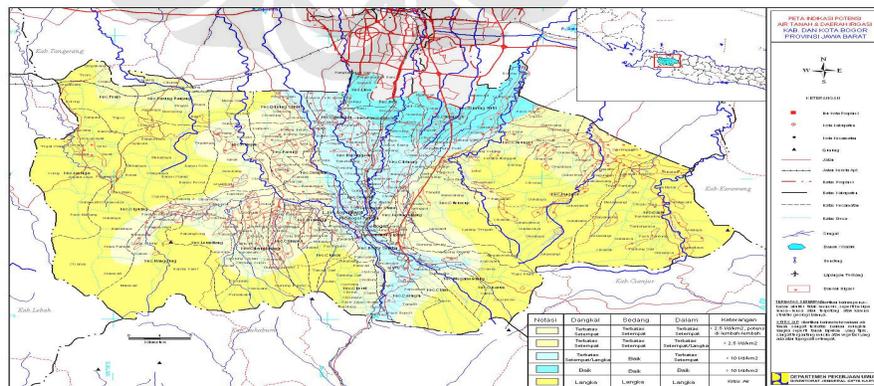


BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Daerah Penelitian

Penelitian ini dilakukan di daerah penambangan emas milik PT. Aneka Tambang (Antam Tbk) Unit Bisnis Penambangan Emas Pongkor. Lokasi penambangan ini terletak 54 km dari kota Bogor dengan ketinggian lokasi antara 500-700 m dpl. Luas wilayah Kuasa Penambangan (KP) Eksploitasi berdasarkan KW 98 PP 0138 yang disetujui adalah seluas 6.047 Ha. Lokasi pertambangan ini bersebelahan dengan kawasan Taman Nasional Gunung Halimun-Salak (TNGHS).



Karena menggunakan sistem penambangan bawah tanah, UBPE Pongkor hanya sedikit menggunakan lahan permukaan. Penggunaan lahan dibatasi untuk perkantoran (admin), area pabrik pengolahan dan gudang, area penghancuran bijih dan perkantoran tambang. Sedangkan sistem penambangan yang digunakan adalah *cut and fill* yaitu mengambil bijih emas kemudian mengisi kembali rongga yang kosong akibat penambangan tadi dengan material *tailing*. Untuk area IPAL Cikaret terletak sekitar 100 meter lebih rendah dari area pabrik pengolahan.

UBPE Pongkor berawal dari unit geologi Antam yang memulai eksplorasi pada tahun 1974 hingga tahun 1981 di daerah Gunung Limbung, sebelah barat Gunung Pongkor, untuk mencari cebakan bijih *base metals*. Akhir 1979, justru diperoleh informasi adanya mineralisasi sulfida pirit di daerah Gunung Pongkor. Selanjutnya tahun 1981 tim unit geologi melakukan survey tinjau (*reconnaissance*) ke Gunung Pongkor dan menemukan urat kuarsa dengan kandungan emas (Au) sebesar 4 ppm dan perak (Ag) sebesar 126 ppm di lokasi Pasir Jawa. Tahun 1988 sampai 1991 dilaksanakan eksplorasi lanjutan lebih sistematis dan lengkap dan berhasil menemukan beberapa lokasi prospek. Kemudian tahun 1992, sambil meneruskan kegiatan eksplorasi, dilakukan studi kelayakan tambang dan perencanaan tambang yang dilanjutkan dengan persiapan penambangan (*development*).

Setelah melakukan studi kelayakan, PT. Antam Tbk mendapatkan Kuasa Pertambangan eksploitasi (KP DU 893/Jabar) seluas 4.058 Ha yang berada dalam wilayah KP eksplorasi DU 868/Jabar seluas 8.829,25 Ha. Dengan mendapatkan Kuasa Pertambangan tersebut, pembangunan mulai dilakukan dengan membuat jalan masuk dari Perempeng ke lokasi penambangan sejauh 12,5 km, pembangunan pabrik, yang dilanjutkan dengan pembangunan *tailing dam*.

Kegiatan penambangan mulai berproduksi bulan April 1994. Pada tahun yang sama pabrik pengolahan digabung dengan unit produksi menjadi Unit Pertambangan Emas (UPE) Pongkor. Kemudian kegiatan penambangan diperluas dan dilakukan pembangunan pabrik kedua untuk meningkatkan kapasitas produksi. Pada tanggal 1

Agustus 2000, UPE Pongkor mendapatkan KP eksploitasi baru seluas 6.047 Ha. PT. Antam Tbk kemudian merestrukturisasi dan mengubah Unit Pertambangan Emas Pongkor menjadi Unit Bisnis Pertambangan Emas (UBPE) Pongkor.

Hingga sekarang ini, Antam UBPE Pongkor mempekerjakan sebanyak 609 karyawan dan tambahan *labor supply* (kontraktor) sebanyak 401 orang. Antam UBPE Pongkor sekarang ini telah menjadi urat nadi perekonomian masyarakat di sekitar wilayah kecamatan Nanggung, Kabupaten Bogor.

4.2 Kondisi Tailing

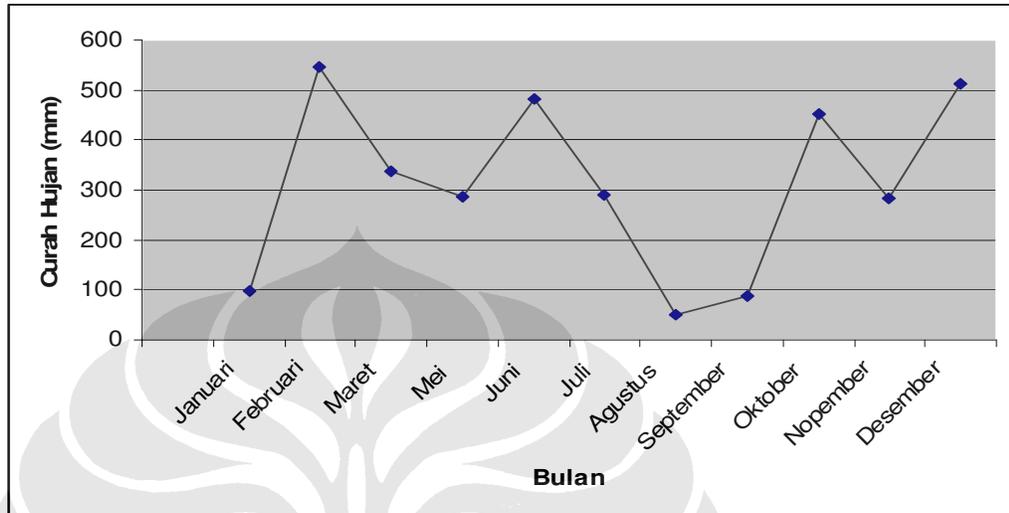
Tailing yang dihasilkan dari aktivitas penambangan dan pengolahan emas UBPE Pongkor berbentuk *slurry*, yaitu campuran padatan dan air dengan persen solid sekitar 60%. *Tailing* ini yang ditempatkan di *tailing dam* dan sebagian dimanfaatkan untuk *backfill* dan batako serta media reklamasi. Hingga saat ini, volume *tailing* yang ada di *tailing dam* mencapai sekitar 2.359.848 m³ sejak pertama kali proses pengolahan dilakukan yaitu tahun 1994. Pada tahun 2007 kemarin, *spill way* di *tailing dam* ditinggikan 0,5 m agar mampu menambah kapasitas *tailing dam* sebanyak 198.451 m³ sehingga bisa menambah umur *tailing dam* sekitar 1,5 tahun lagi.

Di *tailing dam*, *tailing* dibiarkan mengendap secara alami. Kadar sianida akan turun karena terurai secara alami oleh sinar matahari maupun pengenceran oleh air hujan. *Tailing* akan mengendap hingga bagian hilir sehingga di bagian ini terdapat material paling halus. Di bagian hulu, karena permukaan *tailing* sudah hampir mencapai permukaan, *tailing* padat diambil dengan *excavator long arm* untuk dikeruk dan material *tailing*-nya diambil untuk media reklamasi.

4.2.1 Curah Hujan

Air hujan menjadi salah satu keuntungan untuk UBPE Pongkor karena dengan adanya air hujan, akan terjadi proses pengenceran sianida secara alami di *tailing dam*. Volume *tailing* akan bertambah namun tidak sampai meluber karena telah disiapkan *spillway* di seisi sepanjang sisi *tailing dam*. Selain itu volume air (*over flow*) juga akan dipompakan sebagai air proses untuk kebutuhan di pengolahan. Bila curah hujan berlebih, akan

dialirkan ke IPAL Cikaret. Curah hujan yang terukur selama tahun 2007 ditunjukkan oleh Tabel 5 berikut ini:



Gambar 10 Curah Hujan UBPE Pongkor Tahun 2007

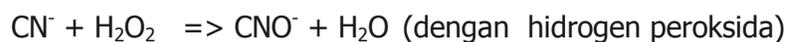
Sumber: Laporan RKL & RPL UBPEP

4.2.2 Kecepatan Keluaran

Debit aliran *tailing* dari pabrik ke *tailing dam* adalah 148 m³/jam dengan dua pertiga dari jumlah debit itu dikembalikan airnya (*over flow*) lagi ke dalam pabrik untuk digunakan sebagai air proses. Air di *tailing dam* yang berupa *over flow*, akan dipompakan sebagai umpan untuk unit *Cyanide Destruction Plant* yang akan dibuang ke sungai Cikaniki.

4.2.3 Kadar Sianida

Sianida digunakan dalam proses pengolahan sebagai larutan pelindi untuk logam. Karena digunakan dalam konsentrasi cukup besar, di *tailing* juga masih terdapat sisa sianida. Namun karena adanya *cyanide destruction* dengan menambahkan Sodium Metabisulfit atau hidrogen peroksida, tembaga sulfat (sebagai katalis) dan kapur yang dilakukan di area pabrik, konsentrasi sianida yang dialirkan ke dalam *tailing* konsentrasinya rendah. Reaksi yang terjadi adalah:





Konsentrasi sianida di *tailing dam* hasil pengaliran dari *detox plant* rata-rata adalah 0,475 mg/L dan di *tailing dam* mengalami degradasi alamiah baik melalui sinar ultraviolet, pengenceran dengan air hujan dan sumber lain menjadi sianida bebas sehingga kadar sianida yang dialirkan ke sungai (melalui IPAL Cikaret) rata-rata hanya 0,106 mg/L. Berikut Tabel yang menunjukkan rata-rata konsentrasi sianida yang ada di IPAL Cikaret selama bulan Februari 2008:

Tabel 4 Rata-rata Pengukuran Konsentrasi Sianida di IPAL Cikaret

NAB Kepmen LH 202/04	SK Gub No 38/91 Jabar	Februari 2008 (mg/L)									
		20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
0,5	0,2	0,011	0,044	0,014	0,032	0,017	0,012	0,052	0,115	0,071	0,046

Sumber: Laporan Unit Lingkungan UBPEP

Dari hasil pengukuran konsentrasi di atas diketahui bahwa seluruh titik pembuangan *tailing* dari IPAL Cikaret berada di bawah Nilai Ambang Batas untuk konsentrasi sianida yang ditetapkan KLH berdasarkan Kepmen LH No. 202/2004. yaitu sebesar 0,5 ppm Konsentrasi ini juga berada di bawah NAB SK Gubernur Jabar No. 38/1991 yaitu sebesar 0,2 ppm. Hanya pada hari ke 27, nilai pengukuran rata-rata mencapai 0,115 ppm.

4.2.4 Komposisi Logam dan Mineral dalam *tailing*

Unsur yang terkandung di dalam *tailing* biasanya serupa dengan unsur yang ada di dalam batuan bijih asal. Di batuan asal juga terdapat *base metal* dengan kadar tertentu, tetapi karena dilewatkan dalam IPAL dan *detoxification plant*, konsentrasi dalam *tailing* menjadi berkurang. Untuk mengetahui jenis mineral yang terkandung di dalam *ore* yang akan masuk ke pengolahan, dilakukan dengan analisis mineralogi menggunakan sayatan mineral dan fotomikrograf. Mineral utama yang terkandung di

dalam *ore* ini ditunjukkan oleh tabel 5 berikut:

Tabel 5 Analisa Mineralisasi Ore

Mineral	Rumus	Endapan <i>Tailing dam</i> (%)	Endapan IPAL Cikaret (%)
<i>Monmorilonite</i>	$(\text{Na,Ca})(\text{Al,Mg})_2(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}^*$	32,56	39,11
<i>Feldspar</i>	$(\text{Na,Ca}) \text{AlSiO}^*$	18,93	15,59
<i>Hallosyte</i>	$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	10,50	13,36
Kuarsa	SiO_2	29,29	26,72
Kalsit	CaCO_3	8,70	6,01

Sumber: Laporan Pemanfaatan Sludge dan Drum Sianida UBPE Pongkor
 * Adalah kumpulan unsur Na, Ca, Al, Si dan O yang hadir dalam komposisi tertentu

Konsentrasi logam di dalam *ore* awal yang akan masuk ke unit pengolahan mengandung beberapa unsur *base metal* seperti timah hitam, seng, besi, tembaga, mangan dan kadmium. Konsentrasi logam tersebut di dalam *ore* yang baru ditambah ditunjukkan pada Tabel 6 berikut ini:

Tabel 6 Analisis Kimia Logam Berat dalam Ore

No	Asal Ore	Unsur yg Dianalisa (ppm)					
		Pb	Zn	Fe	Cu	Mn	Cd
1	Ciurug	<0,01	341,66	3,31	92,89	3,89	<0,01
2	Kubangcicau	<0,01	106,45	6,57	194,83	0,21	<0,01
3	<i>Tailing Dam</i>	<0,01	266,43	1,73	129,42	0,31	<0,01

Sumber: Laporan Pemanfaatan Slude dan Drum Sianida UBPE Pongkor

Dari data tersebut dapat diambil asumsi bahwa *ore* di UBPE Pongkor memang telah mengandung *base metal* alami dalam kadar tinggi seperti Zn, Fe, Cu dan Mn. Konsentrasi *base metal* ini harus diturunkan pada proses pengolahan sehingga konsentrasi yang tersisa di dalam *tailing* sangat sedikit dan aman saat dibuang.

4.2.5 Konsentrasi Logam dalam Sampel Tailing

Pada *tailing* ini, logam yang dianalisa adalah Timah Hitam (Pb), Seng (Zn), Besi (Fe), Tembaga (Cu), Cadmium (Cd), dan Mangan (Mn). Alasan pemilihan logam ini untuk diukur dan dianalisis karena logam-logam ini terdapat di alam sebagai logam berat yang banyak berpengaruh terhadap lingkungan. Logam-logam diatas juga logam yang umum dianalisis dan terdapat di dalam *tailing* di Pongkor. Alasan lainnya adalah keterbatasan instrumen AAS dalam menganalisa jenis logam. Lampu katoda di AAS hanya terdapat untuk jenis unsur diatas ditambah dengan Emas (Au) dan Perak (Ag) serta Barium (Ba). Sebenarnya masih banyak lagi jenis logam berat, tetapi hanya logam diatas yang umum yang terdapat di Pongkor.

Tailing yang dibuang di *tailing dam* berawal di bagian hulu yaitu lokasi pengucuran awal. Setelah beberapa waktu, *tailing* akan bergerak tertransportasi ke hilir *tailing dam*. Partikel *tailing* ini selama perjalanan partikel akan terpisah dari *overflow*-nya dan mengendap. Akibat aliran air partikel yang diendapkan paling akhir atau paling ujung adalah partikel halus. Pola pergerakannya adalah seperti pada gambar 15 berikut:



Gambar 11 Pola Pergerakan Partikel di *Tailing Dam*

Pola pergerakan partikel padat di *tailing dam* ini kemungkinan mempengaruhi konsentrasi logam yang tersisa. Partikel logam bisa dipastikan akan lebih banyak ada di partikel padat dibandingkan dengan di larutan (*over flow*). Akumulasi ini karena unsur logam lebih berat dan mengendap di dasar *tailing dam*. Hasil pengukuran

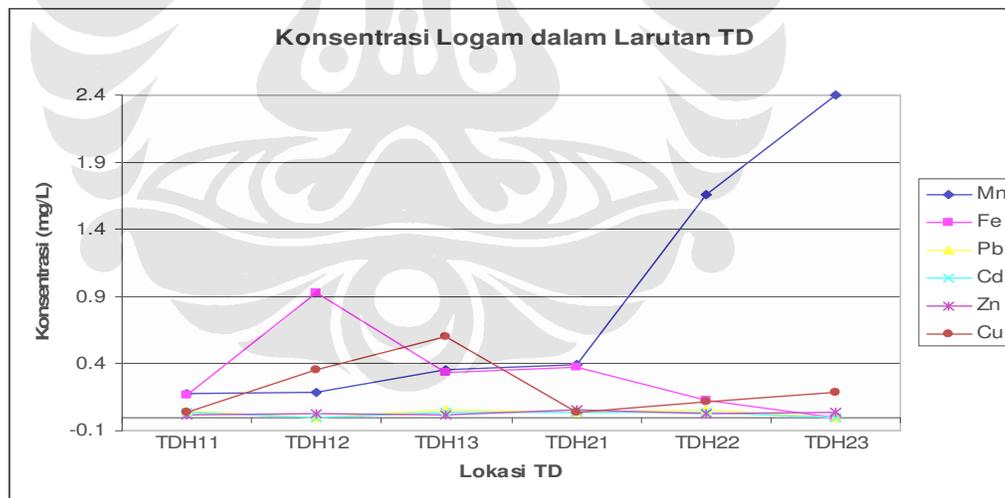
sampel padatan menunjukkan konsentrasi logam di padatan lebih tinggi dari yang ada di *over flow* seperti ditunjukkan oleh Tabel 7 dan gambar 12:

Table 7 Pengukuran Sample *Tailing dam* (larutan)

No	Kode Sample	Lokasi	Parameter (mg/L)						
			pH	Mn	Fe	Pb	Cd	Zn	Cu
1	TD H ₁₁	<i>Tailing dam</i> Hulu bag permukaan	8,20	0,18	0,17	0,05	0,04	0,02	0,04
2	TD H ₁₂	<i>Tailing dam</i> Hulu bag tengah	8,22	0,19	0,93	**	**	0,03	0,35
3	TD H ₁₃	<i>Tailing dam</i> Hulu bag dasar	8,22	0,35	0,33	0,06	0,04	0,02	0,60
4	TD H ₂₁	<i>Tailing dam</i> Hilir bag permukaan	8,24	0,39	0,37	0,04	0,04	0,06	0,04
5	TD H ₂₂	<i>Tailing dam</i> Hilir bag tengah	8,12	1,66	0,13	0,06	0,04	0,03	0,12
6	TD H ₃₃	<i>Tailing dam</i> Hilir bag dasar	8,02	2,40	**	*	*	0,04	0,19
	Rata-rata		8,17	0.86	0.37	0.053	0.04	0.03	0.22

*: konsentrasi berada di bawah Nilai Batas Pengukuran Instrumen (0,01 mg/L)

** : sampel mengalami gangguan sehingga tidak bisa diukur



Gambar 12 Konsentrasi Logam di larutan *Tailing Dam*

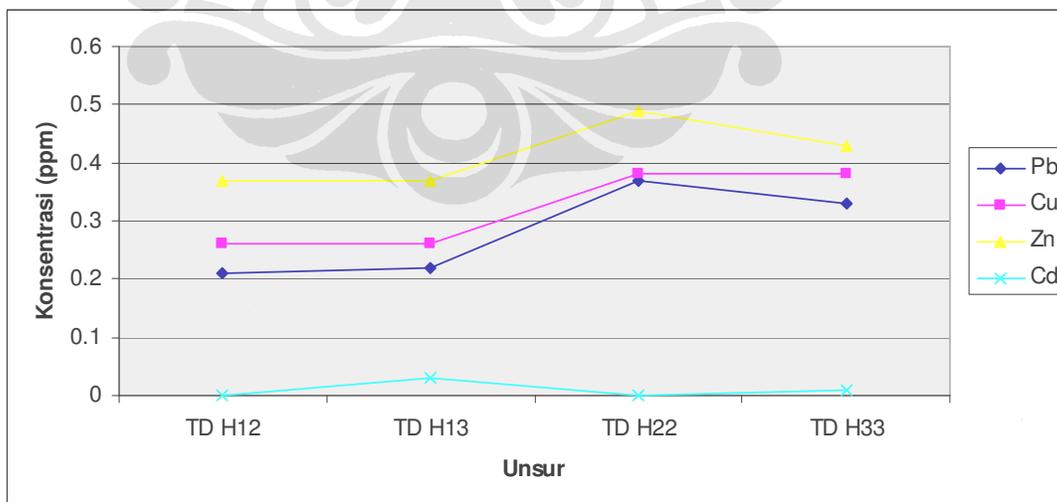
Grafik 12 menggambarkan pola penyebaran konsentrasi logam di dalam larutan *tailing dam*. Pola ini menunjukkan seluruh logam menunjukkan konsentrasi makin menurun dari lokasi di hulu hingga ke hilir, kecuali unsur Mangan. Untuk logam dalam larutan, semakin ke arah hilir maka konsentrasi logam akan semakin menurun karena waktu

aliran lebih lama sehingga logam akan mengendap ke *suspended solid* dan waktu kontak partikel logam dengan air lebih lama sehingga konsentrasi yang tersisa di larutan akan lebih sedikit.

Anomali yang terlihat adalah pada unsur logam Mangan dimana konsentrasinya justru makin meningkat ke arah hilir hingga mencapai 2,4 mg/L. Anomali ini terjadi karena adanya akumulasi unsur mangan ke arah hilir sehingga konsentrasinya makin meningkat. Sedangkan hasil pengukuran konsentrasi logam di sampel *tailing dam* padat ditunjukkan pada tabel 8 di bawah ini:

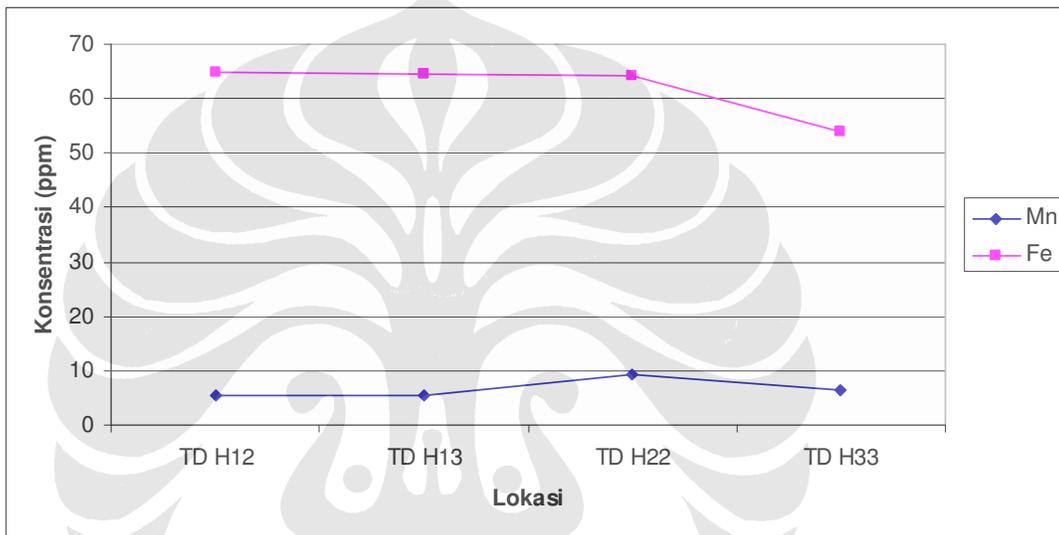
Table 8 Pengukuran Sample *Tailing dam* (padatan)

No	Kode Sample	Lokasi	Parameter (ppm)						
			pH	Mn	Fe	Pb	Cd	Zn	Cu
1	TD H ₁₂	<i>Tailing dam</i> Hulu bag tengah	8,22	5,54	64,93	0,21	*	0,37	0,26
2	TD H ₁₃	<i>Tailing dam</i> Hulu bag dasar	8,22	5,40	64,68	0,22	0,03	0,37	0,26
3	TD H ₂₂	<i>Tailing dam</i> Hilir bag tengah	8,12	9,43	64,30	0,37	*	0,49	0,38
4	TD H ₃₃	<i>Tailing dam</i> Hilir bag dasar	8,02	6,36	53,92	0,33	0,01	0,43	0,38
	Rata-rata		8.15	6.68	61.96	0.28	0.02	0.42	0.32



Gambar 13 Konsentrasi Logam Pb, Cu, Zn dan Cd di Padatan *Tailing Dam*

Pola pergerakan unsur logam di bagian padatan *tailing dam* menunjukkan *trend* yang semakin meningkat di bagian hilir. Ini terjadi karena pada bagian hilir, karena mengalir dari hulu, waktu kontak partikel dengan larutan akan lebih lama sehingga partikel logam akan terakumulasi di bagian hilir. Pengendapan ini juga akibat proses transportasi dan gaya berat dari partikel itu sendiri. Pola ini ditunjukkan oleh semua unsur yang dianalisa. Untuk grafik konsentrasi unsur besi dan mangan ditunjukkan pada gambar 14 berikut ini:



Gambar 14 Konsentrasi Logam Fe dan Mn di Padatan *Tailing Dam*

Pada unsur logam besi dan mangan, konsentrasi yang tersisa di dalam padatan *tailing* masih cukup tinggi karena memang batuan asal juga sudah mengandung konsentrasi besi dan mangan. Konsentrasi tertinggi ada di lapisan menengah karena partikel logam ini ketika mengendap tertahan di lapisan tengah *suspended solid* dan tidak bisa lagi menembus ke lapisan dasar.

Pada sampel padatan *tailing dam*, *suspended solid* yang ada di lapisan permukaan sangat sedikit dan larutan sangat jernih sehingga ketika disaring dan dikeringkan tidak terdapat *suspended solid* yang dapat diukur. Dari hasil kedua tabel pengukuran diatas diketahui bahwa konsentrasi logam di padatan lebih banyak dibanding yang ada di larutan.

Ada beberapa batasan kondisi yang dilakukan dalam pengambilan sampel di *tailing dam* ini. Sampel di *tailing dam* diambil dengan tidak memperhitungkan pengaruh dari variasi suhu dan arus. Selain itu dalam pengambilan sampel batako, *tailing* untuk bahan dasar batako ini tidak diambil dari seluruh bagian *tailing dam*, melainkan hanya dari bagian hulu karena berbagai kendala. Pengambilan sampel *tailing dam* hanya difokuskan pada analisis konsentrasi logam yang tersisa di dalam *tailing* yang akan dimanfaatkan.

4.2.6 LD50 Tailing

LD50 atau *lethal dose* 50 adalah konsentrasi dari bahan kimia atau radiasi yang pada satu kali pemberian akan menyebabkan kematian pada 50% dari populasi hewan percobaan. LD50 ini sering dijadikan sebagai indikator toksistas terhadap suatu zat. Sedangkan LC50 atau *lethal concentration* 50 adalah konsentrasi suatu bahan kimia di fluida yang menyebabkan matinya 50% dari populasi hewan percobaan. Uji yang digunakan pada penelitian ini adalah uji LD50.

LD50 dan LC50 merupakan perhitungan untuk menghitung potensi terkena racun relatif terhadap bahan kimia. Jadi semakin kecil nilai LD50 dan LC50, bahan kimia tersebut semakin berbahaya. Artinya pada konsentrasi sedikit saja, bahan kimia tersebut sudah memberi efek toksik besar bagi populasi hewan percobaan. Sebaliknya, semakin besar nilai LD50 dan LC50, artinya zat tersebut pada dosis lebih tinggi tidak memberikan efek toksik yang besar bagi populasi hewan percobaan.

Tailing yang akan digunakan untuk pembuatan batako, *backfilling* serta reklamasi juga perlu untuk melakukan uji LD50. Tujuannya untuk mengetahui dampak toksik yang mungkin terjadi bila batako tersebut dimanfaatkan. Seperti yang diketahui bahwa di dalam *tailing* masih terdapat logam *base metal* dalam konsentrasi tertentu. Dari uji LD50 yang dilakukan terhadap sampel dari *tailing*, diketahui nilai tersebut seperti ditunjukkan Tabel 9 di bawah ini:

Tabel 9 Hasil Uji LD50 UBPE Pongkor di Lab Unilab Perdana

Dosis (mg/g BW)	Mati	Hidup	% Kematian
7,95	0	5	0
22,92	0	5	0
45,85	0	5	0
91,7	0	5	0
106,62	2	3	40
Control	0	5	0

Sumber: Laporan LD50 UBPEP

Uji LD50 ini dilakukan dengan sampel hewan tikus *Mus musculus* beratnya rata-rata 25 gram/ekor dan usia 2,5 bulan. Dosis yang diberikan berbeda konsentrasinya dan dalam ukuran mg/g berat badan populasi (BW=Body Weight). Standar yang digunakan dalam uji LD50 ini adalah ASTM E.1163-90-*Acute Toxicity Test* (LD50) (Unilab, 2007).

Dari data tersebut dan Nilai Ambang Batas menurut PP RI No. 74/2001 tentang LD50 diketahui bahwa *tailing* UBPE Pongkor bersifat Moderately Toxic dengan nilai LD50 adalah 106,62 mg/g BW. Hasil pengukuran ini berlaku pada batasan waktu pemajanan yang diberikan pada hewan selama 36 jam untuk *Mus Musculus* yang berusia 3 bulan. Ini juga dapat diketahui dari klasifikasi daya toksik yaitu; Tingkat I (Supertoxic) > 1, Tingkat II (Extremely toxic) 1-5, Tingkat III (Highly toxic) 5-50, Tingkat IV (Moderately toxic) 50- 500, Tingkat V (Slightly toxic) 500-5000, Tingkat VI (Practically non toxic) 5000-15000.

Uji di atas adalah uji LD50 yang diberikan pada hewan percobaan di laboratorium dengan kontrol dosis, waktu pemajanan dan usia hewan. Pengujian mungkin menunjukkan hasil yang berbeda jika sampel dan populasi yang diuji juga berbeda dengan spesies *Mus Musculus* di atas.

4.3 TCLP Test

Hasil uji TCLP adalah untuk menentukan tingkat kelindian dan toksisitas dari sampel tailing. Uji TCLP ini dilakukan pada logam yang berpotensi larut jika terkena air atau asam. *Tailing* yang digunakan sebagai batako apabila digunakan namun terkena air dalam waktu lama, dapat berpotensi melepas partikel logam yang tersisa sehingga untuk mengetahui tingkat keamanan dari kondisi ini, perlu dilakukan uji TCLP pada sampel *tailing*. Jika pada hasil uji TCLP, kelarutan logam melebihi Baku Mutu yang ditetapkan (PP RI No. 18 tahun 1999) maka *tailing* tersebut tidak aman untuk dimanfaatkan.

Awalnya peneliti ingin melakukan sendiri uji TCLP dan uji LD50 dengan membawa sampel *tailing* untuk dianalisis di Laboratorium yang terakreditasi. Namun karena keterbatasan biaya dan waktu penelitian, kedua nilai ini didapat dari data sekunder Unit Lingkungan UBPE Pongkor, yang secara periodik telah melakukan uji LD50 dan uji TCLP.

Dari hasil uji test TCLP untuk *tailing* di Pongkor terlihat bahwa semua *tailing* yang dihasilkan baik dari *backfil silo*, *tailing dam*, IPAL Cikaret maupun *Dam Fatmawati* berada di bawah baku Mutu yang ditetapkan dalam PP RI No. 18 tahun 1999. Hasil pengukuran yang di bawah Baku Mutu juga menunjukkan *tailing* relatif tidak nontoksik sehingga *tailing* ini relatif aman untuk dimanfaatkan kembali.

Selengkapnya hasil uji TCLP untuk *tailing* di Pongkor yang meliputi *tailing* dari *Tailing dam*, IPAL Cikaret, *Dam Fatmawati* dan *Backfill Silo* ditunjukkan oleh Tabel 12 berikut ini:

Tabel 10 Hasil Analisis Unilab Perdana terhadap *Sludge* UBPE Tahun 2007

Parameter	NAB Mg/l	Konsentrasi (mg/l)														
		STD				SBF				SDP – 2				SFTM		
		22-Mar-07	22-Jun-07	12-Sep-07	14-Dec-07	22-Mar-07	22-Jun-07	12-Sep-07	14-Dec-07	22-Mar-07	22-Jun-07	12-Sep-07	14-Dec-07	22-Jun-07	12-Sep-07	14-Dec-07
Arsen (As)	5	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.009	0.009	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.009	< 0.001	< 0.001
Barium (Ba)	100	< 0.1	0.15	0.14	0.17	< 0.1	0.15	0.14	0.18	< 0.1	0.16	0.15	0.158	0.15	0.12	0.12
Boron (B)	500	< 0,008	0.1	0.09	0.12	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	< 0,008	0.54	0.52	0.5	< 0.008	0.3	0.31
Kadmium (Cd)	1	< 0.005	< 0.005	0.04	0.04	< 0.005	0.008	0.04	0.01	0.1	0.02	0.03	0.06	0.008	0.04	0.04
Khromium (Cr)	5	< 0.05	< 0,05	< 0.05	< 0.05	0.07	< 0,05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0,05	< 0.05	< 0,05	< 0,05	< 0.05	< 0,05
Tembaga (Cu)	10	0.46	< 0.03	0.08	0.06	1.03	< 0.03	0.13	0.43	3.23	5.7	0.26	1.39	< 0.03	0.43	< 0.03
Sianida bebas (CN)	20	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0,01	< 0.01	< 0,01	< 0.01	< 0.01	< 0,01	< 0.01
Timbal (Pb)	5	0.43	0.1	0.24	0.47	0.5	0.1	0.58	0.12	1.1	2.96	0.48	1.34	0.1	0.9	0.39
Raksa (Hg)	0.2	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.002	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
Selenium (Se)	1	< 0.007	< 0.007	< 0.007	< 0.007	< 0.007	< 0.007	< 0.007	< 0.007	< 0.007	< 0.007	< 0.007	< 0.007	< 0.007	< 0.007	< 0.007
Perak (Ag)	5	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03
Seng (Zn)	50	0.17	< 0,008	0.23	0.1	0.2	< 0,008	0.14	0.03	0.34	0.61	0.26	0.5	< 0.008	1	0.07

PP RI No.18 tahun 1999

Ket:

STD : Sludge *Tailing* Dam

SBF : Sludge *Backfill* Silo

SDP-2 : Sludge IPAL Cikaret

SFT : Sludge *Dam* Fatmawati

Sumber: Laporan Uji TCLP Unit Lingkungan UBPEP

4.4 Sistem Pengelolaan *Tailing* Saat Ini

Tailing dari proses penambangan emas di Pongkor ini berupa sludge yang dikumpulkan di *tailing dam*. pengelolaan *tailing* di pongkor difokuskan pada usaha pemantauan konsentrasi logam yang tersisa. Baku mutu yang digunakan dalam pengukuran konsentrasi logam ini adalah PP No. 85 Jo PP No. 18/1999 dan SK KLH no. 82/2004. *tailing* di Pongkor ni dikelola di tempat berikut:

- a. *Sludge Tailing Dam*, adalah lumpur sisa pengolahan yang dikumpulkan di *tailing dam*.
- b. *Sludge IPAL Cikaret*, adalah lumpur hasil pengolahan limbah di IPAL Cikaret (termasuk *Unit Destruction Plant*) dan lumpur ini selanjutnya dibuang ke *tailing dam*.
- c. *Sludge Backfill*, yaitu lumpur hasil pengolahan yang telah ditreatment dan akan dipompakan ke dalam *stope* tambang.
- d. *Sludge Lumpur Kering*, yaitu *sludge* kering dari *thickener backfill silo*.

Pengelolaan *tailing* sampai saat ini dilakukan mencakup tahap pengolahan, penimbunan di *tailing dam* dan pemanfaatan kembali *tailing* untuk keperluan lain. Pengelolaan merupakan kata kunci untuk yang mencakup pengertian manajerial dari awal hingga akhir proses. Pengelolaan ini dilakukan bertahap dan terencana.

4.4.1 IPAL Cikaret

IPAL Cikaret adalah Instalasi Pengolah Air Limbah UBPE Pongkor yang mengolah supernatan (larutan *overflow*) dari *tailing dam*. Supernatan ini akan dialirkan menuju IPAL yang terdiri atas 16 bak *polishing tanks* berupa kolam bersekat-sekat dengan kemiringan 1-2% dan berkapasitas 1150 m³. Di tanki ini supernatan ditambahkan dengan koagulan dan agulan agar menurunkan konsentrasi *suspended solid*. Sedangkan untuk mengantisipasi apabila terjadi konsentrasi sianida berlebih, ditambahkan Hidrogen Peroksida (H₂O₂).

Dari *polishing pond* ini konsentrasi sianida diharapkan sudah di bawah 0,5 ppm (biasanya konsentrasi harian berada di bawah 0,1 ppm). *Overflow* ini dialirkan menuju

decant pond berkapasitas 2021 m³ untuk dijernihkan kembali agar air yang dialirkan ke sungai Cikaniki lebih jernih. Namun hanya sekitar 1/3 saja yang dialirkan ke sungai Cikaniki, karena duapertiga *overflow* di *decant pond* ini akan dikembalikan dengan pompa sebagai air proses untuk kebutuhan internal pabrik.

4.4.2 Penanganan Sedimen

Lapisan sedimen terbentuk setelah air limbah yang telah digunpalkan mengendap partikel padatnya sementara supernatan-nya dilepaskan ke sungai sikaniki. Sedimen hasil pengolahan air limbah dilakukan dengan mengeruk lumpur di *polishing pond* dan *decant pond* dengan *back hoe*. Lumpur ini lalu dikembalikan ke *tailing dam*. Aktivitas ini dilakukan kontinyu untuk menjaga kapasitas IPAL sehingga IPAL terus dapat menerima dan mengolah *over flow* dari *tailing dam*.

4.5 Pemanfaatan Tailing

Pemanfaatan kembali *tailing* adalah untuk mengurangi jumlah *tailing* yang dibuang di *tailing dam* dengan memanfaatkannya untuk berbagai keperluan. Tetapi pemanfaatan *tailing* ini juga harus mampu meminimalkan dampak operasi terhadap lingkungan sekitar serta menghidupkan kembali lahan yang telah terkena dampak termasuk dampak yang akan diterima manusia.

Proses pemanfaatan kembali *tailing* ini juga merupakan suatu usaha untuk minimisasi potensi kerusakan lingkungan. Proses pemanfaatan *tailing* yang dilakukan dan usulan pemanfaatan lain yang dapat dilakukan adalah:

4.5.1 Backfilling Process

Backfilling adalah proses pengisian kembali rongga di *stope* tambang yang telah diambil batuan bijihnya, dengan material *filling* yang berasal dari *tailing*. *Tailing* ini digunakan sebagai lantai kerja sekaligus sebagai penyangga batuan di sekelilingnya agar tidak mudah runtuh. Pada saat ini prosedur yang umum digunakan adalah *tailing* ukuran kasar (ukuran harus dipisahkan dan di buang ke *tailing dam*) ditambah *portland cement* untuk mempercepat *curing time* dan mengkita antar partikel *tailing*. Adanya tuntutan produksi dan peralatan yang semakin besar sehingga kondisi yang

ada tidak dapat mengakomodasi kebutuhan lapangan serta adanya keterbatasan dari *tailing dam* untuk menampung *fine materials*. Untuk itu perlu dilakukan penambahan *additive* SGB 1303 dengan persentase yang sangat kecil tetapi dapat memperpendek *curing time*, mempermudah *flow* dan meningkatkan daya dukung.

Total backfill merupakan upaya mengembalikan tailing ke ruang kerja bawah tanah. Untuk itu di masa yang akan datang semua tambang bawah tanah diwajibkan mengembalikan sebanyak mungkin buangan tambang (*waste rock* dan *tailing*) ke ruang tambang bawah tanah. Dengan melakukan pengembalian kembali buangan tambang ke dalam tanah akan mengurangi biaya rehabilitasi pada masa *post mine closure* dan *capital cost* untuk penyimpanan tailing. Gambar di bawah ini menunjukkan *stope* yang telah diisi dengan material *backfilling*, beberapa jam setelah pengisian.



Gambar 15 Lantai yang Telah di *Backfilling* dan Kondisi Material *Backfilling*

Material untuk proses *filling* ini diambil dari *backfill silo* yang ditambahkan dengan zat aditif. Zat aditif yang ditambahkan adalah SGB1303 untuk megencerkan sehingga *tailing* bisa lebih menyebar secara merata di lantai *stope* dan tidak menyumbat pompa (*choking*). Penambahan ini juga untuk mempercepat proses *curing time* sehingga lantai bisa lebih cepat kering.

4.5.1.1 Analisis Kadar Logam dalam Backfilling

Material yang akan dijadikan umpan untuk *backfilling* proses adalah *tailing* ukuran kasar yang disimpan dalam *backfill* silo. Jadi untuk menganalisis konsentrasi logam dalam material *filling* diambil dengan sampel dari *backfill silo*. Sampel yang diambil adalah sampel dari *backfill silo* tiga hari berturut-turut pada jam 10-12 siang (pada saat dilakukan *filling* ke *silo*). Proses *backfilling* sendiri dilakukan tergantung kesesuaian dan kesiapan di dalam tambang atau ketika *backfill silo* sudah penuh.

Dari analisis material *backfilling* yang dilakukan di laboratorium UBPE Pongkor dipisahkan antara sample padat dengan sampel larutan. Sampel padat adalah sampel dari *backfill silo* yang tertahan di kertas saring. Sampel ini kemudian dikeringkan dan dilarutkan dengan aquaregia. Terakhir di ukur konsentrasi logamnya dengan AAS.

Sedangkan sample air yang terlewat dari kertas saring *Whatmann* No. 42 ditampung di dalam gelas ukur. Kemudian diukur konsentrasinya logam yang ada dengan AAS juga. Hasil pengukuran konsentrasi logam untuk material *backfill* ini baik untuk sampel larutan maupun sampel padatan selengkapnya ditunjukkan pada Tabel 11 dan 12 berikut ini:

Tabel 11 Hasil Pengukuran Material *Backfill Silo* dengan AAS (Larutan)

No	Kode Sample	Parameter (mg/L)							Ket
		pH	Mn	Fe	Pb	Cd	Zn	Cu	
1	<i>Backfill</i> Cyclone H ₁	8,46	1,69	1,84	*	0,008	0,03	0,07	Hari 1, jam 09.00
2	<i>Backfill</i> Cyclone H ₂	8,52	0,97	1,04	0,01	0,009	0,18	0,92	Hari 2, jam 09.00
3	<i>Backfill</i> Cyclone H ₃	8,23	0,13	0,28	0,01	0,007	0,04	0,19	Hari 3, jam 09.00
Rata-rata		8.40	0.93	1.05	0.01	0.008	0.08	0.39	
NAB Kepmen LH No. 202/2004		6-9	-	-	1	0,1	5	2	

*: konsentrasi berada di bawah Nilai Batas Pengukuran Instrumen (0,01 mg/L)

Tabel 12 Hasil Pengukuran Material *Backfill* Silo dengan AAS (Padatan)

No	Kode Sample	Parameter (ppm)							Ket
		pH	Mn	Fe	Pb	Cd	Zn	Cu	
1	<i>Backfill</i> Cyclone H ₁	8,46	5,77	66,02	0,31	0,01	0,37	0,24	Hari 1, jam 09.00
2	<i>Backfill</i> Cyclone H ₂	8,52	6,19	65,89	0,30	*	0,41	0,24	Hari 2, jam 09.00
3	<i>Backfill</i> Cyclone H ₃	8,23	4,70	55,00	0,12	*	0,41	0,19	Hari 3, jam 09.00
Rata-rata		8.40	5.55	62.30	0.24	0.01	0.40	0.22	
NAB Kepmen LH No. 202/2004		6-9	-	-	1	0,1	5	2	

*: konsentrasi berada di bawah Nilai Batas Pengukuran Instrumen (0,01 mg/L)

Sampel yang telah dianalisis menunjukkan konsentrasi logam di dalam *backfill silo* baik untuk sampel padatan maupun larutan, keduanya diketahui berada di bawah Nilai Ambang Batas baik untuk nilai keasaman, konsentrasi timah hitam, ladmium, seng dan tembaga. Untuk mangan dan besi, tidak tercantum dalam Kepmen LH No. 202/2004.

Rendahnya konsentrasi logam yang tersisa di dalam *backfill cyclone* karena sebagian masa logam tersebut ikut terlindi dan terserap dalam karbon aktif. Selanjutnya logam ini ikut masuk ke proses *elektrowinning* dan menjadi produk sampingan *dore bullion*. Efektifitas proses pengolahan termasuk detoksifikasi telah menurunkan konsentrasi logam yang tersisa di dalam tailing.

4.5.1.2 Volume Penggunaan *Backfilling*

Perkiraan awal manajemen UBPE Pongkor, volume *tailing* yang digunakan untuk proses pengisian kembali ke dalam tambang adalah 60% dari jumlah *tailing* yang dikeluarkan dari pengolahan. Ini disesuaikan dengan pembuatan *tailing dam* sehingga volume *tailing dam* dapat diisi selama 20 tahun. Namun dalam kenyataannya, karena peningkatan produksi dan penggunaan *backfilling* yang kurang dari 60%, volume di *tailing dam* semakin meningkat.

Tabel 13 Distribusi Material *Backfilling* 2007

BULAN	TAILING		MATERIAL KE <i>STOPE</i> (dmt)	TOTAL
	<i>TAILING DAM</i> (dmt)	<i>DAM</i> FATMAWATI (dmt)		
Januari	14,259	4,085	13,365	31,709
Februari	12,442	4,796	10,415	27,653
Maret	12,739	6,145	10,092	28,976
April	784	2,272	8,448	11,504
Mei	10,675	6,329	13,311	30,315
Juni	12,654	7,215	10,197	30,066
Juli	10,691	9,939	7,197	27,827
Agustus	8,810	14,157	5,310	28,277
September	4,269	11,559	7,752	23,580
Oktober	692	4,220	18,814	23,726
Nopember	2,265	9,536	13,277	25,078
Desember	6,464	9,274	17,811	33,549
JUMLAH TAHUN 2007	96,744	89,527	135,989	322,260

Sumber: Laporan Tahunan Unit Lingkungan UBPE Pongkor

Pemanfaatan kembali *tailing* untuk *backfilling* di UBPE Pongkor masih belum sesuai dengan target awal yaitu 60% atau sekitar 193.356 dmt dari seluruh *tailing* yang dihasilkan. Selama tahun 2007, diketahui bahwa pemanfaatan untuk *backfilling* hanya mencapai sekitar 70,33% (135.989 dmt) saja. Dengan berkurangnya *tailing* yang dimanfaatkan untuk *backfilling* maka akan menambah volume *tailing* yang dibuang ke dalam *tailing dam*.

4.5.1.3 Keefektifan *Backfilling*

Sampai saat ini, pemanfaatan kembali *tailing* untuk material *backfilling* ini dianggap sebagai proses paling efektif untuk mengurangi jumlah *tailing* yang dibuang ke permukaan. Dianggap efektif karena jumlah yang mampu dikembalikan ke dalam tambang cukup besar dan mampu dikomplemekan dengan berbagai metode penyanggaan yang digunakan dalam penambangan seperti *cribbing*, *three piece setting* maupun *wire mesh*.

Backfilling ini juga mampu memberi kekuatan pada dinding *stope* sehingga bisa berfungsi sebagai penyangga (*pillar*) tambahan. Meskipun begitu, kekuatan penyanggaan ini juga tergantung dari jenis material insitu yang digunakan.

Diantara metode pemanfaatan *tailing* lainnya, *backfilling* adalah proses yang mampu mengurangi jumlah *tailing* lebih besar. Meskipun target penggunaan *backfilling* ini sebanyak 60% atau sekitar 193.356 dmt, baru tercapai sebesar 70,33% atau sebanyak 135.989 di tahun 2007. Banyak kendala yang dihadapi mulai dari kesesuaian dengan *front* penambangan, sering tersumbatnya pompa hingga peningkatan produksi.

4.5.1.4 Pengaruh *Backfilling* terhadap Pekerja

Backfilling sebagai aktivitas *in charge tailing* ke dalam *stope* tambang memiliki beberapa potensi dampak yang berbahaya. Dampak tersebut antara lain;

a. Dampak terhadap pekerja

Pekerja di dalam tambang bawah tanah adalah kelompok yang rentan terhadap zat yang terkandung dalam *filling material*. Zat tersebut adalah konsentrasi logam dan sianida yang tersisa. Konsentrasi logam ini dapat terlindi atau terlepas jika terkena air dalam waktu lama. Untuk sianida, jika terbentuk suatu kondisi lingkungan yang memungkinkan sianida ini terlepas ke udara (biasanya pada kondisi asam) maka ini dapat mengganggu pekerja yang ada di dalam tambang.

Biasanya karyawan UBPE Pongkor bekerja selama 8 jam di dalam *stope* dan rentan terpajan. Untuk mencegah hal ini, selalu diusahakan konsentrasi sianida yang tersisa di dalam material *filling* berada di bawah NAB (NAB 0,5 ppm) dan kondisi

keasaman dijaga pada nilai 6-9 sehingga tidak terjadi potensi pembentukan sianida bebas ke udara.

Hasil pengukuran tingkat keasaman di *backfill silo* menunjukkan rata-rata pH *material backfilling* adalah 8,4. artinya masih pada kondisi normal. Rata-rata konsentrasi sianida di *backfill silo* adalah 0,2 ppm. Jadi pada kondisi sekarang ini, *material filling* relatif aman untuk digunakan sebagai *filling*.

b. Dampak terhadap air tanah

Di dalam lokasi tambang sering kali ditemukan adanya genangan air yang ditimbulkan dari air tanah. Biasanya air yang tergenang ini langsung diawaairkan (dipompa ke permukaan). Hal ini bertujuan untuk memberikan lokasi kerja yang kering karena genangan air mengganggu aktivitas kerja terutama bagi alat bor dan juga memperlama pengeringan *material filling*.

Lokasi *stope* tambang UBPE Pongkor berlokasi di daerah khusus yang jauh dari daerah pemukiman penduduk juga jauh dari lokasi mata air yang dimanfaatkan oleh masyarakat sehingga potensi tercemarnya air tanah oleh *material filling* bisa dihindari. Untuk memperkuat pernyataan ini, kondisi *material filling* juga harus diyakinkan berada di bawah NAB sehingga aman bagi lingkungan sekitarnya.

4.5.2 Batako

Batako yang dihasilkan dari proses pemanfaatan kembali *tailing* Pongkor ini masih digunakan untuk keperluan internal perusahaan. Batako merupakan campuran dari berbagai agregat (pasir atau *tailing*) dengan bahan perekat yang biasa digunakan yaitu semen. *Tailing* yang diambil untuk pembuatan batako ini padatan dari *tailing dam* yang kemudian dikurangi kadar airnya dan dicampur dengan agregat. Untuk beberapa hal, pada batako sering ditambahkan bahan aditif seperti polimer.

Batako ini harus aman untuk digunakan termasuk konsentrasi logam yang tersisa dan berpotensi terlepas jika terkena air atau larutan asam. Untuk mengetahui keamanan batako ini didasarkan pada uji TCLP. Jika dari uji TCLP menyatakan *tailing* aman, maka batako ini juga dapat dikategorikan aman untuk digunakan sebagai bahan bangunan.

4.5.2.1 Analisa Kadar Logam dalam Batako

Dari hasil analisa sampel batako baik dari hari pertama hingga hari ketiga diketahui konsentrasi logam dalam batako nilainya rendah. Beberapa unsur logam yang terdapat di dalam batako adalah timah hitam (Pb), tembaga (Cu), Mangan (Mn) seng (Zn) dan besi (Fe) sementara kadmium (Cd) berada pada konsentrasi sangat rendah (*trace*). Hasil analisis sampel batako ditunjukkan pada tabel berikut ini:

Tabel 14 Hasil Analisis Sample Batako UBPE Pongkor

No	Jenis	Parameter Logam (ppm)					
		Pb	Cu	Mn	Zn	Fe	Cd
1	Batako H1	0,01	0,16	2,41	0,46	50,32	0,005
2	Batako H2	0,08	0,13	2,40	0,22	47,12	0,001
3	Batako H3	0,05	0,12	2,09	0,27	45,78	*
	Rata-rata	0.04	0.87	2.30	0,32	47.74	0.003

*: konsentrasi berada di bawah Nilai Batas Pengukuran Instrumen (0,01 mg/L)

Dari data tabel diatas dapat diketahui logam tertinggi yang terdapat di dalam batako yang terbuat dari *tailing* ini adalah besi (Fe). Hal ini karena secara alamiah, mineral pembawa emas yang terdapat di UBPE Pongkor memang mengandung besi dalam jumlah cukup tinggi. Hanya logam besi dan mangan yang hadir dalam nilai konsentrasi diatas 1 mg/L, sedangkan konsentrasi logam lainnya berada pada nilai di bawa 1 ppm. bahkan untuk Cd dan Pb, nilai konsentrasinya mendekati *trace* (<0,01 mg/L). Asumsi *trace* ini lebih didasarkan pada kemampuan pengukuran instrumen hanya pada nilai 0,01 mg/L sehingga konsentrasi di bawah nilai ini dianggap *trace*.

Konsentrasi logam yang rendah jika dibandingkan dengan baku mutu (PP RI N0. 18 tahun 1999 Jo PP No. 85 tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah B3) ini

memungkinkan pemanfaatan *tailing* untuk digunakan sebagai batako. dari PP ini dengan Kode Limbah D210 dijelaskan bahwa slude dari IPAL Tambang berpotensi menjadi sumber pencemar dengan pencemar utama adalah logam berat terutama Arsen, Timah Hitam, Kadmium, Seng dan Torium. Konsentrasi maksimum yang diizinkan dari Baku Mutu ini adalah As sebesar 0,2 mg/L, Cd sebesar 0,05 mg/L, 2,5 ,g/L untuk Pb dan 2,5 mg/L untuk Zn. Dibawah ini adalah gambar batako yang dihasilkan dari UBPE Pongkor serta proses pengeringannya.



Gambar 16 Batako yang Dihasilkan *Tailing* dan Pengeringan Alaminya

4.5.2.2 Kekuatan dan Kelemahan Batako dari Tailing

Kualitas batako yang dihasilkan dari *tailing* ini dipengaruhi oleh banyak faktor, mulai dari komposisi bahan baku hingga proses pengeringan yang dilakukan. Sampai saat ini, proses pengeringan hanya dilakukan manual ketika hari sedang tidak hujan. Secara teknis batako UBPE Pongkor ini masih terkendala oleh beberapa indikator sehingga pemanfaatannya belum optimal. Kendala tersebut antara lain:

4.5.2.2.1 Kekuatan Batako

Batako dari Pongkor ini cenderung tidak terlalu kuat. Dari uji kuat tekan yang dilakukan diketahui bahwa kuat tekan minimal yang distandarkan oleh SNI adalah sebesar 240 kg/cm², sedangkan batako dari Pongkor ini hanya memiliki kuat tekan sebesar 130 kg/cm². Kekuatan batako yang masih kurang ini yang menjadi kendala untuk dapat dimanfaatkan secara komersial.

Kendala ini disebabkan karena ukuran partikel *tailing* dan semen yang terlalu halus sehingga tingkat kerekatannya jadi berkurang. Seperti yang disebutkan bahwa *tailing* yang halus ditempatkan ke dalam *tailing dam* sementara yang berukuran kasar akan dikirimkan ke *backfill dam*. *Tailing* yang berukuran halus inilah yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan batako.

Untuk memperkuat batako ini, lebih baik jika komposisi bahan baku ditambahkan pasir sehingga komposisinya menjadi semen : pasir : *tailing* dengan perbandingan 1 : 1 : 5. Struktur pasir yang relatif kasar ini diharapkan mampu memperkuat ikatan antar partikel *tailing* dengan semennya sehingga kekuatan batako juga meningkat. Namun untuk mengetahui lebih tepat mengenai tingkat kekuatan yang dihasilkan dari komposisi bahan baku ini perlu dilakukan uji komposisi dan tekan lebih lanjut di laboratorium teknik sipil.

Yang perlu diperhatikan dari pencampuran bahan baku batako dengan pasir ini adalah pasir tersebut harus memenuhi kriteria bersih dari unsur tanah liat, tanaman dan bahan organik lainnya serta yang terpenting berasal dari sumber yang tidak merusak lingkungan. Biasanya pasir didapat dari beberapa sumber seperti:

- a. Pasir galian adalah pasir galian dihasilkan dari aktivitas penggalian hancuran batuan vulkanik seperti penggalian pasir di daerah sekitar gunung.
- b. Pasir laut, pasir laut tidak cocok digunakan untuk adukan batako semen-pasir, karena mengandung garam yang menarik dan menyerap kelembaban.
- c. Pasir sungai

Pasir sungai didapat dari sungai yang telah mendangkal kemudian pasirnya diambil dan dikeringkan. Pasir ini banyak digunakan untuk pembuatan bangunan tetapi cara pengambilan yang konvensional ini cenderung mengakibatkan kerusakan lingkungan.

- d. Pasir yang dihancurkan

Umumnya pasir diambil dari sungai yang didangkalkan kemudian digali pasirnya. Perlakuan inilah yang tidak diharapkan, karena umumnya penggalian pasir seperti ini akan meninggalkan kerusakan lingkungan yang cukup besar. Pada akhirnya banyak

tercipta lubang hasil penggalian dan terkadang menimbulkan korban akibat longsornya dinding penggalian.

Ini adalah salah satu kendala sekaligus tantangan yang dihadapi oleh UBPE Pongkor dalam usaha untuk memanfaatkan *tailing* sebagai batako. Di daerah sekitar UBPE Pongkor tidak diketemukan sumber pasir yang memadai sehingga UBPE Pongkor lebih memilih tidak menggunakan pasir. Selain itu penambahan pasir ini juga bisa mengurangi jumlah *tailing* yang dimanfaatkan untuk pembuatan batako.

4.5.2.2.2 Berat Batako

Batako yang dihasilkan oleh UBPE Pongkor ini memiliki berat sekitar 7 kilogram per batakonya. Berat ini adalah campuran dari komposisi 6 kilogram bagian *tailing* dengan 1 kilogram bagian semen. Berat batako umum adalah sekitar 2 kilogram per buahnya. Berat batako ini menjadi kendala saat transportasi, batako ini tidak dapat ditransportasikan dalam jumlah banyak karena keterbatasan transportasi.

4.5.2.3 Uji Teknis Sipil Batako (Komposisi dan Campuran Material)

Uji teknis sipil untuk batako ini dilakukan di laboratorium bahan untuk dapat mengetahui kekuatan batako yang akan diuji. Uji teknis sipil ini antara lain:

a. Uji Struktur

Batako ketika patah seharusnya mempunyai struktur yang homogen, padat dan bebas dari lubang, retak, celah, gelembung udara, gumpalan, kerikil dan batu dan partikel kapur dan lain-lain. Di dalam batako dapat saja terdapat kerikil kecil, batu, atau partikel kapur, tetapi harus merata keseluruh batako, tidak hanya terletak pada satu bagian batako.

b. Uji Bentuk dan Ukuran

Batako seharusnya berbentuk persegi panjang dengan pinggiran yang lurus dan tajam. Batako mempunyai ukuran yang sama dan tidak rusak dibagian sudut atau tepinya.

c. Uji Jatuh

Batako seharusnya tidak patah ketika dijatuhkan pada tanah yang keras dari

ketinggian sekitar 1 meter.

d. Uji Gores

Batako dengan waktu pengeringan yang baik memiliki permukaan yang cukup keras sehingga kuku tidak dapat menggoresnya.

4.5.2.4 Volume Pemanfaatan *Tailing* sebagai Batako

Volume *tailing* yang dapat dimanfaatkan untuk pembuatan batako ini masih terbatas karena untuk pembuatan batako ini belum mampu dilakukan dengan skala yang lebih besar. Selama tahun 2007, jumlah *tailing* yang dimanfaatkan untuk pembuatan batako hanya mencapai 2.545 m³ atau hanya sekitar 1,8% dari total *tailing* yang dibuang.

Batako dari *tailing* inipun hanya dipergunakan terbatas untuk keperluan internal perusahaan. Seperti renovasi dan pembuatan bangunan, peninggian dinding *tailing dam* dan lokasi persemaian. Jumlah batako dan volume *tailing* yang dimanfaatkan selama tahun 2007 selengkapnya ditunjukkan oleh tabel berikut:

Tabel 15 Pemanfaatan *Tailing* untuk Pembuatan Batako tahun 2007

Bulan	Vol (M ³)	Jumlah batako		Keterangan
		Dihasilkan	Dikeluarkan	
Januari	113	1.900	500	Untuk persemaian pltd,
Februari	47	796	1.200	Untuk taman pengolahan
Maret	216	3.698	10.009	Untuk taman pengolahan, Septic tank sipil, Lining , Bak II fatmawati, Div. Brantas
April	193	3.828	1.340	Untuk taman dan pagar pengolahan
Mei	235	3.702	100	Untuk taman pengolahan

Tabel 15 Pemanfaatan *Tailing* untuk Pembuatan Batako tahun 2007 (lanjutan)

Bulan	Vol (M ³)	Jumlah batako		Keterangan
		Dihasilkan	Dikeluarkan	
Juni	263	4.032	2000	Untuk Peninggian lining Bak II Fatmawati
Juli	272	4.212	1300	Untuk Pembuatan bak di Cikaret &, Tpt pyimpanan peralatan (bengkel umum)
Agustus	286	4.292	74	Untuk Dasar Tangki air di incinerator, Dan Gudang arsip di ADMIN
September	226	3.531	400	Untuk Gudang di Pabrik
Oktober	188	3.076	0	-
November	277	4.246	1.994	Untuk penyekatan ruang matalurgi, bengkel alat berat & taman di CKR
Desember	230	3.730	1.200	Untuk Bangunan Limbah B3, taman conv
Total	2.545	41.043	20.117	Sisa batako 20.298

Tabel 16 Pemanfaatan *Tailing* untuk Pembuatan Batako tahun 2008

Bulan	Vol (M ³)	Jumlah batako		Keterangan
		Dihasilkan	Dikeluarkan	
				Sisa tahun 2007 20.298
Januari	201	3.445	200	Taman di IPAL Cikaret
Februari	165	3.036	1.760	Taman dan Musholla di Bengkel
Maret	161	2.906	1.050	Insenerator, peninggian bundwall pabrik, dan taman
Total	527	9.387	3.010	Sisa Batako 27.303

Sumber: Laporan Unit Lingkungan UBPE Pongkor



Gambar 17 Gedung Pengolahan yang Dibangun dari Batako Tailing

4.5.2.5 Potensi Pemanfaatan secara Komersial

Batako dari *tailing* ini dapat dimanfaatkan secara komersial apabila telah memenuhi berbagai baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah, dalam hal ini Kementerian Lingkungan Hidup dan Standar Nasional Indonesia. Apabila batako ini telah mendapat izin untuk dipergunakan secara komersial, akan ada benefit yang diperkirakan dihasilkan dari usaha ini.

Antam UBPE Pongkor dapat bersama masyarakat untuk memanfaatkan *tailing* sebagai batako ini sebagai mitra binaan. Ini juga sebagai suatu usaha implementasi community development perusahaan. Ada nilai tambah jika pembuatan batako dari *tailing* ini bisa dimanfaatkan secara komersial. Berikut ini adalah perkiraan biaya dan profit yang mungkin didapat jika batako ini diusahakan secara komersial:

Campuran material sebagai contoh berikut adalah menggunakan perbandingan **1:6** (1 takaran semen : 6 takaran tailing). Satu sak semen ukuran 40 kg, sehingga dibutuhkan sekitar 240 kg *tailing* yang dapat menghasilkan sejumlah 22 buah batako berukuran 30

cm x 15 cm x 15 cm

Biaya:

a) 1 sak semen	Rp 40.000.00
b) Gaji pekerja Rp. 700 / batako (1 orang pekerja)	Rp 15.400.00
Total Biaya Produksi	Rp 55.400.00
Biaya produksi per batako	Rp 2.518.00
Biaya Penjualan per batako + 20% profit	Rp 3.018.00

Biaya Produksi setiap batako Rp 2.518,- dan penjualan adalah biaya produksi ditambah dengan + 20% keuntungan yaitu Rp 500,- sehingga harga penjualan untuk 1 batako dari *tailing* sejumlah Rp 3.018 atau dibulatkan menjadi Rp 3.000.

Ini adalah asumsi perhitungan dengan tidak memasukkan beberapa bahan dan unsur yang mudah didapat di daerah UBPE Pongkor yaitu air karena ketersediaan air cukup melimpah disana. Selain itu, perhitungan ini juga tidak memasukkan biaya pembelian alat cetak batako dan alat-alat tukang (cangkul dan sekop) karena masyarakat disana umumnya telah memiliki alat-alat pertukangan.

Perhitungan diatas juga diasumsikan bahwa satu hari hanya dapat menyelesaikan 22 buah batako dengan satu pekerja. Kenyataannya, pembuatan batako dari *tailing* di UBPE Pongkor dapat menyelesaikan ± 120 buah batako tiap harinya atau berhasil memanfaatkan $1,3 \text{ m}^3$ *tailing* dengan pekerja sebanyak 3 orang.

Nilai ini memang masih belum cukup besar jika dibandingkan dengan volume *tailing* yang dibuang UBPE Pongkor tiap harinya yang dapat mencapai 3.500 m^3 , tetapi angka ini akan bernilai jika dilakukan dalam frekuensi lebih banyak.

4.5.2.6 Batako dari *Tailing* dan Penyediaan Kebutuhan Lokal

Peneliti memposisikan pembuatan batako dari *tailing* ini sebagai usaha pemanfaatan yang potensial karena memberikan *economic benefit* dan nilai tambah untuk masa mendatang. Ini terlihat dari hasil perkiraan keuntungan ekonomi pembuatan batako dan terserapnya tenaga kerja.

Pemanfaatan *tailing* sebagai batako ini bisa mengurangi sumberdaya yang digunakan dalam pembuatan batako konvensional. Apabila batako konvensional dibuat dari lempung dan pasir yang diambil dari sungai, maka ini adalah aktivitas yang menurunkan fungsi lingkungan. Dengan menggunakan batako dari *tailing* sebagai material komplementer, maka aktivitas degradasi lingkungan ini dapat dikurangi.

Pembuatan batako dari *tailing* dan penggunaan di masyarakat memberi manfaat positif bagi keduanya. UBPE Pongkor sendiri akan terbantu jika *tailing*-nya bisa dimanfaatkan sedangkan masyarakat akan mendapatkan bahan baku pembuatan batako secara cuma-cuma. Ini akan menimbulkan kemitraan yang dapat memperkuat citra UBPE Pongkor di masyarakat. Untuk memperkuat kemitraan ini, pembuatan batako ini sebaiknya diintegrasikan dalam program CSR (*Corporate Social Responsibility*) perusahaan. Alur yang dapat dijelaskan dari penyediaan kebutuhan batako ini dijelaskan pada lampiran 10.

4.5.3 Media Reklamasi

Limbah *slurry* merupakan hasil pada proses penambangan emas. *Tailing* ini mengandung beberapa unsur seperti Pb, Cu dan Fe dalam konsentrasi tertentu. Karena jumlah massanya besar dan diendapkan di *tailing dam*, maka lumpur ini akan menjadi polutan jika tidak dikelola secara benar dan bisa menjadi lebih serius secara ekonomi. Karena tingginya volume *tailing* dari proses produksi, maka suatu ketika, kapasitas tampung *tailing dam* ini akan terlampaui sehingga akan diperlukan dam-dam baru sebagai tempat penampungan *tailing*.

Ada luasan lahan yang terganggu sebagai akibat adanya aktivitas penambangan di UBPE Pongkor. Dengan tujuan untuk mengembalikan fungsi ekosistem, UBPE Pongkormulai melakukan usaha untuk memperbaiki kondisi tersebut dengan melakukan proses reklamasi. Proses reklamasi ini pada tahapan awal dilakukan dengan perbaikan (*amelioration*) yaitu untuk memberikan kondisi kesuburan tanah terutama di daerah sekitar lokasi *tailing dam*.

Bagian *tailing* yang diambil adalah *tailing* yang dekat dengan bagian hulu atau dekat

lokasi pengucuran tailing. *Slurry* ini diambil dengan *excavator long arm*, kemudian dikeringkan di pinggir stockpile. Padatan inilah yang dijadikan campuran untuk media reklamasi. Proses pengambilan ditunjukkan oleh gambar berikut:



Gambar 18 Proses Pengangkutan *Tailing* untuk Reklamasi

Permukaan tanah di lokasi pembuangan *tailing dam* ini awalnya adalah daerah yang tidak subur karena permukaan tanahnya didominasi oleh tanah liat merah. kemudian untuk meningkatkan kesuburan tanah sekaligus memanfaatkan *tailing* yang ada, *tailing* digunakan sebagai media tanam. Penggunaan *tailing* ini dilakukan dengan menutupi lokasi eks penambangan dengan campuran *tailing* dan pupuk kandang dengan perbandingan 1 : 1. Penambahan pupuk kandang ini dimaksudkan untuk memberikan nutrisi bagi tanah sehingga tingkat kesuburan lebih baik.

Untuk proses reklamasi awal, UBPE Pongkor mencampur *tailing* dengan pupuk kandang dan arang aktif. Tujuan penambahan arang adalah untuk memberikan unsur hara bagi tanah. Proses reklamasi sendiri dimulai pada tahun 1998 di beberapa lokasi sekitar *tailing dam* yang merupakan lahan kritis.

Kemudian di lokasi ini ditanami dengan tanaman keras yaitu rasamala, *Gmelina arborea*, sengon, jenjing, mahoni, meranti, surten, pinus, mangium, kayu manis, sonobrits, bambu, kiputri, jabon, pulai dan *Eucalyptus pellita*. Tanaman ini dipilih karena kesesuaian untuk hidup di kondisi sekitar *tailing dam* dan merupakan tanaman keras sehingga bisa mempertahankan kekuatan tanah terhadap erosi. Proses penggunaan *tailing* sebagai media reklamasi ditunjukkan oleh gambar berikut ini:



Sumber: Laporan Unit Lingkungan UBPE Pongkor

Gambar 19 Pemanfaatan *Tailing* untuk Reklamasi

4.5.3.1 Kadar Logam dalam *Tailing* untuk Reklamasi

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, bahwa *tailing* ini masih mengandung beberapa jenis logam dalam konsentrasi tertentu. Untuk itu pemanfaatan *tailing* sebagai media reklamasi juga perlu melakukan analisis terhadap kandungan unsur logam yang ada di dalam *tailing*. Selain itu juga potensi penyerapan kandungan logam oleh tanaman, karena ada kemungkinan materi anorganik tersebut terserap oleh tanaman.

Secara umum *tailing* yang digunakan untuk media reklamasi diambil langsung dari lokasi *tailing dam* sehingga komposisinya bisa dianggap sama dengan sampel *tailing*

yang diambil dari *tailing* dam. Komposisi pemanfaatan *tailing* dan konsentrasi logam yang ada di dalam *tailing* untuk media reklamasi ini tertera pada tabel berikut:

Tabel 17 Hasil Analisis Logam Berat pada Tanaman *Gmelina* berumur 3 Tahun di Lahan Reklamasi *Tailing*

Analisis	Media Tanam					
	Tailing	Tailing: Kascing 1:1	Tailing: kascing 3:1	Tailing: ar aktif 3:1	Kompos kascing	Arang aktif
C, %	0,06	1,81	1,13	0,22	19,13	3,90
N, %	0,01	0,2	0,09	0,02	1,45	0,15
Fe, ppm	13,47	16,26	16,62	15,26	19,96	-
Zn, ppm	6,17	11,43	6,61	8,24	9,30	-
Pb, ppm	10,2	7,5	9,5	15,0	0,4	-
Cu, ppm	2,0	1,2	0,8	1,3	1,6	-

Sumber: Laporan Unit Lingkungan UBPE Pongkor

4.5.3.2 Komposisi *Tailing* untuk Reklamasi

Untuk mengoptimalkan pemanfaatan *tailing* sebagai lahan reklamasi, ada beberapa komposisi media tanam yang dilakukan Pongkor. Variasi komposisi ini untuk dapat mengetahui potensi penyerapan konsentrasi logam di tiap varian komposisi serta mengetahui komposisi mana yang paling menguntungkan dan sesuai dengan jenis tanaman yang akan dikembangbiakan. Perbandingan penggunaan *tailing* dalam komposisi adalah *tailing* : pupuk kandang : arang aktif (1 : 1 : 1) dan *tailing* : pupuk kandang (1 : 1).

4.5.3.3 Potensi Penyerapan Konsentrasi Logam oleh Tanaman

Limbah *tailing* merupakan salah satu limbah yang dihasilkan dari penambangan emas. Oleh karena tingginya konsentrasi beberapa logam seperti Pb, Cu dan Fe, serta jumlah massanya yang sangat besar sehingga diendapkan di *tailing* dam, *tailing* ini berpotensi menjadi polutan. Harus dilakukan usaha untuk menekan jumlah konsentrasi logam dalam *tailing* sekaligus bisa mengurangi volume *tailing* yang terbuang.

Tailing ini dimanfaatkan sebagai media reklamasi dengan campuran arang aktif dan pupuk kandang sehingga dapat menaikkan keasaman tanah lahan kritis (biasanya memiliki pH skitar 4-5). Usaha ini juga untuk menghilangkan sifat kimia yang mengandung zat toksik. Dengan memperbaiki kondisi tanah ini, memungkinkan tanaman hidup lebih baik karena bisa bersimbiosis dengan tanaman lainnya (ektomikrohirza dan endomikrohirza).

Pencampuran *tailing* dengan arang aktif, pupuk kandang dan proses simbiosis organisme ini memungkinkan penyerapan logam oleh tanaman bisa dikurangi. Terutama untuk logam dengan konsentrasi tinggi seperti Fe dan Pb. Ada korelasi antara kandungan logam terserap oleh jaringan tanaman dengan kandungan logam yang adapada lahan tanaman itu tumbuh yang mengandung deposit logam tinggi.

Tabel 18 Potensi Penyerapan Unsur Logam Fe dan Pb oleh Tanaman *Gmelina* di Lahan Reklamasi Pongkor

Analisis	Serapan Hara Tanaman			
	Tailing	Tailing: camp pupuk 1:1	Tailing: camp pupuk 3:1	Tailing: ar. Aktif 3:1
Fe, mg/tanaman	2,17	18,90	23,25	0,81
Pb, mg/tanaman	0,02	0,11	0,24	0,01

Sumber: Laporan Unit Lingkungan UBPE Pongkor

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa campuran *tailing* dan pupuik dengan perbandingan 1 : 1 menghasilkan serapan Fe dan Pb masing-masing 18,90 mg/tanaman dan 0,11 mg/tanaman. Tetapi makin besar komposisi tailing, konsenentrasi serapan juga makin besar, sehingga untuk mengurangi penyerapan logam oleh

tanaman ini digunakan arang aktif. Dari campuran *tailing* dengan arang aktif hanya menghasilkan serapan Fe sebesar 0,81 mg/tanaman dan 0,01 mg/tanaman untuk Pb.

Secara umum morfologi atau penampakan luar tanaman yang tumbuh di hamparan tanah dengan konsentrasi deposit logam tinggi adalah sehat. Tidak ditemui gejala pertumbuhan terganggu baik pada daun (biasanya daun menguning jika mengalami kelainan penyerapan logam) atau bagian yang mati di permukaan tanah.

4.5.3.4 Volume Pemanfaatan *Tailing* untuk Reklamasi

Volume pemanfaatan *tailing* untuk reklamasi ini juga belum maksimal. Karena UBPE Pongkor harus menganalisis konsentrasi dan pertumbuhan tanaman reklamasi secara kontinyu. Karena penyerapan logam oleh tanaman berbeda di tiap unsur waktunya. Pemanfaatan *tailing* untuk reklamasi ini masih memerlukan waktu penelitian lama dan terintegrasi dengan bidang lainnya

Untuk mengukur penyerapan logam oleh akar saja, mesti dilakukan test pada tanaman berumur 1 atau 3 tahun. Kemudian uji morfologi dan perilaku ini berbeda untuk tiap individu reklamasi. Penyerapan oleh kayu afrika mungkin saja berbeda dengan morfologi sengon atau resamala. Berikut ini contoh tanaman *eucalyptus* hasil reklamasi dengan *tailing*:



Sumber: Unit Lingkungan UBPEP

Gambar 20 Pohon *Eucalyptus* Hasil Reklamasi Lahan Eks Tambang

4.5.3.5 Dampak Media Reklamasi terhadap Lingkungan

Tailing yang digunakan untuk media reklamasi ini di-treatment sedemikian agar dapat disesuaikan dengan vegetasi daerah tersebut. Awalnya daerah sekitar UBPE Pongkor banyak ditumbuhi tanaman Sengon. Dengan penggunaan media reklamasi ini, telah terjadi revegetasi lahan yang terganggu baik dengan tanaman endemik maupun tanaman baru. Dengan reklamasi, lahan yang terganggu dapat dipulihkan kembali. Tanaman baru yang sengaja ditumbuhkan di daerah vegetasi adalah *Gmelina pelitta*, kayu afrika dan sonokeling. Khusus kayu sonokeling, sengaja ditumbuhkan karena saat sudah dewasa, kayu ini dapat dimanfaatkan sebagai kayu log dan banyak digunakan masyarakat sebagai bahan bangunan.

4.5.4 Logam Berat dan Dampaknya

Di dalam *tailing*, masih terdapat konsentrasi tertentu beberapa logam dalam diantaranya Besi, Mangan, Seng, Kadmiun, Timah Hitam dan Tembaga. Beberapa logam ini potensial bersifat toksik terhadap manusia karena termasuk logam berat. Logam tersebut antara lain timah hitam (Pb), kadmium (Cd), tembaga (Cu) dan Zn.

4.5.4.1 Timah Hitam

Timah hitam atau timbal adalah logam lunak berwarna abu-abu keperakan yang umumnya terdapat dalam bentuk sulfida berupa mineral Galena (PbS) dan angelsit (PbSO₄). Unsur ini memiliki nomor atom 82 dengan berat atomnya 207,2. Terdapatnya logam ini umumnya berasosiasi dengan logam lain seperti perak, seng, *stibium* dan bismuth. Di Pongkor timah hitam terbentuk bersama seng dan perak.

Lokasi penambangan di Pongkor menyambung dengan penambangan emas di Cikotok dimana di Cikotok juga terdapat cadangan timah hitam dalam bentuk Galena yang cukup tinggi. Ketika sudah memasuki tahap penutupan tambang, masyarakat mulai beralih ke penambangan timah hitam. Cadangan ini mulai diusahakan oleh masyarakat sekitar dengan skala kecil.

Timah hitam banyak digunakan pada industri listrik sebagai bahan aktif pengaliran arus elektron. Biasanya digunakan untuk pembuatan batu baterai dan aki. Selain itu, dulu

Pb juga digunakan sebagai katalis pada bahan bakar minyak meskipun saat ini sudah dikurangi. Karena penggunaan untuk katalis di BBM, Pb banyak terdispersi ke dalam udara. Selain itu Pb juga bisa terdispersi ke dalam air karena adanya air buangan limbah pertambangan timah hitam dan limbah industri baterai.

Timbal adalah logam toksik yang bersifat kumulatif, sehingga mekanisme toksisitasnya dibedakan menurut organ yang dipengaruhi yaitu sebagai berikut:

1. Sistem haemopoietik: Pb menghambat system pembentukan hemoglobin sehingga menyebabkan anemia.
2. Sistem saraf pusat dan tepi: dapat menyebabkan gangguan *ensefalopati* dan gejala gangguan system saraf perifer.
3. Ginjal: dapat menyebabkan aminoasiduria, fosfaturia, glukosuria, nefropati, fibrosis dan atrofi glomerular.
4. Sistem gastro-intestinal: menyebabkan kolik dan konstipasi
5. Sistem kardiovaskuler: menyebabkan peningkatan permeabilitas pembuluh darah
6. Sistem reproduksi : dapat menyebabkan kematian janin waktu melahirkan pada wanita dan hipospermi dan teratospermia pada pria.
7. Sistem endokrin: mengakibatkan gangguan fungsi tiroid dan fungsi adrenal.

Keracunan Pb dapat terjadi karena senyawa logam ini masuk ke dalam tubuh melalui media makanan, minuman, udara dan selaput kulit. Sebagian besar Pb yang terhirup dari pernafasan akan masuk ke dalam pembuluh darah dan paru-paru. Tingkat penyerapan ini tergantung dari ukuran partikel. Makin kecil ukuran partikel akan semakin besar pula volume Pb yang terserap tubuh dan mengendap di paru-paru.

Konsentrasi Pb yang tersisa di dalam *tailing* Pongkor rata-rata hanya dibawah 0,06 mg/L. Nilai ini ada di bawah baku mutu KepMen LH 202/2004 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan Atau Kegiatan Penambangan Emas dan Atau Tembaga sebanyak 1 mg/L. Konsentrasi ini juga ada di bawah baku mutu KepMen LH No. 51/1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri Gol II yaitu sebanyak 1 mg/L. Tingkat keterpaparan oleh logam ini untuk manusia adalah 100 ug sampai dengan 2000 ug.

Rendahnya konsentrasi Pb dalam *tailing* Pongkor memberi keyakinan bahwa dari pengukuran satu unsur, *tailing* ini relatif aman untuk dimanfaatkan. Pernyataan ini masih bersifat sementara, karena selain Pb, masih harus ditentukan juga unsur logam berat lain yang terkandung dalam *tailing*.

4.5.4.2 Kadmium

Kadmium ada dalam bentuk mineral *greenockite* (CdS) yang ditemukan bersamaan dengan mineral *spalerite* (ZnS) yang umumnya terdapat bersamaan dengan unsur Pb dan Au. Dalam industri pertambangan logam Pb dan Zn, proses pemurniannya akan selalu diperoleh hasil samping kadmium yang terbuang ke alam lingkungan. Kadmium masuk ke dalam tubuh manusia terjadi melalui makanan dan minuman yang terkontaminasi. Untuk mengukur asupan kadmium ke dalam tubuh manusia perlu dilakukan pengukuran kadar Cd dalam makanan yang dimakan atau kandungan Cd dalam feses.

Kadmium lebih beracun bila terhisap melalui saluran pernafasan daripada saluran pencernaan. Kasus keracunan akut kadmium kebanyakan dari menghisap debu dan asap kadmium, terutama kadmium oksida (CdO). Dalam beberapa jam setelah menghisap, korban akan mengeluh gangguan saluran nafas, muntah, kepala pusing dan sakit pinggang. Kematian disebabkan karena terjadinya edema paru-paru. Apabila pasien tetap bertahan, akan terjadi emfisema atau gangguan paru-paru yang jelas terlihat.

Keracunan kronis terjadi bila memakan atau inhalasi dosis kecil Cd dalam waktu yang lama. Gejala akan terjadi setelah selang waktu beberapa lama dan kronik. Kadmium pada keadaan ini menyebabkan nefrotoksisitas, yaitu gejala proteinuria, glikosuria, dan aminoasidiuria disertai dengan penurunan laju filtrasi glomerulus ginjal. Kasus keracunan Cd kronis juga menyebabkan gangguan kardiovaskuler dan hipertensi. Secara umum Cd berpengaruh toksik terhadap tulang, paru-paru, darah dan jantung serta sistem reproduksi.

Nilai ambang batas konsentrasi Cd KepMen LH 202/2004 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan Atau Kegiatan Penambangan Emas Dan Atau Tembaga adalah

0,1 mg/L dan KepMen LH No. 51/1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri Gol II adalah 1 mg/L. Rata-rata pengukuran konsentrasi logam Cd di *tailing* Pongkor adalah 0,04 mg/L dan lebih kecil dari nilai ambang batas.

Konsentrasi Cd yang rendah di dalam *tailing* Pongkor memberi keyakinan bahwa dari pengukuran satu unsur, *tailing* ini relatif aman untuk dimanfaatkan. Pernyataan ini masih bersifat sementara, karena selain Cd, masih harus ditentukan juga unsur logam berat lain yang terkandung dalam *tailing*.

4.5.4.3 Tembaga

Tembaga atau cuprum atau copper merupakan logam dengan nomor atom 29 dan berat atom 63,5. Ditemukan di alam dalam bentuk logam bebas tetapi lebih banyak berupa senyawa sulfida dan oksida seperti kalkopirit (CuFeS_2), covellite (CuS), Bornite (Cu_5FeS_4), kalkokisit (Cu_2S), cuprite (Cu_2O), tenorite (CuO) dan zurite [$2\text{CuCO}_3\text{Cu}(\text{OH})_2$]. Pembentukan mineral mengandung tembaga biasanya akan diikuti oleh pembentukan mineral emas. Jadi biasanya cadangan tembaga juga akan menghasilkan cadangan emas dan perak. Tetapi kadar dan jumlahnya tergantung dari proses yang terjadi.

Tembaga akan memberikan efek keracunan akibat terpapar oleh debu atau uap logam tembaga. Efek yang ditimbulkan adalah kerusakan atropik selaput lendir hidung. Debu-debu tembaga ini dapat mengakibatkan kematian manusia pada dosis 3,5 mg/kg.

Tailing di Pongkor mengandung Cu rata-rata berkisar 0,04-0,6 mg/L yang terdapat dalam larutan maupun padatan *tailing*. Jika dibandingkan dengan baku mutu KepMen LH No. 51/1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri Gol II sebesar 3 mg/L dan KepMen LH 202/2004 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan Atau Kegiatan Penambangan Emas Dan Atau Tembaga sebanyak 2 mg/L, konsentrasi di *tailing* ini berada di bawah baku mutu.

Konsentrasi Cu yang rendah di dalam *tailing* Pongkor memberi keyakinan bahwa dari pengukuran satu unsur, *tailing* ini relatif aman untuk dimanfaatkan. Pernyataan ini

masih bersifat sementara, karena selain Cu, masih harus ditentukan juga unsur logam berat lain yang terkandung dalam tailing.

4.5.5 Baku Mutu yang Digunakan

Beberapa baku mutu yang digunakan dalam pengelolaan *tailing* antara lain:

- a. KepMen LH No. 51/1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri Gol II

Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 tahun 1995 ini menetapkan Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri. Kepmen ini banyak menetapkan baku mutu untuk logam terlarut di air. Contohnya untuk Mn terlarut dengan baku mutu 2 mg/L, Cu 2 mg/L, Zn sebanyak 5 mg/L. Jika dibandingkan dengan Kepmen LH No. 51/1995 ini, konsentrasi logam dan parameter lain yang ditetapkan sudah berada di bawah Baku Mutu baik untuk Mn (0,86 mg/L), Cu (0,22 mg/L) dan Zn (0,03 mg/L). Begitu juga dengan pH Baku Mutu yang berada pada kisaran 6,0-9,0. tingkat keasaman sampel di UBPE Pongkor berada pada nilai 8,12-8,24.

- b. KepMen LH 202/2004 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan Atau Kegiatan Penambangan Emas Dan Atau Tembaga

Keputusan Menteri Lingkungan Hidup ini khusus ditujukan untuk aktivitas penambangan dan pengolahan emas dan atau tembaga. Baku Mutu ini mengatur lengkap aktivitas mulai dari proses penambangan, pengolahan, *waste treatment* hingga titik-titik penataan yang mesti dipatuhi. Dari semua sample yang diambil dan diukur di Pongkor, rata-rata pengukuran berada di bawah Baku Mutu Kepmen LH No. 202 tahun 2004 ini (lampiran 6).

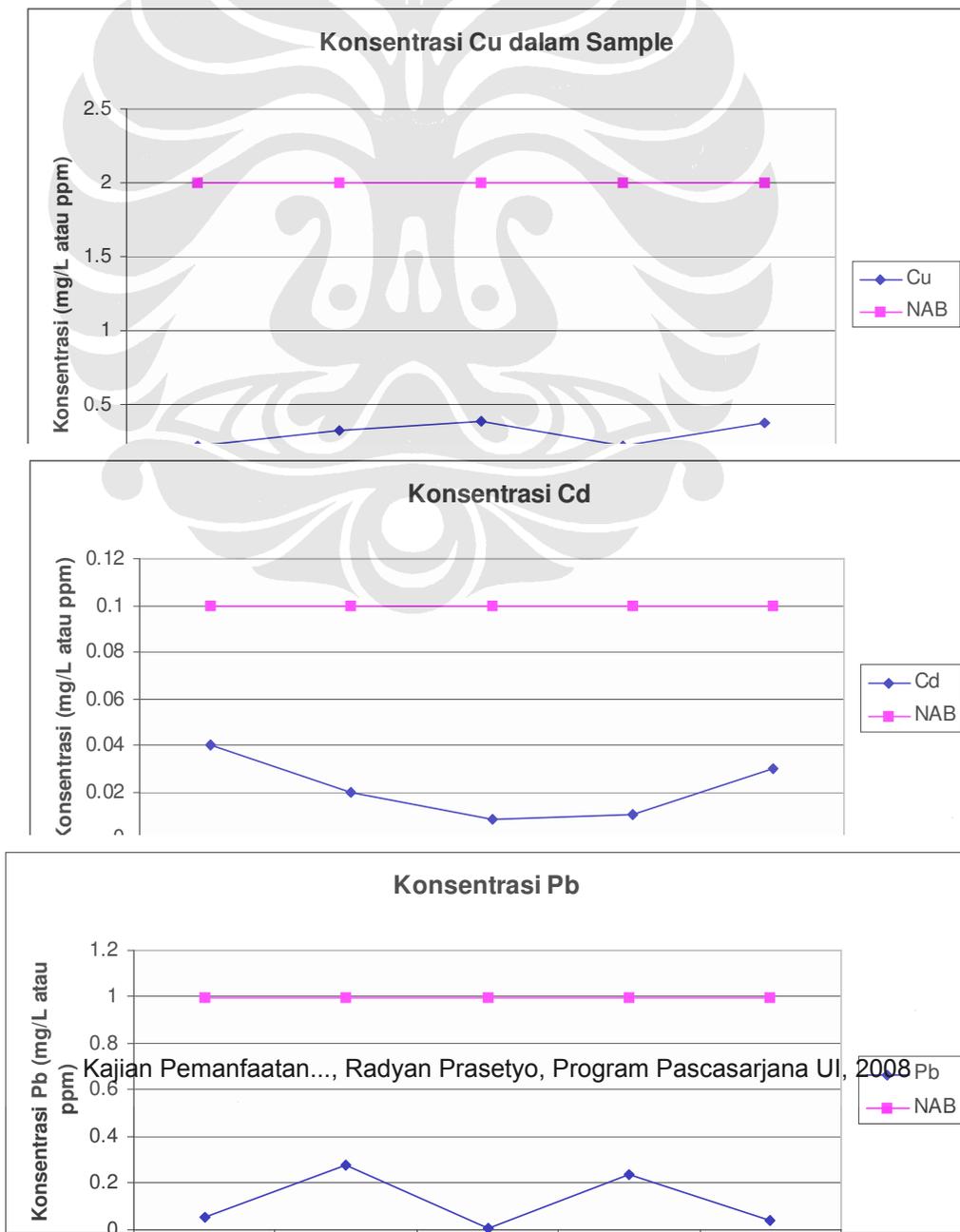
- c. PP No. 85 tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah B3

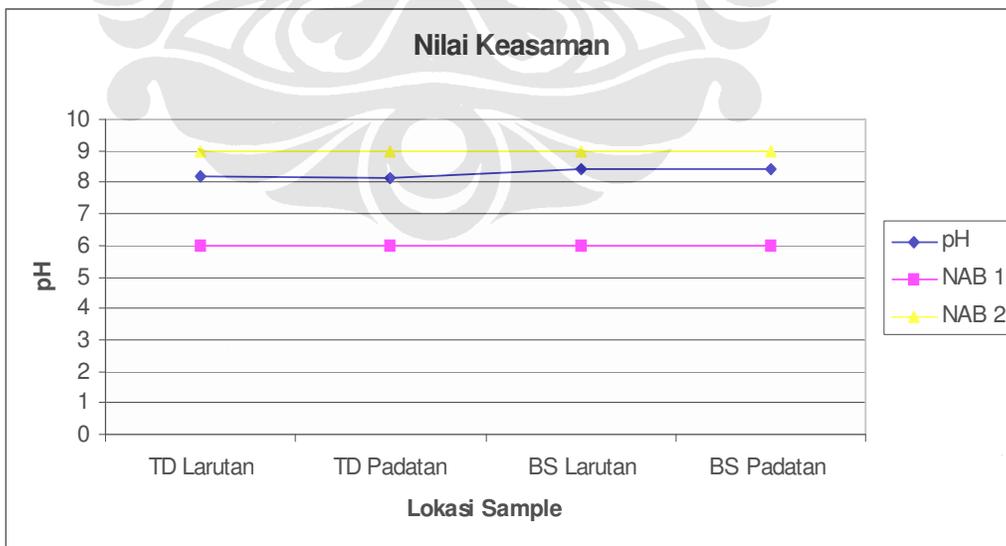
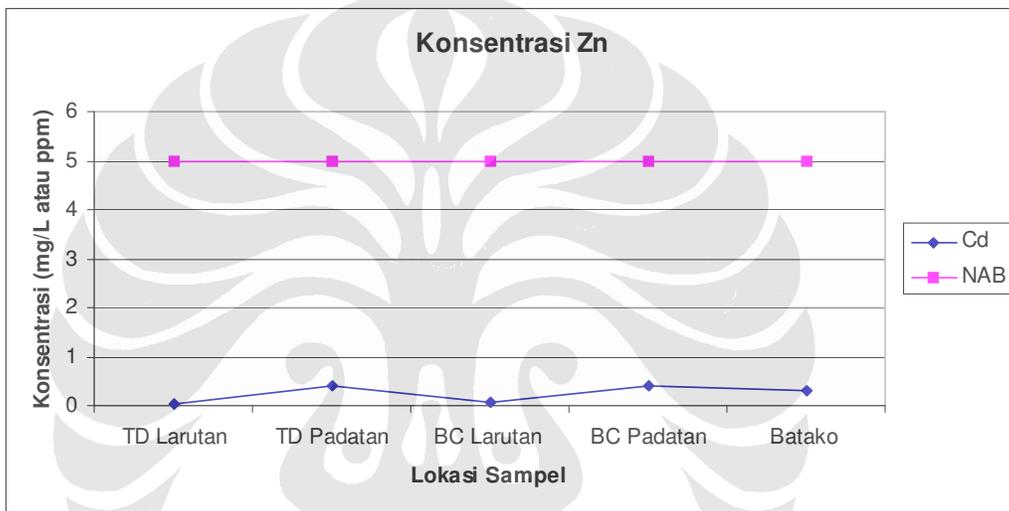
Definisi limbah B3 berdasarkan BAPEDAL (1995) ialah setiap bahan sisa (limbah) suatu kegiatan proses produksi yang mengandung bahan berbahaya dan beracun (B3) karena sifat (*toxicity, flammability, reactivity, dan corrosivity*) serta konsentrasi atau jumlahnya yang baik secara langsung maupun tidak langsung dapat merusak, mencemarkan lingkungan, atau membahayakan kesehatan manusia. Peraturan yang mengatur masalah ini adalah PP No. 18 tahun 1999 Jo 85

tahun 1999. Parameter yang diukur dalam penelitian ini antara lain pH dan konsentrasi logam Pb, Cu, Cr, Zn, Fe dan Mn. Dari hasil pengukuran diketahui bahwa rata-rata konsentrasi logam berada di bawah Baku Mutu yang ditetapkan dalam peraturan pemerintah ini (lampiran 7)

4.5.6 Perbandingan Konsentrasi Logam dengan Baku Mutu

Konsentrasi logam yang masih terkandung di dalam sampel *tailing* baik di batako, *tailing dam* maupun *backfill cyclone* semuanya masih ada di bawah baku mutu yang telah ditetapkan. Konsentrasi ini membuat *tailing* tersebut aman untuk dimanfaatkan. Lebih jelasnya perbandingan konsentrasi tiap unsur logam dengan baku mutu ditunjukkan oleh grafik berikut ini:





Gambar 21 Perbandingan Konsentrasi Logam dan pH dengan Baku Mutu

Jika konsentrasi rata-rata tiap logam dianggap mewakili konsentrasi suatu unsur, maka dalam 2,1 juta dmt tailing padat akan ditemui unsur logam dalam jumlah besar. Jika konsentrasi Fe di padatan tailing sebanyak 65 mg/kg maka terdapat sebanyak 130 ton Fe. Untuk kondisi yang sama, Mn sebanyak 13,55 ton, Pb 693 kg, Cd 21 kg, Zn 903 kg dan Cu 672 kg.

4.5.7 Usulan Pemanfaatan *Tailing* untuk Keperluan Lain

Selain pemanfaatan *tailing* sebagai media reklamasi, material *backfilling* dan untuk pembuatan batako, penulis juga mengusulkan beberapa pemanfaatan lain dari tailing. Diharapkan pemanfaatan ini bisa memberi rekomendasi pemanfaatan *tailing* secara lebih ekonomis. Usulan tersebut antara lain:

4.5.7.1 Pembuatan Genteng Merah

Tailing UBPE Pongkor berpotensi untuk dapat digunakan sebagai bahan pembuatan genteng merah. Genteng merah adalah genteng yang dibuat dari tanah liat (lempung/*clay*) yang dibentuk, dikeringkan kemudian dibakar. Karena sifatnya yang liat ditambah dengan proses pembakaran, genteng ini menjadi lebih kuat dan dapat digunakan tahan lama.

Tailing juga bisa digunakan untuk pembuatan genteng, karena memiliki unsur *monmorilonite* dan *feldspar* yang juga terdapat dalam tanah liat hanya konsentrasinya saja yang berbeda. Untuk pembuatan genteng ini, *tailing* dapat dicetak kemudian dibakar di dalam tanur. Tujuan pembakaran adalah untuk mengurangi kadar air sehingga *tailing* bisa lebih kuat dan padat.

Kelemahan pembuatan genteng dari *tailing* ini adalah sifatnya yang lebih mudah patah dibanding genteng merah biasa karena sifat liatnya yang kurang. Perlu ditambahkan beberapa zat aditif seperti gypsum atau tanah liat dalam komposisi tertentu sehingga bisa memperkuat kekuatan genteng dari tailing.

4.5.7.2 Pembuatan Bahan Tambahan Keramik

Tailing UBPE Pongkor mungkin juga bisa dimanfaatkan kembali sebagai bahan baku tambahan untuk pembuatan keramik. Keramik yang dimaksud disini adalah keramik

gerabah seperti guci dan barang-barang porselen. Keramik juga terbuat dari tanah liat yang dibentuk kemudian dikeringkan dan dibakar. Jika *tailing* bisa dimanfaatkan untuk pembuatan genteng dan batako, maka *tailing* bisa dimanfaatkan pula untuk pembuatan keramik.

Kecocokan sebagai bahan baku pembuatan keramik ini memerlukan beberapa parameter yang digunakan dalam pemuatan keramik karena keramik memiliki persyaratan khusus seperti tingkat glasir, pewarnaan dan kemampuan bakar. Karena itu, perlu ada data seberapa cocok *tailing* ini bisa dimanfaatkan untuk pembuatan keramik. Balai Besar Penelitian Keramik di Bandung.

Dari hasil uji bakar dan uji keramik yang dilakukan oleh Balai Besar Keramik di Bandung diketahui bahwa *tailing* UBPE Pongkor memiliki tingkat homogenitas cukup baik, warna yang merata dan mudah lebur tetapi setelah dibakar ternyata mengulung dan menggumpal. Karena itu, perlu penelitian lanjutan mengenai pemanfaatan *tailing* sebagai bahan baku pembuatan keramik ini. Untuk lebih lengkapnya, hasil uji bakar dari Balai Keramik seperti Tabel di bawah ini:

Tabel 19 Hasil Uji Bakar dan Keramik

Endapan <i>Tailing</i> Dam	Endapan IPAL Cikaret
Lebur, homogenitas leburan merata, warna merata, warna leburan coklat tua	Lebur, homogenitas leburan merata, leburan hitam kehijauan berbintik coklat tua
Pada suhu 1250oC glasir tidak merata (menggulung)	Pada suhu 1250°C glasir tidak merata (menggulung)
Hasil Dilatometer (muai panas linier) = λ (25-800oC) = $7,48 \times 10^{-6}$	

Sumber: Laporan Balai Keramik & UBPE Pongkor 2004

4.6 Efektifitas Pemanfaatan Kembali *Tailing*

Efektifitas pemanfaatan *tailing* ini dilihat dari seberapa besar pemanfaatan *tailing* ini bisa mengurangi dampak lingkungan yang akan terjadi. Efektivitas ini bisa dilihat dari

aspek sumber atau input yaitu volume *tailing* yang bisa dimanfaatkan serta produk yang dihasilkan. Volume *tailing* yang dimanfaatkan akan mengacu pada jumlah volume yang keluar di awal dengan volume *tailing* yang tersisa di *tailing dam*. Sedangkan produk yang dihasilkan mengacu pada manfaat produk *tailing*, yaitu *backfilling*, pembuatan batako dan pemanfaatan sebagai media reklamasi.

Pemanfaatan *tailing* sebagai material *backfilling* merupakan aktivitas terintegrasi perusahaan yang mampu mengurangi volume *tailing* terbanyak, yaitu 42,20% dari total *tailing* yang dihasilkan tahun 2007 atau sekitar 135.989 dmt saja. Selain mengurangi volume, *backfilling* ini menyediakan medan kerja bagi front penambangan tahap lanjutan sekaligus memberikan kekuatan pada batuan samping untuk menjadi penahan (*supporting system*) di tambang bawah tanah. Meskipun begitu, secara ekonomis, *backfilling* ini cukup mengeluarkan biaya sehingga memakan sekitar sepertiga biaya operasional perusahaan.

Target pemanfaatan *backfilling* adalah 60% atau sekitar 193.356 dmt *tailing*, sementara volume *backfilling* untuk tahun 2007 hanya mencapai 135.989 dmt. Artinya tingkat keberhasilan proses *backfilling* ini hanya 70,20%. Ini terjadi karena ketidaksesuaian persiapan *backfilling* dengan *front* yang akan di *filling*. Bagaimanapun juga pada akhir proses penambangah, seluruh front di Pongkor akan di-*filling* juga.

Pemanfaatan *tailing* untuk pembuatan batako sampai saat ini volumenya masih relatif kecil hanya sekitar 1,8% dari total *tailing* yang dibuang tahun 2007. meskipun begitu, pembuatan batako ini bisa memberikan manfaat ekonomis jika bisa dilakukan dengan skala menengah dan dalam frekuensi lebih banyak. Seperti yang diketahui, batako ini berpotensi untuk dijual dan memberikan lapangan pencarian tambahan bagi masyarakat sekitar wilayah Pongkor. Ada *economic benefit* dan sosial jika pembuatan batako ini bisa dikembangkan mengingat konsentrasi logam sudah berada di bawah Baku Mutu yang diizinkan.

Pemanfaatan *tailing* sebagai media reklamasi juga berpotensi untuk mengurangi jumlah *tailing* secara besar, karena pemanfaatan sebagai media reklamasi memerlukan konsumsi *tailing* banyak untuk dicampur dengan pupuk kandang. Lagipula secara

morfologi, kondisi tanah di sekitar lahan eks tambang Pongkor memang kurang subur. Secara umum efektifitas pemanfaatan kembali *tailing* di UBPE Pongkor dapat diukur melalui dua indikator, yaitu dari kuantitas yang berhasil dimanfaatkan kembali dan dari utilitas yang dihasilkan dari produk yang dihasilkan. Kuantitas menekankan pada jumlah *tailing* yang berhasil dimanfaatkan. Contohnya jumlah *tailing* yang digunakan untuk material *backfilling* dan pembuatan batako. Sementara utilitas menekankan pada besarnya potensi pemanfaatan produk, batako berpotensi untuk dimanfaatkan secara ekonomis jika dapat dijual untuk umum. Selain itu akan ada penyerapan tenaga kerja untuk pabrik batako.

Jumlah volume yang dimanfaatkan untuk pembuatan batako dan *backfilling* dapat dihitung karena adanya data sekunder pemanfaatan *tailing*. Untuk data pemanfaatan *tailing* sebagai media reklamasi sulit untuk dapat diukur dari per tahun karena data yang disediakan oleh UBPE Pongkor belum memberikan data yang detail.