukan adalah pada antarmuka air tanah – air permukaan, atau saat menilai dampak jangka lebih singkat dari pemompaan air tanah pada pengguna bor dekatnya. Prediksi model numerik air tanah digunakan secara teratur untuk menilai kemungkinan dampak masa depan pertambangan di air tanah, dan semakin sering dibutuhkan oleh regulator sebagai bagian dari proses penilaian kinerja (Barnett et al 2012; OOW 2014). Model kalibrasi memerlukan data tingkat air tanah untuk dikumpulkan minimal setiap bulan.

4.7 Nilai-nilai warisan

The Burra Charter (Australia ICOMOS 2013) adalah acuan praktik kerja unggulan untuk pengelolaan fitur potensial dan warisan terdaftar di Australia dan karena itu tidak dibahas secara rinci dalam buku ini. Pemantauan dan evaluasi kinerja harus diselenggarakan dengan dokumen pedoman ini untuk semua elemen dari prinsip-prinsip konservasi, proses dan praktik di mana nilai-nilai warisan pertambangan merupakan bagian integral dari lanskap pasca tambang dan penggunaan lahan saat ini.

4.8 Mineral radioaktif

Secara global, pertambangan uranium berkembang guna membantu memenuhi meningkatnya permintaan untuk pasokan bahan baku untuk digunakan dalam pembangkit listrik. Australia memiliki proporsi terbesar dari sumber daya uranium yang dikenal di dunia, termasuk deposit tunggal terbesar yang diketahui, yang ada di Olympic Dam di Australia Selatan. Permasalahan khusus terkait radiasi yang berhubungan dengan pertambangan uranium dan dengan beberapa operasi penambangan lain yang berurusan dengan alami bahan radioaktif (NORM), seperti pasir mineral, fosfat, tanah langka, minyak dan gas (lihat, misalnya, IAEA tahun 2002, 2003abc 2013; ARPANSA 2005, 2008). Meningkatnya eksploitasi mineral ini, yang banyak yang terkait dengan teknologi, telah menyebabkan kesadaran yang lebih besar dari kebutuhan untuk mengkaji dan memantau risiko radiologi di pertambangan dan pengolahan dan di lokasi tambang remediasi.

Meskipun sebagian besar produksi dunia uranium saat ini menggunakan metode resapan di tempat (in-situ), dalam jangka menengah ada kemungkinan bahwa sebagian besar produksi Australia akan dengan tambang bawah tanah. Untuk tambang pit terbuka dan terkait WRD, pemantauan lingkungan harus mencakup air permukaan, air tanah dan udara untuk memastikan bahwa tidak ada risiko yang tidak dapat diterima untuk tenaga tambang dan masyarakat umum, dan bahwa gerakan kontaminasi radioaktif dari tambang diminimalkan. Untuk tambang bawah tanah, pemantauan lingkungan dari air tanah dan yang berdekatan dengan kawasan pertambangan, jelas sangat penting, terutama untuk dapat memastikan diminimalkannya pergerakan kontaminasi radioaktif dari tambang. Untuk alasan yang sama, pemantauan lingkungan dari TSF di pit terbuka dan operasi bawah tanah harus mencakup air permukaan, air tanah dan udara.

Pencucian bijih uranium in-situ meminimalkan gangguan permukaan dan kontaminasi. Sebuah solusi pencucian disuntikkan ke dalam akuifer terbatas terletak di formasi batu permeabel mengandung uranium dan dipompa melalui batu untuk mencairkan uranium sebelum solusi uranium diperkaya dikembalikan ke permukaan dan diproses untuk memulihkan uranium. Tidak ada pit, WRD atau TSF terkait dengan pencucian in-situ. Namun, pemantauan lingkungan dari air tanah dan yang berdekatan dengan wilayah pertambangan sangat penting, terutama untuk dapat memastikan bahwa larutan tidak keluar dari daerah pertambangan.

Apapun metode produksi yang digunakan, pertambangan uranium mirip dengan pertambangan logam lainnya. Risiko dan masalah yang paling signifikan yang terkait dengan potensi dampak lingkungan dari tambang uranium jarang berhubungan dengan radioaktivitas. Semua aturan perlindungan lingkungan dan prosedur pemantauan diperlukan untuk tambang logam berat perlu diterapkan, serta secara khusus terkait dengan aspek radiologi operasi. Masyarakat umumnya menjaga pengawasan yang sangat ketat terhadap operasi pertambangan uranium, sehingga program pemantauan yang diharapkan tidak kurang dari praktik kerja unggulan.

Dalam kondisi ini, pemantauan pada tambang uranium perlu memberi perhatian khusus pada parameter radiokimia dan radiologi, di samping standar yang tepat parameter pemantauan physiochemical yang dikumpulkan untuk tambang logam. Pemantauan radiokimia dan radiologi tersebut direkomendasikan oleh pedoman dan kode praktik internasional dan Australia, terlepas dari fakta bahwa risiko dan masalah yang paling signifikan yang terkait dengan tambang uranium tingkat rendah di Australia jarang berhubungan dengan paparan radiologi (kontras dengan situasi di taraf sangat tinggi tambang uranium bawah tanah di Kanada).

Masalah proteksi radiasi terutama terkait dengan keselamatan dan kesehatan kerja dari orang-orang yang mungkin terkena radiasi di daerah tambang dan pengolahan dalam masa waktu yang lama. Paparannya dipantau melalui rencana pengelolaan radiasi yang diperlukan oleh pihak berwenang dan mengacu pada standar keamanan internasional dan batas yang dimasukkan ke dalam hukum Australia. Pemantauan radiasi lingkungan biasanya dilakukan pada batas wilayah kerja untuk memastikan bahwa emisi debu dan atmosfer yang bocor, jika ada, berada di bawah batas yang disepakati secara internasional dan disimpan 'serendah mungkin yang dapat dicapai'. Unsur-unsur dari program pemantauan seperti tercantum dalam Lampiran 2.

Dari perspektif pemantauan lingkungan, perlu diperhatikan beberapa masalah sosial dan lingkungan khusus untuk tambang uranium. Misalnya, masalah rantai makanan mungkin menjadi kekhawatiran jika bentuk lahan pasca-tambang atau daerah di dekatnya digunakan sebagai sumber pasokan makanan. Masyarakat adat, khususnya, mungkin secara tradisional mengandalkan makanan semak bersumber dari lingkungan setempat sebagai bagian dari diet mereka. Dalam situasi di mana remediasi tambang dan budaya asli tradisional bersinggungan, dosis potensial melalui jalur konsumsi makanan semak harus dipertimbangkan dan dinilai, dengan memperhitungkan jenis dan jumlah makanan semak yang biasanya dikonsumsi. Pemantauan lingkungan untuk memfasilitasi penilaian dosis ini harus mencakup sampling dan analisis radionuklida dari makanan untuk membangun faktor pengalihannya. Penelitian dasar sangatlah penting untuk memahami tingkat radiologi pra-penambangan alami, karena akan menjadi dasar untuk mengembangkan kriteria penutupan radiologi yang berterima sebagaimana ditentukan oleh pedoman Australia dan internasional.

Desain penutup, penempatan selektif dari lapisan paling atas dari bahan dengan tingkat radioaktivitas rendah, atau keduanya, adalah metode yang digunakan untuk menangani rantai makanan dan permasalahan paparan publik lainnya selama fase operasional dan pasca-pemulihan, tetapi efektivitasnya membutuhkan penilaian guna memastikan dosis radiasi dalam batas yang ditentukan dan serendah mungkin dapat dicapai. Pemantauan pasca-perbaikan harus bertujuan untuk memahami aspek-aspek seperti ini dan memfasilitasi manajemen risiko untuk masyarakat umum, pengguna lahan lainnya, dan flora dan fauna.

Rekomendasi Australia (ARPANSA 2014) dan internasional (ICRP 2007) untuk proteksi radiologi kini secara khusus mengakui paparan lingkungan radiasi pengion terhadap satwa liar (flora dan fauna) sebagai kategori paparan yang berbeda bagi pertimbangan penilaian dan perlindungan yang diberlakukan. Paparan lingkungan terhadap satwa liar harus dinilai dengan menggunakan pendekatan petunjuk organisme untuk memperkirakan kadar dosis di atas ambang garis batas yang diserap untuk organisme dari radionuklida terkait tambang di media lingkungan (biasanya tanah atau air) dan dari radionuklida terakumulasi dalam organisme sendiri. Estimasi kadar dosis kemudian harus dibandingkan dengan tingkat skrining pelindung untuk menentukan potensi risiko radiologi terhadap satwa liar. Data radioekologis relevan diperlukan untuk menilai paparan lingkungan, termasuk data pada bioakumulasi radionuklida oleh satwa liar. Sebuah laporan teknis ARPANSA terbaru (Hirth 2014) memberikan beberapa nilai acuan umum pada faktor-faktor bioakumulasi untuk organisme Australia yang ada di lingkungan pertambangan uranium.

Rekomendasi Komisi Internasional tentang Proteksi Radiologis (International Commission on Radiological Protection) saat ini, yang telah diadopsi di Australia, menetapkan bahwa total paparan radiasi pada masyarakat umum di seluruh operasi tambang uranium, serta dari uranium tambang direhabilitasi, sebaiknya tidak lebih dari 1 millisievert per tahun di atas tingkat pra-pertambangan dan idealnya harus dibatasi untuk nilai yang lebih rendah ('kendala dosis') dengan menerapkan prinsip optimasi proteksi. Untuk dapat menunjukkan bahwa target ini telah tercapai dengan praktik-praktik remediasi yang telah dilaksanakan, pentinglah untuk melakukan penilaian yang kuat dari tingkat radiologi pra-penambangan. Studi kasus dari program remediasi tambang uranium Wismut yang dulunya di Jerman Timur menggambarkan cara kerja remediasi menargetkan standar proteksi radiasi dan bagaimana program pemantauan diterapkan untuk menunjukkan pencapaian tujuan tersebut.

Studi kasus: Program pemantauan terpadu untuk wilayah bekas tambang uranium di Jerman

Wismut GmbH mengoperasikan salah satu jaringan pemantauan lingkungan terbesar di Eropa, mengambil kira-kira 30.000 sampel per tahun dan membuat 300.000 entri database (95% sampel air). Pemantauan air mencakup lebih dari 1.400 poin investigasi untuk pengamatan tanah, air permukaan, rembesan dan air pengolahan di tujuh bekas tambang uranium dan penggilingan. Program pemantauan merupakan tulang punggung untuk evaluasi kinerja untuk beberapa bekas lokasi tambang uranium dan lokasi penggilingan.

Riwayat singkat

Pencarian awal (prospecting) yang sukses untuk uranium tak lama setelah Perang Dunia II mendorong pasukan pendudukan Soviet untuk mendirikan perusahaan Soviet SAG Wismut dalam apa yang kemudian yang saat itu di Republik Demokratik Jerman pada tahun 1947. Perusahaan yang awalnya dijalankan oleh militer Soviet ini memiliki tujuan tunggal yaitu mengeksploitasi deposito uranium Jerman untuk program nuklir Soviet. Pada tahun 1953, Wismut menjadi perusahaan kemitraan Soviet-Jerman. Pada tahun 1990, Wismut telah menghasilkan 231.000 ton uranium, menjadi produsen terbesar keempat di dunia.

Lingkungan sekitar Wismut itu terpengaruh oleh lebih dari 40 tahun pertambangan tak terkendali dan pengolahan bijih uranium. Warisan pertambangan termasuk 1.400 km dari terowongan buntu (adit) dan poros bawah tanah, 311 juta meter kubik limbah batu dan 160 juta meter kubik tailing radioaktif di daerah padat penduduk.



Tak lama setelah reunifikasi Jerman pada tahun 1990, WISMUT, GmbH (perseroan terbatas) yang disebut di sini sebagai 'WISMUT' menjadi perusahaan milik pemerintah federal, (www.wismut.de). Bisnis utamanya adalah pengakhiran kerja/dekomisioning (decommissioning), pembersihan, serta rehabilitasi pertambangan uranium dan situs pengolahan, khususnya:

- dekomisioning dan penggenangan (flooding) tambang
- pembongkaran dan demolisi bangunan dan struktur terkontaminasi
- remediasi pembuangan tambang dan kolam tailing (membentuk dan menutupi)
- pengolahan banjir yang meninggi, rembesan dan air pori tanah yang terkumpul.

Wismut telah diberi mandat untuk memperbaiki situasi lingkungan dengan menghilangkan atau setidaknya mengurangi dampak negatif ke tingkat yang dapat diterima.

Evaluasi kinerja

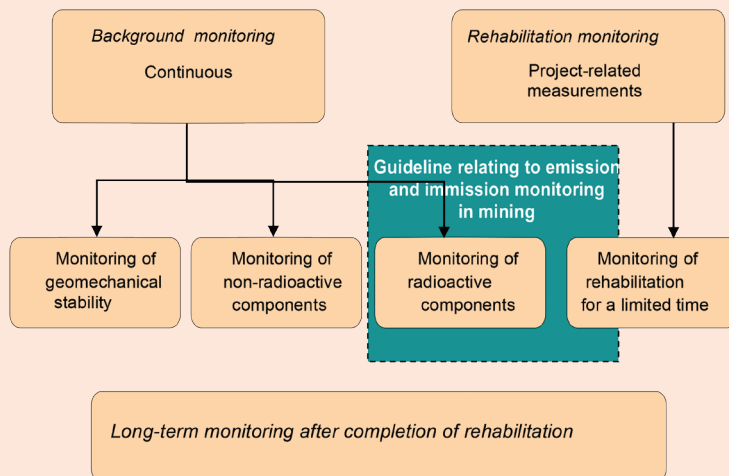
Tujuan dari program pemantauan Wismut adalah untuk:

- memperoleh data guna merencanakan dan merancang tindakan remedial
- memastikan kepatuhan terhadap standar hukum dan peraturan
- memberikan umpan balik pada rehabilitasi
- kinerja remediasi dokumen
- memberikan bukti efisiensi kegiatan remedial.

Program pemantauan Wismut mencakup pemantauan lingkungan maupun operasional. Parameter yang dipantau antara lain konsentrasi radionuklid (seperti U-238, Ra-226, Rn-222) dan juga parameter non-radiologis lainnya (salinitas, elemen jejak dan sebagainya). Program tersebut juga mengumpulkan data hidrologis dan parameter meteorologis.

Wismut membedakan antara pemantauan latar belakang dan pemantauan rehabilitasi (lihat Gambar 2). Pemantauan latar belakang melibatkan pemantauan jangka panjang tindakan perbaikan jalur atmosferik dan air dengan menggunakan jaringan lokasi pemantauan tetap dan pengukuran yang terjadi secara independen. Pemantauan rehabilitasi menilai kinerja proyek rehabilitasi. Setelah akhir rehabilitasi fisik, program pemantauan jangka panjang memberikan bukti pada kinerja proses remediasi. Penggunaan lahan akhir mencakup rumput domba, penghijauan, taman surya dan lapangan golf. Pemantauan yang dilakukan tergantung pada penggunaan lahan dan situs tertentu (seperti tumpukan stok dan tailing tertutup, dan pit terbuka). Parameter yang diukur meliputi pertumbuhan tanaman dan penutup, karakteristik tanah dan properti hidrologi.

Gambar 2: Struktur program pemantauan Wismut



Catatan: Termasuk persyaratan dari Pemerintah Jerman untuk mengendalikan, meringkas dan melaporkan semua pengaliran keluar radioaktivitas alam dan dampak terhadap lingkungan. Istilah 'immission' mengacu pada titik penerima di mana emisi dipantau.

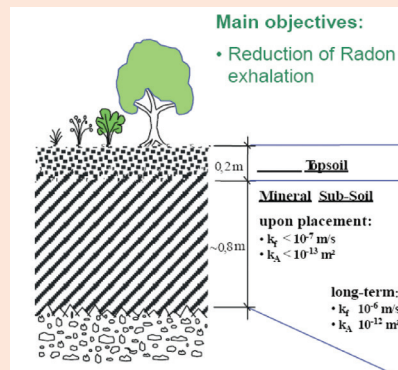
Integrasi pemantauan dan data spasial

Jumlah besar data yang dikumpulkan membutuhkan pengelolaan data yang efisien dan jaminan kualitas yang ketat. Data kualitas-terjamin disimpan dalam database lingkungan pusat. Database lingkungan terkait dengan sistem informasi geografis (GIS) yang memungkinkan penafsiran, presentasi dan analisis berorientasi pada tujuan dari data lingkungan.

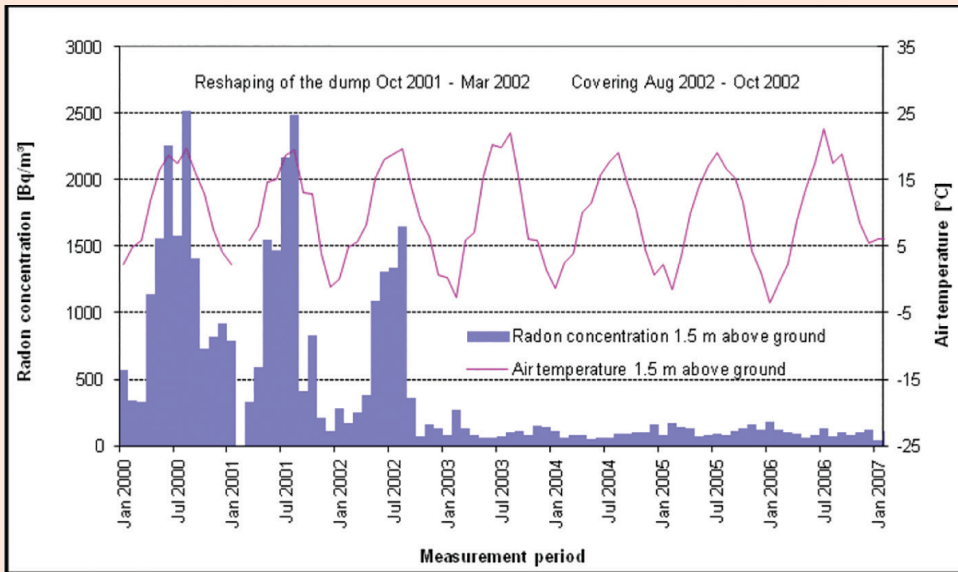
Bagaimana data pemantauan digunakan untuk menilai keberhasilan rehabilitasi: contoh

- Banyak pembuangan limbah batu sisa menyebabkan peningkatan konsentrasi radon di udara di dekat daerah pemukiman di sekitar situs Schlema-Alberoda. Gambar 3 menunjukkan pembuangan #366 setelah pembentukan kembali intensif dan pembangunan 1 meter penghalang radon tebal atas bentuk lahan yang dibentuk kembali. Gambar 4 menunjukkan bagaimana remediasi telah berhasil mengurangi konsentrasi radon secara signifikan dalam udara ambien. Dengan memperhitungkan tingkat latar belakang untuk radon (R_n) dari 20 Bq/m^3 , konsentrasi diukur dari 70 Bq/m^3 (yaitu, 50 Bq/m^3 dari pembuangan) sesuai dengan dosis efektif dari 1 mSv/a bagi masyarakat lokal. Nilai dosis ini berfungsi sebagai kriteria untuk keberhasilan remediasi.

Gambar 3: Pembuangan # 366 di situs Schlema setelah remediasi dengan pengukuran



Gambar 4: Serangkaian waktu konsentrasi radon diukur (di bintang merah) dan batas dosis tambahan



Kesimpulan

Mengelola program monitoring penutupan tambang daerah yang luas seperti itu membutuhkan tujuan program monitoring yang jelas untuk kedua pemantauan latar belakang dan rehabilitasi, mengukur berbagai parameter dari sumber data jarak jauh. Program tersebut tidak akan mungkin tanpa kepemimpinan dan keberlanjutan yang disediakan oleh tim pemantauan yang berkualitas dan berpengalaman, memastikan jaminan kualitas dari semua elemen; pengumpulan data, penyimpanan, interpretasi dan pelaporan data dalam kerangka kerja yang sangat lama. Proyek ini memberikan prinsip-prinsip praktik kerja unggulan yang dapat diterapkan untuk program pemantauan yang kompleks.

Program tambang warisan mungkin membutuhkan pengembangan batas spesifik lokasi untuk dijadikan asal dari bagian kegiatan remediasi, sesuai dengan praktik kerja unggulan internasional yang diterima untuk apa yang digambarkan sebagai 'situasi paparan yang ada', sebagai lawan dari situasi paparan yang direncanakan (IAEA 2011). Situasi paparan yang ada adalah salah satu yang sudah ada saat keputusan tentang kebutuhan untuk pengendalian perlu diambil. Situasi semacam itu mencakup paparan radiasi latar alam yang dapat dikendalikan secara bertanggungjawab, paparan akibat residu bahan radioaktif yang muncul dari praktik-praktik masa lalu yang tidak pernah taat pada peraturan pengendalian, dan paparan akibat bahan radioaktif sisa yang timbul dari suatu keadaan darurat nuklir atau radiasi setelah keadaan darurat telah berakhir.

Kekhawatiran yang sama dengan yang diungkapkan tentang pertambangan uranium yaitu sering diungkapkannya tentang operasi lain yang berhubungan dengan NORM, seperti pasir mineral atau fasilitas pengolahan fosfat. Sekali lagi, kekhawatiran utama bagi perlindungan publik dan biota biasanya berhubungan dengan kimia daripada radioaktivitas. Di mana berlaku, pekerja di industri penghasil NORM dipantau oleh rencana pengelolaan radiasi yang dioperasikan sesuai dengan persyaratan peraturan.

Diskusi komprehensif tentang masalah di atas terdapat di dalam dokumen acuan yang dikeluarkan oleh IAEA dan ARPANSA (lihat bagian 'Bacaan lebih lanjut' MDK). Sebuah panduan praktik kerja unggulan untuk pertambangan resapan uranium in-situ di Australia telah dikeluarkan oleh Geoscience Australia (2010).

4.9 Keterlibatan masyarakat dalam pelaksanaan pemantauan

4.9.1 Program pemantauan lingkungan

Dengan penekanan lebih besar pada pembangunan berkelanjutan dan meningkatkan keterlibatan pemangku kepentingan dalam pengambilan keputusan, diharapkan masyarakat akan memiliki peran lebih aktif dalam program pemantauan.

Prinsip konsultasi pemangku kepentingan masyarakat dalam menetapkan pemantauan dan tujuan pengelolaan lingkungan, serta dalam memilih indikator kualitas air untuk memantau dan sasaran mutu air untuk menilainya, diwujudkan dalam kerangka kerja untuk pengelolaan kualitas air ANZECC-ARMCANZ (2000ab). Meskipun belum banyak dianut, operasi praktik kerja unggulan telah menganut pendekatan ini. Contoh dalam studi kasus Rum Jungle.

Studi kasus: Proyek Nilai-Nilai Lingkungan Rum Jungle

Drainase asam dan logam di bekas tambang tembaga dan uranium Rum Jungle di Northern Territory telah menyebabkan dampak yang signifikan pada air tanah lokal dan pada air lingkungan Cabang Timur Sungai Finniss. Meskipun rehabilitasi telah dilakukan pada tahun 1980-an, hal itu tidak mencapai tingkat yang memenuhi praktik kerja unggulan saat penutupan tambang. Selain itu, pekerjaan yang dilakukan tanpa ada masukan dari pemilik tradisional Aborigin dari daerah.

Northern Territory dan pemerintah Australia telah bekerja berdasarkan perjanjian kemitraan untuk meningkatkan pemeliharaan situs dan pemantauan lingkungan serta untuk mengembangkan strategi rehabilitasi perbaikan untuk situs yang bermanfaat bagi para pemangku kepentingan, dan konsisten dengan pandangan dan kepentingan pemilik tradisional. Sebagai bagian dari proyek ini, pada awal tahun 2013 Department of Mines and Energy/DME (Departemen Pertambangan dan Energi) Teritori telah menyelesaikan studi terhadap nilai-nilai lingkungan hilir Rum Jungle. Tujuannya adalah untuk menggambarkan penerimaan karakteristik ekologi dan geomorfologi kunci lingkungan, mengidentifikasi nilai-nilai lingkungan yang penting bagi para pemangku kepentingan, khususnya pemilik tradisional, dan menetapkan sasaran mutu air yang sesuai untuk rehabilitasi tambang berdasarkan nilai-nilai. Sebuah rencana pemantauan lingkungan kemudian dirancang sedemikian rupa sehingga perbaikan kualitas air dapat diukur sebagai rehabilitasi lebih lanjut dari situs masa depan.

Penelitian ini dilakukan oleh tim ahli ilmiah dengan berbagai keterampilan teknis yang relevan dan pengetahuan yang terperinci dari daerah. Tim mengulas secara cermat data historis dan laporan ilmiah, yang melakukan pemeriksaan lapangan dan mengadakan konsultasi dengan para pemangku kepentingan, termasuk empat kelompok pemilik tradisional utama. Tim menemukan bahwa, sementara sejumlah besar data pemantauan telah dikumpulkan selama bertahun-tahun, yang berfokus terutama pada perairan dalam lokasi tambang, terdapat kesenjangan data yang cukup besar bagi kualitas lingkungan habitat di sungai dan sungai hilir tambang.

Bagian penting dari kerja lapangan ini adalah untuk mengidentifikasi nilai-nilai budaya melalui pertemuan dengan pemilik tradisional. Kontribusi mereka membantu tim mengidentifikasi nilai-nilai budaya yang perlu dipertimbangkan sebagai bagian dari metode ANZECC-ARMCANZ (2000b) untuk mengidentifikasi nilai-nilai lingkungan dan menetapkan sasaran mutu air. Tim menyadari bahwa kesehatan sungai, kemampuannya untuk mengalir dengan bebas, serta kelimpahan dan kesejahteraan totem dan organisme signifikan budaya dan spiritual lainnya serta makanan tradisional yang sangat penting untuk pemilik tradisional. Karena banyak dari nilai-nilai budaya yang terkait erat dengan kesehatan ekosistem perairan, mungkinlah untuk menggunakan nilai-nilai pemicu kualitas air sebagai pengganti untuk perlindungan nilai budaya. Pendekatan ini disetujui oleh pemilik tradisional.

Penelitian ini menemukan bahwa tahun 1980 rehabilitasi lokasi tambang sangat meningkatkan kualitas arus hilir, mengurangi beban kontaminan di Cabang Timur (East Branch) dengan faktor tiga sampai tujuh secara tahunan (Jeffrey et al. 2001). Namun, kualitas air di cabang seringkali masih jauh di atas nilai-nilai pemicu yang berlaku untuk perlindungan ekosistem perairan. Sedimen di sepanjang cabang juga mengandung konsentrat logam di atas pedoman kualitas sedimen.

Studi pada tahun 1990-an mendokumentasikan status dan pemulihan kualitas air dan organisme air setelah mulai rehabilitasi pada tahun 1983, menunjukkan bahwa pemulihan substansial telah terjadi di bagian utama Sungai Finnis, namun ekosistem perairan tersebut tetap terdegradasi di East Branch. Tetapi hanya sangat sedikit investigasi vegetasi riparian selama periode pra-pertambangan, pertambangan dan pasca-rehabilitasi, meskipun selama operasi terjadi kematian (dieback) vegetasi tepian secara besar-besaran. Sementara ada beberapa pemulihan di East Branch, beberapa bagian dari koridor tepian tetap sangat terpengaruh. Kondisi tepian dari bagian utama Sungai Finnis (hilir persimpangan dengan East Branch) umumnya jauh lebih baik, membaik dengan hilir yang berjauhan.

Dekat pantai, Sungai Finnis mengalir melalui Situs Signifikansi Konservasi Pesisir Dataran Banjir Sungai Finnis (Finniss River Coastal Floodplain Site), yang mendukung sejumlah spesies yang terdaftar terancam punah. Namun, sangat sedikit yang diketahui tentang status riparian dan akuatik langka, serta flora dan fauna di dalam atau di dekat lokasi tambang, walaupun budaya dari beberapa spesies yang langka dan spesies yang lebih umum lainnya juga penting.

Untuk mengidentifikasi nilai-nilai lingkungan dan mengembangkan sasaran mutu airnya, sistem hilir sungai dibagi menjadi sembilan zona (empat di Cabang Timur antara hulu tambang dan pertemuan cabang dengan Sungai Finniss dan lima di Sungai Finniss dari hulu pertemuan East Branch ke muara, termasuk situs penting konservasi). Hal ini dilakukan karena ada potensi pemulihan kesehatan ekosistem, nilai-nilai lingkungan, dan oleh karena itu sarasannya berbeda di sepanjang sistem sungai. Nilai-nilai lingkungan yang dipertimbangkan untuk setiap zona ialah ekosistem perairan, budaya/spiritual, habitat satwa liar, rekreasi utama, rekreasi sekunder, rekreasi visual, penggunaan industri, akuakultur, air minum, irigasi, air persediaan dan pasokan pertanian. Hanya ekosistem perairan dan nilai-nilai lingkungan budaya/spiritual yang penting bagi semua zona.

Tujuan kualitas air dikembangkan untuk setiap zona untuk setiap parameter kualitas air dengan memilih nilai pemicu terendah yang diidentifikasi untuk nilai-nilai lingkungan apa saja yang diterapkan pada zona itu. Setelah itu tujuan kemudian dimasukkan ke dalam perencanaan rehabilitasi dan desain guna memastikan untuk ditangani pada setiap pekerjaan rehabilitasi masa depan.

Untuk zona yang sangat terpengaruh di East Branch dalam area sewa tambang, rehabilitasi dianggap tidak mungkin mampu memberikan kualitas air yang akan menghasilkan tingkat perlindungan yang sama dari ekosistem air yang dipilih untuk zona hilir. Oleh karena itu dinominasikan nilai-nilai konsentrat pemicu yang lebih tinggi. Karena mereka dipilih dari persentase spesies yang dilindungi, maka dimungkinkan untuk menyampaikan kepada pemilik tradisional apa yang tersirat oleh tingkat berkurangnya perlindungan dan mencapai kesepakatan tentang sasaran mutu air untuk zona-zona tersebut.

Program pemantauan yang direkomendasikan yang dikembangkan dari penelitian ini bertujuan untuk memberikan dasar yang cukup kuat saat ini untuk menilai keberhasilan rehabilitasi. Program ini mencakup kualitas air, biota air, air dan tetrapoda riparian (vertebrata selain ikan); proses saluran (seperti erosi dan pengendapan sedimen); vegetasi riparian; dan makanan semak yang diidentifikasi oleh pemilik tradisional. Pemantauan lokasi termasuk situs acuan hulu dan situs sejauh hilir sebagai dampak yang telah secara historis terdeteksi atau mungkin diharapkan terjadi di masa depan.

Tim penilai merekomendasikan bahwa pemantauan rutin harus didukung oleh penelitian yang ditargetkan dalam contoh pertama untuk membantu mengembangkan tujuan asal mutu air secara lokal, dan bahwa temuan harus secara teratur dilaporkan kepada publik dan langsung ke pemilik tradisional.



Tambang Rum Jungle saat beroperasi.



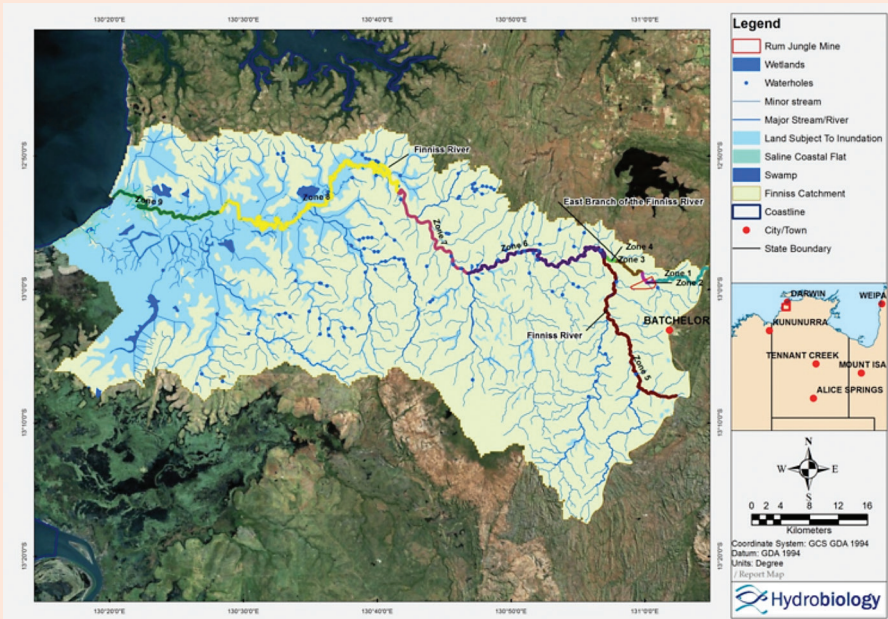
Dr R Smith dari tim studi pengujian kualitas air dari kolam di East Branch.



Kolam-kolam di saluran pengalihan di Rum Jungle dipengaruhi oleh kontaminan dari bekas tambang Rum Jungle.



Sedimen berpasir mengisi saluran di bawah Cabang Timur.



Peta sistem Sungai Finniss menunjukkan zona yang digunakan untuk menetapkan sasaran mutu air.

Keterlibatan masyarakat dalam pengumpulan data pemantauan lingkungan membutuhkan pertimbangan dari pelatihan dan keterampilan yang diperlukan untuk peserta masyarakat dan manajemen kualitas data untuk memastikan validitas dan utilitas dari hasil pemantauan. Meskipun demikian, hal ini mampu dan telah dianut dengan sukses yang cukup besar. Pengawasan airan sungai (streamwatch) (www.streamwatch.org.au) merupakan contoh dari program pemantauan lingkungan berbasis masyarakat yang berhasil di luar sektor sumber daya, yang menunjukkan nilai nyata yang dapat diwujudkan dengan pemantauan lingkungan masyarakat. Dalam industri pertambangan, terdapat banyak contoh keterlibatan masyarakat, seperti pembantu relawan dalam program-program lapangan, pemilik tanah yang menampung relawan dan membantu memelihara stasiun cuaca atau pengukuran otomatis, mahasiswa magang lokal, dan anggota masyarakat yang memberikan kisah singkat tentang ada atau tidak adanya spesies serta sejarah perubahan lanskap dan habitat.

Para penganut praktik kerja unggulan keterlibatan masyarakat menyadari manfaat pemahaman masyarakat yang lebih baik dari hasil pemantauan lingkungan dan kendala dalam pengumpulan data pemantauan. Di daerah di mana pemantauan lingkungan melibatkan masyarakat dengan ekonomi di bawah standar, pendapatan yang diperoleh dengan berpartisipasi dalam pemantauan dapat menjadi dorongan besar untuk perekonomian lokal, memberikan tambahan perasaan positif masyarakat.

Konsultasi melalui web merupakan cara yang semakin disukai oleh anggota masyarakat guna mendapat masukan dari berbagai tahap proyek. Hal ini juga tepat untuk melibatkan kaum muda dan mereka yang kurang mampu untuk menghadiri pertemuan dan dapat membantu mengurangi 'kelelahan keterlibatan' di antara peserta masyarakat.

4.9.2 Program pemantauan sosioekonomi

Seperti dicatat dalam Bagian 3.4.3, pemantauan sosioekonomi dalam industri pertambangan idealnya melibatkan mekanisme masukan masyarakat pada setiap tahap pengembangan dan pelaksanaan kerangka pemantauan ini, yang mungkin akan memasukkan pengumpulan data dan validasi hasil.

Jelaslah, bahwa kapasitas masyarakat untuk berpartisipasi dalam pengumpulan data tergantung pada bentuk dan konteks data yang bersangkutan. Namun demikian, kerangka pemantauan sosioekonomi yang dirancang dengan baik yang memadukan campuran jenis data dan sumber-sumber harus berusaha memasukkan beberapa tingkat partisipasi masyarakat pada setiap tahap program pemantauan. Kelompok masyarakat yang dapat memfasilitasi partisipasi mencakup kelompok penghubung masyarakat adat, sekolah dan asosiasi lokal. Juga penting untuk berkonsultasi dan melibatkan masyarakat adat setempat (pemilik tradisional) pada berbagai isu sosioekonomi, budaya dan warisan, karena banyak masalah yang saling terkait.

Program pemantauan sosioekonomi yang gagal untuk menyertakan persilangan (cross-section) kepentingan masyarakat mungkin akhirnya membuktikan kekurangannya sebagai poin acuan organisasi atau masyarakat. Alat untuk membimbing perusahaan dalam mengidentifikasi pemangku kepentingan primer atau sekunder meliputi *Pengembangan perangkat masyarakat (Community development toolkit)* ICMM (ICMM t.t.).

Studi kasus: Keterlibatan masyarakat adat dalam pemantauan untuk meningkatkan pengelolaan lahan

Operasi bauksit Rio Tinto Alcan (RTA) Weipa berlokasi di pantai barat Cape York Peninsula di Far North Queensland. Operasi tersebut melaksanakan program-program keterlibatan masyarakat, didorong oleh kewajiban dalam perjanjian penggunaan lahan adat RTA Weipa yang mencakup konsultasi berkelanjutan dengan pemilik tradisional guna mengidentifikasi potensi dampak pengelolaan lahan dan peluang-peluang sebelum memperluas tambang ke daerah-daerah baru. Program-program tersebut dikembangkan oleh hubungan masyarakat, warisan dan lingkungan tim RTA untuk menangani tanggung jawab khusus masing-masing tim.

Tim-tim tersebut telah mulai mengembangkan program yang memfasilitasi keterlibatan masyarakat adat dalam memantau tanggung jawab kepatuhan guna meningkatkan pengelolaan lahan di seluruh situs. Tim lingkungan mengembangkan proyek konsultasi masyarakat Asal Nilai Budaya (Deriving Cultural Values), berkolaborasi dengan pemilik tradisional untuk menangkap pikiran mereka, nilai-nilai dan aspirasi yang berkaitan dengan situs rehabilitasi di pertambangan sewa perusahaan. Proyek ini memfasilitasi masukan dari nilai-nilai adat ke dalam tujuan dan praktik rehabilitasi di lokasi, mengidentifikasi tanaman prioritas bagi pemilik tradisional dan menggambarkan kerangka budaya yang mendefinisikan makna dari tanaman tersebut. Pengetahuan ini akan membantu RTA untuk menargetkan spesies tanaman yang sesuai untuk rehabilitasi dan memperhitungkan nilai-nilai pemilik tradisional lainnya serta aspirasi untuk negeri pasca-pertambangan ('negeri' adalah konsep tanah Aborigin dan meliputi spiritual, koneksi fisik, sosial dan budaya yang terkait).

Tim warisan budaya bekerjasama dengan pemilik tradisional untuk mengembangkan pendekatan manajemen proaktif untuk warisan budaya yang mengidentifikasi nilai-nilai dan pentingnya tempat warisan budaya mereka. Hal ini memungkinkan manajemen dan strategi pemantauan yang tepat untuk tempat dan situs di seluruh pertambangan sewa guna didefinisikan jika dan saat mereka terkena dampak pertambangan.

Pada tahun 2013, RTA melihat untuk memperluas kegiatan pertambangan ke daerah timur dari arus tambang East Weipa. Daerah ini secara substansial belum dipengaruhi oleh pertambangan, dan pengelolaan tanah daerah memerlukan keterlibatan masyarakat yang signifikan dengan pemilik tanah tradisional, masyarakat Wathayn dan Peppan. Pelajaran dari rehabilitasi dan lokakarya warisan budaya ialah bahwa pendekatan pengelolaan lahan harus lebih holistik dan berurusan dengan negara, daripada terlibat secara terpisah dengan hubungan masyarakat, warisan dan lingkungan.

Tim RTA dan pemilik tradisional Wathayn dan Peppan sedang mengembangkan sebuah rencana yang secara kolektif berhubungan dengan semua kewajiban pengelolaan lahan untuk daerah tersebut. Rencana tersebut akan dikembangkan melalui serangkaian lokakarya di 'negeri' dan pertemuan dengan kewajiban hukum rinci RTA dan perjanjian untuk pengelolaan lahan serta mengidentifikasi nilai-nilai dan aspirasi pemilik tradisional untuk tanah. Rencana tersebut akan menginformasikan cara RTA menerapkan kewajiban pengelolaan lahan pada 'negeri' untuk memenuhi persyaratan hukum dan kesepakatan serta nilai-nilai dan prioritas dari pemilik tradisional. Melalui proses ini, RTA akan mengembangkan pemahaman yang jelas tentang apa yang pemilik tradisional inginkan dari perusahaan untuk memberitahu mereka tentang pengelolaan lahan dan bagaimana kegiatannya harus dilakukan, serta mengidentifikasi peluang untuk terlibat dalam kegiatan pengelolaan lahan. Masyarakat, Warisan, dan Rencana Pengelolaan Tanah Lingkungan akan merinci manajemen dan pemantauan daerah berkelanjutan, memungkinkan untuk deteksi dini dampak negatif terhadap tanah, penilaian yang jelas dari efektivitas pengelolaan lahan RTA, dan pengembangan perbaikan yang efektif, kolaborasi dengan pemilik tradisional.



4.9.3 Penanganan sengketa dan keluhan masyarakat

Sengketa antara tambang dan masyarakat, atau kelompok-kelompok tertentu dalam masyarakat, bukannya tidak biasa. Jika ditangani dengan baik, keterlibatan atas masalah sulit dapat membantu untuk memperkuat hubungan dan menunjukkan kesediaan operasi pertambangan untuk mengatasi masalah-masalah yang dikhawatirkan (bahkan saat masalah tidak dapat sepenuhnya diselesaikan). Keterlibatan awal, partisipasi masyarakat, penilaian dampak, analisis risiko, serta komitmen terhadap hak asasi manusia dan pembangunan masyarakat adalah strategi praktik kerja unggulan terdahulu yang bertujuan untuk mencegah konflik yang pada awalnya timbul.

Namun demikian, masalah pasti akan timbul dan operasi harus mempersiapkannya dengan menetapkan mekanisme yang efektif terhadap pengaduan dan mekanisme penyelesaian sengketa yang efektif sedini mungkin dalam siklus hidup tambang, termasuk selama fase eksplorasi. Mekanisme pemantauan harus mencakup proses untuk berkomunikasi, menerima, mencatat log, menilai, menanggapi dan melaporkan keluhan. Tren insiden dan keluhan harus dianalisis dan digunakan untuk mencapai hasil yang lebih baik dan menunjukkan peningkatan kinerja.

Keterlibatan awal dan inklusif akan membantu menentukan desain yang optimal untuk mekanisme konsultasi. Kebutuhan dan preferensi kelompok rentan, minoritas dan marginal, misalnya dengan menyediakan sarana untuk mengajukan keluhan bagi orang yang rendah tingkat melek hurufnya, harus dipertimbangkan. Mekanisme pengaduan, baik formal maupun informal, harus dipantau dan dievaluasi secara berkala, termasuk mengevaluasi kepuasan masyarakat atas hasil serta prosesnya.

Sebuah penelitian baru-baru ini terhadap keluhan pertambangan dan masyarakat berisi elemen-elemen dari rekaman mekanisme pengaduan dan manajemen yang telah dan yang belum berhasil (lihat Lampiran 3, dari Kemp & Obligasi 2009).

4.10 Pengelolaan data

Mengingat biaya dan usaha yang masuk ke dalam pengumpulan tersebut, data pemantauan biasanya merupakan aset yang paling mahal dari bagian pemantauan proyek pertambangan, sehingga sangat mengherankan untuk menyaksikan bagaimana sedikitnya perhatian yang sering diberikan untuk mengoptimalkan penyimpanan data dan sistem pengelolaan serta penggunaan untuk dapat memasukkan data. Untuk mewujudkan nilai maksimum investasi dalam pengumpulan data, sistem pengelolaan database harus berada di lokasi guna memastikan tidak hanya data yang akurat dan mudah diakses, tetapi juga terdapat keamanan yang memadai untuk mencegah terjadinya penyalahgunaan atau akses yang tidak berwenang. Sistem pengelolaan data praktik kerja unggulan dan pelaporan secara otomatis memberi sinyal kepada staf operasi jika parameter kunci mendekati batas nilai-nilai kinerja, serta memfasilitasi produksi laporan tepat waktu dan tepat mencapai tujuan. Data pemantauan juga dapat digunakan untuk mendukung upaya penelitian dan untuk mengidentifikasi hubungan yang sebelumnya tidak dikenal antara parameter pemantauan. Inilah praktik kerja unggulan pengelolaan data; bukan menyimpan data pemantauan dalam lembar kerja pada 'hard drive' lokal.

Pengelolaan data yang memadai merupakan langkah pertama dalam pengendalian mutu data. Sebagaimana dicatat oleh *Pedoman Australia untuk pemantauan kualitas air dan pelaporan (Australian guidelines for water quality monitoring and reporting)*, 'Setelah data "disertifikasi" meninggalkan laboratorium, ada banyak kesempatan untuk terjadinya "kontaminasi" dari hasil' (ANZECC-ARMCANZ 2000b). Sisipan, penghapusan dan pengulangan data, pencampuran unit pengukuran dan tugas yang keliru dari situs atau tanggal dengan mudah dapat terjadi. Kesalahan data tersebut dapat sangat sulit untuk dideteksi tanpa pemeriksaan rinci reguler terhadap dataset yang baru oleh personil yang terbiasa dengan program pemantauan. Entri data yang ketat adalah jaminan kualitas dan kontrol kualitas, menggunakan database dengan otorisasi yang tepat untuk akses dan pelacakan suntingan serta konsistensi pemeriksaan internal, dapat menghilangkan atau meminimalkan kesalahan tersebut, dan layak biaya dan usaha.

Karena sistem penyimpanan data terutama sistem elektronik, sangat penting untuk memberi dukungan yang memadai (baik pada lokasi maupun di luar lokasi). Idealnya, perangkat keras data juga harus dijaga. Seperti halnya aspek manajemen mutu, tata graha (housekeeping) yang baik merupakan elemen penting. Kecukupan, kualitas dan lokasi cadangan harus secara teratur diperiksa. Hal ini berlaku terutama di mana beberapa sistem jaringan yang terlibat dan di mana ada potensi untuk bagian dari sistem tidak akan didukung sebagai akibat dari kegagalan perangkat lunak yang error atau perangkat keras yang rusak.

Untuk operasi berumur panjang, penting untuk menggunakan perangkat lunak penyimpanan data yang banyak digunakan, yang memungkinkan kemudahan transfer data untuk sistem lain, atau keduanya. Sistem perangkat lunak berkembang, dan tidak ada jaminan bahwa perangkat lunak yang digunakan saat ini akan terus didukung atau perangkat keras dan sistem operasi masa depan akan dapat menjalankannya. Hal yang sama berlaku untuk media penyimpanan massa dan format internal yang digunakan untuk pengarsipan data.

Untuk dataset yang lebih besar, database relasional umumnya lebih baik 'kedap masa depan' (futureproofed) karena struktur data dapat dipertahankan dalam implementasi perangkat lunak masa depan, dan sistem transfer data yang kuat umumnya berkembang dengan baik bagi mereka. Untuk dataset yang lebih kecil dan proyek durasi pendek, format kertas kerja standar dapat memberikan 'kedap masa depan' memadai, tetapi mungkin tidak menjadi pilihan terbaik jika tidak memungkinkan kemudahan pemeriksaan kualitas data. Pilihan database daring tersedia bahkan untuk dataset kecil, dan sudah tersedia secara gratis perangkat lunak database relasional.

Sejumlah paket database relasional yang disesuaikan untuk menyimpan dan melaporkan data pemantauan telah tersedia. Paket unggulan mencakup kemampuan untuk mengotomatisasi beberapa aspek kualitas pengecekan data (misalnya, neraca ion dalam kasus analisis sampel air) dan menyediakan skor kualitas data terkait dengan pengukuran yang tersimpan. Fitur tersebut sangat dianjurkan untuk pengelolaan data praktik kerja unggulan. Dalam memilih paket pemantauan pengelolaan data, adalah penting bahwa kesesuaian dan cakupan dari tipe data yang disesuaikan dengan kebutuhan dari program pemantauan. Merupakan nasihat yang keliru untuk mendesain pemantauan konten informasi sesuai dengan kemampuan dari perangkat lunak, karena hal ini mungkin berarti sejumlah komponen penting dari program pemantauan tidak dapat secara efektif dimasukkan ke dalam struktur data atau perlu diperendah atau diringkas untuk disimpan, berpotensi mengurangi utilitas masa depan data.

Fleksibilitas dan kemampuan beradaptasi dalam sistem pengelolaan data merupakan kebutuhan dalam pemilihan paket pemantauan pengolahan data. Situs, parameter dan presisi pemantauan tersebut dapat berubah dari waktu ke waktu dalam menanggapi perubahan kebutuhan pengelolaan. Sistem pengelolaan data tersebut harus cukup fleksibel untuk mengakomodir perubahan tersebut dan menjaga keseimbangan yang tepat antara standarisasi untuk memfasilitasi manajemen kualitas data dan adaptasi guna memfasilitasi optimalisasi program monitoring. Biasanya hal ini akan memerlukan sistem keamanan multi-level, sehingga hanya manajer sistem yang berwenang dan kompeten secara teknis yang mampu membuat perubahan yang diperlukan guna menyesuaikan struktur database terhadap perubahan kebutuhan.

Kebanyakan program monitoring modern mencakup berbagai jenis data, seperti dataset yang berbeda ukuran, pengukuran seri-waktu kontinyu atau semi-kontinyu, dan sejumlah kecil parameter sampel diskrit. Atau, mereka mungkin termasuk dataset dari berbagai tingkat kompleksitas, seperti pengukuran biologis beberapa parameter untuk bagian tubuh yang berbeda dari individu beberapa spesies dari kelompok taksonomi yang berbeda, dikumpulkan dengan menggunakan beberapa metode sampling yang berbeda di sejumlah situs dalam sejumlah peristiwa, serta pengukuran kualitas air di tempat sebulan sekali dengan beberapa parameter per sampel.

Penggunaan praktik kerja unggulan dataset yang berbeda termasuk perbandingan dan sintesis hasil untuk memberikan beberapa baris bukti guna menilai dampak dari operasi pertambangan. Bilamana mungkin, ini harus difasilitasi oleh penggunaan sistem pengelolaan data tunggal. Namun, mungkin tidak dapat untuk secara efektif mencakup semua jenis pemantauan data dalam satu sistem. Dalam hal ini, standarisasi penggunaan beberapa elemen data di dataset, seperti penggunaan deskriptor kode situs umum, merupakan hal penting untuk memfasilitasi analisis data yang disimpan dalam database yang berbeda. Umumnya, lokasi situs kepatuhan dapat berubah melalui waktu, dan nama stasiun yang sama dipertahankan untuk kenyamanan pelaporan. Dalam kasus seperti itu, penting untuk menyimpan catatan perubahan yang telah terjadi di lokasi, karena perbedaan yang tidak dikenal dalam perilaku sebelumnya dapat kemudian ditemukan. Mungkin juga ada kasus di mana situs yang sama telah ditetapkan dengan nama yang berbeda akibat perbedaan data yang dikumpulkan oleh tim yang berbeda untuk tujuan yang berbeda (seperti kualitas air dan identifikasi taksonomi). Dalam kasus tersebut, penting bahwa sistem pengelolaan data yang mampu memasang berbagai nama situs (alias) ke lokasi, sehingga semua dataset untuk situs dapat dikumpulkan dan dilaporkan secara konsisten.

Sistem data harus dapat diakses oleh mereka yang membutuhkan untuk menggunakannya dan cukup intuitif sehingga pengguna baru dapat menggunakannya dengan cepat dan mengakses data pemantauan saat mereka membutuhkannya. Kejelasan dalam sistem pengelolaan data harus meliputi sumber data, kualitas dan relevansinya. Ingat bahwa orang yang bertanggung jawab dari data sekarang mungkin bukan orang yang bertanggung jawab untuk itu di tahun-tahun mendatang. Praktik kerja unggulan sistem pengelolaan data memfasilitasi transfer basis pemantauan pengetahuan dan harus orang yang netral.

Mempertahankan memori hasil pemantauan dan audit perusahaan juga dapat menjadi masalah besar untuk proyek pertambangan. Prosedur harus di tempat guna memastikan bahwa teknik monitoring, lokasi, data dan laporan yang aman direkam dengan cara yang akan memungkinkan staf baru untuk terus melaksanakannya dan melaporkan program pemantauan tanpa kehilangan informasi atau pengendalian mutu.

Sebuah basis data spasial yang kuat juga merupakan syarat penting untuk menjaga catatan lokasi semua situs pemantauan. Masalah umum yang berkaitan dengan pengelolaan data spasial adalah bahwa dari datum pemetaan yang berbeda yang digunakan, membuat perlunya konversi data. Ini adalah tugas yang mudah jika proses ini dikenal atau didokumentasikan dengan baik, tetapi dapat menyebabkan kesalahan serius jika ada jumlah besar anggota staf atau jika poin data diplot ke pencitraan dasar menggunakan GIS tanpa tinjauan dan pemeriksaan yang ketat.

Penggunaan data spasial yang diperoleh dari sistem unit-unit global positioning (GPS) portabel adalah standar dan biasanya termasuk terjemahan 'inbuilt' untuk berbagai datum, tetapi sekali dipindahkan ke database, seleksi datum umum adalah penting untuk posisi yang akurat dari titik lapangan di GIS dan relokasi situs dengan contoh-contoh baru.

Perangkat lunak GIS juga dapat digunakan untuk menunjuk dan klik pada rincian pemantauan khusus (yang terdapat dalam database terpisah namun terkait dengan GIS). Khususnya situs yang besar atau kompleks mungkin perlu alat visualisasi data yang menyediakan tautan antara data spasial dan berbagai sumber data konvensional di lembar kerja dan database. Praktik kerja unggulan membutuhkan integrasi yang baik dari pemantauan data dengan GIS, antarmuka berbasis web, data operasional situs dan sistem manajemen informasi, atau kombinasi dari mereka. Komponen data pemantauan yang disediakan untuk pihak eksternal (seperti regulator dan kelompok masyarakat) semakin banyak menggunakan pelantar (platform) berbasis web. Ketersediaan fasilitas ini harus dipertimbangkan saat penyeleksian pengelolaan data dan sistem pelaporan. Kuncinya adalah aksesibilitas data yang baik tapi penyimpanan data aman.

4.11 Analisis dan interpretasi data

Meskipun secara konsisten memenuhi persyaratan peraturan dalam kaitannya dengan hasil pemantauan merupakan komponen penting dari praktik kerja unggulan, hal itu sendiri tidak merupakan praktik kerja unggulan. Praktik kerja unggulan mengharuskan analisis dan interpretasi pemantauan data dimulai dini dan tetap merupakan proses yang berkelanjutan, sehingga perusahaan dapat mengidentifikasi dan mengatasi permasalahan sesegera mungkin, sebaiknya sebelum mereka menjadi masalah yang signifikan. Misalnya, staf harus didorong untuk mencatat setiap pembacaan yang tak terduga sesegera mungkin saat melakukan pemantauan lapangan atau saat laporan diterima dari analisis laboratorium—tidak beberapa hari atau bahkan berbulan-bulan kemudian, saat hasilnya dianalisis secara lebih rinci untuk persiapan kepatuhan suatu laporan. Hasil harus dinilai terhadap 'zona kenyamanan' dan berkisar di mana risiko dampak yang signifikan dapat terjadi; ini akan membantu rencana respon pemicu dan memungkinkan tindakan pencegahan atau perbaikan dini.

Demikian juga mengikuti prosedur pemantauan rutin, staf harus mengamati dan melaporkan aspek yang dapat membantu dengan analisis dan interpretasi data berikutnya, seperti terdapatnya:

- ikan yang sakit atau mati, saat pemantauan air untuk logam berat, larutan oksigen dan sebagainya
- ganggang, saat mengumpulkan sampel air untuk analisis gizi
- pohon-menguning atau tanda-tanda lain yang mungkin kekurangan gizi atau dieback (tanaman yang mati perlahan-lahan dimulai dari pucuk-pucuknya), saat memantau penanaman rehabilitasi atau hutan asli yang tidak ditambang.

Peristiwa yang tidak biasa atau ekstrem, seperti banjir, dapat difilm atau difoto untuk merekam indikator kualitas terlihat, seperti kekeruhan. Anomali dalam data pemantauan dibandingkan dengan nilai terukur sebelumnya dapat menunjukkan masalah dengan pemeliharaan atau kalibrasi peralatan pemantauan, yang perlu diidentifikasi dan diperbaiki secepat mungkin.

Praktik kerja unggulan pemantauan dan analisis data memerlukan upaya dengan kesadaran untuk melampaui persyaratan peraturan rutin dalam:

- mengumpulkan data, misalnya dengan mencakup data pengamatan dan mengambil sampel tambahan jika diperlukan
- memastikan bahwa sampel mewakili apa yang sebenarnya terjadi, dengan mengadaptasi jadwal pemantauan terhadap sifat peristiwa (yang jarang terjadi saat prosedur preskriptif rutin sedang diikuti untuk pemantauan kepatuhan).

Analisis dini dari data pemantauan juga dapat sangat membantu dalam prosedur pemantauan penyulingan. Pendekatan praktik kerja unggulan adalah untuk menjalankan studi percontohan dan menganalisis data sehingga masalah dengan sampling dan analisis dapat diidentifikasi dan diperbaiki sebelum menerapkan program monitoring pada skala penuh. Hal ini dapat mencakup memastikan bahwa desain sampling sesuai dengan asumsi yang tersirat dalam desain analisis statistik yang lebih disukai, memahami variasi, dan menggunakan daya analisis untuk mengoptimalkan jumlah replikasi sampel dan aspek lain dari analisis data.

Jadi, saat sampling, bagaimana kita tahu saat kita memiliki sampel yang cukup? Menentukan jumlah optimal dari sampel atau ulangan untuk penelitian untuk menjelaskan variasi fisik dan alam dalam sebuah situs menjamin kekuatan yang memadai untuk mendeteksi signifikansi statistik, jika ada. Jika penelitian kurang bertenaga, hasilnya akan tidak meyakinkan dan meningkatkan risiko gagal untuk mendeteksi perubahan saat telah terjadi. Di sisi lain, mengumpulkan terlalu banyak sampel merupakan pemborosan sumber daya. Program pemantauan praktik kerja unggulan menggunakan kekuatan dan ketepatan analisis untuk memastikan bahwa sampel memberikan kekuatan statistik yang memadai untuk mendeteksi efek yang berarti dalam cara yang paling hemat biaya.

Biasanya, penghitungan ukuran sampel yang diperlukan menggunakan daya analisis yang memerlukan informasi dan parameter tertentu: uji statistik yang akan digunakan, ukuran sampel yang digunakan, tingkat signifikansi (α), listrik, ukuran efek, *mean* (rata-rata) dan variansi. Nilai-nilai ini digunakan untuk menguji hipotesis, yang biasanya merupakan pernyataan apakah terdapat efek atau tidak. Daya analisis yang digunakan untuk memperkirakan ukuran sampel minimum yang diperlukan untuk mendeteksi efek tertentu (lihat studi kasus pada penentuan ukuran sampel), atau kekuatan yang disadari untuk uji statistik yang telah dilakukan tapi efeknya tidak terdeteksi (yaitu apakah non-deteksi efek itu dapat diandalkan).

Studi kasus: Ukuran sampel yang diperkirakan untuk pemantauan dampak yang merusak pada tanaman yang tumbuh di permukaan batu basah

Epacris muelleri (keluarga Ericaceae) adalah semak acak-acakan yang lemah, yang tumbuh di kelembaban, terlindung, permukaan batu pasir, di Blue Mountains Barat di New South Wales di mana terdapat pertambangan batubara bawah tanah (Gambar 5a). Semak tersebut menempati habitat yang mungkin sensitif terhadap dampak yang terkait dengan penurunan permukaan, serta situs di mana teknik sampling konvensional mungkin tidak dapat diterapkan. Staf penelitian dari Pusat untuk Rehabilitasi Lahan Pertambangan (Centre for Mined Land Rehabilitation) University of Queensland melaksanakan uji coba singkat yang terdiri dari empat puluh plot @ 1 m² di berbagai lokasi untuk memahami variasi dalam populasi. Hasilnya mengungkapkan kepadatan rata-rata 4,6 tanaman per meter persegi dan standar deviasi 4,3. Dari hasil ini ada kemungkinan untuk mengembangkan hipotesis guna penurunan teoritis 30% di kepadatan populasi sebagai indikator dampak pada *E. muellerias*:

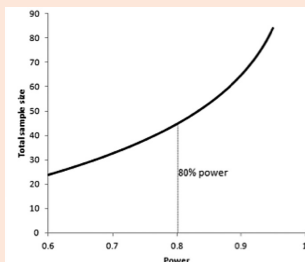
H (null): kepadatan rata-rata pada tingkat saat ini (seperti 4,6 tanaman per m²)

H (alternasi): kepadatan berarti dengan penurunan 30% dalam kelimpahan (misalnya, 3,2 tanaman per m²)

Sebuah analisis kekuatan mengungkapkan bahwa minimal 45 plot sampel akan diperlukan untuk mendeteksi penurunan 30% pada 80% daya (aturan konvensional praktis) — lihat Gambar 5b.

Gambar 5: (a) Sampling tanaman *epacris muelleri* tumbuh di atas permukaan batu basah dengan menggunakan plot 1 m²

(b) Analisis daya dengan ukuran sampel dihitung pada daya 80%.



Dengan investasi kecil dalam pengumpulan data lapangan (1 hari), dimungkinkan untuk menghitung sampel minimum atau bereplikasi yang dibutuhkan untuk kepastian deteksi dampak. Asalkan desain pemantauan merupakan perwakilan dari daerah yang akan terkena dampak, pendekatan ini dapat digunakan untuk mengevaluasi dan praktik manajemen langsung sepanjang proyek berlangsung. Sebuah contoh praktis tentang bagaimana analisis daya dapat dimasukkan ke dalam desain pemantauan dengan poin pemicu terukur, bagi manajemen mungkin membacanya seperti berikut:

- Tujuan Manajemen: Biarkan penurunan tidak lebih dari 30% dari tahun 2014 sampel *E. mueller* pada populasi area sampling A antara tahun 2014 dan 2017, dibandingkan dengan situs pengendalian/acuan.
- Tujuan sampling: Jadikan 80% (daya) tertentu untuk mendeteksi perubahan 30% (efek ukuran) pada tutupan dengan kesalahan Tipe I (α) 0,10.
- Tanggapan manajemen: Sebuah penurunan 30% akan memicu sebuah studi untuk menentukan penyebab perubahan. Jika kegiatan pertambangan bertekad untuk menjadi penyebab penurunan, mungkin perlu untuk menghindari atau meminimalkan teknik yang digunakan (seperti lebar lubang, lokasi daerah pertambangan atau orientasi tata letak pertambangan) untuk mencegah dampak lebih lanjut. Remediasi juga mungkin diperlukan.

Parameter dalam analisis daya dapat disesuaikan lebih lanjut, tergantung pada kondisi, keterbatasan dan imbalan/kompensasi (trade-off) yang diperlukan untuk mendesain program pemantauan sukses. Elzinga et al. (1998) menjelaskan metode untuk mengubah parameter.

Sebagai alternatif, analisis presisi dapat digunakan untuk menentukan ukuran minimum efek (perbedaan dari median kendali) yang dapat dideteksi dengan daya yang memadai dengan ukuran sampel yang diberikan. Ini akan sangat berguna di mana jumlah sampel yang dapat diambil dibatasi oleh anggaran terbatas atau ketersediaan target pemantauan (seperti organisme langka atau jenis habitat langka). Metode yang digunakan untuk ukuran sampel menghitung atau presisi dapat sangat rumit, tapi untungnya ada sejumlah panduan dan perangkat lunak bebas secara daring. Manual pemantauan secara daring gratis dengan bab-bab tentang analisis daya termasuk Barker (2001), Elzinga et al. (1998), Harding & Williams (2010), Herrick et al. (2005) dan Wirth & Pyke (2007). Sebuah gambaran yang sangat baik tentang pentingnya analisis kekuatan disediakan oleh Fairweather (1995). Juga berguna adalah acuan statistik daring McDonald (2009) dan perangkat lunak bebas Daya G* dan pembangkit listrik (G*Power and Powerplant Thomas & Krebs) (1997) mendaftar lebih dari 29 program perangkat lunak yang mampu melakukan analisis daya.

Data harus dianalisis sesegera mungkin untuk memastikan bahwa umpan balik yang cepat tersedia untuk operator dan pemangku kepentingan dan bahwa setiap masalah yang diidentifikasi dapat diatasi sesegera mungkin. Praktik standar mengharuskan data dianalisa dan dibandingkan terhadap tujuan yang telah disepakati dan target atau standar. Praktik kerja unggulan melampaui ini dan berusaha untuk memberikan peringatan dini dari kemungkinan masalah dengan menganalisis tren (baik secara visual atau menggunakan analisis statistik). Perusahaan dapat memilih untuk mengatur lebih ketat tingkat pemicu internal dari yang dibutuhkan untuk patuh memulai penyelidikan lebih lanjut.

Penggunaan prosedur statistik yang disepakati akan sering dibutuhkan untuk menganalisis dan menafsirkan dengan benar data yang diperoleh dengan menggunakan program pemantauan yang dirancang dengan hati-hati. Hal ini dapat menghasilkan penentuan lebih kuat dari pertanyaan apakah tujuan dan sasaran telah dipenuhi dan membantu menyelesaikan situasi di mana mungkin melibatkan masalah hukum. Namun, bahkan saat prosedur statistik telah disepakati, merupakan hal yang penting bahwa eksplorasi visualisasi data (seperti grafik, tabel dan plot GIS) dilakukan untuk memeriksa pola dan tren dan, jika sesuai, bahwa analisis statistik investigasi dilakukan untuk memastikan perubahan telah terdeteksi dini. Hal ini juga dapat membantu menegaskan penerapan analisis statistik yang telah disepakati.

Dalam beberapa situasi, ukuran sampel yang kecil atau keterbatasan lainnya mungkin menghalangi penggunaan beberapa analisis statistik konvensional (seperti analisis varians). Hal ini berlaku terutama untuk kasus-kasus di mana terdapat kecenderungan yang konsisten seiring waktu. Dalam hal demikian, analisis tren dan prosedur lainnya mungkin diperlukan untuk mendeteksi perubahan. Mungkin juga tepat untuk menggunakan statistik Bayesian yang baru-baru ini yang telah merevolusi analisis ukuran sampel yang kecil, dan beberapa alat statistik klasik yang kuat lainnya.

Apapun masalahnya, metode statistik hanyalah pengujian-hipotesis atau hipotesis yang menghasilkan alat dan tidak ada pengganti untuk pemeriksaan kualitas data dari sudut pandang ilmu lingkungan informasi. Uji kepatuhan rutin, mekanik, statistik mungkin praktik standar, tapi praktik kerja unggulan membutuhkan interpretasi data yang memperhitungkan pemahaman tentang proses dalam lingkungan penerima dan mekanisme tindakan penekan keprihatinan.

Oleh karena itu, sebagian besar program dan praktik pemantauan praktik kerja unggulan akan meliputi desain eksperimental nalar dan analisis statistik yang nalar, tapi dapat juga meliputi uji coba lapangan sederhana dan pengamatan rinci yang dapat sangat membantu dalam memahami penyebab dampak dan proses pemulihan.

Selain digunakan dalam pemeriksaan kepatuhan, analisis hasil dari program monitoring juga harus digunakan untuk menyelidiki setiap tren yang mungkin berkembang di frekuensi terjadinya, misalnya, ketidakpatuhan dengan parameter kualitas air. Frekuensi peningkatan kegagalan dapat menunjukkan berkembangnya kondisi yang merugikan. Insiden dapat berkisar dari nyaris sampai tumpahan dengan dampak yang signifikan terhadap

lingkungan atau keamanan. Pencatatan rincian, dampak dan frekuensi peristiwa serta penganalisaan informasi tersebut dalam kaitannya dengan prosedur operasi dapat berguna baik untuk pelaporan maupun meningkatkan kinerja. Merupakan praktik standar untuk mencatat rincian tersebut di situs dengan kepatuhan EMS pada AS/NZS ISO 14001:2004. Praktik kerja unggulan meningkatkan selangkah lebih lanjut dengan menganalisis data dan bertindak atas hasil analisis.

Selain aspek yang mencolok dari interpretasi analisis, seperti menentukan apakah tujuan, sasaran dan standar telah dipenuhi, praktik kerja unggulan meliputi fokus yang kuat pada perbaikan berkelanjutan. Perusahaan praktik kerja unggulan jelas memahami bahwa pemantauan memberikan informasi yang dibutuhkan untuk mengidentifikasi masalah dan untuk menilai efektivitas langkah-langkah mitigasi. Prosedur ditetapkan di tempat guna memastikan temuan pemantauan program ditinjau oleh staf perusahaan lingkungan dan operasional. Hasilnya diperiksa bersama-sama dengan catatan peristiwa (seperti perubahan dalam prosedur operasional) dan tindakan yang diambil (misalnya, untuk menjelaskan hasil rehabilitasi tak terduga) untuk menentukan penyebabnya dan menjelaskan hasil. Dalam beberapa kasus, mungkin diperlukan penyelidikan lebih lanjut, pemantauan atau penelitian, meliputi analisis akar penyebab. Modifikasi program pemantauan juga mungkin diperlukan dan harus diperhatikan secara teratur.

Analisis objektif dan interpretasi data yang sering dilakukan, dengan fokus yang kuat pada perbaikan terus-menerus, akan menghasilkan hasil lingkungan, ekonomi dan sosial yang lebih baik.

4.12 Kriteria penyelesaian

Kriteria penyelesaian (juga dikenal sebagai 'kriteria keberhasilan') merupakan elemen penting dari proses penutupan tambang. Perusahaan pertambangan membutuhkan kriteria penyelesaian untuk menunjukkan bahwa rehabilitasi dan tujuan lainnya telah dipenuhi, menutup tambang dan melepaskan sewa guna usaha pertambangan.

Kriteria praktik kerja unggulan penyelesaian tambang melampaui aspek rehabilitasi serta penutupan fisik dan biologis untuk memasukkan kriteria sosial dan ekonomi, dalam rangka membangun hasil yang berkelanjutan di masyarakat yang mungkin telah terkena dampak negatif oleh operasi tambang, penutupan tambang, atau keduanya. Pemerintah memerlukan langkah-langkah terpercaya atas keberhasilan rehabilitasi guna memastikan situs yang stabil dan berkelanjutan dan masyarakat tidak mewarisi kewajiban yang terus berlanjut. Masyarakat ingin tahu bahwa rehabilitasi akan berhasil; bahwa situs tersebut non-polusi, tidak memiliki dampak di luar batas tambang dan aman untuk manusia dan fauna; dan bahwa akan menghasilkan penggunaan lahan yang berkelanjutan. Contoh pendekatan praktik kerja unggulan untuk perencanaan penutupan dan desain tercantum dalam buku pegangan *Penutupan tambang* (DIIS 2016e).

Sementara kriteria penyelesaian merupakan persyaratan utama untuk menunjukkan keberhasilan rehabilitasi, memenuhi harapan regulator dan pemangku kepentingan lainnya untuk penutupan tambang, juga membutuhkan kriteria yang berkaitan dengan parameter lainnya. Kriteria penyelesaian mungkin meliputi kriteria yang berkaitan dengan kualitas air (untuk berbagai badan air dan anak sungai di hilir atau sungai), tanah yang terkontaminasi, indikator visual yang terkait dengan estetika atau sistem kepercayaan (seperti bentuk lahan tidak secara visual mengecikan tengara/landmark yang signifikan), produktivitas pertanian lahan pertanian, atau stabilitas geoteknik. Kebutuhan untuk setiap kriteria harus didefinisikan selama penilaian risiko dilakukan sebagai bagian dari perencanaan penutupan LoM.

Prosedur untuk kriteria pengembangan penyelesaian diuraikan dalam sejumlah dokumen, antara lain dalam seri buku pegangan manajemen ini *Penutupan tambang, Rehabilitasi tambang dan Manajemen keanekaragaman hayati* (DIIS 2016e, 2016g dan 2016f). Acuan kunci lainnya yang menggambarkan aspek-aspek penting dari proses ini termasuk perangkat (toolkit) penutupan tambang IMCC, *Perencanaan penutupan tambang terpadu (Planning for integrated mine closure)* (ICMM 2008) dan *Kerangka kerja strategis untuk penutupan tambang (Strategic framework for mine closure)* ANZMEC-MCA (2000). Dengan kata lain, tujuan penutupan jelas diperlukan, disertai dengan kriteria pengukuran yang dapat diaudit yang dapat digunakan untuk menetapkan bahwa tujuan telah tercapai. Kriteria tersebut, bersama dengan target dan standar yang terkait, harus jelas dan tidak ambigu, yang diukur dengan menggunakan indikator dan metode yang dapat diterima untuk regulator dan pemangku kepentingan lainnya, serta dapat dicapai.

Pemantauan, audit dan penelitian dapat memainkan peran kunci dalam pengembangan kriteria penyelesaian dengan menunjukkan dampak apa yang diakibatkan oleh kegiatan pertambangan dan sejauh mana rehabilitasi mungkin dapat menggantikan (atau tengah menggantikan) nilai-nilai yang terkena dampak, seperti diuraikan dalam tujuan yang disepakati. Hasilnya dapat dibandingkan dengan harapan pemangku kepentingan dan kriteria, bersama dengan target terkait atau tengara (milestones), dapat dimodifikasi sesuai dengan informasi baru, tunduk pada persetujuan dari pemangku kepentingan. Suatu proses untuk mengembangkan kriteria ekologi diuraikan dalam Nichols (2006), di mana proses tersebut diilustrasikan menggunakan diagram (flowchart).

Baru-baru ini, beberapa negara bagian Australia telah memberikan bimbingan pada pengembangan kriteria penyelesaian, seperti Western Australia (DMP-EPA 2011) dan Queensland (DEHP 2013). Keduanya menekankan pentingnya memiliki tujuan yang jelas dengan menggunakan indikator untuk mengukur perkembangan rehabilitasi, dan erat menghubungkan kriteria penyelesaian untuk keduanya. Mereka juga memberikan contoh kriteria.

Saat mengembangkan kriteria penyelesaian rehabilitasi dan indikator terkait, penting untuk dicatat terjadinya peningkatan harapan. Tidak lagi cukup untuk hanya menggunakan area direhabilitasi sebagai ukuran kinerja. Beberapa perusahaan kini menggunakan atau mengembangkan langkah-langkah kualitas rehabilitasi yang lebih rinci (atau metrik). Langkah-langkah meliputi tindakan atas kekayaan spesies dan keragaman (seperti jumlah spesies asli di daerah yang ditentukan), serta tindakan penutup, indikator akumulasi nutrisi dan siklusnya. Dalam beberapa kasus, rehabilitation quality metrics/RQM (kualitas rehabilitasi metrik) atau tindakan serupa yang memadukan beberapa indikator yang digunakan untuk menilai kinerja rehabilitasi, terkadang bersama dengan penilaian kompensasi (misalnya, Temple et al 2012; Rio Tinto 2008). Penilaian tersebut dapat berguna untuk menentukan apakah mencapai tujuan terkait atas tidak adanya kerugian keanekaragaman hayati apa pun.

Saat menilai pembentukan ekosistem asli, kini umumnya mempersyaratkan agar pemantauan melibatkan situs acuan yang tidak ditambang. Namun demikian, mungkin situs acuan tidak harus menjadi setara dengan situs pra-tambang. Juga, di sebagian besar tambang, walaupun telah menerapkan metode praktik kerja unggulan rehabilitasi, tetap ada perbedaan antara struktur tanah pra- & pasca-tambang dan parameter. Oleh karena itu, tidaklah realistis untuk mengharuskan situs rehabilitasi agar sama persis situs yang tidak ditambang dalam hal parameter ekologi kunci. Sebaliknya, pemantauan dan perbandingan rehabilitasi dengan situs acuan harus memberikan indikasi penggantian nilai ekologis dari waktu ke waktu dan kemungkinan keberlanjutan jangka panjang.

Untuk sebagian besar proyek, pemantauan dan audit untuk evaluasi kinerja memiliki peran penting dalam mendemonstrasikan bahwa kriteria penyelesaian yang disepakati telah digenapi dan tujuan rehabilitasi telah tercapai. Kriteria penyelesaian dapat berasal dari sejumlah sumber, seperti kondisi suatu perizinan atau kesepakatan yang membolehkan, perjanjian dengan pemilik tanah individu atau persyaratan peraturan. Konteks biofisik dan sosial dari tambang juga perlu diperhitungkan. Seringkali operasi dimulai dengan beberapa kriteria luas yang disepakati atas tujuan penutupan dan penyelesaian terkait. Kriteria tersebut umumnya lebih mudah untuk mengembangkan tambang yang memiliki kehidupan yang lebih singkat dan jejak dengan batasan yang jelas daripada untuk tambang berkehidupan panjang dengan tapak yang lebih dinamis. Dengan berkembangnya tambang, tujuan dan kriteria dapat disesuaikan untuk mencerminkan harapan masyarakat yang berubah sejauh dapat ditampung. Kriteria lambat laun mungkin menjadi lebih baik dan spesifik sebagai pendekatan penutupan tambang. Apa pun alasan perubahan yang dilakukan terhadap mereka, mungkin memerlukan perubahan kriteria prosedur pemantauan dan audit.

Praktik kerja unggulan menghendaki, bila memungkinkan, tambang melaksanakan rehabilitasi progresif secara berkelanjutan selama operasi pertambangan. Hal ini dapat dikaitkan dengan 'sign-off' (keluar) progresif melalui evaluasi kinerja rehabilitasi dan dengan demikian meningkatkan kepercayaan pemangku kepentingan dalam hasil rehabilitasi akhir dan proses penutupan tambang. Di mana rehabilitasi progresif dilakukan, mungkin perlu dilakukan modifikasi pada definisi keberhasilan rehabilitasi guna memenuhi aspek-aspek tertentu proses rehabilitasi. Misalnya, jika daerah yang semakin direhabilitasi memiliki hubungan buruk dengan daerah yang terganggu, peluang untuk kembalinya fauna dan rekolonisasi bunga alami mungkin lebih terbatas.

Kriteria penyelesaian biasanya dikembangkan untuk setiap 'domain'; yaitu, untuk setiap wilayah operasional yang berbeda dari tambang, termasuk tambang terbuka, WRD, TSF, prasarana dan sebagainya. Kriteria meliputi pertimbangan nilai-nilai sosial, budaya, ekonomi dan lingkungan, yang semuanya akan perlu diukur atau dinilai dalam beberapa cara guna menentukan apakah target atau tengara telah dipenuhi. Penting bahwa kriteria bersifat 'SMART' (Specific, Measurable, Attainable, Realistic, Timely) artinya 'Spesifik, Terukur, Terjangkau, Realistis dan Tepat Waktu'

Kriteria penyelesaian untuk penutupan dan rehabilitasi pit terbuka, WRD dan TSF biasanya memasukkan pertimbangan unsur-unsur berikut:

- Bentuk lahan buangan akhir secara fisik dan kimiawi stabil; aman bagi orang-orang dan hewan, berbau dengan pemandangan sekitarnya dan secara estetis dan secara fungsional berterima.
- Pit terbuka, permukaan WRD dan TSF menjaga stabilitas geoteknik.
- Rembesan ke penerima air permukaan dan air tanah dapat diasimilasikan oleh lingkungan penerima dan tidak akan menyebabkan kerusakan yang tidak berterima.
- Pit terbuka tetap sebagai daerah cekungan terendam ('sink') kecuali tujuannya adalah pit aliran banjir. Jika pit ini ditimbun, kebutuhan untuk tetap sebagai sink akan tergantung pada karakteristik geokimia dari bahan urug.
- Semua pekerjaan drainase tetap fungsional dan stabil.
- Tingkat kerugian erosi tidak menyebabkan kerusakan lingkungan tidak berterima atau ketidakstabilan geoteknik atau mengancam keberlangsungan komunitas vegetasi.
- Kualitas air hilir tidak akan terpengaruh secara negatif oleh limpasan tambang dan rembesan.
- Arus aliran tidak permanen berkurang dalam lanskap pasca-tambang (misalnya dengan pengalihan tangkapan).
- Kualitas air lubang akhir sesuai dengan pasca-tambang persyaratan penggunaan lahan dan harapan masyarakat.
- Siaran debu tidak menyebabkan tidak berterimanya dampak-dampak pada kenyamanan atau kesehatan atau pun bahaya yang tidak dapat berterima di lingkungan.
- Bank tanah hara dibangun serta kimia tanah dan parameter fisik cocok untuk vegetasi pasca-tambang yang dimaksud.
- Vegetasi yang tepat dibangun dan berkelanjutan serta menuruti penggunaan tanah pasca-tambang yang disepakati, yang mungkin merupakan sistem agrikultur (penanaman, penggembalaan, atau keduanya) atau ekosistem asli.
- Hewan asli yang rekolonisasi pada ekosistem asli yang telah direhabilitasi dalam jumlah dan keragaman yang memadai.

Hal ini penting untuk menunjukkan bahwa kriteria penyelesaian lambat laun dapat (dan akan) terpenuhi. Desain program pemantauan dan penelitian yang dibahas di atas harus memperhitungkan keberlanjutan jangka panjang rehabilitasi dan bagaimana hal itu diukur dan ditunjukkan.

Kriteria penyelesaian sosioekonomi biasanya urusan operasi seluruhnya. Penelitian berbasis masyarakat memungkinkan informasi yang relevan pada populasi dan ekonomi yang harus dikumpulkan dan kriteria penyelesaian yang tepat untuk dikembangkan. Kriteria dipengaruhi oleh penduduk dan keterampilan campuran masyarakat setempat dan dengan aktivitas bisnis, baik di lokasi tambang (seperti penggunaan kembali adaptif bangunan atau interpretasi warisan pertambangan melalui wisata) atau di masyarakat yang berdekatan. Suatu bagian penting dari penutupan tambang adalah pemantauan keberhasilan program pembangunan sosial dan masyarakat, misalnya melalui survei rumah tangga berkala mengumpulkan informasi tentang kesehatan, pendidikan dan status ekonomi masyarakat.

Hal ini penting untuk memantau atau mengaudit aspek keuangan yang berkaitan dengan penutupan tambang. Masalah pendanaan untuk penutupan tambang dapat menimbulkan tantangan. Sementara anggaran rehabilitasi tahunan relatif mudah untuk membangun dan memantau, biaya penutupan untuk memenuhi kriteria penyelesaian lebih sulit untuk dinilai. Namun, biaya-biaya tetap harus dimodelkan dan harus ditinjau pada tengara penting dalam sebuah operasi. Idealnya, hal ini harus dilakukan setiap tahun, namun kerangka waktu 3-5 tahun mungkin cukup selama fase ekspansi. Kriteria praktik kerja unggulan pemantauan dan audit memastikan bahwa dana internal yang ditetapkan untuk memenuhi kedua persyaratan kriteria penyelesaian dan jaminan peraturan keuangan, memverifikasi bahwa dana yang disediakan cukup untuk sepanjang hidup tambang guna memungkinkan biaya penutupan yang direncanakan maupun biaya kontingensi untuk perkembangan tak terduga. Biaya dan penyediaan untuk penutupan tambang dibahas secara lebih rinci dalam seri buku pegangan *Penutupan tambang* (DIIS 2016e) ini.

4.13 Keselamatan pemantauan

Praktik kerja unggulan pemantauan lingkungan meliputi manajemen praktik kerja unggulan keselamatan personil yang terlibat. Sementara operasi tambang diwajibkan oleh hukum untuk mempertahankan standar keselamatan yang tinggi, program-program pemantauan sering melibatkan kegiatan yang dinyatakan atipikal dari praktik proyek pertambangan dan mungkin tidak tercakup oleh praktik keselamatan standar untuk proyek tersebut. Hal ini dapat benar, terutama pemantauan jangka pendek, atau proyek-proyek pemantauan atau tugas sekali saja, seperti reaksi tumpahan atau investigasi khusus.

Pemantauan lingkungan dan sosial mungkin memerlukan pengumpulan sampel jauh di luar batas proyek, seperti dalam daerah acuan atau daerah hulu. Prosedur keselamatan tambang standar atau alat pelindung diri (APD) persyaratan mungkin tidak tepat dan dalam keadaan tertentu bahkan berpotensi berbahaya. Misalnya, pemantauan kualitas air mungkin melibatkan pengambilan sampling situs dengan perahu, dan mengenakan sepatu tertutup baja, persyaratan lokasi tambang standar, secara substansial dapat meningkatkan risiko tenggelam dalam peristiwa kecelakaan kapal.

Oleh karena banyak lokasi tambang berada di daerah terpencil, pemantauan di lokasi yang jauh dari lokasi tambang dapat lebih meningkatkan risiko pada personil. Kebutuhan komunikasi yang aman dan sistem transportasi cadangan untuk staf monitoring dapat berbeda jauh dari yang dibutuhkan oleh staf proyek lainnya. Staf pemantauan dapat terkena bahaya yang langka atau hanya tidak terjadi di daerah pertambangan utama, seperti hewan agresif atau arus cepat. Misalnya, serangan buaya merupakan risiko yang sangat nyata dalam pengambilan sampel air lingkungan di berbagai belahan utara Australia; bahkan telah tercatat adanya buaya dalam pit tambang terbuka, penampungan air dan bendungan tailing.

Kondisi cuaca selama beberapa saat kritis untuk mengumpulkan data pemantauan, seperti saat tanaman ditutup selama badai atau banjir musim hujan atau saat suhu ekstrim, menimbulkan risiko tambahan bagi staf pemantauan. Data yang dikumpulkan selama periode ini mungkin sangat berharga bagi pengelolaan lingkungan, tetapi harus hanya dikumpulkan dengan cara yang aman. Praktik kerja unggulan tidak menggunakan 'keamanan' sebagai alasan untuk tidak mengumpulkan data pada saat seperti itu, tetapi melibatkan rencana untuk mengumpulkannya dengan aman.

Persyaratan khusus keselamatan untuk pemantauan ini perlu dipertimbangkan dengan cermat untuk setiap elemen program pemantauan, dan cara-cara untuk meminimalkan dan/atau menghilangkan risiko perlu dikembangkan. Biasanya ini akan membutuhkan pengembangan prosedur operasi standar yang secara khusus dikembangkan untuk tugas-tugas pemantauan, alokasi dan persetujuan dari APD khusus untuk beberapa tugas, dan penilaian keselamatan tugas rinci untuk setiap tugas pemantauan baru. Dalam semua kasus, penting untuk mengatasi permasalahan keselamatan yang nyata untuk tugas pemantauan dan tidak bergantung pada praktik situs standar yang mungkin tidak sesuai.

4.14 Teknologi pemantauan

4.14.1 Pemantauan waktu nyata

Banyak operasi pertambangan menggunakan teknologi dan sarana komunikasi untuk mengoperasikan armada peralatan berat dan instalasi pemrosesan mereka. Penggunaan jaringan telemetri untuk memantau lingkungan hanyalah perluasan dari teknik manajemen ini. Hal ini menghemat waktu dan biaya pengunduh data dan memungkinkan staf pemantauan untuk memperoleh informasi dan bertindak proaktif, bukan reaktif. Manfaatnya adalah bahwa lingkungan dapat dikelola dan dioperasikan dengan cara yang sama untuk pabrik pemrosesan (plant) di lokasi tambang. Jaringan telemetri juga dapat memberikan penghematan biaya dengan mengurangi besarnya dampak pada insiden dan upaya pembersihan terkait dan dengan memfasilitasi intervensi dini. Semua tersebut di atas dapat membawa manfaat keselamatan dan penghematan tenaga kerja, sebagai staf dapat membatasi kunjungan ke lokasi pemantauan jarak jauh untuk inspeksi pemeliharaan. Nilai nyata data direalisasikan bila dimasukkan ke dalam dataset dan digunakan untuk meningkatkan manajemen.

Saat mengembangkan sistem telemetri untuk jaringan pemantauan, penting untuk mendiskusikan kebutuhan dengan seorang spesialis. Terlepas dari kebutuhan yang mendesak untuk menyampaikan data dari A ke B, desain harus mempertimbangkan lebar pita (bandwidth) telemetri, dukungan jaringan, protokol komunikasi, sumber daya listrik (sebaiknya dengan panel surya, yang penting untuk lokasi terpencil) dan konsumsi, pengiriman data, penyimpanan data, konektivitas dan penampilan data.

Banyak paket sistem kontrol dan akuisisi data (SCADA) untuk telemetri diprogram untuk menyimpan data resolusi tinggi hanya untuk periode singkat—beberapa hari atau minggu—sebelum data dirangkul. Sangatlah penting agar data lingkungan disimpan pada resolusi aslinya sebelum penjumlahan apa saja dibuat. Terkait di atas, jika paket situs SCADA memiliki potensi untuk transmisi data lingkungan dengan pengamanan yang tepat, hal ini dapat sangat menguntungkan, karena staf lingkungan kemudian akan memiliki dukungan di tempat untuk menerima hasil akhir (back-end) data dan manajemen.

Praktik kerja unggulan memerlukan data yang akan disampaikan dan diakses oleh pengguna akhir dalam format sederhana, mudah digunakan. Ini tidak berarti bahwa sistem harus memiliki tampilan grafis; melainkan harus memberikan data dalam format yang memenuhi tujuan program. Sebagai contoh, beberapa 'data logger' GPRS (general packet radio service) terpadu dapat mengirim alarm menggunakan pesan suara dan SMS dan email dari dataset. Ini menghubungkan petugas lapangan ke instrumen lapangan mereka lewat smartphone. Di sisi lain, Jaringan radio telemetri biasanya berbasis situs dan memiliki kemampuan terbatas untuk mengirimkan ke luar situs.

Untuk mengidentifikasi teknologi yang tepat, tujuan proyek harus dipertimbangkan dan, minimal pertanyaan-pertanyaan berikut harus ditangani:

- Apakah data yang dibutuhkan dalam 'waktu nyata' untuk keperluan operasional atau 'hampir waktu nyata' untuk manajemen dan alarm tujuan pasca-peristiwa?
- Berapa kuantitas data yang akan disampaikan melalui Jaringan? Apakah teknologi yang dipilih memiliki bandwidth yang memadai untuk keduanya mengelola langsung kebutuhan transmisi data dan memungkinkan untuk ekspansi masa depan?
- Apakah prasarana di tempat yang dapat digunakan untuk Jaringan telemetri? Apakah sistem untuk menggunakan situs berbasis telemetri radio atau Jaringan yang dioperasikan secara publik, seperti sistem GPRS ponsel atau telemetri satelit?
- Apakah ada biaya transmisi, seperti saat menggunakan Jaringan komersial untuk transmisi GPRS dan satelit? Apakah protokol komunikasi yang digunakan instrumen lapangan dan dapatkah unit telemetri menerima masukan mereka?
- Apakah konsumsi daya telah dipikirkan?
- Apakah cakupan geografis yang diperlukan? Apakah vegetatif (sinyal pelemahan) dan topografi telah dipertimbangkan?
- Apakah iklim telah dipertimbangkan? Dapatkah hujan deras melemahkan sinyal dan menyebabkan kehilangan sinyal? Dalam iklim panas, seperti di situs gersang atau padang pasir, dapatkah sinyal terdistorsi atau tertahan oleh fatamorgana panas?

- Jika menggunakan situs SCADA dan sistem telemetri, apakah paket back-end SCADA? Dapatkah data pada resolusi yang benar disimpan dan diekspor? Koneksi data apa yang memungkinkan ekspor data dari paket SCADE dalam format sederhana dan mudah diakses?
- Apakah persyaratan dari pemangku kepentingan untuk mengakses data?

Solusi telemetri tidaklah tepat jika data tidak dapat diakses atau resolusi data dikompromikan oleh platform telemetri. Verifikasi lapangan, kalibrasi dan pemeliharaan masih dibutuhkan.

Dengan perubahan yang cepat dan konstan dalam teknologi, permintaan untuk menyediakan akses ke data sekarang terus bertambah. Saat mendesain sebuah sistem telemetri, harus berhati-hati agar tidak mengabaikan persyaratan pengelolaan data. Jaringan akan menghasilkan sejumlah besar data. Terkadang pembacaan palsu akan perlu dikarantina dari alarm dan diseminasi kepada para pemangku kepentingan. Hal ini juga penting untuk memastikan bahwa sistem yang dipilih mampu memenuhi syarat data di stasiun pemantauan lapangan atau pun dengan pasca-pengolahan.

Praktik kerja unggulan telemetri menghemat waktu staf lingkungan, memungkinkan mereka untuk bertindak atas peristiwa secara waktu nyata dan kuat, handal serta hemat biaya.

4.14.2 Penginderaan rutin dan dari jarak jauh (novel remote)

Foto udara

Sebagian besar lokasi tambang terbuka memiliki sebuah set standar data penginderaan jauh yang dikumpulkan secara teratur untuk mengestimasi sumber daya dan stok limbah. Beberapa lapisan data ini meliputi situs fotografi udara (resolusi ~50-cm pixel) dan model asal permukaan foto digital secara fotogramatikal. Kedua dataset ini cenderung kurang dimanfaatkan oleh staf yang bertanggung jawab untuk rehabilitasi situs. Karena tujuan rehabilitasi memerlukan bentuk lahan yang aman, stabil dan berkelanjutan, data penginderaan jauh ini dapat digunakan untuk memeriksa kemajuan keseluruhan situs. Serangkaian seri foto udara menggambarkan perkembangan rehabilitasi, jika dibandingkan dengan curah hujan, tanah dan data lainnya, dapat digunakan untuk membantu menentukan mengapa beberapa daerah rehabilitasi memiliki pendirian vegetasi lebih sukses. Bidang tanah kosong dapat berasal dari klasifikasi fotografi udara menggunakan GIS. Misalnya, dengan menggunakan analisis iso-cluster di ArcGIS, foto udara dapat digunakan untuk menunjukkan tanah kosong di daerah rehabilitasi situs. Di mana daerah gundul selama ini tetap gersang, data ini dapat digunakan untuk memandu survei tanah untuk menentukan apakah ada substrat penyebab yang mendasarinya.

Sudut kemiringan menurun rehabilitasi dapat ditentukan dengan menggunakan situs model permukaan digital di GIS. Jika lereng menurun berada di luar kriteria penyelesaian yang disarankan atau tidak sesuai dengan penggunaan lahan pasca-tambang yang ditargetkan, dapat ditargetkan pengerjaan ulang, terutama di mana ada erosi aktif atau genangan yang tidak direncanakan dalam bahan geokimia aktif atau berisiko.

LiDAR

Airborne light detection and ranging (LIDAR) umumnya digunakan untuk mengumpulkan awan titik 3D dari lokasi tambang dan biaya yang paling efektif di daerah-daerah yang lebih luas, asalkan analisis statistik baik dari data yang dikumpulkan dapat dilakukan. LiDAR memiliki manfaat yang dikumpulkan dari beberapa poin data dari vegetasi dan permukaan tanah yang rehabilitasi. Jika dataset LiDAR tersedia, data dari hard' returns' (misalnya, dari permukaan tanah) dapat berpotensi untuk digunakan seiring waktu untuk menilai perubahan medan bawah vegetasi dan menilai perkembangan erosi parit. Menggunakan peta perubahan memungkinkan intervensi dini untuk pencegahan urugan tanah di penutupan yang mahal dan memakan waktu. Dataset ini juga dapat digunakan untuk menggambarkan stabilitas rehabilitasi situs sebelum penerapan manajemen penutupan.

Sistem udara tak berawak

Miniaturisasi sensor dan peningkatan kehandalan kendaraan udara tak berawak (UAV) yang dikendalikan oleh pilot otomatis panduan-GPS memungkinkan pengumpulan hyper-temporal (beberapa kali sehari) dan resolusi sangat tinggi (~5-cm pixel) gambar di area rehabilitasi. Jenis data kini dapat secara rutin dikumpulkan oleh sejumlah organisasi dan, bila diolah, dapat menghasilkan model digital permukaan yang sangat akurat daerah rehabilitasi individu yang diambil secara fotogramatik. Selain itu, gambar memungkinkan untuk menghasilkan peta vegetasi dengan presisi tinggi, terutama jika fitur lanskap dan spesies tanaman yang ditargetkan dan ditandai oleh ahli ekologi sebelum gambar dikumpulkan. Salah satu contoh teknologi ini menjadi bagian rutin dari penilaian vegetasi adalah di tambang batubara Curragh, di mana UAV mengumpulkan gambar dengan resolusi ~5 cm untuk memantau penutup tanah, keberhasilan rehabilitasi dan proses erosi dari waktu ke waktu. Gambar UAV juga telah digunakan dalam kombinasi dengan survei tanah yang ditargetkan untuk memetakan distribusi spesies semak langka di tambang sewa di Blue Mountains (Fletcher & Erskine 2012).

Kamera termal yang beroperasi di UAV dapat digunakan untuk mengidentifikasi area rehabilitasi dengan kebakaran bawah permukaan dan permasalahan pembakaran spontan. Kamera tersebut memastikan bahwa rehabilitasi dapat dinilai di lokasi gas beracun (seperti karbon monoksida dan nitrogen oksida) membatasi akses dan merupakan risiko bagi kesehatan manusia. Pemantauan yang dilakukan dengan UAV dilengkapi dengan sensor gas yang sensitif dapat digunakan untuk memetakan dan pemodelan gumpalan gas (gas plumes).

Akhirnya, UAV dengan kamera termal dapat melacak hewan yang menggunakan area rehabilitasi dan memberikan bukti bahwa situs telah menciptakan habitat fauna asli.

Teknologi sensor cerdas

Dalam dekade terakhir, telah terdapat pertumbuhan yang stabil dalam teknologi sensor cerdas, dan khususnya perubahan pesat selama lima tahun terakhir. Teknologi ini berkisar dari sensor air tingkat sederhana yang memiliki data logger inbuilt (yang terintegrasi) dan unit GPS dengan akurasi sentimeter ke teknologi pemindaian menggunakan UAV dan pembuluh batimetri dikendalikan dari jarak jauh.

Manfaat dari teknologi ini adalah mudah terlihat, seperti informasi tambahan yang dapat mereka berikan. Hal ini lebih menantang untuk secara efektif mengelola dataset berjumlah besar yang ditangkap dan kekuatan pemrosesan komputer tambahan yang dibutuhkan untuk mengelola dan menganalisis data dan menghasilkan produk akhir.

Praktik kerja unggulan yang menggunakan teknologi penginderaan jauh menganggap pemilihan instrumentasi yang paling tepat secermat pemantauan yang lebih tradisional. Untuk mengidentifikasi teknologi yang tepat, tujuan proyek harus dipertimbangkan dan, minimal, pertanyaan-pertanyaan berikut harus ditangani:

- Apakah data yang dibutuhkan dalam waktu nyata untuk keperluan operasional atau 'hampir' waktu nyata untuk tujuan manajemen pasca-peristiwa dan alarm?
- Apakah cakupan geografis yang diperlukan? Apakah vegetatif (sinyal pelemahan) dan topografi telah dipertimbangkan?
- Berapa data yang harus diambil?
- Protokol komunikasi apakah yang digunakan oleh instrumen lapangan dan apa format data yang akan disediakan?
- Alat perangkat lunak dan keterampilan analisis apakah yang diperlukan untuk pengolahan data? Apakah persyaratan keluaran dari para pemangku kepentingan?
- Seberapa sering studi harus direplikasi?
- Apakah data yang dibutuhkan secara waktu nyata untuk keperluan operasional atau 'hampir' waktu nyata untuk tujuan manajemen pasca-peristiwa dan alarm?

Penginderaan jarak jauh dapat memberikan dataset yang sangat baik yang dapat digunakan bahkan untuk mengidentifikasi permasalahan lingkungan yang kurang penting. Praktik kerja unggulan memperhitungkan resolusi studi untuk kedua tangkapan data dan interpretasi.

4.14.3 Batas deteksi untuk parameter pemantauan

Saat memilih batas deteksi untuk parameter pemantauan, penting untuk mempertimbangkan alasan untuk mengumpulkan pengukuran dan jangka waktu penggunaan pengukuran. Metode analisis cenderung untuk lebih baik dari waktu ke waktu, dan tingkat deteksi yang dicapai cenderung meningkat sementara batas deteksi menurun. Berkaitan dengan hal ini, standar target dan pedoman juga cenderung berkurang karena persepsi masyarakat dari keberterimaan semakin ketat. Memang benar bahwa metode analisis laboratorium komersial standar saat ini kurang mampu mendeteksi semua toksik dalam pedoman Australia dan Selandia Baru untuk kualitas air tawar dan laut (ANZECC-ARMCANZ 2000a) pada tingkat di bawah nilai-nilai pemicu (pertambangan perak adalah contoh yang relevan), tetapi metode analisis komersial mendekati ini sebagai rutinitas bagi sebagian besar parameter yang relevan untuk pertambangan.

Karena alasan-alasan inilah, penting pada tahap lebih awal dari proyek untuk membidik rentang yang lebih rendah dari batas deteksi yang saat ini dicapai dan pada semua tahap untuk secara teratur menilai kembali tingkat resolusi yang diminta dari laboratorium analisis atau ditetapkan untuk bidang atau situs pemantauan pembelian peralatan, guna dari waktu ke waktu memaksimalkan relevansi data pemantauan. Seperti disebutkan dalam Bagian 4.10, pemantauan data seringkali merupakan aset yang paling berharga dari bagian lingkungan tambang ini, dan keusangan built-in sedapat mungkin harus dihindari.

Hal ini mungkin berarti harus memikirkan untuk menggunakan sarana terbaru dan tercanggih (cutting edge) atau metode analisis yang lebih mahal daripada standar, harga median analisis komersial, setidaknya untuk parameter kunci dan situs. Akuisisi data dasar pra-tambang tidak pernah dilakukan lagi setelah proyek pertambangan dimulai. Jadi sangat berfaedah untuk mempertimbangkan membayar tingkat deteksi rendah pada tahap awal, bahkan jika kemudian pemantauan kepatuhan rutin tidak harus memiliki persyaratan begitu ketat.

Untuk beberapa parameter, tingkat deteksi yang sangat rendah memang bisa tapi mungkin tidak dapat dicapai oleh tenaga non-spesialis atau laboratorium. Persiapan sampel, pengumpulan, penanganan, pengiriman dan persyaratan pengendalian mutu analisis untuk pengukuran, misalnya, konsentrat logam terlarut dalam nanogram per rentang liter (penting untuk beberapa elemen dalam beberapa situasi) jauh lebih besar daripada untuk tingkat deteksi pada mikrogram rendah per rentang liter (lebih khas untuk perlindungan ekosistem air untuk sebagian besar logam), yang pada gilirannya jauh lebih besar dari pengukuran di mikrogram per rentang liter dan miligram per rentang liter (lebih khas untuk pertimbangan air minum manusia). Kenyataan bahwa instrumen laboratorium memiliki spesifikasi mengindikasikan bahwa instrumen tersebut dapat mencapai tingkat deteksi tertentu tidaklah berarti bahwa para praktiknya pengukuran yang dapat diandalkan pada konsentrat yang sangat rendah dapat dicapai tanpa keterlibatan spesialis pada setiap tahap, mulai dari persiapan wadah, sampling dan pengiriman ke laboratorium melalui analisis laboratorium dan pelaporan.

Hal ini telah menjadi semakin jelas sebagai akibat dari peningkatan ketersediaan analisis tingkat rendah. Sementara analisis ke tingkat yang diperlukan resolusi sudah tersedia dari laboratorium analisis lingkungan yang lebih baik, tingkat keterampilan pengumpul sampel dan jaminan kualitas pengumpulan sampel serta sistem kontrol untuk mengelola secara terpercaya kontaminasi di bawah tingkat-tingkat tersebut ini belum tersedia. Bahkan penyeleksian peralatan sampling untuk resolusi tingkat rendah tersebut memerlukan pertimbangan cermat, dan tidak semua manufaktur mampu menyediakan peralatan standar yang memadai. Sebagai contoh, tidak ada tiang pengambilan sampel air yang tersedia secara komersial yang tidak memiliki kelengkapan logam dalam mekanisme pemegang botol. Pemantauan praktik kerja unggulan mampu mencapai tingkat-tingkat resolusi ini dan kontrol kualitas, serta memiliki sistem dan pelatihan di lokasi untuk memastikannya tercapai secara andal atau menggunakan konsultan khusus guna mencapai pengendalian mutu sampling tingkat rendah.

Masalah utama ialah bahwa praktik kerja unggulan mempertimbangkan metode analisis mana yang sesuai untuk kebutuhan data proyek, baik sekarang dan di masa depan, dan memilih metode yang sesuai dengan kebutuhan mereka.

Praktik kerja unggulan tidak pernah memilih metode atas dasar struktur penetapan harga laboratorium saat ini dan keahlian personil sampel murah.

Studi Kasus: Mendorong teknologi untuk memenuhi kebutuhan masa depan yang diharapkan—pemantauan kualitas air Proyek Tampakan

Proyek Tampakan tembaga–emas yang diusulkan terletak sekitar 65 km utara-barat-laut dari General Santos City, pusat pertumbuhan utama di pulau Filipina selatan Mindanao. Wilayah proyek mengangkang curam utara-timur-laut mengalir di dataran tinggi yang terbelah yang berjajar di ketinggian dari 1.000 meter di selatan ke 1.350 meter di utara.

Proyek Tampakan akan menjadi tambang tembaga–emas berskala besar dengan sumber yang terukur, terindikasi dan tereka dengan estimasi pada bulan November 2013 berjumlah 2,9 miliar ton bijih tembaga pada kadar 0,5% tembaga dan 0,2 gram emas per ton serta mengandung 15 juta ton tembaga dan 17,6 juta ons emas menggunakan 0,2% tembaga cut-off grade (bijih yang berkadar relatif rendah yang masih dapat dimanfaatkan untuk proses pengarauan).

Wilayah ini secara politik kompleks, dan endapat bijih berada di hulu tujuh tangkapan yang berbeda, yang sebagian besar banyak digunakan oleh para pemangku kepentingan hilir untuk mengairi tanaman, irigasi persediaan dan pasokan air minum dan air sanitasi, serta sebagai sumber makanan air dan sumber daya lainnya, yang semuanya berkontribusi pada kebutuhan data lingkungan dasar yang ketat dan dapat dipertahankan. Pada bulan April 2007, Xstrata Copper (sekarang GlencoreXstrata, XCu) mengakuisisi mayoritas di proyek tersebut; manajemen sehari-hari operasi itu melalui Sagittarius Mines (SMI) perusahaan tambang berbasis Filipina.

Hingga bulan April 2007, pemantauan air permukaan di Tampak dilakukan di 71 lokasi terpisah di lebih dari 10 DAS. Hal itu dilakukan secara berkala dari bulan Januari 1995, sebagian besar oleh konsultan berbasis di Filipina, dan konsisten dengan persyaratan nasional untuk pemantauan dan penilaian lingkungan. XCu dan SMI bertekad bahwa ada persyaratan untuk studi kelayakan lebih lanjut dan bahwa pernyataan dampak lingkungan yang lebih rinci akan diperlukan guna memenuhi kewajiban internasional XCu ini. Proyek berkomitmen pada tahap pra-kelayakan yang diperpanjang untuk mengumpulkan pengetahuan tambahan yang diperlukan. Suatu perluasan substansial dari program pemantauan kualitas air awal merupakan bagian dari komitmen itu.

Program awal kualitas air sampling dan analisis yang bertujuan untuk mencapai praktik kerja unggulan dengan menggunakan pengendalian mutu yang ketat, teknik sampling jejak-logam bersih dan kemudian analisis berkualitas prima (state-of-the-art) untuk pemperendah tingkat-tingkat per-miliar. Analisis laboratorium awalnya dicari dari laboratorium analisis lingkungan komersial di Hong Kong dan Australia, yang keduanya memiliki sejarah jangka panjang yang berkualitas tinggi analisis kimia lingkungan untuk proyek pertambangan internasional. Kualitas air sampel dilakukan di bawah kepengurusan sebuah konsultan lingkungan berbasis Australia. Sebagai latihan uji kelayakan (due-diligence), putaran awal dari program sampling dan analisis yang diperbarui meliputi 'scan' (pindaian) multi-elemen dari 70 elemen untuk mengidentifikasi setiap elemen yang dikhawatirkan. Selain itu, analisis logam 'ultra-trace' dilakukan pada awal dua putaran sampling, baik sebagai pengumpulan data dasar maupun program sampling ukuran penilaian desain. Sebagai bagian dari dukungan yang berkelanjutan dan peningkatan kapasitas untuk laboratorium Filipina lokal, analisis untuk parameter yang dipilih dilakukan di laboratorium analisis lingkungan nasional pada pemisahan sampel yang dikirim ke laboratorium internasional guna perbandingan antar laboratorium. Hal itu dimaksudkan untuk digunakan laboratorium Filipina dalam rujukan untuk laboratorium internasional jika pengendalian mutu yang sesuai dan jaminan dapat dibentuk melalui peningkatan kapasitas koperasi.

Staf SMI Departemen Lingkungan dilatih oleh konsultan internasional dalam melakukan pemantauan air untuk pengendalian mutu dan jaminan tingkat tinggi, antar lain mewajibkan semua parameter laboratorium berada dalam 15% perbedaan relatif untuk sampel rangkap tiga yang diambil pada setiap putaran pengambilan sampel bulanan dan blanko lapangan (field blank) untuk berada di bawah batas pelaporan.

Hasilnya dua tahun data pemantauan kualitas air dasar bulanan dan triwulanan (tergantung pada pengambilan sampel lokasi situs) berkualitas tinggi. Data ini diharapkan dapat memberikan dataset yang nalar, yang akan berguna untuk masa hidup multi-dekade proyek. Ini sudah termasuk mencapai jejak hasil analisis logam yang dapat diandalkan untuk tingkat resolusi sub- $\mu\text{g/L}$. Dataset dasar berkualitas tinggi dan luas seperti itu jauh melampaui persyaratan minimum untuk tahap pra-kelayakan proyek pertambangan di Filipina, dan dari segi kualitas data, tingkat resolusi dan kuantitas, melampaui persyaratan internasional yang khas. Namun, SMI dan XCu menganggapnya sebagai keuntungan substansial untuk proyek karena akan berfungsi sebagai dasar dapat dipertahankan selama bertahun-tahun, memberikan masukan berkualitas tinggi ke dalam perencanaan pengelolaan lingkungan untuk proyek dan memberikan pelatihan keterampilan dengan standar-praktik kerja unggulan internasional untuk staf dan layanan penyedia dalam negeri.

Sejak 2009, proyek tetap tidak berkembang, tetapi kemampuan analisis laboratorium telah sedemikian meningkat sehingga analisis logam ultra-trace sekarang ditawarkan secara rutin oleh laboratorium analisis lingkungan yang lebih lengkap. Namun, batas deteksi yang ditawarkan tidak mengurangi secara nyata dan batas-batas resolusi sampling dasar Tampakkan tetap merupakan praktik kerja unggulan yang relevan.

Pengalaman yang lebih luas dalam penggunaan batas resolusi analisis ultra-trace oleh sejumlah besar tim pemantauan telah menemukan bahwa pengendalian mutu dari koleksi sampel dan penanganannya sekarang umumnya sebagai faktor pembatas dalam menentukan batas-batas praktis resolusi untuk konsentrasi logam karena kontaminasi sampel pada konsentrasi rendah tersebut, dan bukan karena batas deteksi alat laboratorium. Oleh karena itu, upaya menempatkan staf peserta pelatihan dalam pengendalian mutu pengumpulan sampel oleh Tampakkan, dan penggabungan protokol jaminan kualitas yang baik termasuk penggunaan sampel rutin blanko perjalanan (field trip) dan blanko lapangan, secara khusus penting dan memberikan suatu dasar awal yang kuat bagi proyek.



Botol digunakan untuk pengambilan sampel.



Kanan: Penyaringan untuk larutan logam dan mengukur aliran.



Mengumpulkan sampel air.



Arus di Dalam dibelokkan ke saluran irigasi.



Saluran irigasi.



Wanita lokal mencuci sayuran.

4.14.3 Praktik kerja unggulan metode pemantauan fauna

Pertimbangan umum untuk pemantauan fauna diuraikan dalam buku pegangan *Manajemen keanekaragaman hayati* (DIIS 2016f). Metode pemantauan terus berkembang, dan sejumlah perbaikan teknologi baru sekarang secara rutin digunakan dalam pemantauan fauna pada operasi penambangan. Perbaikan teknologi tersebut antara lain perekam audio yang otomatis untuk kelelawar, katak dan burung. Sejumlah jenis perekam otomatis sekarang tersedia secara komersial dan relatif murah. Perekam otomatis tersebut memungkinkan untuk pemantauan sampel siang dan malam serta untuk waktu yang lebih lama. Perekam audio yang digunakan dalam hubungannya dengan perangkat lunak pengenalan suara telah sangat ditingkatkan dalam segi efektivitas biaya dalam pemeriksaan data dan analisis. Misalnya, pengenalan suara (vocal) menggunakan komputer untuk mengidentifikasi spesies telah berhasil digunakan untuk mendeteksi spesies yang terancam. Efektivitas biaya dari rekaman audio memungkinkan pengolahan data yang jauh lebih banyak dan meningkatkan kualitas pemantauan. Manfaat lain yang terkait dengan rekaman audio termasuk:

- penyingkiran bias pengamat
- pemeriksaan cepat kehadiran keanekaragaman hayati
- konstruksi tahan cuaca dan baterai yang tahan lama, memungkinkan waktu pemantauan yang panjang
- konsistensi saat membuat pengulangan survei
- meningkatkan pengumpulan informasi (misalnya, deteksi terancam dan deteksi spesies samar (cryptic))
- biaya yang lebih efektif dari frekuensi sampling (untuk mengaktifkan pengambilan sampel musiman)
- data elektronik, memungkinkan untuk analisis ulang pada tahap berikutnya, verifikasi kualitas data dan kemudahan penyimpanan
- pemantauan serentak (yaitu, survei sejumlah lokasi pada waktu yang sama)
- kesederhanaan penggunaan.

Kamera inframerah dan deteksi-gerak yang sekarang tersedia secara komersial dan sering digunakan untuk survei fauna di operasi penambangan. Kamera semacam itu memungkinkan pemantauan siang dan malam terhadap lokasi terpisah, seperti badan air, alas timbunan pelindian genangan dan sistem tailing. Di mana kematian satwa liar kadang-kadang terjadi, sangatlah berguna dalam deteksi karkas dan, yang lebih penting, dalam mendeteksi penghapusan karkas oleh spesies pemulung.

Meskipun teknologi pemantauan otomatis fauna sudah tersedia dan sekarang banyak digunakan, pemahaman tentang persyaratan pemantauan, spesies sasaran dan bagaimana teknologi bekerja sangat penting untuk integritas data dan analisis selanjutnya. Misalnya, spesies teritorial dapat dideteksi lebih sering dalam jangkauan mereka dengan menggunakan kamera jebak, dan burung vokal yang lebih mudah dideteksi dengan perangkat audio.

Perbandingan kelimpahan antara spesies atau bahkan antara kelas umur spesies sering tidak valid; kamera dan perangkat audio tersebut biasanya mengukur aktivitas spesies, bukan kelimpahannya. Namun, mereka bagus dalam mendeteksi spesies langka, nokturnal dan species samar.

Karena beban pengeluaran, survei fauna sering dilakukan setiap tahun, biasanya pada saat yang sama tahun tersebut untuk menyingkirkan bias yang musiman. Analisis data digunakan untuk menentukan perubahan dari tahun sebelumnya. Yang mungkin tidak memuaskan, karena dapat terjadi dampak terhadap satwa liar dan tetap tidak terdeteksi sampai survei tahunan berikutnya. Efektivitas biaya dari survei audio dan kamera dapat mengaktifkan pemantauan triwulanan atau terus-menerus dengan biaya yang sama dengan teknik pemantauan yang khas. Yang penting, peningkatan frekuensi sampling memperbaiki pengaturan waktu sejauh perubahan terdeteksi.

Studi kasus: Pemantauan fauna untuk menilai kompensasi dan rehabilitasi tambang

Glencore Mt Owen Mine di Upper Hunter Valley, New South Wales. Persetujuan pengembangan tambang 1994 yang asli mengizinkan gangguan 240 hektar Ravensworth State Forest, sedangkan pada tahun 2004 otoritas pembangunan mengizinkan pembukaan lebih lanjut 94 hektar hutan, asalkan tunduk pada pelaksanaan tindakan strategi kompensasi keanekaragaman hayati termasuk flora dan fauna yang komprehensif tindakan manajemen.

Ravensworth State Forest adalah sisa yang sangat signifikan dalam skala lokal dan regional, dan merupakan salah satu daerah terbesar yang tersisa dari hutan di hamparan Hunter Valley. Dampak pada flora dan fauna dikelola di bawah Mt Owen Mine Plan of Management for Revegetation and Wildlife (Rencana Pengelolaan Revegetasi dan Satwa Tambang Mt Owen) 1994 dan revisi berikutnya. Selain strategi kompensasi keanekaragaman hayati, rencana tersebut juga membutuhkan nilai-nilai konservasi di wilayah hutan sisa untuk dikelola dan dilindungi, restorasi dan penghijauan akan dilakukan pada daerah terdegradasi dan telah dibersihkan, dan ditujukan pada daerah ditambang yang akan direhabilitasi untuk masyarakat hutan. Program pemantauan dan pengelolaan fauna ditinjau setiap tahun oleh Mt Owen Flora and Fauna Interagency Advisory Group, yang terdiri dari perwakilan Departemen Sumber Daya dan Energi, Hunter Environment Lobby, University of Newcastle dan Mt Owen Complex (MOC).

Tindakan manajemen untuk mengembalikan dan meningkatkan habitat fauna yang dilindungi dan terancam termasuk pengecualian persediaan pangan rumput permanen, modifikasi badan air untuk meningkatkan nilai habitat, pemasangan 300 kotak sarang untuk sisa-sisa spesies yang tergantung pada pit, hutan yang dipulihkan dan direhabilitasi, pembentukan hutan asli di daerah tambang yang dikompensasi dan direhabilitasi, mengumpulkan dan menyebarkan puing hutan seperti kayu dalam rehabilitasi, pengelolaan gulma, dan pengendalian hewan liar.

Pemantauan flora dan fauna merupakan komponen penting dari manajemen ini. Program pemantauan fauna tahunan meliputi pemantauan pada dampak kegiatan pertambangan pada fauna di daerah sisa maupun pemulihan dan rekolonisasi fauna di daerah dipulihkan, dihijaukan kembali dan direhabilitasi. Program tersebut memberikan informasi penting guna memahami persyaratan habitat fauna dan memungkinkan pengembangan teknik yang paling hemat biaya untuk mempromosikan fauna pemulihan dan rekolonisasi. Data pemantauan dibandingkan di tiga lokasi hutan, empat regenerasi (dikembalikan atau dihijaukan) situs, dan dua lokasi di daerah rehabilitasi tambang. Program pemantauan fauna dijelaskan secara rinci dalam FFSNI (2013).

Survei fauna vertebrata terestrial praktik kerja unggulan telah cukup berkembang dalam 10-15 tahun terakhir. Yang digunakan di MOC antara lain prosedur konvensional dan metode survei yang baru-baru ini dikembangkan, termasuk:

- survei konvensional burung (seperti visual dan panggilan burung) dan mamalia perangkap
- pit perangkap untuk reptil, katak dan mamalia kecil
- penggunaan inframerah (panas) dan kamera deteksi-gerak untuk mendeteksi beberapa spesies fauna liar (seperti anjing liar dan ekor-tutul Quoll)
- menggunakan kamera lain untuk menghitung jumlah populasi burung air di lahan basah, untuk perkiraan populasi mamalia yang lebih besar, dan untuk mendokumentasikan gangguan pada persediaan

- kotak sarang yang diperiksa dengan kamera yang dipasang pada tiang, yang mengatasi keterbatasan kerja-di-ketinggian dan merupakan alternatif yang hemat biaya untuk survei jebak dan sorot
- penggunaan perangkap harpa dan detektor Anabat untuk survei kelelawar
- pelacakan radio dari ekor-tutul Quoll dengan menggunakan kerah GPS dan pengambilan data jarak jauh melalui telemetri.

Proyek ini telah membantu mengidentifikasi kebutuhan habitat Quoll tertentu, dan juga kesempatan untuk memperbaiki habitat bagi spesies, di daerah rehabilitasi dan revegetasi Mt Owen.

Beberapa teknik survei vertebrata fauna lainnya baru-baru ini dikembangkan digunakan secara efektif dalam survei fauna praktik kerja unggulan di tambang di Australia, tapi tidak dianggap sesuai untuk habitat tertentu dan kondisi di MOC. Teknik antara lain *song meter*, yang memungkinkan pemantauan pasif atas beberapa kelompok fauna, termasuk kelelawar mikro, burung dan katak. Teknik-teknik tersebut juga sesuai untuk pemantauan jangka panjang atas beberapa spesies langka dan samar yang tidak akan membutuhkan jam lapangan intensif oleh staf yang memakan biaya yang cukup besar. Teknik tersebut juga memungkinkan pengambilan sampel selama waktu tertentu dalam sehari atau selama peristiwa seperti badai musim panas saat puncak aktivitas beberapa spesies.

Hasil pemantauan fauna di MOC menunjukkan bahwa kolonisasi daerah yang direhabilitasi oleh spesies vertebrata, meliputi berbagai burung hutan dan kelelawar, berlangsung dengan baik (untuk rincian, lihat FFSNI 2013). Tingkat kolonisasi untuk beberapa spesies telah ditingkatkan dengan instalasi sumber daya kritis, seperti batu dan kayu tumpukan, kolam katak dan kotak sarang. Namun, seperti yang telah ditemukan di tempat lain, ada variabilitas antar spesies karena mereka berekolonisasi di daerah yang telah direhabilitasi dan dihijaukan pada tingkat yang berbeda sesuai dengan kebutuhan habitat mereka.

Program pemantauan fauna adalah ilustrasi yang berguna tentang bagaimana pemantauan flora dan fauna dan program manajemen praktik kerja unggulan dapat digunakan guna membantu tambang mencapai konservasi keanekaragaman hayati, kompensasi dan tujuan rehabilitasi. Rincian lebih lanjut program ini terdapat di Glencore (t.t.), yang meliputi beberapa publikasi yang relevan.



Penelitian ekor-tutul Quoll dengan pelacakan dengan radio (radio-tracking)



Owlet-nightjar Australia.



Kelelawar dalam kotak.

4.14.4 Pertimbangan teknologi lainnya

Banyak metode pemantauan praktik kerja unggulan yang telah atau tengah dikembangkan guna memenuhi kebutuhan khusus, termasuk metode seperti:

- teknologi sensor yang lebih baik, termasuk biosensor
- spesialis metode penginderaan jauh:
 - di darat, seperti gambar satelit resolusi tinggi tentang panjang gelombang yang berbeda-beda dan kombinasi panjang gelombang
 - di atas air, seperti pengambilan sampel hidro-akustik posisi organisme perairan, kepadatan dan frekuensi ukuran; pengambilan profil air dan gerakan sedimen tersuspensi dengan *acoustic Doppler*; akustik, termasuk sonar, sistem pemetaan habitat; sistem habitat video rekaman otomatis habitat dan organisme (misalnya, BRUVS atau sistem video jarak jauh dengan umpan di bawah air untuk ikan); dan drone kualitas-air
 - di udara, menggunakan operasi jarak jauh UAV yang terbang rendah membawa kamera dan detektor multispektral (Bagian 4.13.2)
- penggunaan non-destruktif sampel hewan, seperti perekam katak, detektor kelelawar dan analisis DNA dari rambut yang telah ditingkatkan
- sampel tabung
- perangkat radio dan satelit pelacakan fauna untuk menilai habitat rekolonisasi
- instrumen untuk mengukur serapan air pada vegetasi.

Yang penting, pemantauan praktik kerja unggulan tidak memilih teknologi bawaan standar atau teknologi mutakhir karena alasan lebih murah atau memberi stempel. Praktik kerja unggulan menggunakan teknologi yang sesuai dengan program pemantauan dan menangani baik kebutuhan data segera dan masa depan. Dalam banyak kasus, tekad praktik kerja unggulan untuk mengejar dapat mempercepat pengembangan teknologi ini sebagai hasil dari adopsi mereka oleh industri.

4.15 Relevansi jangka panjang

Seperti yang ditunjukkan dalam Bagian 3, perencanaan untuk pemantauan harus selalu dilakukan sebagai latihan LoM, memaksimalkan relevansi data yang dikumpulkan di setiap tahap untuk digunakan pada tahap selanjutnya.

Bagian 4.14.3 mencantumkan bahwa hal ini mungkin memerlukan, misalnya, bahwa batas deteksi kimia yang digunakan untuk pengumpulan data dasar berada jauh di bawah praktik komersial standar pada saat itu, guna mempertahankan relevansi pada tahap akhir dari proyek yang berumur panjang. Pentinglah untuk adanya pelaporan kualitas data yang akurat dan transparan serta akses lanjutan untuk dataset melalui kehidupan proyek. Seperti tercantum dalam Bagian 4.10, calon pengguna data tidak mungkin menjadi kolektor awal, karena perputaran staf, dan calon pengguna harus dapat mengakses hasil, memahami asal mereka dan yakin kehandalan mereka. Praktik kerja unggulan menangani permasalahan hidup-proyek dan memastikan bahwa sistem pengelolaan data dan keputusan pada koleksi data yang memaksimalkan relevansi berkelanjutan.

4.16 Pelaporan publik dan jaminan

4.16.1 Perkembangan terkini dalam pelaporan publik

Pelaporan keberlanjutan atau kinerja lingkungan sosial dan tata kelola (ESG) harus dilihat bukan sebagai suatu kegiatan yang terisolasi tetapi sebagai bagian dari proses yang lebih besar dari praktik perusahaan yang berkelanjutan, keterlibatan pemangku kepentingan dan akuntabilitas perusahaan. Jika dilakukan secara strategis, pelaporan dapat membantu untuk mengelola sumber daya keberlanjutan dalam organisasi, mengidentifikasi kesenjangan dalam pengumpulan informasi atau data keberlanjutan dan menghasilkan momentum untuk praktik yang bertanggung jawab lingkungan dan sosial dalam operasi dan proses perusahaan.

Ada beberapa perkembangan baru yang signifikan dalam pelaporan publik baru-baru ini, termasuk dua kerangka kerja baru yang menawarkan berbagai cara kepada perusahaan untuk menyajikan data kinerja kepada pemangku kepentingan mereka:

- pelaporan terpadu—suatu prakarsa Dewan Pelaporan Terpadu Internasional (IIRC)⁶
- pelaporan keberlanjutan G4—dipromosikan oleh Prakarsa Pelaporan Global (GRI).⁷

Dua kerangka kerja tersebut harus dipertimbangkan bukan sebagai alternatif, melainkan sebagai pelengkap dalam mencapai audiens yang berbeda dengan kepentingan yang berbeda.

4.16.2 Pelaporan terpadu

Pelaporan terpadu menyediakan kerangka kerja yang kuat untuk menghubungkan kinerja sosial dengan strategi bisnis yang lebih luas serta menyediakan sarana untuk menunjukkan nilai bisnis dari investasi sosial dari waktu ke waktu. Mengidentifikasi permasalahan materi yang mempengaruhi penciptaan nilai jangka pendek, menengah dan panjang mempromosikan prospek jangka panjang yang berkelanjutan dari kerangka pelaporan perusahaan lainnya.

Pelaporan terpadu mulai mendapatkan perhatian dari perusahaan Australia, dan beberapa telah membuat upaya pertama mereka untuk menghasilkan laporan seperti itu. Beberapa bursa saham, seperti BEJ Afrika Selatan, kini mewajibkan perusahaan-perusahaan yang terdaftar memproduksi pelaporan terpadu. Namun, ada kesalahpahaman luas di pasar tentang apa yang dimaksudkan dengan laporan 'terpadu'.

Penelitian terbaru oleh GRI mencatat bahwa 'jumlah laporan terpadu menyatakan diri dalam database GRI yang secara eksplisit berjudul "Laporan Terpadu" telah berkembang dalam beberapa tahun terakhir ... tapi mayoritas—50-60%— yang disebut "Laporan tahunan", diikuti oleh "Laporan keberlanjutan" atau "Laporan pembangunan berkelanjutan". '(GRI 9999).

Melihat lebih dekat pada angka penelitian GRI menunjukkan bahwa setidaknya 70% dari laporan tersebut mengaku akan 'terpadu' ternyata tidak dan, jika kita menggunakan definisi literal dari 'laporan terpadu', angka sebenarnya adalah mungkin lebih dekat ke 90%.

Kesalahpahaman ini telah menimbulkan kebingungan di pasar mengenai pilihan dan arah pelaporan, mempromosikan pandangan bahwa pelaporan yang terpadu adalah penerus tak terelakkan untuk keberlanjutan dan pelaporan keuangan. Beberapa organisasi percaya bahwa memproduksi laporan terpadu akan meringankan mereka dari kebutuhan untuk pelaporan keberlanjutan di masa depan.

Karena kedua G4 GRI dan kerangka pelaporan yang terpadu telah tersedia untuk pelapor, jelaslah bahwa pelaporan keberlanjutan tetap berfokus terutama pada penyediaan informasi bagi para pemangku kepentingan yang ingin memahami dampak sosial, *ekonomi dan lingkungan penting* suatu organisation dan bagaimana mengelolanya, sementara pelaporan terpadu ditargetkan pada penyedia modal finansial yang mencari informasi yang menunjukkan bagaimana sebuah organisasi menciptakan nilai di berbagai ibukota yang saling berkaitan dengan cara yang koheren dan strategis.

6 IIRC, <http://integratedreporting.org/the-iirc-2/>.

7 GRI, <https://www.globalreporting.org/standards/g4/Pages/default.aspx>.

4.16.3 Pedoman pelaporan keberlanjutan yang baru

Bertepatan dengan datangnya kerangka kerja pelaporan terpadu, telah diterbitkan pedoman pelaporan keberlanjutan generasi berikutnya, yang disebut G4, yang dikembangkan oleh GRI. Melalui G4, GRI telah berupaya untuk meningkatkan tingkat dan kualitas pelaporan keberlanjutan. Hal ini tidak hanya memperbaiki set pedoman sebelumnya, namun memiliki maksud yang jelas untuk menarik pelapor sampai ke akuntabilitas tingkat berikutnya dengan meningkatkan aspek kunci seperti pengungkapan materialitas, batas pengaturan, tata kelola, rantai pasokan, etika dan manajemen.

Tata Kelola dan pelaporan rantai pasokan juga diperkuat oleh G4. Sekarang pelapor perlu untuk lebih sepenuhnya menggambarkan rantai pasokan organisasi mereka, termasuk rincian lokasi pemasok, perubahan dalam hubungan mereka dengan pemasok, pilihan mereka dan keputusan pemasok, serta nilai moneter dan volume barang dan jasa yang dibeli langsung dari pemasok. Tata Kelola dibahas pada Bagian 4.18 dari buku pegangan ini.

4.16.4 Energi dan pelaporan emisi

Pelaporan wajib

Di Australia, pemantauan dan pelaporan emisi gas rumah kaca, produksi energi dan konsumsi energi oleh perusahaan diwajibkan bawah *UU Pelaporan Rumah Kaca dan Energi Nasional tahun 2007 (National Greenhouse and Energy Reporting Act 2007)* (NGER Act).

UU mengharuskan perusahaan-perusahaan yang memancarkan gas rumah kaca atau memproduksi atau pun mengkonsumsi energi di atas ambang batas yang ditentukan agar mendaftar dan melaporkan emisi, produksi energi dan konsumsi energi mereka kepada Pemerintah Australia.

Data emisi yang dikumpulkan berdasarkan UU NGER merupakan bagian integral dari kompilasi National Greenhouse Accounts, dan digunakan untuk memenuhi persyaratan pelaporan internasional di bawah Konvensi Kerangka Kerja PBB tentang Perubahan Iklim (United Nations Framework Convention on Climate Change); untuk melacak kemajuan Australia terhadap target yang ditetapkan di bawah Protokol Kyoto; dan untuk menginformasikan pembuat kebijakan dan public.

Dokumentasi kunci pada pelaporan berdasarkan UU NGER meliputi:

- Peraturan Pelaporan Rumah Kaca dan Energi Nasional tahun 2008
- Penentuan (Pengukuran) Rumah Kaca dan Energi Nasional tahun 2008
- Pedoman Teknik Pelaporan Rumah Kaca dan Energi Nasional

Pedoman teknis membantu perusahaan memahami dan menerapkan Penentuan NGER dengan menguraikan metode perhitungan dan kriteria untuk menentukan data emisi gas rumah kaca dan energi. Pedoman juga mengandung panduan langkah-demi-langkah untuk perusahaan tentang bagaimana mereka dapat mendaftar dan melaporkan berdasarkan UU NGER.

Rumah Kaca Nasional dan Sistem Pelaporan Energi (NGERS) merupakan praktik kerja unggulan dalam pemantauan dan pelaporan emisi gas rumah kaca dan energi di Australia. Selain didukung oleh undang-undang, NGERS didasarkan pada standar internasional pelaporan dan metode, seperti Protokol Gas Rumah Kaca World Business Council for Sustainable Development (lihat kotak), dan metode yang ditentukan oleh Panel Antar-Pemerintah tentang Perubahan Iklim. Untuk memastikan keakuratan data yang dilaporkan di bawah NGER, UU NGER juga berisi serangkaian audit, kepatuhan dan ketentuan paksaan.

Informasi lebih lanjut tentang kewajiban pelaporan perusahaan berdasarkan UU NGER tersedia dari Regulator Energi Bersih (Clean Energy Regulator).⁸

⁸ Regulator Energi Bersih, <http://www.cleanenergyregulator.gov.au/NGER/Pages/default.aspx>.

Protokol Gas Rumah Kaca

Protokol Gas Rumah Kaca, yang diciptakan oleh Dewan Bisnis Dunia untuk Pembangunan Berkelanjutan dan Institut Sumber Daya Dunia (World Resources Institute), adalah alat akuntansi yang paling banyak digunakan skala internasional untuk pemerintah dan para pemimpin bisnis untuk memahami, mengukur dan mengelola emisi gas rumah kaca. Alat akuntansi ini menyediakan kerangka akuntansi standar gas hampir setiap rumah kaca dan program di dunia.

Greenhouse Gas Protocol Corporate Standard memberikan standar dan pedoman bagi perusahaan dan organisasi lain mempersiapkan persediaan emisi gas rumah kaca. Ini mencakup akuntansi dan pelaporan dari enam gas rumah kaca dicakup oleh Protokol Kyoto— karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), nitrous oksida (N₂O), hidrofluorokarbon (HFC), perfluorokarbon (PFC) dan sulfur heksafluorida (SF₆)—dan diamandemen pada Mei 2013 untuk mencakup trifluorida nitrogen (NF₃).

Tujuan dari standar perusahaan adalah:

- untuk membantu perusahaan menyiapkan persediaan gas rumah kaca yang merupakan pelaporan yang benar dan adil emisi mereka, melalui penggunaan pendekatan standar dan prinsip-prinsip
- untuk menyederhanakan dan mengurangi biaya kompilasi persediaan gas rumah kaca
- untuk memberikan informasi yang dapat digunakan untuk membangun strategi yang efektif untuk mengelola dan mengurangi emisi gas rumah kaca kepada bisnis
- untuk meningkatkan konsistensi dan transparansi dalam pelaporan gas rumah kaca dan melaporkan antara berbagai perusahaan dan program gas rumah kaca.

Jika organisasi praktik kerja unggulan tidak diwajibkan untuk melaporkan berdasarkan UU NGER di Australia (atau berdasarkan kerangka pelaporan wajib yang setara di negara-negara lain), mereka tetap mempersiapkan inventori gas rumah kaca; Greenhouse Gas Protocol Corporate Standard membuatnya lebih mudah untuk dilaksanakan.

Pada tahun 2014, Prinsip Tata Kelola Perusahaan Bursa Efek Australia (ASX) telah diperbarui untuk menyertakan pengungkapan wajib risiko material lingkungan, termasuk risiko perubahan iklim, dan informasi terkait tentang energi serta manajemen dan kinerja emisi.

Versi saat ini dari Prinsip Tata Kelola dan Rekomendasi Corporate Governance Council ASX (3rd edition) diterbitkan pada tanggal 27 Maret 2014 dan mulai berlaku untuk tahun finansial penuh pertama bagi entitas terdaftar yang dimulai pada atau setelah 1 Juli 2014. Prinsip-prinsip baru dan rekomendasi mengharuskan perusahaan untuk mengungkapkan risiko kelestarian lingkungan dan sosial material dan bagaimana prinsip dikelola. Pemahaman yang jelas tentang risiko perubahan iklim (secara fisik dan keseringannya) dan strategi yang efektif untuk mengelola energi dan emisi merupakan pokok pengungkapan ini.

Pedoman pelaporan bagi perusahaan Australia (ACSI-FSC 2011) ESG telah dikembangkan guna melengkapi persyaratan pelaporan yang dijabarkan dalam Prinsip Tata Kelola Perusahaan dan Rekomendasi ASX serta pedoman praktik kerja unggulan lainnya. Selain pertimbangan lingkungan, sosial dan tata kelola lainnya, panduan juga menguraikan mengapa energi dan emisi pelaporan penting bagi investor dan informasi apa yang mereka ingin lihat diungkapkan dalam laporan publik.

Mengakui bahwa peraturan perubahan iklim membebankan biaya pada perusahaan yang memproduksi dan mengkonsumsi barang dan jasa karbon-intensif, investor beranggapan bahwa perusahaan yang gagal untuk memahami emisi karbon mereka, mengurangi emisi mereka, mengelola kewajiban karbon mereka dengan penghematan biaya, dan memahami eksposur fisik mereka untuk perubahan iklim, berisiko untuk:

- biaya yang lebih tinggi karena biaya mematuhi peraturan karbon meningkat
- hilangnya pangsa pasar sebagai pelanggan pindah ke pemasok rendah emisi
- kerusakan aset sebagai dampak fisik dari peningkatan perubahan iklim.

Indikator umum yang dilaporkan bahwa investor mencari, meliputi:

- emisi langsung (lingkup 1), dengan fasilitas atau proses, termasuk apa yang terjadi di saham ekuitas
- emisi tak langsung (lingkup 2), yang dikaitkan dengan pembelian daya listrik
- emisi karbon rantai-pasokan (lingkup 3)
- peluang untuk meneruskan biaya karbon ke pelanggan
- kesempatan untuk mengurangi emisi karbon dan penggunaan energi
- target untuk mengurangi emisi karbon dan meningkatkan efisiensi energi
- manajemen kewajiban karbon yang efektif, termasuk cara-cara untuk mengurangi emisi atau memenuhi kewajiban karbon dengan biaya rendah
- penilaian terhadap risiko fisik dari perubahan iklim
- peluang bisnis yang dihadirkan oleh regulasi perubahan iklim.

Operasi internasional

Proyek-proyek internasional tertentu (seperti yang dibiayai baik oleh IFC atau oleh lembaga keuangan penandatanganan Prinsip-prinsip Equator (Equator Principles) mungkin diperlukan untuk memenuhi Standar Kinerja IFC pada Lingkungan dan Sosial Keberlanjutan (IFC 2006). IFC Standar Kinerja 3 (IFC PS 3) pada efisiensi sumber daya dan pencegahan polusi memiliki tiga tujuan utama:

- untuk menghindari atau meminimalkan dampak buruk pada kesehatan manusia dan lingkungan dengan menghindari atau meminimalkan polusi dari kegiatan proyek
- untuk mempromosikan penggunaan sumber daya yang lebih berkelanjutan, termasuk energi dan air
- untuk mengurangi emisi gas rumah kaca yang terkait dengan proyek.

IFC PS 3 menetapkan persyaratan tertentu untuk energi dan emisi kinerja bagi korporasi di tingkat proyek:

Selain langkah-langkah efisiensi sumber daya yang dijelaskan di atas, klien akan mempertimbangkan alternatif dan melaksanakan opsi teknis dan finansial yang layak serta hemat biaya guna mengurangi emisi gas rumah kaca yang terkait dengan proyek selama desain dan operasi proyek. Pilihan ini mungkin meliputi, namun tidak terbatas pada, lokasi proyek alternatif, penerapan sumber energi karbon terbarukan atau rendah, pertanian, kehutanan dan pengelolaan ternak praktik-praktik berkelanjutan, pengurangan kebocoran emisi dan pengurangan pembakaran gas.

Revisi terbaru dari IFC PS2 memperkenalkan persyaratan tambahan untuk pelaporan gas rumah kaca:

Untuk proyek yang diharapkan atau saat ini menghasilkan lebih dari 25.000 ton CO₂ per tahun, klien akan menghitung emisi langsung dari fasilitas yang dimiliki atau dikendalikan dalam batas fisik proyek maupun emisi tidak langsung yang berkaitan dengan produksi energi di luar lokasi yang digunakan oleh proyek. Kuantifikasi emisi gas rumah kaca (GHG) akan dilakukan oleh klien setiap tahun sesuai dengan metodologi yang diakui secara internasional dan praktik kerja unggulan.

4.17 Pelaporan sukarela

4.17.1 Proyek Pengungkapan Karbon

Prakarsa pelaporan emisi secara sukarela yang diakui terbesar di dunia adalah Proyek Pengungkapan Karbon (Carbon Disclosure (CDP)). CDP didukung oleh investor besar dan meminta perusahaan untuk setiap tahun mengungkapkan informasi tentang manajemen risiko dan peluang perubahan iklim serta kinerja emisi gas rumah kaca.

CDP menghasilkan skor perusahaan untuk pengungkapan maupun kinerja, memberikan poin untuk informasi strategis dan operasional, meliputi kaitan yang jelas antara strategi bisnis dan pengurangan emisi, menunjukkan pemahaman risiko dan peluang yang terkait dengan perubahan iklim, target dan prakarsa pengurangan emisi dan prakarsa, pengukuran dan pengelolaan ruang lingkup 1, 2 dan 3 emisi, serta pengurangan emisi progresif dari tahun ke tahun.

CDP mendorong perusahaan yang berpartisipasi untuk menilai respon mereka sesuai dengan prinsip-prinsip Protokol Gas Rumah Kaca dan diakui dunia sebagai praktik kerja unggul untuk pelaporan pengungkapan emisi pelaporan dan manajemen.

Untuk informasi lebih lanjut, lihat www.cdp.net.

4.17.2 Kompensasi karbon

Walaupun metode hemat biaya terbaik dan sebagian besar mengurangi profil total emisi dari perusahaan adalah untuk memperkenalkan langkah-langkah pengurangan, ada juga beberapa pilihan kompensasi yang tersedia untuk perusahaan yang ingin secara sukarela mengurangi jejak karbon mereka atau yang perlu untuk memenuhi persyaratan peraturan tertentu.

Kompensasi karbon adalah unit yang mewakili pengurangan emisi gas rumah kaca. Unit tersebut dapat dibeli dan digunakan untuk membatalkan atau mengimbangi emisi yang ditimbulkan oleh operasi perusahaan.

Standar Kompensasi Karbon Nasional (National Carbon Offset Standard), didirikan oleh Pemerintah Australia guna mendorong tindakan untuk mengurangi polusi karbon di luar target nasional Australia, memberikan petunjuk tentang apa yang merupakan kompensasi emisi karbon sukarela dan menetapkan persyaratan minimum untuk kalkulasi, audit dan mengkompensasi jejak karbon dari operasi perusahaan.

Unit kompensasi yang memenuhi syarat antara lain:

- unit kredit karbon Australia yang diterbitkan di bawah Prakarsa Karbon Pertanian (Carbon Farming Initiative)
- kredit yang dikeluarkan di bawah Program Rumah Kaca Ramah terdahulu oleh Pemerintah Australia
- unit internasional yang dikeluarkan di bawah Protokol Kyoto (Implementasi Bersama / Mekanisme Pembangunan Bersih)
- kredit yang dikeluarkan di bawah Standar Emas dan Standar Karbon yang sudah Diverifikasi (Gold Standard and Verified Carbon Standard (VCS))

Informasi lebih lanjut tentang Carbon Nasional Offset Standard tersedia di situs web Departemen Lingkungan Hidup: <http://www.environment.gov.au/climate-change/publications/national-carbon-offset-standard-version3>.

4.17.3 Pemantauan dan pelaporan rantai-nilai emisi

Terdapat peningkatan tekanan pada perusahaan untuk menunjukkan tindakan yang mereka lakukan guna mempengaruhi pemasok mereka, pelanggan mereka dan pemangku kepentingan terkait lainnya, guna mengurangi emisi gas rumah kaca di seluruh rantai nilai mereka.

Standar Rantai Nilai Perusahaan Greenhouse Gas Protocol (Cakupan 3) memungkinkan perusahaan untuk menilai seluruh dampak rantai nilai emisi mereka dan mengidentifikasi cara yang paling efektif untuk mengurangi emisi.

Pengguna standar baru tersebut dapat menghitung emisi yang terjadi, baik di hulu dan hilir operasi mereka, serta mengidentifikasi strategi guna bermitra dengan pemasok dan pelanggan untuk mengatasi dampak iklim di seluruh rantai nilai.

Standar ini disertai dengan pedoman perhitungan yang ramah pengguna dan alat yang dikembangkan oleh Gas Rumah Kaca Protocol, termasuk bimbingan keterlibatan pemasok dan bimbingan untuk menghitung emisi lingkup 3.

4.18 Tata-kelola

Sehubungan dengan laporan publik, tata kelola erat terkait dengan konsep transparansi dan akuntabilitas. Praktik tata kelola yang baik dalam bisnis berarti kesediaan untuk terbuka dan komunikatif kepada pemangku kepentingan tentang kinerja yang baik dan yang buruk, praktik manajemen, kebijakan, keputusan dan hal-hal lain.

Pengungkapan tata kelola dalam pelaporan biasanya menangani aspek-aspek seperti remunerasi eksekutif, akuntabilitas, kinerja, serta kualifikasi dan kompetensi dewan organisasi dalam kaitannya dengan risiko keberlanjutan dan peluang. Bagi banyak pelapor, mengungkapkan informasi tersebut menimbulkan tantangan, dalam kaitannya dengan kerahasiaan maupun kemampuan mereka untuk mengumpulkan dan menyusun data yang relevan.

Meningkatkan pengungkapan tata kelola dalam melaporkan manfaat organisasi dan pemangku kepentingan mereka dalam jangka panjang dengan:

- membantu untuk menempatkan pertimbangan keberlanjutan, dan bagaimana mereka mengaitkan pada tata kelola, pada agenda dewan
- menyediakan manajer keberlanjutan dengan daya tarik internal yang lebih kuat
- memungkinkan informasi penting dapat diakses oleh pemangku kepentingan terkait, seperti investor.

Di antara mereka, baik pedoman G4 GRI dan kerangka kerja pelaporan yang terpadu secara signifikan memperkuat tautan antara pemerintahan, kinerja dan akuntabilitas.

Permasalahan yang berkaitan dengan tata kelola korupsi dan suap perusahaan baru-baru ini juga telah menonjol dan tetap menjadi salah satu hambatan utama untuk pembangunan berkelanjutan. Khususnya G4 yang membuat lebih sulit bagi pelapor untuk sepenuhnya menghindari informasi yang mengungkapkan tentang korupsi dan bagaimana pengelolaannya dalam organisasi. Pendekatan G4 menunjukkan pengakuan bahwa pengelolaan masalah korupsi adalah latihan lintas fungsional yang sangat berkaitan dengan nilai-nilai dan budaya organisasi dan, yang penting, orang-orangnya.

4.18.1 Transparansi

Transparansi tetap menjadi salah satu rintangan terbesar untuk akuntabilitas perusahaan yang efektif dan pelaporan publik. Transparansi merupakan faktor budaya yang sering membutuhkan waktu, usaha dan tekad untuk diwujudkan dalam perusahaan.

Ada banyak pekerjaan yang harus dilakukan untuk meningkatkan transparansi dan tingkat pengungkapan kinerja perusahaan di tingkat manajemen, eksekutif dan dewan. Namun, di era saat ini di mana jejaring sosial belum pernah terjadi sebelumnya dan sebagian besar tidak terkendali, perlindungan bagi informan (whistleblower) dan perangkat seluler (mobile) yang dilengkapi kamera yang semakin marak, sama sekali tidak ada prospek penjagaan berita yang tidak menguntungkan dari mata publik. Organisasi tidak lagi dapat terlihat tidak responsif, akuntabel dan tidak peduli tentang permasalahan atau hasil yang diputuskan penting atau dianggap penting oleh para pemangku kepentingan.

Dalam hal ini, baik pelaporan terpadu dan GRI G4 memberi tekanan pada pelapor dalam kaitannya dengan transparansi dan juga akuntabilitas. Dua aspek transparansi ditekankan dalam pelaporan publik—kelengkapan dan keseimbangan:

- kelengkapan, dalam aspek semua materi dari kinerja yang tercakup dalam laporan sesuai dengan batas-batas yang ditetapkan untuk laporan yang
- Keseimbangan/neraca, yaitu pengungkapan kinerja yang baik dan buruk.

Pelaporan terpadu menekankan pentingnya keseimbangan dan kelengkapan informasi sebagai salah satu prinsip mendasar dari pelaporan. Demikian pula dalam G4, kelengkapan tetap menjadi salah satu prinsip panduan guna menentukan isi laporan, sementara keseimbangan merupakan salah satu prinsip panduan untuk menentukan kualitas laporan.

Transparansi, jika diakui dan serius ditangani dalam pelaporan, akan meningkatkan kepercayaan perusahaan dan keterlibatan dengan para pemangku kepentingan di tingkat yang lebih dalam dari sebelumnya. Dengan merangkul transparansi, perusahaan kemungkinan untuk memperoleh respek dan kredibilitas yang lebih besar dari konstituennya.

4.18.2 Prakarsa Transparansi Industri Ekstraktif

Prakarsa Transparansi Industri Ekstraktif (Extractive Industries Transparency Initiative (EITI)) adalah sebuah organisasi internasional yang telah mengembangkan standar yang menilai tingkat transparansi di sektor minyak, sumber daya gas dan mineral negara-negara.⁹

Beberapa negara yang kaya akan sumber daya alam telah kurang berprestasi secara ekonomi terhadap harapan (mengingat kekayaan sumber daya mereka), memiliki insiden konflik lebih banyak dan menderita akibat tata kelola yang buruk. Dampak tersebut dapat dihindari dan diharapkan dengan mendorong transparansi yang lebih luas di negara-negara kaya akan sumber daya, maka beberapa potensi dampak negatif dapat dikurangi.

⁹ Lihat EITI, <https://eiti.org/>.

Negara yang menerapkannya memperbaiki iklim investasi mereka dengan menyediakan sinyal yang jelas kepada investor dan lembaga keuangan internasional bahwa pemerintah berkomitmen untuk transparansi yang lebih luas. EITI juga membantu dalam memperkuat akuntabilitas dan tata kelola yang baik, serta mempromosikan stabilitas ekonomi dan politik yang lebih luas. Hal ini dapat memberikan kontribusi pada pencegahan konflik berbasis sumber daya minyak, pertambangan dan gas.

Perusahaan memperoleh keuntungan dari suatu gelanggang di mana semua perusahaan diwajibkan untuk mengungkapkan informasi yang sama. Mereka juga mendapatkan keuntungan dari iklim investasi lebih baik dan lebih stabil di mana mereka dapat lebih efektif terlibat dengan warga dan masyarakat sipil.

Dua puluh tujuh negara telah menjadi negara yang patuh pada EITI, dan Australia baru-baru ini telah menyelesaikan uji coba dalam negeri dari EITI, dipandu oleh kelompok pemangku kepentingan majemuk (multi-stakeholder).

Studi kasus: Republik Demokratik Kongo: menyoroti pengawasan yang lebih luas pada praktik lembaga pemungut pajak— penelitian lebih ketat mengungkap US \$26.000.000 yang belum ditemukan

Di Republik Demokratik Kongo (DRC), laporan EITI telah menghasilkan perdebatan tentang akuntabilitas lembaga pemungut pajak.

Salah satu agen, DGRAD, ditemukan dalam laporan EITI tidak mampu menjelaskan US \$26 juta pembayaran royalti. Kasus ini di bawah pengawasan umum yang ketat, dan pengamat berharap untuk mengarah pada tindakan hukum.

DRC telah menemukan bahwa manfaat utama dari EITI adalah sekarang dapat memastikan bahwa pajak yang dikumpulkan oleh badan pemerintah mencapai sampai ke rekening di Bank Sentral. Lembaga pengawasan lainnya juga diperkuat, seperti Kantor Departemen Jenderal Audit (Auditor-General's Office), yang kini menyelidiki selisih yang diidentifikasi dalam laporan EITI dan jika perlu merujuk kasus ke pengadilan.

4.19 Jaminan

Jaminan adalah pengaturan tripartit antara pelapor, penjamin dan pengguna laporan. Peran utama penjamin adalah untuk membantu menjembatani kesenjangan antara pelapor dan pengguna laporan dengan meminjamkan kredibilitas pada isi laporan dan, dengan perluasan, menciptakan kepercayaan pada pelapor.

Sejak tahun 2003, jaminan non-keuangan sebagian besar telah dilakukan terhadap *AA1000 Jaminan Standard AccountAbility (AccountAbility's AA1000 Assurance Standard)*¹⁰, Federasi Internasional Accountants (International Federation of Accountants)¹¹ *ISAE3000 Standar Internasional tentang Jaminan Keterlibatan selain Audit atau Tinjauan Riwayat Informasi Keuangan (ISAE3000 International Standard on Assurance Engagements other than Audits or Reviews of Historical Financial Information)* atau, dalam beberapa kasus, keduanya. ISAE3000, berasal dari ilmu akuntansi, dan telah menjadi pilihan biasa perusahaan akuntansi 'Big 4' dalam memberikan jaminan non-keuangan (pada tahun 2012, perusahaan-perusahaan menyediakan dua-pertiga dari jaminan non-keuangan yang disampaikan ke pasar). AA1000, kerangka kerja yang kurang menonjolkan diri dan lebih berbasis pada prinsip, sering menjadi pilihan yang lebih disukai spesialis penyedia jaminan kecil.

¹⁰ Lihat AccountAbility, <http://www.accountability.org>.

¹¹ Lihat IFAC, <http://www.ifac.org/>.

Jaminan memiliki potensi untuk meningkatkan praktik bisnis secara signifikan, tidak hanya dalam akuntabilitas organisasi, tetapi lebih luas lagi dalam meningkatkan kinerja, reputasi dan proses. Informasi yang diperoleh sedikit demi sedikit dari jaminan yang dapat digunakan untuk membangun kepercayaan pembaca dalam laporan, membangun kepercayaan pemangku kepentingan dalam organisasi, mengidentifikasi peluang perbaikan dalam melaporkan proses (yang menghasilkan pelaporan masa depan yang lebih baik dan lebih efisien), serta mendorong perubahan dalam sistem bisnis dan manajemen.

Walaupun pernyataan jaminan sering dipandang sebagai penyampaian kunci dari keterlibatan, jaminan memiliki potensi untuk memberikan lebih dari sekedar pernyataan jaminan. Penyedia jaminan harus dapat memberikan rekomendasi yang berarti untuk kepemimpinan perusahaan yang mengidentifikasi peluang untuk meningkatkan akuntabilitas, manajemen atau kinerja organisasi.

Selain membangun kepercayaan eksternal dan transparansi, dengan demikian jaminan membantu untuk mendukung keyakinan internal dan kemampuan melalui kepiawaiannya mengidentifikasi hambatan dan kekurangan dalam proses, sistem dan hasil, yang kemudian menjadi dasar untuk perbaikan.

4.20 Tinjauan program pemantauan

Seperti disebutkan di atas, pemantauan adalah sarana yang digunakan oleh perusahaan tambang dan pemangku kepentingan untuk menilai efektivitas langkah-langkah manajemen, memverifikasi atau menyesuaikan prediksi yang dibuat pada awal proyek, dan mengembangkan praktik manajemen yang lebih baik. Dengan pemikiran ini, pemantauan praktik kerja unggulan harus ditinjau secara rutin dalam hal perubahan untuk memastikan bahwa tujuan terpenuhi. Perubahan tersebut mungkin internal (penyesuaian dalam organisasi atau operasi) atau eksternal (penyesuaian daerah atau masyarakat yang lebih luas).

Contoh perubahan yang harus memicu tinjauan program pemantauan pada industri pertambangan adalah:

- perubahan terhadap rencana tambang (misalnya, ekspansi atau kontraksi operasi)
- perubahan jenis pertambangan (seperti dari tambang terbuka ke tambang bawah tanah) atau dalam bijih ditambang dan diproses di lokasi (seperti dari oksida ke sulfida)
- peristiwa ekstrim yang menyebabkan perusahaan untuk menyesuaikan asumsi yang mendasari perencanaan dan penilaian risiko
- insiden signifikan di lokasi tambang lain dari jenis yang mirip atau di kawasan yang sama (misalnya, kematian flora atau fauna atau dampak kesehatan masyarakat)
- perubahan dalam masyarakat setempat saat tambang mendekati jatuh tempo siklusnya (misalnya, stabilisasi demografi mengikuti ekspansi populasi yang semakin banyak).

Yang penting, temuan program pemantauan harus digunakan untuk menginformasikan dan jika perlu mengubah keputusan dan praktik manajemen.

Studi kasus: Pembaruan sistem monitoring untuk menginformasikan pengelolaan air

Pertambangan uranium Ranger, yang dioperasikan oleh Sumber Daya Energi Australia (Energy Resources of Australia (ERA) Ltd), terletak di sebelah Magela Creek, sebelah timur dari Darwin di Northern Territory. Lokasi ini terpisah dari tetapi dikelilingi oleh Kakadu National Park yang terdaftar sebagai Warisan Dunia.

Iklim daerah ini tropis musiman, dengan curah hujan rata-rata sekitar 1.600 mm per tahun, yang jatuh terutama pada musim hujan antara bulan Oktober dan April. Konsentrasi hujan lebat dalam waktu yang relatif singkat menghadirkan tantangan yang signifikan bagi operasi pertambangan: harus mengelola persediaan air untuk memastikan bahwa pelepasan air dari situs tidak mencemari nilai-nilai alam dan budaya dan lingkungan hilir Kakadu National Park tetap dilindungi.

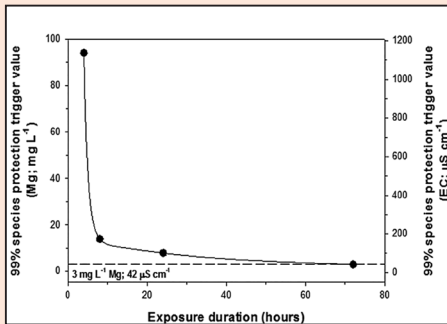
Di masa lalu, pelepasan situs tangkapan limpasan air (bukan air olahan atau air rembesan dari bahan mineral) diizinkan, tergantung pada hasil sampel rutin mingguan yang diambil, pengujian biologis dalam kasus-kasus tertentu, dan model prediksi konservatif dirancang untuk menilai kesesuaian kondisi pelepasan sejalan dengan pemenuhan tujuan mutu air formal. Sementara berhasil melindungi lingkungan, pendekatan ini untuk pengelolaan air mengakibatkan volume besar air yang tidak perlu disimpan di lokasi dan kemudian membutuhkan proses lebih lanjut. Efisiensi yang dapat diwujudkan dengan menggunakan sistem pemantauan waktu nyata untuk mengidentifikasi peluang yang optimal untuk pelepasan air dan untuk memantau tanggapan dalam menerima kualitas air yang jernih.

Pemantauan terus menerus dari kualitas air permukaan untuk pH, daya hantar listrik (EC) dan kekeruhan di penerimaan air sungai Magela dan Gulungul hulu dan hilir dari pertambangan Ranger telah dilakukan secara independen oleh Pembimbing Divisi Scientist Pemerintah Australia (Australian Government's Supervising Scientist Division (SSD)) sejak tahun 2005. Sejak tahun 2007, ERA telah semakin meningkatkan instalasi stasiun pemantauan terus menerus di titi-titik penting di lokasi untuk mengaktifkan pemantauan waktu-nyata data pada titik-titik pelepasan penting dari lokasi tambang. ERA juga telah menginstalasi serangkaian stasiun pemantauan di sungai yang berdekatan dengan lokasi tambang untuk membantu pengambilan keputusan pengelolaan air secara waktu nyata. Pemantauan ini dilakukan, selain keharusan pengambilan sampel menurut hukum, juga untuk memantau kualitas air di daerah tangkapan lokasi tambang utama. Pemerintah Northern Territory melakukan program pemantauan pengambilan sampel untuk analitis tertentu guna memeriksa parameter lapangan dan hasil laboratorium terhadap yang dilaporkan oleh operator.

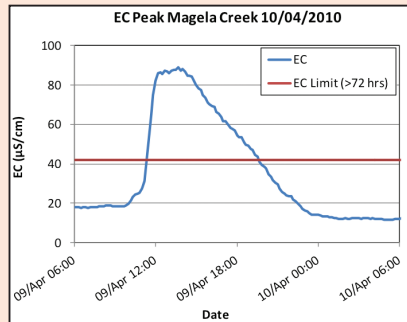
EC merupakan proksi atau wakil yang menunjukkan magnesium (Mg), yang sasaran mutu air lokal lokalnya berasal dari hasil pengujian respon ekotoksikologi enam spesies air lokal sensitif. Mengingat sifat dinamis dari arus air selama musim hujan, perilaku EC paling tepat digambarkan oleh pulsa rezim paparan (berdasarkan peristiwa). Jadi, diakui bahwa titik akhir ekotoksikologi tradisional berdasarkan paparan jangka panjang (kronis) mungkin tidak memberikan kerangka kerja manajemen yang paling tepat. Dengan demikian, sasaran mutu air yang mencakup jangka waktu paparan pulsa mulai dari jangka pendek ke kronis telah dikembangkan untuk terus dipantau oleh EC (Gambar 6). Gambar 7 menunjukkan contoh praktis dari penerapan paparan pulsa besar EC dan durasi kurva yang ditunjukkan pada Gambar 6. Sebuah puncak maksimum pada EC terdeteksi di lokasi pemantauan di Magela Creek hilir tambang Ranger selama tahun 2009-10. Dalam contoh ini, batas paparan pulsa sebagai disimpulkan dari kurva batas yang diperbolehkan Komisi Eropa adalah $174 \mu\text{S}/\text{cm}$ untuk durasi pulsa 8 jam.

Durasi pulsa didefinisikan oleh jangka waktu yang EC adalah di atas batas 72 jam kronis $42 \mu\text{S/cm}$. EC maksimum yang terdaftar selama peristiwa ini adalah $89 \mu\text{S/cm}$, yang hanya 51% dari batas yang diperbolehkan pulsa EC (berasal dari Gambar 6) untuk durasi peristiwa ini.

Gambar 6: Sasaran mutu air untuk terus dipantau EC



Gambar 7: Aplikasi praktis dari besarnya paparan pulsa dan kurva durasi EC yang ditunjukkan pada Gambar 6



Kerangka interpretatif untuk menilai kemungkinan efek pulsa durasi pendek dari peningkatan EC (Mg) perairan secara resmi dimasukkan ke dalam rezim pemantauan hukum untuk tambang Ranger pada bulan Desember 2013. Pelaksanaan suatu kerangka penilaian kualitas air berdasarkan peristiwa baru pertama kali di Australia, dan merupakan salah satu contoh dari beberapa jenis pendekatan internasional. Sasaran mutu air saat ini sedang dikembangkan untuk pemantauan kekeruhan yang terus menerus.

Telemetri secara daring memungkinkan pemberitahuan langsung dari peristiwa (via SMS ponsel) untuk staf kunci, yang memungkinkan operator dan regulator untuk memulai penyelidikan tepat waktu ke penyebab pulsa EC, entah itu dari berasal dari sumber alami atau tambang. Atribut penting dari sistem pemantauan terus menerus adalah bahwa sistem tersebut menyediakan kemampuan untuk dengan cepat membedakan selisih antara situs hulu dan hilir, dan pemantauan situs menengah digunakan untuk mengidentifikasi lokasi sumber masukan khusus dari tambang. Manajemen adaptif oleh operator tambang, menggunakan umpan balik dari sistem pemantauan terus menerus, dari tingkat dan waktu pelepasan air limpasan situs memastikan bahwa kualitas air yang diterima dari perairan hilir lokasi tambang tetap pada tingkat yang dapat diterima, melindungi menerima lingkungan. Hasil dari program-program berkualitas air permukaan SSD dan bilogi pemantauan yang dipasang di situs web SSD untuk memberikan jaminan pelaporan berkelanjutan kepada pemangku kepentingan dan masyarakat umum.¹

Semua pemantauan oleh SSD benar-benar dilakukan secara independen dari yang dilakukan oleh perusahaan pertambangan dan regulator Wilayah Pemerintah Northern. Namun, data tersebut secara teratur dibagi antara tiga entitas dalam rangka untuk membantu interpretasi, mempromosikan transparansi dan mencapai pelaksanaan metodologi pemantauan praktik kerja unggulan untuk lingkungan yang sensitif ini.

¹ Ilmuwan Pengawas, Departemen Lingkungan Hidup (Supervising Scientist, Department of the Environment), <http://www.environment.gov.au/science/supervising-scientist/monitoring>.

Catatan panjang makro-invertebrata dan data komunitas ikan dari program pemantauan biologi yang dilakukan oleh SSD menunjukkan bahwa, meskipun beberapa perubahan kualitas air telah terjadi, keanekaragaman hayati di badan air di lokasi tambang belum terpengaruh. Karena pengaruh yang ditunjukkan kurang cukup, saat ini catatan kualitas air, termasuk yang disediakan oleh sistem pemantauan terus menerus, akan dapat digunakan untuk menurunkan kriteria penutupan kualitas air guna melindungi lingkungan setelah rehabilitasi lokasi Ranger.

Studi kasus: Evaluasi lingkungan bendungan lumpur merah QAL dan perairan penerima

Kilang Queensland Alumina Limited (QAL) kilang, salah satu kilang alumina terbesar di dunia, berlokasi di pantai di Gladstone, Queensland tengah. Kilang ini menghasilkan 3,95 Mt/y dari alumina 'smelter grade' menggunakan proses Bayer. Situs QAL (Gambar 8) terdiri dari kilang (yang terletak dalam 90 hektar tanah dan dibatasi oleh tanah penyangga, masyarakat di selatan dan barat, dan perairan pesisir timur dan utara), fasilitas dermaga, daerah residu abu ketel dan bendungan lumpur merah (RMD). QAL beroperasi di dalam dan berdekatan dengan daerah Warisan Dunia Great Barrier Reef.

Gambar 8: Kilang dan bendungan lumpur merah QAL



Catatan: Wilayah Warisan Dunia Great Barrier Reef meliputi daerah bendungan lumpur merah QAL dan South Trees Inlet.

Slurry residu lumpur alkaline bauksit (lumpur merah) diangkut melalui pipa kilang ke RMD untuk dinetralkan dari air laut. Lumpur merah yang dinetralkan dan endapan terkait dipisahkan dalam penjernih, dan fraksi padatan yang menebal dipompa ke salah satu dari dua daerah pembuangan residu (RMD1 dan RMD2). Luapan penjernih diarahkan ke kolam tuang dalam RMD2. Pelepasan dari RMD2 melalui struktur katup (spillway) bronjong untuk penganginan, menjadi labirin terbuka yang membantu dalam pembuangan padatan yang tertunda. Dari sana, tumpahan mengalir awalnya melalui pipa bawah tanah untuk saluran terbuka dan kemudian langsung ke South Trees Inlet melalui dua penebar yang terus menerus mengalir dalam 130,000-150,000 m³/hari (Gambar 9).

Gambar 9: Bendungan lumpur merah QAL



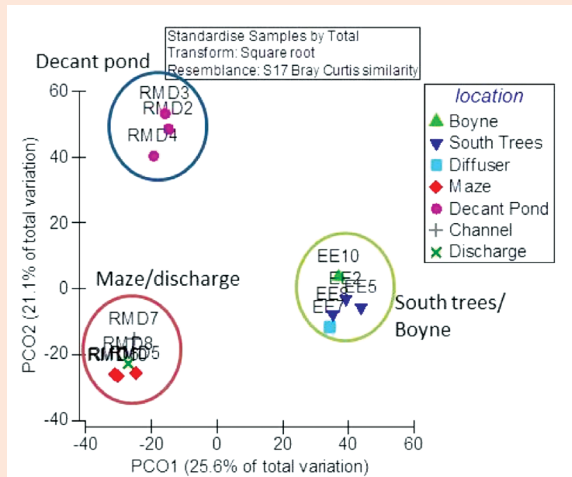
Pada tahun 2010, menyusuli serangkaian insiden yang melibatkan larutan oksigen rendah di perairan pelepasan, QAL dipasang dayung penganginan (aerating paddles) di saluran pembuangan terbuka guna memperbaiki situasi. Selain itu, dalam konsultasi dengan Australian Institute of Marine Science, QAL mengembangkan evaluasi dampak terhadap lingkungan yang komprehensif terhadap lingkungan menerima air limbah dari RMD2. Evaluasi RMD2 dan South Trees Inlet menggunakan praktik pendekatan praktik kerja unggulan terpadu untuk mengumpulkan beberapa baris bukti. Pendekatan meliputi antara lain:

- penilaian fisikokimia (air dan kualitas sedimen)
- karakterisasi biologis menggunakan teknik genomik generasi berikutnya (DNA pyrosequencing)
- penilaian toksisitas langsung dari pelepasan RMD2
- hidrodinamik dan kualitas-air pemodelan RMD2 dispersi pelepasan dan pengenceran di South Trees Inlet
- penilaian dampak biologis (bioakumulasi, investigasi biokimia dan histopatologi tiram dan kepiting lumpur)
- pengembangan nilai-nilai lingkungan dan sasaran mutu air untuk South Trees Inlet.

Penilaian fisikokimia mengidentifikasi sejumlah elemen (aluminium, gallium, molibdenum dan vanadium) sebagai 'sidik jari' dari pelepasan air dan sedimen RMD2.

Hasil dari karakterisasi genomik menunjukkan bahwa populasi bakteri secara signifikan berbeda dalam kolam tuang, labirin dan lingkungan penerima dan antara musim panas dan musim dingin RMD2 (Gambar 10). Hasil ini menunjukkan bahwa populasi bakteri di South Tress Inlet tidak terpengaruh oleh limbah RMD2. Penelitian ini juga mengidentifikasi bahwa rendahnya kadar larutan oksigen diukur dalam kolam pindahan adalah karena tingkat tinggi aktivitas bakteri pengurang sulfat, bersama-sama dengan berbagai bakteri heterotrofik.

Gambar 10: Pemisahan spasial populasi bakteri, diungkapkan oleh analisis analisis data genomik koordinat pokok (PCO)



Penilaian toksisitas langsung tidak menunjukkan toksisitas untuk enam spesies laut dari lima tingkat trofik pada konsentrat 100% dari air pelepasan RMD2. Sementara hasil ini menunjukkan bahwa tidak ada kebutuhan untuk operasional pengenceran pelimpahan, pengenceran yang tidak terjadi pada penebar (diffuser) dalam South Trees Inlet memberikan tingkat tambahan perlindungan bagi ekosistem laut teluk kecil.

Termasuk dalam penilaian dampak biologis adalah penyelidikan bioakumulasi unsur 'sidik jari', bersama-sama dengan penyelidikan biokimia serta histopatologi tiram dan kepiting lumpur, dikumpulkan dalam jarak 500 meter dari penebar RMD2 di South Trees Inlet dan pada muara acuan 13 km sebelah selatan (Colosseum Inlet). Hasil penelitian menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan antara dua lokasi; perubahan kecil terlihat dalam histopatologi disebabkan arus air tawar yang ditimbulkan oleh banjir sebelum evaluasi.

Hasil dari beberapa baris evaluasi bukti yang dijelaskan di sini telah memungkinkan QAL untuk menunjukkan dampak minimal pada lingkungan penerima dari South Tree Inlet, dan tidak terdapat bahaya pada lingkungan yang dapat diukur.

Secara keseluruhan, temuan telah menghasilkan perbaikan yang signifikan terhadap program pemantauan, antara lain:

- instalasi pelampung pemantauan kualitas air terus menerus di pembuangan RMD, hulu dan hilir
- pelaksanaan program pemantauan yang lebih ketat di medan dekat
- rekonsiliasi program pemantauan medan jauh dan dekat, sehingga menghasilkan program yang lebih komprehensif dan hemat biaya.

Pekerjaan yang sedang berlangsung yang dilakukan untuk mengembangkan metode pengujian toksisitas air baru kelautan untuk spesies laut tropis Australia, termasuk asal dari nilai pedoman pemicu kualitas air regional yang relevan untuk beberapa kontaminan penting (seperti aluminium).

5.0 AUDIT

Pesan kunci

- Audit adalah alat manajemen risiko yang dapat digunakan untuk meninjau kinerja lingkungan dan sosial terhadap kriteria audit yang telah disepakati.
- Audit ini digunakan untuk memantau kepatuhan pada persyaratan peraturan dan kebijakan perusahaan atau eksternal, standar dan prosedur.
- Audit digunakan untuk memantau kepatuhan pada persyaratan peraturan dan kebijakan perusahaan atau eksternal, standar dan prosedur.
- Ada beberapa jenis audit lingkungan dan sosial, dan seleksinya tergantung pada tujuan audit.
- Audit program pemantauan memungkinkan pelacakan kemajuan menuju pencapaian tujuan sosial dan lingkungan.

5.1 Mengevaluasi kinerja menggunakan audit

Definisi yang diterima secara internasional dari suatu 'audit' didasarkan pada standar internasional ISO 19011: 2011 *Pedoman sistem audit manajemen (Guidelines for auditing management systems)*:

Audit adalah proses yang sistematis, independen dan terdokumentasi untuk memperoleh bukti audit dan mengevaluasinya secara objektif guna menentukan sejauh mana kriteria audit dipenuhi.

Definisi ini dapat digunakan untuk berbagai audit, termasuk audit lingkungan, audit hubungan sosial atau masyarakat, audit keamanan lingkungan dan kesehatan serta audit keselamatan.

Istilah *audit lingkungan (environmental audit)* mencakup berbagai kegiatan berdasarkan evaluasi formal kinerja proyek dalam kaitannya dengan tujuan lingkungan. Unsur-unsur penting ialah bahwa audit harus objektif, sistematis dan berdasarkan kriteria yang ditetapkan. Unsur-unsur dibahas secara lebih luas dalam buku pedoman *Audit lingkungan (Environmental audit)* (Brown (1993-2014).

Sebuah penelitian atau survei yang tidak membandingkan situasi saat ini dengan kriteria audit yang telah disepakati tidaklah dapat disebut audit.

Audit internal, yang juga disebut *audit pihak pertama*, dilakukan oleh atau atas nama organisasi guna tinjauan manajemen dan tujuan internal lainnya. Dalam banyak kasus, terutama dalam organisasi yang lebih kecil, kemandirian dapat ditunjukkan dengan kebebasan auditor dari tanggung jawab atas kegiatan yang diaudit.

Audit eksternal termasuk yang umumnya disebut audit *pihak kedua* dan *audit pihak ketiga*. Audit pihak kedua dilakukan oleh pihak yang berkepentingan dengan organisasi, seperti pelanggan (misalnya, utilitas listrik yang membeli batubara dari tambang batu bara), atau oleh konsultan. Audit pihak ketiga dilakukan oleh organisasi audit eksternal dan independen, seperti organisasi yang memberikan sertifikasi kepatuhan terhadap persyaratan standar (seperti AS / NZS ISO 14001:2004, AS / NZS ISO 9001:2008 atau AS / NZS 4801:2001); oleh konsultan atas nama lembaga keuangan yang mempertimbangkan penyediaan dana pinjaman untuk operasi pertambangan; atau oleh konsultan independen yang melakukan audit secara sukarela atas nama organisasi (misalnya, audit tambang ditugaskan oleh perusahaan induknya).

5.2 Alasan untuk melakukan audit

Audit kepatuhan menilai tingkat kepatuhan atau kinerja dalam kaitannya dengan standar yang ditetapkan. Informasi yang dikumpulkan melalui audit kepatuhan dapat membantu dalam perlindungan dari permasalahan lingkungan dan sosial yang signifikan, serta mengurangi risiko akan timbulnya permasalahan serius atau menyatu tanpa terdeteksi. Dengan menunjukkan bahwa ada sistem di tempat untuk mengukur dan meningkatkan kepatuhan, audit juga meningkatkan kepercayaan publik dalam sistem peraturan.

Sejak akhir 1980-an, *audit lingkungan* telah menjadi alat manajemen umum di negara-negara maju, dan semakin banyak diterapkan di negara-negara berkembang, baik oleh industri asing dan lokal serta oleh pemerintah. Hal ini diterapkan di seluruh kegiatan industri dan komersial, dari perusahaan terkecil sampai proyek sumber daya terbesar (termasuk tambang, kilang, pelebur dan pabrik kimia), serta organisasi pelayanan pemerintah (seperti sistem transportasi dan perusahaan pertahanan). Audit sosial lebih baru dan telah berkembang sejak awal 2000-an.

Audit lingkungan secara bertahap mengubah karakteristik dan ruang lingkupnya serta akan terus melakukannya sebagai masalah lingkungan yang muncul dan mendapatkan arti penting bagi masyarakat, industri, perdagangan dan pemerintah. Hal ini membawa perubahan penting dalam proses audit lingkungan dan proliferasi dari berbagai jenis audit lingkungan guna memenuhi kebutuhan yang berbeda, serta diterbitkannya berbagai standar, pedoman dan kode praktik untuk audit lingkungan.

Alasan untuk melakukan audit lingkungan adalah untuk menilai risiko lingkungan dan menetapkan langkah-langkah mitigasi guna meminimalkan risiko tersebut. Audit lingkungan dapat dilakukan atau diperlukan oleh pertambangan, pengolahan mineral atau operasi penyulingan; oleh perusahaan induk dari salah satu tambang anak perusahaan; oleh lembaga pinjaman pembiayaan pembangunan atau perluasan tambang; atau oleh sebuah badan pemerintah menggunakan kekuasaan regulasi.

5.3 Audit sukarela, wajib dan sesuai undang-undang

Audit lingkungan dan sosial dapat dilakukan secara sukarela atau untuk memenuhi persyaratan peraturan atau undang-undang.

Audit sukarela (Voluntary audit) adalah audit yang dilakukan oleh suatu pertambangan tanpa paksaan dari badan hukum dan/atau audit yang tidak diwajibkan oleh hukum. Contoh audit sukarela kinerja lingkungan audit ialah audit kepatuhan, audit EMS, audit energi dan audit sosial yang secara sukarela ditugaskan oleh organisasi. Kebanyakan audit dilakukan oleh atau atas nama perusahaan pertambangan audit lingkungan atau sosial secara sukarela. Di beberapa bagian Australia (dan beberapa bagian dari Amerika Serikat), laporan audit lingkungan sukarela mengandung hak istimewa hukum, atau dapat dilampirkan dalam keadaan tertentu. Hal ini berarti bahwa informasi tersebut tidak dapat diminta untuk diberikan kepada petugas yang berwenang dalam administrasi UU yang relevan, atau oleh pengadilan.

Audit wajib (Mandatory audit) adalah audit yang diperlukan oleh dokumen izin peraturan seperti lisensi, izin, persetujuan, kewenangan, perintah atau pemberitahuan berdasarkan kekuatan hukum yang dimiliki oleh badan pengawas yang membutuhkan audit. Contoh dari audit lingkungan wajib adalah audit kepatuhan yang dipersyaratkan di bawah lisensi pengendalian pencemaran, untuk ditugaskan setiap tahun oleh pemegang lisensi dan dilakukan oleh auditor independen. Audit ini menilai kepatuhan terhadap peraturan dan lisensi kondisi lingkungan dan hasilnya dilaporkan kepada regulator. Banyak lisensi, sewa, persetujuan pembangunan dan perjanjian pertambangan lingkungan berisi kondisi serupa yang membutuhkan audit dari setiap enam bulan sampai setiap tiga tahun atau lebih. Bukti yang memberatkan diri sendiri tidak dikecualikan saat dimasukkan dalam laporan audit wajib. Karena tidak ada persyaratan peraturan sosial tertentu, audit sosial wajib umumnya belum diperlukan dalam dokumen persetujuan; namun, kondisi ini tidak muncul dalam beberapa perjanjian yang memungkinkan yang ditandatangani antara pemerintah dan perusahaan pertambangan.

Di Australia, audit lingkungan wajib menjadi jauh lebih umum sebagai bagian dari kebijakan 'co-regulasi' yang ditetapkan oleh Pemerintah Australia dan pemerintah negara bagian dan teritori. Hal ini tidak terbatas pada hanya pertambangan atau minyak bumi badan pengatur yang memerlukan audit ini, tetapi juga Departemen Lingkungan Hidup di tingkat federal berdasarkan UU EPBC serta pemerintah negara bagian dan teritori di bawah perencanaan atau peraturan lainnya. Misalnya, persetujuan proyek yang dikeluarkan oleh Departemen Perencanaan dan Prasarana di New South Wales dan oleh Departemen Jenderal Koordinator di Queensland biasanya memiliki persyaratan untuk audit wajib independen kepatuhan terhadap lingkungan. Audit wajib dilakukan berdasarkan persyaratan klausul yang relevan dalam dokumen persetujuan. Audit ini ditugaskan dan dibayar oleh tambang atau operator minyak bumi yang memilih organisasi audit, yang harus mampu menunjukkan tingkat yang cukup dari kebebasan dari operasi. Persyaratan audit biasanya mencakup persyaratan untuk sejumlah ahli independen untuk diwakili pada tim audit. Auditor dan tenaga ahli harus disetujui oleh regulator.

Audit keharusan (Statutory audits) merupakan audit yang diharuskan berdasarkan undang-undang. Contoh audit lingkungan keharusan ialah audit kepatuhan berdasarkan UU EPBC, audit fasilitas industri atau situs audit kontaminasi di bawah UU Perlindungan Lingkungan 1970 (Environmental Protection Act 1970) Victoria, dan 'evaluasi lingkungan' di bawah audit lingkungan *UU Perlindungan Lingkungan 1994 Queensland 1994*. Audit lingkungan menurut UU juga mungkin diharuskan berdasarkan *UU Perlindungan Lingkungan 1993 South Australia*. Di New South Wales, audit kepatuhan hukum dilakukan di bawah program audit kepatuhan Otorita Perlindungan Lingkungan (Environment Protection Authority (EPA)) untuk menilai kepatuhan perusahaan terhadap undang-undang lingkungan yang dikelola oleh EPA.

Apakah yang dimaksud dengan audit ‘tindakan yang dikendalikan’?

Berdasarkan UU EPBC, tindakan yang cenderung memiliki dampak yang signifikan pada hal-hal penting lingkungan nasional harus dirujuk ke Menteri Lingkungan Hidup untuk penilaian dan persetujuan. Sebagai bagian dari proses persetujuan, tindakan tersebut akan ditetapkan sebagai salah satu dari jenis berikut:

- tindakan terkendali
- tindakan tidak terkendali
- tindakan tidak terkendali—cara tertentu

Izin untuk proyek dengan ‘tindakan terkendali’ atau sebutan ‘cara tertentu’ menyebutkan kondisi yang dengan pemrakarsa proyek harus sesuai. Departemen Lingkungan Hidup mengimplementasikan program audit kepatuhan dari proyek-proyek tersebut. Prinsip-prinsip audit yang mencakup independensi auditor, perilaku etis, keadilan, dan uji kelayakan pada bagian dari auditor dengan menunjukkan kompetensi, kebijaksanaan dan penilaian.

Audit ini membantu Pemerintah Australia untuk memastikan bahwa proyek-proyek yang mempengaruhi hal-hal signifikansi lingkungan nasional diimplementasikan sebagai diizinkan. Audit ini juga membantu membangun pengetahuan tentang sebaik apa kondisi persetujuan dipahami dan diterapkan, dan memberikan kontribusi untuk meningkatkan efektivitas operasi departemen.

5.4 Audit lingkungan

Dalam kategori yang luas dari audit lingkungan ada beberapa jenis audit yang mungkin berlaku untuk operasi pertambangan.

Audit *kinerja lingkungan* diarahkan pada memverifikasi status lingkungan tambang terhadap kriteria audit tertentu, yang telah ditentukan. Tujuan program audit harus mengartikulasikan manajemen senior atau harapan dewan untuk program audit. Ruang lingkup audit harus menangani:

- fokus audit pada sistem geografis dan/atau bisnis
- pokok atau topik yang akan diaudit, ketelitian atau kedalaman audit, serta penjadwalan dan frekuensi audit
- general criteria against which the audit will be conducted and findings established.

Audit sistem manajemen lingkungan (environmental management system (EMS)) merupakan jenis tertentu dari audit kinerja lingkungan di mana ruang lingkup audit didefinisikan sebagai EMS atau bagian-bagian yang terpilih, dan kriteria audit adalah kebijakan internal lingkungan, prosedur, standar, kode praktik dan sebagainya yang mendukung EMS. Audit EMS dirancang untuk menentukan apakah operasi pertambangan melakukan apa yang dikatakannya akan dilakukan di dalam dokumentasi EMSnya, dan apakah EMS telah efektif dilaksanakan di seluruh tambang atau bagian dari tambang yang dipilih untuk audit. Audit EMS dapat menilai kesesuaian dengan standar, seperti ISO 14001:2004, atau kriteria EMS tertentu perusahaan pertambangan (yang mungkin atau mungkin tidak didasarkan pada ISO 14001:2004).

Sebuah *audit kepatuhan* menilai kepatuhan tambang terhadap kriteria yang dipilih berasal dari undang-undang; peraturan; lisensi, izin, persetujuan atau sewa kondisi; atau persyaratan hukum lainnya. Hal ini juga dapat mencakup persyaratan sukarela yang diikuti organisasi, seperti Nilai bertahan atau Kode Manajemen Sianida Internasional untuk Industri, Transportasi dan Penggunaan Sianida dalam Produksi Emas.

Audit kepatuhan mungkin keharusan (*statutory*), wajib (*mandatory*) atau sukarela (*voluntary*). Sebagian besar perusahaan tambang multinasional membutuhkan audit kepatuhan periodik yang akan dilakukan terhadap persyaratan peraturan dan baik kebijakan internal atau prosedur, baik oleh auditor internal atau auditor eksternal (atau keduanya) yang melaporkan hasil yang signifikan untuk manajemen di lokasi tambang dan ke kantor pusat. Hasil dari beberapa situs dikompilasi menjadi laporan untuk manajemen senior dan dewan manajemen.

Pada bulan April 2008, Departemen Lingkungan Western Australia dan Konservasi memperkenalkan kondisi yang membutuhkan penyerahan laporan kepatuhan audit tahunan oleh pemegang lisensi tertentu berdasarkan *Undang-Undang Perlindungan Lingkungan 1986*. Laporan kepatuhan meningkatkan manajemen sendiri yang diaudit oleh penghuni dari tempat yang ditentukan (termasuk tambang) dan membantu pemegang lisensi untuk menjamin kepatuhan yang lebih kuat dengan kondisi lisensi mereka. Departemen tersebut mempersiapkan semua laporan kepatuhan yang disampaikan oleh industri agar tersedia untuk umum.

Banyak audit dicap sebagai *audit energi* tidak lebih dari penilaian umum dari penggunaan energi oleh tambang ini berdasarkan tarif atau investigasi dari subsistem tertentu dalam tambang. Audit energi yang efektif perlu memeriksa tidak hanya peralatan energi pengguna akhir utama tetapi juga operasi, pemeliharaan dan manajemen proses fasilitas dan sumber energi. Audit energi adalah pemeriksaan rinci tentang bagaimana fasilitas menggunakan energi, untuk membayar apa energi tersebut dan dari mana energi berasal (termasuk keamanan pasokan energi dan sumber energi terbarukan). Audit harus menghasilkan satu set rekomendasi guna mengurangi biaya energi melalui peralatan dan perubahan operasional. Serangkaian alat audit energi tersedia dari Departemen Lingkungan.¹²

Audit limbah pada dasarnya adalah studi tentang semua limbah yang dihasilkan oleh tambang; namun, hal itu dapat dibatasi untuk operasi tertentu di lokasi tambang, seperti penanganan batubara dan pabrik persiapan atau pabrik pengolahan mineral pada tambang logam. Audit harus melampaui dari hanya mengukur jumlah limbah dan mengidentifikasi komposisi alasan yang mendasari dan faktor operasional untuk limbah, termasuk pembelian kebijakan dan prosedur; bagaimana limbah disimpan, ditangani dan diangkut; dan metode penggunaan kembali limbah, daur ulang dan pembuangan. Sebuah operator tambang juga dapat melakukan pemeriksaan kontraktor pembuangan limbah tambang untuk memastikan bahwa hanya kontraktor pembuangan limbah berlisensi yang digunakan, bahwa tujuan dari sampah adalah pembuangan limbah atau fasilitas daur ulang berlisensi, bahwa semua transportasi dan pembuangan limbah dengan benar didokumentasikan, bahwa pencatatan sesuai dengan persyaratan peraturan, dan bahwa tambang telah memenuhi semua persyaratan peraturan limbah.

Situs lingkungan audit (juga disebut *penilaian situs lingkungan*) umumnya dilakukan untuk tujuan transaksi real estat komersial, untuk tujuan uji kelayakan atau untuk memenuhi persyaratan peraturan, termasuk mendapatkan sertifikasi bahwa situs 'layak digunakan'. Dalam kebanyakan yurisdiksi di seluruh dunia, adalah wajib untuk mengidentifikasi situs yang terkontaminasi, melaporkan keberadaannya kepada pihak berwenang, mendaftarkannya sebagai terkontaminasi (atau berpotensi terkontaminasi), memulihkannya jika diperlukan untuk melindungi kesehatan dan keselamatan masyarakat atau kemudahan lingkungan, dan sertifikasi bahwa mereka tepat untuk yang ada, penggunaan yang direncanakan atau potensi mereka. Ini dapat menjadi proses yang panjang dan umumnya mahal, dan terdapat banyak standar dan pedoman yang berkaitan dengan penilaian lokasi (lihat 'Bacaan lebih lanjut'). Penilaian manajemen-lingkungan—lingkungan situs dan organisasi (EASO) AS / NZS ISO 14015:2003 adalah standar internasional yang berterima, dan informasi panduan tentang investigasi situs yang terkontaminasi tersedia dari Dewan Perlindungan Lingkungan Nasional dan kebanyakan pemerintah negara bagian dan teritori. Pengukuran Nasional Perlindungan Lingkungan (Penilaian Situs Kontaminasi) yang diterbitkan oleh dewan diperbaiki pada tahun 2013 dan merupakan dasar untuk penilaian kontaminasi situs di seluruh Australia.¹³

12 Lihat *Perangkat audit energi* <http://pandora.nla.gov.au/pan/65500/20061117-0000/www.greenhouse.gov.au/challenge/members/energyaudittools.html>.

13 Alat audit energi, <http://pandora.nla.gov.au/pan/65500/20061117-0000/www.greenhouse.gov.au/challenge/members/energyaudittools.html>.

Keamanan lingkungan telah menjadi masalah utama di seluruh dunia. Sebuah fasilitas yang menyimpan, menggunakan atau mengangkut barang berbahaya dalam jumlah yang signifikan harus menyadari risiko keamanan dan mengambil tindakan untuk melindungi barang dari peristiwa berbahaya atau tidak disengaja yang dapat membahayakan lingkungan atau kesehatan dan keselamatan manusia. Audit keamanan lingkungan merupakan bagian penting dari penilaian risiko ini, terutama untuk tambang yang mengangkut dan menggunakan jumlah besar dari zat-zat seperti sianida, amonium nitrat, asam, natrium hidroksida dan bahan kimia beracun tertentu yang digunakan dalam pengolahan mineral. Selain bahan baku, bahan yang dapat menimbulkan bahaya jika dilepaskan ke lingkungan, seperti produk radioaktif (misalnya, yellowcake), konsentrat mineral dan limbah (seperti minyak yang digunakan) perlu dinilai. *Audit keamanan lingkungan* dapat mencakup penilaian kerentanan fasilitas prasarana penting, dikombinasikan dengan analisis kesenjangan dari lingkungan, informasi kesehatan dan keselamatan dan sistem manajemen keamanan. Pengangkutan zat berbahaya melalui lingkungan sensitif, seperti lahan basah, penyeberangan sungai, taman nasional, kawasan konservasi, kota dan desa, merupakan komponen penting dari audit keamanan lingkungan.

Kode Pengelolaan Sianida Internasional bagi Industri, Transportasi dan Penggunaan Sianida dalam Produksi Emas dikembangkan sebagai kode industri sukarela di bawah arahan panitia pengarah pemangku kepentingan majemuk, yang anggota-anggotanya dipilih oleh Program Lingkungan PBB dan Dewan Internasional Logam dan Lingkungan. Kode tersebut mendorong perbaikan industri secara luas, dengan agresif mempromosikan partisipasi dalam kode tersebut dan dengan mewajibkan penandatanganan kode untuk mengambil tindakan yang tepat guna mengelola sianida secara bertanggung jawab. Institut Pengelolaan Sianida Internasional (the International Cyanide Management Institute) didirikan untuk mengelola kode tersebut.

Kode tersebut secara eksklusif berfokus pada pengelolaan sianida yang aman dan sianidasi tailing pabrik dan solusi pelindian. Kode menangani produksi, transportasi, penyimpanan dan penggunaan sianida serta penyelesaian fasilitas sianida. Hal ini mencakup persyaratan yang berkaitan dengan jaminan keuangan, pencegahan kecelakaan, tanggap darurat, pelatihan, pelaporan publik, keterlibatan pemangku kepentingan dan prosedur verifikasi. Kode ini terdiri dari dua elemen utama: prinsip-prinsip, yang secara luas menyebutkan komitmen yang dibuat oleh negara-negara penandatanganan untuk mengelola sianida secara bertanggung jawab; dan standar praktik, yang mengidentifikasi tujuan kinerja serta sasaran yang harus dipenuhi untuk mematuhi setiap prinsip. Dokumen yang relevan dapat dilihat dan diunduh dari situs web kode ini.¹⁴

5.5 Model kematangan (maturity)

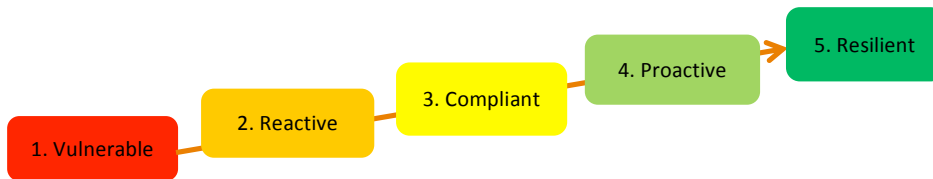
Meskipun tidak mengaudit diri mereka sendiri, model kematangan menyediakan metode untuk mengevaluasi kinerja di mana organisasi telah menetapkan target kematangan organisasi.

Model kematangan memetakan karakteristik yang diperlihatkan oleh organisasi dan program saat mereka meningkat dari rentan dan reaktif terhadap kepatuhan dan kemudian proaktif dan tangguh (lihat, misalnya, Hudson Ladder 2001 dalam buku pegangan praktik kerja unggulan Manajemen risiko (DIIS 2016a, Hancock 2010). Pendekatan 'model perjalanan' ini memungkinkan karakteristik kunci dari berbagai elemen risiko untuk didefinisikan, peringkat kemudian dapat diulas. Kematangan elemen kunci dan program secara keseluruhan dapat dievaluasi dari waktu ke waktu.

¹⁴ Kode Pengelolaan Sianida Internasional, <http://www.cyanidecode.org/>.

Lima fase kematangan dapat diterapkan, maju dari kategori 'rentan' yang paling belum 'matang' melalui 'reaktif', 'patuh', 'proaktif' dan 'ulet'.

Gambar 11: The Hudson Ladder



Sumber: DIIS (2016a); Grafik kematangan Minerals Industry Risk Management /MIRM (Manajemen Risiko Industri Mineral), berdasarkan Hudson Ladder tersebut, <http://www.innovation.gov.au/resource/Documents/LPSDP/LPSDP-RiskHandbook.pdf>.

Semakin matang organisasi atau program, semakin sistem secara proaktif lebih kuat mengatasi dampak dengan evaluasi dan audit dikombinasikan dengan komunikasi terbuka untuk terus meningkatkan sistem mereka. Industri dan pemerintah dapat menerapkan pendekatan ini.

Misalnya, penilaian risiko dan evaluasi kebijakan perusahaan dan pemerintah serta program pemerintah dapat dilakukan dengan menggunakan model kematangan. Pendekatan model kematangan memberikan ukuran seberapa baik program dikembangkan sementara kedua sistem dan budaya organisasi semakin matang. Sebuah model kematangan dikembangkan Unger et al. (2012) untuk mendukung pelaksanaan Strategic Framework for Managing Abandoned Mines in the Minerals Industry (Kerangka Kerja Strategis untuk Mengelola Tambang yang Diabaikan dalam Industri Mineral) (MCMPIR-MCA 2010). Sebuah tinjauan praktik kerja unggulan menyediakan 14 elemen kematangan, yang selaras dengan lima bab dari kerangka kerja tersebut. Model ini juga menyediakan alat evaluatif sementara program berkembang dari waktu ke waktu.

Tabel 3: Elemen program tambang matang yang diabaikan terpadu dengan Kerangka Kerja Strategis untuk Mengelola Tambang yang Diabaikan dalam Industri Mineral

ITEM	MODEL KONSEP PROGRAM KEMATANGAN	KERANGKA KERJA STRATEGIS
1	Pengelolaan data/informasi	BAB 2: PENGUMPULAN DAN PENGELOLAAN DATA
2	Pengetahuan tentang dampak terhadap kesehatan, keselamatan, lingkungan dan sosioekonomi skala yuridiksi	
3	Rencana rehabilitasi dan pengelolaan menurut situsnya untuk lokasi berisiko tinggi	
4	Kepemimpinan, peraturan & perundang-undangan, kebijakan dan pedoman untuk menangani tambang yang diabaikan	BAB 3: PENGELOLAAN DAN PENILAIAN RISIKO
5	Peraturan & perundang-undangan, kebijakan dan pedoman untuk menghindari pengabaian tambang-tambang	
6	Penilaian risiko dan prioritas program	
7	Program kepemimpinan dan kapasitas/keterampilan atas tambang yang diabaikan	
8	Pendanaan: sumber, mekanisme dan sarana	
9	Fokus pada penggunaan lahan/air pasca-tambang yang bermanfaat	BAB 1: MENILAI TAMBANG YANG DIABAIKAN
10	Konservasi warisan—masyarakat adat, kebudayaan dan industrial	
11	Peluang tambang sekunder	
12	Alokasi sumber daya (resourcing) dalam kemitraan	BAB 4: PELUANG- PELUANG ALOKASI SUMBER DAYA (RESOURCING) DAN KEMITRAAN
13	Keterlibatan pemangku kepentingan pada tingkat yuridiksi	
14	Komunikasi dan jaringan kerja	

Tabel 4: Isi bagan kematangan untuk Item 1: Informasi dan pengelolaan data, Kerangka Kerja untuk Mengelola Tambang yang Diabaikan di kalangan Industri Mineral

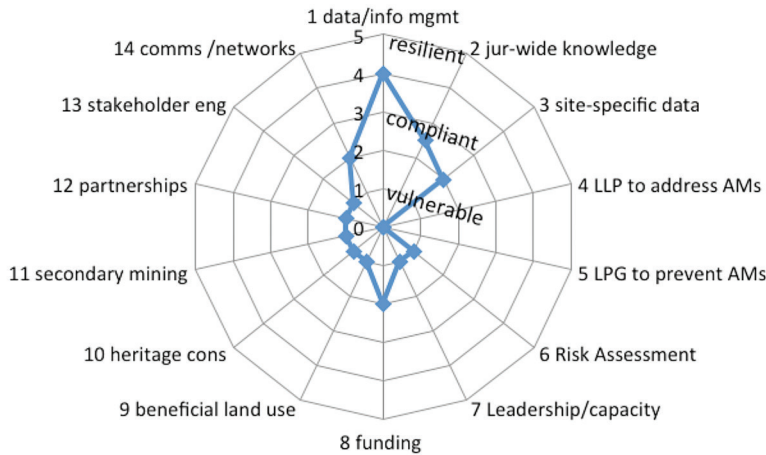
	1. RENTAN	2. REAKTIF	3. PATUH	4. PROAKTIF	5. ULET
Database spasial/ pengelolaan informasi	Database spasial/ pengelolaan informasi	Inventori dan data ada hanya untuk situs yang dikhawatirkan yang diketengahkan oleh pemangku kepentingan lain.	Adanya database di seluruh yurisdiksi Estimasi kewajiban hukum dapat ditentukan Data tidak dapat dibandingkan melintasi batas-batas yurisdiksi Definisi dan klasifikasi ukuran di antara yurisdiksi berbeda-beda Tidak ada manajer data khusus	Database yurisdiksi ada untuk semua tambang yang diabaikan/ fitur tambang warisan Dapat menggambarkan risiko dengan fitur dan dengan lokasi Estimasi tanggung jawab penuh dilaksanakan Database spasial dapat diakses untuk umum Tinjauan dan pembaruan data secara berkala Personil yang dididikasikan untuk pengelolaan data/ informasi Data terkini untuk situs prioritas, berkualitas cukup tinggi dan didukung oleh metadata	Selain itu bagi pemberi keterangan (descripto) yang proaktif: Database meliputi metadata yang sesuai untuk memenuhi standar ISO Kewajiban penuh dikalkulasi dan diperbarui secara berkala Database dapat sesuai di seluruh batas yurisdiksi—penilaian risiko dan peluang dapat dilaksanakan terhadap nilai-nilai nasional, seperti warisan, air, keanekaragaman hayati dan pengembangan daerah Kolaborasi pengelolaan dataset dan informasi secara berkala di tingkat nasional

Sumber: Unger et al. (2012); ISO 19115-1: 2014 *Geographic information—Metadata—Part 1: Fundamentals (Informasi Geografik—Metadata—Bagian 1: Prinsip-prinsip dasar)*, http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_ics/catalogue_detail_ics.htm?csnumber=53798.

Pada Gambar 12, menggunakan Western Australia sebagai contoh, pendekatan model kematangan menyortir kematangan, berdasarkan informasi web yang dapat diakses pada awal tahun 2013. Kematangan persediaan di seluruh pemerintah terbukti pada Gambar 12, dengan skor berdasarkan Tangga Hudson (1 = rentan, 2 = reaktif, 3 = patuh, 4 = proaktif, 5 = ulet) (Unger et al. 2014).

Gambar 12: Pendekatan model kematangan untuk contoh Western Australia

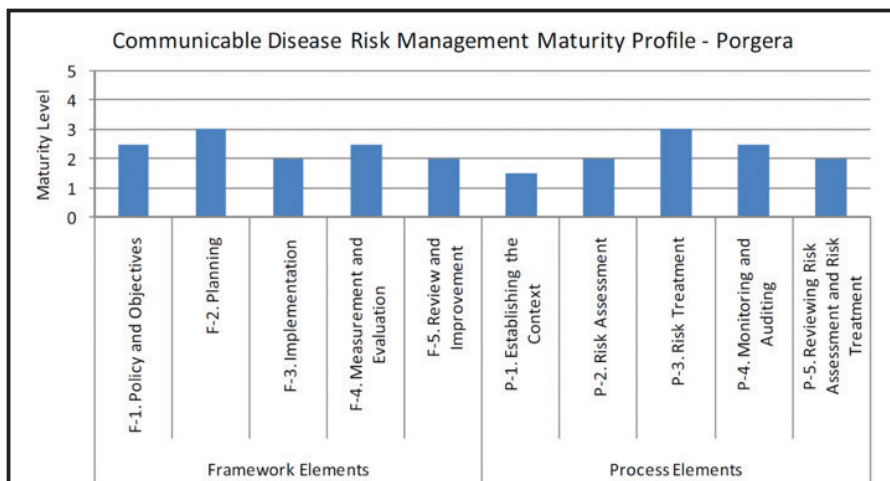
Western Australia



Catatan: angka dan deskripsi yang disingkat merujuk ke item pada Tabel 3, hlm. 115.

Hancock (2010) menerapkan pendekatan model kematangan untuk evaluasi sistem manajemen risiko (ISO 31000: 2009) untuk penyakit menular di industri pertambangan Papua Nugini. Model ini mengevaluasi kematangan setiap elemen risiko kesehatan kerja dan sistem manajemen keselamatan serta kesehatan operasi pertambangan di Ok Tedi, Porgera dan Lihir. Gambar 13 menunjukkan contoh peringkat kematangan Porgera.

Gambar 13: Profil kematangan manajemen risiko penyakit menular di Porgera



5.6 Audit sosial

Audit hubungan sosial atau komunitas yang diperlukan oleh pemerintah dan lembaga untuk pinjaman untuk proyek-proyek sumber daya dan prasarana utama (misalnya, pertambangan, kehutanan, bendungan, jalur transmisi listrik, jalan dan rel kereta api atau pelabuhan), terutama di negara-negara berkembang dan pada lebih sempit di negara-negara yang telah berkembang.

Audit sosial sering dikombinasikan dengan audit lingkungan, sebagai faktor yang mempengaruhi lingkungan sering juga mempengaruhi masyarakat sekitar. Dalam beberapa kasus, seluruh desa dan bahkan kelompok-kelompok suku harus dipindahkan karena luasnya banjir lembah oleh bendungan utama, atau karena kebutuhan tanah untuk tambang terbuka dan fasilitas utamanya. Dalam kasus lain, gaya hidup masyarakat adat terganggu, praktik-praktik pertanian tradisional dibatasi, situs warisan dihancurkan dan migrasi internal di dalam negeri memperkenalkan orang dan budaya baru ke suatu daerah. Pengangkutan zat berbahaya seperti sianida dan amonium nitrat untuk suatu tambang, atau produk radioaktif dari suatu tambang, dapat menimbulkan risiko yang signifikan baik untuk komunitas maupun lingkungan yang peka di sepanjang rute transportasi.

Protokol audit sosial tertentu harus dikembangkan berdasarkan kriteria yang bersumber dari berbagai dokumen, terutama Equator Principles (Prinsip-Prinsip Ekuator) (EPFI 2006), *Enduring value (Nilai bertahan)* (MCA 2004), dan pedoman Korporasi Keuangan dan standar kinerja Bank Dunia Internasional (IFC 2006, 2007a, 2007b), yang mungkin berlaku untuk proyek pertambangan tertentu.

Standar-standar kinerja IFC (PS) April 2006 (dimodifikasi tahun 2012) meliputi keberlanjutan sosial dan lingkungan. Standar-standar kinerja tersebut antara lain:

- PS1: Penilaian dan manajemen risiko dan dampak lingkungan dan sosial
- PS2: Buruh dan kondisi kerja
- PS3: Efisiensi sumber daya dan pencegahan polusi
- PS4: Kesehatan, keselamatan dan keamanan masyarakat
- PS5: Pembebasan lahan dan pemukiman kembali
- PS6: Konservasi keanekaragaman hayati dan pengelolaan berkelanjutan sumber daya alam hayati
- PS7: Masyarakat adat
- PS8: Warisan budaya.

5.7 Audit subyek-khusus

Sebuah organisasi dapat memutuskan untuk melakukan audit lingkungan atau sosial pada operasi tertentu atau bagian dari tambang, atau komunitas yang terkena dampak, karena berbagai alasan, seperti memastikan kepatuhan, meningkatkan efisiensi, mempengaruhi penghematan biaya atau mengurangi risiko. Audit ini mungkin dari setiap aspek operasi tambang perusahaan sendiri, operasi kontraktor di dalam atau di luar lokasi, yang secara hukum bertanggung jawab atas kinerja keamanan dan hubungan masyarakat lingkungan perusahaannya, atau operasi kontraktor limbah dan fasilitas pembuangan limbah dan daur ulang eksternal. Hal ini sering penting selama fase eksplorasi proyek, saat kontraktor penggalian dan pengeboran mungkin beroperasi di wilayah yang luas dengan sedikit pengawasan perusahaan.

Banyak operasi pertambangan dan perminyakan mengembangkan sistem manajemen yang terpadu, yang dapat meliputi lingkungan, kesehatan, keselamatan, keamanan, hubungan masyarakat dan aspek-aspek lainnya, seperti perencanaan dan konstruksi atau akuntansi keuangan. Beberapa contoh sebagai berikut:

- Anglo American: Keselamatan, Kesehatan, Lingkungan dan Sistem Manajemen Masyarakat
- BP: Mendapatkan Hak HSE
- Atlantic Richfield Oil Company: Sistem Pengoperasian Unggul
- BHP Billiton: Kesehatan, Keselamatan, Lingkungan dan Sistem Manajemen Masyarakat.

Sistem ini dapat diaudit secara teratur oleh auditor internal, atau oleh auditor eksternal yang ditugaskan oleh perusahaan. Dalam beberapa kasus, sistem-sistem tersebut diaudit oleh lembaga pemberi dana pinjaman operasi pertambangan.

5.8 Audit rumah kaca dan energi

Banyak perusahaan pertambangan dan minyak bumi menggunakan pemacu atau ambang batas, yang mungkin menjadi ambang batas emisi gas rumah kaca, ambang produksi energi atau ambang batas konsumsi energi, guna memicu audit gas rumah kaca dan energi.

Penentuan Peraturan Nasional Pelaporan Rumah Kaca 2008 dan Ketetapan Pelaporan Rumah Kaca dan Energi Nasional (Audit) 2009 menetapkan persyaratan rinci untuk pelaksanaan audit rumah kaca dan energi, termasuk persyaratan anggota tim audit, dokumentasi, proses dan kesimpulan audit.

Kebanyakan audit rumah kaca dan energi diharapkan dilakukan atas nama Regulator Energi Bersih guna menilai kepatuhan terhadap undang-undang. Audit sukarela biasanya dilakukan untuk pelaporan entitas untuk membantu mereka dalam mematuhi undang-undang. UU ini juga menyediakan sejumlah situasi di mana Regulator Energi Bersih mungkin memulai audit rumah kaca dan energi.

Sebuah auditor rumah kaca dan energi yang resmi terdaftar (terdaftar oleh Regulator Energi Bersih) harus ditunjuk sebagai ketua tim audit. Ketua tim audit harus auditor rumah kaca dan energi yang terdaftar Kategori 2 atau Kategori 3 dan bertanggung jawab untuk memastikan bahwa persyaratan Pelaporan Rumah Kaca dan Energi Nasional (Audit) 2009 dipenuhi. Cara tujuan yang dicapai terserah pada kebijaksanaan ketua tim audit.

Ada tiga jenis audit rumah kaca dan energi sebagaimana didefinisikan dalam UU NGER: jaminan keterlibatan yang menyediakan baik jaminan yang wajar atau terbatas, dan verifikasi keterlibatan tidak menyediakan jaminan.

Jaminan dan verifikasi keterlibatan dapat memeriksa salah satu atau semua aspek kepatuhan badan yang diaudit dengan UU NGER dan sub UU lainnya, antara lain:

- emisi, produksi energi dan konsumsi energi dilaporkan sesuai dengan pasal 19 dari UU NGER
- definisi kelompok dan fasilitas perusahaan melalui penerapan kontrol secara keseluruhan dan operasional
- persyaratan untuk identifikasi dan pengukuran sumber emisi, konsumsi energi dan poin produksi
- persyaratan untuk akurasi, kelengkapan dan keabsahan rumah kaca yang dilaporkan, dan informasi energi, termasuk persyaratan pencatatan.

5.9 Audit personil

Audit lingkungan dan sosial dapat dilakukan oleh auditor internal atau eksternal. Definisi auditor dalam ISO 19011:2011 adalah 'orang yang melakukan audit'. Tingkat kompetensi yang dibutuhkan untuk suatu audit adalah keputusan untuk pengelolaan organisasi yang menugaskan audit tersebut, dan diatur secara rinci dalam Bagian 7 dari ISO 19011:2011.

Semua anggota tim audit, atau hanya pimpinan auditor saja, mungkin diperlukan untuk disertifikasi sebagai auditor lingkungan oleh badan sertifikasi personil terakreditasi seperti Exemplar Global (sebelumnya RABQSA Internasional).¹⁵ Kebanyakan organisasi membutuhkan auditor eksternal mereka untuk disertifikasi oleh badan yang resmi, yang tidak perlu harus di Australia. Misalnya, antara lain sertifikasi tersedia melalui Institute of Institut Manajemen Lingkungan dan Penilaian (Environmental Management and Assessment) di Inggris dan Dewan Sertifikasi Auditor Kesehatan Lingkungan dan Keselamatan (Board of Environmental Health and Safety Auditor Certifications) di Amerika Serikat. Saat ini tidak ada sertifikasi yang tersedia khusus untuk auditor sosial.

Anggota tim audit juga mungkin diperlukan untuk diharuskan telah mengikuti kursus pelatihan internal auditor yang disetujui oleh manajemen dan sesuai dengan prosedur organisasi sendiri.

Audit rumah kaca dan energi berdasarkan Peraturan Pelaporan Rumah Kaca dan Energi Nasional tahun 2008 hanya dapat dilakukan oleh auditor rumah kaca dan energi terdaftar oleh Regulator Energi Bersih.

5.10 Rencana audit

Audit lingkungan atau sosial harus dilakukan oleh auditor yang kompeten menyusun rencana audit yang menggabungkan protokol audit lingkungan yang telah disetujui.

Rencana audit harus mencakup, jika berlaku:

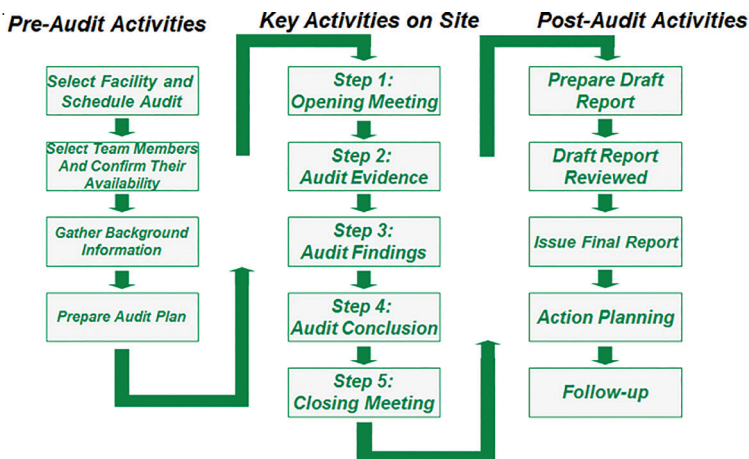
- nama dan posisi dari perwakilan yang diaudit (auditee)
- kriteria tujuan audit dan lingkup audit
- unit organisasional dan fungsional yang akan diaudit
- fungsi dan/atau individu dalam organisasi auditee yang memiliki tanggung jawab langsung yang signifikan mengenai audit
- elemen program pengelolaan lingkungan dan/atau sosial auditee yang prioritas audit yang tinggi (berdasarkan risiko)
- prosedur untuk mengaudit unsur program manajemen auditee, yang sesuai untuk organisasi auditee
- bahas kerja dan pelaporan rincian audit dokumen acuan
- waktu dan durasi yang diharapkan untuk kegiatan audit besar
- tanggal dan tempat-tempat di mana audit harus dilakukan
- nama anggota tim audit
- jadwal pertemuan yang akan diadakan dengan manajemen auditee
- persyaratan laporan kerahasiaan
- isi, format dan struktur laporan
- tanggal penerbitan dan distribusi dokumen laporan yang diharapkan
- persyaratan retensi.

¹⁵ Exemplar Global, www.exemplarglobal.org/.

Rencana audit rinci memberikan format guna menetapkan tugas-tugas khusus untuk anggota individu dari tim audit, guna membandingkan apa yang dicapai selama audit dengan rencana audit asli, dan untuk meringkas dan merekam pekerjaan yang sedang berlangsung dan pekerjaan selesai.

Audit lingkungan atau sosial umumnya dilakukan dalam tiga tahap: kegiatan pra-audit, kegiatan situs dan kegiatan pasca-audit (Gambar 14).

Gambar 14: Fase-fase audit



5.11 Protokol audit

Protokol audit lingkungan atau sosial menyajikan suatu proses bagi auditor untuk mengikuti untuk mencapai tujuan audit. Proses ini mungkin menjadi prosedur standar atau pedoman khusus untuk organisasi atau fasilitas yang diaudit.

Menggunakan protokol audit komprehensif menjamin konsistensi dalam proses audit dan prosedur pelaporan. Hal ini sangat penting di mana tim audit yang digunakan dan di mana anggota tim-tim tersebut dapat dipilih secara bergilir. Protokol audit juga dapat digunakan untuk membantu melatih auditor yang kurang pengalaman dan untuk mengurangi jumlah pengawasan yang diperlukan oleh pemimpin tim audit lingkungan.

Protokol audit dapat bersifat umum atau mereka dapat spesifik untuk jenis pemeriksaan tertentu, atau ke lokasi tambang yang diaudit. Kriteria yang disetujui untuk audit harus tercermin dalam protokol audit. Hal ini memungkinkan auditor untuk menilai tingkat kesesuaian dengan lokasi tambang dengan kriteria, dengan menggunakan protokol audit. Umumnya, protokol audit wajib yang berasal dari kondisi dokumen yang diberi mandat untuk ditinjau dalam klausul yang relevan dari dokumen yang memerlukan audit, dan mungkin meliputi persetujuan perencanaan, sewa pertambangan, lisensi air, izin lainnya dan rencana pengelolaan lingkungan yang dibutuhkan oleh dokumen persetujuan. Protokol dapat mencakup beberapa ratus kondisi yang akan diaudit.

Protokol audit dapat menggabungkan sistem *rating* atau proses numerik lainnya guna mengevaluasi hasil audit. Ini dapat bermanfaat dalam membandingkan kinerja lingkungan dan sosial dari satu tambang dengan kinerja orang lain, dan untuk melacak perbaikan (atau penurunan) dari waktu ke waktu. Model kematangan adalah pendekatan berbasis risiko untuk mengevaluasi tingkat organisasi dalam suatu perusahaan guna mengatasi masalah tertentu.

Berasal dari keselamatan tambang, pendekatan ini semakin banyak diterapkan pada disiplin ilmu lainnya (DIIS 2016a).

5.12 Bukti audit

Hanya bukti yang dapat diverifikasi yang dapat diterima sebagai bukti audit. Bukti audit diverifikasi oleh kombinasi:

- tinjauan dokumentasi—standar tertinggi verifikasi
- observasi kegiatan atau situasi—standar verifikasi yang lebih rendah
- wawancara personil—yang sesuai standar terendah verifikasi.

Secara umum, bukti audit persuasif daripada konklusif. Hal ini diperlukan bagi auditor untuk menggunakan penilaian profesional guna mengevaluasi bukti audit dan menentukan apakah penyelidikan yang cukup telah dibuat. Jika tidak dapat ditarik kesimpulan dari bukti perusahaan yang ada, mungkin sebaiknya perlu untuk memenuhi syarat laporan audit.

5.13 Laporan audit

Isi laporan audit lingkungan dan sosial tergantung pada jenis audit yang dilakukan dan apa yang disepakati antara auditor dan manajemen yang menugaskan audit. Beberapa laporan audit dari lokasi tambang sangat rinci; yang lain hanya melaporkan pengecualian (yaitu, hanya contoh di mana temuan audit tidak memenuhi kriteria audit yang disepakati).

Laporan audit dapat mencakup rekomendasi (yang umum untuk laporan audit eksternal) atau, dalam kasus audit sistem internal dan manajemen, mereka hanya dapat melaporkan ketidaksesuaian dengan kebijakan internal, prosedur dan standar, atau ketidaksesuaian dengan persyaratan peraturan. Rekomendasi mungkin dapat bergradasi (misalnya, darurat, mendesak, perbaikan atau normal) dan ketidaksesuaian dapat berperingkat (misalnya, besar, kecil, perbaikan atau observasi). Auditor mungkin diperlukan untuk memverifikasi di kemudian hari rekomendasi yang telah ditangani, atau yang ketidaksesuaiannya telah mengalami perbaikan dan atau tindakan preventif.

Laporan audit wajib mungkin dibatasi oleh regulator dalam terminologi yang dapat digunakan. Sebagai contoh, beberapa regulator membutuhkan audit wajib dapat mengizinkan hanya kepatuhan dan ketidakpatuhan yang akan digunakan; lainnya mungkin membiarkan kepatuhan, setengah-kepatuhan, ketidakpatuhan, observasi dan perbaikan yang akan digunakan. Penting bahwa auditor melakukan wajib audit kepatuhan lingkungan dari tambang memperoleh arahan dari regulator pada terminologi yang akan digunakan.

Laporan audit rumah kaca dan energi harus mengikuti persyaratan wajib dalam Buku Pegangan Ketetapan Audit (Audit Determination Handbook) yang diterbitkan oleh Regulator Energi Bersih October 2015 (CER 2015).

Daftar isi suatu laporan audit lingkungan yang khas yang berdasarkan UU EPBC

- 1 Tujuan audit
- 2 Ketentuan pengendalian UU EPBC
- 3 Temuan Audit
 - 3.1 Kepatuhan
 - 3.2 Non Kepatuhan
 - 3.3 Tidak dapat ditetapkan
 - 3.4 Pengamatan
- 4 Rekomendasi
- 5 Proses audit
- 6 Terminologi
- 7 Lampiran A—persetujuan pemberitahuan—EPBC 2001/x
- 8 Distribusi laporan final

5.14 Jaminan

Tingkat penyelidikan atau jaminan yang berlaku untuk audit lingkungan dan sosial tergantung pada jenis audit yang dilakukan, kewenangan untuk audit (internal, eksternal, sukarela, wajib dan / atau undang-undang) dan persyaratan standar audit internal organisasi atau wajib atau hukum.

ISO 19011:2011 memberikan panduan tentang hal ini; namun, sejumlah dokumen panduan lain atau standar yang dibutuhkan dapat berguna untuk audit di atau dari industri pertambangan. Antara lain ASAE 3000 *Jaminan keterlibatan selain audit atau tinjauan dari informasi riwayat keuangan (Assurance engagements other than audits or reviews of historical financial information)* (2007) dan *Keterlibatan kepatuhan (Compliance engagements)* ASAE 3100 (2008) yang dikeluarkan oleh Dewan Standar Auditing dan Jaminan (Auditing and Assurance Standards Board) Pemerintah Australia; informasi panduan tentang investigasi situs yang terkontaminasi dari Dewan Perlindungan Lingkungan Nasional dan kebanyakan pemerintah negara bagian dan wilayah; serta peraturan 'semua permintaan yang sesuai' yang dikeluarkan oleh Badan Perlindungan Lingkungan (Environmental Protection Agency) Amerika Serikat dalam Sub-judul B dari Judul II *Bantuan Keringanan Kewajiban Usaha Kecil dan UU Revitalisasi Brownfields (Small Business Liability Relief and Brownfields Revitalization Act)* th. 2002.

Untuk audit lingkungan dan sosial, 'materialitas' berkaitan dengan sejauh mana auditor yakin bahwa laporan dapat salah saji dan masih tidak mempengaruhi keputusan pengguna yang wajar.

Pertimbangan materialitas membantu dalam perencanaan audit yang efisien dan efektif, karena barang sepele dapat diabaikan dan prosedur audit dapat dilakukan di daerah yang dianggap lebih penting atau risiko lebih besar, menyediakan tingkat jaminan yang lebih tinggi.

6. KESIMPULAN

Buku pegangan ini memberikan panduan tentang bagaimana perusahaan dapat menggunakan pemantauan, audit dan pelaporan guna mencapai tujuan pembangunan berkelanjutan, dengan studi kasus yang menggambarkan pendekatan praktik kerja unggulan untuk pemantauan.

Mengevaluasi kinerja merupakan komponen penting dari praktik kerja unggulan pembangunan berkelanjutan di bidang pertambangan. Pemantauan dan audit, bersama-sama dengan pelaporan yang akurat dan transparan, adalah alat perusahaan digunakan untuk mengevaluasi dan meningkatkan kinerja dalam kaitannya untuk memenuhi tujuan mereka untuk perlindungan dan pembentukan kembali nilai-nilai lingkungan, sosial dan ekonomi. Perusahaan yang menerima pengakuan untuk kinerja unggulan tidak hanya memenuhi persyaratan peraturan secara konsisten dan tepat waktu, tetapi juga sering melampaui persyaratan minimum untuk pemantauan, audit dan pelaporan.

Desain pemantauan memperhitungkan praktik kerja unggulan didasarkan pada prosedur manajemen risiko yang berterima dan azas ilmiah yang nalar, dengan penutupan tambang dan penggunaan-akhir lahan disepakati. Pemantauan tersebut berfokus pada semua aspek pembangunan berkelanjutan: lingkungan, sosial, sosioekonomi, budaya dan spiritual. Program pemantauan dirancang melalui konsultasi dengan semua pemangku kepentingan, dengan melibatkan kelompok masyarakat, LSM dan lain-lain, membantu untuk memastikan bahwa semua elemen kunci dan permasalahan dibahas. Teknik yang digunakan meliputi metode yang tersedia yang terbaik, dan keselamatan staf adalah pertimbangan utama.

Pemantauan menghubungkan ke penelitian dengan mengidentifikasi area untuk penyelidikan lebih lanjut dan menilai efektivitas prosedur baru.

Program pemantauan harus transparan dan memberikan data kepada pemangku kepentingan melalui prosedur pelaporan yang tepat, yang dalam beberapa kasus mungkin termasuk akses secara daring untuk pemantauan data waktu-nyata kualitas udara atau air. Jaminan eksternal yang independen semakin digunakan untuk memverifikasi kualitas dan akurasi pelaporan. Program pemantauan tambang ditinjau secara berkala untuk memastikan relevansinya saat ini dengan mempertimbangkan perubahan dalam rencana, undang-undang, situasi masyarakat, teknologi pemantauan atau aspek lain yang relevan.

Audit memberikan pemeriksaan pada kinerja dengan membandingkan situasi saat ini dengan kriteria audit yang disepakati. Audit internal dilakukan oleh perusahaan untuk tinjauan manajemen dan tujuan yang terkait. Audit eksternal dilakukan oleh pihak luar organisasi (misalnya, di mana verifikasi independen dari kinerja diperlukan). Ada berbagai jenis audit, yang mungkin wajib atau sukarela. Semua audit didasarkan pada protokol yang disepakati dan kriteria audit. Audit-audit tersebut mungkin didesain untuk menilai kepatuhan terhadap persyaratan peraturan, atau kinerja dalam kaitannya pada menerapkan sistem-sistem prosedur lingkungan dan sosial dan sistem manajemen atau memenuhi standar yang telah didefinisikan. Umumnya, alasan untuk melakukan audit lingkungan atau sosial adalah untuk menilai risiko dan menetapkan langkah-langkah mitigasi untuk meminimalkan risiko itu.

Jenis pelaporan bervariasi, tergantung pada jenis audit dan tujuannya; namun, audit independen sukarela semakin sering digunakan untuk mengkomunikasikan kinerja untuk pemangku kepentingan eksternal. Audit dapat terjadi pada tingkat situs, atau skala kumulatif di beberapa situs dalam perusahaan, dan juga dapat digunakan untuk mengevaluasi kinerja program. Model kematangan semakin sering diterapkan sebagai proses penilaian risiko dan alat evaluatif sementara program menjadi lebih maju.

Pemantauan dan audit dapat digunakan bersama-sama untuk mengembangkan kriteria penyelesaian dan mengkonfirmasi bahwa target terkait dan tonggak tengara (milestones) telah dipenuhi.

Sistem pelaporan pemantauan dan audit harus akurat dan tepat waktu serta memenuhi kebutuhan informasi dari semua pemangku kepentingan. Umpan balik dari program pemantauan harus menginformasikan perencanaan operasional dan pengambilan keputusan.

Pelaporan publik, bila dilakukan secara strategis, dapat membantu untuk mengelola sumber daya keberlanjutan dalam organisasi, mengidentifikasi kesenjangan dalam proses informasi atau pengumpulan data keberlanjutan, serta menghasilkan momentum untuk perbaikan praktik-praktik yang bertanggung jawab lingkungan dan sosial dalam operasi dan proses perusahaan.

Secara keseluruhan, pendekatan praktik kerja unggulan untuk pemantauan dapat diringkas sebagai berikut:

- Terlepas dari ukuran operasi pertambangan, pendekatan berbasis risiko digunakan untuk memastikan bahwa program pemantauan spesifik lokasi menggabungkan elemen yang sesuai pemantauan, parameter, frekuensi dan kriteria kinerja yang berlaku untuk mengakses pemantauan data.
- Relevansi dan kualitas data yang dihasilkan, serta efektivitas program pemantauan, diaudit secara teratur.

LAMPIRAN 1: SEPULUH PRINSIP SAMPLING

The 10 principles of sampling were originally defined by RG Green in 1979 (*Sampling design and statistical methods for environmental biologists*, John Wiley & Sons, New York). Although this is an old reference, the principles of sound experimental design have not changed, and it is worth restating them because companies and their advisers still occasionally design and run monitoring programs that are not suited to rigorous analysis and unequivocal interpretation of the findings. Leading practice requires that the 10 principles be taken into account when designing quantitative monitoring programs (some additional notes are provided below in italics). More detail on experimental design is in Section 3.2.

1. Mampu menyatakan secara ringkas pertanyaan yang Anda ajukan kepada orang lain.
2. Ambillah sampel tiruan (replicate) dalam setiap kombinasi waktu, lokasi dan setiap variabel terkontrol lainnya. Perbedaan antara situs hanya dapat ditunjukkan oleh perbandingan dengan perbedaan dalam situs. (*Hati-hati agar menghindari pseudoreplikasi.*)
3. Ambillah jumlah yang sama dari replikasi sampel yang dialokasikan secara acak untuk setiap kombinasi variabel terkontrol. Sampling di tempat-tempat 'perwakilan' atau 'khas' **bukan** sampling acak.
4. Untuk menguji apakah suatu kondisi memiliki efek, kumpulkan kedua sampel di mana terdapat kondisi dan di mana tidak ada kondisi ini tetapi semua lainnya sama. Efek hanya dapat ditunjukkan oleh perbandingan dengan kontrol. (*Catatan: Definisi kontrol dan referensi situs bervariasi tetapi dalam hal ini penggunaan 'kontrol' mengacu membandingkan situs yang berpotensi terkena dampak dengan situs terpengaruh menggunakan prosedur statistik konvensional.*)
5. Laksanakan beberapa sampel awal untuk memberikan dasar bagi evaluasi desain sampling dan pilihan analisis statistik.
6. Pastikan perangkat sampling Anda adalah sampling populasi yang Anda anggap sampling, dan dengan efisiensi yang sama dan memadai atas seluruh rentang kondisi sampling yang harus dihadapi (mis. invertebrata air).
7. Jika daerah yang akan dijadikan sampel memiliki pola skala besar, pecahlah daerah menjadi sub-area yang relatif homogen dan alokasikan sampel untuk masing-masing secara proporsional dengan ukuran sub-area ('stratifikasi').
8. Pastikan ukuran unit sampel Anda sesuai dengan ukuran, kepadatan dan distribusi spasial dari organisme yang Anda jadikan sampel. Kemudian perkirakan jumlah sampel replikasi yang diperlukan untuk mendapatkan presisi yang Anda inginkan.
9. Uji data Anda untuk menentukan apakah variasi kesalahan homogen, biasanya didistribusikan dan independen dari rata-rata (mean). Jika tidak, karena akan menjadi kasus untuk sebagian data lapangan, maka (a) tepat untuk mengubah data, (b) menggunakan prosedur bebas-distribusi (nonparametrik), (c) menggunakan desain sampling berurutan yang sesuai, atau (d) uji terhadap simulasi hipotesis data nol (H).
10. Setelah memilih metode statistik terbaik untuk menguji hipotesis Anda, tetapkan dengan hasilnya. Hasil yang tak terduga atau tidak diinginkan **bukan** alasan yang sah untuk menolak metode dan berburu untuk yang 'lebih baik'.

LAMPIRAN 2: UNSUR KHAS DARI PEMANTAUAN DAN EVALUASI KINERJA PROGRAM

Tabel A2.1: Elemen lingkungan khas dari program pemantauan proyek pertambangan dan evaluasi kinerja

ELEMEN	PARAMETER	FREKUENSI INDIKATIF ^a			KRITERIA PENILAIAN KINERJA
		FASE EKSPLORASI/ KELAYAKAN ^b	FASE KONSTRUKSI/ OPERASI	FASE PENUTUPAN/ PASCA-PENUTUPAN (MIS. 3+ TAHUN)	
UMUM					
Inspeksi lokasi/audit fasilitas	Pengelolaan air, tanah/erosi, pembebasan lahan, flora/fauna, kebisingan, kualitas udara/bahan berbahaya dan limbah umum	Mingguan	Mingguan	Kwartalan/tahunan	Komitmen seperti ditetapkan dalam Rencana Pengelolaan Lingkungan setempat
Meteorologi	Curah hujan, penguapan ^c , suhu, radiasi solar, kecepatan angin, arah angin, kelembaban relatif, dsb.	Harian/terus menerus	Harian/terus menerus	Harian/terus menerus (jarak jauh)/sebagaimana diperlukan	Tidak berlaku
Hidrologi—situs hulu dan hilir	Laju air (pelepasan) ^d , ketinggian air	Harian/terus menerus	Harian/terus menerus	Harian/terus menerus (jarak jauh) /sebagaimana diperlukan	Perubahan minimal hidrologi hilir
Transportasi sediment/geomorfologi—hulu dan hilir lokasi	Erosi dan laju transportasi sedimen (proses fluvial ^e dan/atau aeolian), komposisi, geomorfologi (visual; cross-section yang disurvei/profil; pengindraan jarak jauh; pemodelan medan digital)	Awal	Kwartalan/tengah-tahunan (musiman)/tahunan/berdasarkan peristiwa	Kwartalan/tahunan	Tidak berlaku
Kualitas air permukaan—lokasi hulu dan hilir	Parameter umum kualitas air (lapangan) ^f	Kwartalan	Harian/mingguan/berdasarkan peristiwa	Kwartalan/tahunan	Pedoman kualitas air negara bagian /nasional untuk air permukaan di sekitar/air minum (mis. ANZECC-ARMCANZ 2000b; NHMRC 2004). Awal dan ke hulu. Kolaborasi dengan pemangku kepentingan lainnya yang direkomendasikan untuk acuan pengumpulan data jika diperlukan.

ELEMEN	PARAMETER	FREKUENSI INDIKATIF ^a			KRITERIA PENILAIAN KINERJA
		FASE EKSPLORASI/ KELAYAKAN ^b	FASE KONSTRUKSI/ OPERASI	FASE PENUTUPAN/ PASCA- PENUTUPAN (MIS. 3+ TAHUN)	
Kualitas air permukaan—lokasi hulu dan hilir	Parameter kualitas air umum dan detail (laboratorium) ^g	Kwartalan	Mingguan/ bulanan/ berdasarkan peristiwa	Kwartalan/ tahunan	Pedoman kualitas air negara bagian /nasional untuk air permukaan di sekitar/air minum (mis. ANZECC-ARMCANZ 2000b; NHMRC 2004). Awal dan ke hulu. Kolaborasi dengan pemangku kepentingan lainnya yang direkomendasikan untuk acuan pengumpulan data jika diperlukan.
Hidrogeologi—lereng naik dan lereng turun dari situs (termasuk bor pemasok air umum/privat)	ketinggian air tanah	Bulanan/ kwartalan	Mingguan/ bulanan	Kwartalan tahunan	Perubahan minimal ketinggian air tanah melampaui batas-batas proyek.
	Parameter kualitas umum air (lapangan) ^f	Bulanan/ kwartalan	Mingguan/ bulanan	Kwartalan/ tahunan	Pedoman kualitas air negara bagian/nasional untuk air tanah/air minum. Data awal dan lereng naik.
	Parameter kualitas air umum dan detail (laboratorium) ^g	Kwartalan/ tahunan	Bulanan/ kwartalan	Kwartalan/ tahunan	
Neraca air situs	Flow rates / pump rates	Awal	Setiap hari	Tidak berlaku	Volume air di situs cukup tetapi tidak berlebihan
	Ketinggian dan volume air dalam fasilitas penyimpanan	Tidak berlaku	Setiap hari	Setiap hari (jarak jauh)/ sebagaimana diperlukan	
Neraca keasaman/ salinitas/ beban kontaminan	Neraca air lokasi (lihat di atas)	Lihat di atas	Lihat di atas	Lihat di atas	Tak ada bukti yang signifikan dalam keasaman, salinitas atau beban kontaminan selang waktu yang terkait dengan proyek
	Konsentrat keasaman/ salinitas/beban kontaminan	Awal	Mingguan/ bulanan/ kwartalan	Harian (jarak jauh) sebagaimana diperlukan	
Air pelepasan	Kecepatan aliran air	Tidak berlaku	Terus menerus/ harian/ berdasarkan peristiwa	Tidak berlaku	Pedoman negara bagian/ nasional/internasional untuk kualitas air air pelepasan (mis. IFC 2007a). Pencampuran zona penting
	Parameter umum dan rinci kualitas air (laboratorium) ^f	Tidak berlaku	Terus menerus/ harian/ berdasarkan peristiwa	Tidak berlaku	
	General and detailed water quality parameters (laboratory) ^g	Tidak berlaku	Bulanan/ kwartalan/ berdasarkan peristiwa	Tidak berlaku	
Pasokan air minum (situs proyek dan masyarakat yang berpotensi terkena efeknya)	Parameter umum kualitas air (lapangan) ^f	Awal; Mingguan	Mingguan	Kwartalan/ tahunan	Pedoman negara bagian/ nasional untuk kualitas air minum (mis. NHMRC 2004; WHO 2004).
	Parameter umum dan rinci kualitas air (laboratorium) ^g	Awal; Bulanan/ kwartalan	Bulanan/ kwartalan	Kwartalan/ tahunan	

ELEMEN	PARAMETER	FREKUENSI INDIKATIF ^a			KRITERIA PENILAIAN KINERJA
		FASE EKSPLORASI/ KELAYAKAN ^b	FASE KONSTRUKSI/ OPERASI	FASE PENUTUPAN/ PASCA-PENUTUPAN (MIS. 3+ TAHUN)	
Ekosistem darat (mis. penutup timbunan batu sisa tambang yang telah dihijaukan kembali, daerah yang telah direhabilitasi lainnya, situs acuan); ekosistem air tanah	Indikator kesehatan ekosistem, keragaman dan keberlanjutan, luasnya tutupan vegetasi / lahan yang dibuka, dieback / penurunan pohon atau bercak gundul (jika ada), keanekaragaman flora, spesies indikator fauna (misalnya mamalia, avifauna, invertebrata, stygofauna), hewan liar, nyamuk / vektor yang berisiko untuk kesehatan, patogen tanah / tanaman, kelimpahan gulma, risiko kebakaran / tindakan pengendalian; indikator rantai makanan manusia (mis. padang semak, ikan, krustasea, mamalia). Lihat buku-buku pegangan <i>Manajemen keanekaragaman Hayati dan Rehabilitasi tambang</i> .	Awal	Tengah-tahunan/ tahunan	Tengah-tahunan/ tahunan	Data awal dan situs acuan tentang ekosistem alam dan daerah yang direhabilitasi.
Ekosistem lingkungan tepi sungai—situs acuan dan dampak situs (sekeliling)	Spesies indikator flora / fauna lingkungan tepi sungai—menentukan apakah tanah / aliran dasar tergantung ekosistem (GDE) (air tanah dan pemantauan air permukaan serta penggunaan air oleh tanaman untuk menentukan apakah tergantung pada aliran dasar atau sumber air lainnya)	Awal / musiman (akhir musim kemarau untuk menentukan sumber/ sumber-sumber air yang digunakan oleh potensi GDE)	Musiman	Musiman	Data awal dan situs acuan. Target yang ditetapkan oleh tingkat ekstraksi air tanah untuk <i>drawdown</i> atau dampak potensial lainnya serta pemantauan tanda-tanda pohon mengalami stres / penurunan.
ekosistem akuatik—situs acuan dan dampak (sekeliling)	Spesies indikator (misalnya ganggang, mikro-/makro-invertebrata, ikan, vertebrata lainnya); lihat buku pegangan <i>Manajemen keanekaragaman hayati</i>	Awal; bulanan/ tahunan/ taksa dan ekosistem tertentu)	Bulanan/ tahunan/ taksa dan ekosistem tertentu)/ berdasarkan peristiwa	Tengah-tahunan (musiman)/ tahunan	Flora/fauna akuatik situs acuan
Ekosistem akuatik—penilaian toksisitas langsung	Spesies indikator (misalnya ganggang, makro-invertebrata, ikan, vertebrata lebih besar lainnya); lihat buku pegangan <i>Manajemen keanekaragaman hayati</i>	Yang sesuai dengan tambang contoh/ <i>bench test effluents</i>	Sebagaimana diperlukan	Sebagaimana diperlukan	Prosedur nilai pemicu sebagaimana ditentukan oleh prosedur ANZECC-ARMCANZ (2000)

ELEMEN	PARAMETER	FREKUENSI INDIKATIF ^a			KRITERIA PENILAIAN KINERJA
		FASE EKSPLORASI/ KELAYAKAN ^b	FASE KONSTRUKSI/ OPERASI	FASE PENUTUPAN/ PASCA- PENUTUPAN (MIS. 3+ TAHUN)	
Ekosistem akuatik—aliran lingkungan	Perubahan rezim aliran (lihat di atas - Hidrologi)	Awal beberapa musim/tahun (hidrologi; ketergantungan aliran biota akuatik dan sekeliling sungai)	Lihat di atas (ekosistem hidrologi, akuatik dan riparian). Akan membutuhkan indikator khusus termasuk dalam pemantauan.	Lihat di atas (ekosistem hidrologi, akuatik dan riparian).	Perubahan minimal pada rezim aliran, khususnya aliran awal dan pemilihan waktu serta frekuensi dari episode aliran maksimal. Status ketergantungan ekosistem pada aliran. Perubahan minimal pada distribusi organisme.
Ekosistem akuatik—aliran pada lingkungan	Perubahan rezim aliran (lihat di atas—'Hidrologi')	Awal (hidrologi; ketergantungan akuatik dan biota riparian pada aliran)	Lihat di atas (ekosistem hidrologi, akuatik dan riparian)	Lihat di atas (ekosistem hidrologi, akuatik dan riparian)	Perubahan minimal pada rezim aliran, khususnya aliran awal dan pemilihan waktu serta frekuensi dari episode aliran maksimal. Status ketergantungan ekosistem pada aliran. Perubahan minimal pada penyebaran organisme.
Ekosistem akuatik—perjalanan organisme	Desain perjalanan dan operasi organisme; perjalanan dan keuletan organisme; hulu dan hilir	Awal (syarat perjalanan biota akuatik dan riparian)	Tahunan/berdasarkan peristiwa	Tahunan/berdasarkan peristiwa	Perubahan minimal pada distribusi organisme. Laju perjalanan organisme tidak berubah.
Tanah (termasuk tanah bahan penutup)	Parameter kimia umum (mis pH, konduktivitas listrik), komposisi, klasifikasi geokimia ^a , kadar air, porositas, permeabilitas, struktur, tekstur, kandungan bahan organik, erosi tanah, biota tanah, jumlah persediaan, kualitas dan umur panjang, sejauh / sifat kontaminasi	Awal	Seperti disyaratkan untuk perencanaan rehabilitasi / pengendalian mutu air	Kwartalan/tahunan	tidak berlaku
Pengembangan hewan—situs awal dan acuan	Daya dukung padang, percobaan penggembalaan, produksi rumput, gulma dan hama	Awal	Tahunan (musiman)	Tahunan (musiman)	Target yang ditetapkan sebagai bagian dari penggunaan lahan pasca-tambang untuk merumput (kebutuhan masyarakat/kondisi sewa guna usaha pertambangan).
Pertanian intensif / hortikultura—situs awal dan acuan	Tanaman produksi/ biomassa, kualitas tanah, erosi (misalnya daerah aluvial); kimia tanah dan sifat fisik (lihat di atas—'Tanah')	Awal	Musiman (siklus tanaman)	Musiman (siklus tanaman)	Target produksi untuk penggunaan lahan pasca-tambang (pra-tambang yang disetujui).

ELEMEN	PARAMETER	FREKUENSI INDIKATIF ^a			KRITERIA PENILAIAN KINERJA
		FASE EKSPLORASI/ KELAYAKAN ^b	FASE KONSTRUKSI/ OPERASI	FASE PENUTUPAN/ PASCA-PENUTUPAN (MIS. 3+ TAHUN)	
Kontrol-kebisingan sekitar, reseptor sensitif dan di lokasi	Kebisingan (e.g. A-desibel terbobot)	Awal	Sebagaimana diperlukan/ selama ledakan yang diseleksi	tidak berlaku	Pedoman negara bagian/ nasional/internasional (mis. IFC 2007b)
Kualitas sekitar—situs pengendalian, reseptor sensitive dan dalam lokasi	Depositional dust (e.g. rate of deposition, composition), suspended dust (e.g. PM10)	Awal	Sebagaimana diperlukan/ selama ledakan yang diseleksi	tidak berlaku	Awal dan data melawan arah angin
	Kontaminan udara (mis. sulfur dioksida, nitrogen oksida, PM10, karbon monoksida)	Awal	Bulanan/ kuartalan	tidak berlaku	Pedoman negara bagian/ nasional/internasional (mis. IFC 2007b)
Konsumsi energi	Konsumsi energi langsung (bahan bakar); konsumsi energi tak langsung (listrik)	Awal	Yearly	tidak berlaku	Data awal. Efisiensi produksi/ perbandingan penggunaan energi terpelihara atau ditingkatkan.
Emisi gas rumah kaca	Emisi langsung dari pembangkit listrik / pabrik pengolahan peleburan (lihat di bawah) dan kendaraan/ mesin-mesin/ yang digunakan di lokasi (setara dengan karbon dioksida)	Awal	Yearly	tidak berlaku	Data awal. Efisiensi produksi/ perbandingan penggunaan energi terpelihara atau ditingkatkan.
	Emisi tak langsung yang berkaitan dengan penggunaan listrik (setara dengan karbon dioksida)	Awal	Yearly	tidak berlaku	
Bahan konsumsi berbahaya	Tingkat bahan konsumsi berbahaya (proses bahan kimia, peledak, dsb.); lihat buku pegangan <i>Hazardous materials management (Mengelola bahan berbahaya)</i>	Bulanan/ kuartalan	Bulanan/ kuartalan	tidak berlaku	tidak berlaku
Konsumsi hidrokarbon	Tingkat konsumsi hidrokarbon (bahan bakar, minyak, pelumas, dsb.)	Bulanan/ kuartalan	Bulanan/ kuartalan	tidak berlaku	tidak berlaku

ELEMEN	PARAMETER	FREKUENSI INDIKATIF ^a			KRITERIA PENILAIAN KINERJA
		FASE EKSPLORASI/ KELAYAKAN ^b	FASE KONSTRUKSI/ OPERASI	FASE PENUTUPAN/ PASCA- PENUTUPAN (MIS. 3+ TAHUN)	
Radiasi	Emanasi radon dan radiasi gamma dari stok bijih, massa tailing dan penghancuran tailing yang direhabilitasi; tempat pembuangan sampah untuk besi tua, dll. yang terkontaminasi secara radiologis; mobilitas radionuklida di drainase (ke air permukaan dan air tanah); radionuklida dalam debu udara (berlaku untuk semua industri yang bekerja dengan bahan radioaktif alami (NORM), bukan hanya uranium, thorium dan pasir mineral); tindakan OHS.	Awal lingkungan dari data survei pra-penambangan. Awal operasional dari pabrik pemrosesan percontohan, plot percobaan, sampel berbasis laboratorium dan pemodelan	Pengukuran dini yang sering (untuk verifikasi data model), kemudian menyesuaikan sesuai dengan variasi kadar bijih / komposisi dan perubahan dalam operasi / teknologi yang digunakan (mis. termasuk saluran luar ventilasi jika operasi bawah tanah dimulai)	Frekuensi tergantung pada parameter (mis. segera setelah operasi / residu penahanan, frekuensi mungkin terus menerus untuk radon) dan otorisasi, sering setengah-tahunan atau musiman	Standar radiologi. Keselamatan radiasi dan OHS serta pemantauan seluruh lingkungan untuk diintegrasikan.
Respons darurat (mis. tumpahan) – lokasi darurat; lingkungan penerima (mis. air permukaan, air tanah, tanah)	Parameter umum kualitas air General (lapangan) ^f Parameter umum dan rinci kualitas air (laboratorium) ^g Luas / sifat kontaminasi tanah Dampak ekosistem (mis. ekosistem terestrial / tanah / riparian / perairan)	Berdasarkan peristiwa	Berdasarkan peristiwa	Berdasarkan peristiwa	Risiko minimal pada lingkungan penerima.
Keamanan lingkungan/ sosial ^l	Bahaya geoteknik (mis. longsor, kolaps); bahaya alam (misalnya kebakaran, badai, banjir, gempa bumi, panas yang ekstrem / dingin); kimia, biologi (misalnya jamur) atau bahaya radiologi; eksposur pribadi / ambien (mis oksigen, karbon dioksida, metana, hidrogen sulfida, suhu, asap, debu, pencahayaan)	sebagaimana diperlukan	sebagaimana diperlukan	tidak berlaku	Risiko keselamatan lingkungan/sosial terminimisasi.

ELEMEN	PARAMETER	FREKUENSI INDIKATIF ^a			KRITERIA PENILAIAN KINERJA
		FASE EKSPLORASI/ KELAYAKAN ^b	FASE KONSTRUKSI/ OPERASI	FASE PENUTUPAN/ PASCA-PENUTUPAN (MIS. 3+ TAHUN)	
BATUAN SISA TAMBANG DAN STOK BIJIH					
Batuan sisa tambang dan bahan bijih	Tingkat batuan sisa dan produksi bijih, massa/volume timbunan batuan sisa (termasuk lokasi/jumlah mineral batuan sisa yang berbeda) dan stok bijih	Prediksi yang dijadikan model	Harian	Tidak berlaku	Data yang dijadikan model.
	Karakterisasi geokimia dari batuan ^c	Awal / sebagaimana diperlukan	Sebagaimana diperlukan	Sebagaimana diperlukan	Kondisi geokimia tidak mengancam lanskap yang direhabilitasi atau ekosistem hilir.
Hidrologi (limpasan permukaan dan perembesan)	Kecepatan aliran (limpasan permukaan, perembesan permukaan), ketinggian air	tidak berlaku	Mingguan	Kwartalan/tahunan	tidak berlaku
Kualitas air (limpasan permukaan dan perembesan)	Parameter umum kualitas air (lapangan) ^f	tidak berlaku	Mingguan	Kwartalan/tahunan	Data awal dan data hulu. Kualitas air yang diprediksi.
	Parameter umum dan rinci kualitas air (laboratorium) ^g	tidak berlaku	Bulanan	Kwartalan/tahunan	
Hidrogeologi (air di tumpukan batuan limbah; air tanah lereng atas, dibawah dan lereng bawah dari tumpukan)	Tingkat infiltrasi dan kadar air dalam tumpukan batu sisa (data tekanan pori/hidrolik/lysimeter)	tidak berlaku	Quarterly	Sebagaimana diperlukan	Tingkat target/desain infiltrasi
	Ketinggian air; volume air pori di tumpukan limbah batu sisa; massa/volume batuan sisa yang terpapar oksigen	tidak berlaku	Bulanan	Kwartalan/tahunan	tidak berlaku
	Survei geofisika (e.g. domain waktu; elektromagnetik; resistivitas) untuk memetakan konduktivitas bawah permukaan dan jalur aliran rembesan	Sebagaimana diperlukan	Sebagaimana diperlukan	Sebagaimana diperlukan	tidak berlaku
	Parameter umum kualitas air (lapangan) ^f	tidak berlaku	Bulanan	Kwartalan/tahunan	Pedoman negara bagian/nasional/untuk kualitas air tanah. Awal dan lereng naik.
	Parameter umum dan rinci kualitas air (laboratorium) ^g	tidak berlaku	Quarterly	Kwartalan/tahunan	

ELEMEN	PARAMETER	FREKUENSI INDIKATIF ^a			KRITERIA PENILAIAN KINERJA
		FASE EKSPLORASI/ KELAYAKAN ^b	FASE KONSTRUKSI/ OPERASI	FASE PENUTUPAN/ PASCA- PENUTUPAN (MIS. 3+ TAHUN)	
Stabilitas geoteknik	Erosi, penurunan permukaan tanah, tanah longsor, ketinggian air (lihat di atas)	tidak berlaku	Harian/ mingguan	Tahunan/ sebagaimana diperlukan	Spesifikasi desain rekayasa; tujuan rehabilitasi.
FASILITAS PENYIMPANAN TAILING, DAM TAILING					
Bahan tailing	Tingkat produksi tailing dan kilang, mass/volume yang dipindahkan ke fasilitas penyimpanan tailing	Prediksi yang dimodelkan	Mingguan	tidak berlaku	Data yang dijadikan model.
	Karakterisaski geokimia ^h	Awal/ sebagaimana diperlukan	Sebagaimana diperlukan	tidak berlaku	Kondisi geokimia tidak mengancam lanskap yang direhabilitasi atau ekosistem hilir.
Hidrologi (air supernatan)	Volume, ketinggian air, tingkat aliran tailing ke fasilitas, laju pompa tuang, laju aliran saluran pelimpah	tidak berlaku	Harian	Harian (jarak jauh)/ sebagaimana diperlukan	tidak berlaku
Hidrologi (perembesan permukaan)	Tingkat aliran, ketinggian air	tidak berlaku	Mingguan/ bulanan	Harian (jarak jauh)/ sebagaimana diperlukan	tidak berlaku
Kualitas air (air supernatan dan perembesan permukaan)	Parameter umum kualitas air (lapangan) ^f	n.a. or modelled	Weekly/event based	Kwartalan/ tahunan	Kriteria kualitas air di lokasi khusus (penggunaan di lokasi) atau pedoman kualitas air yang dilepaskan (mis. IFC 2007a; ANZECC-ARMCANZ 2000).
	Parameter umum dan rinci kualitas air (laboratorium) ^g	tidak berlaku	Bulanan	Kwartalan/ tahunan	
Hidrogeologi (air pori dalam tailing; air tanah di lereng naik, di bawah dan lereng turun dari fasilitas penyimpanan tailing)	Ketinggian air; mass/volume tailing yang terpapar pda oksigen	Baseline	Monthly	Quarterly/ yearly	tidak berlaku
	Survei geofisika (mis. domain waktu elektromagnetik; resistivitas) untuk memetakan konduktivitas bawah permukaan dan jalur aliran rembesan	Sebagaimana diperlukan	Sebagaimana diperlukan	Sebagaimana diperlukan	tidak berlaku
	Parameter umum kualitas air (lapangan) ^f	Awal	Bulanan	Kwartalan/ tahunan	Pedoman negara bagian/nasional untuk kualitas air tanah. Data awal dan lereng naik.
	Parameter umum dan rinci kualitas air (laboratorium) ^g	Awal	Kwartalan	Kwartalan/ tahunan	
Fauna	Avifauna, mammals, livestock	Awal	Mingguan; berdasarkan peristiwa	Tahunan	Tidak ada bukti kematian fauna terkait proyek.

ELEMEN	PARAMETER	FREKUENSI INDIKATIF ^a			KRITERIA PENILAIAN KINERJA
		FASE EKSPLORASI/ KELAYAKAN ^b	FASE KONSTRUKSI/ OPERASI	FASE PENUTUPAN/ PASCA-PENUTUPAN (MIS. 3+ TAHUN)	
Stabilitas geoteknis (tanggul/dinding tanggul; tailing)	Tingkat erosi, penurunan, tanah longsor, supernatan dan ketinggian air tanah (lihat di atas); kepadatan tailing, kekuatan (penetrometer) dan kadar air (air yang dibebaskan oleh konsolidasi dan kemampuan untuk mendukung penutup jika diperlukan); mengacu pada buku pedoman <i>Tailings management (Manajemen tailing)</i>	Prediksi yang dimodelkan	Harian/ mingguan/ berdasarkan peristiwa	Harian/ sebagaimana diperlukan	Spesifikasi desain rekayasa; tujuan rehabilitasi.
PIT/TAMBANG TERBUKA					
Bahan dinding pit (kerucut air tanah depresi)	Mass/volume bahan yang terpapar oksigen)	Prediksi yang dimodelkan	Sebagaimana diperlukan	Sebagaimana diperlukan	Data yang dijadikan model.
	Karakterisasi geokimia litologi ^h	Awal/ sebagaimana diperlukan	Sebagaimana diperlukan	Sebagaimana diperlukan	Kondisi biokimia yang tidak mengancam lanskap rehabilitasi atau ekosistem hilir.
Pit hidrologi/air hujan	Dewatering pump flow rates	Prediksi yang dimodelkan	Harian	Sebagaimana diperlukan	Tidak berlaku
Kualitas air pit	Parameter umum kualitas air (lapangan) ^f	Prediksi yang dimodelkan	Mingguan	Kwartalan/ tahunan	Pedoman kriteria kualitas air (penggunaan di lokasi) atau kualitas air pelepasan (mis. IFC 2007a; ANZECC-ARMCANZ 2000).
	Parameter umum dan rinci kualitas air (laboratorium) ^g	Prediksi yang dimodelkan	Bulanan	Kwartalan/ tahunan	
Pit hidrologi (kerucut depresi air tanah)	Ketinggian air tanah, tingkat aliran (mis. bor pengeringan)	Prediksi yang dimodelkan	Mingguan	Kwartalan/ tahunan	Data yang dijadikan model.
	Parameter umum kualitas air (lapangan) ^f	Awal	Mingguan	Kwartalan/ tahunan	Pedoman kriteria kualitas air (penggunaan di lokasi) atau kualitas air pelepasan (mis. IFC 2007a).
	Parameter umum dan rinci kualitas air (laboratorium) ^g	Awal	Bulanan	Kwartalan/ tahunan	
Peledakan	Getaran tanah dan tekanan yang berlebihan dari ledakan udara	tidak berlaku	Semua ledakan dipantau	tidak berlaku	Pedoman negara bagian/nasional/internasional (mis. Standards Australia 1998).
	Kebisingan, batu lontaran (jarak tempuh lontaran)	tidak berlaku	Ledakan yang terseleksi	tidak berlaku	Pedoman negara bagian/nasional/internasional (mis. IFC 2007b). Bebas batu lontar melampaui pengecualian zona keselamatan.
Stabilitas geoteknik (bahan dinding pit)	Erosi, penurunan tanah, tanah longsor, ketinggian air tanah (lihat di atas)	tidak berlaku	Harian/ mingguan/ berdasarkan peristiwa	Tahunan/ sebagaimana diperlukan	Spesifikasi desain rekayasa; tujuan rehabilitasi.

ELEMEN	PARAMETER	FREKUENSI INDIKATIF ^a			KRITERIA PENILAIAN KINERJA
		FASE EKSPLORASI/ KELAYAKAN ^b	FASE KONSTRUKSI/ OPERASI	FASE PENUTUPAN/ PASCA- PENUTUPAN (MIS. 3+ TAHUN)	
UNDERGROUND MINES					
Bahan yang dikeringkan (kerucut depresi)	Mass/volume bahan yang terpapar oksigen	Prediksi yang dimodelkan	Bulanan	Sebagaimana diperlukan	Data yang dijadikan model.
	Karakterisasi geokimia litologi ^h	Awal; Sebagaimana diperlukan	Sebagaimana diperlukan	tidak berlaku	Kondisi geokimia tidak mengancam karskap yang telah direhabilitasi atau ekosistem hilir.
Hidrologi (kerucut depresi air tanah)	Ketinggian air tanah dan kecepatan aliran (bor pengeringan); aliran <i>adit</i>	Awal; bulanan	Mingguan	Kwartalan/ tahunan	tidak berlaku
	Parameter umum kualitas air (lapangan) ^f	Awal; bulanan	Mingguan	Kwartalan/ tahunan	Pedoman kriteria kualitas air (penggunaan di lokasi) atau kualitas air pelepasan (mis. IFC 2007a).
	Parameter umum dan rinci kualitas air (laboratorium) ^g	Awal; bulanan	Bulanan	Kwartalan/ tahunan	
Ledakan	Getaran tanah dan tekanan berlebihan ledakan udara (di atas tanah)	tidak berlaku	Semua ledakan dipantau	tidak berlaku	Pedoman negara bagian/ nasional/internasional (mis. Standards Australia 1998).
	Kebisingan (di atas tanah)	tidak berlaku	Ledakan terseleksi	tidak berlaku	Pedoman negara bagian/ nasional/internasional (mis. IFC 2007b).
Stabilitas geoteknik	Stabilitas dinding batuan, pengamblesan (di atas tanah), tanah longsor	tidak berlaku	Harian/ mingguan/ berdasarkan peristiwa	Sebagaimana diperlukan	Spesifikasi desain rekayasa; tujuan rehabilitasi.
Kualitas udara bawah tanah, fungus	Lihat di bawah— <i>Occupational health and safety/OHS</i> (Kesehatan dan Keselamatan Kerja)	(OHS) ⁱ	(OHS) ⁱ	(OHS) ⁱ	(OHS) ⁱ
TUMPUKAN DAN TIMBUNAN BUANGAN LINDI					
Bahan bijih	Tingkat produksi bijih, mass/volume bijih dalam alas lindi	Prediksi yang dimodelkan	Harian	tidak berlaku	Data yang dijadikan model.
	Karakterisasi geokimia litologi ^h	Awal/ sebagaimana diperlukan	Sebagaimana diperlukan	tidak berlaku	Kondisi geokimia yang tidak mengancam lanskap yang direhabilitasi atau ekosistem hilir.
Hidrologi (limpasan permukaan dan perembesan)	Kecepatan aliran, tingkat ketinggian air	tidak berlaku	Harian	Kwartalan/ tahunan	tidak berlaku
Kualitas air (limpasan permukaan dan perembesan)	Parameter umum kualitas air (lapangan) ^f	Awal	Mingguan	Kwartalan/ tahunan	Kriteria kualitas air (penggunaan di lokasi) atau pedoman kualitas air pelepasan (mis. IFC 2007a; ANZECC-ARMCANZ 2000).
	Parameter umum dan rinci kualitas air (laboratorium) ^g	Awal	Bulanan	Kwartalan/ tahunan	

ELEMEN	PARAMETER	FREKUENSI INDIKATIF ^a			KRITERIA PENILAIAN KINERJA
		FASE EKSPLORASI/ KELAYAKAN ^b	FASE KONSTRUKSI/ OPERASI	FASE PENUTUPAN/ PASCA-PENUTUPAN (MIS. 3+ TAHUN)	
Hidrologi (air tanah di lereng naik, di bawah dan lereng menuruh dari alas resapan timbunan/timbunan lindi)	Ketinggian air tanah	Awal	Mingguan	Kwartalan/ tahunan	tidak berlaku
	Survei geofisik (elektromagnetik domain waktu) untuk pemetaan aliran di bawah permukaan	Sebagaimana diperlukan	Sebagaimana diperlukan	Sebagaimana diperlukan	tidak berlaku
	Parameter umum kualitas air (lapangan) ^f	Awal	Mingguan	Kwartalan/ tahunan	Pedoman negara bagian/ nasional/internasional untuk kualitas air. Awal dan lereng ke atas.
	Parameter umum dan rinci kualitas air (laboratorium) ^g	Awal	Bulanan	Kwartalan/ tahunan	
Stabilitas geoteknik	Erosi, pengamblesan, tanah longsor	tidak berlaku	Harian/ mingguan/ berdasarkan peristiwa	Sebagaimana diperlukan	Spesifikasi desain rekayasa; tujuan rehabilitasi.
JALAN ANGKUT, JALAN AKSES, JALAN EKSPLORASI, ALAS BOR					
Limpasan jalan/kualitas air rembesan permukaan	Parameter umum kualitas air (lapangan) ^f	tidak berlaku	Berdasarkan peristiwa; sebagaimana diperlukan	Kwartalan/ tahunan	Pedoman kriteria kualitas air (penggunaan di lokasi) atau air pelepasan (mis. IFC 2007a; ANZECC-ARMCANZ 2000).
	Parameter umum dan rinci kualitas air (laboratorium) ^g	tidak berlaku			
Kebisingan sekitar	Kebisingan (mis. A-desibel yang tertimbang)	Awal	Sebagaimana diperlukan	tidak berlaku	Pedoman negara bagian/ nasional/internasional (mis. IFC 2007b).
Stabilitas geoteknik	Erosi, pengablesan, tanah longsor	Harian/ mingguan/ berdasarkan peristiwa	Harian/ mingguan/ berdasarkan peristiwa	Sebagaimana diperlukan	Spesifikasi desain rekayasa; tujuan rehabilitasi.
Ekosistem akuatik—jalur organisme	Desain dan operasi saluran; saluran organisme dan hulu dan hilir yang ulet	Awal (persyaratan saluran akuatik dan biota riparian)	Tahunan/ berdasarkan peristiwa	Tahunan/ berdasarkan peristiwa	Perubahan minimal penyebaran organisme. Tingkat saluran organisme tidak berubah.
KUARI					
Kualitas air pit	Parameter umum kualitas air (lapangan) ^f	tidak berlaku	Mingguan	Kwartalan/ tahunan	Pedoman kriteria kualitas air (penggunaan di lokasi) atau air pelepasan (mis. IFC 2007a; ANZECC-ARMCANZ 2000).
	Parameter umum dan rinci kualitas air (laboratorium) ^g	tidak berlaku	Bulanan	Kwartalan/ tahunan	
Peledakan	Getaran tanah, tekanan berlebihan ledakan udara, batu yang terlontar, (jarak perjalanan)	tidak berlaku	Semua ledakan terpantau	tidak berlaku	Pedoman negara bagian/ nasional/internasional (mis. Standards Australia 1998).
	Kebisingan (mis. A-desibel yang tertimbang)	tidak berlaku	Ledakan yang diseleksi	tidak berlaku	Pedoman negara bagian/ nasional.internasional (mis. IFC 2007b).
Stabilitas geoteknis	Stabilitas geoteknis (erosi, pengamblesan, tanah longsor)	tidak berlaku	Harian/ mingguan/ berdasarkan peristiwa	Sebagaimana diperlukan	Spesifikasi desain rekayasa; tujuan rehabilitasi.

ELEMEN	PARAMETER	FREKUENSI INDIKATIF ^a			KRITERIA PENILAIAN KINERJA
		FASE EKSPLORASI/ KELAYAKAN ^b	FASE KONSTRUKSI/ OPERASI	FASE PENUTUPAN/ PASCA- PENUTUPAN (MIS. 3+ TAHUN)	
FASILITAS PEMBANGKIT DAYA					
Air olahan; limpasan situs/air pematang	Kontaminan melalui udara (mis. sulfur dioksida, nitrogen oksida, PM10, karbon monoksida)	tidak berlaku	Sebagaimana diperlukan	tidak berlaku	Pedoman negara bagian/nasional/internasional (mis. IFC 2007b).
FASILITAS PENGHANCURAN DAN PENGOLAHAN BIJIH					
Process water; site run-off/bund water	Parameter umum kualitas air (lapangan) ^f	tidak berlaku	Harian/mingguan/berdasarkan peristiwa	tidak berlaku	Pedoman kriteria kualitas air (penggunaan di lokasi) atau air pelepasan (mis. IFC 2007a; ANZECC-ARMCANZ 2000).
	Parameter umum dan rinci kualitas air (laboratorium) ^g	tidak berlaku	Mingguan/berdasarkan peristiwa	tidak berlaku	
FASILITAS PELEBURAN PRIMER					
Timbunan/emisi limbah (flue emissions)	Kontaminan udara (mis. sulfur dioksida, nitrogen oksida, PM10, karbon monoksida)	tidak berlaku	Sebagaimana diperlukan	tidak berlaku	Pedoman negara bagian/nasional/internasional (mis. IFC 2007b).
SIMPANAN AIR, CEKUNGAN SEDIMEN, DLL.					
Hidrologi	Kecepatan aliran, ketinggian air	tidak berlaku	Berdasarkan peristiwa/sebagaimana diperlukan	Kwartalan/tahunan	tidak berlaku
Kualitas air	umum kualitas air (lapangan) ^f	tidak berlaku	Berdasarkan peristiwa/sebagaimana diperlukan	Kwartalan/tahunan	Pedoman kriteria kualitas air (penggunaan di lokasi) atau air pelepasan (mis. IFC 2007a; ANZECC-ARMCANZ 2000).
	Parameter umum dan rinci kualitas air (laboratorium) ^g	tidak berlaku	Berdasarkan peristiwa/sebagaimana diperlukan	Kwartalan/tahunan	
Sedimentasi	Batimeri (visual; survei lintas-bagian/profil; peingeraan jauh; pemodelan medan digital); kapasitas penyimnana air/waktu tinggal; komposisi sedimen	tidak berlaku	Berdasarkan peristiwa/sebagaimana diperlukan	Kwartalan/tahunan	Spesifikasi desain rekayasa.
Stabilitas geoteknik	Erosi, pengamblesan, tanah longsor	tidak berlaku	Harian/mingguan/berdasarkan peristiwa	Kwartalan/tahunan	Spesifikasi desain rekayasa; tujuan rehabilitasi.
Ekosistem akuatik—perjalanan organisme	Desain dan operasi saluran; saluran organisme dan hulu dan hilir yang ulet	Awal (syarat perjalanan biota akuatik dan riparian)	Tahunan/berdasarkan peristiwa	Tahunan/berdasarkan peristiwa	Perubahan minimal penyebaran organisme. Tingkat saluran organisme tidak berubah.
LAHAN BASAH YANG DIBANGUN					
Hidrologi	Kecepatan aliran, ketinggian air	tidak berlaku	Berdasarkan peristiwa/sebagaimana diperlukan	Kwartalan/tahunan	tidak berlaku

ELEMEN	PARAMETER	FREKUENSI INDIKATIF ^a			KRITERIA PENILAIAN KINERJA
		FASE EKSPLORASI/ KELAYAKAN ^b	FASE KONSTRUKSI/ OPERASI	FASE PENUTUPAN/ PASCA-PENUTUPAN (MIS. 3+ TAHUN)	
Kualitas air/ bau (influen/ efluen)	Parameter umum kualitas air (lapangan) ^f , bau	tidak berlaku	Terus menerus/ mingguan	Kwartalan/ tahunan	Pedoman kriteria kualitas air (penggunaan di lokasi) atau air pelepasan (mis. IFC 2007a; ANZECC-ARMCANZ 2000).
	Parameter umum dan rinci kualitas air (laboratorium) ^g	tidak berlaku	Terus menerus/ mingguan	Kwartalan/ tahunan	
Sedimentasi	Batimeri (visual; survei lintas-bagian/profil; peingeran jauh; pemodelan medan digital); kapasitas penyimnana air/waktu tinggal; komposisi sedimen	tidak berlaku	Berdasarkan peristiwa/ sebagaimana diperlukan	Kwartalan/ tahunan	Spesifikasi desain rekayasa.
Stabilitas geoteknik	Stabilitas geoteknik (erosi, pengamblesan, tanah longsor)	tidak berlaku	Harian/ mingguan/ berdasarkan peristiwa	Tahunan/ sebagaimana diperlukan	Spesifikasi desain rekayasa; Tujuan rehabilitasi
Vegetasi lahan basah	Kesehatan dan keanekaragaman vegetasi	tidak berlaku	Bulanan/ musiman	Kwartalan/ tahunan	tidak berlaku
FASILITAS PENGOLAHAN AIR LAINNYA (MIS. AIR MINUM, AIR LIMBAH NON-KAKUS, LIMBAH KAKUS)					
Konsumsi air/ pembangkit air limbah	Kecepatan aliran, ketinggian air	tidak berlaku	Harian/ mingguan	tidak berlaku	tidak berlaku
Kualitas air/ bau (influen/ efluen)	Parameter umum kualitas air (lapangan) ^f , bau	tidak berlaku	Harian/ mingguan	tidak berlaku	Pedoman kriteria kualitas air (penggunaan di lokasi) atau kualitas air minum (mis. NHMRC 2004; WHO 2004).
	Parameter umum dan rinci kualitas air (laboratorium) ^g	tidak berlaku	Mingguan/ bulanan	tidak berlaku	
FASILITAS PEMBUANGAN LIMBAH PADAT					
Produksi limbah	Tingkat produksi kepadatan limbah padat, penggunaan kembali, daur ulang dan pembuangan, sesuai dengan jenis	Mingguan/ bulanan	Mingguan	tidak berlaku	tidak berlaku
Hidrologi (air lindi/ limpasan)	Kecepatan aliran	Mingguan/ bulanan	Mingguan/ bulanan	Kwartalan/ tahunan	tidak berlaku
Kualitas air/ bau (air lindi/ limpasan)	Parameter umum kualitas air (lapangan) ^f , bau	Mingguan/ bulanan	Mingguan/ bulanan	Kwartalan/ tahunan	Pedoman kriteria kualitas air (penggunaan di lokasi) atau kualitas air pelepasan (mis. NHMRC 2004; WHO 2004).
	Parameter umum dan rinci kualitas air (laboratorium) ^g	Bulanan/ kwartalan	Bulanan/ kwartalan	Kwartalan/ tahunan	
	Penilaian langsung toksisitas (makroinvertebrata, ikan, vertebrata yang lebih besar); lihat buku pegangan <i>Biodiversity (Keanekaragaman hayati)</i>	Bulanan/ kwartalan	Bulanan/ kwartalan	Sebagaimana diperlukan	Nilai pemicu sebagaimana ditetapkan oleh prosedur ANZECC-ARMCANZ (2000)

ELEMEN	PARAMETER	FREKUENSI INDIKATIF ^a			KRITERIA PENILAIAN KINERJA
		FASE EKSPLORASI/ KELAYAKAN ^b	FASE KONSTRUKSI/ OPERASI	FASE PENUTUPAN/ PASCA- PENUTUPAN (MIS. 3+ TAHUN)	
Stabilitas geoteknik	Stabilitas geoteknik (erosi, pengamblesan, tanah longsor)	tidak berlaku	Harian/ mingguan/ berdasarkan peristiwa	Tahunan/ sebagaimana diperlukan	Spesifikasi desain rekayasa; tujuan rehabilitasi
Visual	Hama/pemulung/ sampah	Harian	Harian	Kwartalan/ tahunan	tidak berlaku

- a Frekuensi pemantauan untuk beberapa lokasi mungkin perlu lebih tinggi selama musim hujan (dan periode aliran tinggi) dan lebih rendah selama musim kemarau (dan periode rendah/tidak ada aliran). Frekuensi yang lebih tinggi juga akan diperlukan sebelum/selama limpasan aliran air pelepasan (mis. dalam kasus pemantauan air permukaan hilir). Kecenderungan pemantauan terus menerus dari parameter lingkungan muncul seiring dengan teknologi baru yang sedang dikembangkan untuk memungkinkan lebih hemat biaya dan pemantauan jarak jauh; pemantauan terus menerus memfasilitasi identifikasi dampak akut (misalnya pulsa dari air yang terkontaminasi) serta tren jangka panjang. Proyek tertentu mungkin memerlukan pemantauan frekuensi lebih tinggi selama penutupan daripada setelah penutupan; frekuensi pemantauan penutupan/pasca-penutupan digabungkan di sini untuk penyederhanaan.
- b Frekuensi pemantauan selama tahap eksplorasi/kelayakan mungkin berbeda dengan waktu yang diharapkan sebelum dimulainya operasi.
- c Faktor kalibrasi panci penguapan diperlukan untuk memastikan data yang akurat/asumsi neraca menggunakan air penguapan.
- d Kalibrasi/peringkat kurva untuk setiap stasiun pengukuran aliran guna mengaktifkan konversi data ketinggian air ke kecepatan aliran.
- e Estimasi tingkat angkutan sedimen fluvial difasilitasi oleh data pemantauan hidrologi terus menerus (lihat 'Hidrologi').
- f Parameter lapangan umum mungkin meliputi pH, suhu, konduktivitas listrik/salinitas, kekeruhan, larutan oksigen dan potensial redoks. Dalam beberapa kasus, parameter yang lebih rinci (misalnya logam tertentu atau kontaminan lain yang menjadi kekhawatiran) perlu dipantau pada frekuensi yang sama dengan parameter lapangan umum. Hal ini mungkin melibatkan analisis laboratorium penukaran atau penggunaan alat-alat uji lapangan.
- g Parameter yang relevan dapat mencakup total padatan tersuspensi, keasaman/kebasaan, ion-ion utama dan ligan, logam, nutrisi, karbon organik, hidrokarbon, E. coli, jumlah bakteri koliform, dan potensi kontaminan lainnya yang spesifik di lokasi (spesies misalnya sianida, radionuklida).
- h Karakterisasi geokimia biasanya melibatkan kombinasi tes statis (misalnya akuntansi asam-basa, komposisi geokimia, mineralogi) dan tes kinetik (tes kolom lindi, tes tingkat oksidasi sulfida, pengukuran konsentrasi oksigen ruang pori di tempat). Lihat buku pegangan *Mencegah drainase asam dan logam (Preventing acid and metalliferous drainage)*.
- i Aspek-aspek yang lebih umum kesehatan dan keselamatan kerja (OHS) berada di luar lingkup buku pegangan ini; lihat IFC (2007b) untuk panduan lebih lanjut.

Sumber: ANZECC-ARMCANZ (2000); IFC (2007a, 2007b); NHMRC (2004); Standar Australia (1998); WHO (2004).

Tabel A2.2: Elemen sosial khas dari program pemantauan proyek pertambangan dan evaluasi kinerja.

ELEMEN	PARAMETER	FREKUENSI INDIKATIF ^a			KRITERIA PENILAIAN KINERJA
		FASE EKSPLORASI/ KELAYAKAN ^b	FASE KONSTRUKSI/ OPERASI	FASE PENUTUPAN/ PASCA-PENUTUPAN	
Arkeologi dan warisan budaya adat/sumber daya budaya fisik (PCR)	Situs warisan budaya, kuburan, situs arkeologi/ artefak, keyakinan dan praktik spiritual	Awal	Sebagaimana diperlukan	Seperti yang dinegosiasikan, sebagai bagian rencana penutupan	Tempat-tempat berbudaya signifikan dan artefak dilestarikan.
Dibangun	Prasarana fisik/investasi; bangunan transportasi, pergerakan lalu lintas di/ dari lokasi, fasilitas dan komunikasi masyarakat	Awal/tahunan	Tahunan; pergerakan lalu lintas yang tengah berlangsung	Seperti yang dinegosiasikan, sebagai bagian rencana penutupan	Pemanfaatan fasilitas masyarakat, ketersediaan perumahan, penggunaan angkutan umum, dampak lalu lintas diukur dan dikelola, volume kepemilikan (rumah) pribadi.
Keluhan da sikap masyarakat	Gangguan sosial (mis kebisingan, lalu lintas) dan keluhan; sikap masyarakat terhadap proyek pertambangan	Awal	Mingguan/ bulanan	Kwartalan/ tahunan	Dukungan masyarakat yang berkelanjutan untuk proyek tersebut; keluhan masyarakat dan saran ditangani.
Kompensasi	Jumlah orang yang terkena gangguan, sifat dan tingkat gangguan terhadap tanah/ aset/ mata pencaharian; langkah-langkah yang diambil untuk mengkompensasi kerugian/ gangguan	Sebagaimana diperlukan	Sebagaimana diperlukan	Sebagaimana diperlukan	Orang yang terkena dampak diberi kompensasi yang sesuai.
Governance	Formal and informal leadership structures, political systems and protocols, capacity to respond to development	Awal/tahunan	Sebagaimana diperlukan	Tahunan	Waktu yang dibutuhkan untuk persetujuan pembangunan, jumlah pemberi suara, dukungan lokal untuk pemerintah daerah/kota.
Kesehatan dan nutrisi	Survei kesehatan/gizi (kesehatan umum, diet, paparan bahan berbahaya, kualitas air minum, penggunaan narkoba, kualitas udara, akses terhadap sanitasi dan kesehatan, kejadian penyakit umum dan infeksi seksual yang menular)	Awal/tahunan	Kuartalan/ tahunan	Seperti yang dinegosiasikan, sebagai bagian rencana penutupan	Kondisi kesehatan dan gizi dipertahankan atau ditingkatkan, peningkatan perilaku disfungsional, peningkatan kerentanan subpopulasi (lansia, kaum perempuan, kaum muda).
Manusia	Keterampilan, pengetahuan, pendidikan, kepiawaiian, keluar-masuk migrasi	Awal/tahunan	Kuartalan/ tahunan	Seperti yang dinegosiasikan, sebagai bagian rencana penutupan	Porsi orang yang tersisa di masyarakat setelah sekolah tinggi, tingkat diplomasi sekolah tinggi, porsi tenaga kerja operasional yang tetap di masyarakat untuk [kerangka kerja waktu], tingkat retensi, tingkat pendaftaran kejuruan.

ELEMEN	PARAMETER	FREKUENSI INDIKATIF ^a			KRITERIA PENILAIAN KINERJA
		FASE EKSPLORASI/ KELAYAKAN ^b	FASE KONSTRUKSI/ OPERASI	FASE PENUTUPAN/ PASCA- PENUTUPAN	
Insiden	Insiden lalu lintas; cedera yang berhubungan dengan proyek; dampak hilir terkait dengan peristiwa pelepasan	Sebagaimana diperlukan	Sebagaimana diperlukan	Sebagaimana diperlukan	Penurunan tingkat insiden.
Indigenous cultural elements in rehabilitation	Padang semak, habitat bagi satwa, keanekaragaman hayati yang berhubungan dengan diet tradisional	Awal	Sering terjadi di tahap awal; setengah-tahunan setelah rehabilitasi awal; tahunan sesudahnya	Tahunan	Konservasi dan penanaman elemen kunci, perlindungan daerah tertentu dari gangguan diikuti dengan pemantauan kembalinya spesies kunci, konsultan untuk menilai kepuasan masyarakat.
Penggunaan lahan	Survei lahan dan aset; persyaratan dan dampak penggunaan lahan; nilai ekonomis lahan, aset dan sumber daya alam; hewan yang merumput dan pertanian/ hortikultura yang intensif (lihat Tabel A2.1)	Awal	Sebagaimana diperlukan	Tahunan	Sumber daya alam terpelihara atau diperbaiki.
Mata pencaharian/ sosioekonomi praktik sosioekonomi	Mata Pencaharian / survei sosioekonomi (pekerjaan, pendapatan, sumber daya keuangan, biaya hidup, kondisi hidup), peluang keragaman ekonomi (ketergantungan), kegiatan penciptaan lapangan kerja	Awal/tahunan	Kwartalan/ tahunan	Seperti yang dinegosiasikan, sebagai bagian rencana penutupan	Ketenagakerjaan (tingkat partisipasi angkatan kerja di masyarakat setempat, tingkat pengangguran), pendapatan, tanah dan aset dipertahankan atau ditingkatkan relatif terhadap biaya hidup; kesejahteraan dipertahankan atau ditingkatkan.
Warisan budaya non-adat/ praktik	Pentingnya warisan, tingkat kerusakan, stabilitas, keamanan	Sebagaimana diperlukan	Tahunan	Tahunan	Persyaratan konservasi pendaftaran "National Estate" untuk pendaftaran warisan negara bagian/ teritori dan/ atau pedoman warisan.
Pekerjaan bawah tanah dan terowongan bersejarah yang sudah ada sebelumnya	Kontrol keamanan, populasi kelelawar, penggunaan/dampak pariwisata, rencana interpretatif, kemajuan pelaksanaan, tindakan atas nilai ekonomi masyarakat	Awal	Sebagaimana diperlukan	Sebagaimana diperlukan	Rencana konservasi, tindakan penilaian pengendalian risiko keselamatan.
Sosial	Jaringan komunitas, kerjasama dan hubungan, partisipasi sosial dan kemasyarakatan, lokal serta kepemimpinan komunitas regional, norma sosial, laju perubahan masyarakat rentan	Awal/tahunan	Kwartalan/ tahunan	Sebagai dinegosiasikan, sebagai bagian dari rencana penutupan	Keluarga baru di wilayah yang berpartisipasi dalam pelayanan masyarakat, naik/turunnya program-program sosial.

ELEMEN	PARAMETER	FREKUENSI INDIKATIF ^a			KRITERIA PENILAIAN KINERJA
		FASE EKSPLORASI/ KELAYAKAN ^b	FASE KONSTRUKSI/ OPERASI	FASE PENUTUPAN/ PASCA- PENUTUPAN	
Visual/estetika	Fotografi, forografi dari udara/penginderaan jauh	Awal	Tahunan	Tahunan	tidak berlaku
Kualitas air, hidrologi, hidrogeologi, kualitas udara (termasuk debu), kebisingan, getaran / ledakan udara / batuan yang terlontar, flora dan fauna	Lihat tabel A2.1	tidak berlaku	tidak berlaku	tidak berlaku	tidak berlaku
Penggunaan air	Survei penggunaan air hilir (mis. air minum, memancing / budidaya, irigasi / pertanian, peternakan, cuci, mandi, pertambangan skala kecil, tenaga air, rekreasi, makna budaya, dsb.)	Awal/tahunan	Kuartalan/ tahunan	Tahunan	Sumber daya alam dipelihara atau diperbaiki.

a Frekuensi pemantauan selama tahap eksplorasi/kelayakan mungkin berbeda dengan waktu yang diharapkan sebelum dimulainya operasi.

b Frekuensi Pemantauan selama tahap eksplorasi/kelayakan mungkin berbeda dengan waktu yang diharapkan sebelum dimulainya operasi.

LAMPIRAN 3: MEKANISME MANAJEMEN PENANGANAN KELUHAN

Dalam beberapa tahun terakhir, manajemen pengaduan telah menjadi bagian penting dari pemantauan dan evaluasi.

Kemp & Bond (2009) menarik pada pengalaman industri pertambangan konflik dalam pengaturan operasional untuk mengidentifikasi apa yang berhasil. Dengan beberapa elemen tambahan, apa yang bekerja adalah:

- budaya organisasi yang mendukung fokus pada perspektif masyarakat
- saluran khusus untuk keluhan dan ketidakpuasan
- prosedur yang efektif untuk merekam, melacak dan mengatasi keluhan
- mekanisme keluhan ditetapkan sebagai bagian dari keterlibatan berbasis luas yang bertujuan untuk membangun hubungan saling percaya
- mekanisme keluhan yang memungkinkan dan mendorong keluhan yang diajukan dalam bahasa lokal atau dialek
- berkolaborasi dengan orang-orang lokal dan orang lain tentang bagaimana cara terbaik untuk menangani keluhan sebelum keluhan meningkat
- mengambil pendekatan berprinsip, termasuk, sebagai minimum, transparansi, aksesibilitas, ketepatan waktu, keadilan dan mekanisme permintaan bantuan (recourse) sederhana dan dapat diandalkan
- mempertimbangkan masalah dalam konteks, tidak terisolasi
- memahami masalahnya, bukan hanya memecahkannya
- membangun kompetensi sosial dari praktisi hubungan masyarakat dan para pemimpin senior
- memiliki fungsi hubungan masyarakat dengan kekuatan struktural dan otoritas yang diakui secara resmi
- memastikan bahwa personil hubungan masyarakat penanganan keluhan yang berasal dari masyarakat setempat.

Apa yang tidak bekerja:

- gagal untuk merencanakan konflik pada asumsi bahwa hal itu dapat dihindari, atau bahwa hal itu dapat ditangani 'on the fly'
- tidak memberi masyarakat cara untuk mengajukan masalah, sehingga mereka harus mempergunakan perilaku destruktif untuk mendapatkan respons dari perusahaan
- mengandalkan negosiasi dan tawar-menawar posisional, daripada juga memasukkan dialog untuk membangun saling pengertian
- mengabaikan atau menolak untuk melibatkan kelompok yang 'paling tidak dipercaya'
- memiliki fungsi hubungan masyarakat yang terputus dan terisolasi
- kurangnya prosedur keluhan yang didokumentasikan dan pemeliharaan catatan keluhan
- menolak untuk menerima masalah warisan sebagai bagian dari tanggung jawab manajemen perusahaan
- melakukan sedikit analisis dan uji kelayakan
- hanya berbicara tanpa melakukan tindakan
- memperkenalkan pihak ketiga yang memberlakukan proses yang kurang tepat untuk konteks lokal
- mengikuti prosedur perusahaan tanpa memodifikasinya agar sesuai budaya dan kondisi setempat.

Panduan tambahan tentang mekanisme keluhan dan peran mekanisme keluhan non-yudisial dalam praktik bisnis kontemporer dalam ICMM (2009) dan IFC (2009).

REFERENSI

ACSI-FSC (Australian Council of Superannuation Investors & Financial Service Council) (2011). ESG reporting guide for Australian companies: building the foundation for meaningful reporting, http://www.asx.com.au/documents/asx-compliance/esg_reporting_guide_mar14.pdf.

ANCOLD (Australian National Committee on Large Dams) (2012). *Guidelines on tailings dams: planning, design, construction, operation and closure*, ANCOLD, Hobart, May 2012.

ANZECC-ARMCANZ (Australian and New Zealand Environment and Conservation Council & Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand) (2000a). *Australian and New Zealand guidelines for fresh and marine water quality*, National Water Quality Management Strategy, ANZECC & ARMCANZ, Canberra.

— (2000b). *Australian guidelines for water quality monitoring and reporting*, National Water Quality Management Strategy, ANZECC & ARMCANZ, Canberra.

ANZMEC-MCA (Australian and New Zealand Minerals and Energy Council & Minerals Council of Australia) (2000). *Strategic framework for mine closure*, ANZMEC & MCA.

ARPANSA (Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency) (2005). *Code of practice and safety guide for radiation protection and radioactive waste management in mining and mineral processing*, Radiation Protection Series, no. 9, August 2005, ARPANSA, <http://www.arpansa.gov.au/Publications/Codes/rps9.cfm>

— (2008). *Safety guide for the management of naturally occurring radioactive material (NORM) (2008)*, Radiation Protection Series, no. 15, August 2008, ARPANSA, <http://www.arpansa.gov.au/Publications/Codes/rps15.cfm>

— (2014). *Fundamentals for protection against ionising radiation*, Radiation Protection Series, F-1, ARPANSA.

Austral Archaeology Pty Ltd (2001) *Conservation and heritage scoping study for Mount Morgan mine (MM801)*, Allom Lovell Pty Ltd and 3D Exhibitions, Adelaide, DME 95.

— (2002). *Conservation Management Plan, volume 1: Incorporating conservation policies and management strategies for the Mount Morgan mine site*, Adelaide, South Australia, NRM 141a.

Australia ICOMOS (International Council on Monuments and Sites) (2013). *The Burra Charter: the Australia ICOMOS Charter for Places of Cultural Significance*, http://australia.icomos.org/wp-content/uploads/BURRA_CHARTER.pdf.

Australian Government (2013). *Significant impact guidelines 1.3: Coal seam gas and large coal mining developments—impacts on water resources*, <http://www.environment.gov.au/resource/significant-impact-guidelines-13-coal-seam-gas-and-large-coal-mining-developments-impacts>.

Australian Solomons Gold Limited (2009). *Gold Ridge Gold Mine Resettlement Action Plan*, <http://www.solomonsgold.com.au/assets/File/Resettlement%20Action%20Plan%2021st%20April%202009.pdf>.

Baker, AL, Ernst, WHO, Van Der Ent, A, Malaisse, OIS, Ginocchio, R (2010). 'Metallophytes: the unique biological resource, its ecology and conservational status in Europe, central Africa and Latin America', in Batty, LC, Hallberg KB (eds), *Ecology of industrial pollution*, Cambridge University Press.

Barnett, B, Townley, LR, Post, V, Evans, RE, Hunt, RJ, Peeters, L, Richardson, S, Werner, AD, Knapton, A, Boronkay, A (2012). *Australian groundwater modelling guidelines*, Waterlines report series no. 82, National Water Commission, Canberra.

Bennett, C (1975). 'Up the hierarchy', *Journal of Extension*, 13(2):7-12.

Bennett, K, Thom, V (2013). 'Tailoring corporate reporting to promote and enhance sustainable social development outcomes', 2nd International Conference on Social Responsibility in Mining.

Black, A, Hughes, P (2001). *The identification and analysis of indicators of community strength and outcomes*, Department of Family and Community Services, Western Australian Government.

Brown, GA (1993-2014). *Environmental audit guidebook*, loose-leaf publication updated three times per year, Thomson Reuters, Australia.

Bruce, SL, Noller, BN, Ng, JC, Grigg, AH, Mullen, BF, Mulligan, D (2002). *A study of metal and metalloid uptake by cattle grazing on rehabilitated tailings at Kidston Gold Mine, North Qld*, National Research Centre for Environmental Toxicology, Brisbane.

Bruce, SL, Noller, BN, Grigg, AH, Mullen, BF, Mulligan, DR, Ritchie, PJ, Currey, N, Ng, JC (2003). 'A field study conducted at Kidston Gold Mine, to evaluate the impact of arsenic and zinc from mine tailing to grazing cattle', *Toxicology Letters*, 137(1-2):23-34. Bureau Veritas Group (2009). *Sustainability report assurance*, service sheet pamphlet, <http://www.bureauveritas.com/wps/wcm/DownloadServiceSheetFile?p=UINBX2ZpbGVOYWwIIPVwyODY2XEFTUi5wZGY=>.

CER (Clean Energy Regulator) (2015). *Audit determination handbook*, CER, Canberra, <http://www.cleanenergyregulator.gov.au/DocumentAssets/Documents/Audit%20determination%20handbook.pdf>.

DEAT (Department of Environmental Affairs and Tourism) (2004). *Cumulative effects assessment, integrated environmental management*, Information series 7, DEAT, Pretoria, http://www.environment.gov.za/sites/default/files/docs/series7_cumulative_effects_assessment.pdf.

DEHP (Department of Environment and Heritage Protection) (2013). *Guideline: mining: model mining conditions*, DEHP, Brisbane, <http://www.ehp.qld.gov.au/assets/documents/regulation/rs-gl-water-conditions-mines-fitzroy.pdf>.

— (2014). *EM1122 Rehabilitation requirements for mining resource activities*, guideline, DEHP, Brisbane.

DERM (Department of Environment and Resource Management) (2009). *A study of the cumulative impacts on water quality of mining activities in the Fitzroy River Basin*, DERM, Brisbane.

DEWHA (Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts) (1992). *Intergovernmental Agreement on the Environment*, DEWHA, Canberra.

DIIS (Department of Industry, Innovation and Science) (2006). *Stewardship*, Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry, DIIS, Canberra.

— (2016a). *Risk management*, Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry, DIIS, Canberra.

— (2016b). *Community engagement and development*, Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry, DIIS, Canberra.

- (2016c). *Working with Indigenous communities*, Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry, DIIS, Canberra.
- (2016d). *Preventing acid and metalliferous drainage*, Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry, DIIS, Canberra.
- (2016e). *Mine closure*, Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry, DIIS, Canberra.
- (2016f). *Biodiversity management*, Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry, DIIS, Canberra.
- (2016g). *Mine rehabilitation*, Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry, DIIS, Canberra.
- (2016h). *Tailings management*, Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry, DIIS, Canberra.
- DMP-EPA (Western Australian Department of Minerals and Petroleum & Environmental Protection Authority) (2011). *Guidelines for the preparation of mine closure plans*, DMP & EPA, Perth.
- DRET (Department of Resources, Energy and Tourism) (2008a). *Water management*, Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry, DRET, Canberra
- (2008b). *Cyanide management*, Leading Practice Sustainable Development Program for the Mining Industry, DRET, Canberra.
- Dunlop et al. (2011). *Development of ecosystem protection trigger values for sodium sulfate in seasonally flowing streams of the Fitzroy River Basin*, ACARP, Australia.
- Elzinga, CL, Salzer, DW, Willoughby, JW (1998). *Measuring and monitoring plant populations*, Bureau of Land Management, Denver, Colorado, <http://www.blm.gov/nstc/library/pdf/MeasAndMon.pdf>.
- EPFI (Equator Principles Financial Institutions) (2006). *Equator principles*, <http://www.equator-principles.com>.
- ESMAP, World Bank & ICMM (2005). *Community development toolkit*, <http://www.icmm.com/document/4080>.
- Faith, DP, Dostine, PL, Humphrey, CL (1995). 'Detection of mining impacts on aquatic macroinvertebrate communities: results of a disturbance experiment and the design of a multivariate BACIP monitoring programme at Coronation Hill, Northern Territory', *Australian Journal of Ecology*, 20(1):167-180, doi:10.1111/j.1442-9993.1995.tb00530.
- FFSNI (Forest Fauna Surveys and Newcastle Innovation) (2013). *Mt Owen Complex fauna monitoring 2012 annual report*, report to Mt Owen Complex prepared by Forest Fauna Surveys Pty Ltd and Newcastle Innovation.
- Franks, D (2012). *Social impact assessment of resource projects*, International Mining for Development Centre, Sustainable Minerals Institute, University of Queensland, http://im4dc.org/wp-content/uploads/2012/01/UWA_1698_Paper-02_Social-impact-assessment-of-resource-projects1.pdf.
- Franks, DM, Brereton, D, Moran, CJ, Sarker, T, Cohen, T (2010a). *Cumulative impacts: a good practice guide for the Australian coal mining industry*, Australian Coal Association Research Program, Centre for Social Responsibility in Mining and Centre for Water in the Minerals Industry, Sustainable Minerals Institute, University of Queensland, Brisbane, www.csr.uq.edu.au/docs/CSRM%20SMI%20Good%20Practice%20Guide%20document%20LR.PDF.

Franks, DM, Brereton, D, Moran, CJ (2010b). 'Managing the cumulative impacts of coal mining on regional communities and environments in Australia', *Impact Assessment and Project Appraisal*, 28(4):299–312.

— (2013). 'The cumulative dimensions of impact in resource regions', *Resources Policy*, 38:640–647.

Geoscience Australia (2010). *Australia's in situ recovery uranium mining best practice guide: groundwaters, residues and radiation protection*, Geoscience Australia, Canberra, <http://www.ga.gov.au/webtemp/1549218/70503.pdf>.

Glencore (no date). *Restoration research*, Glencore Mt Owen Complex website, <http://www.mtowencomplex.com.au/EN/biodiversityandlandmanagement/Pages/RestorationResearch.aspx>.

Grant, CD, Ward, SC, Morley, SC (2007). 'Return of ecosystem function to restored bauxite mines in Western Australia', *Restoration Ecology*, 15(4)(Supplement): S94–S103.

Green, RG (1979). *Sampling design and statistical methods for environmental biologists*, John Wiley & Sons, New York.

GRI (Global Reporting Initiative) (2006). *Sustainability reporting guidelines*, version 3.0, http://www.globalreporting.org/NR/rdonlyres/ED9E9B36-AB54-4DE1-BFF2-5F735235CA44/0/G3_GuidelinesENU.pdf.

Hall G, Buchar A, Bonham-Carter G (2012). *Quality control assessment of portable XRF analysers: development of standard operating procedures, performance on variable media and recommended uses*, Canadian Mining and Industry Research Organization Exploration Division, Project 10E01, Phase I, <http://www.appliedgeochemists.org/index.php/publications/other-publications/2-uncategorised/106-portable-xrf-for-the-exploration-and-mining-industry>.

Hancock, MG (2010). 'Risk management systems for communicable diseases in the Papua New Guinean mining industry: maturity models—paths for development', PhD thesis, University of Queensland.

Hirth, G (2014). *A review of existing Australian radionuclide activity concentration data in non-human biota inhabiting uranium mining environments*, technical report no. 167, ARPANSA, Yallambie.

Howard, EJ, Roddy, BP (2012). 'Evaluation of the Water Erosion Prediction Project (WEPP) model: validation data from sites in Western Australia', in Fourie, A, Tibbet, M (eds), *Mine closure 2012* (pp. 81–92), proceedings of the Seventh International Conference on Mine Closure, 25–27 September, Brisbane, Australian Centre for Geomechanics, Perth.

Howse R (2004). 'Biological impacts of acid mine drainage in the Dee River, downstream of the Mt Morgan Mine, Central Queensland, Australia', MAppSc thesis, Central Queensland University, Rockhampton, Queensland.

— (2007). 'Chironomids abound in the acid mine drainage of the Dee River, Mt Morgan', *Australasian Journal of Ecotoxicology*, 12:3–8.

Humphrey, C, Pidgeon, R (2001). *Instigating an environmental monitoring program to assess potential impacts upon streams associated with the Ranger and Jabiluka mine sites: a report to the Alligator Rivers Region Technical Committee*.

Humphrey, CL, Faith, DP, Dostine, PL (1995). 'Baseline requirements for assessment of mining impact using biological monitoring', *Australian Journal of Ecology*, 20(1):150–166, doi:10.1111/j.1442-9993.1995.tb00529.

IAEA (International Atomic Energy Agency) (2002). *Management of radioactive waste from the mining and milling of ores: safety guide*, Safety Standards series no. WS-G-1.2, IAEA, Vienna, http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1134_scr.pdf.

- (2003a). *Monitoring and surveillance of residues from the mining and milling of uranium and thorium*, Safety Reports series no. 27, IAEA, Vienna, http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1146_scr.pdf.
- (2003b). *Radiation protection and the management of radioactive waste in the oil and gas industry*, Safety Reports series no. 34, IAEA, Vienna, http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1171_web.pdf.
- (2003c). *Extent of environmental contamination by naturally occurring radioactive material (NORM) and technological options for mitigation*, Technical Reports series no. 419, IAEA, Vienna, http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/TRS419_web.pdf.
- (2011). *Radiation protection NORM residues management in the production of rare earths from thorium containing materials*, Safety Reports series no. 68, IAEA, Vienna, http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1512_web.pdf.
- (2013). *Radiation protection and management of NORM residues in the phosphate industry*, Safety Reports series no. 78, IAEA, Vienna, http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1582_web.pdf.
- ICMM (International Council on Mining and Metals) (2003). *Mining, Minerals and Sustainable Development Project: 10 principles*, ICMM, London, <http://www.icmm.com/our-work/sustainable-development-framework/10-principles>.
- (2006). *Sustainable development framework*, ICMM, London, <http://www.icmm.com/page/1182/good-practice-guidance-for-mining-and-biodiversity>.
- (2008). *Planning for integrated mine closure*, ICMM, London, <http://www.icmm.com/page/9568/planning-for-integrated-mine-closure-toolkit>.
- (2009). *Human rights in the mining and metals industry: handling and resolving local level concerns and grievances*, ICMM, London.
- (no date). *Community development toolkit*, ICMM, London, <http://www.icmm.com/document/4080>.
- ICRP (International Commission on Radiological Protection) (2007). *The 2007 recommendations of the International Commission on Radiological Protection*, ICRP publication 103, *Annals of the ICRP*, 37(2-4).
- IFC (International Finance Corporation) (2002). *Handbook for preparing a resettlement action plan*, IFC, Washington DC.
- (2006). *Performance standards on social and environmental sustainability*, IFC, Washington DC.
- (2007a). *Environmental health and safety guidelines for mining*, IFC, Washington DC, December 2007.
- (2007b). *Environmental, health, and safety general guidelines (general EHS guidelines)*, IFC, Washington DC.
- (2009). *Good practice note addressing grievances from project-affected communities: guidance for projects and companies on designing grievance mechanisms*, IFC, Washington DC.
- (2013). *Good practice handbook: cumulative impact assessment and management*, IFC Washington DC, April 2007.
- IIED (International Institute for Environment and Development) (2002). *Breaking new ground*, final report of the Mining, Minerals and Sustainable Development Project, IIED, London, <http://pubs.iied.org/pdfs/9084IIED.pdf>.

IUCN & ICMM (World Conservation Union and International Council on Mining and Metals) (2008). *IUCN-ICMM roundtable on restoration of legacy sites*, Toronto, Canada, 2–3 March 2008, Post-Mining Alliance, IUCN & ICMM.

Jeffree, RA, Twining, JR, Thompson, J (2001). 'Recovery of fish communities in the Finnis River, Northern Australia, following remediation of the Rum Jungle uranium/copper mine site', *Environmental Science & Technology*, 35:2932–2941.

Kemp, D, Bond, C (2009). *Mining industry perspectives on handling community grievances*, Centre for Social Responsibility in Mining, in collaboration with Harvard Kennedy School's Corporate Social Responsibility Initiative.

Koch, JK (2007a). 'Alcoa's mining and restoration process in south western Australia', *Restoration Ecology*, 15(4)(Supplement):S11–S16.

— (2007b). 'Restoring a jarrah forest understorey vegetation after bauxite mining in Western Australia', *Restoration Ecology*, 15(4)(Supplement):S26–S39.

Kuipers, JR, Maest, AS, MacHardy, KA, Lawson, G (2006). *Comparison of predicted and actual water quality at Hardrock Mines—the reliability of predictions in environmental impact statements*, Kuipers & Associates and Buka Environmental.

Majer, JD, Brennan, KE, Moir, ML (2007). 'Invertebrates and the restoration of a forest ecosystem: 30 years of research following bauxite restoration in Western Australia', *Restoration Ecology*, 15(4)(Supplement):S104–S115.

MCA (Minerals Council of Australia) (2004). *Enduring Value: the Australian minerals industry framework for sustainable development*, MCA, http://www.minerals.org.au/data/assets/pdf_file/0006/19833/EV_SummaryBooklet_June2005.pdf.

MCMPR–MCA (Ministerial Council on Mineral and Petroleum Resources and Minerals Council of Australia) (2010). *Strategic Framework for Managing Abandoned Mines in the Minerals Industry*, Canberra, <http://www.industry.gov.au/resource/Mining/Documents/StrategicFrameworkforManagingAbandonedMines.pdf>.

Meadows, D (1998). *Indicators and information systems for sustainable development: a report to the Balaton Group*, Sustainability Institute, Hartland Four Corners, Vermont.

MME (Ministry of Mines and Energy) (2010). *Strategic environmental assessment for the central Namib uranium rush*, MME, Windhoek, Namibia.

Mudd, GM (2009). 'Sustainability reporting and mining: an assessment of the state of play for environmental indicators', *Proceedings of the SDIMI 2009 (Sustainable Development Indicators in the Minerals Industry) Conference*, 6–8 July 2009, Gold Coast, Queensland, Australasian Institute of Mining and Metallurgy.

Newmont (2008). *Beyond the mine: the journey towards sustainability*, <http://www.beyondthemine.com/2008/>.

NHMRC (National Health and Medical Research Council) (2004). *National Water Quality Management Strategy: Australian drinking water guidelines*, NHMRC, Canberra, <http://www.nhmrc.gov.au/publications/synopses/eh19syn.htm>.

Nichols, OG (2006). 'Developing completion criteria for native ecosystem reconstruction—a challenge for the mining industry', in Fourie, A, Tibbett, M (eds) 2006, *Mine Closure 2006: Proceedings of the First International Seminar on Mine Closure, 13–15 September 2006, Perth, Australia* (pp. 61–74), Australian Centre for Geomechanics, University of Western Australia.

- Nichols, OG, Grant, CD (2007). 'Vertebrate fauna restored of rehabilitated bauxite mines— key findings from almost 30 years of monitoring and research', *Restoration Ecology*, 15(4)(Supplement):S116– S126.
- NSWEPA (NSW Environment Protection Agency (2015). Hunter River Salinity Trading Scheme, NSW EPA, <http://www.epa.nsw.gov.au/licensing/hrsts/>.
- OOW (NSW Office of Water) (2014) *Groundwater monitoring and modelling plans: information for prospective mining and petroleum exploration activities*, OOW, Sydney, <http://www.water.nsw.gov.au/Water-management/Law-and-policy/Key-policies/Aquifer-interference/Aquifer-interference>.
- Paul, E, Nieland, K (2013). *Integrated reporting: going beyond the financial results*, PricewaterhouseCoopers, LLP.
- Porritt, J (2005). *Capitalism: as if the world matters*, London, Earthscan.
- QFCI (Queensland Floods Commission of Inquiry) (2012). Queensland Floods Commission of Inquiry: final report, QFCI, http://www.floodcommission.qld.gov.au/__data/assets/pdf_file/0007/11698/QFCI-Final-Report-March-2012.pdf.
- Quinn, GP & Keough, MJ (2006). *Experimental design and data analysis for biologists*, Cambridge University Press, Port Melbourne, Australia.
- Read, J, Stacey, P (2009). *Guidelines for open pit slope design*, CSIRO, <http://www.publish.csiro.au/pid/6108.htm>.
- Richardson, S, Irvine, E, Froend, R, Boon, P, Barber, S, Bonneville, B (2011). *Australian groundwater-dependent ecosystems toolbox part 2: assessment tools*, Waterlines report series No. 70, National Water Commission, Canberra.
- Rio Tinto (2004). *Development of rehabilitation completion criteria for native ecosystem rehabilitation on coal mines in the Bowen Basin*, Australian Coal Association Research Program project C12045.
- (2005). *Development of rehabilitation completion criteria for native ecosystem rehabilitation on coal mines in the Hunter Valley*, Australian Coal Association Research Program project C13048.
- (2008). *Rio Tinto and biodiversity: achieving results on the ground*, <http://www.riotinto.com/documents/ReportsPublications/RTBiodiversitystrategyfinal.pdf>
- SCER (Standing Council on Energy and Resources) (2013). *Multiple Land Use Framework*, SCER, Canberra, <https://scer.govspace.gov.au/workstreams/land-access/mluf/>.
- SCEW (Standing Council on Environment and Water) (2013). *National Environment Protection (Assessment of Site Contamination) Measure*, SCEW, Canberra, <http://www.scew.gov.au/nepms/assessment-site-contamination>.
- (no date). *National Environment Protection Measure (NEPMs)*, SCEW, Canberra, <http://www.scew.gov.au/nepms>.
- Smith, R, Jeffree, R, John, J, Clayton, P (2004). *Review of methods for water quality assessment of temporary stream and lake systems*, Australian Centre for Minerals Extension and Research.
- Standards Australia (1998). AS 2187.2-1998 *Explosives—storage, transport and use—part 2: use of explosives*, Standards Australia.
- Stokes, C, Meers, T, Unger, C, Davis-Hall, S, Montgomery, E (2008). 'Integration of ethno-botany with mine rehabilitation at RTA Gove bauxite mine', poster presented by Matrixplus Pty Ltd at MCA SD08, Darwin, 15–19 September 2008.

Sundaram, B, Feitz, A, Caritat, P de, Plazinska, A, Brodie, R, Coram, J, Ransley, T (2009). *Groundwater sampling and analysis: a field guide*, Geoscience Australia, record 2009/27 95 pp.
http://www.ga.gov.au/image_cache/GA15501.pdf

Taylor, GJ (2004). 'Chemical impacts of acid mine drainage in the Dee River, downstream of the Mount Morgan mine, Central Queensland, Australia', MAppSc thesis, Central Queensland University, Rockhampton.

Temple, HJ, Anstee, S, Ekstrom, J, Pilgrim, JD, Rabenantoandro, J, Ramanamanjato, J-B, Randriatafika, F, Vincelette, M (2012). *Forecasting the path towards a net positive impact on biodiversity for Rio Tinto QMM*, IUCN, Gland, Switzerland.

Underwood, AJ (1991). 'Beyond BACI: experimental designs for detecting human environmental impacts on temporal variations in natural populations', *Australian Journal of Marine and Freshwater Research* (Melbourne), 42:569-587.

Unger, C, Lechner, AM, Glenn V, Edraki, M, Mulligan, DR (2012). 'Mapping and prioritising rehabilitation of abandoned mines in Australia', AusIMM/CMLR Life-of-Mine Conference 2012.

Unger C J, Lechner A M, Walton A, Glenn V, Edraki M, Mulligan DR (2014). 'Maturity of jurisdictional abandoned mine programs in Australia based on web-accessible information', AusIMM/CMLR Life-of-Mine Conference 2014.

Vink, S, Hoey, D, Robbins, S, Roux, E (2013). *Regulating mine water releases using water quality trading*, International Mine Water Association, Reliable Mine Water Technology, Golden, Colorado.

WAEPA (Western Australian Environmental Protection Agency) (2013). *Environmental assessment guideline for consideration of subterranean fauna in environmental impact assessment in WA*, Environmental Assessment Guideline no. 12,
<http://edit.epa.wa.gov.au/EPADocLib/EAG12%20Subterranean%20fauna.pdf>.

WHO (World Health Organization) (2004). *Guidelines for drinking water quality*, 3rd edition, WHO, Geneva.

Williams, DJ (2008). 'The influence of climate on seepage from mine waste storages during deposition and post-closure', in Fourie, A, Tibbett, M, Weiersbye, I, Dye, P (eds) 2008, *Mine Closure 2008: Proceedings of the Third International Seminar on Mine Closure* (pp. 461-473), 14-17 October 2008, Johannesburg, South Africa, Australian Centre for Geomechanics, University of Western Australia.

Williams, DJ, Williams, DA (2007). 'Possible impacts on mine water balance arising from lining of a tailings storage facility in Western Australia', in Fourie, A (ed.) 2007, *Proceedings of Total Tailings Management Seminar, Perth, Australia* (pp. 5-15), Australian Centre for Geomechanics, University of Western Australia.

BACAAN LEBIH LANJUT

Umum

Allom Lovell Architects (2002). *Conservation Management Plan, Volume 2: Incorporating condition reports and recommendations for conservation works on 14 selected buildings*, Allom Lovell Architects, Brisbane, Queensland, DME 243.

Environment Australia (2002). *Energy efficiency and greenhouse gas reduction*, Australian Government, Canberra.

Graham A Brown & Associates & Westwood, A (2001). *Waste management and minimisation guidebook*, Thomson Reuters, Sydney.

ICOMOS (1964). *International Charter for the Conservation and Restoration of Monuments and Sites*, http://www.international.icomos.org/charters/venice_e.htm.

Koch, JM, Ward, SC (1994). 'Establishment of understorey vegetation for rehabilitation of bauxite-mined areas in the jarrah forest of Western Australia', *Journal of Environmental Management*, 41:1-15.

Koch, JM, Ward, SC, Grant, CD, Ainsworth, GL (1996). 'Effects of bauxite mine restoration operations on topsoil seed reserves in the jarrah forest of Western Australia', *Restoration Ecology*, 4(4):368-376.

McKenzie, NJ, Grundy, MJ, Webster, R, Ringrose-Voase, AJ (2008). *Guidelines for surveying soil and land resources*, 2nd edition, CSIRO Publishing, Melbourne.

Meers, T, Stokes, C, Unger, C, Dunbar, C (2008). 'The discovery of a critically endangered plant; lessons learnt at Rio Tinto Alcan Gove mine', paper presented at MCA SD08, Darwin, 15-19 September 2008.

National Committee for Soil and Terrain (2009). *Australian soil and land survey field handbook*, 3rd edition, CSIRO Publishing, Melbourne.

Norman, MA, Koch, JM, Grant, CD, Morald, TK, Ward, SC (2006). 'Vegetation succession after bauxite mining in Western Australia', *Restoration Ecology*, 14:278-288.

Thomas, I, Elliott, M (2009). *Environmental impact assessment in Australia: theory and practice*, 5th edition, Federation Press, Leichhardt, New South Wales.

Thomas, I (2005). *Environmental management: processes and practices for Australia*, Federation Press, Leichhardt, New South Wales.

Ward, SC, Koch, JM, Grant, CD (1997). 'Ecological aspects of soil seed-banks in relation to bauxite mining. I. Unmined jarrah forest', *Australian Journal of Ecology*, 22:169-176.

Situs web undang-undang lingkungan Australia

Australian Legal Information Institute (AustLII) (access to Australian, New Zealand and international legislation), <http://www.austlii.edu.au>.

Energi dan emisi pelaporan dan manajemen

The ICMM has released the following publication on energy and emissions reporting:

Measurement, reporting and verification and the mining and metals industry, <http://www.icmm.com/document/2660>.

Other ICMM documents relating to energy and emissions management include:

The cost of carbon pricing: competitiveness implications for the mining and metals industry, <http://www.icmm.com/document/5286>.

Adapting to a changing climate: implications for the mining and metals industry, <http://www.icmm.com/document/5173>.

The role of mining and metals in land use and adaptation, www.icmm.com/document/2662.

Fugitive methane emissions in coal mining, <http://www.icmm.com/document/2040>.

Referensi dengan yurisdiksi

Lingkungan

Persemakmuran

Department of the Environment, <http://www.environment.gov.au/about/legislation.html>.

NSW

Department of Environment and Heritage, <http://www.environment.nsw.gov.au/legislation/>.

Vic.

Environment Protection Authority, <http://www.epa.vic.gov.au/about-us/legislation>.

Qld

Department of Environment and Heritage Protection, <http://www.ehp.qld.gov.au/about/legislation/index.html>.

WA

Environmental Protection Authority, <http://www.epa.wa.gov.au/AbouttheEPA/legislation/Pages/default.aspx>.

SA

Department of Environment, Water and Natural Resources, <http://www.environment.sa.gov.au/about-us/Legislation>.

Tas.

Environment Protection Authority, <http://epa.tas.gov.au/policy/>.

ACT

Environment and Planning Directorate, http://www.environment.act.gov.au/environment/environment_protection_authority/legislation_and_policies.

NT

Northern Territory Environment Protection Authority, <http://www.ntepa.nt.gov.au/about-nt-epa/legislation>.

Perundang-undangan

Persemakmuran

ComLaw, <http://www.comlaw.gov.au>.

NSW

NSW Parliamentary Counsel's Office,
<http://www.legislation.nsw.gov.au/maintop/scanact/inforce/NONE/0>.

Vic.

Victorian Law today, <http://www.legislation.vic.gov.au>.

Qld

Office of the Queensland Parliamentary Counsel, <https://www.legislation.qld.gov.au/OQPChome.htm>.

WA

State Law Publisher, <http://www.slp.wa.gov.au/legislation/statutes.nsf/default.html>.

SA

Attorney-General's Department, <http://www.legislation.sa.gov.au>.

Tas.

Tasmanian legislation, <http://www.thelaw.tas.gov.au>.

ACT

ACT Legislation Register, <http://www.legislation.act.gov.au>.

NT

Parliamentary Counsel,
http://www.dcm.nt.gov.au/strong_service_delivery/supporting_government/parliamentary_counsel.

Referensi yang relevan dengan pemantauan dan manajemen uranium

Department of the Environment

Supervising Scientist. *Annual report 2012-13*,
<http://www.environment.gov.au/resource/supervising-scientist-annual-report-2012-2013>.

Geoscience Australia

Australia's in situ recovery uranium mining best practice guide: groundwaters, residues and radiation protection, Canberra, 2010, <http://www.ga.gov.au/webtemp/1549218/70503.pdf>.

World Nuclear Association

Sustaining global best practices in uranium mining and processing: principles for managing radiation, health and safety, waste and the environment, 2007, <http://www.world-nuclear.org/WorkArea/linkit.aspx?LinkIdentifier=id&ItemID=16982>.

Badan Energi Atom Internasional

Monitoring and surveillance of residues from the mining and milling of uranium and thorium, Safety Reports series no. 27, Vienna, 2003, http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1146_scr.pdf.

Radiation protection and the management of radioactive waste in the oil and gas industry, Safety Reports series no. 34, Vienna, 2003, http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1171_web.pdf.

Surveillance and monitoring of near surface disposal facilities for radioactive waste, Safety Reports series no. 35, Vienna, 2004, http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1182_web.pdf.

Assessing the need for radiation protection measures in work involving minerals and raw materials, Safety Reports series no. 49, Vienna, 2007.

Radiation protection and NORM residue management in the zircon and zirconia industries, Safety Reports series no. 51, Vienna, 2007.

Radiation protection and NORM residue management in the production of rare earths from thorium containing minerals, Safety Reports series no. 68, Vienna, 2011, http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1512_web.pdf.

Radiation protection and NORM residue management in the titanium dioxide and related industries, Safety Reports series no. 76, Vienna, (2012), http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1568_web.pdf.

Radiation protection and management of NORM residues in the phosphate industry, Safety Reports series no. 78, Vienna, 2013.

Management of radioactive waste from the mining and milling of ores safety guide, Safety Standards series No. WS-G-1.2, Vienna, 2002, http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1134_scr.pdf.

Occupational radiation protection in the mining and processing of raw materials safety guide, Safety Standards series No. RS-G-1.6, Vienna, 2004, http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1183_web.pdf.

Perlindungan Radiasi dan Badan Keselamatan Nuklir Australia

Seri Perlindungan Radiasi

No. 1: *Recommendations for limiting exposure to ionizing radiation (1995) and National standard for limiting occupational exposure to ionizing radiation (republished 2002)*, March 2002, <http://www.arpana.gov.au/Publications/Codes/rps1.cfm>.

No. 2: *Code of practice for the safe transport of radioactive material*, January 2008, <http://www.arpana.gov.au/Publications/Codes/rps2.cfm>.

No. 2.1: *Safety guide for the safe transport of radioactive material*, August 2008, http://www.arpana.gov.au/Publications/Codes/rps2_1.cfm.

No. 9: *Code of practice and safety guide for radiation protection and radioactive waste management in mining and mineral processing*, August 2005, <http://www.arpana.gov.au/Publications/Codes/rps9.cfm>.

No. 15: *Safety guide for the management of naturally occurring radioactive material (NORM)*, August 2008,

<http://www.arpana.gov.au/Publications/Codes/rps15.cfm>.

No. 16: *Safety guide for the predisposal management of radioactive waste*, September 2008, <http://www.arpana.gov.au/Publications/Codes/rps16.cfm>.

Referensi yang relevan dengan dampak kumulatif

Biofisik

Australian Government (2013). *Significant impact guidelines 1.3: Coal seam gas and large coal mining developments—impacts on water resources*, <http://www.environment.gov.au/resource/significant-impact-guidelines-13-coal-seam-gas-and-large-coal-mining-developments-impacts>.

Department of Environment and Resource Management (2009). *A study of the cumulative impacts on water quality of mining activities in the Fitzroy River Basin*, Queensland Government, 49 pp.

Department of Environmental Affairs and Tourism (2004). *Cumulative effects assessment, integrated environmental management*, Information Series 7, Pretoria, 20 pp. , www.environment.gov.za/sites/default/files/docs/series7_cumulative_effects_assessment.pdf.

Hunter River Salinity Trading Scheme: working together to protect river quality and sustain economic development, www.epa.nsw.gov.au/resources/licensing/hrsts/hrsts.pdf.

Mason, L, Unger, C, Lederwasch, A, Razian, H, Wynne, L, Giurco, D (2013). *Adapting to climate risks and extreme weather: a guide for mining and minerals industry professionals*, National Climate Change Adaptation Research Facility, Gold Coast, 76 pp, www.nccarf.edu.au/publications/climate-risks-extreme-weather-guide-mining.

Vink, S, Hoey, D, Robbins, S, Roux, E (2013). *Regulating mine water releases using water quality trading*, International Mine Water Association, Reliable Mine Water Technology, Golden, Colorado.

Pembangunan berkelanjutan—triple bottom line

Ministry of Mines and Energy (2010). *Strategic environmental assessment for the central Namib uranium rush*, Windhoek, Namibia.

International Finance Corporation (2013). *Good practice handbook: cumulative impact assessment and management guidance for the private sector in emerging markets*.

Global Reporting Initiative (2011). *Sustainability reporting guidelines and mining and metals sector supplement version 3.0*, www.globalreporting.org/resourcelibrary/MMSS-Complete.pdf.

Franks, DM, Brereton, D, Moran, CJ, Sarker, T, Cohen, T (2010a). *Cumulative impacts: a good practice guide for the Australian coal mining industry*, Australian Coal Association Research Program, Centre for Social Responsibility in Mining and Centre for Water in the Minerals Industry, Sustainable Minerals Institute, University of Queensland, Brisbane, www.csr.uq.edu.au/docs/CSRMI%20Good%20Practice%20Guide%20document%20LR.PDF.

Franks, DM, Brereton, D, Moran, CJ (2013). 'The cumulative dimensions of impact in resource regions', *Resources Policy*, 38:640–647.

Franks DM, Brereton, D, Moran, CJ (2010). 'Managing the cumulative impacts of coal mining on regional communities and environments in Australia', *Impact Assessment and Project Appraisal*, 28(4):299–312.

Standar dan pedoman yang berkaitan dengan audit dan kinerja

Standar Australia dan Selandia Baru

AS/NZS ISO 14004:2004 *Environmental management systems—General guidelines on principles, systems and support*, Standards Australia.

AS/NZS ISO 14015:2003 *Environmental management—Environmental assessment of sites and organizations (EASO)*, Standards Australia.

Australian and New Zealand Environment and Conservation Council & Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand (2000). *Australian and New Zealand guidelines for fresh and marine water quality*, ARMCANZ, Canberra.

— (2000). *Australian guidelines for water quality monitoring and reporting*, National Water Quality Management Strategy, Canberra.

Standar Organisasi Internasional untuk Standardisasi

For standards in the ISO 1400 series, see <http://www.iso14000-iso14001-environmental-management.com/iso14000.htm>.

Other 'standards' in the series are guidelines, many of which are designed to help companies achieve certification to ISO 14001:2004. They include the following:

- ISO 14004:2004 provides guidance on the development and implementation of environmental management systems.
- ISO 14020:2000 covers labelling issues.
- ISO 14030+ provides guidance on performance.
- ISO 14040:2006 covers life-cycle issues.
- ISO 19011:2002 provides guidance on the principles of auditing quality and environmental management systems, and is applicable to all other types of management system auditing.

Standar dan pedoman lain

ASTM International, Standard E1528–06 *Standard practice for environmental site assessments: transaction screen process*, ASTM.

— E1527–05 *Standard practice for environmental site assessments: Phase I environmental site assessment process*, ASTM.

— E1903–97 (2002) *Standard practice for environmental site assessments: Phase II environmental site assessment process*, ASTM.

Auditing and Assurance Standards Board (2008). *ASAE 3100 Compliance engagements*, AUASB, September 2008.

— 2007, *ASAE 3000 Assurance engagements other than audits or reviews of historical financial information 2007*, AUASB, July 2007.

Department of the Environment, Water, Heritage and the Arts (2005). *Greenhouse challenge plus energy audit tool*, consisting of 11 energy audit protocols, <http://www.environment.gov.au/settlements/challenge/members/energyaudittools.html>.

NSW Department of Environment and Conservation (2006). *Compliance audit handbook*, DEC, 2006/13, <http://www.environment.nsw.gov.au/resources/licensing/cahandbook0613.pdf>.

South Australian Environment Protection Authority (2003). *Protection for voluntary environmental audits*, 013/03, September.

Victorian Environment Protection Authority (2007). *Environmental auditor guidelines for conducting environmental audits*, publication 953.2, August 2007.

World Bank (1995). 'Environmental Auditing', *Environmental Assessment Sourcebook Update 11*, Environment Department, Washington DC.

World Bank Group (1998). 'Environmental audits in industrial projects', *Pollution prevention and abatement handbook*, July.



Praktik Kerja Unggulan dalam Program Pembangunan Berkesinambungan untuk Industri Pertambangan