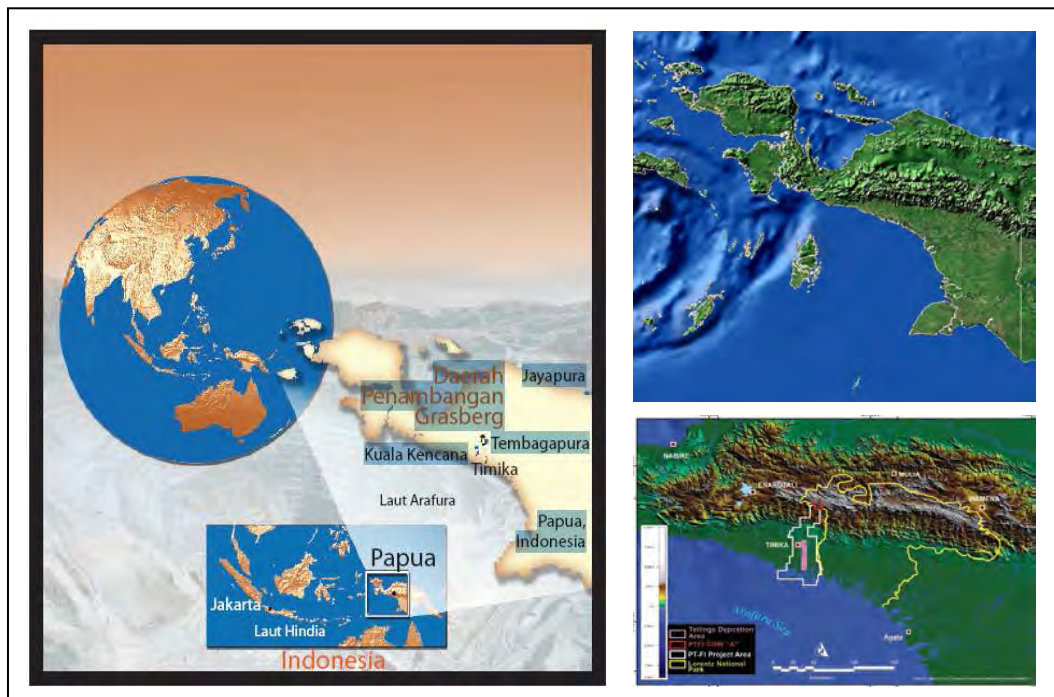


## Bab III Tinjauan Umum PT. Freeport Indonesia

### III.1 Letak dan Wilayah Proyek PT. Freeport Indonesia

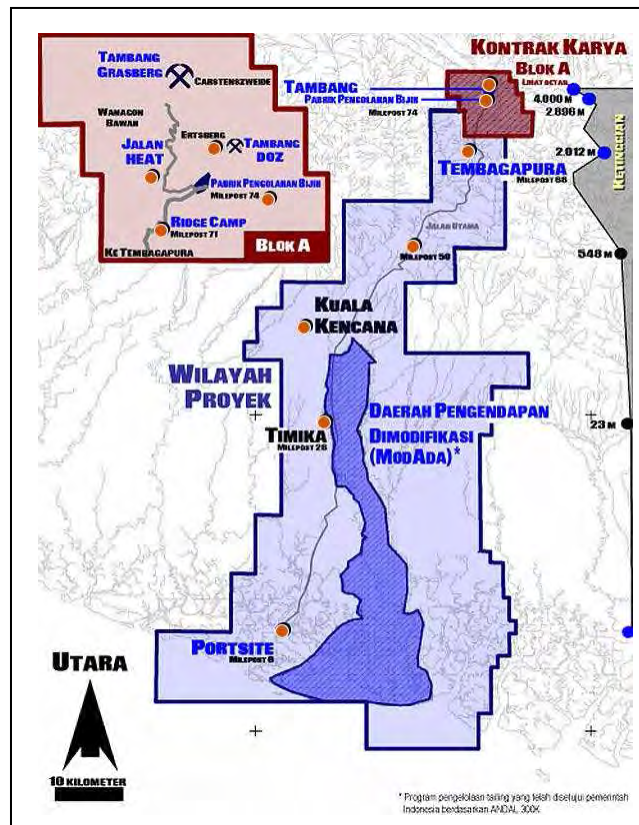
PT. Freeport Indonesia (PT.FI) - afiliasi dari Freeport-McMoran Copper & Gold Company (FCX) adalah perusahaan pertambangan dan eksplorasi tembaga dan emas. Lokasi kegiatan PT.FI berada di daerah dataran tinggi yang terpencil di Pegunungan Sudirman, Propinsi Papua, kawasan timur Indonesia.



Gambar III.1 Lokasi kegiatan PT. Freeport Indonesia.  
(Sumber: PT. Freeport Indonesia, 2006 dan 2009)

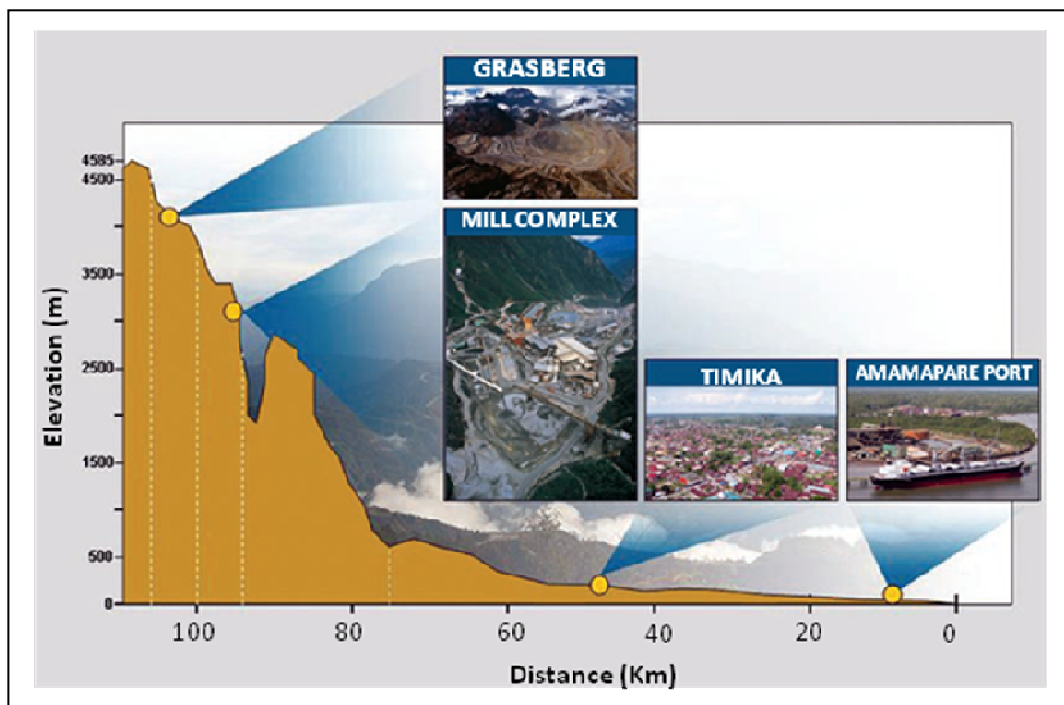
PT. Freeport Indonesia memulai kegiatan eksplorasi di Ertsberg pada Desember 1967 setelah ditandatanganinya kontrak karya pertama dengan Pemerintah Indonesia pada April 1967. Kemudian pada tahun 1988, para geolog menemukan cadangan kelas dunia Grasberg dan operasi PT.FI menjadi salah satu proyek tambang tembaga dan emas terbesar di dunia. Diakhir tahun 1991, kontrak karya kedua ditandatangani dan PT.FI diberikan hak oleh Pemerintah Indonesia untuk meneruskan operasinya selama 30 tahun. Dalam tahun 2005, PT.FI telah

menghasilkan dan menjual konsentrat yang mengandung 1,7 miliar pon tembaga dan 3,4 juta ons emas. Cadangan yang ada saat ini cukup untuk mendukung kegiatan tambang hingga akhir kontrak karya pada tahun 2041 (PT. Freeport Indonesia [d]).



Gambar III.2 Wilayah proyek PT. Freeport Indonesia.  
(Sumber: PT. Freeport Indonesia, 2007)

Wilayah area PT.FI terbentang dari kompleks pertambangan Grasberg pada elevasi lebih dari 4.000 m di pusat dataran tinggi sampai fasilitas pelabuhan di pantai Laut Arafura. Asal tailing dari pabrik pengolahan berlokasi di lembah sempit pada elevasi sekitar 2.700 m. Studi menunjukkan tidak ada tempat yang cukup untuk menampung tailing di daerah dataran tinggi, oleh karena itu tailing dialirkan ke Area Pengendapan Ajkwa yang dimodifikasi (ModADA/Modified Ajkwa Deposition Area) yang terdapat di dataran rendah (PT. Freeport Indonesia, 2009).



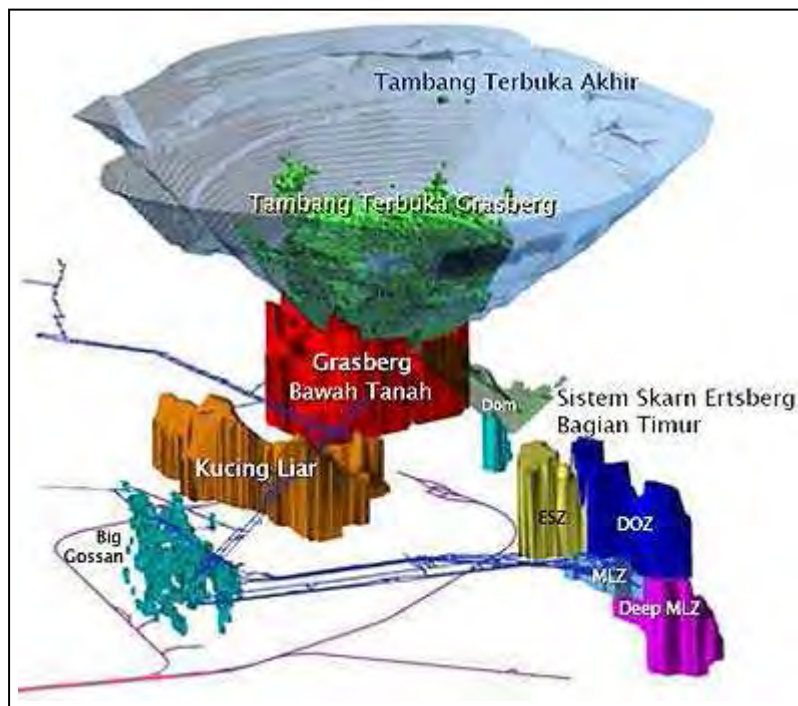
Gambar III.3 Wilayah proyek PT. Freeport Indonesia berdasarkan elevasi (m).  
(Sumber: PT. Freeport Indonesia, 2009)

### III. 2 Tubuh Bijih

Tubuh-tubuh bijih di tambang PT.FI terdapat pada dan di sekitar dua tubuh-tubuh instruksi utama batuan beku (*igneous*), yaitu *monzodiorit* Grasberg dan *diorit* Ertsberg. Batuan-batuan induk untuk tubuh-tubuh bijih tersebut terdiri dari batuan-batuan karbonatan maupun klastik yang diterobos oleh batuan beku berkomposisi monzonitik dan dioritik yang membentuk punggung bukit dan sisi atas rangkaian Pegunungan Sudirman. Tubuh-tubuh bijih Grasberg dan Ertsberg terdapat pada batuan beku sebagai batuan induk, hadir dalam bentuk urat-urat (*vein stockworks*) dan diseminasi sulfida tembaga yang didominasi oleh mineral kalkopirit dan sejumlah kecil berupa bornit. Tubuh-tubuh bijih yang berinduk pada batuan sedimen terjadi pada batuan ubahan *skarn* yang kaya akan unsur magnetit, magnesium serta kalsium, dimana lokasi keterdapatan dan orientasinya sangat dikontrol oleh patahan-patahan besar (*major faults*) dan oleh komposisi kimia batuan-batuan karbonat di sekitar tubuh-tubuh instruksi tersebut. Mineralisasi tembaga pada batuan ubahan *skarn* tersebut didominasi oleh mineral

kalkopirit, akan tetapi konsentrasi setempat dari mineral sulfida bornit yang cukup banyak juga kadang terjadi (PT. Freeport Indonesia, 2007).

Mineral emas terdapat secara merata di semua tubuh bijih dalam jumlah yang beragam. Di beberapa tempat konsentrasinya cukup banyak, kehadirannya jarang bisa dilihat dengan mata telanjang. Konsentrasi emas tersebut lazim terjadi sebagai inklusi di dalam mineral sulfida tembaga, sedangkan pada beberapa tubuh bijih konsentrasi emas berkaitan erat dengan keterdapatan mineral pirit (PT. Freeport Indonesia, 2007).



Gambar III.4 Tubuh bijih di tambang PT. Freeport Indonesia.  
(Sumber: PT. Freeport Indonesia, 2007)

### III.3 Perencanaan Tambang

Pengaturan waktu produksi untuk tambang-tambang yang belum beroperasi tergantung dari sejumlah faktor, salah satunya adalah hasil dari kegiatan eksplorasi. PT. Freeport Indonesia membuat rencana tambang dengan

memaksimalkan nilai bersih sekarang (*net present value*) dari tubuh-tubuh bijih yang telah ada, termasuk juga hasil dari penemuan-penemuan baru.

PT. Freeport Indonesia terus melakukan pengkajian terhadap berbagai rencana tambang jangka panjang untuk mengevaluasi rancangan optimal dari Tambang Grasberg, hal ini mungkin dapat berdampak pada penentuan waktu awal proses produksi tambang *block caving* Grasberg. Rencana PT.FI terdahulu bahwa peralihan aktivitas penambangan dari tambang terbuka Grasberg ke tambang *block caving* Grasberg akan dilakukan pada tahun 2015.

**Tambang yang Telah Dikembangkan dan Sedang Berproduksi** (PT. Freeport Indonesia, 2007).

- **Tambang Terbuka Grasberg.** PT. Freeport Indonesia mulai melakukan penambangan dengan sistem tambang terbuka terhadap tubuh bijih Grasberg pada tahun 1990. Kegiatan produksi tersebut berada pada level ketinggian 3.385-4.060 m. Bagian cadangan tubuh bijih Grasberg yang terletak di bawah tanah akan ditambang dengan menggunakan metoda *block caving* menjelang berakhirnya penambangan terbuka.
- **Deep Ore Zone (DOZ)**, secara vertikal terletak di bawah *Intermediate Ore Zone* (IOZ telah habis ditambang). Proses penambangan tubuh bijih DOZ dimulai pada tahun 1989.

**Tambang yang Belum Dikembangkan** (PT. Freeport Indonesia, 2007).

- **Kucing Liar**, tubuh bijih ini terletak pada sisi selatan atau di bawah bagian sisi selatan tambang terbuka Grasberg, pada level ketinggian 2.605-3.115 m. PT. Freeport Indonesia akan menambang Kucing Liar dengan menggunakan cara *block caving*.
- **Mill Level Zone (MLZ)**, tubuh bijih ini terletak langsung di bawah tambang DOZ pada level ketinggian 2.890-3220 m. Bijih tersebut merupakan kelanjutan ke arah bawah dari mineralisasi pada sistem *skarn* timur Ertsberg dan porfiri Ertsberg yang bersebelahan. PT. Freeport

Indonesia akan melakukan penambangan dengan cara *block caving* setelah menyelesaikan penambangan pada tubuh bijih DOZ.

- **Ertsberg Stockwork Zone (ESZ)**, tubuh bijih ini merupakan kemenerusan dari sisi barat daya tubuh bijih DOZ yang terletak pada level ketinggian 3.126-3.626 meter. PT. Freeport Indonesia akan menambang dengan cara *block caving*.
- **Big Gossan**, tubuh bijih ini terletak kurang lebih 1.000 m sebelah barat daya cadangan tambang terbuka Ertsberg yang sudah habis ditambang. PT. Freeport Indonesia mengawali pengembangan infrastruktur bawah tanah untuk tubuh bijih ini pada tahun 1993 ketika membangun terowongan dari daerah pabrik pengolahan menuju kawasan tubuh bijih Big Gossan pada ketinggian 3.000 m. Cara penambangan *open stope* dan *back-fill* akan diaplikasikan terhadap cadangan Big Gossan. Pengembangan telah dimulai dan diharapkan dapat mencapai produksi tertinggi 7.000 t/h pada akhir tahun 2010.
- **Dom**, tubuh bijih ini terletak pada jarak 1.500 m di sebelah tenggara cadangan tambang terbuka Ertsberg yang telah habis. PT. Freeport Indonesia telah menyelesaikan pengembangan pra-produksi ketika tambang Grasberg baru mulai berproduksi pada tahun 1990. PT. Freeport Indonesia menangguk produksi Dom *block caving* pada tahun 1989 untuk menambang tubuh bijih Grasberg. Produksi pada bagian tambang terbuka dari tubuh bijih tersebut akan dimulai setelah menyelesaikan tambang terbuka Grasberg, diikuti dengan cara *block caving* terhadap bagian tubuh bijih bawah tanah.

#### III.4 Teknik Penambangan di PT.Freeport Indonesia

Saat ini PT.FI menerapkan dua teknik penambangan, yakni *open-pit* atau tambang terbuka yang menggunakan truk pengangkut dan sekop listrik besar di tambang Grasberg, serta teknik ambrukan atau *block caving* pada tambang bawah tanah *Deep Ore Zone*.

### III.4.1 Tambang Terbuka Grasberg

Tubuh bijih Grasberg ditambang dengan menggunakan cara penambangan terbuka yang cocok untuk Grasberg karena keberadaannya yang dekat dengan permukaan. Dengan cara penambangan terbuka, maka memungkinkan penggunaan alat berat penambangan berukuran besar, yang mampu mencapai tingkat penambangan tertinggi dengan biaya satuan rendah. Pada tambang terbuka Grasberg digunakan peralatan *shovel* dan truk besar untuk menambang bahan. Bahan tersebut termasuk klasifikasi bijih atau pasir sisa, bergantung pada nilai ekonomisnya. Alat *shovel* menggali bahan pada daerah-daerah berbeda di dalam tambang terbuka dan memuat bahan ke atas truk angkut untuk dibawa keluar tambang terbuka (PT. Freeport Indonesia, 2007).



Gambar III.5 Tambang Terbuka Grasberg  
(Sumber: PT. Freeport Indonesia [f])

Bijih ditempatkan ke dalam alat penghancur bijih dan diangkut ke pabrik pengolahan untuk diproses. Batuan limbah (*overburden*) dibuang dengan truk ke daerah-daerah penempatan yang telah ditentukan atau ke dalam alat penghancur OHS (*Overburden Handling System*) pada jalan HEAT (*Heavy Equipment Access Trail*) untuk ditempatkan di Wanagon Bawah di samping alat penimbun (*stacker*). Sarana-sarana utama yang ada pada lokasi tambang terbuka adalah termasuk

bengkel-bengkel perawatan, tambang batu gamping dan pabrik pemrosesan, serta fungsi pendukung lainnya dan perkantoran (PT. Freeport Indonesia, 2007).

Lazimnya, bahan-bahan dan perlengkapan dibawa ke lokasi tambang terbuka dengan menggunakan *tram*. Alat berat diangkut dengan menggunakan *wheeled lowboy* melalui jalan HEAT, yang merupakan infrastruktur yang terbukti sangat vital untuk pengangkutan jenis peralatan yang diperlukan di tambang terbuka Grasberg yang sangat besar (PT. Freeport Indonesia, 2007).

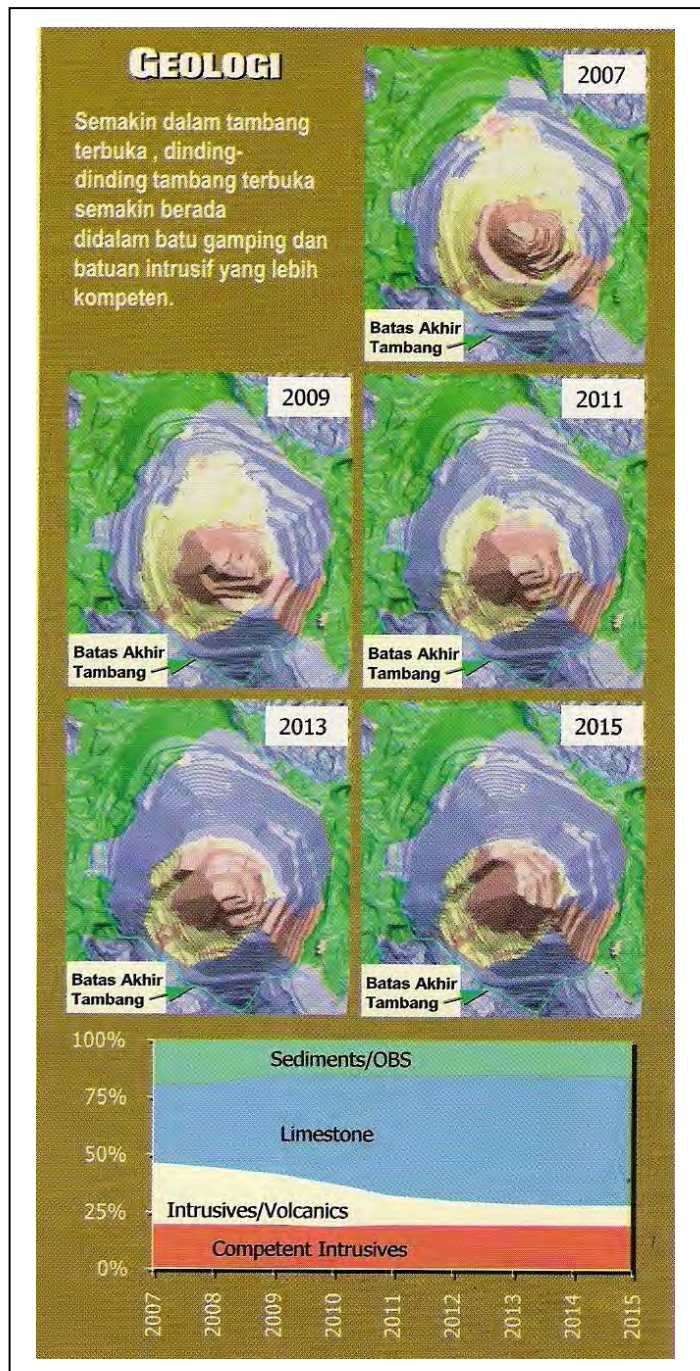
Pengembangan tambang terbuka Grasberg dilakukan dengan menambang sejumlah daerah (*pushback*) secara bersamaan. Setiap *pushback* merupakan bagian dari sebuah rencana pengembangan berjangka lebih panjang untuk menambang cadangan. Beberapa *pushback* perlu waktu bertahun-tahun untuk memindahkan *overburden* sebelum bijih terpapar (PT. Freeport Indonesia, 2007).

Suatu pengaturan urutan dalam penambangan di dalam tambang terbuka Grasberg dinamakan “*Golden Horsehoe*” (tapal kuda emas), yang dapat menghasilkan beberapa variasi produksi logam dari waktu ke waktu terutama untuk emas (PT. Freeport Indonesia, 2007).



Gambar III.6 “*Golden Horsehoe*”  
(Sumber: PT. Freeport Indonesia, 2007)

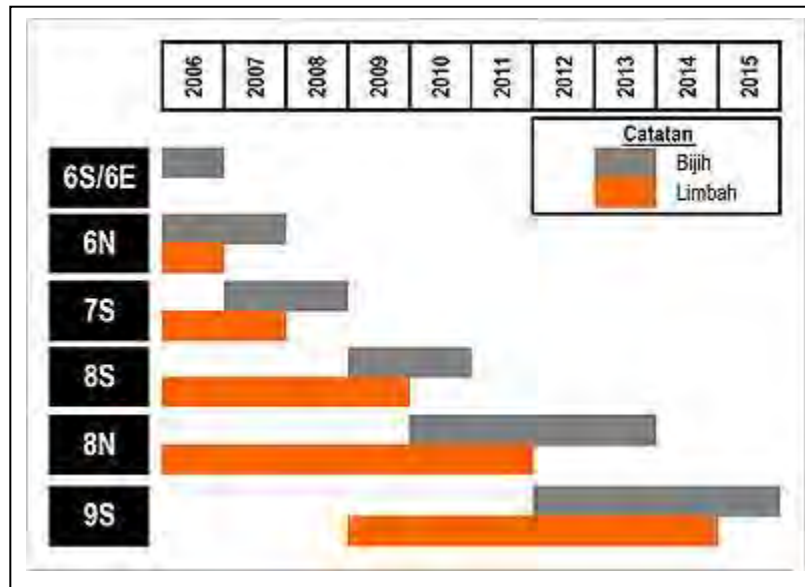




Gambar III.7 Penampang tambang terbuka Grasberg sampai batas akhir tambang. (Sumber: PT. Freeport Indonesia, 2007)

Di Grasberg, *pushback* yang utama yang menghasilkan bijih adalah 6N. Jadwal pelepasan bijih berkadar tinggi didasarkan atas pemindahan *overburden* tepat sebelum bijih ditambang. Ketika satu *pushback* selesai dikerjakan, maka *pushback*

berikutnya, *overburdennya* telah dikupas sehingga bisa mulai menghasilkan bijih. Jadwal keseluruhan tambang terbuka dirancang guna memaksimalkan nilai bersih sekarang dari sumberdaya tersebut (PT. Freeport Indonesia [f]).



Gambar III.8 Jadwal pengembangan *pushback* tambang terbuka Grasberg. (Sumber: PT. Freeport Indonesia [f])

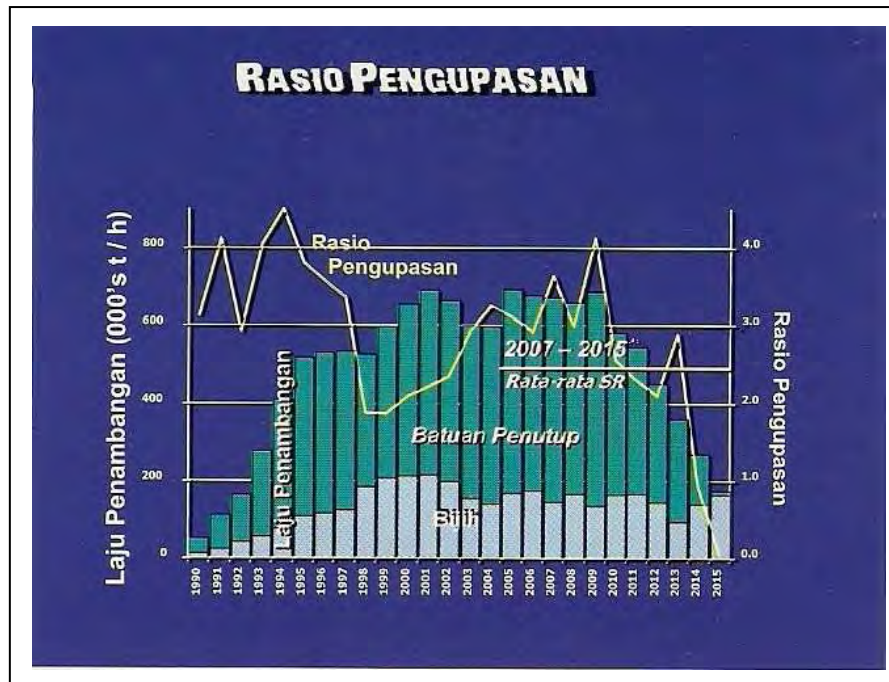
### Penempatan *Overburden*

*Overburden* adalah batuan tanpa nilai ekonomis atau yang nilai ekonomisnya kecil, yang membungkus atau mengelilingi sebuah cadangan. Sepanjang masa Grasberg, sekitar 3,3 miliar ton metrik *overburden* akan ditambang guna menyingkap 1,3 miliar ton metrik bijih yang bernilai ekonomis. *Overburden* terdiri dari sejumlah jenis batu alam yang berbeda, termasuk batu gamping. *Overburden* ditempatkan di daerah-daerah yang memungkinkan tambang terbuka dikembangkan sedekat mungkin untuk mengurangi biaya (PT. Freeport Indonesia, 2007).



Gambar III.9 Daerah penempatan *overburden*  
(Sumber: PT. Freeport Indonesia [f])

Daerah-daerah utama penempatan *overburden* berada di padang rumput Carstensz dan daerah Wanagon di sebelah barat dan utara. *Overburden* tersebut diangkut dengan menggunakan truk. Truk kemudian menuang batuan ke dalam alat penghancur yang ada pada jalan HEAT, dan bahan tersebut dikirim ke alat penimbun yang akan menempatkan bahan di Wanagon Bawah. Sepanjang masa tambang terbuka, rasio pengupasan (perbandingan *overburden* yang dipindahkan terhadap bijih) adalah 2,6 di mana dari tahun 1990-2006 rasionya adalah 2,8 dan diperkirakan dari saat ini hingga akhir masa tambang terbuka, rasionya 2,4. Saat tambang terbuka selesai dikerjakan, daerah-daerah *overburden* diharapkan sudah dihijaukan kembali (PT. Freeport Indonesia, 2007).



Gambar III.10 Rasio pengupasan tambang terbuka Grasberg. (Sumber: PT. Freeport Indonesia, 2007)

### III.4.2 Tambang Bawah Tanah

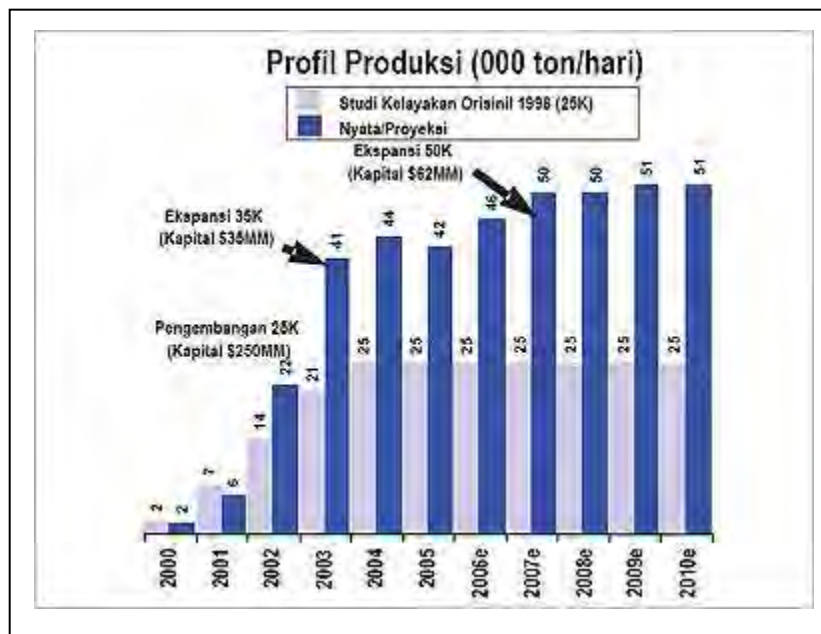
Tambang bawah tanah DOZ ditambang dengan menggunakan cara *block caving*. *Block caving* merupakan cara dengan biaya rendah untuk melakukan penambangan bawah tanah, dimana blok-blok besar bijih bawah tanah dipotong dari bawah sehingga bijih runtuh akibat gaya beratnya sendiri. Setelah runtuh, bijih yang dihasilkan "ditarik" dari *drawpoint* (titik tarik) dan diangkut menuju alat penghancur (PT. Freeport Indonesia, 2007).

Pada *block caving* DOZ, alat LHD (*Load Haul Dump*) meletakkan lumpur ke dalam *ore pass* yang menuju saluran pelongsor. Selanjutnya saluran tersebut memuat truk-truk angkut untuk mengangkut bijih ke alat penghancur. Dari sana, bijih yang telah dihancurkan dikirim ke pabrik pengolahan melalui ban berjalan (*conveyor*) (PT. Freeport Indonesia [e]).



Gambar III.11 Metode *block caving* pada penambangan bawah tanah.  
(Sumber: PT. Freeport Indonesia [e])

Pengembangan tambang bawah tanah DOZ terus dilakukan untuk mempercepat perolehan kandungan logam dari tambang bawah tanah.



Gambar III.12 Profil produksi tambang bawah tanah  
(Sumber: PT. Freeport Indonesia [e])

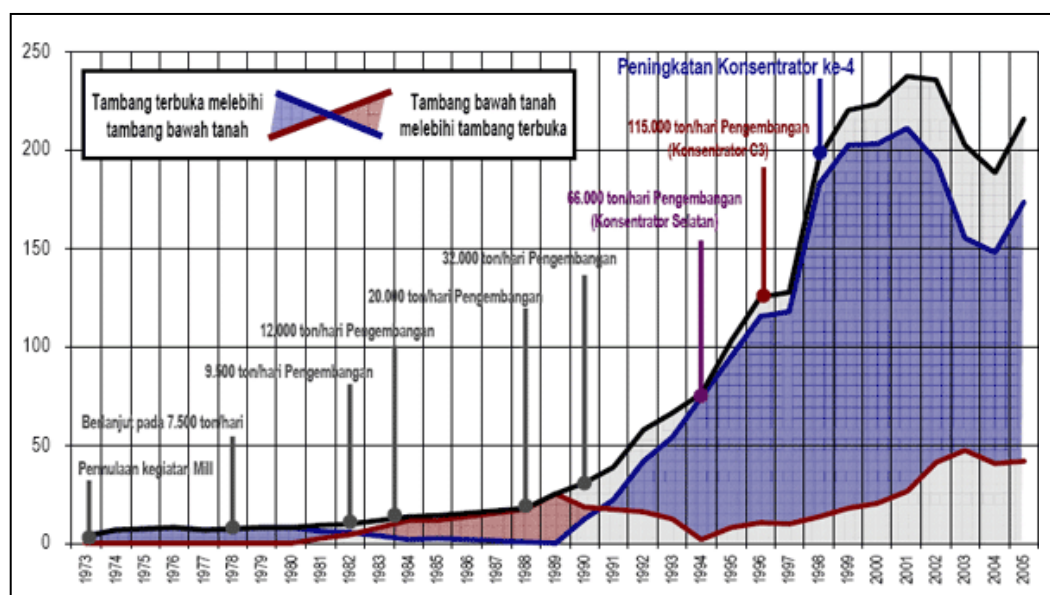
### III.5 Arus Bijih

Sistem arus bijih terdiri dari alat penghancur, ban berjalan, dan *ore pass* untuk mengirim bijih dari tambang ke pabrik pengolahan.

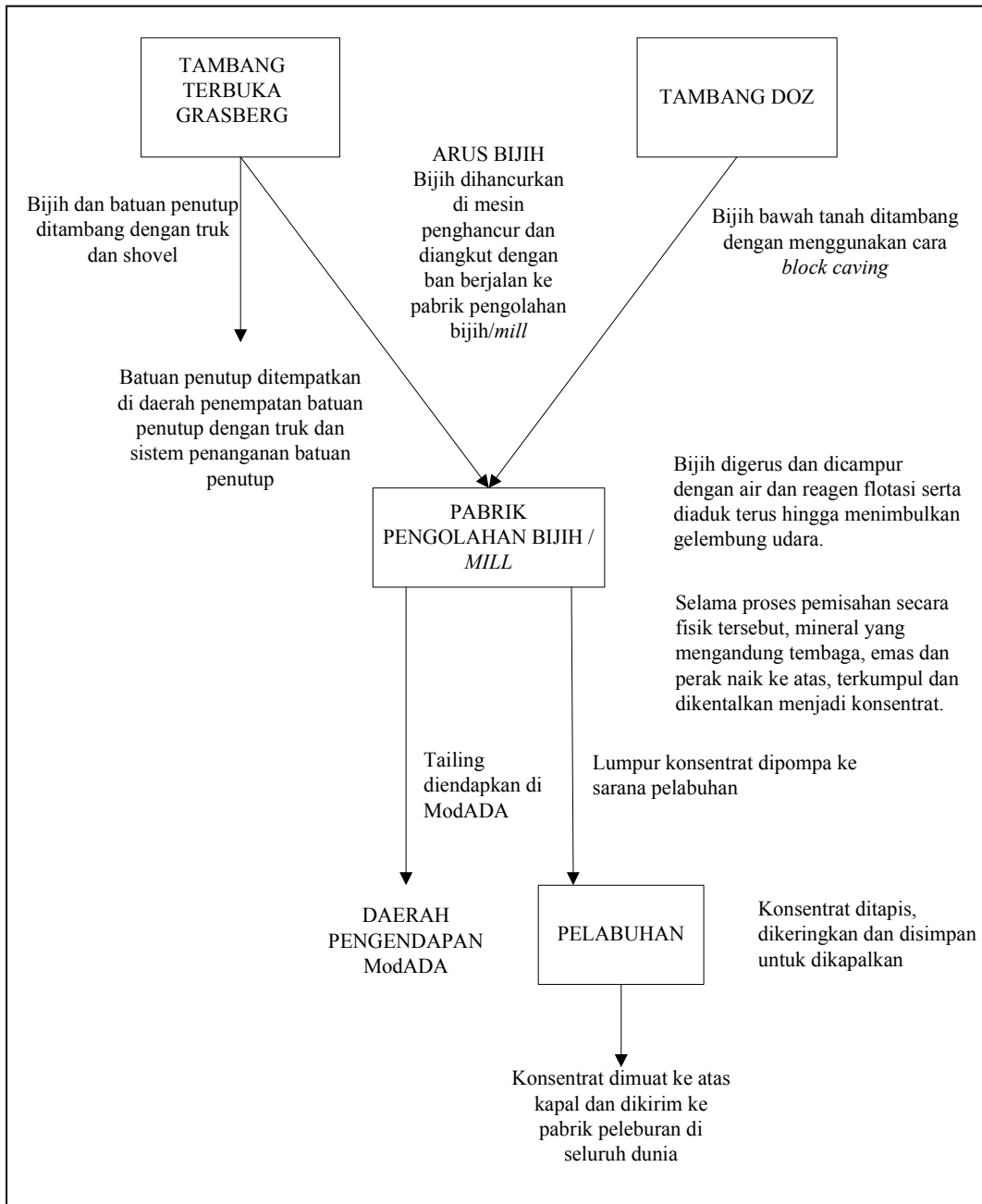
Bijih yang telah dihancurkan diangkut ke pabrik pengolahan melalui rangkaian ban berjalan dan *ore pass*. Gabungan teknik penghancuran digunakan, termasuk penggunaan mesin *Semi Autogenous Grinding (SAG)* dan *Ball Mill* untuk menghancurkan bijih tambang menjadi pasir yang sangat halus (PT. Freeport Indonesia [a]).

Selanjutnya diikuti dengan proses pengapungan menggunakan reagen, bahan yang berbasis alkohol dan kapur untuk memisahkan konsentrat yang mengandung mineral tembaga, emas dan perak, di mana mineral-mineral tersebut mengapung ke permukaan dan dicituk permukaannya (*skimmed-off*) sebagai produk akhir. Sisa dari batuan yang tidak memiliki nilai ekonomi mengendap di bagian dasar sebagai tailing, dan dilepaskan melalui arus sungai menuju daerah pengendapan di dataran rendah (PT. Freeport Indonesia [a]).

Konsentrat dalam bentuk bubur disalurkan dari pabrik pengolahan menuju pabrik pengeringan di pelabuhan Amamapare melalui pipa sepanjang 115 Km. Konsentrat yang telah dikeringkan disimpan di pelabuhan Amamapare sebelum dijual dan dikapalkan ke pabrik-pabrik peleburan di seluruh dunia (PT. Freeport Indonesia [a]).



Gambar III.13 Tingkat produksi pabrik pengolahan bijih (000 ton/hari).  
(Sumber: PT. Freeport Indonesia [c])



Gambar III.14 Diagram alir arus bijih PT. Freeport Indonesia.  
(Sumber: PT. Freeport Indonesia, 2007)

### III.6 Proses Pengolahan Bijih

Pabrik pengolahan menghasilkan konsentrat tembaga dari bijih yang ditambang dengan memisahkan mineral berharga dari pengotor yang menutupinya. Langkah-langkah utamanya adalah penghancuran, penggilingan, pengapungan

dan pengeringan. Penghancuran dan penggilingan mengubah besaran bijih menjadi ukuran pasir halus guna membebaskan butiran yang mengandung tembaga dan emas untuk proses pemisahan dan untuk menyiapkan ukuran yang sesuai untuk proses selanjutnya. Pengapungan (*flotation*) adalah proses pemisahan yang digunakan untuk menghasilkan konsentrat tembaga. Reagen flotasi yang digunakan dalam proses flotasi untuk memisahkan konsentrat dari bijih mengalami penguapan dengan cepat dan tidak dapat dideteksi, bahkan pada jarak dekat dari pabrik pengolahan. Bubur konsentrat (*slurry*) yang terdiri dari bijih yang sudah halus (hasil gilingan) dan air dicampur dengan reagen, dimasukkan ke dalam serangkaian tangki pengaduk yang disebut dengan sel flotasi, kemudian udara dipompa ke dalam *slurry* tersebut (PT. Freeport Indonesia, 2007).

Reagen yang digunakan adalah kapur/*lime* (CaO), pembuih (*frother*) dan kolektor. Pembuih membentuk gelembung yang stabil, yang mengangkat ke permukaan sel flotasi sebagai buih. Reagen kolektor bereaksi dengan permukaan partikel mineral sulfida logam berharga sehingga menjadikan permukaan tersebut bersifat menolak air (hidrofobik). Butir mineral sulfida yang hidrofobik tersebut menempel pada gelembung udara yang terangkat dari zona *slurry* ke dalam buih yang mengapung di permukaan sel. Buih yang bermuatan mineral tersebut, yang menyerupai buih deterjen metalik, meluap dari bibir atas mesin flotasi ke dalam palung (*launders*) sebagai tempat pengumpulan mineral berharga. Mineral berharga yang terkumpul di dalam palung tersebut adalah konsentrat. Konsentrat (dalam bentuk *slurry*, 65% padat menurut berat) dipompa ke pelabuhan melalui tiga jaringan pipa *slurry* sepanjang 115 Km (PT. Freeport Indonesia, 2007).



Gambar III.15 *Ball mill*



Gambar III.16 Sel flotasi



Pasir yang tidak bernilai dikumpulkan di dasar sel flotasi sebagai limbah yang disebut tailing. Tailing ini disalurkan menuju suatu sistem pembuangan alami yang mengalir dari pabrik pengolahan menuju daerah pengendapan.

### III.7 Pengelolaan Tailing

Suatu sistem aliran sungai dimanfaatkan untuk mengangkut tailing ke kawasan yang telah ditentukan di daerah dataran rendah bernama Daerah Pengendapan Ajkwa yang Dimodifikasi (ModADA/Modified Ajkwa Deposition Area) seluas 230 Km<sup>2</sup>, yaitu sebuah sistem yang direkayasa dan dikelola bagi pengendapan dan pengendalian tailing. Tailing dan sedimen alami ditampung, dikendalikan dan dihijaukan kembali. Sistem pengendapan tailing tersebut dilakukan sesuai rencana pengelolaan tailing yang komprehensif dari PT.FI, sebagaimana telah disetujui oleh Pemerintah Indonesia melalui AMDAL 300K tahun 1997 (PT. Freeport Indonesia, 2006).



Gambar III.17 Daerah Pengendapan Ajkwa yang Dimodifikasi (ModADA)  
(Sumber: PT. Freeport Indonesia, 2009)

PT. Freeport Indonesia tetap melanjutkan kerjasama dengan berbagai pakar dari dalam dan luar negeri guna memastikan bahwa praktik pengelolaan tailing yang dilakukannya merupakan alternatif terbaik, dengan mempertimbangkan kondisi geoteknis, topografi, iklim, seismik dan curah hujan yang berlaku. Sistem pengendapan tailing tersebut melibatkan pembangunan struktur penahan beban lateral atau tanggul, untuk membentuk areal bagi pengendapan tailing yang terkendali. Sistem tersebut senantiasa menjalani berbagai peningkatan, termasuk inspeksi, pemantauan dan proyek penahan tailing (PT. Freeport Indonesia, 2006).

PT. Freeport Indonesia telah melakukan penyelidikan dan mengimplementasikan berbagai teknik penahan khusus yang dirancang untuk menghalau aliran dan mendorong pengendapan dalam batas-batas daerah pengendapan. Rencana penahan tailing tersebut memecah daerah pengendapan menjadi tiga bagian berdasarkan elevasi, besaran butir sedimen dan jenis aliran, serta merinci teknik-teknik tertentu yang akan diterapkan pada setiap bagian. Teknik-teknik penahan tailing antara lain: penggunaan penyaring hayati (*bio-filter*) (dengan penanaman rumput *Phragmites* dan bakau), *permeable groin*, struktur pengalih aliran, dan berbagai aplikasi rekayasa lainnya (PT. Freeport Indonesia, 2006).

PT. Freeport Indonesia juga telah menyerahkan sebuah Kajian Risiko Lingkungan rinci terhadap sistem pengelolaan tailing kepada Pemerintah Indonesia. Dalam kajian tersebut ditemukan bahwa dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh perluasan kegiatan PT.FI konsisten dengan yang telah diantisipasi dalam dokumen AMDAL perusahaan yang selesai disusun tahun 1997 dan telah disetujui oleh Pemerintah Indonesia.

PT. Freeport Indonesia terus melakukan evaluasi dan pembaruan terhadap rencana pengelolaan tailing untuk meminimalkan risiko. Berbagai kajian terhadap reklamasi tailing dan pembangunan lahan percontohan di atas kawasan tailing menunjukkan bahwa penghijauan/penanaman kembali lahan tailing dapat dengan mudah dilakukan dengan menggunakan tanaman asli maupun tanaman pertanian. Bahkan, kolonisasi alami terjadi dengan pesat. Apabila kegiatan pertambangan

telah selesai, daerah pengendapan tersebut akan direklamasikan dengan tanaman alami ataupun digunakan untuk tujuan pertanian, kehutanan atau budi daya air (PT. Freeport Indonesia, 2009).

Sistem yang berlaku saat ini yang memanfaatkan aliran sungai untuk mengalirkan tailing dari daerah pegunungan yang tinggi menuju lokasi pengendapan di daerah dataran rendah juga memungkinkan aliran air permukaan dengan kandungan alami alkali yang tinggi untuk bercampur dengan tailing pada aliran sungai, sehingga terjadi peningkatan daya penyangga (*buffering*) dan mengurangi potensi pembentukan asam, yang menjadi pertimbangan lingkungan yang cukup berarti (PT. Freeport Indonesia, 2006).

Tailing memiliki pH basa ketika dilepaskan dari pabrik pengolahan dan monitoring secara komprehensif menunjukkan bahwa pH pada sungai yang mengalirkan tailing juga bersifat basa, artinya tailing tersebut tidak menghasilkan asam. Ketika diperlukan, PT.FI menambahkan kapur/*lime* (CaO) ke dalam *mill* untuk meyakinkan ketersediaan material basa untuk menetralkan asam (PT. Freeport Indonesia, 2009).

Pengambilan sampel secara luas terhadap mutu air pada sistem pengelolaan tailing menunjukkan bahwa air pada sungai yang mengangkut tailing dari pabrik pengolahan PT.FI di daerah dataran tinggi menuju daerah pengendapan di dataran rendah telah memenuhi baku mutu air minum untuk logam terlarut sesuai peraturan Pemerintah Indonesia maupun USEPA (Badan Perlindungan Lingkungan Amerika Serikat). Data dari pengambilan sampel hayati tetap menunjukkan bahwa muara estuaria pada bagian hilir daerah pengendapan tailing adalah ekosistem yang masih berfungsi, berdasarkan jumlah spesies maupun jumlah spesimen organisme nektonik yang terkumpul, seperti ikan dan udang (PT. Freeport Indonesia, 2009).

### III.8 Reklamasi dan Penghijauan Kembali

PT. Freeport Indonesia berkomitmen untuk melakukan reklamasi dan penghijauan kembali terhadap lahan yang terganggu ketika tidak digunakan lagi untuk kegiatan operasi pertambangan. PT. Freeport Indonesia telah melakukan kajian dan program reklamasi yang komprehensif selama bertahun-tahun baik di dataran tinggi maupun dataran rendah guna menyediakan data ilmiah yang handal yang dapat menjadi pedoman bagi penetapan kebijakan manajemen mengenai teknik penanaman serta spesies tanaman yang terbaik untuk memaksimalkan keberhasilan program-program tersebut.

Pada daerah pengendapan tailing di dataran rendah, penelitian reklamasi menunjukkan bahwa spesies asli berhasil melakukan kolonisasi dan tumbuh di atas lahan tailing. Lahan tailing juga cocok untuk ditanami beberapa tanaman palawija apabila kondisi tailing ditingkatkan dengan menambahkan karbon organik dalam persentase kecil. Tujuan dari program reklamasi dan penghijauan kembali oleh PT.FI di dataran rendah adalah untuk mengubah endapan tailing di Daerah Pengendapan Ajkwa yang dimodifikasi menjadi lahan pertanian atau lahan produktif lainnya, atau mengembalikannya menjadi lahan yang ditumbuhi tanaman asli ketika kegiatan tambang telah usai (PT. Freeport Indonesia, 2009).

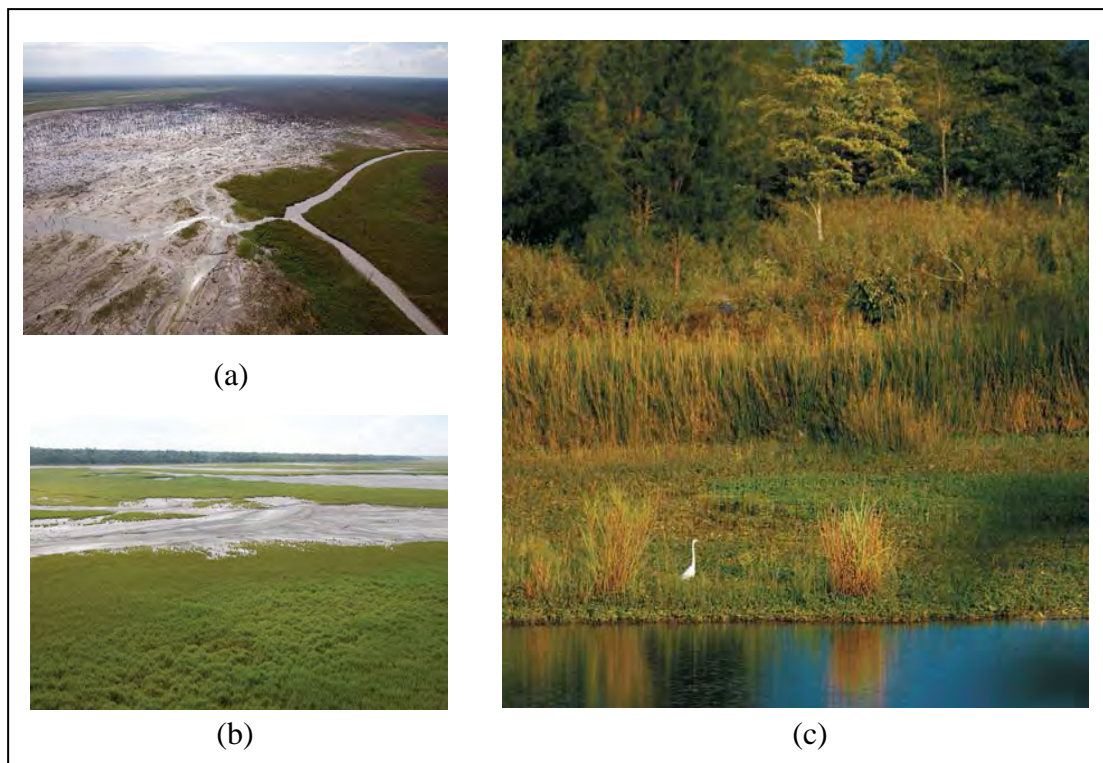
Secara kumulatif hingga akhir tahun 2007, lebih dari 160 spesies tumbuh-tumbuhan berhasil ditanam di atas tanah yang mengandung tailing. Beberapa spesies tumbuh-tumbuhan yang berhasil diuji coba termasuk tanaman penutup berupa kacang-kacangan untuk dijadikan pakan ternak; pohon-pohon lokal seperti *Casuarina*, pinang dan matoa; tanaman komoditi seperti nanas, melon, dan pisang; serta sayur-mayur dan biji-bijian seperti cabai, ketimun, tomat, padi, buncis dan labu (PT. Freeport Indonesia, 2009).

Program pengambilan sampel PT.FI yang komprehensif memantau kondisi lingkungan di daerah pengendapan tailing, dan uji coba yang ketat terhadap tanaman pangan dan buah-buahan tersebut tetap menunjukkan bahwa tingkat

penyerapan logam dari mineral-mineral yang terkandung secara alami dalam tailing berada aman di bawah ambang maksimum sesuai ketentuan baku mutu bagi tanaman tersebut yang berlaku di dalam negeri maupun di luar negeri (PT. Freeport Indonesia, 2009).

Sebuah program peternakan telah dikembangkan di dataran rendah untuk membuktikan bahwa ternak dapat hidup di atas endapan tailing. Proyek tersebut didirikan dengan bekerjasama dengan pemerintah setempat untuk memantau kesehatan ternak. Tanaman kacang-kacangan telah ditanam berikut pohon sagu dan *Casuarina*. Tanaman kacang-kacangan merupakan pengikat nitrogen yang meningkatkan unsur hara pada tanah tailing. Tanaman tersebut dipanen untuk dijadikan pakan ternak dan kotoran ternaknya dapat ikut memperkaya tanah serta mendorong penyebaran bibit (PT. Freeport Indonesia, 2009).

Selain menghasilkan tanaman ekonomi, strategi reklamasi tailing lainnya adalah membiarkan terjadinya suksesi ekologi alami (tumbuhnya kembali jenis tanaman asli secara alami) pada daerah-daerah peruntukan. Suksesi alami terjadi dengan pesat pada banyak bagian daerah pengendapan, terutama dengan tumbuhan rumput *Phragmites karka*. Rumput *Phragmites* menghasilkan limbah biomassa yang memperkaya tanah yang mengandung tailing. Proses tersebut memperbaiki kapasitas retensi air pada tanah sehingga spesies tanaman lain dapat berkembang biak. Pada sebuah proyek penelitian independen yang dilakukan terhadap suksesi alami tumbuh-tumbuhan di atas lahan tailing di Daerah Pengendapan Ajkwa yang dimodifikasi, ditemukan bahwa dalam kurun waktu hanya beberapa tahun, 500 spesies tanaman telah berhasil melakukan kolonisasi dan tumbuh dengan baik (PT. Freeport Indonesia, 2009).



Gambar III.18 (a). Area di daerah pengendapan yang telah ditutupi oleh tailing. (b). Tumbuhan rumput pionir, *Phragmites karka* yang tumbuh di area pengendapan tailing. (c). Tahap akhir suksesi dimana lebih dari 500 spesies tanaman telah berhasil melakukan kolonisasi dan tumbuh dengan baik di area pengendapan tailing.

(Sumber: PT. Freeport Indonesia, 2009)

### III.9 Penataan Jalur Sungai Ajkwa

Mulai tahun 1998 dibangun sebuah tanggul baru di bagian timur tanggul barat yang sudah ada, yang menjadi perbatasan barat dari daerah pengendapan tailing di dataran rendah. Pembangunan tanggul baru tersebut membentuk sebuah saluran baru yang terletak di antara tanggul baru dan tanggul lama. Untuk memenuhi komitmen kepada Pemerintah Indonesia sesuai AMDAL 300K tahun 1997, pada tahun 2005 PT.FI menyelesaikan pekerjaan pengalihan Sungai Ajkwa ke saluran baru tersebut, yang lebih menyerupai aliran asli Sungai Ajkwa. Pengalihan aliran Ajkwa tersebut berjalan sesuai harapan dengan stabilisasi saluran yang cepat dan perkembangan pola berliku pada sungai (PT. Freeport Indonesia, 2009).



Gambar III.19 Pengalihan aliran Sungai Aikwa.  
(Sumber: PT. Freeport Indonesia, 2009)

Sejumlah keuntungan bagi lingkungan telah diperoleh dengan pengalihan aliran Sungai Aikwa dari daerah pengendapan tailing ke jalur aliran semula. Sekarang hanya Sungai Otomona saja yang mengalirkan tailing dari tambang menuju daerah pengendapan. Tidak ada lagi kegiatan tambang pada daerah aliran Sungai Aikwa yang bertemu dengan Sungai Otomona pada batas utara daerah pengendapan. Sebelumnya, aliran Sungai Aikwa ikut mengalirkan tailing melalui bagian daratan dari daerah pengendapan. Dengan mengarahkan aliran Sungai Aikwa ke saluran di antara kedua tanggul tersebut, maka kontak dengan daerah pengendapan tailing dapat dihindari sehingga menyediakan aliran alami air tawar sepanjang perbatasan timur wilayah Timika yang padat penduduk. Berkurangnya aliran yang melewati daerah pengendapan tailing ikut menambah jumlah sedimen yang tertahan. Hal tersebut juga mengurangi jumlah tailing yang mengalir keluar melalui daerah pengendapan menuju muara estuaria dan Laut Arafura, hingga 25% (PT. Freeport Indonesia, 2009).

Pengarahannya aliran Sungai Aikwa menuju saluran baru juga telah memungkinkan pelaksanaan proyek percontohan reklamasi secara besar-besaran pada lahan bekas tailing di daerah di antara ke dua tanggul barat tersebut. Kini daerah tersebut

merupakan lokasi proyek reboisasi dan pertanian yang cukup berhasil, yang dimulai ketika tanggul baru tengah dibangun (PT. Freeport Indonesia, 2009).

### **III.10 Pengelolaan Air Asam Batuan PT. Freeport Indonesia**

PT. Freeport Indonesia menyadari tugas dan tanggung jawabnya dalam pelestarian sumberdaya alam dan pembangunan yang berkelanjutan. Oleh karena itu PT.FI memasukan faktor pertimbangan lingkungan menjadi bagian integral pada setiap tahap perencanaan, perancangan, dan pengoperasian. PT. Freeport Indonesia juga telah menganut prinsip-prinsip Kerangka Kerja Pembangunan Berkelanjutan dari Dewan Internasional tentang Pertambangan dan Logam (*Sustainable Development Framework of the International Council in Mining and Metals/ICMM*), dengan konsep pemenuhan tuntutan generasi masa kini, tanpa mengganggu kesinambungan kehidupan generasi di masa datang. PT. Freeport Indonesia melakukan pengelolaan dan pemantauan terhadap air asam batuan yang dihasilkan oleh kegiatannya. Rencana PT.FI untuk mengurangi dampak air asam batuan dilakukan dengan menampung dan mengolah air asam batuan yang ada, bersamaan upaya proses pencampuran dengan batu gamping dan penutupan daerah penempatan *overburden* dengan batu gamping guna mengelola pembentukan air asam batuan di masa datang.

### **III.11 AMDAL 300K PT. Freeport Indonesia**

Adalah suatu dokumen tentang rencana perluasan kegiatan penambangan tembaga dan emas serta kegiatan pendukung PT.FI hingga kapasitas 300.000 ton bijih per hari di Kabupaten Administratif Mimika, Propinsi Papua.

Dokumen ini berisi deskripsi kegiatan yang akan dilakukan antara lain:

1. Perluasan tambang.
2. Modifikasi (perluasan) fasilitas pengolahan bijih.
3. Rencana pengelolaan batuan limbah pada rencana perluasan.
4. Rencana pengelolaan batuan limbah pada pengembangan operasi (300 K).



5. Pengelolaan tailing.
6. Pengelolaan dan pembuangan limbah.
7. Perluasan sarana pendukung, yang terdiri dari:
  - a. Membangun pabrik kapur di daerah tambang untuk memproduksi kapur 200.000 ton/tahun.
  - b. Transportasi.
  - c. Fasilitas akomodasi seperti: asrama, *port-a-camp*, membangun 1863 rumah dan apartemen.
  - d. Telekomunikasi, seperti memasang sistem komunikasi baru di *ridge camp* untuk meningkatkan jaringan telepon, fax dan transmisi data digital serta peningkatan sistem radio digital untuk memperlancar komunikasi selama tahap konstruksi.
  - e. Pelayanan dan fasilitas kesehatan.
  - f. Pelayanan sosial/masyarakat.
  - g. Pengadaan air.
8. Rencana penutupan tambang.

Sebagai bagian dari AMDAL tersebut yang selesai pada tahun 1997 dan telah disetujui pemerintah, disepakati bahwa tiga dari 12 opsi pengelolaan tailing, akan dikaji lebih lanjut. Sebuah Komite Pengkajian Tailing terdiri dari anggota Tim Dewan Peninjauan Penilaian Risiko Lingkungan, Dewan Penasihat Lingkungan PT.FI dan pimpinan PT.FI, dibentuk untuk mengkaji seluruh opsi tersebut. Setelah menyelesaikan 11 kajian rinci, termasuk analisis data penginderaan jarak jauh, evaluasi terhadap berbagai opsi pemipaan, kajian berbagai pertimbangan geoteknis, dampak banjir dan hidrologi, serta serangkaian analisis risiko, maka Komite Pengkajian Tailing menyimpulkan bahwa sistem pengelolaan yang diterapkan saat ini, yaitu mengalirkan tailing menuju daerah pengendapan, merupakan yang terbaik dari semua opsi yang ada. Audit-audit independen terhadap sistem pengelolaan lingkungan PT.FI menghasilkan kesimpulan yang sama (PT. Freeport Indonesia [b]).

Dari deskripsi kegiatan di atas dapat dilihat bahwa pengelolaan tailing merupakan salah satu aspek penting pada kegiatan pertambangan PT.FI.

### **III.12 Uji Kinetika Kolom *Leach* Jangka Panjang terhadap Tailing PT. Freeport Indonesia**

PT. Freeport Indonesia melakukan pengujian air asam batuan dengan metode kinetika, menggunakan sejumlah kolom *leach* dengan sampel yang berbeda. Hal ini sebagai bagian dari studi lingkungan yang dilakukan PT.FI untuk menilai dampak lingkungan berhubungan dengan proyek ekspansi 300K. Salah satu pengujian kinetika tersebut dilakukan terhadap tailing yang berasal dari pabrik pengolah bijih. Geokimia tailing dari hasil operasi PT.FI merupakan salah satu pertimbangan penting untuk manajemen Ajkwa Deposition Area (ADA) dan untuk pengembangan pertambangan dan pengolahan mineral masa depan PT.FI. Hal yang penting adalah potensi pembentukan asam dari tailing dan potensi pelepasan logam-logam seperti tembaga yang dapat berdampak terhadap ekosistem muara Ajkwa.

Sejumlah kolom pengujian disiapkan pada tahun 2000 untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang karakteristik geokimia dan perilaku tailing, serta kuantifikasi kecepatan oksidasi sulfida. Dari sejumlah kolom pengujian tersebut, hanya dua kolom yang akan menjadi fokus penelitian dalam tesis ini, yaitu tailing yang berasal dari pabrik pengolahan di *mile 74* sebelum dialirkan ke ModADA. Kolom pengujian tersebut terdiri dari kolom 24 (Mill 74-MT 007) dan kolom 25 (Mill 74-MT 0007). Kolom 24 merupakan kolom pengujian tailing tanpa penambahan batu gamping, sedangkan kolom 25 merupakan kolom pengujian tailing dengan penambahan batu gamping. Dari dua kolom pengujian itu akan terlihat perbedaan perilaku pelapukan dari tailing yang pada nantinya dapat digunakan untuk:

- Untuk menguji reaktivitas mineral sulfida dan karbonat di dalam tailing PT.FI dan mengklasifikasikan sampel tailing tersebut berdasarkan potensi pembentukan asamnya.

- Untuk menentukan kecepatan reaksi dan potensi pembentukan air asam batuan dari tailing PT.FI.
- Untuk mengetahui efektivitas penambahan batu gamping ke dalam tailing.

Adapun metode pengujian kinetika kolom ini menggunakan metode *Free Draining Leach Column* (prosedur pengujian terlampir di Lampiran B).