

Dampak Lingkungan Hidup Operasi Pertambangan Tembaga dan Emas Freeport-Rio Tinto di Papua

25 tahun



Wahana Lingkungan Hidup Indonesia (WALHI)

Jakarta, 2006

www.walhi.or.id

Ucapan Terima Kasih

Laporan ini disusun dengan bantuan suka rela ilmuwan-ilmuwan di bawah ini yang telah memberikan masukan berdasarkan hasil penelitian mereka sendiri di wilayah tambang Freeport, atau sesuai keahlian mereka dalam bidang terkait. Semua kesimpulan yang diraih dalam laporan ini, dan kesalahan apapun yang mungkin terkandung di dalamnya, merupakan tanggung jawab WALHI sepenuhnya. Berikut nama para ilmuwan yang terlibat:

Dr. David Paull, Dr. Gregg Brunskill, Dr. Geoff MacFarlane, Dr. Glenn Banks, Dr. Muslim Muin, Dr. Sri Hardiyanti Purwadhi, Dr. Stuart Kirsch, Dr. Gavin Birch, serta staf Kementerian Lingkungan Hidup yang telah berbagai informasi terkait.

WALHI mengucapkan terima kasih yang mendalam kepada semua individu yang telah memberikan dukungan penting dalam penyusunan laporan ini. Mereka adalah: Kim-Yen Phan-Thien, Carolyn Marr dan Adriana Sri Adhiati (Down to Earth), Patrick Anderson, Stephen Mills dan the Sierra Club, Dr. Aloysius Renwarin, Evi Mariani, Astrid, Nur Hidayati, Helvi Lystiani, Quinton Temby, and Ted Kisch.

Tentang WALHI

Wahana Lingkungan Hidup Indonesia (WALHI – Indonesian Forum for Environment) adalah forum organisasi lingkungan hidup non-pemerintah terbesar di Indonesia dengan perwakilan di 26 propinsi dan lebih dari 430 organisasi anggota. WALHI bekerja membangun transformasi sosial, kedaulatan rakyat, dan keberlanjutan kehidupan.

WALHI berjaringan dengan Friends of the Earth International, federasi organisasi lingkungan hidup akar rumput terbesar di dunia yang memiliki anggota organisasi di 71 negara dan melibatkan lebih dari sejuta orang di dunia. (www.foei.org).

WALHI has regional offices in Aceh, North Sumatra, West Sumatra, Riau, Jambi, Bengkulu, South Sumatra, Lampung, West Java, Jakarta, Central Java, Yogyakarta, East Java, Bali, West Nusa Tenggara, East Nusa Tenggara, South Kalimantan, Central Kalimantan, West Kalimantan, East Kalimantan, North Sulawesi, South Sulawesi, Central Sulawesi, Southeast Sulawesi, North Maluku and Papua. Untuk info lebih lanjut mengenai WALHI maupun perwakilan daerah dan organisasi anggota, kami mengundang Anda untuk mengunjungi situs kami di www.walhi.or.id.

Untuk komentar dan info lebih lanjut mengenai laporan ini, kirim e-mail Anda ke info@walhi.or.id.

Laporan ini diterbitkan oleh WALHI, May 2006, Jakarta, Indonesia.

Eksekutif Nasional WALHI

Jl. Tegal Parang Utara No. 14, Jakarta Selatan 12790, INDONESIA

Tel. (62-21) 791 93363-65 Fax. (62-21) 794 1673 E-mail: info@walhi.or.id

www.walhi.or.id

Kata Pengantar oleh Chalid Muhammad, WALHI

Investasi pertambangan diyakini akan membawa berkah bagi masyarakat sekitar lokasi pertambangan. Karenanya pemerintah Negara non-industri, seperti Indonesia, berlomba-lomba menarik investasi dunia pertambangan dan memberikan berbagai insentif bagi investor pertambangan. Namun fakta menunjukkan kenyataan sering tidak sesuai harapan.

PT Freeport Indonesia adalah potret nyata sektor pertambangan Indonesia. Keuntungan ekonomi yang dibayangkan tidak seperti yang dijanjikan, sebaliknya kondisi lingkungan dan masyarakat di sekitar lokasi pertambangan terus memburuk dan menuai protes akibat berbagai pelanggaran hukum dan HAM, dampak lingkungan serta pemiskinan rakyat sekitar tambang.

Laporan ini merupakan upaya WALHI untuk mendapatkan gambaran terkini mengenai dampak operasi dan kerusakan lingkungan di sekitar lokasi pertambangan PT Freeport Indonesia. Hingga saat ini sulit sekali bagi masyarakat untuk mendapatkan informasi yang jelas dan menyeluruh mengenai dampak kegiatan pertambangan skala besar di Indonesia. Ketidakjelasan informasi tersebut akhirnya berbuah kepada konflik, yang sering berujung pada kekerasan, pelanggaran HAM dan korbannya kebanyakan adalah masyarakat sekitar tambang. Negara gagal memberikan perlindungan dan menjamin hak atas lingkungan yang baik bagi masyarakat, namun dilain pihak memberikan dukungan penuh kepada PT Freeport Indonesia, yang dibuktikan dengan pengerahan personil militer dan pembiaran kerusakan lingkungan.

Dampak lingkungan operasi pertambangan skala besar secara kasat mata pun sering membuat awam tercengang dan bertanya-tanya, apakah hukum berlaku bagi pencemar yang diklaim menyumbang pendapatan Negara? Matinya Sungai Aijkwa, Aghawagon dan Otomona, tumpukan batuan limbah tambang dan tailing yang jika ditotal mencapai 840.000 ton dan matinya ekosistem di sekitar lokasi pertambangan merupakan fakta kerusakan dan kematian lingkungan yang nilainya tidak akan dapat tergantikan. Kerusakan lingkungan yang terjadi di sekitar lokasi PT Freeport Indonesia juga mencerminkan kondisi pembiaran pelanggaran hukum atas nama kepentingan ekonomi dan desakan politis yang menggambarkan digdayanya kuasa korporasi.

Harapan kami laporan ini dapat digunakan oleh semua pihak yang ingin mewujudkan keadilan lingkungan, sosial dan ekonomi dari operasi tambang skala besar. Laporan ini juga diharapkan dapat berkontribusi pada upaya pengkajian lanjutan yang lebih sistematis dan komprehensif dalam aspek ekonomi, sosial dan teknis, sehingga dapat memberikan pilihan kebijakan publik berorientasi manfaat jangka panjang untuk kesejahteraan rakyat Indonesia, sebagaimana amanat UUD 45. Semoga.

Chalid Muhammad,
Direktur WALHI
Jakarta, 1 Mei 2006

Kata Pengantar oleh Aloysius Renwarin, Elsham Papua.

Kehadiran PT Freeport Indonesia di wilayah adat suku Amungme sejak terjadi kontrak karya tahun 1967, mengundang banyak persoalan bagi suku Amungme yang mendiami dataran tinggi di Puncak Grasberg maupun suku Kamoro yang mendiami dataran rendah Mimika. Persoalan yang timbul setelah PT. Freeport Indonesia beroperasi adalah pencemaran lingkungan hidup baik mulai dari gunung biji yang di kenal oleh masyarakat adat Amungme sebagai “Nemang Kawi” (Anak Panah Putih), Sungai Wanagong sampai ke dataran rendah milik masyarakat suku Kamoro yaitu sungai Aikwa. Kini ribuan hektar hutan kayu, sagu rusak dan sejumlah habitat sungai menjadi punah, bahkan manusiapun ikut kena dampak, akibat tailing yang di buang ke sungai Aikwa.

Sedangkan dampak sosial-ekonomi dari pembuangan tailing ke sungai Aikwa terhadap kedua suku tersebut maupun suku-suku lain dari Papua, dan Indonesia dapat terlihat dekat dengan mata dimana kota Timika yang dulunya banyak dusun sagu yang memberi makan bagi masyarakat adat Kamoro, dan suku-suku lain dari Papua maupun Indonesia yang tinggal di kota Timika telah rusak. Akibatnya masyarakat tidak bisa mendapatkan sagu sebagai sumber makanan pokok mereka, disamping itu berkembang pesatnya pembangunan yang didukung oleh PT. Freeport Indonesia membuat suku Amungme dan Kamoro menjadi minoritas di atas tanahnya sendiri. Sementara itu pemukiman mereka juga semakin tersingkir dan menjadi perkampungan kumuh di tengah-tengah kawasan Industri tambang termegah di Asia.

Dengan demikian perkembangan tambang ditengah-tengah suku Amungme dan Kamoro ini bukannya mendatangkan kehidupan yang lebih baik melainkan semakin memojokkan mereka menjadi kelompok marginal. Hal ini semakin terdorong oleh semakin besarnya arus urbanisasi ke Timika dari daerah-daerah sekitarnya dan dari pulau lain di Indonesia. Dimana kehidupan homogen dimasa lalu seketika menghadapi tantangan dari luar dengan hadirnya berbagai suku dan bangsa yang masuk wilayah adat suku Amungme dan Kamoro.

Dampak lain dari kehadiran PT. Freeport Indonesia adalah terjadinya berbagai kasus pelanggaran Hak Asasi Manusia (HAM), sebagai akibat protes masyarakat terhadap PT. Freeport Indonesia yang terkesan tidak memperhatikan kesejahteraan masyarakat Adat Suku Amungme dan 6 suku lain yang disebut sebagai pemilik tanah, emas, tembaga, hutan yang kemudian dikuasai oleh pihak perusahaan. Dalam aksi protes, masyarakat selalu berhadapan dengan pihak aparat keamanan (TNI/POLRI), yang bertugas mengamankan Perusahaan, maka terjadilah pelanggaran Hak Asasi Manusia. Kasus pelanggaran HAM di wilayah penambangan berlangsung cukup lama sejak hadirnya PT. Freeport Indonesia hingga kini.

Persoalan lain yang paling mendasar bagi masyarakat adat Amungme maupun masyarakat adat Kamoro adalah perlunya pengakuan kepada mereka sebagai Manusia diatas tanah mereka sendiri. Persoalan martabat manusia harus dihargai oleh siapapun. Kalau martabat suku Amungme dan suku Kamoro dihargai sebagai manusia, maka persoalan PT. Freeport harus diselesaikan dengan melibatkan kedua suku tersebut sebagai masyarakat adat pemilik sumber daya alam tambang tersebut.

Sudah saatnya Freeport, Pemerintah Indonesia, Masyarakat adat Amungme dan Kamoro mengevaluasi kehadiran PT. Freeport lewat dialog yang komprehensif dan mengambil langkah-langkah yang bermartabat demi masa depan suku Amungme, Kamoro dan masyarakat Papua umumnya.

Hormat kami,

Drs. Aloysius Renwarin,SH
Ketua BPH Elsham Papua.
Jayapura, April 2006.

Daftar Isi

1	Ringkasan.....	8
2	Pendahuluan.....	14
2.1	Cakupan dan Metode Laporan.....	14
2.2	Deskripsi Situs.....	16
2.3	Ringkasan Produksi dan Keuangan.....	20
2.4	Limbah Tambang: <i>Tailings</i> dan <i>Waste Rock</i>	24
2.5	Analisis Potensi Dampak oleh Parametrix.....	27
2.5.1	Kurangnya transparansi dan alternatif pilihan.....	27
2.5.2	Kaji Ulang (Peer-review).....	29
2.5.3	Meremehkan Risiko.....	30
3	Mengatur Freeport-Rio Tinto.....	31
3.1	Undang-Undang Pembuangan Limbah Cair.....	31
3.2	Peraturan Kualitas Air Tawar.....	32
3.3	Peraturan Kualitas Air Laut.....	37
3.4	Acuan kualitas sedimen untuk logam berat.....	40
3.5	Undang-Undang mengenai Limbah Berbahaya (hazardous waste).....	42
3.5.1	Uji Toksisitas terhadap <i>Tailings</i> Fase Cair dan Air Sungai yang Mengandung <i>Tailings</i> 43	
3.5.2	Uji Toksisitas terhadap <i>Tailings</i> Fase Padat dan Sedimen yang Mengandung <i>Tailings</i> 45	
3.6	Pemenuhan Ketentuan Izin Lingkungan.....	47
3.7	Kapasitas Pemerintah dan Masyarakat Sipil untuk mengawasi PTFI.....	47
3.7.1	Menghindari standar hukum.....	50
4	Dampak terhadap lingkungan: Dataran Tinggi.....	53
4.1	<i>High-grading</i>	53
4.2	Air Asam Batuan (<i>'Acid Rock Drainage'</i> –ARD).....	54
4.2.1	ARD di Freeport.....	56
4.2.2	Dampak ARD pada air tanah dan air permukaan.....	57
4.2.3	Penanggulangan ARD.....	58
4.3	Erosi dan Runtuhnya Timbunan Batuan Limbah.....	60
4.4	Risiko Toksisitas Bahan Kimia Penggilingan dan Pengambangan.....	61
4.5	Penghancuran lingkungan alpen dan situs keramat.....	63
5	Dampak Lingkungan: Dataran Rendah.....	64
5.1	Penampungan <i>Tailing</i> yang Tidak Layak.....	66
5.2	Tumbuhan Dataran Rendah.....	67
5.2.1	Penyumbatan Tumbuhan Oleh <i>Tailings</i>	67
5.2.2	Tumbuhan dan Logam Berat.....	68
5.2.3	Karakteristik Fisik dan Nutrisi dari <i>Tailings</i>	69
5.3	Hewan Dataran Rendah.....	70
5.3.1	Satwa Liar dan Logam Berat.....	70
5.3.2	Perusakan Habitat Satwa Liar dan Kerusakan Fungsi Ekologis.....	72
5.4	Habitat Perairan Air Tawar.....	73
5.5	TSS dan Kekeruhan di Air Tawar.....	74
5.6	Tembaga dalam Air Tawar.....	75

5.6.1	<i>Bioavailability</i> dari Tembaga Terlarut	76
5.6.2	Racun Tembaga Terlarut pada Spesies Air Tawar	76
5.7	Pengaturan Rute dan Fungsi Sungai	78
6	Dampak Lingkungan: Muara	80
6.1	Dampak terhadap Tumbuhan Daratan dan Satwa Liar.....	82
6.2	Analisis Risiko Lingkungan Perairan	83
6.3	Dampak Pengendapan	84
6.4	TSS dan Kekeruhan	88
6.5	Risiko Racun Tembaga di Wilayah Bakau	91
6.6	Risiko Racun Tembaga pada Muara Ajkwa.....	94
6.7	Pengawasan Gangguan Ekologi.....	95
7	Dampak Lingkungan: Di Luar Konsesi Pertambangan	100
7.1	Laut Arafura	100
7.2	Taman Nasional Lorentz.....	102
7.2.1	Risiko bagi Dataran Rendah TN Lorentz dari Pembukaan Hutan dan Pemukiman 102	
7.2.2	Risiko bagi Taman Nasional Alpen Lorentz dan Pencemaran Air Tanah	103
7.2.3	Pengendapan Limbah Tailings di Pesisir TN Lorentz.....	103
8	Rehabilitasi dan Penutupan Tambang.....	104
8.1	Restorasi, Penanaman Kembali, atau Reklamasi	105
8.2	Kemungkinan Reklamasi Berskala Luas, Jangka Panjang dan Bermanfaat.....	106
8.3	Pengendalian ARD Tailing Jangka Panjang	109
8.4	Stabilitas Batuan Limbah Pasca Penutupan dan Kontrol ARD.....	111
8.5	Dana Penutupan Tambang dan Reklamasi	112
9	Rekomendasi.....	113
10	References.....	114

Akronim, Singkatan, dan Penggunaan

95 UCL	95% Upper Confidence Limit (of samples)
ADA	Ajkwa Deposition Area (Daerah Pengendapan Ajkwa)
AERA	Aquatic Ecological Risk Assessment (Analisis Risiko Ekologi Perairan)
ANZECC	Australian and New Zealand Environment and Conservation Council (Badan Lingkungan Hidup dan Konservasi Australia dan New Zealand)
ARD	Acid Rock Drainage (Ais Asam Batuan, disebut juga Acid Mine Drainage)
CoW	Contract of Work (Kontrak Karya, digunakan untuk merujuk pada konsesi pertambangan dan kontrak)
CSIRO	Commonwealth Science and Industrial Research Organisation (Australia)
ERA	Environmental Risk Assessment (Analisis Risiko Lingkungan)
EU	European Union (Uni Eropa)
LAPAN	Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional
LIPI	Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
MoE	Ministry of Environment (Kementerian Lingkungan Hidup)
ntu	Turbidity Units (unit turbiditas)
PAF	Potentially Acid Forming (Berpotensi membentuk asam, merujuk pada tailngs atau limbah batuan yang mengandung sulfida)
PTFI	PT Freeport Indonesia
RPT	Review Panel Team of the ERA (Tim Panel Kaji Ulang)
ton	dimana kata “ton” muncul, artinya selalu metric ton (tonne).
TSS	Total Suspended Solids (total padatan tersuspensi)
USEPA	United States Environment Protection Agency (Badan Perlindungan Lingkungan Hidup AS)
SSD	Species Sensitivity Distribution
WALHI	Wahana Lingkungan Hidup Indonesia (Indonesian Forum for Environment)
ELSHAM	Lembaga Studi dan Advokasi Hak Asasi Manusia, Papua
\$	Dollar amounts are US Dollars.
Q2, Q4 etc	Quarterly reporting periods (periode laporan per 3 bulan)

1 Ringkasan

Laporan ini menyajikan gambaran baru dan independen mengenai dampak lingkungan akibat tambang Freeport, sebuah usaha bersama Freeport McMoRan dan Rio Tinto, yang meski merupakan salah satu tambang terbesar di dunia, beroperasi di bawah selimut rahasia di daerah terpencil Papua.

Laporan ini memaparkan kerusakan lingkungan berat dan pelanggaran hukum, berdasar sejumlah laporan pemantauan oleh pemerintah dan perusahaan yang tidak diterbitkan, termasuk Pengukuran Risiko Lingkungan (*Environmental Risk Assessment*, ERA) yang dipesan Freeport-Rio Tinto dan disajikan pada pemerintah Indonesia meski tak dipublikasikan untuk umum. Dalam laporan, masalah-masalah berikut ini dibahas, dan ditutup dengan saran untuk aksi.

Pelanggaran hukum: Temuan kunci pada laporan ini adalah Freeport-Rio Tinto telah gagal mematuhi permintaan pemerintah untuk memperbaiki praktik pengelolaan limbah berbahaya terlepas rentang tahun yang panjang di mana sejumlah temuan menunjukkan perusahaan telah melanggar peraturan lingkungan. Kementerian Lingkungan Hidup tak kunjung menegakkan hukum karena Freeport-Rio Tinto memiliki pengaruh politik dan keuangan yang kuat pada pemerintah. Begitu kuatnya sampai-sampai proposal Freeport-Rio Tinto untuk mengelak dari standar baku mutu air sepertinya sedang dipertimbangkan. Pemerintah secara resmi menyatakan bahwa Freeport-Rio Tinto:

- Telah lalai dalam pengelolaan limbah batuan, bertanggung jawab atas longsor berulang pada limbah batuan Danau Wanagon yang berujung pada kecelakaan fatal dan keluarnya limbah beracun yang tak terkendali (2000).
- Hendaknya membangun bendungan penampungan tailing yang sesuai standar teknis legal untuk bendungan, bukan yang sesuai dengan sistem sekarang yang menggunakan tanggul (*levee*) yang tidak cukup kuat (2001).
- Mengandalkan izin yang cacat hukum dari pegawai pemerintah setempat untuk menggunakan sistem sungai dataran tinggi untuk memindahkan tailing. Perusahaan diminta untuk membangun pipa tailing ke dataran rendah (2001, 2006).
- Mencemari sistem sungai dan lingkungan muara sungai, dengan demikian melanggar standar baku mutu air (2004, 2006).
- Membuang Air Asam Batuan (*Acid Rock Drainage*) tanpa memiliki surat izin limbah berbahaya, sampai pada tingkatan yang melanggar standar limbah cair industri, dan gagal membangun pos-pos pemantauan seperti yang telah diperintahkan (2006).

Tambang Freeport telah membuang 1 miliar ton tailing ke sistem sungai Aghawagon-Otomona-Ajkwa, meski pembuangan limbah tambang ke sungai telah jelas-jelas dilarang oleh PP 82/2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Terkait pembuangan limbah ke sungai ini, Freeport-Rio Tinto mengklaim bahwa “Mutu air yang mengalir melalui sistem [pembuangan tailing] telah sesuai dengan baik peraturan di Indonesia maupun standar internasional terkait logam berpotensi bahaya”. Padahal sesungguhnya hal ini tidak benar, seperti yang ditunjukkan oleh laporan pemantauan yang dibuat perusahaan sendiri dan disajikan pada pemerintah. Data tersebut memperlihatkan:

- Sungai Ajkwa Bagian Bawah (Lower Ajkwa River) mengandung 28 hingga 42 mikrogram per liter ($\mu\text{g/L}$) tembaga larut (*dissolved copper*), dua kali lipat melebihi batas legal untuk air tawar di Indonesia yaitu $20 \mu\text{g/L}$, dan jauh melampaui acuan untuk air tawar yang diterapkan pemerintah Australia, yaitu $5,5 \mu\text{g/L}$. Lebih jauh ke hilir, kandungan tembaga larut pada air tawar sebelum Muara Ajkwa juga melanggar batas dengan $22 - 25 \mu\text{g/L}$ dan bisa mencapai $60 \mu\text{g/L}$.
- Untuk kondisi air laut di Muara Ajkwa Bagian Bawah, standar ASEAN dan Indonesia untuk tembaga larut adalah $8 \mu\text{g/L}$, dan acuan pemerintah Australia adalah $1,3 \mu\text{g/L}$. Pencemaran Freeport-Rio Tinto di daerah ini juga melebihi batas legal: kandungan tembaga larut mencapai rata-rata $16 \mu\text{g/L}$ dengan rentang tertinggi $36 \mu\text{g/L}$.

Batas legal total padatan tersuspensi (*total suspended solids*, TSS) dalam air tawar adalah 50 mg/L . Sedangkan tailing yang mencemari sungai-sungai di dataran tinggi memiliki tingkat TSS mencapai ratusan ribu mg/L . Tigapuluh kilometer masuk ke dataran rendah Daerah Pengendapan Ajkwa, tingkat TSS di Sungai Ajkwa bagian Bawah mencapai seratus kali lipat dari batas legal. Lebih jauh ke hilir dari ADA, di Muara Ajkwa bagian bawah, TSS mencapai 1.300 mg/L , 25 kali lipat melampaui batas. Mutu air di perairan hutan bakau di Muara Ajkwa juga 10 kali lipat melampaui batas legal untuk TSS di lingkungan air laut (80 mg/L), dengan TSS rata-rata 900 mg/L .

Tembaga yang dihamburkan dan pencemaran: Kandungan tambang di Grasberg yang luas menjamin usia tambang yang panjang, sehingga bagi Freeport, yang paling menguntungkan adalah mengolah bijih dalam jumlah yang sangat besar setiap harinya, dan membuang 14 persen tembaga yang terkandung dalam bijih, yang pada akhirnya tertinggal di tailing yang dibuang ke sungai. Dengan alasan yang sama, sejumlah besar batuan yang mengandung tembaga juga dikeruk dan dibuang tanpa diolah dulu. Alasannya, perusahaan memilih untuk mendapatkan bijih berkualitas tinggi secepat mungkin.

Lebih dari 3 miliar ton tailing dan lebih dari empat miliar ton limbah batuan akan dihasilkan dari operasi PTFI sampai penutupan pada tahun 2040. Secara keseluruhan, Freeport-Rio Tinto menyalurkan 53.000 ton tembaga per tahun, yang dibuang ke sungai sebagai Air Asam Batuan (*Acid Rock Drainage*, ARD) dalam bentuk buangan (*leachate*) dan tailing. Tingkat pencemaran logam berat semacam ini sejuta kali lebih buruk dibanding yang bisa dicapai oleh standar praktik pencegahan pencemaran industri tambang. Padahal, tembaga yang terbuang bisa menjadi sumber penghasilan yang cukup besar bagi Pemda Papua yang menerima royalti untuk setiap unit tembaga olahan. Selain itu tembaga terbuang ini mengakibatkan kerusakan lingkungan serius pada air tanah, sungai, dan muara di hilir.

Air Asam Batuan (*Acid Rock Drainage*): Kandungan tembaga yang ditambang Freeport-Rio Tinto terdiri dari logam sulfida (*metal sulfides*), yang ketika digali, dihancurkan dan terkena udara dan air akan menjadi tidak stabil, sehingga menghasilkan masalah lingkungan serius yang disebut sebagai Air Asam Batuan (*Acid Rock Drainage/ARD*). Hampir semua limbah batuan dari tambang Grasberg sejak tahun 1980an sampai 2003 yang berjumlah kira-kira 1.300 juta ton berpotensi membentuk asam. Limbah batuan ini dibuang ke sejumlah tempat di sekitar Grasberg dan menghasilkan ARD dengan tingkat keasaman tinggi mencapai rata-rata $\text{pH} = 3$. Kandungan tembaga pada batuan rata-rata $4.500 \text{ gram per ton (g/t)}$ dan eksperimen menunjukkan bahwa sekitar 80% tembaga ini akan terbuang (*leach*) dalam beberapa tahun. Bukti menunjukkan

pencemaran ARD dengan tingkat kandungan tembaga sekitar 800 mg/L telah meresap ke air tanah di pegunungan.

Risiko pencemaran ARD juga terjadi di dataran rendah di daerah penumpukan tailing karena Freeport-Rio Tinto menetapkan rasio kapasitas penetralan asam banding potensi maksimum keasaman yang tak aman, hanya 1,3 : 1, lebih rendah dibanding praktik terbaik industri tambang. Partikel sulfida yang menghasilkan asam cenderung mengendap terpisah dari partikel kapur yang lebih ringan yang sebenarnya bisa membantu menetralkan asam. Hal ini mengarah pada kondisi ARD yang terlokalisasi ADA (*Ajkwa Deposition Area*).

Teknologi yang tak layak: Erosi dari limbah batuan mencemari perairan di gunung dan gundukan limbah batuan yang tidak stabil telah menyebabkan sejumlah kecelakaan, satu fatal. Kestabilan gundukan limbah batuan merupakan problema serius jangka panjang. Situs-situs penting bagi suku Amungme telah hancur olehnya, seperti Danau Wanagon yang sudah lenyap terkubur di bawah tempat pembuangan limbah batuan di Lembah Wanagon. Selain itu, sejumlah danau merah muda, merah dan jingga telah hilang dan padang rumput Carstenz saat ini didominasi oleh gundukan limbah batuan lainnya yang pada akhirnya akan menjulang hingga ketinggian 270 meter, dan menutupi daerah seluas 1,35 km².

Tanggul (*levees*) ADA, yang akan mencapai ketinggian 20 meter pada sejumlah tempat, rawan longsor dan erosi. Praktik ini masih jauh dari praktik terbaik industri tambang di bidang penanganan tailing. ADA (Daerah Pengendapan Ajkwa) adalah sistem yang rapuh dan berujung terbuka: air tailing meresap ke air tanah, ke sungai yang berdekatan dan ke Danau Kwamki; partikel tailing juga dibawa melalui ADA ke Muara Ajkwa dan Laut Arafura.

Pembekapan tanaman: Pengendapan tailing membekap kelompok tanaman subur dengan menyumbat difusi oksigen ke zona akar tanaman, sehingga tanaman mati. Proses ini telah terjadi pada sebagian bagian besar ADA, meninggalkan tegakan mati pohon sagu dan pepohonan lain di daerah terkena dampak. Ini juga jadi ancaman bagi populasi species terancam setempat yang membutuhkan keragaman ekosistem hutan alam untuk bertahan hidup. Selain nilai konservasinya, endapan tailing juga menghancurkan sungai dataran rendah yang tinggi keragaman hayatinya, hutan hujan, dan lahan basah yang sangat vital bagi suku Kamoro untuk berburu, mencari ikan dan berkebun.

Tingkat racun tailing dan dampak terhadap perairan: Sebagian besar kehidupan air tawar telah hancur akibat pencemaran dan kerusakan habitat sepanjang daerah aliran sungai yang dimasuki tailing. Total Padatan Tersuspensi (TSS) dari tailing secara langsung berbahaya bagi insang dan telur ikan, serta organisme pemangsa, organisme yang membutuhkan sinar matahari (*photosynthetic*), dan organisme yang menyaring makanannya (*filter feeding*). Tembaga menghambat kerja insang ikan. Uji tingkat racun (*toxicity*) dan potensi peresapan biologis (*bioavailability*) di daerah terkena dampak operasi Freeport-Rio Tinto menunjukkan bahwa sebagian besar tembaga larut dalam air sungai terserap oleh mahluk hidup dan ditemukan pada tingkat beracun. Tembaga larut pada kisaran konsentrasi yang ditemukan di Sungai Ajkwa bagian bawah mencapai tingkat racun kronis bagi sebagian besar (30% sampai 75%) organisme air tawar. Uji tingkat racun aktual yang dilakukan CSIRO dan analisis Freeport menunjukkan air dan endapan tailing beracun bagi larva udang (*Caridina* sp), udang sungai dewasa (*Macrobrachium rosenbergii*), larva ikan *minnow*

(*Cyprinodon variegatus* dan *Pimephales promelas*), ganggang sungai (*Chlorella*), embrio dan larva *rainbowfish* (*Melanotaenia splendida*), dan hewan tak bertulang belakang *Gammarus* dan *Nassarius* sp.

Logam berat pada tanaman dan satwa liar: Dibandingkan dengan tanah alami hutan, tailing Freeport mengandung tingkat racun logam selenium (Se), timbal (Pb), arsenik (As), seng (Zn), mangan (Mn) dan tembaga (Cu) yang secara signifikan lebih tinggi. Konsentrasi dari beberapa jenis logam tersebut yang ditemukan dalam tailing melampaui acuan US EPA dan pemerintah Australia dan juga ambang batas ilmiah *phytotoxicity*. Hal ini menunjukkan kemungkinan timbulnya dampak racun pada pertumbuhan tanaman. Pengujian dan pengambilan sampel lapangan menunjukkan bahwa tanaman yang tumbuh di tailing mengalami penumpukan logam berat pada jaringan (*tissue*), menimbulkan bahaya pada makhluk hutan yang memakannya. Dalam rantai makanan, makhluk yang terancam bahaya logam berat dari tailing adalah:

- **Burung raja udang (*kingfishers*)** dan burung lain yang makan ikan.
- **Burung maleo waigeo (*brush turkey*), burung kipas (*fantail*)** dan burung lain yang makan binatang tak bertulang belakang pada dedaunan atau tanah
- **kasuari** dan burung besar lain yang makan buah

Dalam rantai makanan, makhluk yang sangat terancam bahaya logam berat dari tailing adalah:

- mamalia seperti **keluang pulau (*flying fox*)** atau hewan berukuran serupa yang mengkonsumsi buah dalam makanannya maupun yang hanya memakan buah.
- mamalia seperti **kelelawar** yang makan hewan tak bertulang belakang pada dedaunan
- mamalia seperti **kuskus** yang makan tanaman
- mamalia omnivora seperti **babi**

Perusakan habitat muara: Muara Ajkwa punya peran lingkungan yang penting bagi penduduk lokal karena di sana terdapat lingkungan daratan dan perairan yang memiliki keragaman habitat yang menakjubkan, termasuk hutan bakau setinggi 25-30 meter, hutan rawa dan sagu lahan basah. Suku Kamoro memiliki ketergantungan budaya dan gizi pada hewan moluska (*molluscs*) di daerah muara. Saat ini sulit bagi mereka untuk menemukan hewan tersebut yang jelas telah terkena dampak racun tembaga. Mereka juga tergantung pada sagu, yang juga sudah mati dalam jumlah besar karena tertutup luasan tailing.

Tailing sungai Freeport-Rio Tinto akan merusak hutan bakau seluas 21 sampai 63 km² akibat sedimentasi. Kanal-kanal muara sudah tersumbat tailing dan dengan cepat menjadi sempit dan dangkal. Kekkeruhan air muara pun telah jauh melampaui standar yang diterapkan di Australia, sehingga menghambat proses fotosintesa perairan.

Kontaminasi pada rantai makanan di muara: Logam dari tailing menyebabkan kontaminasi pada rantai makanan di Muara Ajkwa. Daerah yang dimasuki tailing Freeport menunjukkan kandungan logam berbahaya yang secara signifikan lebih tinggi dibanding dengan muara-muara terdekat yang tak terkena dampak dan dijadikan acuan. Logam berbahaya tersebut adalah tembaga, arsenik, mangan, timbal, perak dan seng. Satwa liar di daerah hutan bakau terpapar logam berat karena mereka makan tanaman dan hewan tak bertulang belakang yang menyerap logam berat dari endapan tailing, terutama tembaga. Ikan yang ditangkap di Sungai Ajkwa memiliki tingkat tembaga minimum yang lebih tinggi pada dagingnya dibanding dengan ikan dari situs lain yang jadi acuan. Hewan air yang tak berpindah (*non-mobile*) yang hidup di Muara Ajkwa tercemar

tembaga pada tubuhnya sampai 100 kali lipat batas normal, hingga mencapai tingkat luar biasa yaitu 1 gram per kilo. Kajian ERA memperkirakan bahwa burung dan mamalia kecil yang hanya makan hewan tak bertulang belakang di muara mungkin menderita hambatan reproduksi dan menurunnya ketahanan tubuh. Sementara pemangsa yang lebih besar seperti *raptor*, dengan sendirinya akan kehilangan pasokan mangsa karena burung dan mamalia kecil di muara Ajkwa berkurang.

Gangguan ekologi: Freeport sempat menyatakan bahwa “Muara di hilir daerah pengendapan tailing kami adalah ekosistem yang berfungsi dan beraneka ragam dengan ikan dan udang yang melimpah.” Namun, keberadaan species bergerak (*mobile species*) seperti ikan dan udang di Muara Ajkwa bukanlah bukti bahwa kehidupan di muara sehat, atau memiliki masa depan yang baik. Kandungan tembaga larut yang ditemukan di perairan bakau dapat mengakibatkan keracunan kronis pada 30 persen – 90 persen organisme air laut. Saat ini jumlah species ikan, kepiting, kerang, dan *polychaetes* di Muara Ajkwa mengalami penurunan sebesar 35 persen dibanding jumlah pada daerah acuan. ERA memperkirakan 68 persen spesies air di bagian atas muara terancam.

Bagian luar Muara Ajkwa, termasuk daerah pantai Laut Arafura, mengalami penurunan jumlah hewan yang hidup dasar laut (*bottom-dwelling animals*) sebesar 40% hingga 70%. Sementara jumlah *biomass* per daerahnya pun hanya separuh dari yang dimiliki muara-muara yang dijadikan acuan. Selain angka-angka ini, perhitungan indeks-indeks teknis dari keanekaragaman hayati memastikan terjadinya gangguan signifikan pada ekologi di Muara Ajkwa.

Dampak pada Taman Nasional Lorentz: Taman Nasional Lorentz yang terdaftar sebagai Warisan Dunia wilayahnya mengelilingi daerah konsesi Freeport. Untuk melayani kepentingan tambang, luas taman nasional telah dikurangi. Kawasan Warisan Dunia Lorentz adalah salah satu permata konservasi lingkungan di Indonesia. Kawasan pinus pada situs Warisan Dunia ini terkena dampak air tanah yang sudah tercemar buangan limbah batuan yang mengandung asam dan tembaga dari tailing Freeport-Rio Tinto. Sementara, kawasan pesisir situs Warisan Dunia ini juga terkena dampak pengendapan tailing. Sekitar 250 juta ton tailing dialirkan melalui Muara Ajkwa dan masuk ke Laut Arafura. Pengukuran menunjukkan bahwa jejak tembaga larut dari tailing Freeport telah mencapai 5 sampai 10 kilometer lepas pantai. Tailing terbawa ke laut akibat arus pasang *monsoon* sepanjang pesisir. Ke depan, tailing mungkin akan membentuk sampai 20 persen sedimentasi di wilayah hutan bakau Taman Nasional Lorentz. ERA menemukan bahwa bakau dan organisme yang hidup di dasar di Lorentz memiliki kenaikan kandungan tembaga, dan tailing diduga menjadi sumbernya, mengingat daerah hulu dalam taman tidak mengalami dampak.

Regenerasi di Daerah Tumpukan Tailing: Tailing tambang pada akhirnya akan meliputi 230 km² daerah ADA, pada kedalaman hingga 17 meter. Daerah tailing ini kekurangan karbon organik dan gizi kunci lainnya, dengan kapasitas menahan air yang sangat buruk. Sejumlah tes telah menunjukkan bahwa tailing murni takkan mampu mendukung pembibitan maupun pertumbuhan kebanyakan tanaman tanpa asupan pupuk buatan dalam jumlah besar, kompos dan atau pasokan tanah permukaan (*topsoil*) dari luar daerah. Usaha perusahaan untuk merehabilitasi kawasan tailing yang berukuran kecil dan dangkal saja sudah menuntut sistem irigasi yang rumit dan tidak berkelanjutan karena membutuhkan pasokan air dalam jumlah yang sangat besar.

Kawasan ADA yang luas yang telah mengalami kematian tumbuhan akibat tailing takkan pernah bisa kembali ke komposisi species semula meski pembuangan tailing berhenti. Spesies asli yang

bisa tumbuh kembali di tumpukan tailing tidaklah berguna bagi masyarakat setempat, juga tidak bisa menggantikan keberagaman spesies asli yang dulunya hidup di wilayah rimba asli dan hutan hujan bersungai dalam ADA yang telah rusak.

Transparansi: Freeport-Rio Tinto beroperasi tanpa transparansi atau pemantauan peraturan yang layak. Tak ada informasi atau diskusi publik tentang pengelolaan saat ini dan masa depan di tambang. Juga tak ada pembahasan mengenai alternatif pengelolaan limbah dan rencana proses penutupan tambang. Terlepas dari keharusan legal untuk menyediakan akses publik terhadap informasi terkait lingkungan, perusahaan belum pernah mengumumkan dokumen-dokumen pentingnya, termasuk ERA. Freeport-Rio Tinto juga tak pernah mengumumkan laporan audit eksternal independen sejak 1999. Dengan demikian perusahaan melanggar persyaratan ijin lingkungan. ERA yang dihasilkan meremehkan risiko lingkungan yang penting, gagal memberi pilihan untuk mengurangi dampak pembuangan limbah, serta independensi dari para pengkaji ERA pun patut dipertanyakan.

Rekomendasi Walhi untuk pemerintah:

- Segera menegakkan hukum lingkungan hidup nasional. Ini harus dilakukan dengan cara menghentikan operasi Freeport-Rio Tinto hingga pelanggaran-pelanggaran diperbaiki dan dengan mengadili pelanggaran hukum yang terus menerus terjadi meski sudah diperingatkan berulang kali pada awal 2000an, yaitu:
 - Tembaga larut dan total padatan tersuspensi (TSS) yang mengalir ke Muara Ajkwa tidak boleh melanggar baku mutu air untuk Kelas II berdasar PP 82/2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
 - Air Asam Batuan (*Acid Rock Drainage/ARD*) harus segera dicegah sebelum memasuki ke air permukaan atau air tanah dan melampaui baku mutu air untuk Kelas II (untuk logam berat dan keasaman) berdasar PP 82/2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Melaksanakan pengambilan sampel secara berkala dan cermat, daripada mengandalkan laporan dari perusahaan. Pemerintah juga harus menerbitkan semua informasi lingkungan pada masyarakat, sesuai Undang-undang Lingkungan Hidup (1997)
- Mengkaji ulang peraturan pajak dan royalti demi meningkatkan keuntungan bagi komunitas yang terkena dampak, propinsi Papua, demi mengurangi beban kerusakan lingkungan sejauh ini.
- Membentuk Panel Independen untuk memetakan sejumlah skenario bagi masa depan Freeport, termasuk tanggal penutupan, pengolahan (*processing*) dan pengelolaan limbah. Kemudian pemerintah harus menyewa konsultan independen untuk mengkaji tiap skenario dari segi social dan teknis secara rinci dan independen. Kajian ini kemudian harus digunakan sebagai dasar untuk pembahasan mengenai masa depan tambang oleh penduduk lokal dan pihak berkepentingan lainnya.

2 Pendahuluan

2.1 Cakupan dan Metode Laporan

Laporan ini memaparkan sudut pandang independen mengenai dampak lingkungan dari tambang Freeport, sebuah usaha bersama dari Freeport McMoran dan Rio Tinto. Hanya ada sedikit laporan tentang pengukuran dari parameter lingkungan terkait tambang Freeport, dan dengan sampling terbatas yang dilakukan pemerintah sebagai pengecualian, semua studi dilakukan atas pesanan Freeport-Rio Tinto sendiri. Laporan-laporan itu sebagian besar tidak dibuka untuk umum. Laporan-laporan yang dilakukan oleh perusahaan atau yang dipesan perusahaan ini cenderung memaparkan pengukuran dampak tanpa mempertimbangkan konteks, atau hanya melukiskan dampak-dampak tertentu yang sudah dipilih dengan hati-hati dan mengabaikan persoalan-persoalan yang mustinya mendapat perhatian publik dan pihak yang berwenang.

Akibatnya, dampak-dampak tambang Freeport yang diketahui publik hanyalah yang terang-terangan kentara oleh pengamat umum, yang meskipun mencolok, namun hanyalah sebagian dari seluruh kisahnya. Debat publik dan pengambilan keputusan yang berdasar pada informasi lengkap mengenai Freeport merupakan hal yang mustahil dalam keadaan seperti ini. Dikarenakan oleh kuatnya hubungan politik Freeport-Rio Tinto, dan juga karena pemerintah sendiri memegang saham, pelanggaran peraturan lingkungan akan tetap dibiarkan kecuali ada tekanan dari masyarakat yang berdasar data yang kuat untuk menuntut penegakan hukum.

Walhi, Wahana Lingkungan Hidup Indonesia, menyusun laporan ini dalam rangka menegakkan hak masyarakat untuk mendapatkan informasi terkait lingkungan dan tata laksana hukum. Dengan tujuan ini, laporan ini memeriksa hasil-hasil pemantauan lingkungan; Walhi tidak menelan laporan Freeport-Rio Tinto atau konsultan mereka mentah-mentah, namun membandingkannya dengan laporan resmi lain untuk mencapai kesimpulan yang independen tentang dampak tambang.

Selain menggunakan sejumlah terbatas dokumen dari Freeport-Rio Tinto yang sudah dipublikasikan, studi ini mendapat akses terhadap sumber sebagai berikut:

- Pengukuran Risiko Lingkungan (*Environmental Risk Assessment, ERA*) oleh Parametrix di Washington, AS, yang dipesan oleh Freeport-Rio Tinto dan disajikan pada pemerintah Indonesia meski tidak dipublikasikan untuk umum.
- Laporan-laporan pemantauan lingkungan triwulan yang dibuat oleh Freeport sendiri dan disajikan pada pemerintah meski tidak dipublikasikan untuk umum. Satu laporan diakses dari masing-masing tahun 2003, 2004, dan 2005.
- Laporan-laporan Internal Kementerian Lingkungan Hidup yang berdasarkan sejumlah kunjungan lapangan, seluruhnya tidak dipublikasikan kecuali laporan kunjungan tahun 2006.
- Surat-menyurat di Kementerian Lingkungan Hidup terkait operasi Freeport.
- Wawancara dengan ilmuwan yang akrab dengan persoalan lingkungan dan masalah lainnya seperti yang terjadi di Freeport.
- Bincang-bincang dengan pegawai Kementerian Lingkungan Hidup dan warga sekitar Timika.

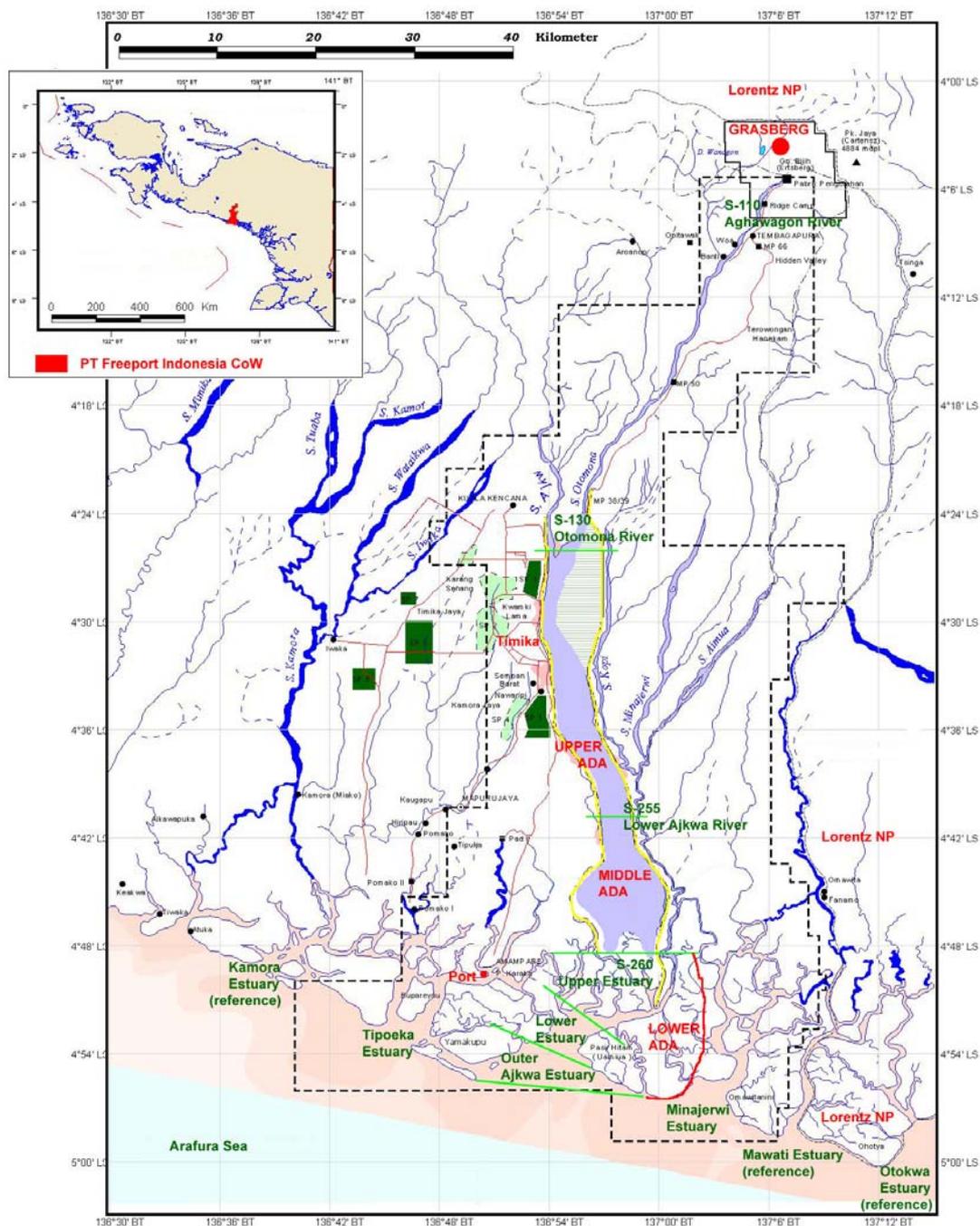
Data dalam dokumen di atas dikaji dalam kaitannya dengan terbitan ilmiah mengenai daerah geografis dan tentang masalah biologi, kandungan beracun, dan geologi. Praktik-praktik dan parameter-parameter lingkungan diperbandingkan dengan peraturan lingkungan hidup di Indonesia, dan dengan standard dan panduan Asean, Australia, dan AS.

Kajian ini mencakup diskusi di masa lalu, sekarang dan prediksi dampak di masa datang akibat operasi Freeport-Rio Tinto. Hanya ada sedikit informasi tentang kondisi yang menjadi “titik acuan” sebelum pertambangan terbuka dimulai dan selama beberapa dasawarsa pertama operasi Freeport. Sebagian besar data mengenai keanekaragaman hayati dan ukuran-ukuran tingkat pencemaran pada sistem sungai yang terkena dampak berasal dari Analisa Mengenai Dampak Lingkungan yang rampung di akhir 1990-an. Maka, evaluasi dampak dibuat dengan membandingkan keadaan dengan kawasan di dekat tambang yang tak terpengaruh dan dinilai cukup mirip dengan keadaan pra-tambang sebagai “acuan”. Prediksi dibuat berdasar pada *modelling* yang dilakukan untuk ERA, dan pada pendapat pakar independen.

Meski dampak sosial dan kemanusiaan akibat tambang juga tak kalah penting, persoalan ini tidak dievaluasi karena langkanya informasi yang diterbitkan dan karena akses penyelidikan Ornop ke daerah terkena dampak sangatlah terbatas. Ini juga yang menjadi alasan laporan ini berdasar pada kajian penyelidikan yang dilakukan pemerintah dan perusahaan; penyelidikan menyeluruh yang dilakukan Ornop tidaklah memungkinkan.

2.2 Deskripsi Situs

Figure 1. Daerah studi di sekitar Timika, Papua. Situs-situs dan zona-zona utama Ajkwa Deposition Area (ADA) ditandai dengan warna merah. Situs-situs sampel untuk daerah terkena dampak tailings dan situs-situs sampel rujukan ditandai dengan teks hijau. Daerah yang diblok dengan warna hijau adalah pemukiman transmigrasi. Garis kuning menandai tanggul sungai di timur dan barat ADA.

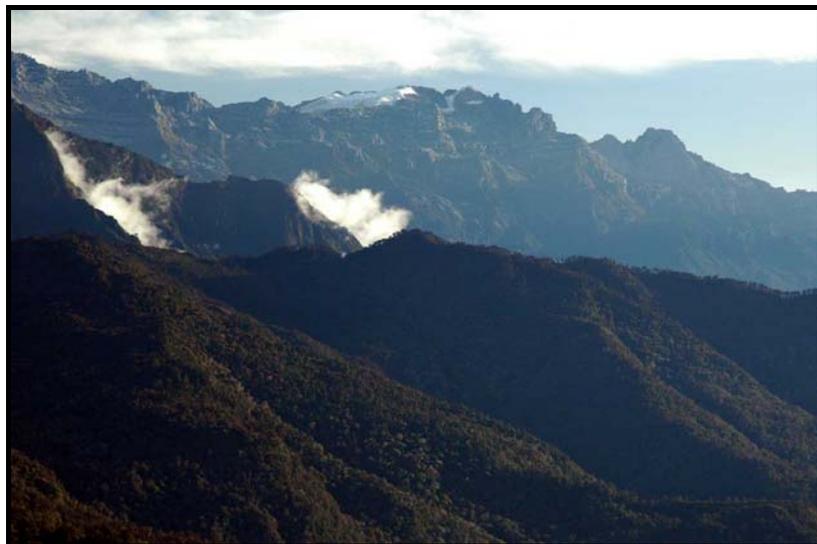


Laporan ini adalah mengenai tambang Freeport yang berada di Pegunungan Carztenz (sekarang disebut Pegunungan Jayawijaya). Beribu-ribu tahun yang lalu, lempengan tektonik Australia, dimana Papua adalah batas utaranya, berbenturan dengan lempengan Pasifik. Bagian lempengan

yang terangkat akibat benturan menghasilkan barisan pegunungan membentang dari timur ke barat yang membentuk “tulang punggung” pulau Papua. Bagian barat dari barisan pegunungan ini, terletak di propinsi Papua di Indonesia, dinamakan Barisan Pegunungan Sudirman, dimana Pegunungan Jayawijaya berada.

Masyarakat adat telah menjelajahi, mencari makan dan tinggal di pegunungan Jayawijaya ribuan tahun lamanya. Suku Amungme adalah pemilik asli dari tanah dimana tambang Freeport dibangun, sedangkan suku Kamoro adalah pemilik asli dari dataran rendah dimana daerah pembuangan *tailings* dibangun. Daerah lebih luas yang mengelilingi tambang adalah milik 5 suku lain yaitu Dani, Nduga, Damal, Moni dan Mee/Ekari. Penanggalan radiokarbon dari sisa-sisa tungku rumah tangga dan perkiraan linguistik dari bahasa Amungkal-Damal yang digunakan suku Amungme menandakan bahwa pemilik tanah dari tambang Freeport saat ini adalah suku yang telah hidup di dataran tinggi tersebut selama 5.500 tahun terakhir (UABS 1998a).

Figure 2. Nenek moyang dari suku Amungme yang hidup sekarang, mulai menetap di dataran tinggi ini 5.500 tahun yang lalu. Daerah yang terdiri dari hutan alpen, padang rumput dan gletser yang dapat dilihat di bagian puncak tengah. (MoE 2006)

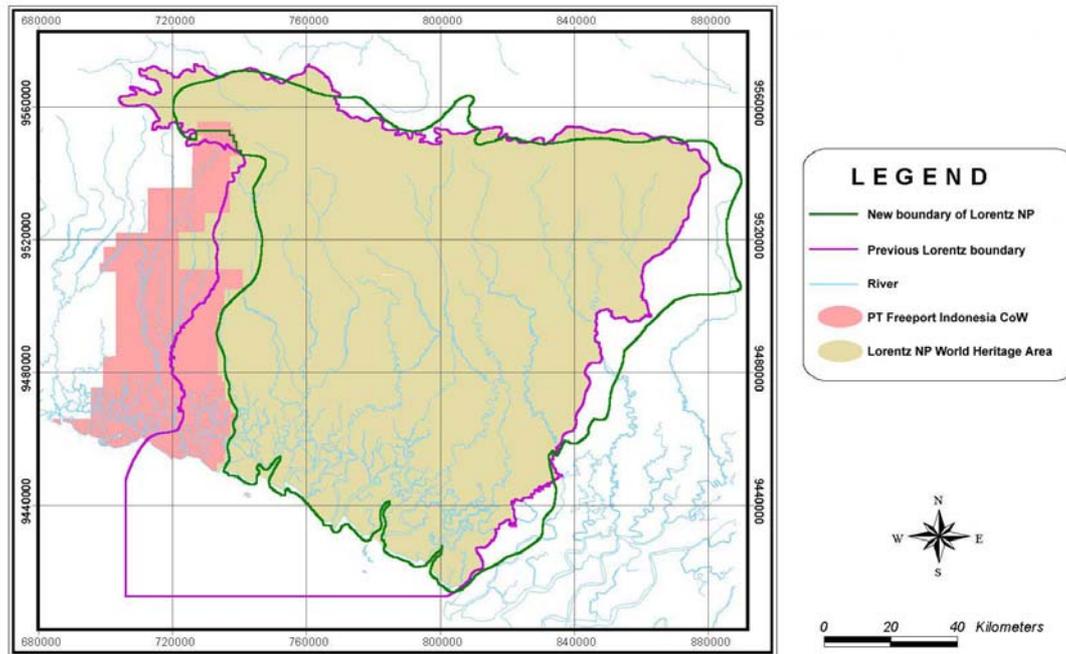


Tahun 1907, pemerintah kolonial Belanda mengadakan ekspedisi ke daerah bersalju tersebut, yang dipimpin oleh Dr. H.A Lorentz, dan pada tahun 1919 daerah itu dinyatakan sebagai daerah yang dilindungi (Leith 2003). Tahun 1936, ekspedisi Belanda lainnya menjelajahi pegunungan ini dari Laut Arafura, dan memberi nama Ertsberg untuk gugusan batu karang indah setinggi 180 meter yang menjulang dari padang rumput alpen Carstenz, warna biru-kehijauan menandakan perkiraan adanya kandungan tembaga berkualitas tinggi.

Tahun 1965, segera setelah terjadi kudeta militer oleh Jenderal Suharto yang mendukung investasi asing terhadap Presiden Sukarno yang nasionalis, perusahaan Amerika Serikat, Freeport mulai bernegosiasi dengan pemerintah baru mengenai maksud mereka untuk mengeksploitasi Ertsberg. Negosiasi ini menghasilkan penandatanganan Kontrak Karya penambangan antara pemerintah Indonesia dengan PT. Freeport Indonesia (PTFI) pada tahun 1967. Tahun 1978, pemerintah Indonesia membuat peraturan perlindungan alam yang ketat terhadap daerah yang oleh pemerintah kolonial Belanda telah diberi status kawasan yang dilindungi, dan pada tahun 1997 daerah ini diresmikan sebagai Taman Nasional Lorentz. Untuk mengatasi masalah tumpang-

tindih antara kedua status ini, maka batas dari taman nasional digeser ke bagian timur dan batas daerah Kontrak Karya PTFI digeser ke barat. (Figure 3).

Figure 3. Batas dari Taman Nasional Lorentz dahulu dan sekarang.



Daerah yang dicakup oleh Kontrak Karya PTFI dan Taman Nasional Lorentz sekarang berdampingan, terbentang dari Pegunungan Jayawijaya yang tertutup salju ke arah selatan melalui lembah sungai Ajkwa dan Otomona serta kipas alluvial (*alluvial fans*) menuju Laut Arafura yang terbentang kira-kira 65 km dari dasar pegunungan. Dataran rendahnya sangat datar, dan muara Sungai Ajkwa mencapai 20 km ke arah daratan. (Paramatrix 2002c).

Dalam hal keanekaragaman hayati, kawasan Kontrak Karya PTFI dan Taman Nasional Lorentz terdiri dari ekosistem yang sama dan keduanya memiliki keanekaragaman hayati yang “terbaik dari yang terbaik”. Indonesia diperkirakan merupakan negara di dunia yang paling kaya keanekaragaman hayatinya, dan sekitar 50% dari keranekagaman ini ada di Provinsi Papua. Persilangan unik dari habitat-habitat ekologi yang terdapat dalam Taman Nasional Lorentz dan daerah Kontrak Karya PTFI adalah daerah yang paling beragam di Papua, dan merupakan salah satu daerah yang paling tinggi keanekaragaman hayatinya di dunia. Menurut Komite Warisan Dunia PBB (*United Nations World Heritage Committee*):

“Taman Nasional Lorentz adalah kawasan lindung terbesar di Asia Tenggara (2,35 juta ha), dan merupakan satu-satunya kawasan lindung di dunia yang mencakup wilayah asli yang masih utuh dan bersambungan mulai dari lingkungan puncak salju hingga lautan tropis... [Ada] tingkat endemik yang tinggi dan daerah inilah yang mendukung bagian terbesar dari keanekaragaman hayati kawasan ini. Daerah ini juga mengandung situs-situs fosil yang merekam evolusi kehidupan di Papua Nugini. (PBB 1999, dari Leith 2003)

Secara luas, jenis-jenis habitat yang ada adalah alpen, dataran rendah, air tawar, muara sungai, dan laut. Dari tiap jenis ini banyak terdapat sub-habitat, misalnya habitat air tawar mencakup jeram-jeram alpen yang deras, danau alpen, jeram-jeram dan sungai dataran rendah yang arusnya lebih lambat, danau dataran rendah dan lahan basah. Berikut ini adalah jenis-jenis fisiografi dari habitat dataran rendah (Parametrix 2002c):

- Pantai pesisir dengan bukit dan rumpunan penahan (*Coastal beach ridges and swales*)
- Rawa pasang-surut dengan hutan bakau dan palem nipah (*nypa*)
- Sungai-sungai besar berkelok-kelok (*meander*) melewati dataran rendah pesisir
- Rawa banjir permanent pada dataran alluvial pesisir
- Rawa gambut banjir musiman pada dataran rendah pesisir
- Kipas alluvial (*alluvial fans*) hilir tertutup rawa gambut
- Sungai-sungai "kepang" (*braided rivers*) dataran banjir dan teras-terasnya.
- Dataran kipas alluvial (*alluvial fans*) gabungan

Sebanyak 708 spesies burung hidup di Papua, kebanyakan dari mereka endemik, dan biota laut dekat pesisir adalah yang paling beragam di dunia. Secara *bioregion*, tanaman dan invertebrata (mahluk tak bertulang belakang) di Papua termasuk Indo-Malaysia, sedangkan mamalia dan unggasnya adalah termasuk bioregion Australia (Parametrix 2002c). Di Papua juga terdapat hutan hujan terbesar di kawasan Asia-Pasifik yang masih tersisa.

Situs tambang Freeport di puncak gunung berada pada ketinggian 4.270 m, dimana suhu terendah dapat mencapai 2 derajat Celcius. Kilang pemrosesan bijih tambang berada di bawah situs tambang ini pada ketinggian sekitar 3.000 m. Situs tambang ini menerima curah hujan tahunan sebesar 4.000 mm hingga 5.000 mm, sedangkan kaki bukit menerima curah hujan tahunan tinggi, yaitu sebesar 12.100 mm dan suhu berkisar antara 18 derajat hingga 30 derajat Celcius. Di pantai suhu mencapai 38 derajat Celcius dan curah hujan sekitar 3.000 mm. (Neale et al 2003, Parametrix 2002c).

2.3 Ringkasan Produksi dan Keuangan

Tambang Freeport dimulai dari tambang terbuka Ertsberg, yang dibuka oleh Presiden Suharto pada bulan Maret 1973, dan habis ditambang pada akhir tahun 1980an, meninggalkan lubang sedalam 360 meter. Tahun 1988, Freeport mengumumkan adanya sumber tambang pada Grasberg, yang berada 2,2 km dari lubang tambang Ertsberg dan 500 m lebih tinggi.

Sumber tambang Grasberg adalah daerah kaya tembaga dan emas yang dikelilingi batuan kapur. Daerah dengan kandungan tambang bernilai tertinggi lebarnya 2 km pada ketinggian 4.100 m dan menyempit menjadi 900 m pada ketinggian 3.000 m. Bijih tambang di bawah kedalaman ini akan ditambang dengan penambangan bawah tanah. Pada bulan Juni 2005, lubang tambang Grasberg telah mencapai diameter 2,4 km pada daerah seluas 449 ha.

Figure 4. Lubang Ertsberg yang telah ditambang berisi ARD yang mengandung tembaga, terlihat lebih kecil dibandingkan tambang Grasberg di atasnya. (MoE 2006)



Menurut data terakhir, 90% bijih logam yang diproses diambil dari operasi penambangan terbuka Grasberg. Namun demikian, produksinya juga termasuk bijih logam dari Zona Bijih Logam Dalam dan Menengah dari tambang bawah tanah, berlokasi dekat kandungan tambang Ertsberg yang pertama. Pada tahun 2014, penambangan terbuka di Grasberg akan dihentikan, tapi penambangan bawah tanah akan dilanjutkan. Penambangan akan dimulai di paling tidak pada 3 sumber kandungan logam lainnya dalam 10 tahun ke depan. Penambangannya juga akan dilakukan di bawah tanah. Namun demikian, eksplorasi telah mengidentifikasi adanya sekitar 70 situs tambang potensial lainnya di wilayah konsesi PTFI, dan paling tidak satu di antaranya berpotensi untuk dibangun menjadi penambangan terbuka yang baru (Leith 2003). Kalau penambangan selanjutnya memang dilakukan di bawah tanah seperti yang dikatakan perusahaan, maka tidak ada lagi batuan limbah yang akan dibuang sebagai limbah setelah penambangan terbuka di Grasberg berakhir tahun 2014.

Literatur publik Freeport menggambarkan asetnya sebagai sebuah tambang tembaga daripada sebagai tambang tembaga, emas dan perak. Bijih logam yang ditambang memiliki kadar tembaga yang tinggi, dengan komposisi rata-rata 0,87% tembaga, 0,88 g/ton emas dan 3,85 g/ton perak. Karena tingginya volume dari bijih logam yang diproses, tambang Freeport memproduksi lebih banyak emas daripada perusahaan lain di dunia pada tahun 2003, dan sering disebut sebagai tambang produksi emas terbesar di dunia.

Tahun 2005, PTFI melapor kepada Dewan Perwakilan Rakyat Indonesia bahwa mereka memproduksi kira-kira 552.000 ton tembaga, 1,56 juta *ounce* emas, dan 4,76 juta *ounce* perak per tahun. (PTFI 2005a). Tahun 2006, perusahaan ini melaporkan bahwa total hasil untuk tahun 2005 adalah 662.244 ton tembaga dan 2,8 juta *ounce* emas (PTFI 2006), secara signifikan lebih besar dari hasil rata-rata dan dari laporan kepada DPR.

Sejak penambangan terbuka Grasberg dimulai tahun 1988 setelah kandungan Ertsberg habis ditambang, penambangan ini telah memproduksi total sekitar 7.300.000 ton tembaga dan 23,3 juta *ounce* emas. Diperkirakan ada 18 juta ton cadangan tembaga, dan 46 juta *ounce* cadangan emas yang tersisa, yang menjadi dasar perkiraan waktu penutupan tambang adalah pada tahun 2041.

Figure 5. The Grasberg mine (top center) with Carstenz glacier alongside (bright blue), and tailings deposition area to the south (center), leading to the Arafura Sea (bottom). (Landsat 2003).

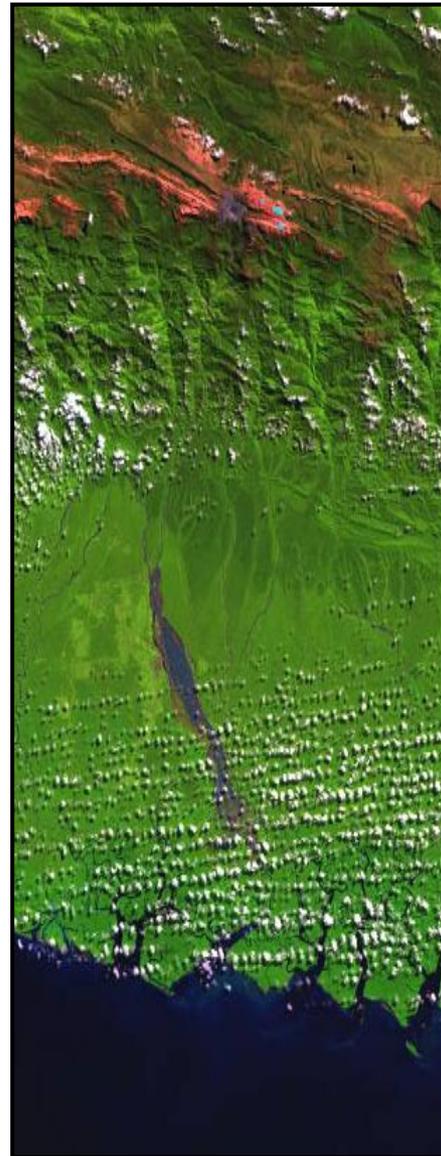




Figure 6.
Penambangan
terbuka dengan
diameter > 2 km
dijadwalkan
berlanjut hingga
2014, sedangkan
penambangan
bawah tanah
dijadwalkan hingga
tahun 2041. (MoE
2006)

Konsentrat mineral sekitar 9.000 ton perhari yang mengandung tembaga, emas, dan perak dikirim melalui sebuah saluran pipa sepanjang 112 km ke pelabuhan Amamapare untuk dikeringkan dan dimuat dalam kapal (PTFI 2005a). Tidak ada konsentrat mineral yang diproses di propinsi Papua dan hanya 37% yang diproses di Indonesia, di peleburan Gresik, JawaTimur (PTFI 2005a). Hasilnya, keuntungan bagi Papua dan Indonesia dalam hal penyediaan lapangan kerja dan pemberian nilai tambah tidak terpenuhi.

PT Freeport Indonesia (PTFI) adalah anak perusahaan dari perusahaan AS Freeport McMoran Copper and Gold Inc. Freeport McMoran Copper and Gold Inc. terdaftar di bursa efek New York, dan PTFI terdaftar di bursa efek Jakarta. Pemegang saham di PTFI pada Maret 2006 adalah :

Freeport McMoRan Copper & Gold Inc.	81.28%
PT Indocopper Investama	9.36%
Pemerintah Indonesia	9.36%

Bagaimanapun, karena Freeport McMoran memiliki PT Indocopper Investama, sejatinya perusahaan berbasis Amerika Serikat ini mempunyai lebih dari 90% kepemilikan dari anak perusahaan Indonesianya. Pengaturan keuangan di tambang Freeport menjadi lebih kompleks, karena sekarang perusahaan ini merupakan *joint venture* antara perusahaan AS Freeport McMoran dan perusahaan Inggris/Australia Rio Tinto.

Pada bulan Mei 1995, Rio Tinto menginvestasikan kira-kira \$1,7 miliar untuk membentuk perusahaan *Joint Venture* dengan Freeport McMoran (yang selanjutnya disebut Freeport-Rio Tinto). Investasi Rio Tinto digunakan untuk menggandakan tingkat produksi di sumber Grasberg dan mendanai penelitian serta pembangunan konsesi-konsesi lain di Propinsi Papua yang dipegang oleh Freeport McMoran, yaitu:

- Kontrak Karya A, daerah seluas 10.000 ha mengelilingi tambang Freeport yang beroperasi sekarang;
- Kontrak Karya B, daerah konsesi yang sangat besar dengan luas 1,3 juta ha membentang ke arah timur melewati barisan pegunungan Sudirman.

- Konsesi seluas 490.000 hektare yang dipegang oleh PT Irja Eastern Minerals Corporation, sebuah anak perusahaan Freeport (PTFI 1998b)

Sebagai imbalan dari investasi \$1,7 miliar, Rio Tinto menerima pembagian saham kecil di Freeport-McMoran, (yang kemudian dijual pada tahun 2004), tapi yang lebih penting, mereka mendapat 40% hak atas Kontrak Karya utama yang telah disebutkan di atas. Rio Tinto juga memiliki hak atas keuntungan sebesar 40% dari output produksi yang ditingkatkan sejak saat *joint venture* terbentuk. Ini berarti Rio Tinto menerima 40% keuntungan dari 120.000 ton perhari bijih logam yang diproses, yaitu perbedaan antara tingkat produksi sekarang (238.000 ton per hari) dan produksi tahun 1994 (118.000 ton perhari). Keuntungan Rio Tinto dari tambang Freeport bernilai \$232 juta pada tahun 2005 (Metal Bulletin 2006).

Walaupun operasi tambang sehari-harinya dikelola oleh anak perusahaan, yaitu PT Freeport Indonesia, staf Freeport McMoran dan Rio Tinto sejak 1996 terlibat dalam pengambilan keputusan manajerial penting termasuk perencanaan, perancangan, dan implementasi sistem pengelolaan limbah (Neale et al 2003, Miller et al 2003)

Hingga saat ini Papua menikmati hanya sedikit pendapatan dari tambang Freeport padahal pemerintah berjanji bahwa propinsi ini akan menerima bagian yang lebih besar dari penerimaan sumber daya alam mereka setelah peraturan otonomi daerah diterapkan. Menurut Freeport (2005a), 87% dari pajak dibayar ke pemerintah nasional dan hanya 13% dibayarkan pada Propinsi Papua dan pemerintah lokal. Distribusi seperti ini timbul karena pendapatan yang diterima propinsi dari proyek pertambangan termasuk 80% pembayaran royalti dan penyewaan, yang relatif lebih kecil dibandingkan pajak pendapatan yang dibayar perusahaan langsung ke Jakarta, seperti yang ditunjukkan berikut. Perusahaan melaporkan (PTFI 2005a) bahwa pajak yang dibayar pada tahun 2004 ke pemerintah Indonesia adalah:

Pembayaran royalti	US\$ 37,6 juta
Pajak Penghasilan	US\$ 150,5 juta
Pajak lainnya	US\$ 62,1 juta

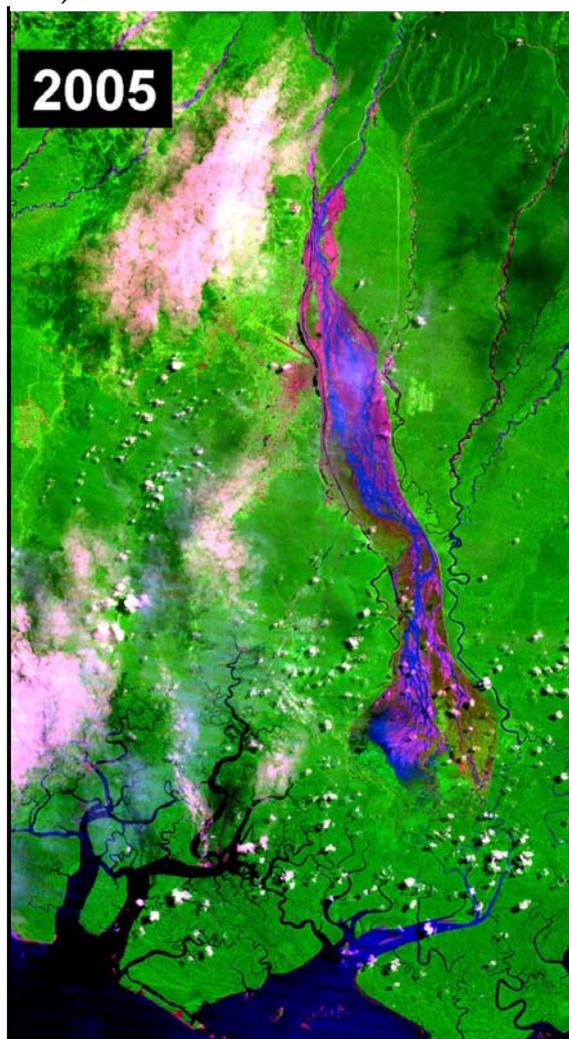
Pajak Penghasilan naik secara signifikan tahun 2005 karena kenaikan harga logam, dimana total pajak yang dibayarkan dilaporkan mencapai sekitar US\$ 1,2 milyar.

Hanya 20% dari tenaga kerja di tambang Freeport berasal dari Papua (PTFI 2005a). Kebanyakan dari mereka bukan suku asli Amungme, yang merupakan pemilik asli tanah dari dataran tinggi di sekitar situs tambang. Lebih sedikit lagi adalah suku asli Kamoro, yang merupakan pemilik tradisional dari tanah di dataran rendah yang memikul dampak terberat tambang tersebut terhadap sumber daya alam produktif. Kegagalan Freeport dalam menyediakan porsi lapangan kerja yang lebih besar bagi penduduk setempat yaitu suku Amungme dan Kamoro telah dinyatakan oleh para pemimpin setempat dan penduduk sebagai penyebab utama kekecewaan. (wawancara, 2005, 2006).

2.4 Limbah Tambang: *Tailings* dan *Waste Rock*

Selain limbah industri biasa, Freeport-Rio Tinto memproduksi dua jenis limbah khusus, yang disebut *tailings* dan batuan limbah. Dari batuan yang digali dari pegunungan, lebih dari separuhnya adalah *overburden*, yaitu bijih logam kualitas rendah yang menutupi kandungan logam kualitas lebih tinggi di bawahnya. Setelah *overburden* ini digali, lalu dibuang ke dataran tinggi, maka kemudian disebut “*waste rock*” atau batuan limbah. Batuan limbah ini mengandung persentase mineral yang lebih rendah dari standar yang dipakai Freeport untuk dapat diproses sebagai bijih tambang. Standar kualitas untuk pemrosesan bijih yang diterapkan Freeport memang dibuat lebih tinggi daripada penambangan lainnya yang setingkat di seluruh dunia. Penghamburan dan dampak lingkungan yang melekat pada kebijakan ini akan dibahas dalam bagian “High Grading”. Tahun lalu saja, hampir seperempat miliar ton batuan limbah dibuang (225 juta ton menurut *Environment Plan 2005* milik perusahaan), yang jika dirata-ratakan mencapai lebih dari 600.000 ton per hari. Kebanyakan dari limbah tersebut memiliki kandungan tembaga yang di tambang lain akan dianggap cukup bernilai untuk diproses sebagai bijih. Perusahaan dan sumber-sumber lain memperkirakan lebih dari 3 miliar ton (PTFI 1997) atau bahkan 4 miliar ton (Leith 2003) batuan limbah akan dihasilkan dari penambangan terbuka Grasberg sampai tahun 2014.

Figure 7. Pengendapan *tailings* di ADA sekarang membentang dari kaki pegunungan Jayawijaya hingga muara sungai Ajkwa. (Landsat5, 24 April 2005)



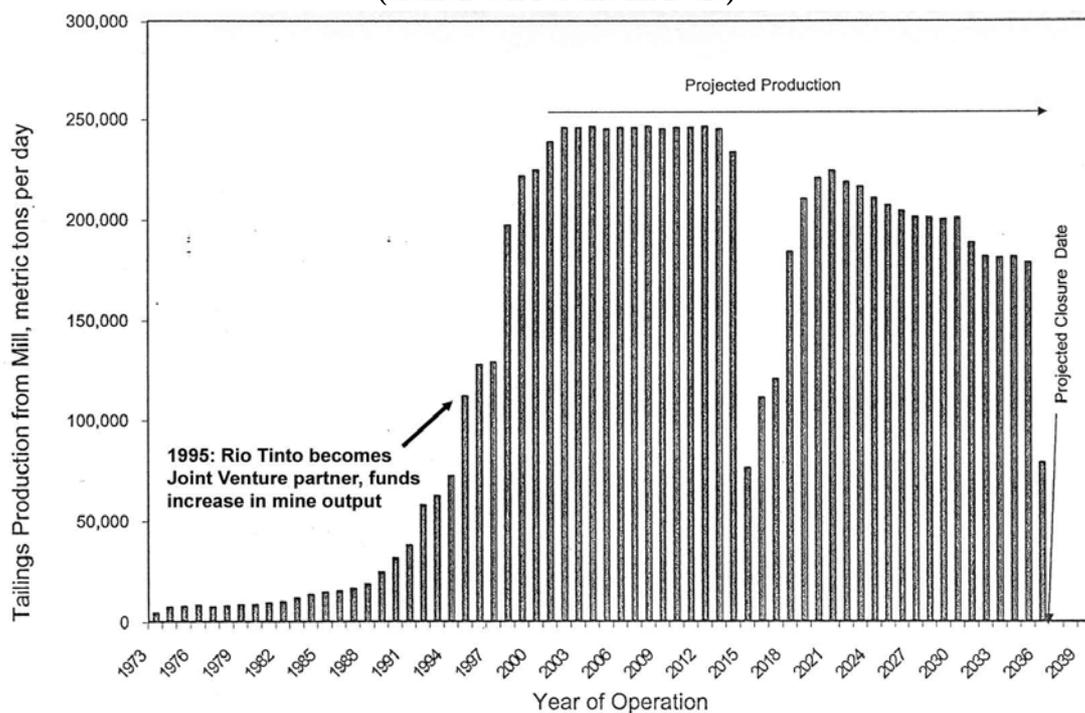
Tipe kedua dari limbah, “*tailings*”, adalah bijih logam halus yang dikeluarkan dari kilang setelah proses ekstraksi mineral yang bernilai komersial. Bijih logam dialirkan pertama-tama melalui kilang penghancur kasar, dan kemudian melalui kilang penghancur halus yang memperkecil 80% partikel sehingga ukurannya menjadi kurang dari 200 μm . Partikel *tailings* berkisar antara 1.000 μm hingga kurang dari 40 μm . Partikel ini kemudian diproses dalam larutan SIBX yang mengandung bahan reaksi (reagent) pemroses dan pengapung bijih logam SIBX, Isobutyl Alcohol, Oreprep OTX-140, Hyperfloc A-237 dan Cytec S-7249 (komposisi dapat dilihat dalam bagian s.**Error! Reference source not found.**).

Mineral yang mengandung tembaga, emas dan perak ditangkap oleh busa yang dihasilkan oleh *bahan-bahan reaksi (reagents)* tersebut dan dibawa ke permukaan bejana pemrosesan. Konsentrat mineral ini diangkat di permukaan dan dipompa ke bawah gunung menuju pelabuhan, yang mewakili 3% dari bijih logam telah terproses. Sebanyak 97% sisanya mengendap di dasar bejana pemrosesan sebagai limbah, dikenal dengan sebutan *tailings*. *Tailings* dibuang dari kilang ke Sungai Aghwagong Timur, dan dialirkan ke Sungai Aghwagong melalui Sungai Aghwagong Barat, tak jauh di bawah kilang. Sungai Aghwagong menuruni

gunung dan menyatu dengan Sungai Otomona, yang membawa *tailings* ke dataran rendah. Disini *tailings* memasuki kanal Sungai Ajkwa yang membentuk Ajkwa Deposition Area yang selanjutnya dirujuk sebagai ADA (pada tahun 2005 aliran Sungai Ajkwa dialihkan dari titik pertemuannya dengan Sungai Otomona). Ini disebut pembuangan limbah *tailings* ke sungai (*riverine tailings disposal*).

Tingkat pembuangan *tailings* ini, yang hampir sama dengan jumlah bijih logam yang terproses setiap harinya, relatif lebih rendah pada tambang Ertsberg (1973-1991). Dengan pembentukan *joint venture* Freeport-Rio Tinto, izin diberikan pada tahun 1997 untuk meningkatkan produksi bijih logam hingga 300.000 ton perhari. Figure 8 menunjukkan bahwa produksi *tailings* melipatganda dari masa pra-Rio Tinto (1994) sebanyak 118.000 ton per hari menjadi rata-rata terakhir 238.000 ton perhari. Tingkat pembuangan limbah ini akan terus berlanjut hingga tahun 2015 ketika penambangan menjadi hanya penambangan bawah tanah saja dan produksi *tailings* akan menurun menjadi kira-kira 200.000 ton per hari hingga penambangan dihentikan pada tahun 2041. (beberapa tahun lebih lama dari yang diperkirakan dalam Figure 8).

Figure 8. Pembuangan Tailing Per Hari di Tambang Freeport : Dulu dan Sekarang (diambil dari Parametrix 2002a)



Dengan hanya beberapa pengecualian, penambangan lain di dunia menggunakan bangunan penampungan *tailings*, biasanya sebuah bendungan, untuk mencegah keluarnya *tailings* ke lingkungan yang lebih luas, dan untuk meminimalisir luas wilayah yang terkena dampak limbah. Malahan, Freeport-Rio Tinto menggunakan dataran banjir sungai dataran rendah pada kedua sisi panjang dan lebarnya. Freeport-Rio Tinto telah membangun beberapa tanggul yang terpisah beberapa kilometer di kedua sisi dataran banjir sungai Ajkwa yang asli, dan *tailings* ini direncanakan untuk memenuhi daerah diantara kedua tanggul, yang berdampak pada area seluas 230 Km². *Tailings* tidak dibendung di hilir sungai, jadi sejumlah besar *tailings* pada akhirnya akan terhanyut ke muara sungai dan terus mengalir ke laut.

Freeport-Rio Tinto menyatakan bahwa mereka menggunakan dataran banjir sungai dan bukan bendungan karena tingginya curah hujan dan aktivitas seismik di Papua, sehingga tidak memungkinkan pembangunan bendungan di dataran rendah. Kondisi ini memang mendatangkan tantangan teknik, akan tetapi pernah diatasi di lain tempat; dan bendungan besar dalam kondisi seperti ini ada di tempat lain. Adalah diluar pembahasan laporan ini untuk menilai apakah bendungan *tailings* bisa dibangun dengan aman di tambang Freeport, tapi bagaimanapun perlu diakui bahwa posisi yang dipegang oleh pihak pemerintah di seluruh dunia adalah sebuah penambangan tidak boleh beroperasi apabila ia tidak bisa menampung limbahnya secara aman.

Standar praktek industri pertambangan lainnya adalah untuk memompa *tailings* melalui pipa dari kilang ke bendungan *tailings*. Freeport-Rio Tinto mengatakan mereka menggunakan Sungai Aghwagon dan Sungai Otomona untuk mengalirkan *tailings* ke ADA di dataran rendah karena daerah yang curam dan rentan terhadap longsor, yang membuat pemipaan dari kilang ke ADA tidak mungkin dilakukan. Bagaimanapun, perusahaan ini berhasil mengalirkan konsentrat mineral dari kilang ke pelabuhan di laut melalui pipa, dan memompa bahan bakar solar ke arah sebaliknya, juga melewati pipa.

Freeport-Rio Tinto telah menanggapi kritik mengenai pembuangan limbah ke sungai dengan pernyataan bahwa sungai-sungai di daerah tersebut secara alamiah membawa muatan bersedimen tinggi. Faktanya, daya dukung sedimen alami rata-rata Sungai Ajkwa dilaporkan hanya sebesar 15.000 - 20.000 ton perhari (Leith 2003), yang berarti hanya 6% hingga 8% dari sedimen terhanyut dalam sungai saat ini adalah normal, dan sisanya adalah *tailings* dari tambang. Faktanya, ada tambahan muatan sedimen dari erosi buangan batuan limbah yang mudah lepas dan dari daerah dataran tinggi yang terganggu oleh kegiatan penambangan, yang tidak dicantumkan dalam laporan perusahaan.

Salah satu dari sedikit tambang di dunia yang menggunakan pembuangan limbah melalui sungai adalah tambang Ok Tedi di negara tetangga Papua Nugini. BHP (sekarang BHP-Billiton), perusahaan Australia yang membangun tambang Ok Tedi, juga memilih untuk membuang *tailings* 80.000 ton/hari melalui Sungai Ok Tedi dan Sungai Fly, dan menyatakan alasan yang sama seperti yang dikemukakan Freeport-Rio Tinto. Setelah dampak parah dari *tailings* terhadap Sungai Ok Tedi dipastikan secara ilmiah, termasuk melalui *Human Health dan Ecological Risk Assessment* (Parametrix dan URS 1999), BHP-Billiton melepaskan saham mayoritasnya di tambang tersebut untuk menghindari pertanggungjawaban hukum lebih lanjut, dan menyatakan bahwa mereka menyesal telah menggunakan pembuangan *tailings* melalui sungai dan tidak akan menggunakan cara ini lagi di masa datang.

Sejak tahun 1972 hingga 1997, sebelum Rio-Tinto mendanai peningkatan produksi penambangan, Freeport telah membuang 253 juta ton *tailings*, dimana 114 juta dibuang di dataran rendah dan 8 juta dibuang di muara sungai Ajkwa, sedangkan mayoritas limbah *tailings* sebesar 131 ton berakhir di laut Arafura (PTFI 1997).

Sejak saat itu, laju pembuangan *tailings* telah meningkat secara dramatis: secara kumulatif, 1 miliar ton *tailings* telah dikeluarkan sejak 1972 sampai akhir 2005. Laporan ini memperkirakan 945.000.000 ton limbah yang diproduksi hingga akhir 2005, yang dihitung dari total spesifik sejak tahun 1972 hingga 1997 yang dikutip dalam laporan PTFI (1997), ditambahkan ke total yang diperkirakan untuk periode 1998 sampai 2005 seperti ditunjukkan Figure 8 atas. *Tailings* tambang

Freeport yang dibuang dalam seperempat abad pertama hanyalah seperempat dari total *tailings*, sisanya dibuang selama 8 tahun setelah Rio-Tinto berinvestasi.

Secara total, akan ada 3 miliar ton *tailings* yang dibuang selama masa operasi PTFI hingga penutupan pada tahun 2041 (PTFI 1997, 1999b). Kalau kita mempertimbangkan 3 hingga 4 miliar batuan limbah yang juga akan dihasilkan tambang Freeport, ini berarti tambang ini akan membuang 6 hingga 7 miliar ton limbah selama masa operasinya. Ini salah satu yang terbesar, atau bahkan volume limbah terbesar yang pernah diproduksi oleh sebuah aktivitas industri di dunia.

Figure 9. Daerah Pengendapan Ajkwa (ADA). (MoE 2006).



2.5 Analisis Potensi Dampak oleh Parametrix

Dalam persyaratan spesifik dari izin lingkungan tambang Freeport tahun 1997, RKL RPL 300K, ditentukan bahwa Freeport-Rio Tinto harus membuat Environmental Risk Assessment (ERA) atau disebut juga Penilaian Risiko Lingkungan. Freeport menugaskan Parametrix dari Washington, AS untuk melakukan ERA dari tahun 1998-2002. Data yang digunakan dalam ERA dikumpulkan dari pemantauan lingkungan rutin yang dilakukan PTFI dan dari penelitian-penelitian yang dibuat Parametrix.

2.5.1 Kurangnya transparansi dan alternatif pilihan

Parametrix juga menangani penilaian risiko untuk tambang Ok Tedi, yang oleh BHP diumumkan kepada masyarakat luas melalui situs webnya. Penilaian risiko Ok Tedi mengeksplor beberapa pilihan untuk mengurangi dampak dari pembuangan limbah ke sungai, walaupun secara terbatas. Freeport-Rio Tinto bahkan tidak meminta Parametrix untuk melakukan eksplorasi pilihan serupa dalam ERA tambang Freeport .

Informasi mengenai berbagai pilihan atas dampak lingkungan akan dibutuhkan apabila para pihak, terutama penduduk setempat dan pemerintah lokal, diikutsertakan dalam pengambilan keputusan. Sebenarnya, manajemen Ok Tedi saat ini mengakui bahwa keputusan-keputusan sulit mengenai untung-rugi keputusan, terutama mengenai pengelolaan *tailings* dan penutupan tambang, membutuhkan:

“Komunikasi yang terbuka, transparan, dan jujur mengenai fakta-fakta, mendengar pendapat dari para pihak dan memfasilitasi agar suara dari masyarakat terpendil dapat terdengar.... Pada akhirnya, semua bukan terserah pada kami untuk menentukan keseimbangan yang pantas dari berbagai faktor sosial, lingkungan dan ekonomi.”
(Faulkner/Ok Tedi 2005)

Tentu saja, waktu yang tepat untuk kejujuran dan transparansi adalah ketika sebuah tambang akan dibangun dan dirundingkan dengan penduduk setempat, bukan setelah tambang itu beroperasi selama berdekade lamanya, seperti yang terjadi pada tambang Ok Tedi dan Freeport. Meskipun waktu tidak bisa diputar lagi, masih ada pilihan yang harus diambil berkaitan dengan dampak-dampak tambahan di waktu yang akan datang.

Freeport-Rio Tinto memilih untuk tidak membuka hasil ERA kepada publik. Tidak ada dokumen ataupun temuan ERA tercantum dalam situs web Freeport McMoran maupun Rio Tinto. Dokumen ini tidak terbuka untuk Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) Indonesia ataupun untuk publik; juga tidak dimasukkan dalam perpustakaan umum ataupun di Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral, dan sepertinya juga tidak ada di perpustakaan universitas-universitas di Indonesia. WALHI mendapatkan akses ke dokumen ERA setelah berminggu-minggu mengirim petisi pada staf senior Kementerian Lingkungan Hidup dan menulis permintaan tertulis ke kantor Kementerian. Staf Kementerian Lingkungan Hidup yang menyediakan akses ke ERA dan dokumen-dokumen lingkungan Freeport lainnya tidak bersedia disebut namanya.

Dokumen ERA bukan hanya tidak bisa diakses secara fisik, ilmuwan yang dikontrak untuk mengkaji banding ERA juga telah berkomentar bahwa menurut mereka dokumen ini sulit dimengerti:

“Laporan Parametrix (2002), khususnya bagian yang menguraikan tentang risiko yang didasarkan pada pemantauan biologi tidak disusun secara sistematis ... pada beberapa bagian, nilai yang disajikan dalam teks tidak sama dengan nilai yang disajikan dalam gambar. Banyak informasi yang tidak berkaitan dengan topik suatu bagian laporan tertentu diberikan, dan tentunya hal ini menimbulkan kerancuan yang tidak perlu ketika membaca bagian tersebut.” (ERA Review Panel, 2002).

Sejauh yang diketahui WALHI, tidak ada dokumen yang diterjemahkan dalam bahasa Indonesia. Perlu dipertanyakan bagaimana mungkin pemerintah Indonesia yang sibuk dapat diharapkan untuk membaca secara seksama dokumen ERA dalam bahasa Inggris setebal hampir 1.000 halaman.

Freeport-Rio Tinto telah menutupi data, prediksi, dan analisis pilihan yang penting dari mata penduduk lokal, LSM, dan masyarakat luas. Ini bertentangan dengan hak publik untuk mendapat informasi tentang lingkungan seperti yang diatur dalam Undang-Undang Lingkungan Hidup

Indonesia (1997, pasal 5(2)), juga bertentangan dengan prinsip keterbukaan yang didesakkan oleh Bank Dunia terhadap permasalahan serupa yang dihadapi di Papua Nugini.

“Kami menyambut dan mendorong penilaian yang terbuka dan jujur terhadap dampak-dampak lingkungan dari operasi penambangan yang telah berlangsung....Pengakuan OTML (Ok Tedi Mining LTD) terhadap pandangan yang mengemuka selama ini bahwa operasi mereka menimbulkan dampak lingkungan yang signifikan serta dimensi sosial dari dampak tersebut menjadi keprihatinan besar bagi organisasi lokal, nasional dan internasional. Akhirnya, kami merasa penting kiranya agar para pihak dalam proses pengambilan keputusan sesegera mungkin dilibatkan dan keprihatinan mereka dipertimbangkan sepenuhnya.” (World Bank 2000b)

2.5.2 Kaji Ulang (Peer-review)

Analisis Risiko oleh Parametrix baik untuk tambang Ok Tedi maupun tambang Freeport perlu melalui proses kaji ulang (peer-review). Laporan Analisis Risiko dari Parametrix yang ditugaskan oleh BHP untuk tambang Ok Tedi menjadi sasaran analisis kritis dari para ahli dari AS, Kanada dan Australia, yang keahliannya diakui secara internasional. Karena mereka tidak berurusan dengan politik di Papua Nugini, maka memungkinkan bagi mereka untuk lebih bebas dan mandiri dalam membuat kesimpulan kritis terhadap data yang disajikan di ERA (Chapman et al 2000).

Sebaliknya, Tim Panel Kajian (the Review Panel Team atau RPT) yang dibentuk untuk mengkaji ulang ERA yang dihasilkan Parametrix untuk Freeport, tidak melibatkan ahli asing. Selain melibatkan ahli dari Indonesia yang tentunya memahami kondisi di Indonesia, akan sangat baik untuk mengikutsertakan ahli dari luar negeri bereputasi internasional yang bebas dari pengaruh politik dan keuangan Freeport di Indonesia. Selain itu mereka dapat membawa pengalaman dari berbagai kasus serupa yang terjadi di luar negeri.

Independensi RPT sangat penting dalam menjamin bahwa proses kajian ulang benar-benar terbuka. Sayangnya, ada beberapa alasan yang melatarbelakangi kekhawatiran bahwa banyak anggota tim ini yang menjadi sasaran tekanan politik ataupun keuangan, yang menghalangi mereka secara terbuka mengemukakan kekhawatiran-kekhawatiran mengenai lingkungan dan kesehatan. Secara spesifik, dari dua anggota RPT yang berasal dari LSM, keduanya tidak memiliki kualifikasi ilmiah, dan keduanya adalah pemimpin LSM lokal (LEMASA dan LEMASKO) yang menerima pembayaran tahunan sebesar ratusan ribu dolar dari Freeport. Sebenarnya, meskipun ia merupakan pemimpin masyarakat yang dihormati, namun laporan RPT luput mencatat bahwa anggota “LSM” tersebut yaitu Tom Beanal adalah anggota dari Dewan Komisaris Freeport Indonesia sejak tahun 1999 (Leith 2003). Anggota RPT yang lain adalah dari Universitas Indonesia (8 anggota), Institut Pertanian Bogor (2 anggota), Universitas Cendrawasih di Papua, Institut Teknologi Bandung, Universitas Gajah Mada, dan beberapa pegawai pemerintah (8 anggota). Banyak staf dari setiap institusi pendidikan tersebut bekerja di Freeport sebagai konsultan, termasuk melakukan banyak penelitian yang menjadi bagian proses ERA itu sendiri. Sementara, pemerintah Indonesia adalah pemegang saham langsung di PTFI, selain penerima pajak yang signifikan dari penambangan tersebut. Hanya pegawai pemerintah yang berani, dan tidak peduli dengan kenaikan karir, yang benar-benar siap “mengguncang” Freeport.

2.5.3 Meremehkan Risiko

ERA cenderung meremehkan beberapa risiko lingkungan karena kerap kali tidak menerapkan pengukuran ekologi standar untuk keanekaragaman hayati. Index standar untuk kesehatan ekologi, digunakan untuk membandingkan situs yang terkena dampak dengan situs rujukan, menguji komposisi spesies untuk dibandingkan dengan spesies mana yang masih ada dan juga memasukkan pengukuran jumlah individu dari tiap spesies untuk mendapatkan gambaran yang akurat mengenai tingkat kerusakan lingkungan. ERA, bagaimanapun, kerap kali mengambil pendekatan yang jauh lebih disederhanakan, yaitu menghitung jumlah spesies tanpa menghitung jumlah individual dan tanpa memikirkan apakah spesies tersebut sama dengan spesies yang ada sebelum dampak *tailings* terjadi, seperti yang dikatakan Panel Kaji Ulang ERA:

“Pembandingan yang dilakukan [oleh Parametrix] lebih difokuskan pada jumlah taksa, idealnya perbandingan juga dilakukan pada komposisi taksa. Jumlah taksa dan komposisi taksa memiliki makna ekologis yang berbeda bagi integritas fungsional suatu ekosistem.”
(Panel Kaji Ulang ERA, 2002)

Ini penting baik secara ekologi maupun secara ekonomi. Contohnya, bila spesies ikan air tawar, yang tidak tahan terhadap *tailings*, digantikan oleh ikan yang tahan terhadap air keruh, apakah itu bukan dampak yang signifikan secara ekonomi dan ekologi? Selain itu, apabila sebuah spesies masih tetap ada tapi dengan penurunan jumlah individual yang drastis, ini juga mengindikasikan adanya dampak signifikan. Jenis gangguan terhadap lingkungan seperti ini telah dinyatakan dalam Allen et al (1997) *Survey Keanekaragaman Ikan*, yang menemukan jumlah yang sama dari spesies-spesies yang hidup di muara sungai yang terkena *tailings* dengan muara sungai tanpa *tailings*, tapi dengan komposisi spesies berbeda. Spesies air tawar tidak ditemukan atau jarang terdapat di situs *tailings*, dan beberapa kelompok spesies, seperti ikan lele, yang mampu hidup di air keruh, lebih banyak ditemukan di situs *tailings*. (Parametrix 2002a)

Panel Kaji Ulang ERA, (2002) menyatakan bahwa yang semakin menyulitkan masalah, analisis ERA terkadang berdasarkan jumlah famili, yang dari sudut pandang taksonomi bahkan lebih tidak jelas dibandingkan analisis berdasarkan jumlah spesies. Panel Kaji ulang ERA mencurigai bahwa risiko yang lebih tinggi terhadap hewan invertebrata di muara Ajkwa akan teridentifikasi pendekatan yang disederhanakan ini tidak digunakan.

3 Mengatur Freeport-Rio Tinto

3.1 Undang-Undang Pembuangan Limbah Cair

Pembuangan limbah *tailings* ke sungai adalah pelanggaran hukum (illegal) menurut UU lingkungan Indonesia sejak 1990. Pada Desember 2001, larangan ini diperkuat oleh PP 82/2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran.

Dalam surat yang dikirim pada tanggal 12 Juni 2001, Badan Pengawasan Dampak Lingkungan (Bapedal) memperingatkan *joint venture* Freeport-Rio Tinto bahwa:

- Pembuangan *tailings* ke sungai adalah pelanggaran langsung terhadap peraturan yang melarang pembuangan limbah cair maupun padat ke dalam atau ke sekitar sungai (Pasal 27 Peraturan Pemerintah No. 35 Tahun 1991 mengenai pengelolaan sungai); dan
- Apabila lumpur *tailings* dianggap sebagai limbah cair, sebagaimana yang dinyatakan dalam surat dari Gubernur Irian Jaya (540/2102/SET), maka pembuangan *tailings* ke sungai adalah juga merupakan pelanggaran langsung terhadap larangan pembuangan limbah cair ke sungai, yang diatur dalam:
 - Pasal 26(3)(e) PP 20/1990 tentang Pengendalian Pencemaran Air; dan
 - Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 tahun 1995 (Lampiran C KEPMENLH 51/1995)

Menyusul surat bulan Juni tersebut, Dewan Perwakilan Rakyat Republik Indonesia (DPR RI) meratifikasi Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001 mengenai Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Pasal 42 dari peraturan ini dalam kaitannya dengan Penjelasan Resmi berikut, secara tegas melarang pembuangan *tailings* ke sungai:

[Pasal 42: Setiap orang dilarang membuang limbah padat dan atau gas ke dalam air dan sumber air. Penjelasan Resmi PP 82/2001: "Pengertian limbah padat termasuk limbah yang berwujud lumpur dan atau slurry. Contoh dari pembuangan limbah padat misalnya pembuangan atau penempatan material sisa usaha dan atau kegiatan penambangan berupa tailing, ke dalam air dan atau sumber air."]

Peraturan yang sama juga melarang pembuangan batuan limbah oleh Freeport-Rio Tinto ke Danau Wanagon.

Tanggapan Freeport adalah bahwa mereka memiliki ijin yang tertuang dalam surat Gubernur Propinsi Irian Jaya. Surat ini menyatakan bahwa pemerintah memberi ijin untuk membuang limbah tambang (*tailings*) ke sistem Sungai Aghwagon-Otomona-Ajkwa. Menteri Lingkungan Hidup RI saat itu, Sonny Keraf, kemudian menulis kepada Gubernur untuk memberitahukan bahwa izin tersebut tidak berlaku, dan Gubernur harus meninjaunya kembali. Surat Menteri ini mencantumkan Undang-Undang Otonomi Daerah (2001) dan Undang-Undang Pengelolaan Lingkungan (1997) yang dalam Pasal 20 yang melarang pembuangan limbah industri tanpa izin pemerintah. Izin ini hanya bisa dikeluarkan oleh Menteri Lingkungan Hidup.

[Pasal 20: (1) Tanpa suatu keputusan izin, setiap orang dilarang melakukan pembuangan limbah ke media lingkungan hidup.

...

(3) Kewenangan menerbitkan atau menolak permohonan izin sebagaimana dimaksud pada ayat (1) berada pada Menteri.]

3.2 Peraturan Kualitas Air Tawar

Hukum utama mengenai lingkungan di Indonesia adalah UU Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup. Untuk menerapkan pasal 14 ayat (2) dari undang-undang ini, standar kualitas air telah ditetapkan dalam PP 82/2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (kemudian disebut PP Air).

Jenis sumber-sumber air yang dilindungi oleh PP Air (2001), yang dijelaskan dalam pasal 1 ayat (2), termasuk juga badan air yang terdapat dalam daerah kontrak karya Freeport: mata air pegunungan, Danau Wanagon, Sungai Aghawagon, Otomona dan Ajkwa, lahan basah dataran rendah, dan muara sungai Ajkwa.

Dengan tujuan pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran, PP 82/2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air merinci 4 kelompok sumber air dengan parameter kualitas air yang berbeda sesuai masing-masing kelompok. Table 1 dibawah menggambarkan 4 kelompok berdasarkan perbedaan kegunaan sumber daya air, dimana Kelas I (air minum) mempunyai batas yang lebih ketat terhadap polutan seperti tembaga dan Total Padatan Tersuspensi (TSS) dibandingkan dengan Kelas IV (untuk irigasi).

Menyangkut standar internasional, standar Australia dan New Zealand untuk kualitas air tawar (ANZECC) adalah lebih ketat dibandingkan Indonesia dengan factor 10: standar tingkat maksimum untuk tembaga terlarut demi melindungi 99% spesies adalah 1,0 µg/L; 1,4 µg/L untuk melindungi 95% spesies; 1,8 µg/L untuk melindungi 90% spesies ; dan 2,5 µg/L untuk melindungi hanya 80% spesies. ANZECC berpendapat bahwa tingkat kandungan sebesar 1,8 dan 2,5 µg/L tidak akan melindungi spesies uji utama dari keracunan kronis, dan merekomendasikan penggunaan standar perlindungan 95%, contohnya 1,4 µg/L, untuk sistem yang umum (terganggu secara moderat) (ANZECC 2000). Dengan merujuk pada berkurangnya *bioavailability* dari tembaga terlarut dalam air dengan kandungan kalsium karbonat setinggi di Sungai Ajkwa (150mg/L CaCO₃, menurut Parametrix 2002a) ANZECC merekomendasikan standar 1,4 µg/L diperlonggar oleh faktor 3,9 dan menghasilkan nilai penyesuaian khusus yaitu 5,5 µg/L untuk kondisi di Sungai Ajkwa.

Table 1. Water use classes and parameters according to the Indonesian Water Quality Management and Water Pollution Control Regulations (2001), and ANZECC standards (2000).

Indonesian water class or foreign standard	Water for use as:	Water Quality Parameter (maximum limit)	
		TSS (mg/L)	Dissolved Copper ($\mu\text{g/L}$)
Class I	Drinking water suitable for simple [village-style] treatment e.g. filtering and boiling.	50	20
Class II	Fresh water fish, animal husbandry, watering gardens, water-based recreation.	50	20
Class III	Fresh water fish, animal husbandry, or watering gardens.	400	20
Class IV	Irrigation.	400	200
Australian (ANZECC)	For protection of 95% of fresh water species (recommended value for typical moderately disturbed systems) is 1.4 $\mu\text{g/L}$ multiplied by factor of 3.9 for Ajkwa River's hard water.	-	1.4 x 3.9 = 5.5

Pasal 55 dari PP Air (2001) merinci bahwa Kelas II adalah kategori standar yang bisa diterapkan pada sumber air kecuali jika disebutkan sebaliknya oleh pemerintah. Bagaimanapun, sesuai dengan semangat PP Air (2001), sudah sepantasnya dilakukan pengujian terhadap penggunaan sistem Sungai Aghwagun-Otomona-Ajkwa, lahan basah dataran rendah, serta muara oleh suku Amungme dan Kamoro pada waktu dulu dan sekarang, yang mana telah dinyatakan dalam beberapa penelitian. Penelitian antropologi oleh Universitas Cendrawasih dan Australian National University pada 1998 menunjukkan persentase yang tinggi dari keluarga-keluarga suku Kamoro di delapan pemukiman di dataran rendah yang menggunakan air sungai untuk mencuci (mencapai 95%) dan sebagai sumber air minum utama (mencapai 60%) (UABS 1998b). Human Health Risk Assessment (Analisis Risiko Kesehatan Manusia), dalam Volume 2 dari ERA menyatakan:

“Suku Kamoro memiliki ketergantungan yang besar pada sungai untuk kelangsungan hidup mereka. Ini bisa dilihat pada banyak kelompok masyarakat Kamoro (di dataran rendah, muara sungai) yang membangun pemukiman mereka di dekat sungai atau laut untuk mempermudah akses transportasi (misalnya dengan sampan), juga akses ke makanan (ikan, moluska, sagu), dan juga akses air untuk mandi, rekreasi dan minum.” (Parametrix 2002b)

Suku Amungme yang hidup di dataran tinggi dekat tambang sekarang telah mendapat akses pipa air minum yang disediakan Freeport, tapi mereka masih menggunakan sungai di dataran tinggi untuk keperluan sehari-hari:

“Kunjungan RPT ke lokasi pada bulan Agustus 2002 melaporkan bahwa penduduk Banti masih tetap terpapar tailing melalui sungai ... Penduduk masih terpapar oleh tailing di sungai melalui kontak, inhalasi, dan air minum, karena anak-anak dan orang dewasa bermain dan mencari emas di sungai tersebut.” (ERA Review Panel, 2002).

Seperti yang dapat dilihat dari kegunaan di atas, baik Kelas I maupun Kelas II dari Table 1 i atas merupakan klasifikasi penggunaan air yang layak untuk sumber-sumber air tersebut, kesimpulan ini didukung oleh Deputi Menteri Lingkungan Hidup untuk Komunikasi, Bpk. Sudarijono, yang pada 17 Februari 2006 menjelaskan kepada publik bahwa Kelas II dari PP Air (2001) berlaku pada sungai-sungai yang terkena dampak operasi Freeport (Suara Pembaruan, 2006).

ERA telah mengidentifikasi bahwa total padatan tersuspensi TSS dan tembaga terlarut adalah dua pencemar utama pada sumber-sumber air yang disebabkan oleh operasi Freeport-Rio Tinto. Seperti yang dapat dilihat dalam Table 1 di atas, PP Air (2001) memberi spesifikasi konsentrasi maksimum TSS adalah 50 (mg/L) dan konsentrasi maksimum tembaga terlarut adalah 20 ($\mu\text{g/L}$) dalam air Kelas II.

Table 2 hingga Table 4 pada akhir bagian ini menyajikan kompilasi pengukuran kualitas air di daerah air tawar yang terkena dampak *tailings* Freeport, dari sungai Aghwagong hingga muara Sungai Ajkwa bagian atas. Lokasi situs sample dapat dilihat di Figure 1 di bawah. Untuk perbandingan visual dengan PP Air Indonesia (2001), lihat Figure 10 dan Figure 11 di bawah.

Figure 10. Kualitas air di Sungai Ajkwa bagian bawah dibandingkan dengan batas legal untuk tembaga terlarut dan sungai tetangga yang menjadi rujukan (sungai kontrol)

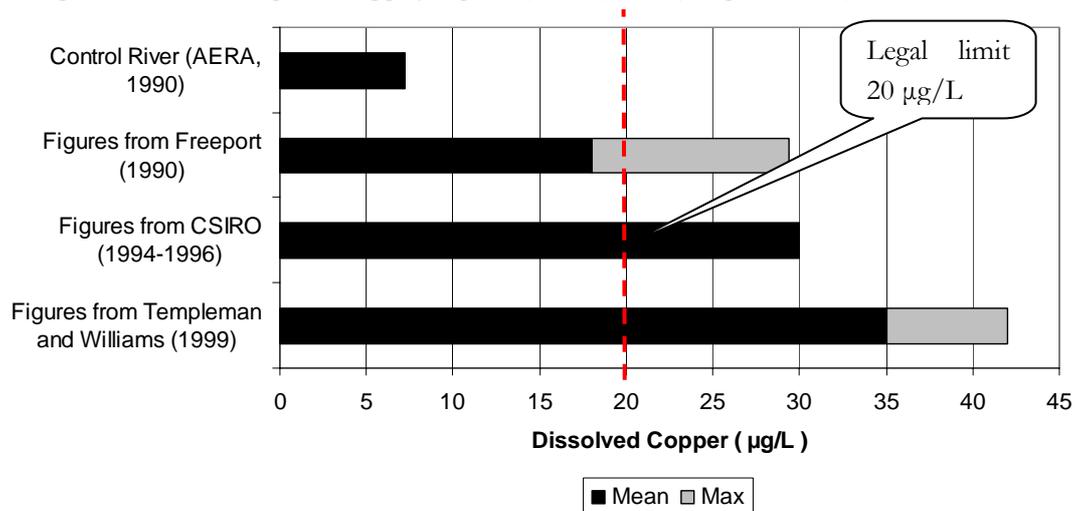
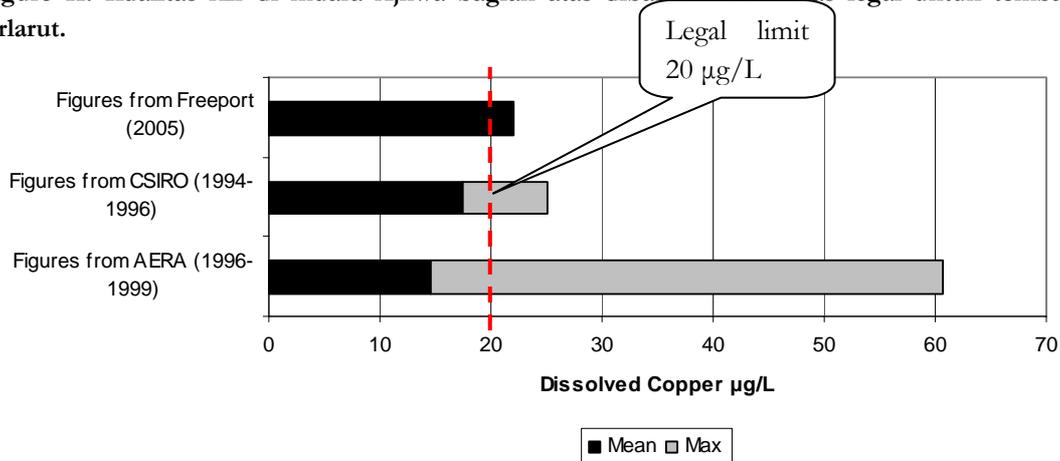


Figure 11. Kualitas Air di muara Ajkwa bagian atas dibandingkan batas legal untuk tembaga terlarut.



Pasal 60 dari PP Air (2001) menyatakan bahwa undang-undang ini bisa segera diterapkan pada kasus setelah diundangkan pada 14 Desember 2001. Maka, Freeport bertanggungjawab secara hukum untuk mematuhi standar kualitas air sejak tanggal tersebut. Dulu, Freeport berargumen bahwa Analisis Dampak Lingkungan yang dilakukan di tahun 1997 terdiri dari serangkaian standar khusus yang harus dipenuhi perusahaan. Pada faktanya, semua orang dan semua perusahaan harus mentaati hukum lingkungan nasional yang mungkin berubah dari waktu ke waktu. Namun, bahkan jika argumentasi Freeport ini diterima, pasal 56 ayat (1) menyatakan:

“(1) Dalam jangka waktu selambat-lambatnya 3 (tiga) tahun sejak diundangkannya Peraturan Pemerintah ini, baku mutu air yang telah ditetapkan sebelumnya wajib disesuaikan dengan ketentuan dalam Peraturan Pemerintah ini.”

Dengan kata lain, pemaknaan leluasa dari peraturan ini menyatakan bahwa Freeport memiliki waktu tiga tahun untuk menyesuaikan operasinya untuk mentaati standar dalam PP Air (2001). Izin standar kualitas air yang lebih longgar yang mungkin mereka gunakan sebelumnya tidak berlaku lagi setelah 14 Desember 2004.

Harap diperhatikan bahwa dalam laporan Freeport berjudul “*Working Towards Sustainable Development: 2004 Economic, Social and Environmental Report*”, perusahaan menyajikan sebuah grafik, yang dapat dilihat dalam **Error! Reference source not found.**, yang memperlihatkan konsentrasi tembaga terlarut sebesar 1.000 µg/L seperti dalam standar air minum Indonesia untuk tembaga. Sebenarnya ini adalah standar untuk air yang terkumpul dari material awal untuk pemrosesan melalui kilang pemroses air modern dengan skala industri yang memisah, menyaring, dan membuang polutan. Faktanya, air Sungai Ajkwa mengandung total padatan tersuspensi (TSS) dan tembaga berkali lipat melebihi standar untuk air minum dalam kelas I yaitu 20 µg/L (Cu) dan 50 mg/L, bisa dilihat di Table 1 di atas.

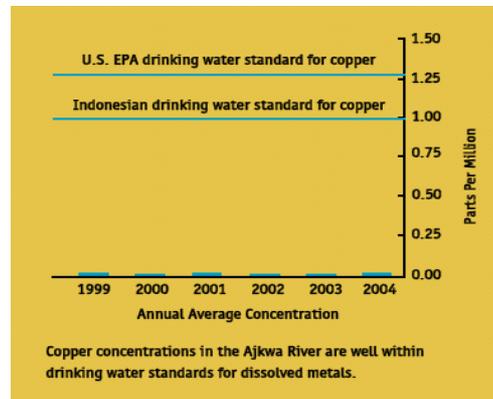


Figure 12. Grafik ini, yang muncul dalam laporan lingkungan tahunan Freeport, menyatakan standar yang tidak relevan dan tidak menghiraukan standar kualitas air sungai di Indonesia.

Pernyataan oleh Freeport ini juga menyesatkan karena standar air minum untuk tembaga bukanlah menjadi persoalan utama dalam membahas kondisi Sungai Ajkwa saat ini. Ini disebabkan manusia memiliki toleransi tinggi terhadap tembaga yang dikonsumsi, sedangkan standar untuk melindungi kehidupan air menjadi relevan karena tembaga jauh lebih beracun bagi organisme perairan.

Table 2. Kualitas air di sungai Aghawagon dan Otomona, dibandingkan dengan batas legal.

Location	Total Suspended Solids in mg/L (legal limit = 50)	Sampled by / reported by	Date of sampling
Aghawagon River (S-110 after mill)	732,000	PTFI second quarter 2005 report	2005
Aghawagon River (S-110 after mill)	451,700	Ministry of Environment 2005	2004
Otomona River (S-130 at the top of the ADA)	18,000	AERA p.3-21	2000

Table 3. Kualitas air di Sungai Ajkwa bagian bawah dibandingkan batas legal dan sungai tetangga yang menjadi rujukan.

Location	Dissolved Copper in $\mu\text{g/L}$ (legal limit = 20)	TSS in mg/L (legal limit = 50)	Sampled by / reported by	Date of sampling
Lower Ajkwa River (S255)	-	5,700	AERA p.3-21	in yr 2000
Lower Ajkwa River	30	-	CSIRO in AERA page 3-15	1994 -1996
Lower Ajkwa River	18.0 \pm 11.4	-	PTFI in AERA page 3-14	1990
Lower Ajkwa River (S255)	28 to 42	-	Templeman and Williams (1999)	1999
Unaffected reference rivers	7.1 \pm 0.1	-	PTFI in AERA p.3-14	1990

Table 4. Kualitas air di muara Ajkwa bagian atas dibandingkan dengan batas legal.

Location description	Dissolved Copper in $\mu\text{g/L}$ (legal limit=20)	TSS in mg/L (legal limit=50)	Sampled by / reported by	Date of sampling
Upper Ajkwa Estuary	22	1,300	PTFI report Q2 2005	2005
Upper Ajkwa Estuary	-	Median: 503 95% UCL: 10,000	RPT p.50, AERA fig 3-21	
Upper Ajkwa Estuary	Median: 14.5 95% UCL: 60.7	-	AERA, p3-15, ref. fig. 3-6	1996 -1999
Ajkwa Estuary	10 - 25	-	CSIRO, AERA p 3-15	1994 -1996

3.3 Peraturan Kualitas Air Laut

Negara anggota ASEAN telah bekerja sama dalam beberapa tahun terakhir untuk menentukan dan menerapkan standar perlindungan lingkungan laut, berdasarkan perlindungan lingkungan dan pertimbangan pembangunan yang berkelanjutan yang menjadi acuan bersama. Hasil dari proses ini adalah *Marine Water Quality Criteria For The Asean Region* (2003) atau Kriteria Kualitas Air Laut untuk Kawasan ASEAN (2003).

Di Indonesia, Kriteria Kualitas Air Laut untuk Kawasan ASEAN telah diimplementasikan melalui Keputusan Menteri No. 51 tahun 2004. Keputusan ini membedakan lingkungan laut menjadi 3 kelas: perairan pelabuhan, perairan dan pantai di daerah wisata, dan perairan laut

umum untuk perlindungan biota laut. Kelas perlindungan biota laut berlaku pada lingkungan laut di perairan muara Ajkwabagian bawah . Kelas biota laut ini mengizinkan konsentrasi maksimum tembaga terlarut sebesar 8 µg/L. Ada 3 sub-kelas dari standar kualitas untuk TSS: standar untuk lingkungan terumbu karang adalah 20 mg/L TSS; standar untuk lingkungan rumput laut juga sebesar 20 mg/L TSS; sedangkan standar untuk lingkungan bakau lebih longgar yaitu 80 mg/L TSS. Standar yang lebih longgar untuk kualitas air lingkungan bakau ini dipakai terhadap daerah muara Ajkwa bagian bawah , yang didominasi oleh ekosistem bakau.

Standar Australian dan New Zealand (ANZECC 2000) untuk kualitas air laut lebih ketat: standar tembaga terlarut ditujukan untuk perlindungan 99% spesies adalah 0,3 µg/L; 1,3 µg/L untuk perlindungan 95% dari spesies, 3 µg/L untuk perlindungan 90% spesies; dan 8 µg/L untuk perlindungan hanya 80% spesies, standar yang sama dengan Indonesia. ANZECC berpendapat bahwa standar 8 µg/L tidak akan melindungi spesies utama dari keracunan akut dan kronis, dan merekomendasikan penggunaan standar 95%, 1,3 µg/L, untuk sistem yang terganggu secara moderat.

Table 5. Standar Indonesia dan Internasional untuk kualitas air laut.

Indonesian law or international standard	Application	Dissolved Copper (µg/L)	TSS (mg/L)
Indonesian Ministerial Decree 51/2004	For marine biota and mangrove environments.	8	80
ASEAN Marine Water Quality Criteria	For protection of aquatic life.	8	Max 10% increase above natural.
ANZECC standards for marine water	For protection of 95% of marine species (recommended value for typical moderately disturbed systems).	1.3	-

Figure 12. Kualitas air di muara Ajkwa bagian bawah dibandingkan dengan batas legal untuk tembaga terlarut.

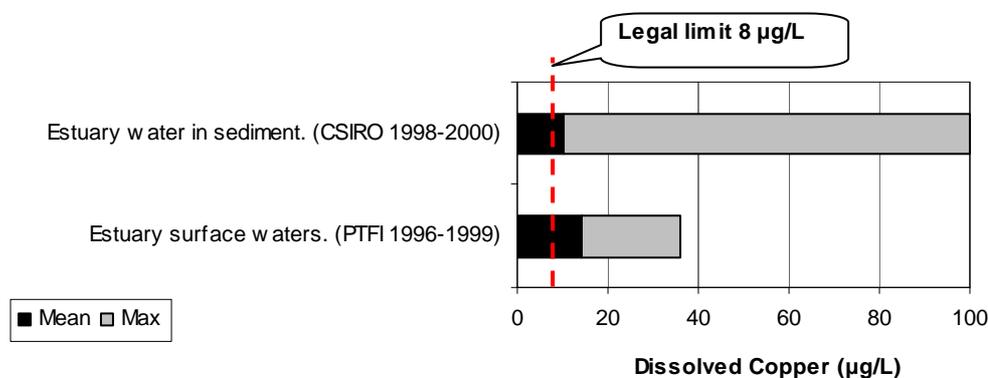


Figure 13. Kualitas air di muara Ajkwa bagian bawah dibandingkan batas legal uuntuk TSS.

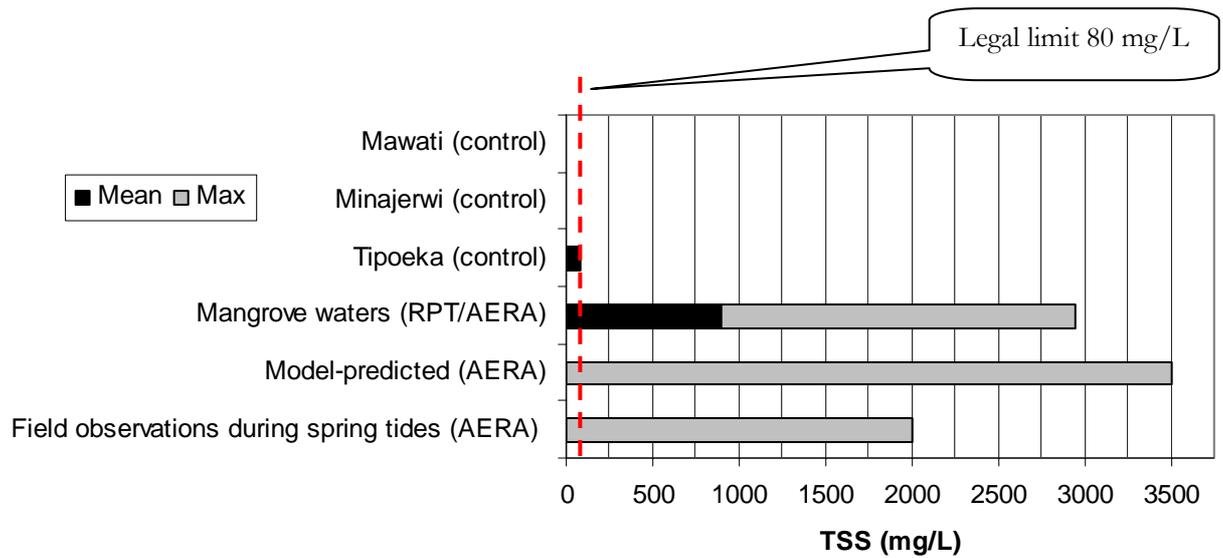


Table 6. Tembaga terlarut di muara Ajkwa bagian bawah (EM270) dibandingkan batas legal dan situs yang tidak terkena dampak. Termasuk angka untuk tembaga terlarut di sediment porewater

Location	Dissolved copper (max. in $\mu\text{g/L}$. Legal limit= 8)	Unaffected Estuaries	Sampled by / reported by	Date of sampling
Lower Estuary	16	2.5	PTFI	2005
Lower Estuary	14	3	PTFI	2004
Lower Estuary	17	3	PTFI	2003
Lower Estuary	36 (at 95% UCL)	-	PTFI in AERA ref. fig. 3-6	1996 - 1999
Estuary porewater	100 (at 95% UCL)	9	CSIRO in AERA ref. fig. 3-7	1998, 1999, 2000

Table 7. TSS terukur dan prakiraan (dalam mg/L) pada muara Ajkwa Bagian bawah dibandingkan dengan batas legal dan situs yang tak terkena dampak.

Location	Total Suspended Solids (legal limit = 80 mg/L)	Reference site Estuaries	Reported by
Ajkwa Estuary (during spring tides)	2,000	-	(AERA p.3-6).
Ajkwa Estuary predicted max. TSS	3,500	Mawati= 10 Minajerwi= 12 Tipoeka= 85	(AERA box 3-1).
Ajkwa Mangrove waters	Median of 900, ranging up to 2,941.	-	RPT p.50

Table 8. Kualitas air di lepas pantai laut Arafura dari sungai Ajkwa dibandingkan dengan situs rujukan.

Location	Dissolved Copper in µg/L	Sampled by / reported by	Date of sampling
Arafura Sea 5 to 10 km offshore of the Ajkwa River	3 – 4	(AERA p.3-14)	1990
Arafura Sea 5 to 10 km offshore, reference sites	< 1	(AERA p.3-14)	1990

3.4 Acuan kualitas sedimen untuk logam berat

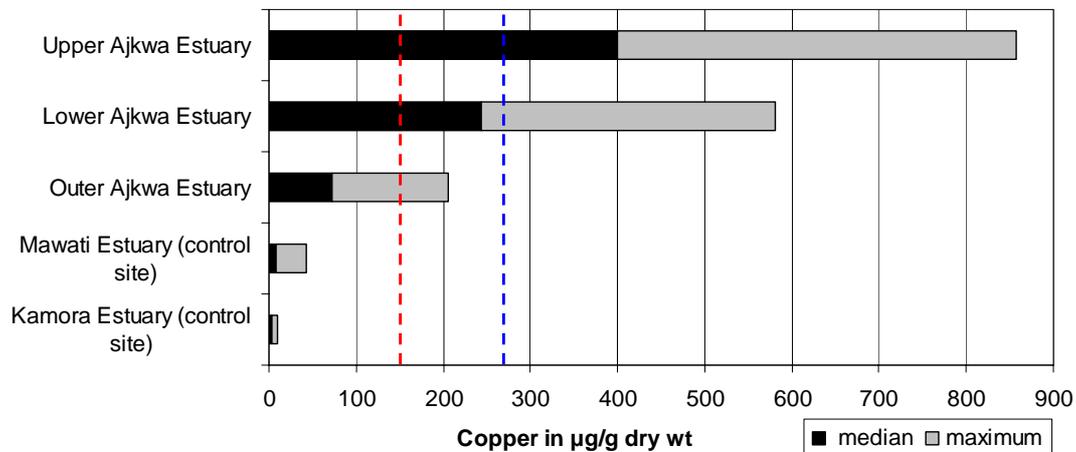
Indonesia belum memiliki standar untuk polutan di sedimen perairan. Kalau *joint-venture* Freeport-Rio Tinto beroperasi di negara asal mereka yaitu AS dan Australia, bagaimanapun, operasi mereka akan dinilai menurut standar yang ditunjukkan oleh Table 9. Harap diperhatikan bahwa acuan sedimen ini tidak membedakan sistem air tawar dan air laut (ANZECC 2000). Standar ini tidak mengikat PT Freeport Indonesia secara hukum, tapi akan dibahas di sini untuk menggambarkan operasi perusahaan ini tidak konsisten dengan norma-norma pengelolaan dan perlindungan lingkungan hidup di negara asal mereka.

Table 9 menunjukkan bahwa sampel sedimen sungai di dataran tinggi yang dikumpulkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup menunjukkan tingkat kandungan tembaga 10 kali lebih tinggi dibandingkan yang ditentukan dalam norma perlindungan lingkungan hidup internasional, dan kandungan timbal dan seng berada paling tidak pada tingkat dua kali lipat dari apa yang dianggap aman secara internasional. Tingginya tingkat logam berat ini tidak mengejutkan, karena ini adalah dampak tak terelakkan dari pembuangan *tailings* secara langsung ke sungai di dataran tinggi yang dilakukan Freeport.

Yang lebih menarik lagi dari sudut pandang perlindungan dan peraturan lingkungan hidup adalah tingkat kandungan logam berat di sedimen perairan luar (hilir) dari daerah pengendapan limbah di dataran rendah. Tahun 2001, CSIRO dari Australia memberikan laporan ke Freeport tentang konsentrasi tembaga dalam sedimen di muara Ajkwa, termasuk sampel yang diambil dari beberapa muara sungai yang berdekatan untuk membandingkan dengan tingkat dasar yang alami. Hasilnya dirangkum dalam 3 halaman data di *Aquatic ERA* atau Analisis Risiko Lingkungan Perairan (Parametrix 2002a). *Plant and Wildlife ERA* atau Analisis Risiko Lingkungan Tumbuhan dan Satwa Liar (Tabel 3-11 di Parametrix 2002c) menyatakan bahwa muara sungai yang sekarang (Sungai Ajkwa) atau yang dulu (Sungai Minajerwi dan Tipoeka) yang dimasuki *tailings* dari Freeport memiliki tingkat kandungan yang lebih tinggi dari logam berat seperti tembaga, arsenik, mangan, timbal, perak dan seng dibandingkan muara sungai rujukan sekitar yang tidak terkena dampak *tailings*.

Hasil yang menunjukkan pencemaran tembaga parah di sedimen muara sungai oleh *tailings*, ditunjukkan dalam Table 10 di bawah, bersama dengan sampel yang dilaporkan dalam laporan triwulan Freeport (2005c), dan disajikan dalam grafik untuk perbandingan dengan standar kualitas sedimen Australia dan Amerika pada Figure 14.

Figure 14. Kandungan tembaga dalam sampel sedimen di muara sungai Ajkwa dibandingkan dengan lokasi rujukan (kontrol) dan standar Amerika (garis merah) serta standar Australia (garis biru). Sampel oleh CSIRO (2001), data dilaporkan dalam AERA halaman 5-4



Dalam pembahasannya mengenai sampel CSIRO, Parametrix menggunakan sebuah model yang mengurangi risiko yang diperkirakan dari logam berat dalam sedimen perairan, dikenal dengan nama *AVS binding model* ($\Sigma SEM-AVS/f_{oc}$). Secara sederhana, model ini mengurangi risiko yang diperkirakan dari logam berat dengan menghitung jumlah logam berat yang mungkin diikat oleh karbon organik dan sulfida (terutama *iron monosulfide*) yang juga terdapat dalam sedimen. Standar Australia dan New Zealand tidak mendukung pendekatan Parametrix yang mengecilkan risiko logam berat, terutama tembaga, di sedimen perairan. Catatan penjelasan di standar ANZECC menyebutkan:

“ Aplikasi dari *AVS binding model* terhadap tembaga, nikel dan mungkin kobalt patut dicurigai. Laporan terbaru mengenai aplikasi ini menganjurkan untuk berhati-hati, terutama karena adanya kekhawatiran akan relevansinya untuk jangka panjang dan tingkat dampak terhadap masyarakat.” (ANZECC 2000)

Bahkan setelah menerapkan *AVS binding model* yang diragukan, yang mengurangi perkiraan risiko dari polusi tembaga di sedimen perairan, AERA masih menemukan tingkat kandungan logam berat yang berbahaya, terutama tembaga, di 5 dari 10 sampel yang diambil dari muara sungai Ajkwa bagian atas, serta 4 dari 9 sampel dari muara sungai Ajkwa bagian bawah.

Table 9. Sample sedimen dari sistem sungai Aghawagon-Otomona yang membawa tailings dibandingkan dengan acuan kualitas sedimen perairan Australia dan Amerika Serikat untuk tembaga, timbal dan seng. Semua angka adalah dalam µg/g berat kering

Source	Standard	Copper	Lead	Zinc
Australia & NZ sediment guidelines (ANZECC 2000)	Low (Trigger value) – High value	65 - 270	50 - 220	200 - 410
United States sediment guidelines (US EPA 2000)	Consensus-based probable effect concentrations (PECs) for harmful effects	149	128	459
Samples taken 2004 from Aghawagon-Otomona river system	Ministry of Environment Laboratory 2005	2,379	7.08 - 452	22 - 782

Samples taken 2003 from Aghawagon-Otomona river system	Ministry of Environment Laboratory 2005	1,652	-	-
--------------------------------------------------------	-----------------------------------------	-------	---	---

Table 10. Kandungan tembaga di sampel sedimen dari muara sungai Ajkwa dibandingkan dengan lokasi rujukan terdekat. Sampel oleh PTFI (2004), CSIRO (2001, dilaporkan dalam AERA)

Location	Copper $\mu\text{g/g}$ dry wt		Sampled	Year
	median	maximum		
Upper Ajkwa Estuary	922	-	PTFI	2005
	735	-	PTFI	2004
	400	858	CSIRO	2001
Lower Ajkwa Estuary	916	-	PTFI	2005
	757	-	PTFI	2004
	243	581	CSIRO	2001
Outer Ajkwa Estuary	72	206	CSIRO	2001
Mawati Estuary (reference site to the east)	9	43	CSIRO	2001
Kamora Estuary (reference site to the west)	4	10	CSIRO	2001

3.5 Undang-Undang mengenai Limbah Berbahaya (hazardous waste)

Tailings dari tambang Freeport dan rembesan (leachate) dari batuan limbah mengandung kadar logam berat beracun yang tinggi, yaitu tembaga. Dalam lingkungan perairan yang peka terhadap polusi tembaga, logam berat ini menyebabkan keracunan terutama karena logam ini meracuni hewan yang bernapas melalui insang. Secara spesifik, tembaga terlarut mengganggu enzim-enzim yang bertanggungjawab atas pertukaran elektrolit pada permukaan insang. Kematian karena keracunan tembaga akut diakibatkan oleh kehilangan elektrolit plasma secara cepat atau ketidakseimbangan osmosis, dan keracunan tembaga kronis juga dianggap memiliki penyebab yang sama. Masuknya tembaga ke dalam daging makanan atau sedimen juga berkontribusi mengakibatkan keracunan, meskipun dalam tingkat yang kurang dari yang diakibatkan oleh tembaga terlarut, namun mekanismenya masih kurang dipahami (Parametrix 2002a). Tembaga juga bisa meracuni organisme produsen primer perairan, termasuk tanaman dan ganggang, yang sangat penting dalam rantai makanan.

Peraturan Pemerintah No.18 tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Berbahaya, mendefinisikan limbah berbahaya dalam pasal 1 ayat (2) yang menyatakan bahwa:

“Bahan Berbahaya dan Beracun yang selanjutnya disingkat dengan B3 adalah bahan yang karena sifat dan atau konsentrasinya dan atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan dan atau merusak lingkungan hidup, dan atau dapat

membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup lainnya."

Peraturan ini secara spesifik mengurutkan daftar limbah mulai dari limbah penambangan emas dan tembaga sebagai limbah berbahaya, termasuk lumpur (seperti lumpur air asam batuan dari tempat pembuangan limbah batuan tambang Freeport di Danau Wanagon) dan *tailings*, dengan kode sendiri, D222 di Table 2 dari peraturan ini. Deputy Menteri Lingkungan Hidup, Masnellyarti Hilman, telah menuliskan dalam sebuah makalah mengapa *tailings* termasuk limbah berbahaya dan menyatakan bahwa peraturan di beberapa negara juga menyatakan hal yang sama (meskipun AS tidak). Alasannya antara lain bahaya lingkungan disebabkan oleh *tailings* dalam jumlah besar yang diproduksi oleh penambangan misalnya Freeport, dan fakta bahwa *tailings* biasanya mengandung logam berat. (Hilman 2000).

Peraturan ini mewajibkan joint venture Freeport-Rio Tinto untuk memiliki ijin limbah berbahaya untuk membuang *tailings* dan ARD dari tempat pembuangan batuan limbah. Perusahaan mengatakan bahwa mereka telah memasukkan hasil dari uji toksikologi yang menyatakan bahwa *tailings*nya tidak beracun. Freeport juga menunjuk pada persetujuan pemerintah bagi penggunaan *tailings* dalam produksi beton, sebagai alasan bahwa limbah mereka tidak seharusnya dianggap berbahaya. Ini tidak relevan karena penggunaan *tailings* sebagai bahan baku beton tidak berhubungan dengan apakah *tailings* berbahaya ketika dilepas ke lingkungan dalam jumlah yang sangat besar. Pendirian Freeport-Rio Tinto bahwa *tailings* ini tidak beracun akan ditantang dalam 2 bagian berikutnya dari laporan ini.

Intinya, pihak pengatur kebijakan dalam kasus ini adalah Kementerian Lingkungan Hidup RI yang telah sangat jelas menyatakan bahwa Freeport tidak memiliki izin sesuai dengan Peraturan Pengelolaan Limbah Berbahaya (O. Wiguna 2006)

3.5.1 Uji Toksisitas terhadap Tailings Fase Cair dan Air Sungai yang Mengandung Tailings

Pernyataan berulang-ulang dari juru bicara Freeport bahwa *tailings* tidak beracun sesungguhnya tidak terbukti. Sebenarnya sekumpulan bukti yang menunjukkan bahwa *tailings* beracun bagi berbagai spesies perairan. Mengenai uji toksisitas, Review Panel Team dari Environmental Risk Assessment (Analisis Risiko Lingkungan) menyatakan antara lain:

"RPT berpendapat bahwa kelulus-hidupan, pertumbuhan dan reproduksi hidupan akuatik sangat penting bagi integritas fungsional ekosistem akuatik di wilayah kerja PTFI. Karenanya, RPT mendukung berbagai upaya untuk meneruskan uji toksisitas akut dan kronik dari spesies lokal yang penting. ... RPT berpendapat bahwa risiko fase cair *tailings* terhadap hidupan akuatik di Sungai Ajkwa termasuk Upper dan Lower Estuary masuk ke dalam kategori risiko rendah [kehilangan 5-30% spesies] sampai risiko sedang [kehilangan 30-50% spesies], bukan kategori risiko yang dapat diabaikan sebagaimana disimpulkan oleh Parametrix. (ERA Review Panel, 2002).

Kaji ulang yang paling cermat dari pertanyaan penting ini, *The Aquatic Ecological Risk Assessment* (Parametrix 2002a) atau Analisis Risiko Ekologi Perairan, menegaskan bahwa meskipun berbagai

uji keracunan akut terbatas telah diadakan sejak 1990, sejauh ini tidak ada hasil yang pasti, dan tidak pernah ada tes keracunan kronik:

“ Semua uji telah memeriksa toksisitas yang dihasilkan dari paparan jangka pendek (akut) selama 4 hari atau kurang... Informasi tambahan mengenai tingkat kepekaan spesies di Papua sangat dibutuhkan. Ini akan terdiri dari uji kronik, yang memeriksa dampak paparan selama beberapa minggu hingga beberapa bulan, yang terdiri dari bagian substansial dari siklus hidup organisme dan tahap kehidupan yang peka. **Uji kronik adalah yang paling bermanfaat untuk analisis risiko, karena menunjukkan kapasitas spesies untuk bertahan hidup, tumbuh dan bereproduksi pada lokasi tertentu.**” (Parametrix 2002a, ditambah penekanan).

Penelitian toksikologi kronis adalah komponen integral dari Analisis Risiko Ekologi Perairan, menurut *Water Environment Research Foundation* (1996). Dengan membuat pernyataan di atas, Parametrix mengakui adanya kekurangan yang penting dari proses ERA yang memakan biaya jutaan dolar, yang seharusnya telah disikapi dalam proses ERA yang berlangsung selama 4 tahun, khususnya setelah permasalahan ini diangkat oleh RPT ERA.

Faktor yang mengurangi keyakinan dalam uji ini adalah bahwa kebanyakan uji toksikologi diadakan sebelum publikasi ERA menggunakan sampel tailings yang telah berkali-kali terencerkan oleh air sungai, dan dilakukan pada tanggal-tanggal ketika pembuangan *tailings* berada dalam tingkat separuh atau kurang dari tingkat sekarang yaitu 238.000 ton/hari. Karena kadar racun erat hubungannya dengan konsentrasi *tailings*, tingkat racun sekarang (tahun 2006) cenderung lebih tinggi dibandingkan misalnya, kadar racun dalam perairan yang diuji pada tahun 1997.

Uji keracunan akut telah menunjukkan hasil yang beragam, dimana sejumlah spesies air menunjukkan toleransi terhadap air sungai yang terkena dampak limbah, tapi ada juga yang menunjukkan dampak keracunan:

- Air di permukaan sungai Ajkwa telah didokumentasikan dapat menimbulkan keracunan akut terhadap larva udang (*Caridina sp*) yang ditemukan di daerah ini. (Parametrix 2002a hal 5-14)
- Uji yang dilakukan Freeport tahun 1990 menemukan bahwa air yang disaring dari *tailings* menyebabkan kematian 20-25% udang sungai dewasa (*Macrobrachium rosenbergii*) dan dua spesies larva ikan kecil (*Cyprinodon variegatus* dan *Pimephales promelas*) dibandingkan dengan tingkat kematian 0-10% dari sampel kontrol. (TAI Environmental Sciences Inc 1990, in Parametrix 2002a hal.5-15).
- Uji yang dilakukan oleh CSIRO dari Australia (Apte et al, 1997) menemukan pertumbuhan ganggang sungai terhambat sebanyak 38% di air sungai Ajkwa yang mengandung 10 µg/L tembaga terlarut (perhatikan bahwa Table 3 menunjukkan tingkat kandungan tembaga di sungai Ajkwa bagian bawah bahkan lebih tinggi dari ini).
- Analisis dari Freeport, Templeman dan Williams (1999) menyimpulkan bahwa TSS dan tembaga dalam bentuk partikel di air permukaan sungai Ajkwa adalah beracun untuk

embrio dan larva ikan pelangi (*Melanotaenia splendida*) juga menyebabkan pengurangan penetasan. *ERA Review Panel Team* (2002) mengutip penelitian Templeman sebagai bukti dari toksisitas dimana Parametrix (2002a) berpendapat bahwa hasil penelitian yang bervariasi mengenai peran tembaga tersebut tidak dapat disimpulkan, meskipun mereka tidak berkomentar mengenai kemungkinan peran dari TSS sebagai *stressor*.

AERA menyimpulkan bahwa tes toksisitas tailings yang dibuat Freeport-Rio Tinto untuk Analisis Dampak Lingkungan tahun 1997 adalah cacat. Di bawah ini adalah beberapa kelemahan dari uji tersebut, dengan hasil bias berupa temuan tidak-beracun (*non-toxicity*):

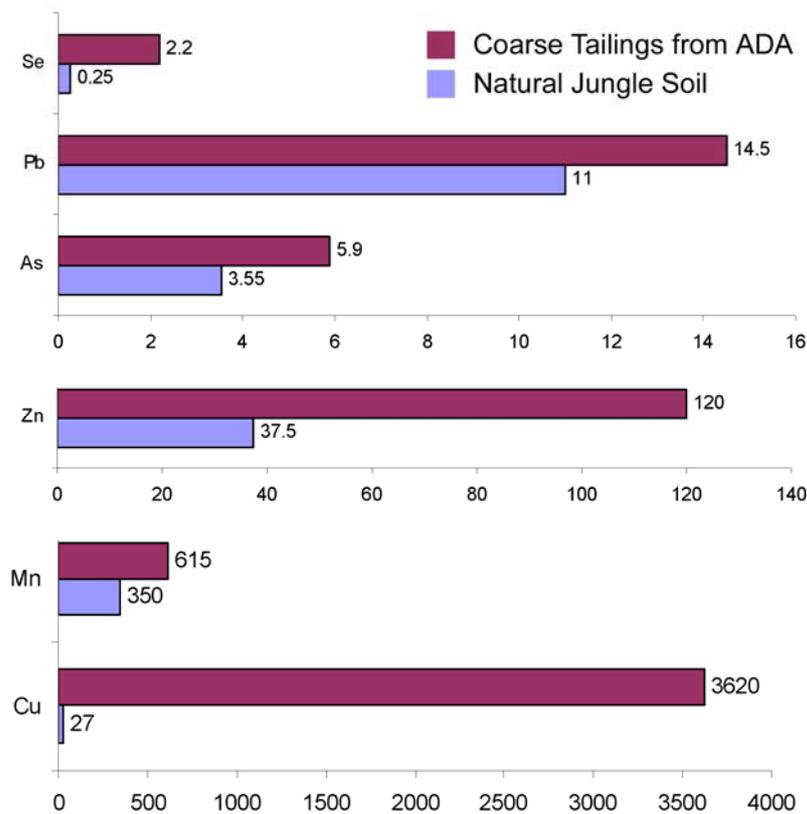
- Sampel yang diambil dari lokasi air tawar terkena dampak *tailings* dicampur dengan air laut bersih dalam uji tentang organisme laut, dimana hasilnya adalah mereka tidak lagi 100% **air permukaan**.
- Sampel dari air sungai memiliki TSS sebesar 3-9 mg/L (normalnya adalah ratusan atau ribuan mg/L), dan tembaga terlarut serendah 3 µg/L (normalnya sekitar 30 µg/L – lihat Table 3) dan oleh karena itu sama sekali tidak mewakili air sungai terkontaminasi *tailings* yang sebenarnya.
- Ikan yang digunakan untuk pengujian kebanyakan pada tahap dewasa yang sudah tidak rentan lagi.
- Seperti yang disebutkan di atas, semua tes adalah uji akut jangka pendek, tanpa ada laporan mengenai keracunan kronis, yang merefleksikan lebih baik kenyataan paparan jangka panjang.

Tes-tes yang bias ini menandakan bahwa pemerintah Indonesia pada saat diminta untuk menyetujui Analisis Dampak Lingkungan dari Freeport-Rio Tinto pada tahun 1997, tidak mempunyai akses kepada analisis yang akurat tentang tingkat racun/toksisitas dari *tailings*.

3.5.2 Uji Toksisitas terhadap Tailings Fase Padat dan Sedimen yang Mengandung Tailings

Tailings dari Freeport-Rio Tinto mengandung logam beracun yang sangat tinggi, jauh lebih tinggi dari kandungan tanah alami di hutan Timika. Seperti yang ditunjukkan Figure 15, *Tailings* dari Freeport-Rio Tinto mengandung logam beracun yang sangat tinggi, jauh lebih tinggi dari kandungan tanah alami di hutan Timika.

Figure 15. Tingkat logam berat berupa selenium (Se), timbal (Pb), arsen (As), seng (Zn), mangan (Mn) dan tembaga (Cu) di tailings kasar dari ADA dibandingkan dengan tanah hutan alami dari Timika. Data (dalam mg/kg berat kering) dari Parametrix 2002c.



Ahsanullah dan Hortle (1997) mengadakan uji toksisitas dengan menggunakan empat spesies invertebrata dari Australia yang tropis, yang terpapar sedimen mengandung *tailings* yang diambil dari hulu ADA. *ERA Review Panel Team* melaporkan hasil uji bahwa *tailings* ditemukan memiliki kadar racun rendah hingga medium. Invertebrata *Gammarus sp.* dan *Nassarius sp.* menunjukkan dampak racun dari sedimen yang mengandung lebih dari 12 hingga 25% *tailings* (Parametrix 2002a p.5-20 dan ERA Review Panel, 2002 hal.43).

Penelitian kedua yang diadakan pada tahun 1999 menggunakan sampel sedimen yang mengandung tailing dari dasar laut, menemukan bahwa pada sepertiga dari 50 sampel, *tailings* dari laut mengakibatkan kematian 25% dari hewan yang diuji, yaitu *amphipod Ampelisca Abdita*.

Akhirnya, pada tahun 2000, sampel sedimen yang mengandung tailing yang diambil dari muara sungai Ajkwa dan Minajerwi diuji (sungai Minajerwi menerima **lapisan** tailings sejak 1990 hingga sistem tanggul dibangun pada pertengahan 1990an). Dari 44% sampel muara ini, *tailings* menyebabkan kematian 25% dari hewan yang diuji, dan 18% sampellainnya yang kebanyakan diambil dari muara Ajkwa, kematian melebihi 50% dari hewan yang diuji (ERA Review Panel, 2002, hal.43).

Dalam ERA, Parametrix (2002a) telah mengklasifikasikan risiko tailing di dasar Laut Arafura sebagai hal yang sepele, yaitu hilangnya kurang dari 5% spesies. Bagaimanapun, berdasarkan hasil kaji ulangnya sendiri terhadap tes keracunan di atas, *ERA Review Panel Team* menilai tingkat

keracunan dari *tailings* padat lebih tinggi daripada yang ditemukan Parametrix, dan menyatakan bahwa:

“ Seharusnya risiko ekologi di dasar perairan Upper dan Lower Estuary masuk kategori risiko tinggi [risiko kehilangan >50% spesies]. Demikian pula halnya, dengan risiko ekologi di dasar perairan Laut Arafura; karena uji toksisitas sedimen laut mengakibatkan kematian 25% hewan uji, maka risiko ekologi fase padat *tailings* terhadap kehidupan aquatik di dasar perairan Laut Arafura seharusnya masuk dalam kategori risiko rendah [risiko kehilangan 5% sampai 30% spesies].” (ERA Review Panel, 2002 hal.45).

3.6 Pemenuhan Ketentuan Izin Lingkungan

Selain penerapan secara umum dari hukum lingkungan Indonesia, Freeport juga harus memenuhi persyaratan izin lingkungan tahun 1997, yang disingkat RKL RPL 300K. Izin Lingkungan Freeport mensyaratkan adanya audit eksternal yang independen setiap 3 tahun (Montgomery Watson 1999), dan UU Lingkungan Hidup Indonesia (1997, pasal 5 ayat (2)) mensyaratkan bahwa informasi ini harus terbuka untuk umum. Kebijakan internal Freeport juga mewajibkan perusahaan melakukan audit lingkungan secara internal dan eksternal untuk menilai pemenuhan standar lingkungan (Freeport-McMoran 2005). Di bawah ini adalah status pelaporan sejak 1997:

- Tahun 1999 Audit Eksternal Lingkungan oleh Montgomery Watson telah selesai dan dibuka untuk umum.
- Tahun 2000 ERA selesai dibuat, yang merupakan persyaratan khusus untuk izin perluasan kerja yang didanai Rio Tinto pada tahun 1997; juga bisa dianggap sebagai pemenuhan persyaratan penilaian lingkungan eksternal. Namun, laporan ini tidak dibuka untuk umum.
- Staf Freeport rupanya melakukan audit lingkungan secara internal pada 2004 dengan bantuan Crescent Technology Inc, tapi bukan merupakan laporan eksternal, dan tidak terbuka bagi pemerintah maupun untuk umum.
- Audit rutin eksternal terbaru seharusnya dilakukan pada 2005. WALHI telah meminta keterangan pada beberapa staf senior Kementerian Lingkungan Hidup (komunikasi personal, Maret 2006) yang mengaku bahwa sepengetahuan mereka, belum ada lagi audit eksternal yang diserahkan kepada Kementerian sejak ERA pada tahun 2002.

This means that no external audit of Freeport-Rio Tinto's operations has been made available to the public since the Montgomery Watson report of 1999. In this regard PTFI is breaching requirements of its environment permit document and the right to information under Indonesian Environment law.

Ini berarti tidak ada eksternal audit dari operasi Freeport-Rio Tinto yang terbuka bagi publik sejak laporan Montgomery Watson pada 1999. Hal ini menunjukkan bahwa PTFI telah melanggar persyaratan dalam dokumen izin lingkungannya, juga melanggar hak atas informasi menurut hukum lingkungan Indonesia.

3.7 Kapasitas Pemerintah dan Masyarakat Sipil untuk mengawasi PTFI

Hingga baru-baru ini, pemerintah Indonesia mengandalkan sepenuhnya pada laporan dan pemantauan parameter-parameter lingkungan di daerah Kontrak Karya yang dibuat sendiri oleh Freeport. Pada awal 2006, Kementrian Lingkungan Hidup mengumumkan penemuan awal berdasarkan sampling yang dilakukan staf Kementrian. Ketika mengumumkan hasil penelitian ini, Menteri Lingkungan Hidup, Rachmat Witoelar mengatakan ini adalah audit pertama yang dilakukan oleh pemerintah sejak penambangan dimulai tahun 1973. “Hanya pemerintahan sebelumnya yang tahu mengapa penelitian ini tidak pernah dilakukan sebelumnya,” ujarnya. (A. Rukmantara, 2006). Begitu pula pihak pemerintah yang bertanggung jawab untuk mengawasi perusahaan pertambangan, terutama pemenuhan terhadap syarat Kontrak Karya, dinyatakan pada Maret 2006 bahwa mereka tidak pernah mengadakan pengawasan terhadap daerah *tailings* (ADA), atau terhadap daerah lain di sekitar daerah penambangan terbuka. Direktur Lingkungan dan Teknik dari Direktorat Jenderal Mineral, Batubara dan Energi Geothermal berkomentar dalam sebuah wawancara dengan harian Bisnis Indonesia: “Secara jujur, sampai sekarang tidak pernah ada pengawasan terhadap lingkungan hidup, karena itu adalah di luar prioritas kami.” (B.D Djanuarto 2006)

Masyarakat sipil Indonesia, termasuk media dan LSM, bahkan lebih sulit lagi untuk menjalankan peran mereka sebagai pengawas mandiri, padahal mereka berhak menjalankan peran ini seperti yang tertuang dalam Undang-Undang Lingkungan Hidup. Permohonan media untuk mengunjungi tambang biasanya ditolak, dan penyelidik dari LSM diusir dari daerah penambangan oleh pihak berwajib, sepertinya atas permintaan dari staf Freeport-Rio Tinto (Leith 2003). Karena strategi yang disengaja untuk membatasi akses penyelidik LSM ini, satu-satunya studi lingkungan yang diterbitkan dengan dukungan lembaga non-perusahaan adalah Analisis Landsat yang dilakukan oleh WALHI dengan bantuan LAPAN, diterbitkan pada Oktober 2000.

Selain ketiadaan penyelidikan dari pemerintah, sejumlah besar pejabat tinggi pemerintah Indonesia, terutama dari Kementrian Lingkungan Hidup, menyadari bahwa Freeport Rio-Tinto melanggar berbagai hukum lingkungan Indonesia, dan sejak lebih dari sedekade yang lalu telah mengeluarkan berbagai surat resmi serta pengumuman mengenai dampak tersebut. Sebaliknya, Freeport-Rio Tinto tidak pernah mengaku mereka telah melanggar hukum, dan bahkan membuat klaim yang menyesatkan seperti: “Kualitas air yang mengalir melalui sistem pengendapan *tailings* memenuhi baik peraturan di Indonesia maupun standar internasional yang berkenaan dengan logam potensial berbahaya.” (PTFI 1999).

Sejumlah pejabat menteri Lingkungan Hidup berturut-turut telah berjuang dengan susah payah menegakkan pemenuhan hukum sebuah perusahaan dengan hubungan politik tingkat tinggi, dan merupakan pembayar pajak tunggal terbesar negara. Contohnya:

- Dalam laporan penyelidikannya yang bertanggal 13 Mei 2000 mengenai kecelakaan fatal di Danau Wanagon (rincian dapat dilihat di s.4.3 di bawah ini), Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (Bapedal) menemukan bahwa ketinggian dan kemiringan lereng gundukan batuan limbah sudah sedemikian rupa sehingga takkan dapat bertahan dalam curah hujan yang tinggi. Bapedal menemukan bahwa ini bukan kecelakaan pertama, dan bahwa sistem peringatan dini yang dipasang oleh Freeport-Rio Tinto gagal memberi peringatan pada waktunya bagi penduduk Desa Banti yang tinggal di daerah bawah tambang. Bapedal mencatat bahwa ditemukan dasar untuk perkara pidana berdasarkan kelalaian di pihak manajemen PTFI, yang dapat dilakukan atas dasar permintaan pihak

keluarga korban atau Bapedal (menggunakan pasal 359 dari Kitab Undang-undang Hukum Pidana atau pasal-pasal 41-46 dari Undang-undang Lingkungan Hidup No. 23/1997).

Tim investigasi Bapedal juga mengunjungi dataran rendah dan melaporkan bahwa Freeport-Rio Tinto sepertinya tidak mampu mengelola dampak lingkungan dalam skala yang diakibatkan oleh pembuangan tailings ke sungainya. Laporan Bapedal merekomendasikan agar sistem pembuangan tailings direvisi. Bapedal juga mencatat bahwa dampak lingkungan dan kecelakaan di tambang Freeport merupakan dasar yang cukup, setelah tentunya mendengar kesaksian dari PTFI, bagi pemerintah untuk mengganti ijin operasi perusahaan, memberikan persyaratan baru, atau menghentikan operasi perusahaan sementara atau permanen (Bapedal 2000).

- Kementerian Lingkungan Hidup mengirim surat pada 12 Juni 2001, memperingatkan Freeport-Rio Tinto bahwa praktik pembuangan *tailings* yang terus berlanjut telah melanggar tiga hukum lingkungan. Kementerian Lingkungan Hidup telah dengan jelas meminta perusahaan ini menghentikan penggunaan sungai Aghawagon dan Otomona untuk mengalirkan *tailings* dari puncak gunung hingga ke dataran banjir, dan sebagai gantinya tailings disalurkan dengan pipa ke dataran rendah.

Dalam surat tersebut pemerintah mensyaratkan agar muara Ajkwa tidak boleh terkena dampak dari *tailings*, juga bahwa perusahaan harus menampung *tailings* dalam sebuah bendungan yang dibangun berdasarkan standar yang ditentukan oleh Komisi Keamanan Dam Indonesia, ketimbang mengandalkan struktur tanggul yang rapuh dan berujung terbuka. Lima tahun kemudian, Freeport-Rio Tinto belum memenuhi satupun dari perintah ini.

- Antara 22-28 November 2004, staf laboratorium Kementerian Lingkungan Hidup mengadakan ekspedisi sampling di daerah Kontrak Karya Freeport. Pada tahun 2005, hasil investigasi dituangkan dalam sebuah laporan (Laboratorium Kementerian Lingkungan Hidup 2005 No. M-84/Dep.VII/I/LH/04/2005), asisten Deputi menyatakan bahwa dalam titik pengawasan S-260, di hilir dari daerah pengendapan *tailings*, terekam tingkat TSS yang melanggar standar kualitas air yang diatur dalam PP 82/2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air). Laporan ini juga menyatakan bahwa kedua situs rujukan S-225 dan S-590 di sistem sungai terdekat tidak melanggar standar hukum, tidak ada alasan bahwa pelanggaran ini karena kondisi alami. Sejauh pengetahuan WALHI, Freeport masih belum melakukan tindakan untuk memperbaiki pelanggaran hukum ini.
- Pada 17 Februari 2006, Deputi Menteri Lingkungan Hidup untuk Komunikasi Lingkungan Hidup, Bpk. Sudarjono, mengumumkan bahwa pemantauan pihak kementerian telah menemukan bahwa Freeport telah melanggar standar kualitas air dalam PP 82/2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, dan meminta Freeport untuk “menormalisasi” sungai dan untuk menerapkan alternatif lain dalam metode transportasi tailing (Suara Pembaruan 2006).

- Pada 4 Januari 2006, Asisten Menteri untuk Limbah Beracun dan Berbahaya, Bpk. Rasio Ridho Sani, menegaskan kepada masyarakat bahwa Freeport-Rio Tinto tidak memiliki izin untuk membuang *tailings* melalui sistem sungai Aghwagon, Otomona dan Ajkwa. Izin yang perusahaan miliki berupa surat Gubernur Papua, kata Rasio, tidaklah cukup. “Belum ada izin yang dikeluarkan Menteri Lingkungan Hidup untuk ini,” kata deputi menteri seperti yang dikutip dari media Indonesia (O.Wiguna 2006).

Pada tanggal 23 Maret 2006, Menteri Lingkungan Hidup, Rachmat Witoelar, mengadakan konperensi pers untuk mengumumkan bahwa pembuangan Air Asam Batuan (ARD) di tambang Gransberg milik Freeport tidak memiliki ijin, melanggar standar limbah cair industri, dan bahwa Freeport-Rio Tinto telah gagal membangun pos-pos pemantauan ARD. Menteri juga menyampaikan bahwa pembuangan tailing melalui ADA melanggar standar kualitas air sungai. Perusahaan diperintahkan untuk mengajukan permohonan ijin pembuangan dan memperbaiki pengelolaan *tailings* dan ARD.

Figure 16. Bagian atas dari tanggul sebelah barat, diperpanjang hingga hulu untuk memotong pertemuan sungai Otomona dan Ajkwa, mengalihkan aliran sungai Ajkwa ke barat dari jalur aslinya menuju kanal di sebelah ADA. Sebuah crib, tegak lurus dari tanggul, terlihat di sebelah kiri. Panah menunjukkan arah aliran sungai.



3.7.1 Menghindari standar hukum

Kementerian Lingkungan Hidup telah mempertimbangkan untuk menyiapkan suatu peraturan pengecualian yang memungkinkan Freeport melebihi batas legal untuk TSS dan tembaga terlarut. Tahun 2004, usulan diajukan untuk mengizinkan Freeport secara besar-besaran melanggar standar tembaga terlarut sebesar 20 µg/L, membolehkan “ konsentrasi tembaga terlarut tidak lebih dari 50 µg/L pada ujung keluaran ADA pada lintang 4 derajat 48' 20.5" N” (MoE 2004).

Mengenai persoalan tingkat TSS yang tinggi, gagasan yang menurut staf Kementrian diungkapkan oleh Freeport sendiri, adalah untuk mengabaikan standar legal TSS dan sebaliknya menetapkan rasio *tailings* yang memasuki hulu ADA dengan *tailings* yang meninggalkan ADA menuju laut Arafura – yang disebut sebagai tingkat retensi. Freeport telah mengajukan tingkat retensi yang sangat rendah yaitu 66% dari *tailings* (Kementrian Lingkungan Hidup 2004b), sedangkan

Kementrian Lingkungan Hidup membuat rancangan Keputusan Menteri yang memuat ketentuan bahwa Freeport wajib:

“Mengelola areal DPA [ADA] agar terjadi pengendapan sekurang-kurangnya 75% dari Total Suspended Solid (TSS) tailing yang masuk ke DPA ...Mengukur konsentrasi TSS sebagaimana dimaksud [di atas] pada ... inlet DPA (S 130) dan pada koordinat 4 derajat 48' 20.5" Lintang Selatan sebagai titik outlet DPA (Kelapa Lima).”

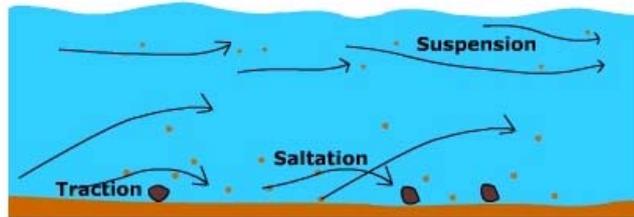
Baru-baru ini, Menteri mengeluarkan sebuah dokumen untuk media, yang meskipun tidak menyatakan secara eksplisit, mengindikasikan bahwa tingkat retensi masih di pertimbangkan sebagai dasar pengaturan, dan pembahasan dengan staf Kementrian membenarkan hal ini. Dokumen ini mengajukan pengawasan tingkat retensi di dua titik, Kelapa Lima di batas timur jalur keluar ADA, dan Pandan Lima di batas barat (Menteri Lingkungan Hidup 2006). Juga ada rencana untuk merekayasa meander sungai di ADA dengan membangun tanggul pendek sekitar sepertiga lebar ADA (*crib*), tegak lurus dengan tanggul utama di timur dan barat.

Crib-crib ini, salah satunya bisa dilihat di Figure 16 diatas, mudah terlanda erosi dan terkubur. Tujuan penggunaan *crib* untuk merekayasa meander adalah untuk meningkatkan retensi tailing di ADA. Ini mungkin berhasil membuat lebih banyak *tailings* kasar untuk mengendap di ujung hulu ADA, namun ini membawa risiko elevasi lebih besar dalam pengendapan *tailings* dan menyebabkan risiko lebih besar bagi tanggul untuk jebol dan tidak mampu menahan keluarnya *tailings* ke sungai-sungai terdekat. Sementara itu, meander yang direkayasa kemungkinan akan mempunyai dampak kecil terhadap pengendapan partikel *tailings* yang halus. Ini disebabkan *tailings* halus air tawar cenderung tersuspensi, bahkan pada aliran yang kecepatannya relatif rendah, hingga sampai di muara dimana kondisi air asin menyebabkan partikel-partikel bergumpal (*flocculate*), menjadi cukup berat untuk mengendap.

Selain preseden hukum yang merugikan yang memberi standar khusus lebih rendah, ada masalah teknis pada proposal Freeport untuk menentukan tingkat retensi. Masalah pertama adalah bagaimana mengukur aliran *tailings*. Mengukur tingkat TSS pada titik masuk ADA dan pada dua titik di kedua tepi pada titik keluar ADA adalah sama sekali bukan metode yang benar. Adalah sulit untuk membuat pengukuran terus menerus pada semua titik dimana *tailings* meninggalkan ADA yang terbuka; lebih dari itu jumlah *tailings* yang dibawa dalam suspensi tidak bisa ditunjukkan begitu saja melalui tingkat TSS tapi juga membutuhkan pengukuran tingkat kecepatan aliran air, yang akan berbeda tiap harinya, berbeda pada tiap ujung ADA, dan berbeda pada tiap titik keluar pada lintang 4 derajat 48' 20.5" N dari ujung hilir ADA.

Menteri Lingkungan Hidup menyatakan bahwa stafnya sendiri kekurangan peralatan rumit yang akan dibutuhkan untuk memonitor aliran air dan berkomentar bahwa Freeport sendiri tidak melakukan pengukuran aliran air dan TSS pada semua titik masuk dan titik keluar, tapi malah menggunakan estimasi (PTFI 2005c, 2005b). Menurut Kementrian, estimasi perusahaan cenderung tidak akurat dan terbuka terhadap manipulasi (Kementrian Lingkungan Hidup 2004b). Yang terakhir, tingkat TSS mengabaikan “muatan di dasar sungai” (“*bed load*”) (Figure 17) dari *tailings* yang mengalir (dengan *traction* dan *saltation* seperti lumpur kental di dasar Sungai Otomona dan di muara sungai Ajkwa).

Figure 17. Pergerakan sedimen sungai dari Muatan tersuspensi (Suspended Load) yang ringan (diukur sebagai TSS) versus traction dan saltation yang mentransport Muatan Dasar Sungai atau Bed Load yang lebih berat (dari Ritter 2006)



Polusi tambang Freeport yang terdiri dari batuan limbah yang tererosi dan partikel *tailings* dalam berbagai ukuran, mulai yang lebih dari 1.000 μm hingga kurang dari 40 μm . TSS hanya mengukur partikel *tailings* yang cukup kecil untuk ditahan oleh guncangan (*turbulence*) dalam sungai, membentuk “suspended load” atau muatan tersuspensi. Seperti diilustrasikan dalam Figure 17, partikel *tailings* yang lebih besar bergulir dan meluncur (*traction*) dan terpental (*saltation*) sepanjang dasar sungai karena kekuatan hidrolis air yang mengalir. Partikel-partikel yang bergerak dekat atau sepanjang dasar sungai dikenal sebagai “bed load”. Pengukuran *bed load* yang mengalir dalam kanal Sungai Fly yang membawa *tailings* dari tambang Ok Tedi, menemukan bahwa lapisan setebal 2 meter bisa menempuh separuh jalan melalui delta sungai hanya dalam 2 hari (Wolanski et al 1997, dikutip dalam Brunskill 2004b). Ini adalah jumlah substansial dari transportasi *tailings* yang tidak bisa diukur secara akurat, dan tentunya tidak dengan menggunakan metode yang diajukan Freeport yang dimaksudkan untuk menghindari pemenuhan standar kualitas air di Indonesia.

Bahkan meskipun menentukan tingkat retensi mungkin secara teknis, menentukan persentase tertentu dari *tailings* untuk ditahan dalam ADA adalah pendekatan yang sungguh sembarangan tanpa fungsi yang jelas, karena tidak memperhatikan tolak ukur lingkungan hidup aktual dan dampak-dampaknya. Para ilmuwan yang mengenal kondisi Freeport telah berkomentar bahwa pendekatan apapun yang bertujuan menghindari standar kualitas air tawar maupun air laut, paling tidak harus berdasarkan perbandingan dengan tembaga (partikel atau terlarut) dan tolak ukur transpor sedimen yang diperoleh dari pembuangan sedimen alami yang ditemukan di sungai terdekat yang tidak terkontaminasi.

4 Dampak terhadap lingkungan: Dataran Tinggi

4.1 High-grading

Freeport dengan bangga menyatakan bahwa tambangnya menggunakan “proses pemisahan fisik yang tidak mempunyai dampak terhadap lingkungan seperti *cyanide leaching* seperti yang digunakan dalam operasi tambang emas pada umumnya” (Freeport-McMoran 2006). Sebagai pengganti, Freeport menggunakan campuran berbagai bahan kimia (daftar ada di bagian 4.4 di bawah) untuk memisahkan logam dari bijinya. Tidak ada alasan untuk percaya bahwa pilihan ini diambil untuk menghindari resiko keamanan dan kerusakan lingkungan dari bahaya sianida. Namun, pilihan ini lebih berdasarkan pada alasan ekonomis dan metalurgis, terutama berkaitan dengan logam yang dikehendaki, jenis hasil logam yang diinginkan, dan besarnya skala pertambangan.

Banyaknya persediaan logam yang terdapat di Grasberg memastikan bahwa umur tambang akan lama, sehingga akan lebih menguntungkan bagi Freeport untuk dengan cepat memproses bijih logam dalam jumlah banyak setiap hari, biarpun logam yang dihasilkan tidak terlalu baik. Sekitar 14% kandungan tembaga dari bijih logam yang dihasilkan masih terdapat dalam tailings (lumpur sisa penghancuran batu tambang) yang dibuang ke sungai (McBeth 2006).

Di samping tembaga yang terbuang ke dalam tailings, juga banyak terdapat batu-batuan mengandung tembaga yang ditambang tetapi tidak diproses. Sebagian dari batuan yang ditambang di Grasberg merupakan limbah batuan yang *non-mineralised* (overburden), misalnya batu kapur, yang diangkat untuk melebarkan lubang penggalian agar dapat menggali lebih dalam dengan aman. Namun demikian, sebagian batu tambang yang mengandung tembaga dengan kadar sedang kadang dibuang sebagai batuan limbah karena kapasitas pertambangan yang terbatas lebih diutamakan untuk memproses hasil tambang yang kadarnya lebih tinggi. Ini adalah keputusan ekonomis yang disebut “high grading”. Pada tahun 1996 dilaporkan bahwa Freeport menetapkan ambang batas kadar bijih logam untuk diproses yang sangat tinggi yaitu 0,85% tembaga, yang dilaporkan sebagai nilai yang paling tinggi diantara tambang tembaga di seluruh dunia.. Ambang batas ini telah diturunkan secara bertahap hingga mencapai rata-rata 0,45% tembaga, tapi angka ini masih terhitung tinggi dalam standar industri, dan jauh lebih tinggi dibandingkan tambang lain di sekitarnya seperti Ok Tedi yang memproses semua kadar bijih logam hingga 0,2% tembaga. (Minewatch 1996, Neale et al 2003).

Dengan kata lain, Freeport hanya mengambil yang “terbaik dari yang paling baik”, meninggalkan tembaga dalam jumlah yang cukup signifikan dalam limbah batuan dan tailings. Dengan melakukan ini, Freeport dapat memaksimalkan keuntungan dan memproduksi tembaga hanya dengan biaya 10 sen setiap *pound*-nya,, dibandingkan dengan sebagian besar tambang lain yang menghabiskan biaya 50-60 sen (McBeth 2006).

Ini adalah tindakan penjagaan yang sangat lemah terhadap Lingkungan dan sumber daya alam dengan membiarkan besarnya jumlah tembaga yang terbuang mengingot pencemaran lingkungan dari tembaga yang luruh dari batuan limbah dan tailings dan banyaknya bahan bakar diesel yang digunakan (kira-kira 360 juta liter per tahun) untuk pembongkaran dan pengangkutan batu di Freeport. Selain tembaga, juga terdapat kandungan emas di dalam batuan limbah dan tailings yang

mendorong masyarakat setempat melakukan kegiatan tidak sehat dengan memproses batuan limbah dan tailings ini untuk memperoleh kandungan emasnya. Ini juga telah memicu bentrokan antara masyarakat dengan petugas keamanan di pertambangan, dan menimbulkan masalah kesehatan dan keselamatan, belum lagi resiko yang mungkin timbul di tempat pembuangan batuan limbah setelah penutupan tambang nanti.

Berbicara soal pemasukan dari pertambangan Freeport, pemerintah Indonesia di Jakarta mendapatkan pemasukan yang jauh lebih besar lewat pajak dan deviden para penanam saham daripada dari royalti. Ini berarti dalam struktur pajak sekarang ini, pemerintah pusat menerima pendapatan terbesar ketika Freeport-Rio Tinto memaksimalkan keuntungan melalui penetapan standar ambang batas logam yang tinggi (high grading) dan proses ekstraksi yang tidak sempurna. Yang dirugikan dari sistem ini adalah lingkungan, yang rusak akibat pencemaran tembaga dan pemerintah daerah Papua, yang pendapatannya dari pertambangan hanya terbatas pada sebagian dari royalti.

Telah Disarankan agar ada struktur pajak yang lebih berpihak pada lingkungan dan pemerintah daerah. Sebagai contoh, jika perusahaan membayar royalti lebih banyak daripada pajak dan jika royalti dibayarkan per ton material yang ditambang, bukan berdasarkan per kilogram tembaga yang dihasilkan, maka perusahaan mungkin akan lebih diuntungkan dengan lebih sedikit membuang tembaga dalam limbah batuan dan tailings dan Provinsi Papua akan menerima proporsi penghasilan yang lebih besar dari pertambangan.

4.2 Air Asam Batuan ('Acid Rock Drainage' –ARD)

Tembaga yang ditambang oleh Freeport-Rio Tinto mengandung metal sulfida, terutama *pyrite* dan *chalcopyrite*. Chalcopyrite paling banyak terdapat dalam proses penambangan tembaga di pertambangan Grasberg. Mineral yang juga terkandung dalam buangan sulfur ini adalah besi dan tembaga, dan sejumlah kecil logam berat lainnya. Sulfida sebenarnya stabil jika dia "terkunci" di dalam bebatuan di bawah tanah, tapi ketika bebatuan digali, dihancurkan dan diuraikan dalam elemen-elemennya, dia menjadi tidak stabil dan terurai menjadi elemen yang berbahaya bagi lingkungan yang disebut Air Asam Batuan (*Acid Rock Drainage* - ARD). Terbukanya dinding lubang pertambangan, penggalian bawah tanah, pembuangan batuan sisa tambang dan tailings semuanya dapat menjadi sumber ARD jika mengandung mineral sulfida.

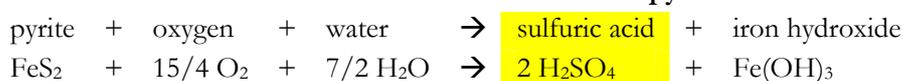
ARD adalah proses oksidasi yang menghasilkan asam dan melepas logam berat dari bentuk mineral, memungkinkan polutan ini meninggalkan area pertambangan atau area pembuangan tailings dan terbawa ke lingkungan sekitarnya seperti dasar sungai dan permukaan drainase air. Dampak ARD bisa jadi tidak langsung muncul akibat pelannya perubahan keseimbangan dari penghantar dan hasil reaksi ARD, dan bisa jadi dimanapun dilakukan penggalian batuan yang mengandung asam akan terdapat dampak jangka panjang (Kempton 2003).

Figure 18. Air Asam Batuan (Acid Rock Drainage–ARD) di Grasberg. Air yang berwarna mengindikasikan hasil oksidasi dari tembaga (biru/hijau) dan besi (coklat kemerahan) dalam batu buangan yang mengandung chalcopyrite dan pyrite yang terkandung dalam limbah batuan (MoE 2006)



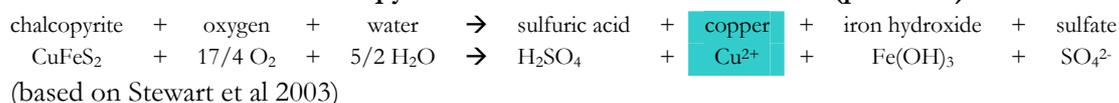
Terurainya pyrite dan chalcopyrite disebabkan oleh paparan oksigen dan air, dipercepat oleh bakteri aerobic, acidophilic iron dan sulphur oxidaxing seperti *Acidithiobacillus ferrooxidans*. Di samping, mennghasilkan asam dan melepas logam, proses oksidasi sulfida juga menghasilkan panas; ini sebabnya mengapa reaksi yang aktif terjadi dalam buangan limbah batuan di Freeport terpantau dalam keadaan sangat panas (Miller et al 2003b). Reaksi pyrite yang memproduksi ARD termasuk asam sulfuric dan besi berwarna coklat kemerahan adalah sebagai berikut:

Rumus 1. Oksidasi pyrite.



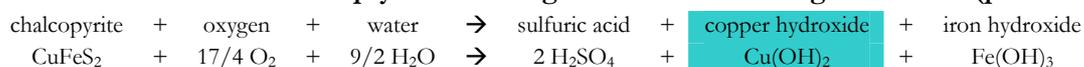
Reaksi chalcopyrite sangat penting di Freeport karena proses ini melepas tembaga ke lingkungan sekitar.: Dalam kondisi produksi asam yang tinggi, seperti pada dinding lubang tambang dan pada dataran tinggi limbah batuan, tembaga dikeluarkan dari bentuk mineral chalcopyrite langsung dalam bentuk elemental sebagai berikut:

Rumus 2. Chalcopyrite oxidation in acidic conditions (pH < 5.5).



Dalam kondisi lingkungan yang netral atau tidak terlalu asam (pH>5.5), seperti yang diinginkan pada tempat pembuangan limbah batuan dan tailings masa depan di sungai Otomona – ADA-muara Ajkwa, tembaga tetap terlepas dari mineral chalcophyrite, menjadi tembaga hidroksida. Reaksi oksidasi yang dominan adalah:

Rumus 3. Oksidasi Chalcopyrite dalam tingkat keasaman sedang atau netral (pH > 5.5).



Beberapa tambang yang sudah tidak beroperasi atau masih beroperasi membutuhkan penanganan ARD paska penutupan dalam jangka waktu yang begitu panjang sehingga dapat dikatakan perlu penanganan terus menerus, seperti: tambang bawah tanah di Gunung Iron California dapat memproduksi ARD untuk 2000 tahun dan batuan sisa tambang di pertambangan Montana diprediksi akan mencemari air tanah selama 9000 tahun (Kempton 2003).

Dengan menyadarkan generasi penerus akan kewajiban melakukan manajemen jangka panjang, kita membebani sekaligus tergantung pada kewaspadaan dan kemampuan institusi pemerintah di masa yang akan datang. Dalam kasus dengan situasi politik yang terjadi di lingkungan sekitar tambang Freeport, yang mempunyai sejarah panjang dan masalah dengan keamanan, terdapat resiko yang tinggi dalam penanganan ARD di masa depan.

Contoh tambang tembaga yang memiliki masalah ARD berkelanjutan adalah tambang tembaga/uranium Rum Jungle, terletak 90 kilometer sebelah selatan Darwin di Northern Territory, Australia. Sejak tahun 1960-an, ARD dari batuan sisa tambang di tambang yang tutup telah menyebabkan meningkatnya kadar tembaga di bagian timur Sungai Finnish. Akibat dari ARD ini adalah tidak adanya ikan yang hidup di sungai tersebut sebelum endapan bekas tambang diatasi pada tahun 1980-an. Pengangkatan endapan bekas tambang mengurangi kadar tembaga dalam air sampai 95%, tapi hanya bisa mengembalikan 30% spesies ikan. Sayangnya, kadar tembaga di percabangan timur sungai ini masih dapat meracuni ikan dan penanganan perairan lebih lanjut tengah dipertimbangkan pada tahun 2003 dengan tujuan meningkatkan kualitas air demi mengembalikan kehidupan perairan normal (Twining, 2003).

Meskipun potensi ARD di sebuah lokasi bisa diidentifikasi, namun kadang tetap terjadi kegagalan dalam memprediksi mekanisme dan skala masalah ARD di masa yang akan datang. Sebagai contoh, terdapat aliran asam di Tambang Mary Kathleen di sebelah utara Australia, dimana kemampuan menyerap dan potensi penetralan asam dari tailings dan lapisan di bawah tanah saat tambang ditutup tidak sebaik yang diduga (Lottmoser et al 2003). Model air di masa depan mempunyai resiko yang tidak diduga, seperti pada Tambang Cove di Nevada di mana terdapat kelebihan konsentrasi sulfat di danau pada lubang tambang (1240 mg/L) dari jumlah yang diperkirakan (120-260 mg/L) mencapai sekitar 10 kali lipat (Kempton 2003).

4.2.1 ARD di Freeport

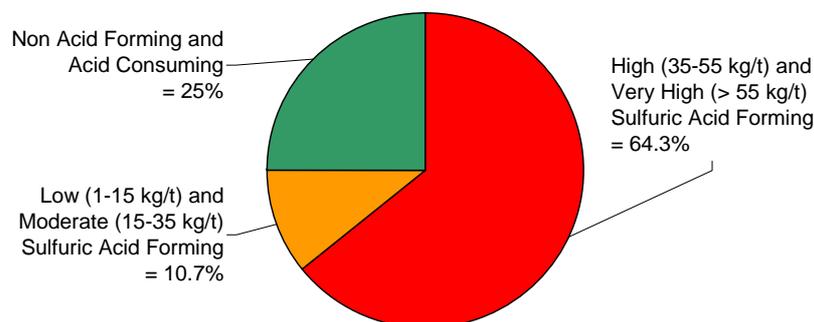
Freeport memiliki masalah aliran batu asam yang sudah diobservasi sejak 1993. Sumber ARD terbesar adalah dari batuan sisa tambang di Grasberg (Grafik 19), walaupun juga berasal dari pekerjaan di bawah tanah dan dinding tambang terbuka Grasberg serta Ertsberg, hingga menyebabkan air berwarna biru terang yang mengandung tembaga air di pertambangan Ertsberg yang sudah ditutup (Figure 4).

Hampir semua batuan sisa tambang yang dihasilkan lubang galian tambang di Grasberg dari tahun 1980-an sampai 2003, yang berjumlah sekitar 1.300 juta ton adalah jenis Pembentuk Asam Potensial (PAP-*Potentially Acid Forming*) dan jumlah batuan sisa yang dihasilkan untuk menetralkan ARD tidak mencukupi jumlahnya (Neale et al 2003). Karena kebijakan Freeport dalam menetapkan ambang batas kadar tembaga yang tinggi (*high grading*), PAP yang rendah dari periode ini mengandung kandungan tembaga 45000 g/t, dan penelitian menunjukkan sekitar 80% kandungan tembaganya akan terurai dalam beberapa tahun (Miller et al 2003b). Batuan sisa tambang ini akan memproduksi ARD dalam waktu lebih dari satu dekade dan akan terus

berlanjut di masa depan sampai batas waktu yang tidak diketahui, mungkin beberapa dekade berikutnya.

Batuan limbah tambang yang kini dihasilkan 75% diantaranya masih terdiri dari jenis yang potensial membentuk asam, walaupun proporsi batu kapur dan batuan penetral asam sudah ditingkatkan menjadi 25% dari seluruh sisa batuan tambang, seperti yang terlihat di Figure 19. Kandungan tembaga dalam batu juga telah berkurang setelah ambang batas kandungan tembaga dikurangi.

Figure 19. Proporsi tipe limbah batuan yang berpotensi membentuk asam dan tidak yang dihasilkan di tambang Freeport pada 6 bulan pertama 2005. Angka merupakan net potensi pembentukan asam dalam kg H₂SO₄/ton materi. (dari data dalam PTFI 2005b)



Tes yang dilakukan pada batuan sisa langsung di tambang Freeport menunjukkan bahwa batuan sisa yang tinggi PAP-nya (bagian merah pada gambar di atas) mengeluarkan kandungan ARD yang sangat asam dengan pH=2. PAP kategori rendah pun ternyata memproduksi aliran ARD yang dengan pH=2,5. Kadar maksimum keasaman ini dicapai dalam satu atau dua tahun dan akan terus bertahan dalam level tersebut setidaknya selama 6 tahun (berdasarkan hasil pengawasan yang dilakukan).

4.2.2 Dampak ARD pada air tanah dan air permukaan

Informasi kualitas air tanah di area tambang dan batuan limbah tidak diberikan oleh Freeport-Rio Tinto kepada pemerintah. Laporan tiga bulanan kepada pemerintah memang memuat judul “level air tanah dan kualitasnya” tapi data yang tercantum tidak menunjukkan kadar keasaman dan kandungan logam di air tanah. Teks laporan itu menyebutkan bahwa air dikumpulkan dari tempat yang menghasilkan air asam, misalnya dekat NW Wanagon dan dites untuk menguji kadar tembaga, besi, keasaman dan daya konduksi. Hasil dari tes tersebut tidak disertakan di dalam laporan. Ada grafik di bagian lain dalam laporan tiga bulanan itu yang menunjukkan bahwa air tanah dan air permukaan yang tercemar ARD dikumpulkan untuk di coba perbaiki dengan menggunakan kapur di tempat pengolahan, menunjukkan rata-rata pH=3, padahal tingkat pH tersebut mengandung kadar keasaman yang tinggi (PTFI 2005c)

Neale et al (2003) menunjukkan grafik yang menggambarkan kondisi salah satu tempat ARD di Freeport, yang disebut “arus timur”. Grafik itu menunjukkan bahwa konsentrasi tembaga di arus timur mencapai rata-rata 1.200 mg/L tembaga pada tahun-tahun sekitar 1999 dan pengukuran yang paling baru (2003) mencapai rata-rata 800 mg/L tembaga. Angka ini menunjukkan kandungan tembaga yang sangat tinggi, melebihi standar yang diijinkan, yang akan membawa

dampak serius bagi kesehatan dan lingkungan. Sayangnya tidak disebutkan dengan jelas dimana lokasi “arus timur” ini, dan apakah angka ini sebagai indikasi ARD yang masuk ke dalam air tanah dan air permukaan di dataran tinggi.

Sebagai ganti data kualitas air tanah, Freeport-Rio Tinto dalam laporan tiga bulanannya menyertakan beberapa halaman data dari hasil kedalaman air tanah di lokasi tambang. Komentar dan peta pada laporan tersebut memastikan bahwa batuan yang terdapat di dataran tinggi memiliki daya serap air yang tinggi dan kapasitas penyimpanan yang besar dan ada macam-macam *aquifers*, *sinkholes*, mata air, danau dan air pegunungan, beberapa berdiri sendiri dan beberapa saling berhubungan. Seorang ahli geolog yang pernah bekerja di sana diwawancara oleh Perlez dan Bonner (2005), menyatakan bahwa ARD dari tambang, membawa serta tembaga dengan kadar tinggi, sampai di mata air yang jauhnya beberapa mil dari tambang.

4.2.3 Penanggulangan ARD

Karena ditemukannya beberapa masalah polusi ARD di Freeport, konsultan Freeport-Rio Tinto yang berada di Australia, Environmental Geochemistry International, telah melakukan penyelidikan untuk mengurangi ARD sejak 1996. Dari test tersebut mereka menemukan bahwa komponen utama ARD, oksigen dan air, terserap jauh ke dalam batuan limbah tambang dan hal ini tidak bisa dicegah dengan mudah, sehingga harus dicari cara lain (Miller et al 2003b)

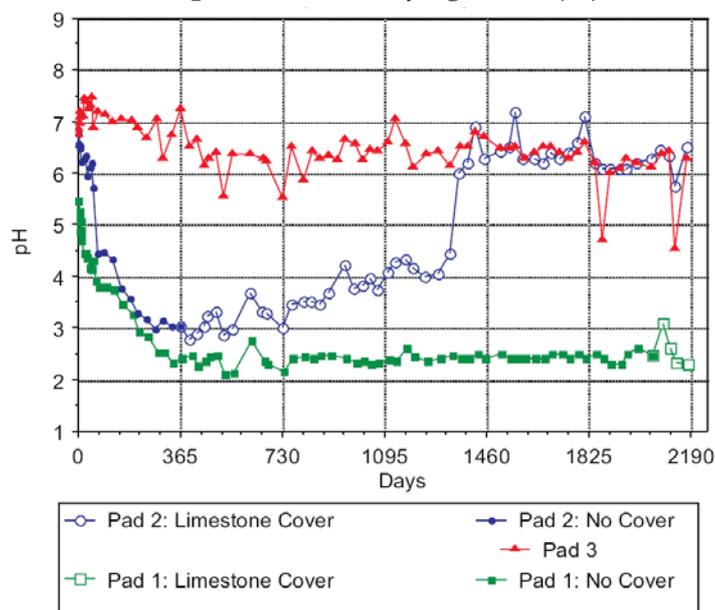
Cara yang paling efektif dan mudah untuk mencegah polusi tembaga dari batuan limbah di Freeport adalah dengan menghasilkan batuan limbah dengan kadar tembaga lebih rendah. Ini bisa dilakukan dengan dua cara. Pertama, Freeport-Rio Tinto harus menghentikan pertambangan terbuka, dan memindahkan batuan limbah ke lubang yang lebih lebar dan dalam. Pertambangan bawah tanah jelas masuk akal, karenanya hal ini sudah dilakukan di beberapa tempat di Freeport dan akan jadi satu-satunya cara pertambangan mulai tahun 2014-2041. Kedua, Freeport-Rio Tinto harus memotong proses biji mineral di tambang. Artinya batuan limbah tembaga akan diproses sebagai biji besi, mengambil tembangannya untuk dijual dan mengurangi limbah dan polusi tembaga yang akan menjadi ARD (walaupun akan lebih banyak menghasilkan tailings)

Kedua cara pengurangan ARD ini tidak ramah biaya dibandingkan cara yang dilakukan saat ini dan hampir tidak mungkin dilaksanakan tanpa paksaan dari pihak luar seperti pemaksaan berdasarkan hukum lingkungan hidup atau pengenaan pajak oleh pemerintah. Freeport-Rio Tinto lebih senang memilih cara pengurangan ARD dengan menggunakan kapur sebagai penetralisir yang tersedia di sekitar area tambang.

Untuk menguji cara ini, konsultan menggabungkan dua tipe limbah batuan sebagai uji coba di Freeport dalam rangka menguji rasio ANC:NAG, rasio kemampuan menetralsisir asam dengan kapasitas menghasilkan asam keseluruhan. Konsultan melaporkan bahwa ARD akan bisa dikurangi dengan mencampur pada perbandingan ANC:NAG = 10 (artinya 10 kali lebih kuat dalam kemampuan menetralsisir asam dari pada menghasilkan asam). Para konsultan menyadari bahwa rasio 15 adalah jumlah minimal untuk mengurangi kadar keasaman yang ada (Neale et al 2003). Uji coba menunjukkan kalau penguraian tembaga terus berlanjut, meskipun dalam skala yang lebih rendah, dari limbah batuan campuran dengan ANC:NAG = 15, karena oksidasi chalcopyrite dapat terus berlangsung dalam kondisi pH yang lebih rendah bila terpapar pada udara, air dan bakteri seperti terlihat dalam Rumus 3 di atas.

Contoh dari penggabungan ini ditunjukkan pada Figure 20, garis merah menunjukkan contoh uji coba. Garis 3 menunjukkan campuran 25% batu kapur dan 75% limbah batuan dengan PAP rendah. Campuran 25% batu kapur ini mencegah keasaman yang rendah (pH=6) dibandingkan dengan garis 2 dengan 10% batu kapur, yang menghasilkan keasaman yang cukup kuat (pH=3) dan garis 1, yang tidak dicampur dan menunjukkan kadar aliran air asam yang sangat tinggi (pH=2,5).

Figure 20. Efek yang dihasilkan dalam pencampuran dan *capping* dengan batuan kapur terhadap keasaman (dalam unit pH) dari limbah batuan PAF yang rendah hingga moderat di Freeport. Pad 3 menggunakan 25% campuran batuan kapur, dan Pad 2 menggunakan *capping* dengan kapur setelah satu tahun (perhatikan simbol yang berubah). (dari Miller et al 2003)



Sayangnya, rasio “aman” pencampuran ANC:NAG=15 hanya bisa dilakukan pada proses produksi setelah tahun 2007, meninggalkan 1.300 juta ton batuan limbah yang dihasilkan sampai tahun 2003 dengan kadar ARD tinggi dengan perbandingan ANC:NAG kurang dari 10, ditambah sekitar 400 juta ton yang dihasilkan antara tahun 2004 sampai 2006 dengan rasio marjinal ANC:NAG=10.

Solusi untuk ARD dalam batuan limbah dengan kadar keasaman tinggi ini, mungkin akan digunakan pencampuran dengan batu kapur, tapi cara ini akan memakan biaya tinggi, karena limbah harus dipindahkan ke satu tempat untuk dicampur dengan batu kapur. Sebagai gantinya, strategi menutup batuan limbah dengan sejumlah kapur sudah dicoba, dengan hasil yang cukup menggembirakan, seperti ditunjukkan Figure 20. Dalam test penimbunan, garis 2 telah ditimbun dengan batu kapur setebal 2 meter setelah satu tahun, ketika aliran air asam lewat di bawahnya (pH=3). Penurunan kadar keasaman secara bertahap terjadi dalam 2,5 tahun berikutnya, diikuti dengan perbaikan yang cepat hingga mencapai pH=6.

Masalah ARD yang serius dari batuan limbah, menghasilkan polusi di sumber air dataran tinggi yang terjadi paling tidak sejak 1993. Saat itu, pengujian selama 6 tahun yang dilakukan oleh para konsultan beberapa tahun yang lalu (pada 2003), biarpun tidak sempurna, tampaknya baik untuk dicoba. Untuk melakukan proses penimbunan sekarang ini akan dihadapi oleh beberapa kesulitan,

yang jelas bagi perusahaan, karena harus mempersiapkan tambang batu kapur untuk digunakan dalam proses ini, membuat tempat penampungan limbah, sebelum dilanjutkan dengan pengolahan limbah seperti yang sudah direncanakan. Freeport-Rio Tinto melaporkan bahwa rencana ini menunggu sampai pertambangan terbuka selesai, setelah tahun 2014, sebelum menerapkan cara ini.

Freeport-Rio Tinto diminta oleh hukum Indonesia untuk mengurangi dampak kerusakan lingkungan, oleh karena itu tugas yang dilimpahkan secara legal dan bertanggung jawab terhadap lingkungan adalah untuk segera melakukan penimbunan batuan limbah dengan batu kapur, daripada harus menunggu satu dekade lagi.

4.3 Erosi dan Runtuhnya Timbunan Batuan Limbah

Timbunan batuan limbah saat ini sudah lebih dari 1,5 milyar ton pecahan batu dan akan bertambah menjadi sekitar 3 milyar ton. Timbunan ini sangat rawan terhadap erosi dengan curah hujan sekitar 4.000-5.000 mm yang turun setiap tahun di lokasi tambang. Foto dan gambar satelit dengan jelas menunjukkan proses yang sedang terjadi (lihat Figure 21, Figure 22 dan WALHI 2000). Erosi dari timbunan limbah batuan ini memperparah muatan *tailings* yang sudah bersedimen tinggi masuk ke dalam aliran sungai. Dampak tambahan di sungai dataran tinggi ini tidak didiskusikan atau dipedulikan dalam laporan tiga bulanan Freeport-Rio Tinto atau di dalam ERA, sebuah kelalaian yang signifikan dalam pelaporan.

Figure 21. Gundukan batuan limbah tambang milik Freeport-Rio Tinto (terdiri dari bijih logam dengan kadar rendah) di hamparan dataran tinggi. (MoE Feb 2006)



Figure 22. Batuan limbah tambang kemudian mengalami erosi ke sungai-sungai di dataran tinggi, menyebabkan tingginya TSS dan kadar tembaga (kolam warna biru di dasar pembuangan batuan limbah).



Telah terjadi beberapa kali longsor pada timbunan batuan limbah, termasuk di tempat pembuangan batuan limbah di lembah Wanagon pada pukul 22.00 WIB, tanggal 4 Mei 2000. Dalam kecelakaan ini, empat ratus ton batuan limbah longsor dan masuk ke Danau Wanagon yang menyebabkan gelombang cukup besar menghantam danau. Gelombang setinggi 15 meter dan lumpur ARD termasuk kandungan tembaga yang beracun tiba-tiba meluncur menuju Sungai Wanagon, membunuh 4 orang di hilir sungai dan menyapu sebagian hilir Desa Banti. Investigasi yang dilakukan oleh Badan Pengendalian Dampak Lingkungan (Bapedal) Indonesia bersama dengan Dirjen Pertambangan sesudah musibah ini menemukan bahwa ketinggian dan kemiringan gundukan batuan limbah memang tidak mampu lagi bertahan jika hujan turun deras (Bapedal 2000).

Guyuran hujan deras pada berbagai celah diantara partikel batuan limbah dinyatakan sebagai penyebab pemicu longsor awal, seperti yang terjadi di Danau Wanagon pada 20 Juni 1998 dan 20-21 Maret 2000. Faktor lain yang dapat menimbulkan dampak jangka panjang misalnya gempa yang sering terjadi dan penurunan permukaan tanah akibat metode *block caving* dalam pertambangan bawah tanah. Tidak seperti cara yang umum dilakukan, dimana terowongan digali dengan atap penahan, *block caving* menggunakan material buangan untuk mengontrol rubuhnya gua dan bijih logam dari atas. Jika banyak materi yang dipindah, guncangan di permukaan adalah hal yang biasa terjadi. Penjelasan tentang stabilitas jangka panjang dan dampak timbunan batuan limbah akan didiskusikan di s.0 di bawah.

4.4 Risiko Toksisitas Bahan Kimia Penggilingan dan Pengambangan

Proses ekstrasi emas dan tembaga yang dilakukan Freeport memakai bahan kimia berikut ini, yang dalam proporsi tertentu bisa terbuang ke lingkungan sekitar bersama dengan tailings dari

lokasi pertambangan dan di Pelabuhan Amamapare selama proses peningkatan konsentrasi mineral:

- SIBX (Sodium Isobutyl Xanthate)
- Oreprep OTX-140:
 - 70% C8-C10 Alcohols
 - 15% Polypropylene Glycol
 - 12% C10-C16 Aldehydes/Esters
 - 1-2% C5-C8 Alcohols
- Hyperfloc A-237 (Anionic Polyacrylamide)
- Cytec S-7249 (41% Sodium Diisobutyl Dithiophosphate)
- Isobutyl Alcohol

Jumlah rata-rata bahan kimia yang dipakai di pabrik penggilingan adalah: Cytec S-7249 = 9,520 kg; SIBX = 3,355 kg; OTX-140 = 5,950 kg (dihitung dari PTFI 2005b).

Penduduk sekitar tepi sungai Amungme, Desa Banti dan Waa mengeluh karena bau yang tidak sedap dari tailings melewati Sungai Aghawagon, yang diasumsikan berasal dari satu atau beberapa bahan kimia. Selama *screening-level risk assessment* (SLRA) dari bahaya yang diderita anak-anak akibat mengkonsumsi air sungai yang mengandung tailings di dekat Desa Banti, beberapa dari bahan kimia yang digunakan dalam proses produksi menerima screening quotients (SQs) yang tidak jauh dari 1, mengindikasikan adanya bahaya dan harus diselidiki lebih lanjut, yakni:

- Sodium Diisobutyl Dithiophosphate SQ = 0.61
- Sodium Isobutyl Xanthate SQ = 0.41;

Karena tingkat SQ untuk anak yang terpapar bahan kimia pabrik adalah < 1 , bahaya ini tidak bisa diujikan ke dalam Penilaian Risiko Kesehatan Manusia (*Human Health Risk Assessment*). Walaupun begitu, masih dimungkinkan jika perkiraan bahaya penuh itu diberikan dalam bentuk informasi bagi anak-anak yang suka bermain di sungai dan orang dewasa yang suka mencari emas di Sungai Aghawagon, sebagaimana yang dicatat dalam Tim Review Panel ketika mereka melakukan kunjungan lapangan (ERA Review Panel, 2002) dan dari berita terbaru bahwa masih banyak penduduk yang mencari emas di sungai sampai hulu sungai Desa Banti dan Waa (dekat Ridge Camp) dengan begitu juga dekat dengan pabrik pengolahan. Hal ini lebih jauh didukung dengan fakta bahwa terdapat ketidakpastian yang tinggi terhadap perkiraan resiko bahaya bagi kesehatan manusia akibat bahan-bahan kimia tersebut, karena konsentrasinya di sungai Aghawagon tidak benar-benar diukur, tapi hanya diperkirakan saat screening-level risk assessment dan karena data toksisitas dari bahan kimia ini sangat terbatas. (Parametrix 2002b).

4.5 Penghancuran lingkungan alpen dan situs keramat

Wilayah dataran tinggi sangat penting artinya bagi pemilik tanah tradisional Amungme, baik secara praktis maupun spiritual. Pemetaan dengan berjalan kaki yang dilakukan oleh Universitas Cendrawasih di Papua dan Universitas Nasional Australia, ditemani oleh suku pemilik tanah setempat mengidentifikasi habitat dan nama Amungme untuk penandaan lokal seperti puncak gunung, perbukitan, sungai, danau, dataran tinggi terbuka dan lereng :

“Berkunjung ke area kilang penyaringan tembaga dan ke tambang Grasberg dengan dipimpin oleh suku Natkime memastikan bahwa mereka sangat familiar dengan semua detail di lokasi tersebut. Yang lebih penting, ketua suku Natkime bisa memberikan bukti yang kuat untuk mendukung bahwa suku Natkime dan suku-suku lainnya secara rutin berburu di sekitar Agabagong (Aghawagon), termasuk wilayah padang rumput Carstensz, jauh sebelum datangnya ekspedisi Colijn pada tahun 1936. Ketua suku Natkime mampu menggambarkan dengan jelas lokasi tempat berteduh dan tempat berburu yang biasa didatangi secara teratur, walaupun tempat itu sudah banyak berubah oleh aktifitas pertambangan sejak tahun 1967. Ritual penting yang sering dilakukan penduduk area dataran tinggi juga sudah dikonfirmasi. Dokumen tambahan juga menunjukkan bahwa misionaris katolik yang bekerja dengan suku Amungme sangat mengenal ritual penting di puncak gunung sejak tahun 1958.” (UABS 1998a).

Sebagian besar daerah tersebut sekarang dihancurkan atau benar-benar dasingkan dari penggunaan oleh suku-suku secara tradisional. Total wilayah dataran tinggi yang termasuk daerah pertambangan Grasberg dan wilayah pembuangan batuan limbah adalah 12 km² pada Juni 2005 (PTFI 2005b). Disamping area yang secara langsung digunakan untuk pertambangan, banyak situs keramat dan tempat yang menghasilkan sudah diubah menjadi lokasi bagi fungsi penunjang proses pertambangan, seperti tempat pemrosesan tambang, lokasi kerja dan akomodasi pekerja.

Situs suci yang penting bagi suku amungme telah dihancurkan, seperti Danau Wanagon yang sekarang benar-benar hilang dibawah timbunan batuan limbah Lembah Wanagon. Hal yang sama terjadi pada padang rumput di Carstensz yang sekarang didominasi oleh timbunan batuan limbah setinggi 270 m dan menutupi area seluas 1,35 km² (Neale et al 2003). Leith (2003) mencatat bahwa “Sederetan danau berwarna merah muda, jingga dan merah yang menawan (berwarna karena ganggang) di dataran tinggi semua telah lenyap sejak Grasberg dibuka, begitu pula Danau Fairy yang unik di sebelah barat laut Grasberg akan hilang jika timbunan batuan sisa tambang terlalu tinggi”.

5 Dampak Lingkungan: Dataran Rendah

Sebelum dibangun sistem tanggul, *tailings* dialirkan dari wilayah dataran tinggi melalui Sungai Otomona dan pengendapan terjadi dalam kanal alami Sungai Ajkwa. Dalam jangka waktu yang cukup singkat, kanal Sungai Ajkwa telah dipenuhi oleh *tailing* tersebut. Ketika hal ini terjadi, *tailing* membanjiri kedua sisi dataran banjir, dan menyebabkan tercemarnya Sungai Tipoeke, Minajerwi, Kopi dan juga suatu kawasan dataran yang cukup luas yang terletak di antaranya.

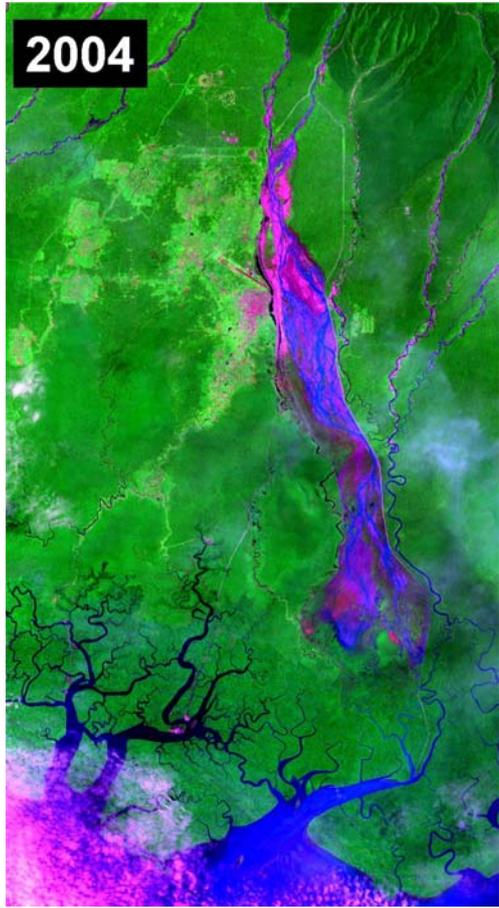
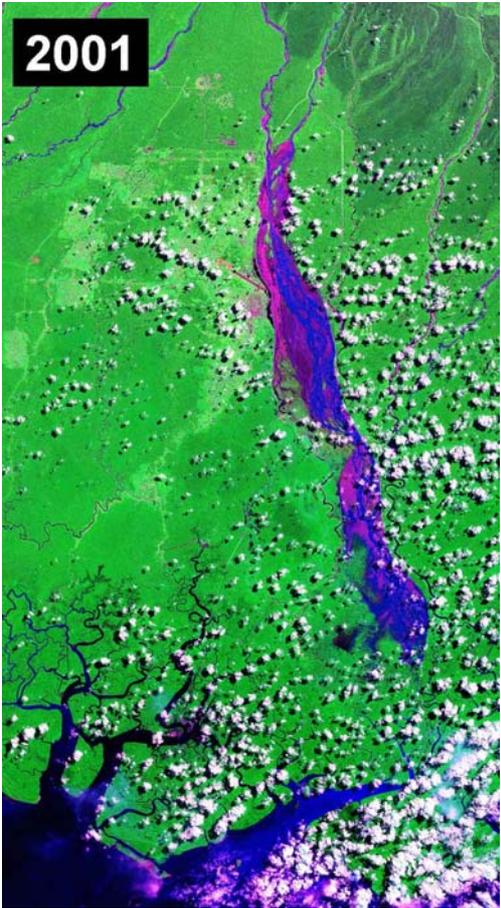
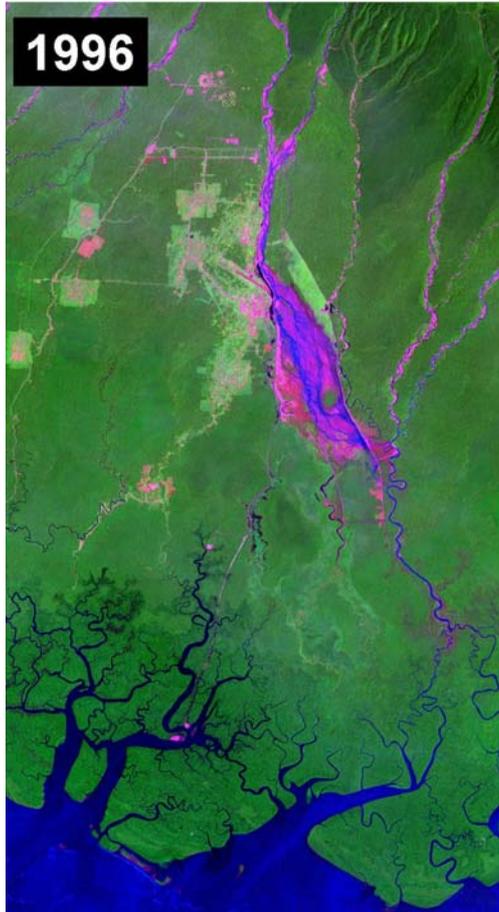
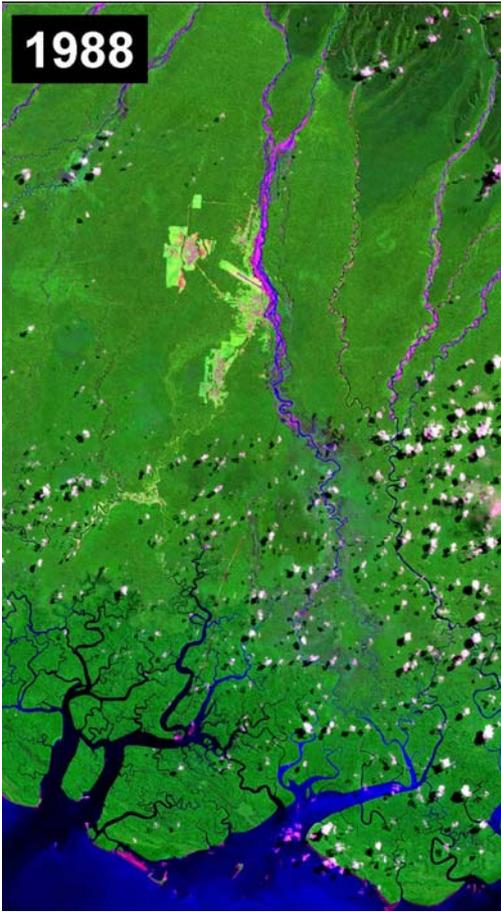
Daerah dataran rendah yang diperuntukkan sebagai tempat pembuangan *tailing* tersebut disebut *Ajkwa Deposition Area* (ADA). Untuk mencegah agar *tailing* tidak mengalir ke sungai-sungai lain di sekitar kawasan tersebut dan untuk membatasi daerah yang terkena imbas *tailing* tersebut, maka sepasang tanggul telah dibangun di bagian timur dan barat dari kanal alami Sungai Ajkwa. Hasilnya, kawasan pengendapan *tailing* memiliki panjang sekitar 43 km, dengan lebar 3 km pada titik tersempit yaitu pada bagian hulu ADA dan lebar lebih dari 9 km pada titik terlebar yaitu pada bagian tengah ADA. Jika muara Sungai Ajkwa yang merupakan bagian ADA paling bawah juga dihitung, maka ADA memiliki panjang sekitar 60 km.

Partikel-partikel halus *tailing* hanyut melalui ADA lalu masuk ke muara Ajkwa dan Sungai Arafura. Erosi akan terus membawa *tailing* keluar dari ADA bahkan setelah kegiatan pertambangan telah dihentikan. Oleh karena itu, ADA tidak bisa disebut sebagai fasilitas penampungan *tailing* karena sistemnya yang terbuka (*open-ended*).

Pada awalnya, ADA meliputi area seluas 133 km persegi. Setelah adanya peningkatan jumlah pembuangan *tailing* sehari-hari sebagai akibat dari investasi Rio Tinto sejumlah US\$ 1,7 milyar pada tahun 1995, ADA memerlukan perluasan daerah seluas 96 km persegi. Hal ini mengakibatkan luas total yang diperlukan untuk menampung limbah buangan tambahan menjadi 230 km persegi (PTFI 1997).

Selain nilai konservasinya, sungai dataran rendah, hutan hujan tropis dan daerah lahan basah yang berada di sekitar ADA merupakan daerah utama untuk berburu dan memancing bagi sang pemilik lahan tradisional yaitu masyarakat adat Kamoro. Mereka menggunakan daerah tersebut untuk mengumpulkan sagu, buah-buahan, dan kayu untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Lahan tersebut diambil tanpa akonsultasi berdasarkan kebijakan Kontrak Kerja yang ditandatangani oleh Presiden Suharto pada tahun 1967. Beberapa dekade kemudian, hak atas tanah dan perjanjian untuk hak kompensasi baru ditandatangani. Namun, berdasarkan perjanjian tersebut, lahan yang telah digunakan tidak akan dikembalikan menjadi hak milik masyarakat Kamoro, melainkan menjadi milik negara.

Figure 23. (Pada halaman sebelah). Foto landsat dari jejak pengendapan tailings yang meluas di dataran rendah Timika, pada tahun-tahun sesuai dengan yang tertera pada gambar. Timbunan tailing pada ADA ditandai dengan warna merah muda (tailing kering) dan biru (tailing basah). Daerah yang gelap kehitaman menggambarkan genangan air atau bayangan awan. Daerah hutan yang dibabat digambarkan dengan warna hijau muda (dari Paull et al 2006). Lihat juga Gambar 7 untuk foto Landsat tahun 2005.



5.1 Penampungan *Tailing* yang Tidak Layak

Sejak dibangun tanggul pada tahun 1997, sebagian besar *tailing* memenuhi daerah diantara tanggul, hal ini mengakibatkan dampak *tailings* akan terjadi dalam kawasan 230 km² dari area ADA. Namun demikian, hutan dan sungai yang terletak di luar daerah ADA tersebut telah dan sesekali akan tetap mendapat tumpahan *tailings* karena timbunan yang meningkat dalam kawasan ADA dan melebihi kapasitas penampungan tanggul, atau karena adanya kerusakan dan erosi tanggul (proses perbaikan dicatat dalam PTFI 2003, PTFI 2005b, PTFI 2005c). Dalam salah satu studinya dengan menggunakan foto-foto dari Landsat yang dibuat pada tahun 2000, staf senior LAPAN telah mengidentifikasi lokasi-lokasi dimana *tailings* mengalir keluar dari sistem tanggul. Dalam sebuah ekspedisi pencarian fakta, dapat dibuktikan bahwa tanggul sebelah timur tidak berfungsi dengan baik yang mengakibatkan *tailings* memasuki Sungai Kopi (WALHI dan LAPAN 2000).

Sistem tanggul ini dibangun dengan menggunakan *tailings* dan sedimen alami yang diambil dari lahan galian atau *borrow pits*, yang lalu didorong dan dipadatkan ke tepian sungai dengan menggunakan peralatan pengeruk tanah. Bahan-bahan yang digunakan dan standar konstruksi tanggul tersebut jauh dibawah standar yang biasa digunakan untuk membangun bendungan *tailings* atau bendungan lainnya. Tanggul ini akan mencapai ketinggian 20 m pada beberapa bagian untuk menampung *tailings* yang bisa mencapai ketinggian sekitar 17 m. Ilustrasi dapat dilihat pada Figure 24.

**Figure 24. Kedalaman *tailings* yang diperkirakan pada ADA.
Dari Universitas Gadjah Mada di Parametrix 2002c.**

Para ahli industri pertambangan telah memaparkan bahwa standar konstruksi tanggul ADA tidak layak untuk menampung *tailings* dan jauh dibawah standar praktik industri tambang yang baik. Pada 12 Juni 2001, Menteri Lingkungan telah menulis surat kepada PTFI dan meminta mereka untuk mengganti metode konstruksi bendungan yang mereka gunakan sekarang dengan standar konstruksi tanggul yang lebih aman sesuai dengan yang ditetapkan oleh Keamanan Bendungan melalui Komisi Keamanan Bendungan dan Balai Keamanan Bendungan.

Karena fasilitas penampungan *tailings* ini tidak bersifat konvensional dan memiliki kekurangan lapisan untuk menghambat drainase baik di bagian dasar maupun kedua sisi, ADA menjadi tidak efektif lagi untuk menampung *tailings* cair dan air sungai maupun air hujan yang sudah bercampur dengan *tailings*. Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Universitas Gajah Mada pada tahun 2001 menemukan fakta bahwa terdapat hubungan hidrolik antara cairan *tailings* (juga air yang telah tercampur dengan *tailings* tersebut) dan unsur penjernih lokal untuk air tanah dan air permukaan disekitarnya (UGM 2001 dalam Parametrix 2002c).

Struktur ADA meningkat diatas level permukaan tanah di sekitar Timika, dan di sebagian besar kawasan permukaan air tanah berada selevel dengan permukaan timbunan *tailings*. Hal ini tampak sebagai area berwarna biru di sekitar ADA pada foto satelit yang ditunjukkan pada Figure 7 dan Figure 23. Karena adanya perbedaan tinggi meja air di sekitar ADA dan meja air di dataran Timur dan Barat, maka terciptalah "*Hydraulics Head*" yang mendorong air keluar dari ADA. Parametrix (2002c) mencatat bahwa:

"Sebagian besar air yang bersentuhan langsung dengan *tailings*, yang lalu merembes ke dekat tanggul timur dan barat, diprediksikan akan menjadi air permukaan di sepanjang daerah bagian timur dan barat ADA. Laju resapan diperkirakan akan meningkat dengan

proporsi yang sama dengan perbedaan kepala hidrolik atau *hydraulics head* (UGM 2001). Oleh karena itu, rembesan ADA ke sungai-sungai, kanal-kanal maupun ke Danau Kwamki yang berada di dekat sana diduga akan meningkat seiring dengan meningkatnya timbunan *tailings* yang diapit kedua tanggul.”

5.2 Tumbuhan Dataran Rendah

Hutan tropis lebat (*Dense tropical jungle* - istilah yang digunakan dalam *Ecological Risk Assessment* (ERA)) meliputi sebagian besar daerah dataran rendah di sekitar Timika, termasuk area ADA, dan juga memenuhi definisi umum dari hutan hujan tropis yaitu menerima setidaknya 100 mm curah hujan dalam setiap bulannya dan memiliki berbagai jenis pohon termasuk spesies pohon tinggi (>30m), pohon dan tumbuhan rambat, dan juga berbagai epifit. Keanekaragaman dan jumlah total dari biomassa yang terdapat dalam hutan tersebut cukup tinggi, termasuk adanya berbagai spesies tumbuhan bunga dan buah, yang juga menyokong keanekaragaman satwa yang sangat tinggi. Antara hutan dan daerah muara yang didominasi oleh hutan bakau, terdapat kawasan lahan basah air tawar tempat hutan sagu dan rawa palem nipah.

5.2.1 Penyumbatan Tumbuhan Oleh Tailings

Penimbunan *tailings* pada komunitas tumbuhan yang sehat bisa merusak vegetasi melalui proses “*penyumbatan*” (*tailings* menghambat difusi oksigen ke dalam akar tanaman dan menyebabkan tanaman tersebut mati (PTFI 1997)). Bahan-bahan kimia yang terkandung dalam *tailings* juga mengganggu proses pertumbuhan tanaman (Chapman et al 2000), namun demikian, proses penyumbatan berlangsung begitu cepat sehingga hal ini dapat dianggap sebagai penyebab utama proses perusakan hutan alam dalam wilayah ADA.

Figure 25. Penimbunan tailings dalam proses penyumbatan pohon-pohon dalam hutan di wilayah ADA, Feb 2006 (photo: ELSHAM).



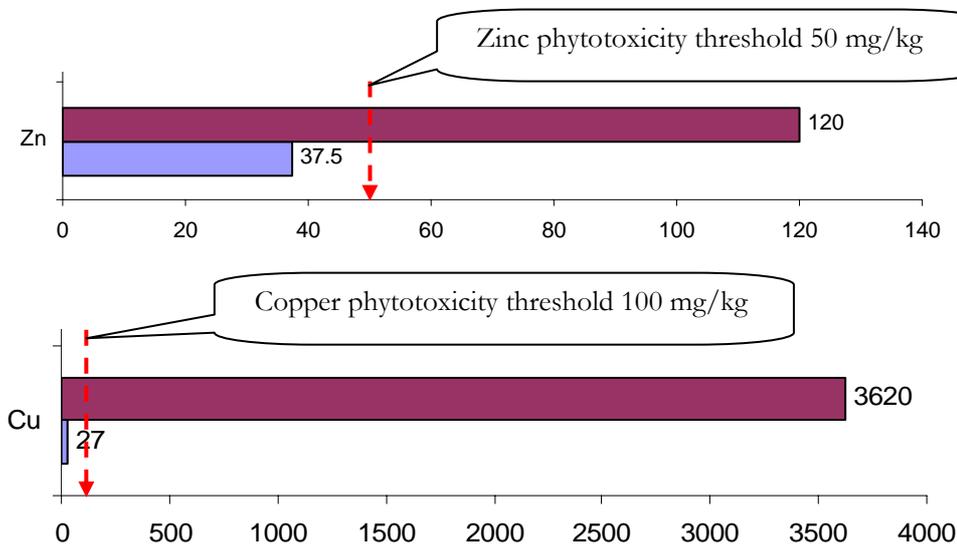
Banyak daerah hutan hujan di sekitar sungai, rawa sagu, dan berbagai komunitas tumbuhan yang ditemukan dalam radius 230 km² di kawasan ADA berada dalam fase sekarat, yang meninggalkan batang-batang pohon mati menyembul keluar dari lumpur *tailings*. Sementara jumlah *tailings* bertambah banyak di kawasan ADA, posisi aliran sungai bergeser yang mengakibatkan beberapa area baru terkena limpahan *tailings*. Oleh karena itu, pada bulan Februari 2006, masih terdapat beberapa daerah dalam kawasan ADA yang mengalami proses sekarat, sebagaimana yang bisa dilihat pada Figure 25. Setelah beberapa tahun lalu kepala suku Amungme Tom Beanal difoto diantara hutan mati yang menyeramkan, yang menimbulkan publisitas buruk bagi Freeport-Rio Tinto Joint Venture, staf PTFI menjalankan sebuah program untuk menebangi pohon-pohon

mati tersebut dan membiarkan mereka tenggelam kedalam *tailings* (PTFI 2003, 2005b, 2005c). Program masih berjalan walaupun proses tersebut dilaporkan berbahaya bagi staf.

5.2.2 Tumbuhan dan Logam Berat

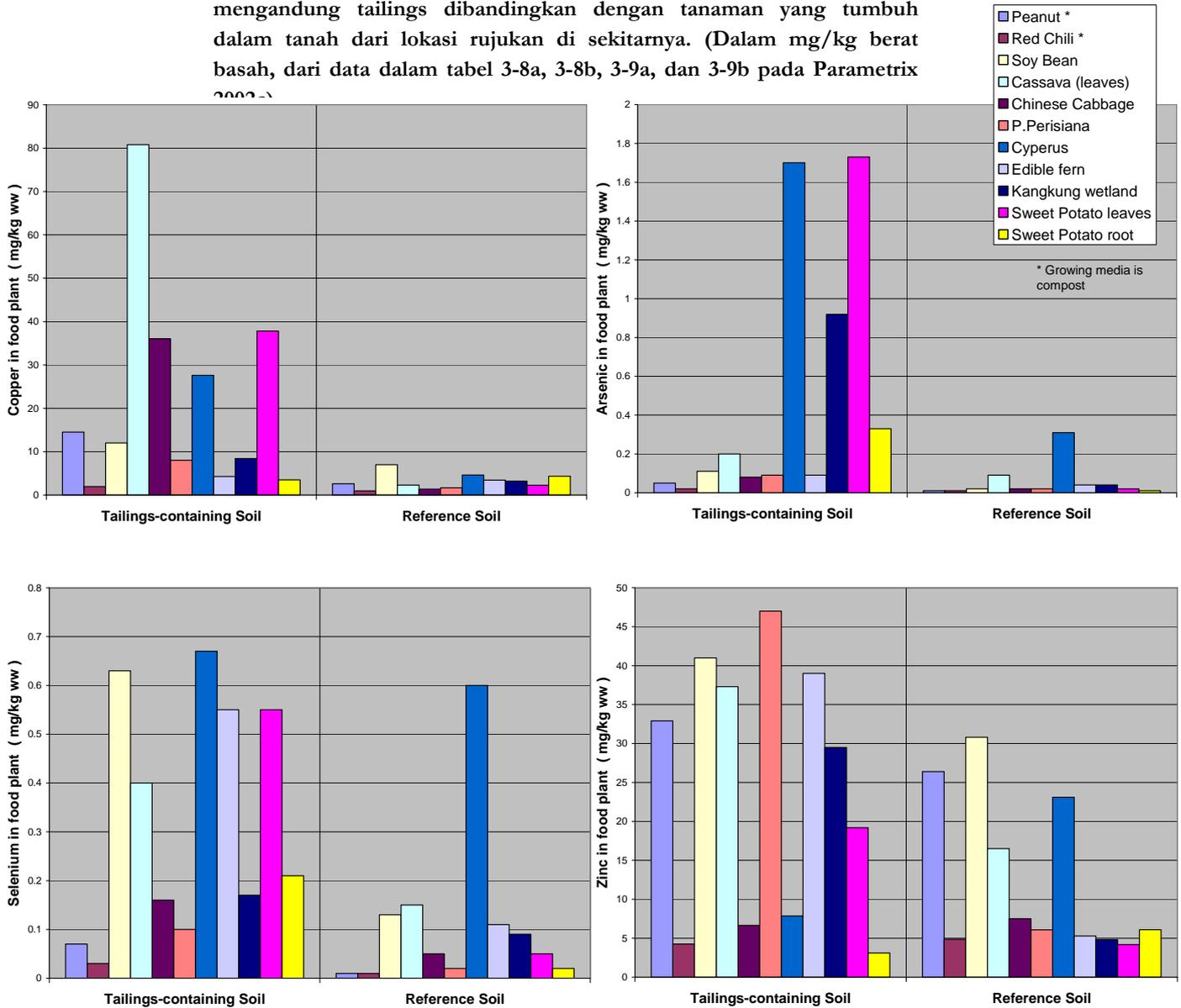
Sebagaimana yang telah diilustrasikan sebelumnya pada Figure 15, tingkat kandungan logam selenium (Se), timbal (Pb), arsenik (As), seng (Zn), Mangan (Mn), dan tembaga (Cu) pada *tailings* milik Freeport meningkat jika dibandingkan dengan kandungan pada tanah hutan alam dari daerah sekitarnya di Timika. Konsentrasi dari beberapa metal yang terkandung dalam *tailings* tersebut melebihi *phytotoxicity thresholds* (ambang batas racun yang bisa mematikan tumbuhan), yang mengindikasikan adanya efek racun dalam pertumbuhan tanaman – contoh untuk seng dan tembaga diberikan dalam Figure 26.

Figure 26. Tingkat kandungan seng dan tembaga dalam *tailings* dan tanah rujukan (dalam mg/kg dw) dibandingkan dengan *phytotoxicity thresholds*. (Dari Parametrix 2002c Tabel 5-1.)



Serangkaian tes dan sampling lapangan yang dilakukan selama proses Uji Penyerapan Logam untuk Penilaian Risiko Tumbuhan dan Satwa Liar (Volume 3 dari ERA) menunjukkan bahwa seluruh spesies tumbuhan yang diuji setidaknya mengandung satu logam berat ketika ditanam dalam tanah atau kompos yang mengandung *tailings* penambangan Freeport-Rio Tinto, dibandingkan dengan menggunakan tanah atau kompos yang tidak terkontaminasi. Data lima halaman mengenai akumulasi berbagai logam yang terdapat dalam bagian tanaman yang dapat dikonsumsi, baik dalam buahnya, akar maupun daun disajikan oleh Parametrix (2002c, tabel 3-8a, 3-8b, 3-9a, and 3-9b). Beberapa data mengenai 10 spesies tumbuhan dan 4 logam bisa dilihat dalam Figure 27 berikut. Untuk setiap logam ini, tembaga, arsenik, selenium dan seng, sebagian besar tanaman yang tumbuh dalam *tailings* (grafik sebelah kiri) mengandung logam dengan konsentrasi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan tanaman yang tumbuh di tanah yang tidak terkontaminasi (grafik sebelah kanan).

Figure 27. Kandungan logam tembaga, arsenik, selenium dan seng dalam bagian tanaman yang dapat dikonsumsi yang ditanam dalam tanah mengandung tailings dibandingkan dengan tanaman yang tumbuh dalam tanah dari lokasi rujukan di sekitarnya. (Dalam mg/kg berat basah, dari data dalam tabel 3-8a, 3-8b, 3-9a, dan 3-9b pada Parametrix 2002)



5.2.3 Karakteristik Fisik dan Nutrisi dari Tailings

RPT (2002) mengangkat masalah partikel halus dari *tailings* yang masuk ke dalam pori-pori tanah bisa mengakibatkan berkurangnya porositas (kemampuan menyerap dari) tanah, mengganggu drainase dan pertukaran gas. Partikel *tailings* halus bisa juga mengganggu struktur tanah yang retak

pada akhirnya mengganggu pertumbuhan akar yang menyebabkan keanekaragaman flora dan fauna menjadi berkurang.

Masalah re-vegetasi ADA dibahas dalam bagian pasca-penutupan di bawah ini. Namun demikian, perlu dicatat bahwa *tailings* murni, yang meliputi hampir 230 km persegi ADA area, telah meningkatkan konsentrasi logam berat, kurang mengandung karbon organik maupun beberapa nutrisi penting lainnya, dan tidak memiliki kapasitas penyimpanan (water holding) air yang cukup. Beberapa percobaan telah menunjukkan bahwa *tailings* murni tidak bisa mendukung pertumbuhan atau penyerbukan yang memadai dari tanaman asli tanpa pemberian pupuk yang intensif, kompos dan/atau tanah alam yang didatangkan dari tempat lain (Parametrix 2002c).

5.3 Hewan Dataran Rendah

Parametrix (2002c) mengutip sumber lain seperti survei keanekaragaman hayati pada tahun 1999 yang dilakukan oleh PT. Hatfindo untuk mendeskripsikan margasatwa di area dataran rendah. Sekitar lebih dari 700 spesies burung yang menarik tercatat hidup di daerah Timika, termasuk beberapa spesies “burung dari surga” yang cukup terkenal (“Cenderawasih”, yang kemudian dijadikan nama Universitas Cenderawasih di Papua), beberapa spesies kakaktua, beo, merpati, burung dara, beberapa spesies burung besar seperti burung enggang, *megapodes* dan salah satu spesies burung terbesar yang ada di dunia yaitu kasuari selatan. Selain itu, banyak juga burung-burung kecil pemakan serangga dan madu bunga, dan juga spesies karnivora seperti *kites* (burung layang-layang), burung hantu, elang laut dan *kingfishers* yang menangkap ikan dari sungai yang bermeander.

Selain Komodo, kadal terbesar lainnya di dunia hanya terdapat di Papua, yaitu *V. salvadorii* yang memiliki panjang sekitar 3-4 m. Kadal ini ditemukan di wilayah Timika dan hidup di pepohonan di sekitar sungai dan memakan mamalia kecil, burung dan telurnya, kodok dan juga berbagai binatang melata kecil. Selain itu, terdapat juga kura-kura dan penyu, 42 spesies tokek dan beberapa jenis ular termasuk dua spesies ular boa dan empat spesies ular piton.

Mamalia yang tinggal di hutan termasuk beberapa spesies kangguru pohon, kuskus, beberapa spesies kelelawar dan juga “pendatang baru” babi serta tikus yang sekarang merupakan bagian dari ekosistem hutan. Spesies serangga yang ditemukan di wilayah ADA termasuk diantaranya enam dari delapan spesies kupu-kupu sayap burung yang langka yang terdaftar dalam IUCN. Banyak reptil besar dan burung-burung yang disebutkan sebelumnya dilindungi oleh undang-undang Indonesia ataupun undang-undang internasional.

5.3.1 Satwa Liar dan Logam Berat

Selain wilayah ADA yang pada akhirnya akan dipenuhi oleh *tailings* setinggi beberapa meter, area hutan dan kanal di luar ADA tertutup oleh lapisan tipis *tailings* ketika tepian sungai Ajkwa runtuh sebelum dibangun sistem tanggul pada tahun 1997. Peningkatan logam berat yang diakibatkan oleh *tailings* dalam area tersebut memiliki potensi risiko terhadap kehidupan satwa liar. Berbagai hewan dapat terkena dampak paparan langsung terhadap *tailings*, serta kerusakan dan perubahan habitat yang disebabkan oleh bahan-bahan kimia (kandungan logam berat yang tinggi, bahan organik dan nutrisi yang rendah) dan karakteristik fisik dari *tailings* (ukuran partikel, masalah retensi air), dan proses pengendapan (proses penyumbatan terhadap komunitas tumbuhan dan

hewan *invertebrata* air). Logam berat dari *tailings* juga bisa meresap ke air permukaan dan air tanah, keluar dari kawasan ADA dan menciptakan rute paparan sekunder (Parametrix 2002c).

Penilaian Risiko untuk Tumbuhan dan Satwa Liar menunjukkan bahwa seluruh spesies tumbuhan yang diperiksa mengandung setidaknya satu logam berat ketika ditanam dalam *tailings* dari penambangan Freeport-Rio Tinto jika dibandingkan dengan yang ditanam dalam tanah dari hutan yang tidak terkontaminasi. Beberapa hasil pengamatan ini bisa dilihat pada Figure 27 di atas. Sebagai akibatnya, satwa liar asli bisa terpapar logam ketika mencari makanan pada dedaunan, biji, buah dan madu dari tumbuhan, atau secara tidak langsung dari memangsa invertebrata yang mengkonsumsi tanaman-tanaman tersebut. ERA mengidentifikasi rantai makanan yang sederhana untuk ekosistem hutan di wilayah Timika (Figure 28), yang menunjukkan bahwa masing-masing dari ke-tujuh “kelompok makanan” bisa terpapar terhadap logam-logam yang terkandung dalam *tailings* melalui akumulasi makanan mereka.

Diantara tanaman yang diperiksa dalam Plant and Wildlife ERA, bayam air, *cyperus*, kubis Cina, ubi jalar dan daun singkong mengandung tembaga dari *tailings* Freeport sejumlah lebih dari 30 mg/kg, yang artinya cukup berbahaya bagi satwa liar yang secara khusus memakan vegetasi ini. Untuk hewan dengan paparan tinggi terhadap logam dari *tailings* karena hanya mencari makan di daerah *tailings*, Plant and Wildlife ERA memperkirakan beberapa risikorisiko berikut:

Tidak mengalami peningkatan risikorisiko karena terpapar logam dari *tailings*:

- Predator tingkat atas seperti elang atau buaya;
- Burung omnivora seperti egrets (sejenis bangau).

Mengalami sejumlah peningkatan risikorisiko karena terpapar logam dari *tailings*:

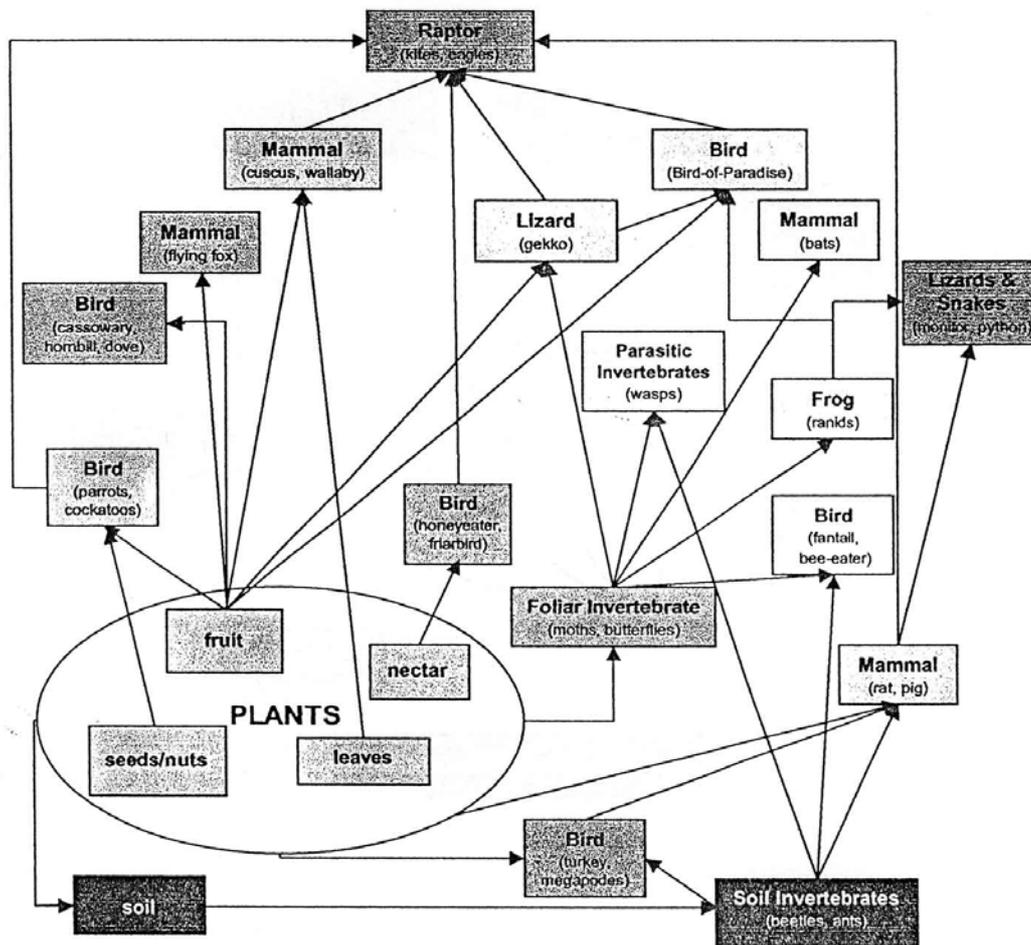
- *kingfishers* dan burung pemakan ikan lainnya;
- *brush turkey*, *fantail* (sejenis kalkun) dan beberapa jenis burung lainnya yang memakan invertebrata di tanah atau dedaunan;
- kasuari dan burung besar pemakan buah lainnya;

Mengalami peningkatan risikorisiko yang tinggi karena terpapar logam dari *tailings*:

- mamalia seperti kalong atau hewan seukuran lainnya yang mengkonsumsi buah dan makanan lainnya, atau hanya mengkonsumsi buah saja;
- mamalia seperti kelelawar yang hanya memakan invertebrata pada dedaunan;
- mamalia seperti kuskus yang makan tanaman;
- mamalia omnivora besar seperti babi.

(Parametrix 2002c).

Figure 28. Rantai makanan untuk ekosistem hutan di wilayah Timika. Dari Parametrix (2002c).



5.3.2 Perusakan Habitat Satwa Liar dan Kerusakan Fungsi Ekologis

Akibat kerusakan area habitat hutan hujan yang cukup luas dalam kawasan ADA yang disebabkan oleh tailings, ditambah dengan penggundulan hutan di sekitarnya oleh komunitas transmigran (Paull et al 2006), maka timbul risikorisiko potensial terhadap kelangsungan hidup populasi spesies satwa langka lokal yang memerlukan keanekaragaman ekosistem hutan alam untuk bertahan hidup. RisikoRisiko ini cukup sulit untuk dihitung namun risikomembawa beberapa implikasi serius. Walaupun begitu, ERA mengenai Tumbuhan dan Satwa Liar tidak mengambil suatu kesimpulan atas dasar bahwa masalah ini adalah hal yang perlu ditangani oleh para pengelola risiko (seperi Menteri Lingkungan Hidup Indonesia) ketimbang untuk para penilai risiko, seperti Parametrix (komentar Parametrix dalam ERA Review Panel, 2002).

RPT mencatat bahwa bahkan setelah proses penambangan berhenti, komunitas tanaman yang sekarat karena *tailings* tidak akan bisa kembali ke komposisi awal spesies setelah pembuangan *tailings* berhenti. Akibatnya akan tercipta komposisi spesies komunitas satwa yang berbeda. Hal ini merupakan bahaya ekologis yang menurut RPT harus diperhatikan secara khusus melalui proses ERA (ERA Review Panel, 2002).

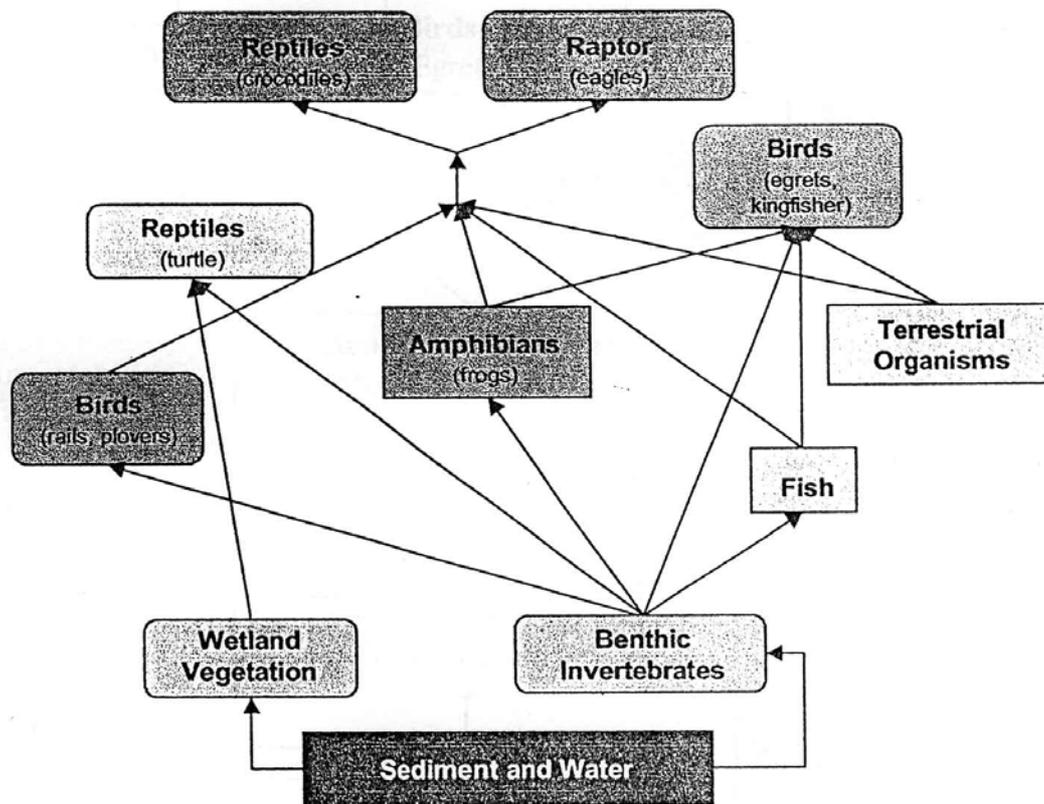
Beberapa fungsi ekologis juga bisa mengalami kerusakan di daerah *tailings*. The Plant and Wildlife ERA mengutip penemuan PT. Hatfindo (1999) yang menggarisbawahi mengenai pentingnya biota tanah, mulai dari mikroorganisme seperti bakteri, jamur dan protozoa sampai ke invertebrata seperti semut dan rayap. Biota tanah ini memegang peranan penting dalam menjaga kesuburan tanah dan kelangsungan ekosistem, terutama untuk tanah di hutan hujan dimana siklus nutrisi harus terjadi dengan laju yang cepat. Ada kekhawatiran bahwa biota tanah sangat dipengaruhi oleh karakteristik *tailings*, seperti kadar kandungan logam berat yang tinggi, kesulitan drainase, dan kurangnya nutrisi termasuk karbon organik. Hal ini mengakibatkan sulit tercapainya proses pemulihan kembali ekosistem yang mendukung kelangsungan hidup dalam kawasan ADA setelah penutupan proses penambangan. Populasi mamalia kecil tampaknya juga tergantung kepada biomassa dari invertebrata seperti semut dan rayap yang menjadi bagian dari sumber makanan mereka. Sayangnya, selain observasi sampingan mengenai dampak *tailings* terhadap biota tanah, tidak dilakukan pemeriksaan langsung terhadap potensi kerusakan fungsi ekologis oleh Plant and Wildlife ERA.

5.4 Habitat Perairan Air Tawar

Gambaran yang jelas mengenai kondisi lingkungan perairan di Sungai Ajkwa cukup susah untuk diperoleh karena Freeport tampaknya sengaja menghilangkan daerah ini pada Kerangka Acuan dari proses Aquatic ERA. Hasilnya adalah Aquatic ERA dari PTFI tidak memeriksa bagian hilir Sungai Otokwa dan Sungai Ajkwa dengan alasan bahwa kedua daerah tersebut “hanya digunakan untuk pengelolaan *tailings*” (PTFI 2005a). Pembahasan dalam Aquatic ERA pada intinya dimulai pada daerah muara yang dirujuk sebagai “*Lower ADA*” atau ADA hilir. Dengan kata lain, sekitar tiga perempat dari area daratan yang terkena dampak pembuangan *tailings*, ditandai sebagai “*Upper ADA*” (ADA hulu) dan “*Middle ADA*” (ADA tengah) dalam Figure 1, dianggap sebagai suatu zona yang dikorbankan dan tidak layak untuk diperiksa mengenai dampak ekosistem air.

Walaupun pembahasan Aquatic ERA kebanyakan menghindari pembahasan tentang *ADA* hulu dan *ADA* tengah, namun ada sebagian kecil data yang bisa didapat. Selain itu, ada juga pembahasan mengenai beberapa dampak dan risikorisiko di Plant and Wildlife ERA, yang melibatkan diagram rantai makanan sederhana yang bisa dilihat pada Figure 29.

Figure 29. Rantai makanan untuk ekosistem sungai di Timika. From Parametrix (2002c).



5.5 TSS dan Kekeruhan di Air Tawar

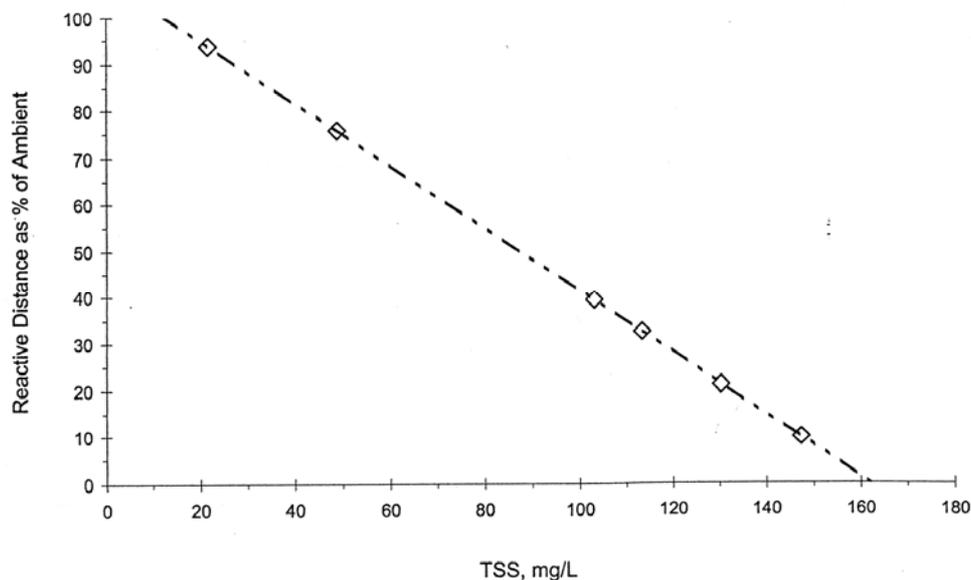
Padatan tersuspensi menciptakan risiko tinggi terhadap kehidupan dalam air pada aliran air yang menerima *tailings* di kawasan dataran rendah, terutama di ADA. Dalam daftar berikut ini, dapat dilihat bahwa padatan tersuspensi dalam jumlah yang berlebih (diukur sebagai *total suspended solids* – TSS) memiliki dampak langsung yang berbahaya terhadap kehidupan dalam air dan bisa juga mengakibatkan kerusakan ekologis yang signifikan melalui beberapa mekanisme berikut ini:

- Abrasi langsung terhadap insang binatang air atau jaringan tipis dari tumbuhan air (Parametrix and URS Greiner 1999)
- Penyumbatan insang ikan atau selaput pernapasan lainnya
- Menghambat tumbuhnya/smothering telur atau kurangnya asupan oksigen karena terlampas oleh padatan
- Gangguan terhadap proses makan, termasuk proses mencari mangsa dan menyeleksi makanan predation and filter feeding
- Gangguan terhadap proses fotosintesis oleh ganggang atau rumput air karena padatan menghalangi sinar yang masuk.
- Perubahan integritas habitat akibat perubahan ukuran partikel. (Parametrix 2002a hal.4-20).

Perangkat optik seperti sinar yang masuk dan kejelasan visual dalam ekosistem air juga sangat penting dan perlu dilindungi (ANZECC 2000). **Figure 30** menunjukkan bagaimana ikan predator

semakin kesulitan untuk melihat dan menangkap mangsanya seiring dengan naiknya tingkat TSS dari kurang dari 20 mg/L pada air yang jernih menjadi 160 mg/L dalam air yang sangat keruh.

Figure 30. Dampak TSS terhadap kemampuan *rainbow trout* untuk beraksi dan mencari mangsa. (Dari Barrett et al. 1992 dalam Parametrix 2002a).



Akumulasi sedimen buatan manusia dalam jumlah besar pada sistem sungai yang diakibatkan oleh adanya padatan tersuspensi yang mengendap dan adanya pergerakan *bedload* yang cukup tinggi, telah mengakibatkan gangguan ekologis yang cukup besar karena kehilangan habitat. Adanya gangguan dalam Sungai Ajkwa ini telah mengakibatkan kerusakan seluruh habitat di hilir Sungai Ajkwa, mulai dari Jembatan Otomona.

5.6 Tembaga dalam Air Tawar

Setelah masalah padatan tersuspensi, tembaga yang larut adalah polutan penting berikutnya pada sungai-sungai di dataran rendah yang terkena dampak pembuangan *tailings* dari Freeport-Rio Tinto. Tingkat polusi logam berat pada aliran sungai yang diakibatkan oleh Freeport-Rio Tinto dapat digambarkan dengan mengamati tambang tembaga Aitik, salah satu penambangan terbesar di Eropa yang memiliki jumlah produksi bijih besi pertahunnya sama dengan Freeport. Penambangan Aitik Copper menggunakan bendungan *tailings* yang dilanjutkan dengan kolam penjernihan untuk mengatur tembaga yang akan dialirkan ke hilir sungai. Dengan cara seperti itu, penambangan Aitik masih mengalirkan polusi sejumlah sekitar 50 kg tembaga per tahun (Lindvall et al 2003).

Sebagai perbandingan, setiap tahunnya Freeport-Rio Tinto mengalirkan tembaga sejumlah 53.000.000 kg ke Sungai Aghawagon – Sungai Otomona – ADA – Muara Ajkwa (berdasarkan jumlah emisi 145.000 kg/hari seperti yang dikutip dalam Parametrix 2002a). Jumlah ini merupakan kasus polusi logam berat yang sangat besar, yaitu lebih dari sejuta kali lipat dari apa yang dapat dicapai dengan menerapkan standar pengaturan limbah industri sebagaimana yang diilustrasikan dalam Aitik Copper. Hasilnya adalah tembaga yang larut memiliki konsentrasi tinggi dalam lingkungan perairan dataran rendah, sebagaimana yang tertera pada Table 3 di atas.

5.6.1 *Bioavailability* dari Tembaga Terlarut

Kemajuan dalam memahami kadar racun tembaga dalam ekosistem air telah mengidentifikasi adanya suatu mekanisme dimana tidak semua tembaga terlarut dapat dianggap 'bioavailable', yaitu mampu menyebabkan efek keracunan. Hal ini bisa terjadi ketika tembaga diikat oleh karbon organik dan *molekul-molekul* lainnya yang menghalangi penembusan langsung (*passing directly*) melewati selaput-selaput biologis. Sebagai tambahan, peningkatan kekerasan air tawar (CaCO_3 terlarut) akan mengurangi tingkat racun tembaga (Parametrix 2002a).

Penelitian mengenai *bioavailability* dan racun yang dilakukan oleh CSIRO Australia (Apte et al 1997) yang ditugaskan oleh PTFI menemukan bahwa kebanyakan tembaga yang larut dalam sungai Ajkwa adalah *bioavailable* dan berada pada tingkat beracun, berdasarkan tes kimia dan biologis yang mereka lakukan (Parametrix 2002a hal.5-18).

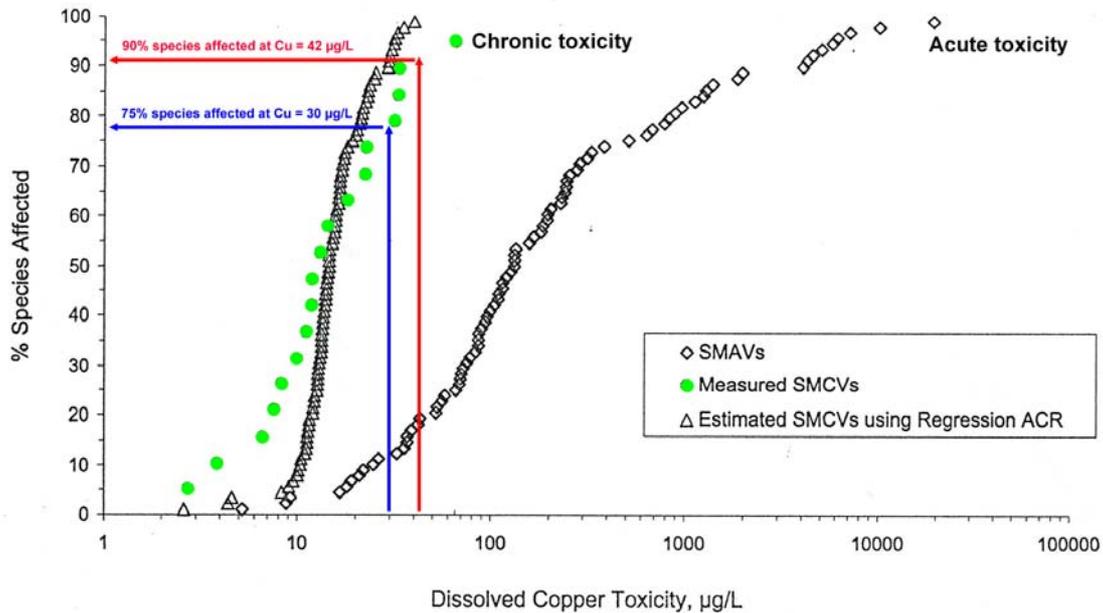
Penemuan ini dikonfirmasi oleh Parametrix dalam AERA (2002). Parametrix menemukan bahwa sekitar 1,2 $\mu\text{g/L}$ dari tembaga yang larut di hilir Sungai Ajkwa (S-255) dan 8,8 $\mu\text{g/L}$ di bagian atas muara Ajkwa (S-260) diikat oleh molekul karbon organik. Namun demikian, hal ini hanyalah sebagian kecil dari tembaga terlarut yang dicatat pada tingkat antara 22 sampai 48 $\mu\text{g/L}$ pada bagian hilir Sungai Ajkwa dan bagian atas muara Ajkwa, yang artinya masih terdapat tembaga bioavailable yang larut dengan kadar yang sangat tinggi.

5.6.2 Racun Tembaga Terlarut pada Spesies Air Tawar

Spesies air tawar yang berbeda menampilkan tingkat racun yang berbeda juga ketika terpapar dengan tembaga terlarut. Parametrix (2002) memeriksa literatur internasional mengenai data tes racun untuk tembaga terlarut pada 93 spesies air tawar yang terdiri dari 50 invertebrata dan 43 ikan, termasuk 30 spesies tropis dan 6 spesies Papua. Tumbuhan dan mikroorganisme air tidak termasuk didalamnya, walaupun seringkali lebih peka terhadap racun.

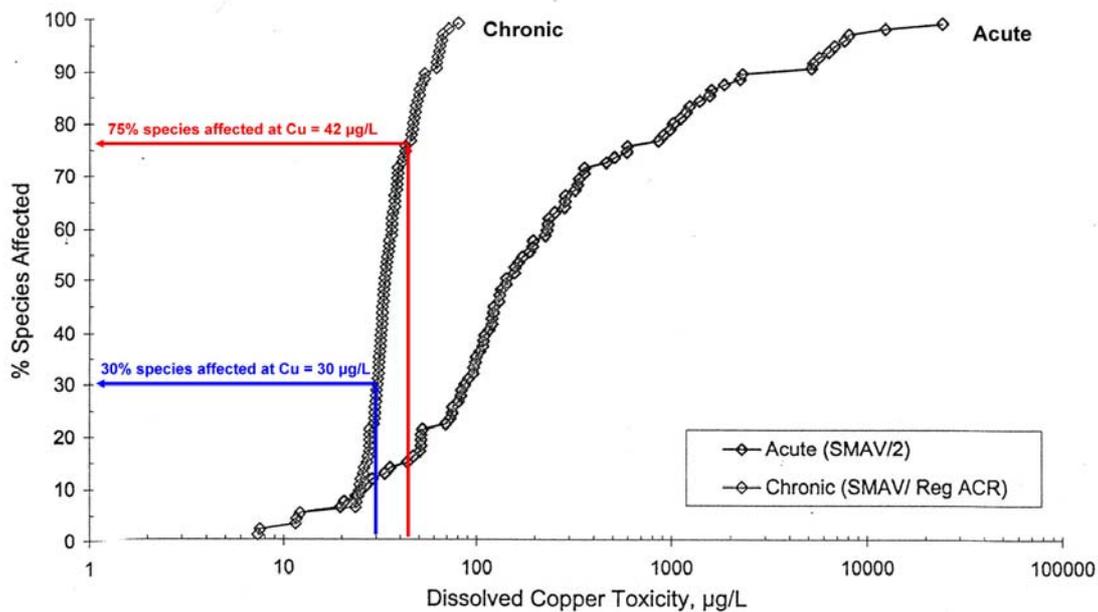
Figure 31 dibawah merupakan grafik distribusi kepekaan spesies yang menunjukkan tingkat racun tembaga yang akut dan kronis bagi organisme air tawar. Grafik ini mencakup data perhitungan aktual dari nilai kronis rata-rata spesies (SMCVs, ditandai dengan titik-titik berwarna hijau) dan nilai akut rata-rata spesies (SMAV). Tembaga yang terlarut merupakan racun kronis bagi kebanyakan (75%) spesies air tawar yang diuji pada 30 μg per liter, yaitu konsentrasi rata-rata yang ditemukan di hilir Sungai Ajkwa, dan merupakan racun kronis bagi hampir seluruh (90%) spesies air tawar yang diuji pada konsentrasi sebesar 42 μg per liter, yaitu konsentrasi maksimum yang ditemukan di hilir Sungai Ajkwa (Gambar berdasarkan Table 3).

Figure 31. Distribusi kepekaan spesies yang terukur untuk racun akut dan kronis dari tembaga terlarut terhadap organisme air tawar (Diadaptasi dari Parametrix 2002a)



Dalam AERA, Parametrix menciptakan distribusi kepekaan spesies (SSD) yang lebih toleran untuk perkiraan risiko racun kronis dari tembaga terlarut. SSD yang digunakan dalam AERA untuk menghitung risikorisiko, yang dapat dilihat pada [Figure 32](#) berikut, menggunakan perkiraan, bukan pengukuran, dari nilai racun kronis dengan mengecualikan reaksi tak terduga dan sudah disesuaikan untuk racun tembaga yang telah dikurangi berdasarkan tingkat kekerasan 150 ppm yang ditemukan dalam sebagian Sungai Ajkwa. Namun demikian, SSD Parametrix yang lebih toleran ini masih memprediksikan bahwa konsentrasi tembaga terlarut adalah sejumlah 30 µg/L, yaitu konsentrasi rata-rata yang ditemukan di hilir Sungai Ajkwa, yang mampu menimbulkan efek racun kronis terhadap 30% dari spesies air tawar. Konsentrasi maksimum tembaga terlarut pada hilir sungai yaitu 42 µg/L, sudah cukup untuk menyebabkan adanya efek racun kronis pada 75% spesies air tawar, bahkan pada bagian air keras (hard water) dari Sungai Ajkwa.

Figure 32. Distribusi kepekaan spesies yang diperkirakan untuk tingkat racun akut dan kronis dari tembaga yang terlarut terhadap organisme air tawar. Pengurangan racun untuk kadar kekerasan air 150 ppm ditemukan di Sungai Ajkwa. (Diadaptasi dari Parametrix 2002a).



5.7 Pengaturan Rute dan Fungsi Sungai

Sistem Sungai Aghawagon – Otomona – Ajkwa telah berubah secara radikal dari bentuk alaminya dan tidak lagi menjalankan fungsi tradisionalnya. Dulu sistem sungai ini memiliki nilai penting bagi masyarakat dataran tinggi Amungme dan masyarakat dataran rendah Kamoro yang memanfaatkan sungai ini di sepanjang sungai ini untuk memancing, minum, mandi, mencuci, irigasi dan transportasi. Air sungai sekarang tidak dapat lagi digunakan untuk mandi dan mencuci karena telah penuh dengan *tailings*. Air sungai tidak dapat digunakan untuk memancing karena sudah tidak ada ikan yang hidup di dalamnya. Air sungai tidak cocok lagi untuk digunakan untuk minum karena sudah kotor oleh partikel *tailings* dan juga karena adanya tingkat tembaga terlarut yang tinggi. Sistem sungai Otomona-Ajkwa tidak bisa digunakan untuk transportasi karena jika dulu aliran sungai lancar sampai ke laut, maka sekarang terdapat penghalang berupa dataran banjir buatan yang dipenuhi dengan padatan yang berasal dari *tailings*. Sungai Ajkwa tidak dapat lagi mengalir mengikuti jalur aliran alaminya, dan jalur bagian bawahnya terpotong oleh tanggul barat yang mengering sebagaimana yang dapat dilihat dalam rangkaian gambar-gambar Landsat dari tahun 1996 sampai 2004 yang dibuat oleh Paull et al (2006).

Figure 33. Jalur sungai alami, hutan hujan dan ekosistem pair di sekitar Sungai Ajkwa telah digantikan oleh kawasan pembuangan Ajkwa (ADA) yang meluas. (foto: ELSHAM Feb 2006)



Proses pengalihan aliran sungai Ajkwa telah direncanakan sejak tahun 1990-an, (PTFI 1997) dan diselesaikan pada tahun 2005, sebagaimana yang terlihat pada Figure 16. Air dari sungai Ajkwa River, yang sebelumnya mengalir secara alami ke laut sekarang terhambat oleh suatu kanal yang terletak di antara dua tanggul di sebelah barat area pembuangan *tailings*. Mudah-mudahan pengalihan “kanal” buatan ini dapat mengembalikan beberapa fungsi yang hilang sebagaimana yang telah disebutkan sebelumnya. Namun selama beberapa tahun mendatang, kualitas air akan menurun akibat erosi dan pemindahan *tailings* yang sebelumnya ditimbun di sebelah barat dari ADA. Sama halnya dengan Sungai Otomona yang direncanakan untuk dialihkan alirannya ke sebelah timur setelah proses penambangan berhenti pada tahun 2041 dan tidak lagi digunakan untuk lajur transportasi *tailings* ke hulu ADA (Parametrix 2002a).

6 Dampak Lingkungan: Muara

Bagian hilir ADA yaitu Muara Ajkwa memberikan lingkungan daratan dan air dengan keanekaragaman habitat yang luar biasa, terbagi dalam berbagai zona berdasarkan ketinggian di atas permukaan laut, kadar garam, jenis tanah dan drainase, dan beberapa faktor lainnya (Figure 34).

Bagian akhir dari hilir ADA terdiri dari hutan rawa air tawar (*laban basab sagn*). Ke arah laut, komunitas tumbuhan air tawar ini bergeser menjadi hutan rawa/bakau air laut dan komunitas palem nipah (*Nypa fruticans*). Di luar itu, sebagian besar kawasan Muara Ajkwa yang lain merupakan ekosistem bakau yang matang, penuh dengan hutan pohon tinggi dengan kanopi setinggi 25-30 m yang terdiri dari dua komunitas bakau; yang pertama didominasi oleh *Bruguiera* spp yang berada di muara bagian atas dan yang satunya didominasi oleh *Rhizophora* spp yang terletak pada area di bagian bawah muara dengan tingkat kadar garam yang lebih tinggi. Spesies pemula *Sonneratia caseolaris* dan *Avicennia* spp ditemukan di sepanjang tepian kanal-kanal muara, tempat terjadinya endapan (Brunskill et al 2004).

Figure 34. Jenis komunitas tumbuhan pada Muara Ajkwa sekitar tahun 1997, dipetakan oleh Ellison (pada Brunskill et al 2004)

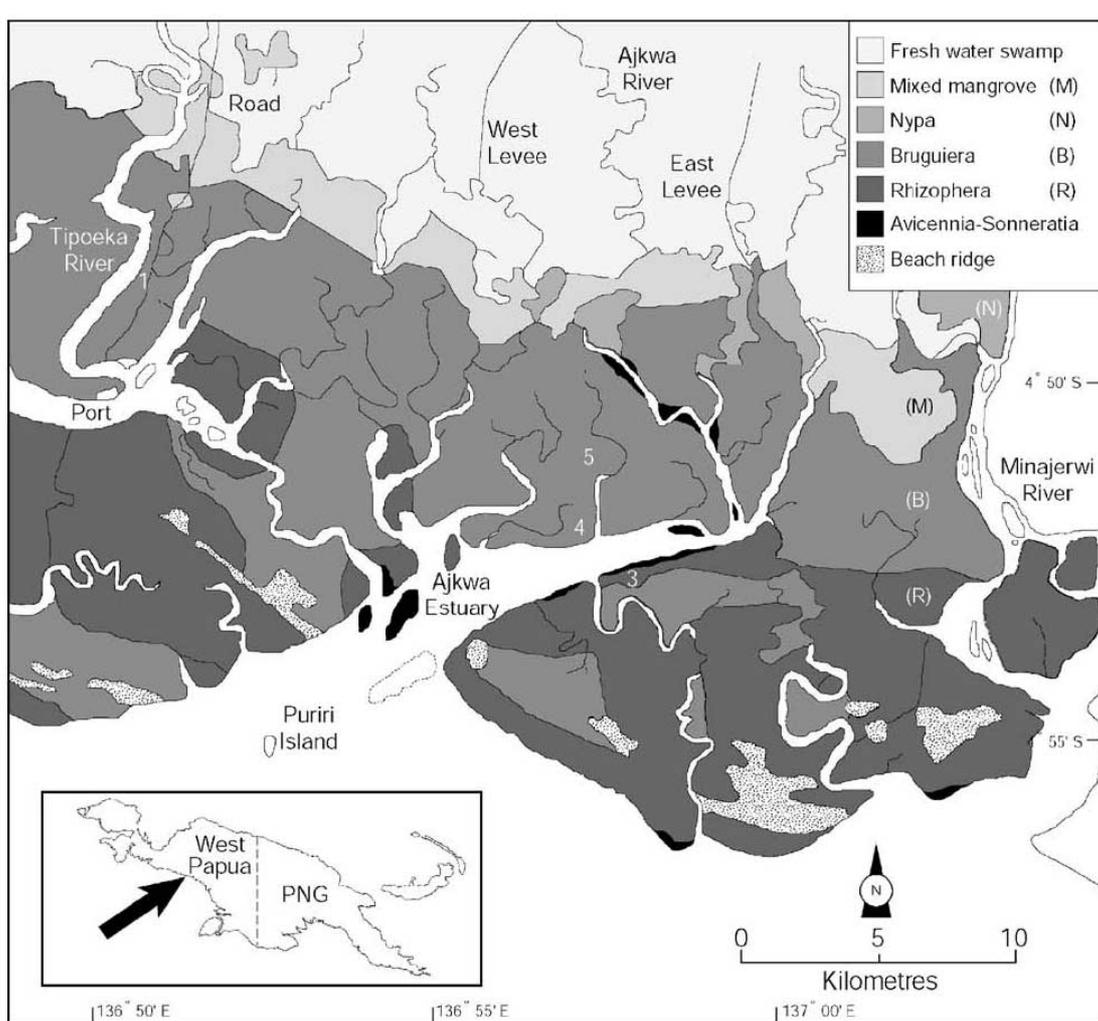
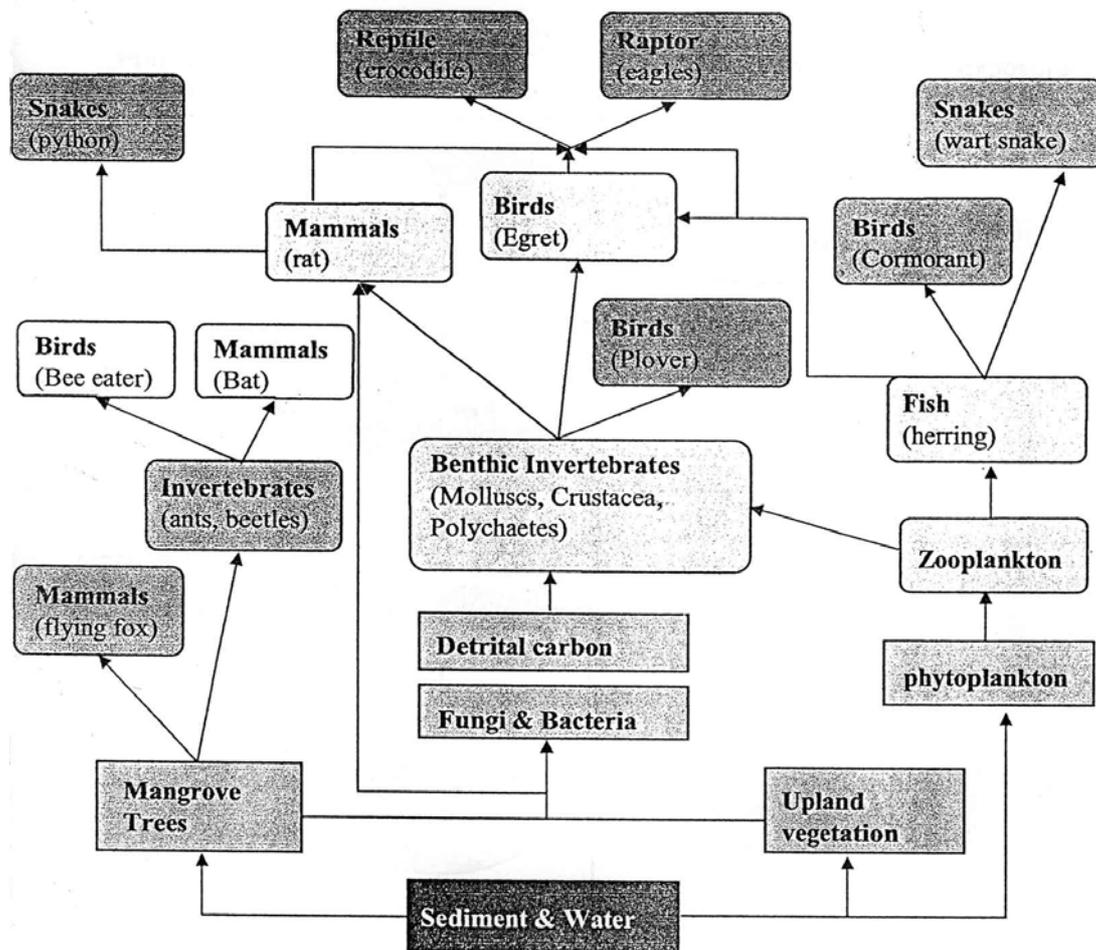


Diagram konsep rantai makanan dari ERA dapat dilihat pada **Figure 35**. Fauna invertebrata bentos (perairan) dari area muara diantaranya adalah moluska, krustasea, dan polisaeta seperti tiram, kepiting, remis, dan cacing. Terdapat juga beberapa spesies ikan kecil yang menjadi penghuni tetap dari ekosistem bakau, dimana spesies ikan dan udang muda menggunakan lingkungan bakau sebagai tempat untuk berkembang biak. Fauna invertebrata daratan terdiri dari spesies pemakan daun dan kayu seperti kumbang dan rayap, juga spesies predator dan parasit.

Invertebrata dan ikan kecil ini merupakan makanan bagi banyak varietas burung seperti pemakan lebah (*bee-eaters*), *sun-birds*, *ibis*, *spoonbill*, *herons*, *egrets*, dan pelikan yang sedang bermigrasi. Ada juga burung pemakan madu di kawasan bakau, dan spesies pemakan buah dan biji seperti burung dara, enggang S, beo dan kakaktua yang hidup di kawasan lahan basah palem nipah di daerah muara bagian atas.

Beberapa spesies lain yang ditemukan di area muara antara lain spesies ular, kura-kura, dan dua spesies buaya, yaitu spesies air tawar dan air laut. Terdapat juga beberapa tikus bakau, kadal bakau, dan kalong yang mencari makan dan tinggal di kawasan bakau.

Figure 35. Rantai makanan untuk ekosistem bakau di wilayah Timika. Dari Parametrix (2002c)



6.1 Dampak terhadap Tumbuhan Daratan dan Satwa Liar

Salah satu dampak yang paling merusak dari pembuangan *tailings* oleh Freeport-Rio Tinto ke sungai adalah hilangnya keanekaragaman habitat muara, begitu pula keanekaragaman hayati dari tumbuhan dan hewan dalam area ini. Hal ini diprediksikan akan terjadi karena banyak hewan benthic/plankton dan ekosistem bakau yang seimbang dan matang diperkirakan tidak dapat beradaptasi terhadap proses penyumbatan oleh *tailings* dan/atau tingkat racun logam berat. Para pengkaji ERA menyatakan bahwa dampak ini akan menjadi lebih signifikan jika dikombinasikan dengan dampak terhadap habitat satwa liar, seperti hilangnya daerah lahan basah dan bakau yang ada dan diperkirakan terjadi pada tahun 2024 (ERA Review Panel, 2002). Sebagaimana yang dijelaskan dalam bagian “Dampak Pengendapan” dibawah ini, suatu wilayah bakau yang luas diperkirakan akan terisi oleh *tailings* menyebabkan kerusakan bakau seluas antara 21-63 km² yang diakibatkan oleh proses sedimentasi.

Suatu area rawa palem sagu yang luas di daerah hilir ujung ADA akan hancur oleh *penyumbatan* oleh *tailings*. Proses ini bisa dilihat dari foto Landsat pada tahun 2005 (Figure 7).

The Plant and Wildlife ERA (Tabel 3-11 pada Parametrix 2002c) mencatat bahwa muara yang menerima *tailings* dari Freeport mengandung konsentrasi racun logam seperti tembaga, arsenik, mangan, timbal, perak dan seng yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan muara lainnya disekitarnya yang tidak menerima *tailings*. Terdapat bukti bahwa tumbuhan dan invertebrata yang hidup di daerah bakau menyerap logam berat dari sedimen *tailings*, terutama tembaga (contohnya dapat dilihat pada tabel 3-14 dan 3-15 dalam Parametrix 2002c). ERA mengenai Tanaman dan Satwa Liar (Parametrix 2002c) menyatakan bahwa spesies satwa liar bakau bisa saja terkena dampak langsung dari logam berat yang terdapat dalam *tailings* jika mereka mengkonsumsi tumbuhan atau hewan *benthic* yang menyerap logam dalam jumlah lebih tinggi dari ambang batas racun yang wajar.

Satwa liar yang hidup di area muara diperkirakan akan menderita karena kekurangan mangsa termasuk moluska bakau. Burung-burung kecil dan mamalia yang secara eksklusif mengkonsumsi invertebrata dari daerah muara berpotensi untuk menderita gangguan reproduksi dan kesehatan (Parametrix 2002c). Akibatnya, predator yang lebih besar (seperti burung pemakan daging) memiliki jumlah mangsa yang lebih sedikit karena jumlah burung-burung kecil dan mamalia di area muara Ajkwa berkurang secara signifikan.

Pemilik lahan tradisional daerah pesisir Kamoro, termasuk muara Ajkwa memiliki ketergantungan budaya dan gizi dari moluska yang hidup di wilayah muara. Moluska ini dalam literatur Indonesia disebut sebagai TSK: Tambelo (*clams*), Siput (*snails*) and Kerang (*cockle shellfish*). Sebuah studi tentang konsumsi moluska di daerah tersebut untuk pertama kali dilakukan pada tahun 1999 oleh Hardinsyah et al, setelah para ketua komunitas menyampaikan keluhan mereka kepada PTFI dan LBH Timika bahwa mereka telah menemukan beberapa kasus Tambelo yang memiliki daging abnormal dengan ciri-ciri berwarna hitam atau berbintik kehitaman. Mereka juga mengeluhkan kesusahan mereka untuk mencari siput yang merupakan bahan pangan utama untuk komunitas mereka. Studi tersebut menyimpulkan bahwa komunitas pesisir Kamoro mengkonsumsi 168 g sampai 1.560 g moluska per orang setiap minggunya, yang merupakan 25% sampai 50% dari protein yang dikonsumsi mereka (mengutip data gizi PTFI's 1988). Moluska dikonsumsi lebih

banyak oleh perempuan selama proses mencari makan untuk keluarga mereka. (Hardinsyah et al 1999).

6.2 Analisis Risiko Lingkungan Perairan

Aquatic ERA menganalisis risiko *tailings* terhadap ekosistem air berdasarkan empat “jalur pembuktian”: monitoring biologis, tes racun, pengukuran kualitas air, dan pembuatan model untuk kualitas air. Pembuatan model untuk risiko-risiko yang terkait dengan kualitas air untuk masa yang akan datang dilakukan dan dibahas pada tiga waktu yang akan datang, dan akan menghasilkan analisis risiko-risiko pada empat waktu berikut ini: tahun 2000, karena kebanyakan contoh yang aktual terkumpul sebelum tahun ini; tahun 2014, karena operasi penambangan terbuka Grasberg dijadwalkan akan ditutup pada tahun 2015; tahun 2034, karena ERA mengasumsikan bahwa pertambangan akan berakhir sekitar tahun 2035; dan pada tahun 2068, yang dipilih sebagai periode pemulihan pasca pertambangan.

Dalam ERA, risiko-risiko-risikorisiko ini dirangkum dalam bentuk tabel (Tabel ES-1 dalam Parametrix 2002a), yang mengkombinasikan risiko-risiko dari semua periode dan tidak memberikan petunjuk letak geografis dari area yang terkena dampak. Untuk membuat masalah ini menjadi lebih mudah untuk dibahas, laporan ini akan menggambarkan diskusi mengenai risikorisiko-risiko-risiko tersebut yang diambil dari tabel ES-1 Parametrix dengan beberapa gambar yang dibuat untuk memberikan gambaran spasial dari risiko-risiko ekologis pada muara Ajkwa.

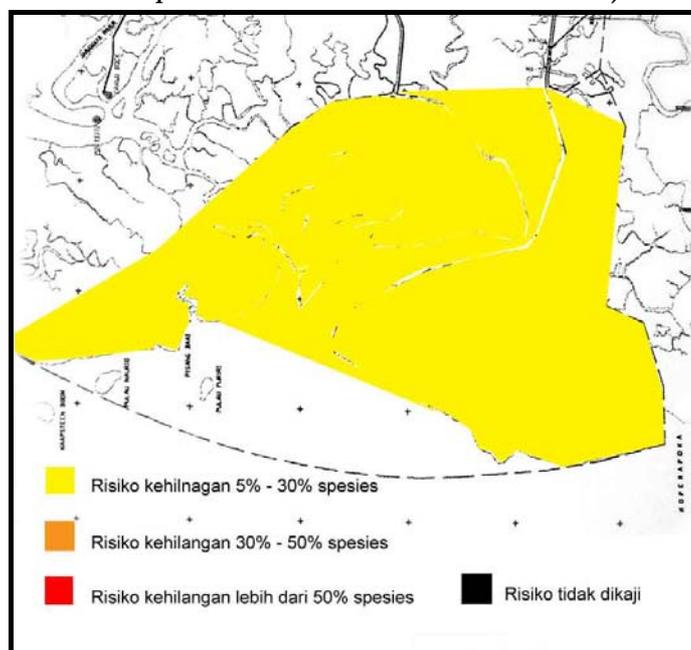
Laporan ini juga mengikutsertakan saran-saran dari tim panel (*Review Panel Team*) yang menghasilkan **Table 11** yang berisi tentang rangkuman dari risiko-risiko kualitas air saat ini dan perkiraannya dimasa depan untuk setiap periode. Dari sini bisa dilihat bahwa risiko-risiko ekologis akan terus meningkat selama periode penambangan terbuka Grasberg, dan hanya berkurang sedikit pada periode penambangan bawah tanah. Dalam periode 30 tahun setelah pembuangan *tailings* berhenti, risiko ekologis baru berkurang menjadi kecil sekali.

Table 11. Risiko yang terkait dengan kualitas air saat ini dan prediksinya, dalam persentase hilangnya spesies, terhadap kehidupan air dari tingkat TSS dan laju sedimentasi (diambil dari tabel 13 dalam ERA Review Panel, 2002).

Stressor	Location	Year modelled			
		2000	2014	2034	2068
TSS	Surface water upper estuary	30%	49%	49%	2%
	Surface water lower estuary	4 - 8%	5 - 12%	7%	2%
	Surface water outer estuary	4%	5 - 12%	7%	2%
	Bottom water upper estuary	61%	68%	68%	3%
	Bottom water lower estuary	15%	22%	22%	3%
	Bottom water outer estuary	15%	22%	22%	3%
	Mangroves	10 - 15%	10 - 15%	5 - 10%	5 - 10%
Sedimentation	Estuary channels	5 - 35%	5 - 35%	5 - 15%	background
	Mangroves	3 - 10%	5% or less	negligible	background

6.3 Dampak Pengendapan

Figure 36. Peta risiko ekologis dari muara Ajkwa berdasarkan laju sedimentasi. (dari rangkuman risiko pada tabel ES-1 dalam Parametrix 2002a).



Berdasarkan AERA, sedimentasi memiliki risiko rendah sampai menengah untuk biota air pada kanal-kanal di bagian atas dan bawah muara Ajkwa dari tahun 2000 sampai 2014, dimana penambangan akan berubah menjadi hanya di bawah tanah saja. Sedimentasi juga memiliki risiko rendah terhadap biota yang hidup di area bakau selama periode yang sama. Mekanisme dampaknya adalah sebagai berikut:

- Penyumbatan hewan yang tinggal didasar (benthos);
- Penyumbatan akar bakau karena adanya penimbunan *tailings*; and
- Pendangkalan menyebabkan dampak ekologis karena adanya perubahan kadar garam

Model transportasi sedimen untuk ERA yang dilakukan oleh Dr. Muslim Muin dari Institut Teknologi Bandung menghasilkan perkiraan laju sedimentasi dimasa yang akan datang, dibuat berdasarkan periode analisis yang dapat dilihat pada Table 12.

Table 12. Prediksi laju sedimentasi tahunan (mm) pada hutan bakau dan muara Ajkwa (diambil dari ERA Review Panel, 2002)

Year / Location	2000	2014	2034	2068
Ajkwa Mangroves	12 - 264	12 - 132	12 - 60	12 - 36
Ajkwa Estuary	1,968	113	< 60	< 12

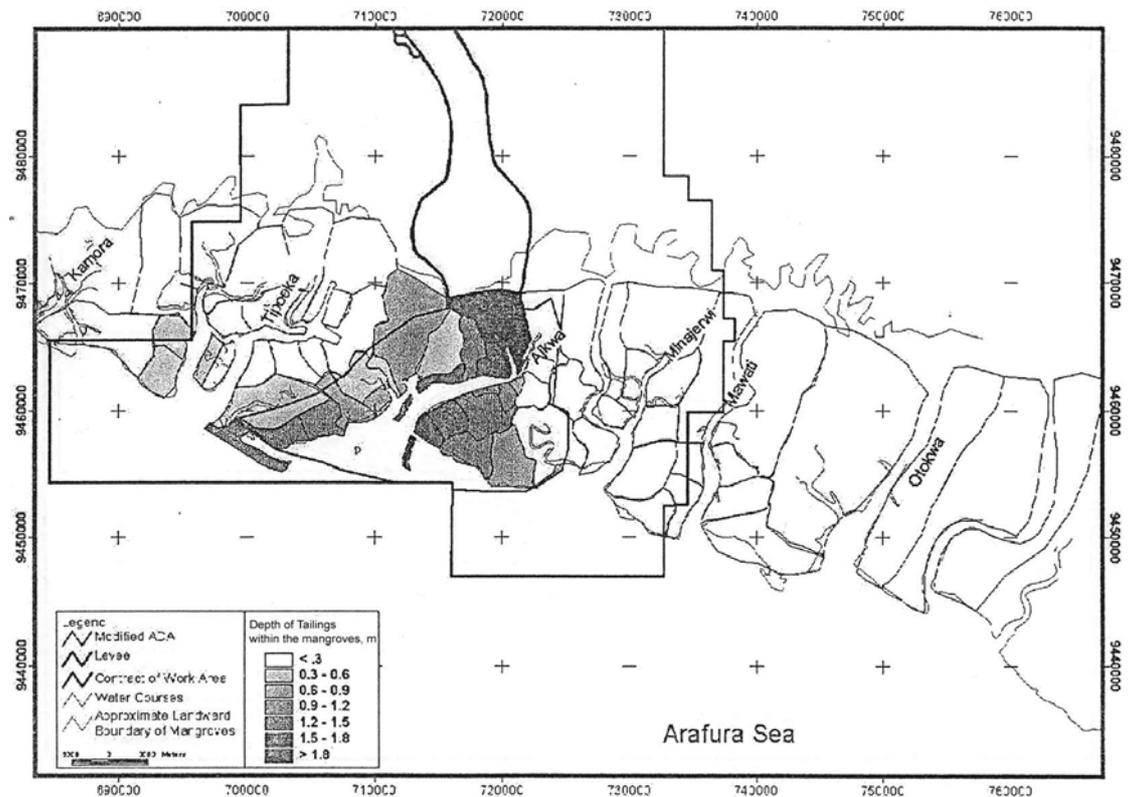
Pengamatan terkini yang dibuat dari foto satelit (Landsat 2005) dan rincian dari laporan monitoring lingkungan Freeport pada kuartal kedua (PTFI 2005b) menunjukkan bahwa:

- Tiga dari empat kanal muara yang berpotongan yang diamati sejak Juli 2000 telah menyempit karena adanya sedimentasi *tailings* (CR02, CR03, CR04);
- Empat kanal men dangkal karena adanya sedimentasi *tailings*;
- Kanal utama bagian hilir pada CR01 menjadi semakin dangkal dari kedalaman maksimum 5 m menjadi hanya 3 m pada tahun 2005;
- Kanal utama bagian atas pada CR02 menjadi sekitar 80% lebih dangkal dari kedalaman sekitar 10 m pada tahun 2000 menjadi hanya 2 m pada tahun 2005. Laju pengukuran kedangkalan ini secara kasar sesuai dengan prediksi yang dibuat oleh Dr. Muin untuk periode sekitar tahun 2000, namun prediksi laju pengendapan *tailings* di kanal utama (untuk tahun 2014) belum bisa diamati dengan pengukuran yang sebenarnya;
- Foto satelit dari tahun 2005 menunjukkan adanya pertumbuhan timbunan *tailings* besar-besaran pada bagian utara kanal utama pada CR02, yang telah menutup kanal yang lebih kecil di bagian utara dan telah mempersempit kanal utama, tampaknya lebih dari yang disebutkan dalam laporan Freeport;
- Kanal CR04 menjadi 130 m lebih sempit karena adanya penyumbatan oleh timbunan *tailings* yang memiliki lebar 80 m dan terletak ditengah-tengah kanal.

Skenario yang digambarkan oleh model transportasi sedimen yang dibuat oleh Dr. Muslim Muin dalam ERA tidak mengikutsertakan masalah penyumbatan kanal-kanal muara oleh endapan *tailings* karena model tersebut mengasumsikan bahwa proses pembersihan diri secara alami (*self-scouring*) akan membuat kanal muara tetap jernih. Fenomena ini berdasarkan pengamatan pada muara dengan level transportasi sedimen yang jauh lebih rendah dan alami dimana saat ini kanal utama muara Ajkwa memiliki laju sedimentasi yang lebih tinggi daripada level semestinya (Parametrix 2002c). Jika salah satu dari kanal muara transportasi *tailings* tersumbat oleh *tailings*, maka kerusakan yang terjadi pada bakau akan lebih besar dari prediksi yang ditulis dibawah ini.

Model yang dibuat oleh Dr. Muslim Muin untuk ERA memprediksikan bahwa area bakau yang cukup luas diperkirakan akan terisi dengan endapan *tailings* menyebabkan kerusakan bakau pada kisaran 21 – 63 km² akibat sedimentasi (Figure 37). Diprediksikan juga bahwa area muara yang sebelumnya berupa habitat bakau air laut akan menjadi rawa dan berkurang kadar garamnya karena adanya proses pendangkalan. Perubahan kondisi yang radikal ini akan mengakibatkan hilangnya habitat bagi banyak ikan, burung, mamalia, reptil dan amfibi (ERA Review Panel, 2002) termasuk spesies air yang bergantung kepada bakau sebagai kawasan untuk berkembang biak.

Figure 37. Prediksi kedalaman *tailings* (m) yang akan mengendap pada daerah bakau Ajkwa pada tahun 2068. (Dari Muin pada Parametrix 2002a).



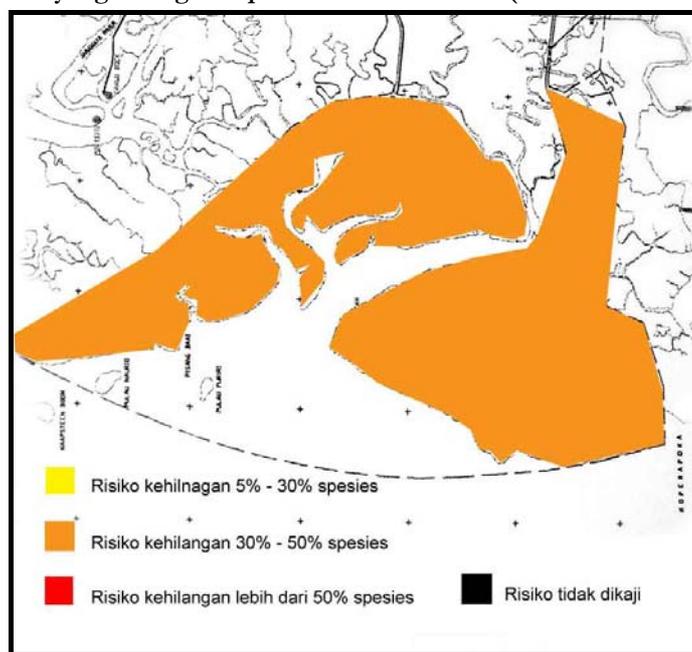
Penyebab kerusakan yang terjadi pada kawasan hutan bakau sekitar 21 – 63 km² diperkirakan kebanyakan adalah karena meningkatnya ketinggian dasar hutan bakau yang melebihi pengaruh gelombang pasang surut dan mengubah kondisi hutan bakau. Namun demikian, terdapat kemungkinan bahwa bakau yang berada di area yang sama ataupun berbeda bisa saja terkena dampak dari mekanisme yang berbeda. Sebagai bagian dari penelitian untuk ERA, Ellison mengamati 26 kasus dari dampak yang terjadi pada bakau sebagai akibat dari sedimen yang mematikan dan menemukan bahwa suatu kejadian sedimentasi yang cukup besar, biasanya karena badai, bisa mengakibatkan adanya stress atau bahkan kematian bagi hutan bakau tersebut. Ellison menyimpulkan bahwa penimbunan yang mendadak dari sekitar 100 mm sedimen diduga bisa mengakibatkan stress atau kematian bagi tumbuhan bakau (Parametrix 2002c).

Badai yang cukup besar seperti ini diperkirakan bisa terjadi beberapa kali dalam musim hujan di Timika. Curah hujan yang deras dapat dengan mudah menghanyutkan timbunan segar dalam jumlah yang cukup besar sehingga ada beberapa bagian *tailings* yang keluar dari ADA dan menuju ke muara, yang dapat mengakibatkan sedimentasi tunggal yang merusak sebagaimana dideskripsikan oleh Ellison. *Tailings* halus yang mendominasi bagian hilir ADA berbahaya karena dapat mengakibatkan penyumbatan. Kecilnya luas pori-pori mengakibatkan udara tidak bisa masuk ke dalam akar tanaman. Pendangkalan dan penyempitan kanal muara yang telah disebutkan juga meningkatkan kemungkinan tingginya volume *tailings* yang hanyut dari area hulu selama badai dan akan melebihi kapasitas kanal dan mengakibatkan lapisan *tailings* mengalir ke daerah rawa air tawar dan area bakau.

Gambaran mengenai endapan *tailings* tidak hanya berdasarkan kepada model prediksi, namun juga berdasarkan kepada monitoring terhadap proses pengendapan yang sebenarnya. Australian Institute of Marine Science dan University of Tasmania mengadakan penelitian di muara bakau sungai Ajkwa dengan memeriksa isotop-isotop timbalan *caesium* radioaktif dan alat identifikasi tembaga dalam pertambangan (*mine-derived copper tracers*). Lokasi untuk wilayah-wilayah contoh mereka (diberi nomor) dan tipe komunitas tumbuhan dalam muara tersebut bisa dilihat pada Figure 34. Hasilnya menunjukkan bahwa satu dekade yang lalu sekitar 30%-50% dari sedimen di wilayah bakau Ajkwa terdiri dari *tailings* hasil pertambangan (Brunskill et al 2004). Pada area yang terkena dampak dari *tailings* pertambangan, *Mass Accumulation Rates* (laju sedimentasi) lebih dari dua kali lipat dibandingkan dengan daerah yang tidak terkena pengaruh. Ketika penelitian tersebut diadakan pada tahun 1997, pembuangan *tailings* terjadi berjumlah 125.000 ton per hari, yang kemudian telah meningkat hampir dua kali lipat menjadi 238.000 ton per hari; kemungkinan besar jumlah *tailings* yang mengendap pada wilayah bakau telah meningkat dengan proporsi yang sama.

Tailings yang terbawa ke muara Ajkwa telah menumpuk sedemikian rupa sehingga timbunan lumpur *tailings* tersebut muncul di tepi pesisir dan di mulut sungai yang terhubung dengan Laut Arafura, dan dapat dilihat di foto Landsat pada tahun 2005. Sejak tahun 2002, Freeport telah mencoba untuk membuat ekosistem alami buatan pada endapan *tailings* tersebut dengan menanam bakau pada timbunan lumpur tersebut dengan harapan agar kepiting, kerang, udang dan ikan akan membentuk koloni baru. Namun demikian, tiga tahun kemudian yaitu pada tahun 2005, hal ini nampaknya masih belum bisa dicapai (PTFI 2005a)

Figure 38. Peta risiko ekologis dari muara Ajkwa Estuary berdasarkan dari pendangkalan, dari risiko yang dirangkum pada tabel ES-1 dalam (Parametrix 2002a).



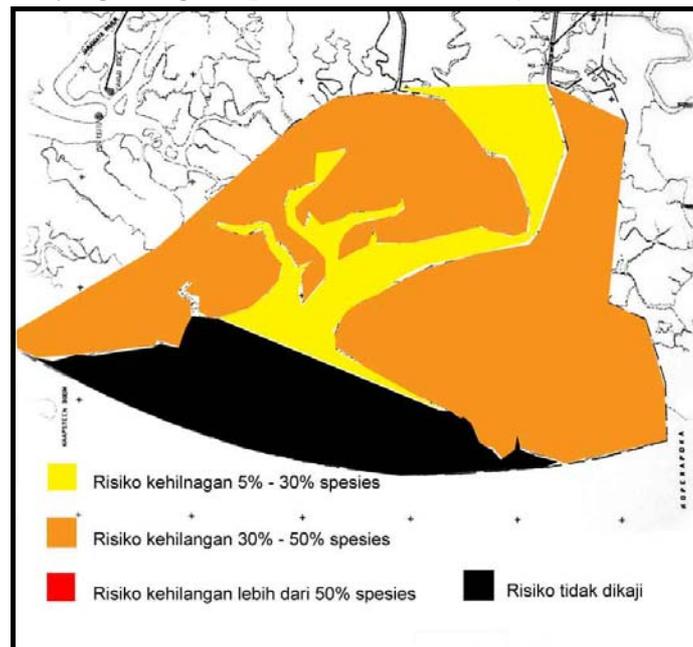
Pengamatan ini sesuai dengan prediksi AERA bahwa muara Ajkwa dan Laut Arafura akan menjadi lebih dangkal sebagai akibat dari endapan *tailings*, dengan muara yang meluas ke arah laut. Dalam rangkuman eksekutif dari AERA, pendangkalan akibat endapan *tailings* ini digambarkan sebagai dampak yang “menguntungkan” karena dianggap akan menciptakan habitat lebih banyak bagi spesies yang menggunakan muara sebagai tempat berkembang biak (Parametrix

2002a). Namun demikian, pada pembahasan yang lebih mendalam dalam laporan tersebut dan juga menurut pendapat ERA Review Panel Team, dinyatakan bahwa peran dan fungsi ekologis dari habitat bakau yang akan hilang tidak akan bisa digantikan dengan memadai. Timbunan tailings yang membentuk bagian luar kawasan muara yang baru sulit untuk ditinggali (dan akan sulit juga untuk ditanam kembali) secara cepat atau dengan keanekaragaman yang sama untuk menggantikan habitat bakau yang hilang.

6.4 TSS dan Kekeruhan

Kadara TSS yang tinggi menimbulkan risiko yang tinggi di bagian atas muara Ajkwa setidaknya sampai tahun 2034, ketika AERA mengasumsikan proses penambangan akan berakhir. Sebagaimana yang terlihat pada dua gambar di bawah ini untuk tingkat RSS yang diukur dan tingkat RSS yang diperkirakan, seluruh muara Ajkwa menghadapi risiko, berdasarkan pengukuran yang sebenarnya yang dibuat pada tahun 2000, dan berdasarkan model risiko masa depan dari ERA. Dapat dicatat bahwa muara bagian atas memiliki risiko kehilangan spesies sejumlah 29% berdasarkan median terukur TSS sejumlah 503 mg/L (Komentar dari Parametrix, hlm.52 dari ERA Review Panel, 2002). Jika risikonya lebih tinggi 1% dari angka tersebut, daerah bagian atas muara akan diberi warna jingga dan bukan kuning:

Figure 39. Peta Risiko Ekologis dari Muara Estuaria berdasarkan pada TSS terukur, dari risiko-risiko yang dirangkum pada tabel ES-1 dalam (Parametrix 2002a).



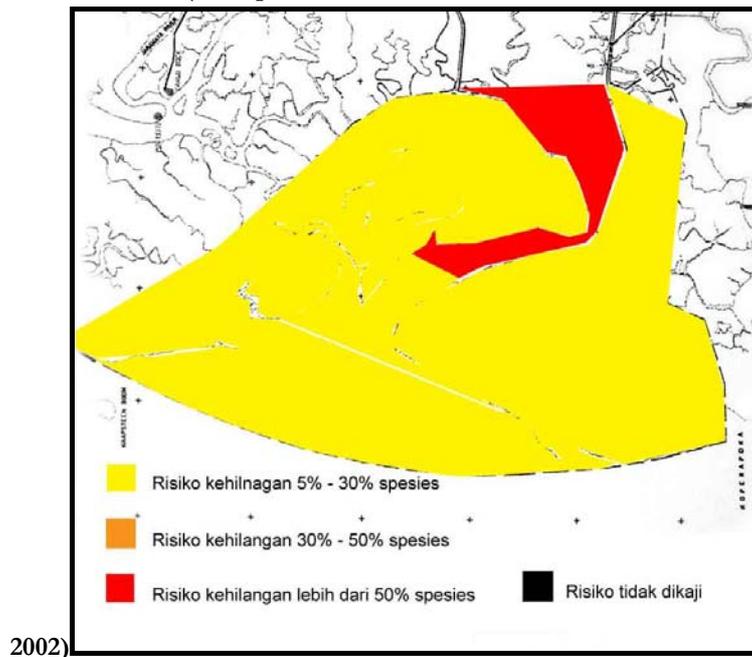
Model transportasi sedimentasi yang dilakukan untuk ERA menghasilkan estimasi tingkat TSS di masa yang akan datang, dibuat berdasarkan periode pada Table 13 dan dirangkum dalam Figure 40.

Table 13. Predicted median concentrations for TSS (mg/l) in the Ajkwa mangroves and estuary (adapted from ERA Review Panel, 2002)

Year / location	2000	2014	2034	2068
Ajkwa Mangroves				

Upper Ajkwa Estuary surface water	200	1,000	1,000	40 - 100
Upper Ajkwa Estuary bottom water		1,000	1,000	160
Lower Ajkwa Estuary surface water	50	200	200	40 - 100
Lower Ajkwa Estuary bottom water	180	1,000	1,000	110

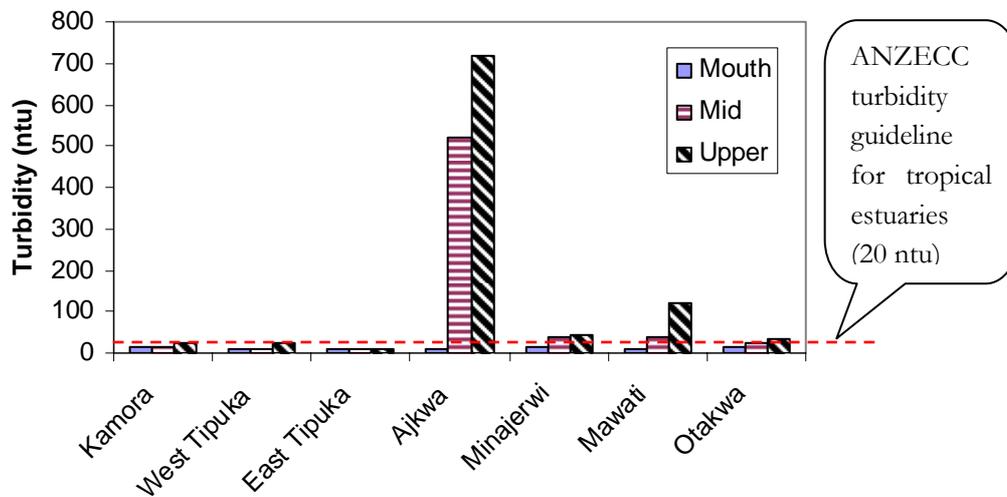
Figure 40. Prediksi median konsentrasi untuk TSS (mg/l) pada wilayah bakau dan muara Ajkwa (diadaptasi dari ERA Review Panel,



Selain risiko kehilangan spesies akibat dampak bahaya langsung terhadap organisme, *tailings* dari Freeport bisa juga mempengaruhi produktivitas ekologis untuk seluruh sistem Sungai Ajkwa termasuk daerah muaranya. *Tailings* menyebabkan tingkat kekeruhan semakin meningkat yang mengganggu fotosintesis dari alga, fitoplankton, dan rumput laut yang merupakan produser primer dalam rantai makanan. Suatu ekspedisi ilmiah yang dipimpin oleh A.G. Ilahude dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi, LIPI, melakukan penelitian mengenai dampak pembuangan *tailings* dari Freeport terhadap parameter-parameter fisik dalam lingkungan laut. Gambaran mengenai kekeruhan sungai Ajkwa yang dilaporkan oleh Ilahude dapat dilihat pada Figure 41 di bawah ini yaitu 36 kali lebih tinggi diatas panduan kualitas air Australia (ANZECC 2000). Ekspedisi ini mencatat rendahnya sinar yang masuk menembus air keruh yang terkena dampak dari *tailings*:

“Sungai Ajkwa memiliki tingkat kekeruhan yang sangat tinggi pada bagian tengah dan atas (muara) sungai, sebagai akibat dari masuknya lumpur *tailings* hasil sisa dari pertambangan yang telah dibahas sebelumnya ...Transmisi sinar didalam sungai Ajkwa memiliki nilai yang sangat rendah dibandingkan dengan nilai di enam sungai lainnya, karena meluapnya tanggul *tailings*.” (Ilahude et al 2004)

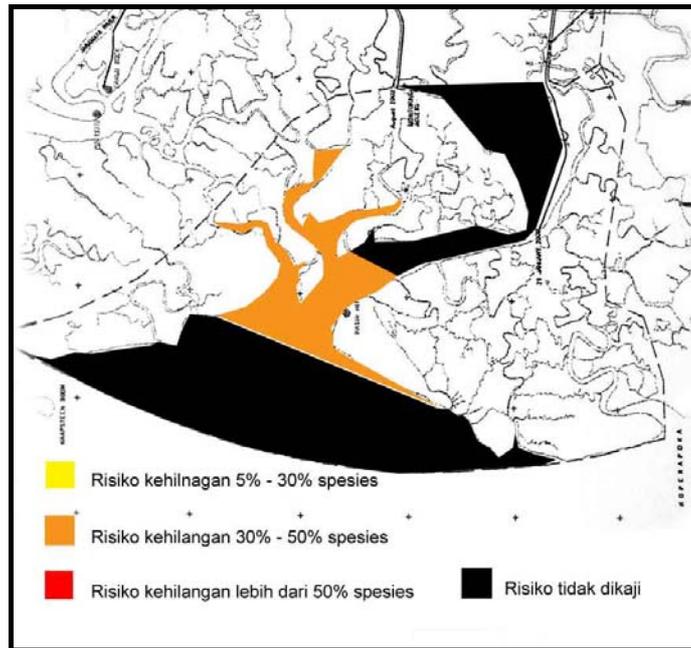
Figure 41. Kekerusuhan didalam Muara Ajkwa dibandingkan dengan muara lain di sebelahnya dan panduan ANZECC untuk sungai dan muara tropis dataran rendah. Dari data untuk Juli 2000 di Ilahude et al. 2004



Aquatic ERA memutuskan untuk tidak meneliti keparahan dampak ini, walaupun tetap mencatat bahwa semua spesies yang melakukan proses fotosintesis telah terkena dampak pada TSS > 50 mg/L, dan pasti akan terkena dampak pada TSS > 100 mg/L. (Parametrix 2002a hlm.4-20). Sebagaimana yang bisa dilihat pada **Figure** 42 di bawah, monitoring biologis dari fitoplankton hanya dilakukan pada satu bagian dari muara Ajkwa (daerah yang tidak diamati diberi tanda warna abu-abu), walaupun sudah ditemukan adanya risiko yang signifikan dan sudah ada kritik dari Review Panel (2002):

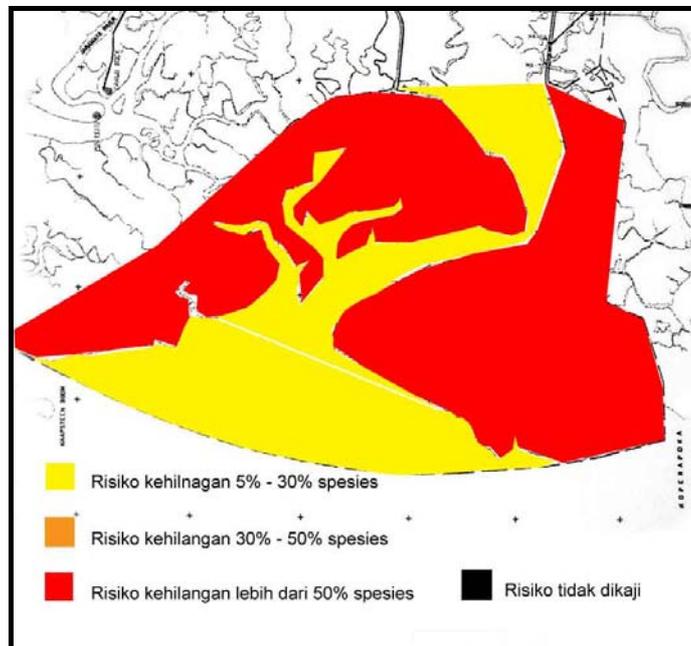
“Risiko dari adanya *tailings* terhadap fitoplankton dan zooplankton harus diperhatikan, terutama pada perairan di muara bagian atas dimana tingkat kekeruhannya meningkat karena adanya pembuangan *tailings* ke dalam air.”

Figure 42. Peta risiko ekologis dari Muara Ajkwa berdasarkan monitoring biologis dari fitoplankton, dari risiko-risiko yang dirangkum pada tabel ES-1 dalam (Parametrix 2002a).



6.5 Risiko Racun Tembaga di Wilayah Bakau

Figure 43. Peta risiko ekologis dari muara Ajkwa berdasarkan pengukuran tembaga terlarut, dari risiko-risiko yang dirangkum pada tabel ES-1 dalam (Parametrix 2002a).



Penelitian muara Ajkwa yang dilakukan oleh Australian Institute of Marine Science (AIMS) dan University of Tasmania pada tahun 1997 menemukan bahwa konsentrasi tembaga pada 20 cm bagian atas pusat sedimen dari contoh wilayah bakau menunjukkan adanya “peningkatan kandungan tembaga yang ekstrim” sampai sekitar 40 kali lebih tinggi dari level dasar (Brunskill et al 2004). Pencatatan radio yang akurat dari lapisan-lapisan sedimen menunjukkan bahwa laju

peningkatan tembaga dalam sedimen bakau secara kronologis berhubungan dengan peningkatan laju pembuangan *tailings* dari tahun 1970 sampai saat ini.

Studi muara Ajkwa yang dilakukan oleh AIMS ini menemukan perubahan yang signifikan pada konsentrasi sulfur pada sedimen bakau yang baru terkena dampak dari *tailings*. Hal ini bisa diakibatkan oleh rendahnya input dari air laut (karena adanya pendangkalan); kurangnya sumber materi organik yang bisa memberikan tenaga untuk mikroba; penurunan laju metabolisme mikroba karena dampak penghambatan akibat tembaga pada komunitas mikroba di daerah muara; atau akibat dari kombinasi faktor-faktor ini (Brunskill et al 2004).

Plant and Wildlife ERA mencatat bahwa bakteri dan jamur melengkapi proses penguraian kimia dari sampah dedaunan pada komunitas bakau, setelah fisiknya dihancurkan oleh kepiting. Bakteri juga memainkan peranan penting dalam pembentukan habitat dengan menciptakan lapisan permukaan yang licin dan kenyal (*mucilaginous*) pada sedimen bakau yang mendukung pertumbuhan dua produser primer fotosintesis yaitu alga dan bakau.

Studi yang dilakukan oleh CSIRO menunjukkan bahwa beberapa ganggang sudah bisa terkena dampak dari racun tembaga pada konsentrasi hanya 10 µg/L, kadar yang ditemukan di wilayah bakau Ajkwa sebagaimana yang dapat dilihat pada Table 14 (Apte et al, 1997, dalam Parametrix 2002a). ERA menyatakan pentingnya peranan ganggang dalam ekosistem bakau:

“Ganggang mikroskopik yang berada dalam lumpur pada sistem bakau memegang peranan penting untuk (1) meningkatkan kandungan organik dari tanah melalui proses fotosintesis; (2) membantu proses penguraian partikel tanah yang bisa membantu peningkatan kapasitas tanah menyerap air oleh; (3) menghasilkan substansi *mucilaginous* yang mengikat partikel-partikel untuk membentuk suatu matriks; dan (4) meningkatkan kandungan nitrogen pada tanah dengan fiksasi atmosfer dari nitrogen. Ganggang bakau membentuk bulu yang berwarna kemerahan, coklat atau hijau pada lumpur, akar penunjang di luar tanah (stilt roots) untuk bernapas pneumatophores, dan pada kulit kayu di bagian bawah batang pohon.” (Parametrix 2002c)

Dengan adanya kadar tembaga yang tinggi pada sedimen dan permukaan air kawasan bakau Ajkwa seperti yang terlihat pada Table 14, penelitian yang dikutip Brunskill et al 2004 (Jonas, R.B. 1989, “*Acute copper and cupric ion toxicity in an estuarine microbial community*”) menyatakan bahwa tembaga bisa mengakibatkan perubahan ekologis yang cukup signifikan, dan memerlukan investigasi lebih lanjut mengenai dampak tembaga dalam proses produksi primer dan siklus karbon untuk komunitas bakau.

Appendix B3 dari AERA merupakan suatu studi yang berjudul "Analisis mengenai tembaga dan status komunitas makro-invertebrata pada wilayah bakau di Ajkwa dan Kamoro " dimana Review Panel Team menggarisbawahi beberapa fakta berikut:

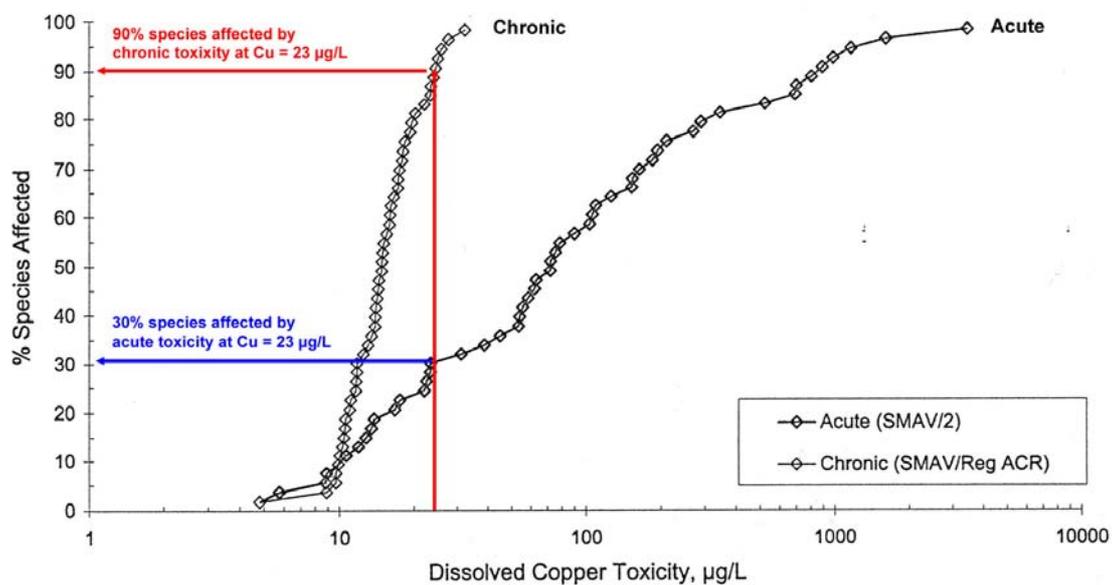
Table 14. Konsentrasi tembaga terlarut pada hutan bakau Ajkwa dan Kamoro. (Dari ERA Review Panel, 2002).

Environment	Ajkwa mangroves	Kamoro mangroves (reference)
	Dissolved copper in µg/L; median (maximum)	
Water column	11.8 (23)	0.7 (0.9)

Sediment (porewater)	5 (17)	0.8 (7.5)
Crab burrow water	11.8 (23)	0.3 (0.8)

AERA menyajikan data distribusi kepekaan spesies yang menunjukkan tingkat keracunan akut dan kronis yang disebabkan oleh tembaga terhadap organisme air laut. Sebagaimana yang terlihat pada Figure 44, berikut, pada konsentrasi terlarut sebesar 23 µg/L sebagaimana yang ditemukan dalam kolom air wilayah bakau Ajkwa dan “air pada sarang kepiting”, tembaga merupakan racun akut dengan proporsi yang cukup signifikan (30%) dari spesies laut yang diperiksa, dan merupakan racun kronis bagi hampir seluruh (> 90%) spesies.

Figure 44. Distribusi kepekaan spesies untuk racun akut dan kronis dari tembaga terlarut terhadap organisme air laut. Konsentrasi sejumlah 23 µg/L ditemukan dalam kolom air pada wilayah bakau Ajkwa dan air pada sarang kepiting. (Diadaptasi dari Parametrix 2002a).



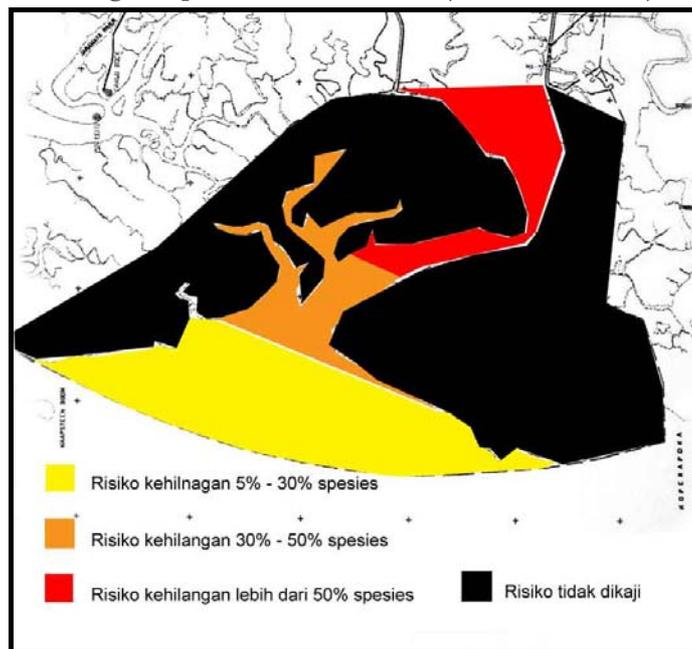
Risiko yang tertera untuk wilayah bakau pada Figure 43 diambil berdasarkan beberapa sampel dari studi AERA yang menemukan bahwa organisme perairan terkena dampak dari *tailings* pada wilayah bakau: Seluruh spesies siput menghilang dari wilayah muara bakau Ajkwa dimana beberapa spesies tetap terlihat pada muara Kamora yang dijadikan referensi untuk wilayah bakau. Hal ini menggambarkan hilangnya seluruh kelas moluska yang memegang peranan ekologis yang sangat penting. Lebih jauh lagi, terdapat 28% - 39% penurunan jumlah spesies kerang-kerang, kepiting dan *polisaeta* dalam wilayah bakau Ajkwa yang terkena dampak *tailings* dibandingkan dengan muara Kamora yang menjadi tempat referensi (ERA Review Panel, 2002 dan Parametrix 2002a).

Polisaeta yang masih bisa bertahan hidup pada daerah yang terkena dampak *tailings* seperti pada Pulau Ajkwa, sudah terkontaminasi tembaga pada tubuh mereka dengan tingkat 100 kali lebih tinggi (3.900 mg/kg dw) dibandingkan polisaeta di Pulau Kamoro yang tidak terkena dampak (38 mg/kg dw). Mamalia kecil dan *shorebirds* seperti *sandpipers* dan *plovers* yang mengkonsumsi polisaeta ini diduga akan menderita penurunan gizi, kesehatan dan juga kapasitas reproduksi (Parametrix 2002c).

Sebuah studi mengenai logam berat yang diserap oleh wilayah bakau pada pulau-pulau di sungai Ajkwa dan Kamoro menemukan bahwa pohon-pohon bakau telah menyerap logam berat, walaupun dalam konsentrasi yang lebih rendah dibandingkan dengan sedimen disekitarnya. Parametrix (2002c) mencatat bahwa penemuan ini berbeda dari pengamatan bioakumulasi yang dilakukan dalam suatu studi oleh MacFarlane and Birchett (2000), yang menemukan bahwa tembaga, timbal, dan seng (semua logam dengan konsentrasi tinggi yang ditemukan dalam *tailings* Freeport) telah terakumulasi secara biologis pada akar yang mengakibatkan tingkat konsentrasi naik tiga kali lipat dibandingkan dengan sedimen dimana bakau tersebut tumbuh. Perbedaan ini mungkin terjadi karena fakta bahwa tanaman pada studi yang dilakukan oleh MacFarlane dan Birchett tumbuh dalam sedimen yang homogen dimana konsentrasi logam pada akar juga sama. Sementara itu, pada pulau di Sungai Ajkwa, *tailings* hanya membentuk lapisan permukaan sehingga akar masih bisa tumbuh di sedimen yang tidak terkontaminasi. Hal ini masih memungkinkan mengingat adanya peningkatan kedalaman sedimen yang terkontaminasi *tailings* pada wilayah bakau Ajkwa yang meningkatkan tingkat bioakumulasi dari logam berat sertarisiko terhadap satwa liar yang hidup di wilayah bakau.

6.6 Risiko Racun Tembaga pada Muara Ajkwa

Figure 45. Peta Risiko Ekologis dari Muara Ajkwa berdasarkan tes racun, dari risiko-risiko yang dirangkum pada tabel ES-1 dalam (Parametrix 2002a).



Freeport telah mengambil sampel berupa residu tembaga dalam daging (urat) ikan yang ditangkap di Ajkwa dan beberapa sungai dan muara di daerah sekitarnya sebagai referensi selama dekade terakhir ini. Kumpulan data ini dapat dilihat pada ERA pada gambar 3-11. Grafik menunjukkan bahwa ikan yang tertangkap di muara Ajkwa memiliki konsentrasi minimum dari kontaminasi tembaga yang lebih tinggi pada tubuh mereka dibandingkan dengan ikan-ikan pada tempat lainnya. Sekitar 30% dari ikan sampel di Ajkwa memiliki konsentrasi tembaga yang terendah yaitu antara 0,1 hingga 0,2 mg/kg tembaga dalam daging ikan, sedangkan ikan dari tempat lain hanya mengandung 0,007 hingga 0,09 mg/kg tembaga dalam daging mereka. Dalam laporannya, RPT

memberikan catatan dengan memperhatikan tingkat kontaminasi tembaga yang lebih tinggi pada daging hewan air:

"Meningkat adanya konsentrasi kandungan tembaga yang cukup tinggi pada daging hewan, terutama pada jaringan halus invertebrata benthic (mencapai 1.000 mg/kg), maka dengan mudah dapat diduga bahwa risiko ekologis dari racun tembaga pada invertebrata benthic dapat dikategorikan sangat tinggi. Selain itu, invertebrata benthic tertentumemiliki nilai sosial dan ekonomi yang sangat tinggi karena keduanya adalah sumber makanan bagi masyarakat sekitar." Parametrix telah mengesampingkan kekuatiran ini karena tidak ditemukan hubungan sebab akibat antara dampak biologis dan konsentrasi tembaga pada daging hewan karena banyak spesies mampu menetralkan racun tembaga secara alami dalam tubuh mereka.

RPT mencatat bahwa AERA gagal untuk menyediakan estimasi risiko ekologis berdasarkan tembaga terlarut dalam sedimen yang berada dalam daerah muara (ERA Review Panel, 2002 hlm.48), walaupun sudah membuat estimasi serupa untuk tembaga terlarut di kolom air, dan disamping kenyataan bahwa data mengenai racun tembaga *porewater* (air pada ruang antara partikel sedimen) dan sedimen sudah tersedia (dapat dilihat dalam bagian 5.2.4.2 dalam AERA). Parametrix memberikan tanggapan bahwa AERA tidak membuat analisis risiko untuk tembaga dalam sedimen selain pada wilayah bakau karena estimasi risiko untuk benthos akan berdasar kepada hal yang berbeda. Review Panel Team (2002, hlm.48) merasa tidak puas dan menulis hal berikut:

"Meningkat bahwa tingkat risiko ekologis untuk kehidupan air pada dasar hutan bakau bisa diperkirakan ... RPT yakin bahwa risiko racun tembaga pada sedimen (*porewater*) terhadap kehidupan air di muara Ajkwa dan Laut Arafura tentu dapat diperkirakan. Estimasi dari risiko ini sangat penting mengingat kebiasaan masyarakat lokal untuk mengkonsumsi beberapa jenis ikan yang hidup di dasar sungai maupun hewan-hewan invertebrata lainnya."

6.7 Pengawasan Gangguan Ekologi

Dalam surat pembaca kepada editor The New York Times, Freeport menyatakan:

"Sistem pembuangan tailings kami menuju muara berfungsi dengan baik, ekosistem muara tetap terjaga dengan spesies ikan dan udang yang melimpah."

Pembukaan ANZECC dalam panduan kontekstual integritas ekologi:

Integritas ekologi, sebagai tolok ukur 'sehat' atau 'kondisi' yang baik dalam ekosistem didefinisikan oleh Schofield dan Davies (1996) sebagai berikut: Kemampuan ekosistem air untuk mendukung dan memelihara proses ekologi utama dan sekumpulan organisme dengan komposisi spesies, keanekaragaman dan pengaturan fungsional yang sedekat mungkin sebanding dengan habitat alaminya dalam wilayah tersebut."

Keberadaan ikan dan udang di muara sungai Ajkwa bukan bukti bahwa muara sungai itu dalam kondisi yang seimbang dan akan tetap aman di masa depan. Tim Peneliti ERA (2002) memberi catatan bahwa terdapat 35% lebih sedikit spesies ikan di muara Ajkwa dibandingkan tempat lainnya yang setara, muara Kamora. Tim Peneliti ERA mengambil keputusan bahwa risiko limbah terhadap kehidupan ikan tidak bisa dihindari dan ikan akan mendapat risiko terbesar daripada yang pernah dipresentasikan Parametrix di AERA. Tim Peneliti ERA menyatakan tidak ada data yang bisa dijadikan dasar tentang keadaan Sungai Ajkwa atau muaranya sebelum penambangan dan tidak setuju dengan Parametrix yang berargumen bahwa berkurangnya spesies

ikan di Ajkwa karena semakin banyaknya aktifitas penangkapan ikan (ERA Review panel, 2002). Parametrix juga berargumen bahwa ikan dan udang dengan mobilitasnya yang tinggi, mempunyai resiko rendah terkena limbah karena mereka akan menghindar dan bermigrasi ke lokasi lain. Walaupun Parametrix benar, pada akhirnya semakin sedikit ikan yang dapat ditemukan dalam perairan yang tercemar tailings, dan akan menjadi gangguan keseimbangan ekologis yang signifikan.

Staf Kementerian Lingkungan Hidup memimpin ekspedisi pengambilan contoh di area Freeport pada 22-28 November 2004. Selain penemuan menarik bahwa 6 spesies ikan dagingnya sudah tercemar arsen dengan kadar lebih tinggi dari standard makanan sehat (Dirjen POR) yaitu 1 µg/g, mereka juga melakukan survey keanekaragaman hayati. Indikasi keanekaragaman hayati yang dihitung oleh Kementerian Lingkungan Hidup menunjukkan bahwa:

- Keragaman hayati (Shannon–Wiener Index, H') di Muara Ajkwa ternyata lebih rendah ($H' = 2.2$) dibandingkan dengan Muara Minajerwi ($H' = 2.8$) dan lokasi yang dijadikan referensi yaitu Kamora ($H' = 2.4$)
- “Indeks kekayaan” (tidak dijelaskan, mungkin Simpson's Reciprocal Index $1/D'$) Muara Ajkwa memiliki angka yang rendah (2,3) dibandingkan dengan Muara Minajerwi (3,4) dan,
- Indeks kesamaan spesies (tidak dijelaskan, mungkin Jaccard's, J') menunjukkan bahwa Muara Ajkwa memiliki kesamaan spesies yang rendah (27,3%) dibandingkan dengan tempat yang dijadikan referensi (Hendargo, Kementerian Lingkungan Hidup 2005)

Hasil tersebut menunjukkan bahwa keragaman hayati di Muara Ajkwa karena sesuatu hal lebih rendah dari pada muara lain, tapi yang lebih penting spesies yang ditemukan di Muara Ajkwa berbeda dengan muara lain yang tidak terkena limbah. Indikasi ini menunjukkan adanya gangguan pada ekologi Muara Ajkwa.

Figure 46. Input karbon ke dalam ekosistem (laut) Muara Ajkwa yang berasal dari plankton (dari Parametrix 2002a)

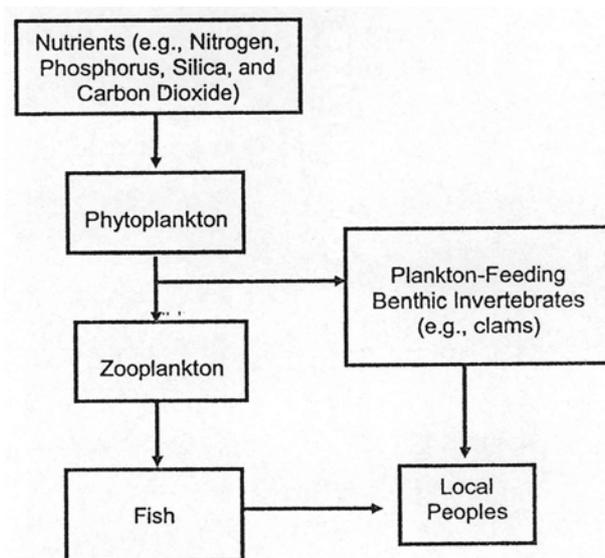
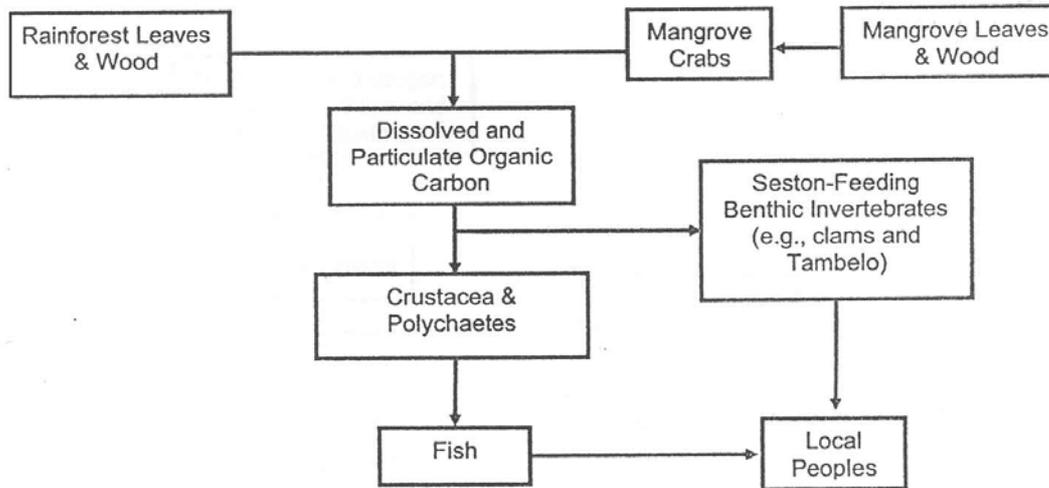


Figure 47. Input karbon ke dalam ekosistem (bakau) Muara Ajkwa yang berasal dari tumbuhan. (dari Parametrix 2002a)



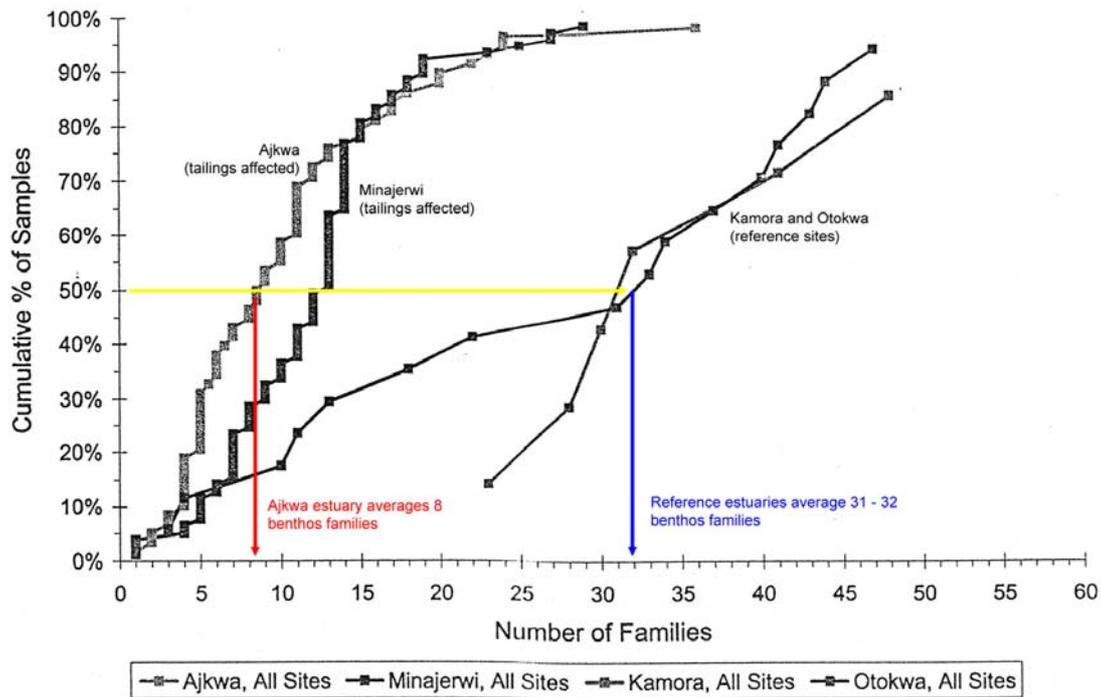
Produksi utama dari rantai makan di muara berkisar pada bahan organik yang mengandung karbon (lihat Figure 46 dan Figure 47). Sumber karbon adalah phytoplankton dan zooplankton. Ketika arus yang cukup tinggi mampu membawa plankton ke Muara Ajkwa yang berada lebih rendah dari Laut Arafura, ada kecemasan bahwa kedua jenis plankton itu juga akan tercemar oleh limbah TSS (ERA Review Panel, 2002). Menyimak Tim Peneliti ERA, Parametrix tidak meneliti plankton yang terdapat di bagian atas Muara Ajkwa, berargumen bahwa ada sumber karbon lain, yaitu detritus dari hutan hujan tropis yang terdapat di atas muara dan hutan bakau (Figure 47). Walaupun begitu, sumber karbon alternatif ini juga terancam karena pertambangan Freeport menghancurkan ribuan hektar hutan hujan yang menjadi tempat pembuangan limbah, dan diperkirakan tailings akan menggerus area hutan bakau yang luas Resiko ini tidak disadari oleh model Aquatic ERA, yang tidak mencari pengganti pasokan karbon.

Resiko lainnya adalah hilangnya hutan tropis dan mangrove yang memungkinkan meningkatnya suhu air di Sungai Ajkwa dan muaranya. Makhluk yang hidup di air sangat sensitif terhadap perubahan suhu dan standar kualitas air di Indonesia menggambarkan hal ini dengan menentukan suhu air maksimum. Penelitian oleh LIPI melaporkan bahwa ditemukan suhu di sungai sekitar Timika lebih dingin jika dibandingkan dengan sungai di Jawa misalnya

(Ilahude et al 2004). “Suhu air sungai dan sekitar pesisir lebih rendah daripada laut lepas. Jika terjadi efek pendinginan terhadap daratan, alur sungai akan dibatasi oleh hutan tropis dan hutan mangroves. Beberapa sungai akan memiliki gletser di aliran yang mendekati gunung, jadi sumber air akan menjadi dingin. Dipercaya bahwa perubahan tanaman di daratan punya pengaruh yang besar terhadap suhu di pesisir muara.” (Ilahude et al 2004).

Sejak lapisan es di Gunung Jayawijaya (Figure 50) mulai menghilang, akibat pemanasan global, sungai akan menjadi sensitif terhadap limbah menyebabkan hilangnya hutan tropis dan hutan bakau. Resiko ini tidak diidentifikasi dan diperhitungkan oleh ERA.

Figure 48. Keanekaragaman hayati pada benthos di Muara Ajkwa yang terkena dampak tailings dibandingkan dengan situs rujukan muara Kamora dan Otokwa. (Axis merupakan jumlah famili bethic invertebrata. Diadaptasi dari Parametrix 2002a).

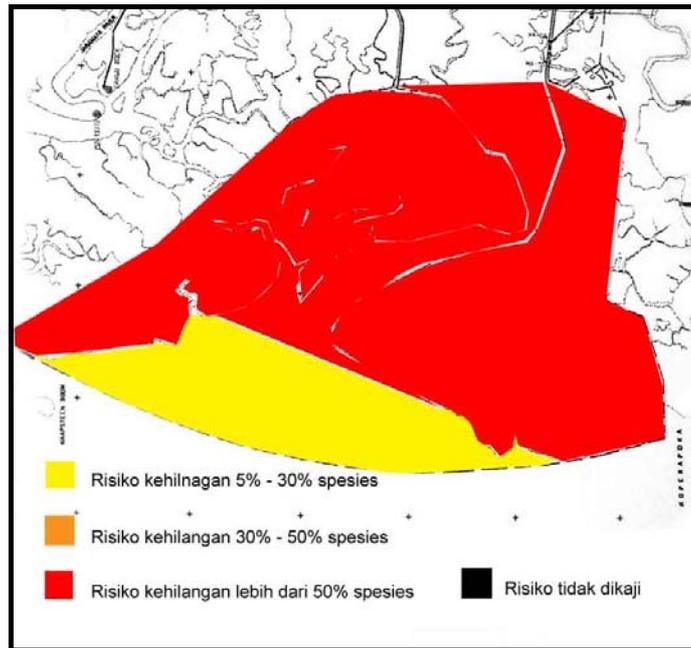


Invertebrata, termasuk golongan crustaceans, moluska dan spesies lain yang penting secara ekonomis dan ekologis adalah bagian penting dari rantai makanan. Banyak invertebrata adalah *benthic* atau *epibenthic* (dalam jumlah banyak disebut “benthos”, yaitu organisma yang hidup di dasar perairan). Binatang *epibenthic* hidup pada atau di atas lapisan sedimen yang membentuk lantai muara sungai, binatang *benthic* hidup di dalam lapisan sedimen. Grafik 41 menunjukkan bahwa keragaman hayati biota laut di Muara Ajkwa hanya 25% dari muara lainnya.

Berdasarkan Tim Peneliti ERA, contoh pengaruh limbah di luar Muara Ajkwa menunjukkan 40%-56% jumlah spesies yang lebih rendah jika dibandingkan dengan muara lainnya (ERA Review Panel, 2002). Disamping beberapa jenis binatang, biota laut yang hidup di dasar perairan (*epibenthic invertebrate*) juga berkurang hingga setengahnya (51%) di bagian luar muara yang tercemar tailings, dibandingkan dengan situs rujukan Muara Kamora (fig 5-17 AERA, cited ERA Review panel, 2002).

Berdasarkan data tersebut, Parametrix dan tim Peneliti ERA memutuskan bahwa buangan limbah berakibat buruk bagi binatang jenis *benthic* dan *epibenthic*. Secara khusus, resiko bagi *epibenthic* yang hidup di Muara Ajkwa berkisar antara sedang sampai tinggi (lebih dari 50% spesies telah hilang). Tailings juga berbahaya bagi biota penghuni dasar perairan, dengan tingkat resiko berkisar antara sedang sampai tinggi (lebih dari 50% spesies telah hilang). Secara ringkas resiko ini digambarkan pada gambar berikut ini. Perlu dicatat bahwa meskipun Parametrix menjelaskan bahaya akibat limbah di bagian luar muara sungai seperti terlihat pada gambar hanya sekitar 5-30% spesies hilang, Tim Peneliti ERA percaya bahaya yang ditimbulkan lebih besar, lebih dari 50% spesies hilang, dalam hal ini daerah luar muara yang ditandai dengan warna merah di Figure 49 di bawah:

Figure 49. Peta risiko ekologi dari Muara Ajkwa berdasarkan pengawasan biologi terhadap benthos, dari risiko yang diringkas dari table ES-1 dalam (Parametrix 2002a)



Bukti dari berbagai penelitian yang dilakukan oleh ERA, didukung oleh hasil sampling terbaru yang dilakukan Kementerian Lingkungan Hidup, membuktikan bahwa ekosistem di Muara Ajkwa telah sangat terganggu dan kehilangan keragaman biota laut dan fungsi biologis yang signifikan, bertentangan dengan yang pernah Freeport jelaskan. Lebih jauh lagi, model risiko lingkungan yang dipresentasikan ERA memprediksikan bahwa lingkungan Muara Ajkwa akan rusak lebih parah jika pembuangan limbah tailings dilanjutkan, dan dampaknya akan berlanjut sampai beberapa dekade. Dampak ini muncul akibat kombinasi berbagai risiko seperti yang diukur dalam ERA dan sudah dijelaskan di atas termasuk pencemaran tembaga dari tailings, level TSS yang tinggi dan tingkat sedimentasi yang tinggi.

7 Dampak Lingkungan: Di Luar Konsesi Pertambangan

7.1 Laut Arafura

Dua model pengangkutan limbah (tailings) sudah dikembangkan untuk Parametrix ERA. Sayangnya terdapat kesalahan fatal dalam asumsi yang mendasari pembuatan model ini:

“Semua model memperkirakan apa yang akan terjadi pada endapan dan kualitas air dengan mengasumsikan bahwa PTFI, menghasilkan tailings sebanyak 0,5 milyar metrik ton selama seluruh kegiatan pertambangan, berarti sejumlah itulah yang dihasilkan sampai tahun 2034 (lihat Grafik 2-5).” (Parametrix 2002a, dengan penekanan)

Angka 0,5 milyar ton tailings ini sebenarnya jauh lebih rendah dari pada jumlah tailings yang diindikasikan dalam grafik (dalam laporan ini terlihat pada Figure 8). Angka yang sebenarnya adalah lebih dari 3 milyar ton tailings, berdasarkan pada penelitian terhadap dampak lingkungan oleh PTFI (PTFI 1997).

Jadi diasumsikan bahwa model pembuangan sedimen berdasarkan pada angka 0,5 milyar tailings yang dihasilkan oleh ADA. Pernyataan Freeport tentang Dampak Lingkungan menyebutkan bahwa 37% dari tailings yang dibuang ke sungai telah mengalir ke Laut Arafura sejak 1997, dan diperkirakan akan meningkat menjadi 50% (PTFI 1997). Ini artinya bahwa Model Pembuangan Sedimen, yang dikembangkan pada tahun 2000 semestinya sudah beroperasi dengan angka antara 1 milyar sampai 1,5 milyar ton limbah tailings yang masuk ke Laut Arafura.

Menurut Freeport, perkiraan yang lebih mutakhir menunjukkan sekitar 79,7% dari tailings dibuang dalam bentuk ADA, dengan hanya 20,3% yang mencapai muara Laut Arafura di 6 bulan pertama (*second quarter*) tahun 2003 (PTFI 2003). Baik staf Kementerian Lingkungan Hidup yang bertanggung jawab terhadap pengawasan pencemaran maupun konsultan yang menciptakan Model Pembuangan Sedimen untuk Freeport tidak tahu sistem apa yang digunakan Freeport untuk mengestimasi banyaknya tailings yang terkandung di dalam ADA. (pers.comm 2006)

Perusahaan mengharapkan bahwa pengalihan aliran di bagian atas Sungai Ajkwa, di sekitar ADA akan meningkatkan jumlah tailings yang tertinggal di dalam ADA akibat lebih rendahnya volume air yang tersedia untuk mengalirkan endapan. Hal ini bisa terjadi, tapi masih sulit dipastikan karena ada faktor-faktor lain yang mempengaruhi jumlah tailings ketika melewati sistem. Sebagian besar tailing yang halus akan terbawa keluar dari ADA selama sistem yang dipakai terbuka di hilir sungai. Selanjutnya, jumlah curah hujan yang tinggi dan terus menerus menyebabkan endapan yang terdapat dalam ADA akan terbawa oleh arus air ke dalam sungai, seberapa pun besarnya input air di hulu sungai. Dalam rentetan foto satelit ADA (Figure 7 dan Figure 23), terlihat bahwa deposit tailing akan mengalir tanpa rintangan menuju ke laut, sebagai akibat dari pembuangan tailing yang dilakukan terus-menerus. Jika tidak ada sesuatu yang dilakukan untuk mengatasi keadaan ini, dalam beberapa tahun dipastikan jumlah tailing yang mengalir ke muara dan Laut Arafura akibat arus sungai dan laut akan meningkat dengan cepat.

Kesalahan lain dalam asumsi awal Model Buangan Endapan ini adalah tanggal diakhirinya pertambangan, yang berpengaruh pada berapa tahun input tailing akan terkumpul dan tanggal aliran hulu sungai dialihkan di sekitar ADA. Laporan Analisis Dampak Lingkungan (1997)

menyatakan bahwa tambang akan ditutup pada tahun 2041. Jawaban yang sama juga diberikan atas pertanyaan DPR pada 15 Februari 2005, para pejabat Freeport menyatakan bahwa tambang akan ditutup pada tahun 2040 (PTFI 2005a). Namun sistem pembuangan endapan yang dirancang oleh ERA dibuat berdasarkan perhitungan bahwa pemasukan limbah akan berakhir pada 2034, tujuh tahun lebih awal dari pada tahun 2041.

Banyaknya inkonsistensi dalam jumlah tailings yang dihasilkan dan waktu tutupnya tambang berdampak terhadap kesalahan perhitungan dalam Model Pembuangan Endapan. Keduanya berperan dalam kesalahan perhitungan durasi waktu dan jumlah tailings yang dibuang dan akibatnya lebih luas daripada yang diperkirakan.

Setelah mencatat peningkatan jumlah endapan di Muara Ajkwa, Brunskill et al (2004) menyatakan bahwa pengalaman mereka di daerah lain di Papua membuat mereka memperhitungkan akumulasi endapan tailing halus yang lebih banyak, tailing yang mengandung tembaga, bersama-sama menuju dasar laut Arafura. Model pembuangan limbah dalam ERA memprediksikan sekitar 250 juta ton tailings akan dibawa menuju lepas pantai Laut Arafura, namun ERA tidak membuat estimasi kerusakan lingkungan dari endapan ini di Laut Arafura.

Tahun 1990, Freeport mengumpulkan contoh air laut dari permukaan laut dengan jarak 5 dan 10 km dari pantai Laut Arafura. Konsentrasi tembaga yang terlarut diperkirakan kurang dari 1 µg/L dari air lepas pantai Sungai Kamoro, yang dipilih sebagai situs rujukan. Jika dibandingkan, air tepi Sungai Ajkwa 4 kali lebih besar kadar tembaganya, lebih dari 4 µg/L. ERA menarik kesimpulan bahwa aliran tembaga dari limbah Freeport bisa terbawa 5 hingga 10 km lepas pantai. (Parametrix 2002a)

Disamping jumlah tembaga terlarut di daerah lepas pantai, AERA memprediksikan meningkatnya jumlah *total suspended solid* (TSS) yang mengakibatkan tingginya kekeruhan air lepas pantai, meskipun tingkat TSS tidak disebutkan secara spesifik. Observasi yang dibuat tahun 2000 selama ekspedisi yang dilakukan oleh Pusat Riset dan Pengembangan Oseanology, LIPI mengkonfirmasi bahwa:

”Ketika dilakukan observasi, terdapat tingkat kekeruhan yang tinggi di mulut Sungai Ajkwa, dan ini sangat mungkin sebagai akibat buangan tailings pertambangan.” (Ilahude et al 2004)

Kesimpulan yang diambil oleh Aquatic ERA memberikan gambaran yang salah bahwa endapan limbah sebagai hal yang ‘bermanfaat’ (Parametrix 2002) meskipun juga menggambarkan gangguan ekologis yang signifikan. ERA menyatakan bahwa “banyaknya larva ikan dan hewan tak bertulang belakang yang dimangsa mungkin akan berkurang karena mereka mencari makan dan perlindungan di area air yang tercemar”. Pernyataan ini bertentangan dengan bukti yang ditemukan kemudian bahwa limbah yang mengandung kadar tembaga tinggi, meningkatkan jumlah limbah terapung dan akan mengurangi nutrisi serta bahan organik, yang akan berdampak sangat buruk.. Fakta ini dikemukakan dalam *Asean Marine Water Quality Criteria for Aquatic Life Protection* (2003) dimana Indonesia ikut mengembangkannya, dan penambahan jumlah TSS hanya diperbolehkan maksimal 10% selama satu musim.

7.2 Taman Nasional Lorentz

Perbatasan bagian barat wilayah konservasi dunia, yaitu Taman Nasional Lorentz yang membentuk huruf L mengelilingi daerah konsesi tambang PTFI, dimulai dari glasier Puncak Carstenz, diikuti Sungai Mawati melalui dataran tinggi Amungme tempat tinggal suku Tsinga, dan berakhir di Laut Arafura, termasuk daerah pantai yang ditunjukkan di Figure 3.

Area Lorentz yang dilindungi adalah salah satu permata konservasi Indonesia dan keragaman biologis serta geomorfisnya terhitung penting bagi dunia, seperti yang dijelaskan di bagian Deskripsi Situs di awal dokumen ini.

Figure 50. Galcier Carstenz dan Meren di Puncak Jaya, yang dilindungi oleh TN Lorentz menyediakan air dingin di perairan hulu Sungai Ajkwa. Namun, teduhan oleh rimba dan hutan hujan lah yang paling berkontribusi besar membentuk temperatur yang sejuk pada perairan Muara Ajkwa. (MoE 2006)



7.2.1 Risiko bagi Dataran Rendah TN Lorentz dari Pembukaan Hutan dan Pemukiman

Berdasarkan perijinan lingkungan pada tahun 1997 (RKL RPL 300K) Freeport diwajibkan untuk menjaga Taman Nasional Lorentz dan memberikan kontribusi logistik dan finansial untuk riset biologis yang dilakukan di Lorentz. Walaupun begitu, Freeport juga menjadi sumber risiko yang signifikan bagi Taman Nasional ini. Walaupun terdapat beberapa desa adat di sebelah barat Lorentz, salah satu risiko utama yang muncul adalah Freeport sebagai magnet bagi penduduk luar dan angkatan bersenjata untuk pindah dan bekerja ke wilayah Mimika, dan berdasarkan pengalaman di wilayah lain di Indonesia, hal ini membawa risiko terjadinya penembangan liar dan kegiatan yang merusak Taman Nasional Lorentz. Paull et al (2006) mengatakan bahwa, “Salah satu perkembangan yang mencemaskan adalah pembukaan hutan untuk pemukiman besar-besaran di bagian timur ADA. Hal ini berpotensi terhadap pembukaan lahan di perbatasan sisi

timur Taman Nasional Lorentz untuk pembukaan hutan dan pemukiman, dan dampak ini bisa berakibat pada bertambahnya perburuan terhadap binatang liar dan hasil hutan.

7.2.2 Risiko bagi Taman Nasional Alpen Lorentz dan Pencemaran Air Tanah

Dua risiko utama lain dari limbah tambang Freeport adalah, pertama: dari dugaan migrasi air tanah yang tercemar air asam batuan dari tempat pembuangan limbah batuan, dan kedua adalah pembuangan limbah tailings yang memasuki kawasan pesisir dan muara yang dilindungi di dalam TN. Dampak ini hampir tidak bisa dihindari karena kegagalan Freeport dalam menampung limbahnya, dan juga kedekatan wilayah tambang dengan Taman Nasional.

Seperti yang terlihat di Figure 1, Muara Mawati melingkari area barat daya batas Taman Nasional, yang akhirnya mengikuti Sungai Mawati ke arah utara sebelum bergabung dengan batas area kerja Freeport, melewati hanya beberapa kilometer ke arah utara dari area tambang Grasberg.

Taman Nasional Lorentz terancam karena rembesan tembaga (*copper leachate*) yang mengandung ARD dapat menjelajah sejauh berkilo-kilo meter melalui tipe batuan yang dapat dilewati (*permeable*) sebelum muncul ke permukaan sebagai mata air pegunungan, (dibahas dalam s.4.2.2 di atas). Seorang ahli geologi yang dulu pernah bekerja pada Freeport dan diwawancarai oleh Perlez dan Bonner (2005) menyatakan bahwa ARD dari tambang bermunculan di beberapa mata air yang mungkin berada dalam TN Lorentz.

7.2.3 Pengendapan Limbah Tailings di Pesisir TN Lorentz

Resiko dari limbah tambang terhadap Taman Nasional Lorentz terutama disebabkan oleh endapan yang terbawa ke pesisir dalam proses pembuangan sedimen. Ide bahwa setiap muara sungai yang berdekatan dari Kamora ke Otokwa mempunyai sistem pemrosesan pengendapan yang terpisah, dengan demikian dampaknya juga terpisah, adalah sebuah penyederhanaan. Kenyataannya di lahan bagian bawah aliran sungai dan wilayah payau di muara ternyata berhubungan dengan sungai yang terdapat di bagian timur dan barat ketika permukaan air naik, seperti yang ditemukan oleh Freeport pada tahun 1990an ketika banjir menyebabkan tailings menyebar ke wilayah yang lebih rendah sebelum dibangun bendungan untuk mencegah hal ini. Area muara juga secara langsung terhubung, tidak hanya lewat laut tapi dalam wilayah arus, seperti yang disebutkan oleh Brunskill (2004b), "Kanal yang terdapat di hutan bakau dapat dilewati dengan perahu kecil dari Sungai Otokwa menuju Sungai Kamoro tanpa melihat Laut Arafura."

Walaupun sebagian dari tailings yang mengalir keluar dari ADA terendap di Muara Ajkwa, tapi kebanyakan terseret ke perairan Laut Arafura yang dibawa ketika pasang, yang tingginya bisa mencapai 3 meter (Parametrix 2002a fig 3-50). Setelah sampai di sini, sebagian besar dari tailings tidak terbawa terlalu jauh lepas pantai tapi cenderung terdistribusi sepanjang wilayah pesisir seperti tergambar di Gambar 5-25 sampai 5-34 di AERA (Parametrix 2002a)

Parametrix ERA termasuk model komputer yang detail tentang pembuangan endapan yang dikembangkan oleh Dr. Muin dari Institut Teknologi Bandung. Model yang dikembangkan Dr. Muin memprediksikan aliran dan posisi 248.000.000 metrik ton limbah tailings Freeport di muara, hutan bakau dan daerah sekitar pantai Laut Arafura telah diatur dalam kontrak karya Freeport

termasuk garis pantai Taman Nasional Lorentz. Mekanisme pembuangan limbah tailings adalah sebagai berikut:

”Model ini memprediksikan perubahan arus tergantung pada pasang dan surut. Arus ini bisa memprediksikan apakah tailings yang terdapat di lepas pantai mungkin akan terbawa ke barat ketika arus surut dan ke timur ketika arus pasang. Namun, arus laut sangat ditentukan oleh angin. Karena itu, konsentrasi tailings di muara Tipoeka, Minajerwi, Mawati, dan Otokwa juga tergantung pada kecepatan dan arah angin.” (Parametrix 2002a p.3-6).

Dengan kata lain, disamping siklus arus pasang harian, limbah tailings juga dibawa menuju pantai oleh arus sesuai musim. Angin Tenggara (Mei sampai November) menggerakkan air dari ke arah barat laut sepanjang pantai menuju Kamora. Angin Barat Laut Monsoons (Desember sampai Maret) membawa arus ke arah tenggara sepanjang garis pantai Taman Nasional Lorentz (Brunskill 2004b).

Angka yang diambil ERA dari model endapan yang dibuat ITB menyarankan bahwa endapan limbah tailings dari Freeport Rio Tinto setebal 3,5-5 cm akan mengendap di ekosistem bakau di wilayah Mawati dan Otokwa, bagian dari Taman Nasional Lorentz. Sementara itu, endapan alami hanya sekitar 15 cm, yang artinya kontaminasi tembaga dari tailings menyumbang hingga 20% pada endapan di hutan bakau di Mawati dan Otokwa. (Parametrix 2002a p.3-6).

Di samping model ini, pengawasan biologis telah mengeluarkan hasil yang sepertinya memastikan adanya dampak limbah tailings terhadap muara sungai yang terdapat di luar batas daerah Freeport –Rio Tinto. AERA mencatat adanya kandungan tembaga yang tinggi di dalam tubuh binatang yang hidup di daerah pantai yang berada persis di timur area pembuangan limbah tailings Freeport, termasuk pesisir Mawati dan Otokwa yang merupakan bagian dari Taman Nasional Lorentz.

Hal yang penting, AERA (kutipan di bawah) menemukan bahwa kadar tembaga di pesisir pantai lebih tinggi dibandingkan dengan daerah tengah laut; yang menandakan sumber kandungan tembaga ini ada di pesisir, bukan dataran tinggi. Penjelasan yang paling masuk akal dari temuan ini adalah besarnya jumlah limbah tambang yang berasal dari perbatasan area kontrak karya menyebabkan hutan bakau di sekitarnya termasuk wilayah Taman Nasional Lorentz tercemar logam berat:

”Grafik 3-16 menjelaskan bahwa terdapat residu tembaga yang lebih tinggi pada binatang invertebrata yang terdapat di luar muara dan hutan bakau sekitar Ajkwa, jika dibandingkan dengan spesies sejenis yang hidup di bagian atas dan barat muara. Hutan bakau di Ajkwa, Minajerwi, Otokwa serta daerah rendah Mawati dan Tipoeka tampaknya mengandung tembaga yang lebih tinggi karena endapan dalam invertebrata yang ditemukan di tempat ini lebih tinggi dari pada yang ditemukan di hulu dan sekitar sungai.” (Parametrix 2002a p.3-20)

8 Rehabilitasi dan Penutupan Tambang

Sebuah peringatan diberikan kepada pemegang saham tambang Freeport yang dibuat oleh Keith Faulkner, Managing Director Ok Tedi Mining Limited, membicarakan dampak yang parah dan

jangka panjang terhadap lingkungan atas pembuangan limbah di sekitar sungai oleh pertambangan Ok Tedi:

“Ketika kami berencana menutup Ok Tedi, kami tersadar bahwa kami beresiko meninggalkan warisan buruk...Hal itu tidak kami pikirkan masak-masak 25 tahun yang lalu dan sejak saat itu hingga tambang ini ditutup, akibat buruknya bagi lingkungan dan penduduk sekitar, sama sekali terlalu diremehkan.

Situasi berkembang menjadi lebih kompleks, jauh lebih sulit. Ahli lingkungan kami sudah memonitor dan melakukan modeling tentang efek sedimentasi, terutama di tengah sungai Fly, ternyata efeknya lebih lama daripada yang dipikirkan. Dan rembesan air asam batuan, produksi sulfur dalam tailings yang teroksidasi, membawa dampak lebih besar daripada yang diperkirakan. Kami juga melihat efek limbah yang sudah teroksidasi di tepi bendungan di tengah sungai Fly. Masalah yang sebenarnya dari oksidasi atau ARD, adalah logam yang terlepas ke lingkungan berpotensi mempengaruhi tanaman dan hewan. Biar pun tidak ada akibat langsung terhadap manusia, tapi terdapat akibat pada ekologi sungai.

...

Semangat para pekerja, penduduk sekitar dan pemerintah untuk mengembangkan tempat tersebut dan memperoleh keuntungan, dapat membutakan mata para penanam saham akan masalah dan kesulitan yang dibawa dan tertinggal sesudahnya. Tanpa rencana yang menyeluruh, ketika tambang ditutup, maka yang tertinggal atau akan terlihat kemudian adalah warisan kerusakan secara ekonomi, sosial dan lingkungan, yang akibatnya sangat panjang..

...

Kita semua tahu bahwa wilayah ini semestinya mendapatkan manfaat yang lebih banyak dan berkesinambungan selama 25 tahun pertambangan ini ada. Dan jika kita tidak memfokuskan usaha kita dari sekarang, maka tidak akan ada yang berubah ketika tambang ditutup.” (Faulkner/Ok Tedi 2005).

Berkaca kepada Ok Tedi, terdapat kurangnya informasi yang diberikan kepada penduduk lokal dan pemerintah Indonesia tentang hal yang rumit ini dan akibat dari joint venture Freeport-Rio Tinto dalam menangani pembuangan limbah. Selanjutnya, rencana penutupan tambang dilakukan dalam skala yang sangat terbatas, tanpa konsultasi terinci dengan pemilik tanah dan penanam saham lainnya. Freeport-Rio Tinto menggambarkan rencana penutupan ini akan bersifat ‘dokumen hidup’ dari bentuk aslinya yang “konseptual” (PTFI 2005a). Terdapat perubahan dalam laporan perusahaan di bulan Desember 2004, terutama tentang penanganan limbah batuan (PTFI 2005a), tapi revisi rencana penutupan tambang ini sepertinya tidak menjadi bahan diskusi para penanam modal dan tidak dapat diakses masyarakat umum.

8.1 Restorasi, Penanaman Kembali, atau Reklamasi

Seperti yang telah dijelaskan di atas, ekosistem alamiah yang dulunya terdapat di area tambang terdiri dari berbagai jenis habitat yang heterogen. Kelompok tumbuhan yang menderita polusi karena pembuangan tailings, berakibat terhadap lingkungan yang lebih luas dan mempengaruhi struktur kimiawi tanah, tidak bisa dikembalikan pada sistem alami hutan hujan tropis yang kompleks dan keseimbangan ekosistem lahan basah. Hal ini digarisbawahi dalam Analisis Kaji Ulang Ok Tedi (peer review):

“Asumsi bahwa area yang tercemar bisa dikembalikan ke kondisi awal adalah hal yang patut dipertanyakan. Mungkin jika tingkat gangguannya cukup parah, maka keterbelakangannya bisa jadi akan permanen. Dan yang paling penting, pola distribusi jenis tanaman akan berbeda dari sebelumnya... Biasanya jenis keseimbangan tanaman yang tercipta berikutnya akan lebih sedikit dari pada sebelum terjadi penambangan... Literatur ekologi internasional tentang kelanjutan berikutnya (setelah terjadi gangguan) dan keseimbangan komunitas sekunder yang dewasa biasanya berbeda dan sering kali kurang beragam dibanding kelompok yang ada sebelumnya....” (Chapman et al 2000)

Di samping pengurangan keanekaragaman hayati dalam kelompok vegetasi sekunder, dalam kasus Freeport, RPT (2002) berpendapat bahwa area yang sudah tercemar tailings tidak akan bisa dipulihkan lagi pada komposisi jenis tanaman yang pernah ada akibat telah berubahnya kondisi tanah akibat tailings. Dalam kasus dengan ADA dimana sebagian besar area akan tertutup tailings dengan kedalaman lebih dari 10 m, permukaan tanah tempat tumbuhnya tanaman tidak hanya akan “terganggu” oleh tailings, tapi akan terdiri dari 100% tailings.

Freeport menanggapi kritik di The New York Times tentang dampak lingkungan dari pembuangan tailings dengan pernyataan:

”Bukannya menyebabkan kerusakan lingkungan yang luar biasa mengejutkan, wilayah yang terkena dampak tailings dari tambang kami akan siap ditanami kembali dan tanaman asli akan berkembang secara alami dengan cepat.” (Freeport-McMoRan 2006)

Pernyataan ini bertentangan dengan apa yang ditemukan ERA bahwa hanya sedikit jenis tanaman asli (seperti rumput *phragmites*) yang bisa ditanam kembali di area yang sudah penuh tailings, sementara tanaman ini tidak memiliki kegunaan apa pun dan tidak mencerminkan keragaman spesies dalam kehidupan alami hutan hujan dan sungai di sekitarnya yang rusak akibat ADA (Parametrix 2002c).

Ketika sudah menerima kenyataan bahwa mengembalikan keadaan alam seperti semula adalah sesuatu yang mustahil, saat mempertimbangkan tindakan yang harus dilakukan terhadap tanah tersebut, maka disiapkanlah beberapa rencana seperti kolam ikan komersial, peternakan hewan dan beberapa ide lain. Tapi apa prioritas bagi masyarakat Kamoro dan kegiatan apa yang cocok dengan budaya serta tradisi mereka? Pilihan untuk melakukan reklamasi seharusnya tidak diambil berdasarkan tindakan termudah yang bisa dilakukan Freeport-Rio Tinto. Ada dua hal yang jelas, area pembuangan tailings tidak akan pernah dapat dipulihkan kepada ekosistem alami sebelumnya; kedua, adalah hal yang tidak dapat diterima jika proses penanaman kembali area hanya sesederhana menanam rumput dan Casuarina, karena orang Kamoro akan kehilangan kegunaan tanah yang dulunya penuh dengan keanekaragaman hayati. Solusi yang paling bisa diterima adalah mereklamasi sesuai kebutuhan penduduk, tapi apa yang mungkin dilakukan dan dipertahankan dalam jangka panjang?

8.2 Kemungkinan Reklamasi Berskala Luas, Jangka Panjang dan Bermanfaat

Menjawab pertanyaan dari anggota DPR pada tahun 2005, Freeport-Rio Tinto menyatakan bahwa mereka sudah menyiapkan ratusan hektar untuk penanaman kembali sejak 1995 di Maurujaya Tailings Reclamation Centre, dan ratusan ribu tanaman telah ditanam di area tersebut.

Keterangan ini sekilas terdengar mengesankan, tapi area di sebelah barat bendungan yang dipilih untuk demonstrasi memiliki endapan tailings yang tipis, hanya beberapa meter saja di bagian yang paling tebal (PTFI 2005a). Pada saat pertambangan selesai dan perusahaan mulai menanami daerah pembuangan Ajkwa, tailings akan mencapai kedalaman hingga 17 meters (Parametrix 2002c). Menanami kembali dan menstabilkan tanah dengan timbunan tailings setebal, itu dengan drainase yang menyedot dalam jumlah air besar dan masalah pesisir yang parah adalah hal yang sama sekali berbeda.

Seperti yang kita lihat dibawah, membutuhkan waktu selama satu dekade untuk penelitian dan implementasi, dan jumlah tenaga kerja yang besar dari 16 kontraktor (PTFI 2005b) untuk menangani reklamasi tempat yang kecil, hanya 2 persen dari 23.000 hektar yang direncanakan sebagai pembuangan tailings (PTFI 1999). Dengan tingkat perkembangan seperti sekarang, upaya ini akan memakan waktu satu abad, dan memerlukan pupuk dan kompos dalam jumlah besar untuk mereklamasi seluruh area yang terkena dampak tailings. Bisa jadi tugas ini akhirnya mustahil untuk dilaksanakan.

Salah satu masalah reklamasi ADA adalah kandungan plastik yang tidak bisa diproses tanah dan menyebabkan masalah bagi akar tanaman. Masalah lain dengan tailings adalah irigasi dan drainase. Tanah alami cocok untuk tempat tumbuhnya tanaman karena mengandung kelembaban dari materi organik (humus tanah) dan tetap memungkinkan kelebihan air mengalir keluar. Ketika posisi air tinggi, hal yang paling sering terjadi di area tailings dengan ADA, tailing menjadi terendam air nyaris sepanjang waktu. Ini menimbulkan masalah bagi tanaman karena akarnya tidak dapat bernafas dan dapat terinfeksi jamur. Freeport harus menggali dan mengatur aliran air di beberapa area percontohan untuk mengatasi hal ini (PTFI 1999).

Ironisnya, dalam jangka panjang akan muncul masalah yang lebih serius. Karena batuan yang tergerus halus di dalam tailing tidak mengandung zat-zat organik tanah, air hujan akan langsung mengalir keluar dan tanah akan kesulitan menyerap air; hasilnya tanah akan kering terlalu cepat. Hal ini khususnya terjadi di area tailing yang lebih kasar. Setelah pertambangan berakhir, Freeport merencanakan untuk memindahkan Sungai Otomona ke timur, mengelilingi area pembuangan tailing, sungai Ajkwa sudah dialihkan sejak tahun 2005. Ketika ini terjadi, arus sungai akan berbalik arah, area pembuangan tailings akan menjadi dataran buatan manusia yang lebih tinggi belasan meter dibandingkan sekelilingnya dan terdiri dari aliran air berpasir yang tidak dapat mengering, terutama di bagian atas ADA. Selama musim kemarau, tailing yang tidak memiliki jumlah bahan organik signifikan, tidak akan bisa menahan kelembaban dan sangat sulit bagi tanaman untuk bertahan tanpa campur tangan manusia terus-menerus. Agar dapat mendemonstrasikan penanaman kelapa, Freeport terpaksa menggali lubang dan memasang 2 kincir angin dan 650.000 liter fasilitas persediaan air untuk irigasi sebagian kecil, yakni 1% dari wilayah ADA (PTFI 2005b). Apakah hal seperti ini dapat dilakukan dalam jangka panjang pada area pembuangan Ajkwa seluas 225 km²? Biarpun ini berhasil dilakukan, siapa yang akan merawat peralatan dan untuk berapa lama?

Staf lingkungan hidup Freeport dipaksa untuk mencoba menambahkan bahan organik pada tailing yang rendah nutrisi. Di tahun 2005 pengawasan lingkungan hidup melaporkan kepada pemerintah Indonesia bahwa ada program pemberian kompos yang sedang berjalan, walaupun melakukan hal ini untuk area yang luas adalah hal yang sangat sulit dilakukan. Strategi lain adalah dengan mencoba menanam rumput *Phragmites* pada tailing. Pendekatan ini agak problematik

karena rumput *Phragmites* dewasa tidak dapat dijadikan makanan ternak, susah dipindahkan dan ada cenderung menghalangi spesies tanaman lain yang diinginkan untuk tumbuh.

Menurut Freeport, metode membuat kompos yang lebih disukai adalah dengan mengumpulkan bunga bakung air (*water hyacinth*) dari lahan basah yang tidak tercemar di barat daya dan mencampurnya dengan pupuk kandang dari 100 ternak yang dipelihara untuk memenuhi kebutuhan daging sapi staf pertambangan. Sejauh ini sebanyak 185 truk bakung air sudah dikumpulkan untuk tujuan ini (PTFI 1999 dan 2005b). Sama seperti solusi menggunakan kincir angin, muncul pertanyaan: apakah memungkinkan untuk mengekstrak cukup bahan organik dari bakung air yang dikumpulkan dari hutan dan menambah cukup nutrisi dari campuran pupuk kandang, untuk reklamasi tanah ADA seluas 23.000 hektar?

Dalam sebuah brosur mengkilap berjudul “*Tailings Reclamation at PT Freeport Indonesia-Irian jaya: Freeport’s Eco-Friendly Reclamation Program*”, perusahaan optimis bahwa area tailing akan bisa direklamasi secara berkelanjutan dalam jangka panjang:

“Program reklamasi yang dilakukan Freeport akan menekankan pada stabilitas ekologi jangka panjang....Dengan penggunaan pupuk kimia dan air, memungkinkan untuk mengubah dengan cepat tanah tempat pembuangan limbah menjadi tempat tumbuh tanaman yang berguna. Tapi itu berarti hanya membuang uang pada masalah dan pemecahan yang bersifat sementara.. Sebagai pengganti, Freeport telah mengadaptasi pendekatan LISA: *Low Input Sustainable Agriculture*. Sistem *ecofarming* ini akan meminimalisir penggunaan mesin dan sepenuhnya tidak menggunakan pestisida serta pupuk kimia.”

Memang program yang baik, biarpun begitu keputusan Freeport menghadapi pembersihan tailing ini memicu mereka berbuat “curang” dalam klaim mereka untuk dapat melakukan reklamasi secara berkelanjutan jangka panjang. Hal yang mengecewakan adalah digunakannya pupuk NPK pada plot demonstrasi reklamasi (PTFI 2005b). Hal yang lebih problematik lagi adalah, jika membaca dengan teliti laporan pengawasan 3 bulanan terlihat bahwa tanah bagian atas diambil dari luar wilayah ADA, dan digunakan untuk membuat kecambah dari pada menggunakan tailing. Lebih buruk lagi, tanah yang didatangkan dari luar area akan didistribusikan di area demonstrasi reklamasi tailing (PTFI 2005b). Meskipun proses ini dapat dicoba pada area seluas 1,5 sampai 5 hektar, namun penambangan lapisan tanah atas adalah proses yang merusak, dan akan semakin berakibat buruk jika diterapkan pada puluhan ribu hektar ADA yang akan direklamasi.

”Penelitian yang dilakukan di Pusat Riset M21 mengindikasikan bahwa diperlukan penambahan berbagai bahan pada tailing seperti karbon organik, nitrogen dan fosfor untuk menumbuhkan jenis tanaman yang diinginkan (1996). Penelitian ini menunjukkan bahwa baik pertanian skala besar dan pertanian kecil milik keluarga di area yang terkontaminasi tailing mungkin tidak akan berhasil tanpa penambahan suplemen. Lagi pula, tekstur tanah yang didominasi tailing yang lembut perlu diperbaiki dengan media yang berpori untuk memperbaiki aliran air dan kemudian meningkatkan daya tumbuh tanaman ” (Parametrix 2002c).

Penelitian khusus yang dilakukan oleh ERA melihat perbandingan perkecambahan dan pertumbuhan tanaman di tanah yang mengandung tailing dengan tanah hutan alami, kompos dan

campuran tailing dengan tanah atau kompos. Penelitian ini memastikan adanya hubungan yang erat antara kandungan tailings dalam tanah dengan terhambatnya proses persemaian tanaman. Pencampuran tailing kasar dengan tanah hutan sangat menghambat proses persemaian jika presentase tailings mencapai 60% atau lebih. Hampir seluruh tanaman hanya mencapai tingkat persemaian 10% atau kurang dalam tailing kasar murni dan hanya sekitar 50% pada tanah yang mengandung tailing halus atau agak kasar. (Table 4-2, Parametrix 2002c).

Berbagai penelitian penting tentang reklamasi tailing telah dilakukan oleh staf lingkungan dan peneliti. Walaupun sudah menguras banyak tenaga dan menghabiskan sejumlah uang, sejauh ini usaha yang sudah dilakukan hanya mampu mereklamasi sebagian kecil area tailings; sementara upaya melakukannya pada area pasca pertambangan yang jauh lebih luas, dalam dan lebih kering masih tampak mustahil untuk dilakukan.

8.3 Pengendalian ARD Tailing Jangka Panjang

Ada masalah serius berkaitan dengan kandungan tailings di dataran rendah, yakni potensi bagi timbulnya Air Asam Batuan (*Acid Rock Drainage* – ARD) yang bisa mempengaruhi kualitas air dan menggerakkan residu logam berat beracun seperti tembaga dari tailing menuju ADA (untuk proses yang lebih detail, lihat 4.2 tentang air asam batuan di atas)

Menjaga tailing yang mengandung sulfida, seperti yang diproduksi oleh Freeport, agar tidak mengalami kontak dengan oksigen adalah hal yang paling efektif untuk mencegah rembesan air asam batuan. Ketika tailing terus menerus terendam air, tidak terdapat cukup oksigen untuk menghasilkan asam dari sulfida yang terkandung di dalam tailings. Cara yang paling sering dilakukan dalam industri adalah dengan terus merendam tailings dalam air, biasanya di dalam bendungan tailings. Cara lainnya, walaupun tidak terlalu efektif adalah dengan menutupi tailings dengan bahan yang rendah daya tembusnya seperti tanah liat, untuk mencegah masuknya oksigen dan air hujan.

Freeport-Rio Tinto tampaknya tidak berencana mengadopsi strategi tersebut. Dengan penjelasan di bawah ini, dapat diasumsikan bahwa tailings yang berpotensi membentuk asam dalam ADA tidak akan dibenamkan dalam air setelah tambang tutup, dan tentu saja akan terjadi oksidasi:

- Terdapat aliran pembuangan air terus-menerus dari hilir bagian akhir dari ADA, yang terbuka menuju muara Ajkwa
- Begitu aliran Sungai Otomona sudah dialihkan dari hulu aliran ADA, setelah tahun 2041, air hanya dapat diperoleh dari air hujan yang jatuh dalam wilayah ADA.
- Siklus El Nino akan membawa dampak kemarau bagi Papua, hal yang tidak biasa, tapi tidak bisa dihindari.
- Terdapat kebocoran terus-menerus pada lapisan tanah yang mengandung air (akuifer) yang mendasari ADA, dan lewat pori-pori yang ada di dinding tanggul di sisi barat dan timur ADA, sebagai akibat dari tekanan air (hydraulic head) yang ditimbulkan oleh posisi ADA yang lebih tinggi dari dataran banjir di sekitarnya. (Universitas Gajah Mada, dalam Parametrix 2002c).

Pembentukan asam pada tailings tambang, mengeluarkan kandungan tembaga, yang muncul pada tailings tambang tembaga yang dibuang ke hilir Sungai Jaba dari Tambang tembaga Panguna yang kini telah ditutup di Papua Nugini, juga dimiliki oleh Rio Tinto. Tambang Ok Tedi juga

menghadapi masalah lingkungan yang serius akibat ARD di tailings tembaga yang mengendap di Sungai Fly. Oksidasi sulfida pada tailings dengan hasil demineralisasi logam berat sudah diobservasi dalam area tambang di sepanjang Sungai Ok Tedi (Pile et al 2003).

Menurut staf Freeport, telah ditemukan beberapa area dalam ADA yang kandungan sulfidanya tinggi dan tailingsnya tidak selalu terendam air, sehingga menimbulkan kondisi RDA. Lokasi dan waktu yang tepat tidak dapat diperkirakan karena adanya pergantian rutin aliran menuju lokasi pembuangan, namun tampaknya area ini terletak di bagian hulu ADA. Hal ini mengakibatkan partikel tailings dengan kadar sulfida lebih tinggi yang berpotensi memproduksi asam, akan diendapkan secara terpisah dari partikel batu kapur yang berpotensi menetralkan asam, yang akan terbawa sampai ke hilir ADA. Penyortiran juga bisa terjadi di area setempat dengan deposit di badan sungai, dengan pengendapan sulfida yang memproduksi asam di hulu sungai atau di daerah sekitarnya. (Parametrix 2002c, Pile et al 2003).

Freeport berharap akan ada cukup bahan penetral asam (batu kapur) di dalam tailings untuk mencegah proses ini dalam skala besar, namun demikian Freeport belum mengadopsi rasio yang cukup aman antara *Acid Neutralising Capacity* (ANC) dengan *Maximum Potential Acidity* (MPA) untuk memastikan bahwa proses yang dilakukan bisa berhasil dengan partikel tailings yang lebih berat dari endapan ADA. Sebagai contoh, dalam tiga bulan kedua (6 bulan pertama) di tahun 2005, rata-rata harian ANC untuk endapan limbah di jembatan Otomona adalah 129,4 kg H₂SO₄/ton dibandingkan dengan rata-rata harian MPA yaitu 97,9 kg H₂SO₄/ton. Perbandingan ANC:MPA adalah 1,3:1, hal ini tidak cukup baik bagi industri tambang karena daya penetral batu kapur tidak akan bekerja 100%, karena alasan seperti salah penempatan dari kepadatan aliran sungai dan partikel batu kapur yang akan dijadikan tameng. Rasio ANC:MPA yang umum diterima adalah 2-3:1

Ada mekanisme lain yang diidentifikasi selain ARD yang bisa menggerakkan kandungan tembaga dari tailings. Salah satunya adalah pembentukan reaksi dan molekul oleh anion air (OH) atau oleh *fulvic* dan *humic acid* :

“Fulvic, humic acid dan air juga dapat membentuk reaksi. Kontribusi utama dari reaksi ini adalah bertambahnya logam yang terlarut dalam beberapa tingkat. Begitu telah terurai migrasi logam berat jadi meningkat pesat. Reaksi ini bekerja sama seperti proses pengasaman dari aliran air asam tambang” (Magomedze and Brattli 2003).

Ahli industri sudah menentukan apa yang akan terjadi pada ADA dan tailings yang mengendap setelah penutupan Freeport:

“Meskipun lapisan vegetasi tumbuh dengan sendirinya di atas endapan tailings Grasberg, tembaga bisa terus tersebar karena substansi organik yang terlarut (*humic* dan *fulvic acid* yang dihasilkan oleh tanaman busuk) membawa tembaga ke dalam larutan itu” (Minewatch 1996).

Selama para geolog Freeport melakukan pengawasan yang ketat dan terus menerus terhadap tailings, area yang memproduksi asam akan dengan mudah bisa diidentifikasi dan bisa langsung ditangani dengan batu kapur kasus per kasus. Walaupun begitu, ada mekanisme lain yang bisa menyebar tembaga dan banyak tambang di seluruh dunia menunjukkan bahwa fenomena ARD dapat berlangsung selama berabad-abad. Bisakah Freeport-Rio Tinto menjamin mereka akan terus berada di lokasi untuk mengatasi masalah jangka panjang ini?

8.4 Stabilitas Batuan Limbah Pasca Penutupan dan Kontrol ARD

Setelah pembuangan batuan limbah selesai, Freeport-Rio Tinto berencana menutup bagian atasnya dengan lapisan batu kapur setebal beberapa meter. Pelapisan ini tidak akan mencegah masuknya oksigen dan air, biarpun begitu hasil tes menunjukkan bahwa kadar alkali dari air yang melewati lapisan batu kapur akan mengurangi ARD dan lepasan tembaga.

Freeport-Rio Tinto berharap bahwa kadar alkali tipis yang dibawa air akan menciptakan lapisan pelindung dari partikel sulfida yang dihasilkan oksidasi asam berat dan tembaga yang dihasilkan batuan limbah di lapisan bawahnya, mencegah oksidasi lebih lanjut. Konsep melindungi dengan batu kapur ini adalah strategi yang diusulkan oleh Freeport-Rio Tinto karena kesulitan dengan masalah batuan limbah tambang berkadar sulfur tinggi (HSZ) yang akan bertambah jumlahnya dan mengambil bagian 8% dari total limbah batuan tambang yang dibuang (Neale et al 2003). Yang mencemaskan, tes yang dilakukan oleh laboratorium konsultan Freeport menemukan bahwa percampuran batuan limbah tambang dengan batu kapur dapat menimbulkan reaksi secara acak dan tiba-tiba, yang menghasilkan asam kuat (pH 2,5) terjadi dalam sebuah siklus dan baru dimulai setelah beberapa tahun. Para peneliti tidak mengerti tentang reaksi ini tapi berspekulasi akan ada proses “melepas perlindungan” (Miller et al 2003). Sementara itu, ahli independen menyarankan untuk membalik proses yang terjadi- partikel batu kapur dalam proses melindungi, sehingga lama kelamaan kemampuannya untuk menetralsir alkali berkurang. Ketidaktepatan ini didasarkan pada reaksi kimia jangka panjang batu kapur dalam proses pelapisan dan pencampuran yang dalam strategi ini tidak bisa segera melindungi, karena itu bahaya di masa depan sebaiknya diatasi dengan mengurangi produksi batuan limbah dan mulai melakukan percobaan untuk mencari pemecahan lain bagi masalah ini.

Yang menjadi pertanyaan adalah apakah strategi pelapisan batuan limbah tambang dengan beberapa meter batu kapur adalah solusi yang akan dilakukan untuk jangka panjang (berkelanjutan). Hal ini karena batuan limbah mudah runtuh, terutama jika hujan deras, yang akan mengakibatkan erosi di permukaan dan bagian dalam, di mana air akan mengalir di sela-sela batu, meninggalkan alur yang tidak stabil dan saluran di dalam timbunan (Neale et al 2003). Walaupun konsultan Freeport mengatakan bahwa hal ini dipikirkan, proses yang tidak stabil akan sulit untuk dicegah dan akan ada gangguan jika proses pelapisan ini digunakan untuk jangka panjang; sehingga diperlukan berbagai perbaikan.

Tentu saja, biarpun tim ahli geotechnical dan instrument pengawasan geotechnical ditempatkan di tempat pembuangan limbah, tanah longsor di tempat pembuangan Wanagon telah membuktikan sulitnya tindakan pencegahan, dan hal terbaik yang bisa dilakukan adalah peringatan dini. (PTFI 2005a). Tidak memungkinkan bagi seluruh tumpukan batuan limbah di Freeport untuk disusun ulang membentuk kemiringan yang landai karena permukaan tanah tempat batuan itu diletakan memang curam, sehingga upaya semacam itu akan mengharuskan penyebaran limbah batuan di atas area ekosistem pegunungan yang lebih luas dan rapuh.

Bahaya struktural lainnya untuk stabilitas limbah batuan untuk jangka panjang adalah metode turunnya permukaan dari penurunan bawah tanah (*block caving*) setelah 2014, gempa rutin dan “bahaya potensial dari runtuhnya fondasi Carstenz”(Neale et al 2003).

Akhirnya, karena masih tingginya kadar logam pada batuan limbah, intervensi dari penduduk local yang mencari-cari emas dalam limbah tambang, yang dilaporkan sudah berlangsung beberapa tahun di Freeport, juga bisa mengganggu lapisan penutup. Masalah ini tidak didiskusikan oleh konsultan Freeport, tapi pengalaman di tempat lain di Indonesia menyarankan agar waspada terhadap bahaya terlalu banyaknya timbunan. Dengan berbagai risiko tersebut, apa yang akan terjadi ketika tambang ditutup, para ahli sudah kembali dan peralatan tidak lagi berfungsi?

8.5 Dana Penutupan Tambang dan Reklamasi

PTFI sudah menyiapkan dana cadangan dalam bentuk tabungan dan tunai untuk membiayai proses reklamasi pasca pertambangan. Pada tahun 2005, dana tunai yang tersedia hanya 6 juta dollar, walaupun PTFI memprediksi biaya penutupan adalah 149 juta dollar. Perusahaan Montgomery Watson (1999) yang menjadi pengawas eksternal memperkirakan biaya penanganan air asam batuan dari portal Kamp Amole/Ridge pada Freeport diperkirakan mencapai lebih dari 2 juta dollar per tahun untuk jangka waktu 30 tahun. USEPA mengatakan bahwa angka 30 tahun untuk penanganan pasca penutupan tambang sebagai perencanaan biaya manajemen adalah angka perkiraan dan mungkin bisa saja dibutuhkan biaya lebih besar untuk penanganan yang membutuhkan waktu lebih lama dalam kasus tertentu.

Seperti yang telah didiskusikan pada s4,2 di atas, masalah seperti air asam batuan dan masalah lainnya bisa saja muncul beberapa dekade setelah tambang ditutup. Freeport-Rio Tinto menegaskan bahwa mereka akan terus “mengawasi” lingkungan setelah tambang ditutup, tanpa menyebutkan jangka waktu yang spesifik. Sepertinya tidak ada keharusan secara legal di dalam hukum Indonesia, termasuk dalam kontrak karya perusahaan atau komitmen dari Freeport-Rio Tinto untuk mengatasi masalah lingkungan hidup yang muncul lama setelah tambang ditutup.

9 Rekomendasi

Rekomendasi Walhi untuk pemerintah:

- Segera menegakkan hukum lingkungan hidup nasional. Ini harus dilakukan dengan cara menghentikan operasi Freeport-Rio Tinto hingga pelanggaran-pelanggaran diperbaiki dan dengan mengadili pelanggaran hukum yang terus menerus terjadi meski sudah diperingatkan berulang kali pada awal 2000an, yaitu:
 - Tembaga larut dan total padatan tersuspensi (TSS) yang mengalir ke Muara Ajkwa tidak boleh melanggar baku mutu air untuk Kelas II berdasar PP 82/2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
 - Air Asam Batuan (*Acid Rock Drainage/ARD*) harus segera dicegah sebelum memasuki ke air permukaan atau air tanah dan melampaui baku mutu air untuk Kelas II (untuk logam berat dan keasaman) berdasar PP 82/2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Melaksanakan pengambilan sampel secara berkala dan cermat, daripada mengandalkan laporan dari perusahaan. Pemerintah juga harus menerbitkan semua informasi lingkungan pada masyarakat, sesuai Undang-undang Lingkungan Hidup (1997)
- Mengkaji ulang peraturan pajak dan royalti demi meningkatkan keuntungan bagi komunitas yang terkena dampak, propinsi Papua, demi mengurangi beban kerusakan lingkungan sejauh ini.
- Membentuk Panel Independen untuk memetakan sejumlah skenario bagi masa depan Freeport, termasuk tanggal penutupan, pengolahan (*processing*) dan pengelolaan limbah. Kemudian pemerintah harus menyewa konsultan independen untuk mengkaji tiap skenario dari segi social dan teknis secara rinci dan independen. Kajian ini kemudian harus digunakan sebagai dasar untuk pembahasan mengenai masa depan tambang oleh penduduk lokal dan pihak berkepentingan lainnya.

10 References

- ANZECC (Australian and New Zealand Environment and Conservation Council). 2000. Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality. Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand, Canberra, Australia.
- ASEAN. 2003. ASEAN Marine Water Quality Criteria For Aquatic Life Protection.
- Bapedal [Environment Protection Agency]. 2000. Laporan Hasil Peninjauan Lapangan Kecelakaan Tambang PTFI di Danau Wanagon, disusun oleh Abdul Razak [Report on Field Investigation of a PTFI Mining Accident at Lake Wanagon. Submitted by Abdul Razak]. Makassar, 13 May 2000.
- Chapman, P et al of Ok Tedi Mining Ltd Environment Peer Review Group. 2000. Comments On Key Issues And Review Comments On The Final Human And Ecological Risk Assessment Documents. The OTML Environment Peer Review Group comprised Dr. Peter Chapman, EVS Environment Consultants, North Vancouver (Chair); Professor Margaret Burchett, University of Technology, Sydney; Professor Peter Campbell, Univesitite du Quebec; Professor William Dietrich, University of California, Berkeley; Professor Barry Hart, Water Studies Centre, Monash University. Prepared for Ok Tedi Mining Ltd.
- Djanuarto, Bambang Dwi. 2006. Purnomo: Audit Freeport selesai sebulan. [Purnomo: Freeport audit complete within a month]. *Bisnis Indonesia*, 24-03-06.
- ERA Review Panel. 2002. ERA Review Panel Team: Laporan Kaji-Ulang Analisis Risiko Ekologi dan Kesehatan Manusia PT Freeport Indonesia. [ERA Review Panel Team: Report on Review of Ecological and Human Health Risk Assessment PT Freeport Indonesia]. Prepared for PTFI (PT Freeport Indonesia).
- Faulkner K, (Managing Director Ok Tedi Mining Limited). 2005. The Ok Tedi Dilemma: Closing Address, 2005 Mine Closure Planning Workshop, Tabubil Golf Club, PNG, 28 October 2005.
- Freeport-McMoRan (Freeport-McMoRan Copper & Gold Inc). 2006. Letter from Richard C Adkerson, CEO, to editors of New York Times, dated 11 Jan 2006.
- Freeport-McMoRan (Freeport-McMoRan Copper & Gold Inc). 2005. Working Towards Sustainable Development: 2004 Economic, Social and Environmental Report.
- Brunskill, Gregg J. Australian Institute of Marine Science. 2004b. New Guinea and its coastal seas, a testable model of wet tropical coastal processes: an introduction to Project TROPICS. *Continental Shelf Research* 24 (2004).

- Brunskill, Gregg J. Irena Zagorskis, John Pfitzner, Joanna Ellison. 2004; Sediment and trace element depositional history from the Ajkwa River estuarine mangroves of Irian Jaya (West Papua), Indonesia. *Continental Shelf Research* 24 (2004). The first three authors are from the Australian Institute of Marine Science, and the fourth is from the University of Tasmania.
- Hardinsyah et al, IPB Bogor, Cenderawasih University Manokwari, YALI Irian Jaya and LBH Timika. 1999. Studi Konsumsi Molluska Di Kawasan Muara dan Pantai Mimika [A Study of Mollusc Consumption in Mimika's Estuaries And Coastal Areas]
- Hilman, Masnellyarti, Ministry of Environment. 2000 (est.) Dangerous and Poisonous Waste As a Result of Mining Activities.
- Ilahude et al (Abdul Gani Ilahude, Kent Hortle, Edi Kusmanto, Amiruddin). 2004. Oceanography of coastal and riverine waters around Timika, West Central Irian Jaya, Arafura Sea. *Continental Shelf Research* 24 (2004) 2511–2520.
- Hendargo, Imam: AsDep Sarpedal [Assistant Deputy, Ministry of Environment Laboratory]. 2005. Hasil Pemantauan PT Freeport Indonesia [Monitoring results of PT Freeport Indonesia] Memorandum No. M-84/Dep.VII/I/LH/04/2005.
- Perlez, Jane. and Bonner, Raymond. 2005. Below a Mountain of Wealth, a River of Waste. *The New York Times*, December 27, 2005
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup [Ministry of Environment]. 2004b. (unpublished) Laporan Kunjungan Lapangan PTFI. [Report on field visit to PTFI (PT Freeport Indonesia)].
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup [Ministry of Environment]. 2004a. Revisi RKL RPL PTFI [revision to PTFI environmental license]. Unpublished discussion paper.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup [Ministry of Environment]. 2006. Laporan Penilaian Kinerja Pengelolaan Lingkungan, PROPER Team. [Evaluation Report on Effectiveness of the Environmental Management of PT. Freeport Indonesia, by PROPER Team].
- Kempton, H. 2003. Addressing the Dilemmas of Long-Term Mining Impacts Using a Framework of Sustainability and Adaptive Management. *Proceedings Sixth International Conference on Acid Rock Drainage*, The Australasian Institute of Mining and Metallurgy.
- Leith, Denise. 2003. *The Politics of Power – Freeport in Suharto's Indonesia*. University of Hawai'i Press.
- Lindvall, M. and Eriksson, N. 2003. Investigation of Weathering Properties of Tailings Sand From Boliden's Aitik Copper Mine, Sweden — A Summary of Twelve Years of

Investigations. Proceedings Sixth International Conference on Acid Rock Drainage, The Australasian Institute of Mining and Metallurgy.

Lottermoser, B.G. Costelloe, M.T. and Ashley, P.M. 2003. Tailings Dam Seepage at the Rehabilitated Mary Kathleen Uranium Mine, Northwest Queensland, Australia. Proceedings Sixth International Conference on Acid Rock Drainage, The Australasian Institute of Mining and Metallurgy.

Magombedze, C., and Brattli, B. 2003. The Role of Acid Mine Drainage in Heavy Metal Dispersion. Proceedings Sixth International Conference on Acid Rock Drainage, The Australasian Institute of Mining and Metallurgy.

McBeth, John. 2006. Freeport in Indonesia: Filling in the holes. Asia Times, Feb 22, 2006. http://www.atimes.com/atimes/Southeast_Asia/HB22Ae01.html

Menteri Negara Lingkungan Hidup [Minister of Environment]. 2004. (Unpublished draft) Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup 2004 Tentang Perbaikan RKL dan RPL kegiatan penambangan tembaga dan emas serta kegiatan pendukungnya hingga kapasitas maksimum 300.000 ton per hari (300K) oleh PT Freeport Indonesia di kabupaten Mimika, propinsi Papua. [Ministerial decision to correct the Environmental Management and Monitoring Plans for Copper and Gold Mining and Supporting Activities to a Maximum of 300,000 Tons of Ore per Day (300K) by PT Freeport Indonesia in the Mimika Regency, Irian Jaya Province].

Metal Bulletin. 2006. Rio Tinto 2005 Profits. Metal Bulletin: 2 February 2006.

Miller, S., Smart, R., Andrina, J., Neale, A., and Richards, D. 2003. Evaluation of Limestone Covers and Blends for Long-Term Acid Rock Drainage Control at the Grasberg Mine, Papua Province, Indonesia. Proceedings Sixth International Conference on Acid Rock Drainage, The Australasian Institute of Mining and Metallurgy.

Miller, S., Andrina, J., and Richards, D. 2003b. Overburden Geochemistry and Acid Rock Drainage Scale-Up Investigations at the Grasberg Mine, Papua Province, Indonesia. Proceedings Sixth International Conference on Acid Rock Drainage, The Australasian Institute of Mining and Metallurgy.

Neale, A., Miller, S., and Michaelsen, D. 2003. Overview of the Acid Rock Drainage and Overburden Management Program at PT Freeport Indonesia Operations in Papua Province, Indonesia. Proceedings Sixth International Conference on Acid Rock Drainage, The Australasian Institute of Mining and Metallurgy..

Minewatch UK. 1996. Mine expert attacks environmental audit. Release dated 18 September 1996.

Montgomery Watson Indonesia. 1999. External Environmental Audit 1999 (excluding social, cultural and economic impacts) of PT Freeport Indonesia Operations, Irian Jaya, Indonesia. Prepared for PT Freeport Indonesia.

- Parametrix 2002a. Vol.1, Aquatic Ecological Risk Assessment. Prepared for PT Freeport Indonesia.
- Parametrix 2002b. Vol. 2, Human Health Risk Assessment. Prepared for PT Freeport Indonesia.
- Parametrix 2002c. Vol. 3, Plant and Wildlife Risk Assessment. Prepared for PT Freeport Indonesia.
- Parametrix and URS (URS Greiner Woodward Clyde). 1999. Assessment Of Human Health And Ecological Risks For Proposed Mine Waste Mitigation Options At The Ok Tedi Mine, Papua New Guinea - Detailed Level Risk Assessment. Prepared for Ok Tedi Mining Ltd.
- Paull, D., Banks, G., Ballard, C. and Gillieson, D. 2006 (in press). Monitoring the environmental impact of mining in remote locations through remotely sensed data. Submitted to Geocarto International.
- Pile, J.L., Bolton, B.R., Kundapen H., and Davies H. 2003. Geochemical Characteristics of River Deposited Mine Wastes and Associated Contact Waters Downstream of the Ok Tedi Mine, Papua New Guinea — Implications for ARD Management. Proceedings Sixth International Conference on Acid Rock Drainage, The Australasian Institute of Mining and Metallurgy.
- PTFI (PT Freeport Indonesia). 1997. “ANDAL 300K”: Studi Analisis Dampak Lingkungan: Rencana Perluasan Kegiatan Penambangan Tembaga dan Emas serta Kegiatan Pendukungnya Hingga Kapasitas Maksimum 300,000 Ton Biji Per Hari di Kabupaten Administratif Mimika, Propinsi Irian Jaya. Laporan Utama. [“ANDAL 300K”: Environmental Impact Analysis: Plan to Expand Copper and Gold Mining and Supporting Activities to a Maximum of 300,000 Tons of Ore per Day in the Mimika Regency, Irian Jaya Province.]
- PTFI (PT Freeport Indonesia). 1999 (est.) Reklamasi Lahan Tailing di PTFI – Irian Jaya: Suatu Pendekatan Program Reklamasi Ramah Lingkungan. [Tailings Reclamation at PT Freeport Indonesia-Irian Jaya: Eco-Friendly Approach to Reclamation Program]
- PTFI (PT Freeport Indonesia). 1999b. Sejarah dan Rencana Kerja Program Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan PT Freeport Indonesia. [History and Work Plan, Environmental Management and Monitoring Program, PT Freeport Indonesia].
- PTFI (PT Freeport Indonesia). 2003. Laporan Pelaksanaan Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan Triwulan Kedua Tahun 2003. [Environmental Management and Monitoring Report, Second Quarter of 2003]. PTFI Environment Department.
- PTFI (PT Freeport Indonesia). 2004. Rencana Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan Tahun 2005. [Environmental Management and Monitoring Plan 2005]. PTFI Environment Department.

- PTFI (PT Freeport Indonesia). 2005a. Freeport's responses to questions during Public Hearing Of Commission VII, Indonesian House Of Representatives with PT. Freeport Indonesia, 15 February 2005.
- PTFI (PT Freeport Indonesia). 2005b. Laporan Pelaksanaan Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan Triwulan Kedua Tahun 2005. [Environmental Management and Monitoring Report, Second Quarter of 2005]. PTFI Environment Department.
- PTFI (PT Freeport Indonesia). 2005c. Laporan Pelaksanaan Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan Triwulan Keempat Tahun 2004. [Environmental Management and Monitoring Report, Fourth Quarter of 2004]. PTFI Environment Department.
- PTFI (PT Freeport Indonesia). 2006. Letter to the editor of the Jakarta Post. The Jakarta Post, 4 March 2006.
- Ritter, Michael E. 2006. The Physical Environment: an Introduction to Physical Geography.
- Rukmantara, Arie. 2006. Govt orders Freeport to clean up its act on environment. The Jakarta Post, March 24, 2006.
- Suara Pembaruan. 2006. KLH Minta Freeport Menormalisasi Sungai Ajkwa. [Ministry for Environment Asks Freeport to Normalise the Ajkwa River]. Newspaper report, 18 Feb 2006.
- Stewart, W., Miller, S., Smart, R., Gerson, A., Thomas, J., Skinner, W., Levay, G., and Schumann, R. 2003. Evaluation of the Net Acid Generation (NAG) Test for Assessing the Acid Generating Capacity of Sulfide Minerals. Proceedings Sixth International Conference on Acid Rock Drainage, The Australasian Institute of Mining and Metallurgy.
- Twining, J. 2003. Cost-Benefit Comparisons of Ecological Risk Against Water Management Options in the Finnis River System, Australia. Proceedings Sixth International Conference on Acid Rock Drainage, The Australasian Institute of Mining and Metallurgy.
- UABS (Universitas Cenderawasih and the Australian National University). 1998a. Amungme Baseline Study. UNCEN-ANU Baseline Studies (UABS) Project. Prepared for PT Freeport Indonesia.
- UABS (Universitas Cenderawasih and the Australian National University). 1998b. Kamoro Baseline Study. UNCEN-ANU Baseline Studies (UABS) Project. Prepared for PT Freeport Indonesia.
- US EPA (U.S. Environmental Protection Agency). 2000. Prediction of sediment toxicity using consensus-based fresh water sediment quality guidelines: United States Geological Survey (USGS) final report for the U.S. Environmental Protection Agency (USEPA), Great Lakes National Program Office (GLNPO).

- WALHI and LAPAN (National Space and Aeronautic Institute). 2000. Analysis Landsat: Kerusukan Lingkungan akibat 'Deposit Tailing' penambangan tembaga, emas, dan perak di Grasberg Irian Jaya. [Landsat analysis: environmental destruction due to tailings deposition from copper, gold copper and silver mining at Grasberg, Irian Jaya.]
- WALHI Interviews. 2005, 2006. Interviews with several Kamoro and Amungme people from Kali Kopi village, Banti village, and Timika, November 2005, February 2006. Interviewees requested anonymity.
- Water Environment Research Foundation. 1996. Aquatic Ecological Risk Assessment.
- Wiguna, Oktamandjaya. 2006. Freeport Not Licensed to Dispose of Tailing Waste. TEMPO Interactive, Friday, 06 January, 2006.
- World Bank. 2000a. Ok Tedi: Risk Assessment of Mine Waste Management.
- World Bank. 2000b. Letter to the Hon. Sir Mekere Morauta, Prime Minister, Government of Papua New Guinea; by Klaus Rohland, Country Director, Papua New Guinea East Asia and Pacific Region, World Bank, January 20, 2000.