

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Komisi Dunia untuk Lingkungan dan Pembangunan (*World Commission on Environment and Development* yang disingkat menjadi WCED) mendefinisikan pembangunan berkelanjutan sebagai pembangunan yang bertujuan memenuhi kebutuhan saat ini dengan mengkompromikan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhannya sendiri. Pembangunan berkelanjutan menuntut masyarakat agar memenuhi kebutuhan manusia dengan meningkatkan potensi produktif melalui cara-cara yang ramah lingkungan maupun dengan menjamin tersedianya peluang yang adil bagi semua pihak (WCED, 1997 dalam Ariani, 2006). Untuk itu diperlukan pengaturan agar lingkungan tetap mampu mendukung kegiatan pembangunan dalam rangka memenuhi kebutuhan manusia.

Paradigma *sustainable development* juga menunjukkan pelaksanaan pembangunan berkelanjutan yang mengacu kepada keseimbangan antara dimensi ekonomi, sosial dan lingkungan hidup secara serentak dan bersamaan. Kebijakan tidak dapat semata-mata meletakkan basis sumberdaya alam sebagai andalan pertumbuhan ekonomi atau akumulasi modal (*ecodevelopmentalism*), tanpa mempertimbangkan faktor lingkungan dan masyarakat yang ada di sekitarnya. Sebaliknya sebuah kebijakan juga tidak dapat semata-mata didasarkan pada isolasi kawasan yang bebas dari intervensi manusia termasuk intervensi ekonomi (*ecototalism*). Paradigma ini menuntut ditematkannya kepentingan nasional di atas semua kepentingan sektor atau bidang tertentu.

Pertambangan adalah usaha mengelola sumberdaya alam yang tidak terbaharui dengan mengambil mineral berharga dari dalam bumi. Karena sifat alamiahnya yang merubah bentang alam dan ekosistem, pertambangan memang memiliki potensi untuk merusak lingkungan. Namun dewasa ini, paradigma pertambangan sudah mulai bergeser dari pilar keuntungan ekonomi menjadi tiga pilar, orientasi ekonomi,

kesejahteraan sosial dan perlindungan lingkungan (Arief, 2007).

Berlanjutnya sistem ekologi di sekitar wilayah pertambangan sangat berkaitan pula dengan dayadukung wilayah tersebut. Hal ini disebabkan karena sumberdaya pada suatu daerah yang telah terganggu oleh aktivitas penambangan memiliki batas kemampuan untuk menghadapi perubahan, mendukung sistem kehidupan, serta menyerap limbah. Pertambangan emas di Pongkor yang dilakukan dengan sistem tambang bawah tanah diusahakan untuk dapat mengambil mineral berharga dari dalam tanah dengan tetap melindungi fungsi lingkungan di permukaan.

Meskipun begitu, potensi penurunan fungsi lingkungan akibat aktivitas penambangan masih mungkin terjadi yang salah satunya adalah akibat masuknya *tailing* sebagai hasil sampingan produk pertambangan ke dalam lingkungan. Karena pembuangan *tailing* ini berjalan terus seiring produksi perusahaan maka volume yang dikeluarkan juga akan dilakukan menerus dan dalam jumlah besar sehingga perlu pengelolaan yang kontinyu dan akurat.

## **2.1 Konsep Limbah**

Limbah sering didefinisikan sebagai sesuatu yang tidak dapat didayagunakan atau dimanfaatkan lagi. Namun demikian sesuatu yang dianggap sebagai limbah oleh seseorang, mungkin merupakan sumberdaya bagi orang lain, apabila limbah tersebut dapat dimanfaatkan untuk sesuatu yang berguna. Konsep inilah yang pada akhir-akhir ini digunakan sebagai salah satu dasar bagi penanganan limbah (Soemantojo, 2007).

### **2.1.1 Wujud Limbah**

Berbagai kegiatan manusia menghasilkan berbagai jenis limbah. Wujud, sifat dan komposisi limbah tergantung pada banyak faktor, antara lain tergantung pada pembangkit atau sumber limbah. Limbah dapat dibedakan berdasarkan :

1. Wujudnya, yaitu limbah cair seperti air limbah dan limbah cair lainnya, limbah padat seperti sampah dan sludge serta limbah gas seperti hasil pembakaran.

2. Jenis bahayanya. Berdasarkan jenis bahayanya, limbah dapat dikategorikan menjadi :
  - a) Limbah Bahan Berbahaya & Beracun (B3)
  - b) 2. Limbah bukan Bahan Berbahaya & Beracun (non-B3)
  
3. Jenis Bahan Kimia. Jenis limbah ini dilihat dari komponen kimia penyusunnya seperti :
  - a) Limbah Organik
  - b) Limbah Anorganik.

Industri pembangkit limbah harus mengelola limbahnya lebih dahulu sebelum limbah dibuang di alam bebas, agar memenuhi baku mutu yang berlaku. Pengelolaan limbah diprioritaskan pada upaya yang bersifat pencegahan dan menyusul yang bersifat pemanfaatan. Apabila upaya pencegahan dan pemanfaatan belum berhasil memenuhi baku mutu, harus dilakukan pengolahan limbah yang bersifat penanggulangan.

Baku Mutu Lingkungan didefinisikan sebagai : batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada atau harus ada dan atau unsur pencemar yang ditenggang adanya dalam suatu sumberdaya tertentu sebagai unsur lingkungan hidup. Peraturan mengenai Baku Mutu merupakan peraturan yang membatasi banyaknya limbah yang dapat dikeluarkan ke alam bebas, agar tidak terjadi pencemaran lingkungan serta gangguan terhadap manusia dan makhluk hidup lainnya. Baku Mutu Limbah dinyatakan dalam parameter debit dan konsentrasi. Baku Mutu berbeda-beda setiap daerah, tergantung banyak faktor, antara lain kondisi geografis, kegiatan utama yang ada, kepadatan penduduk, kondisi sosial ekonomi, dan lain-lain. Namun demikian ada Baku Mutu Nasional yang merupakan pedoman dalam pembuatan baku mutu daerah.

Di samping baku mutu, dikenal pula Indeks Mutu Lingkungan (IML), yaitu merupakan perbandingan suatu kuantitas terhadap suatu standar tertentu. Indeks Mutu Lingkungan yang salah satunya merupakan Indeks Mutu Limbah merupakan

suatu fraksi atau bilangan tidak berdimensi, adalah sarana untuk memantau dan mengevaluasi secara kuantitatif tentang kondisi lingkungan dan kecenderungannya, berdasar standar yang telah dispesifikasi.

### **2.1.2 Minimisasi Limbah**

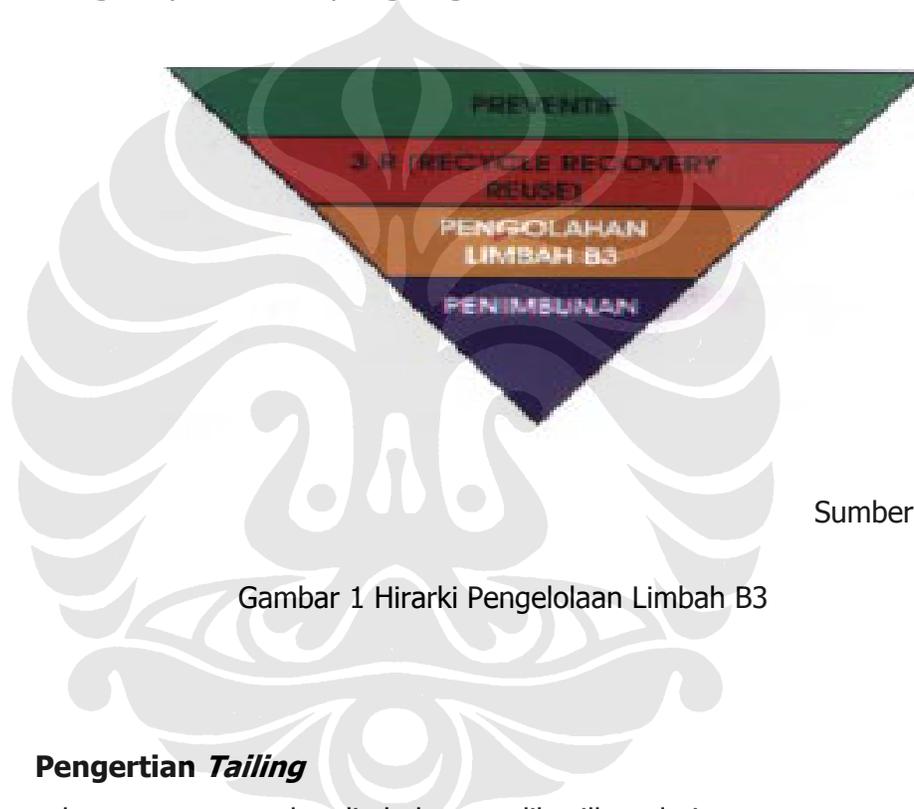
Minimisasi limbah dimaksudkan untuk mengurangi jumlah limbah yang dibuang ke lingkungan dalam rangka produksi bersih. Usaha untuk mengurangi jumlah limbah ini dapat dilakukan melalui berbagai cara salah satunya adalah prinsip 3R (reduce, reuse dan recycle) yang disinergiskan dengan produksi bersih. Produksi bersih adalah untuk meningkatkan efisiensi produksi serta memberikan manfaat ekonomi seperti pengurangan biaya produksi dalam penghematan biaya dan ramah lingkungan.

Khusus terkait dengan limbah B3, peraturan yang berlaku di Indonesia tentang limbah B3 adalah UU No. 23 tahun 1997 ttg Lingkungan Hidup dan PP No. 85 tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah B3. Selain itu masih didukung lagi dengan Keputusan BAPPEDAL seperti Kep. Kepala BAPPEDAL No. 68/BAPPEDAL/05/1994 tentang tata Cara memperoleh Perizinan Penyimpanan, Pengumpulan, Pengoperasian Alat Pengolahan dan Penimbunan Limbah B3.

Pada prinsipnya minimisasi limbah adalah tonggak untuk mengurangi jumlah limbah yang terbuang dan salah satu aktivitas nyatanya adalah dengan memanfaatkan limbah termasuk limbah B3. Ada syarat-syarat yang harus dipenuhi untuk memanfaatkan limbah B3 yaitu (Kementerian Lingkungan Hidup 2005) :

1. Informasi yang jelas mengenai limbah yang akan dimanfaatkan
  - a. Deskripsi mengenai sifat fisika dan kimia limbah
  - b. Sumber limbah yang akan dimanfaatkan yaitu proses produksi dimana limbah tersebut dihasilkan
  - c. Persentase bahan yang dapat dimanfaatkan yang terkandung di dalam limbah
  - d. Pemanfaatannya termasuk potensi bahaya yang dapat terjadi

- e. Nilai ekonomis dari pemanfaatan limbah ini
2. Lokasi dan penanganan limbah yang akan digunakan
3. Cara penanganan limbah dan cara pembuangannya
4. persyaratan teknis tempat penyimpanan TPS
5. parameter kunci untuk pengurangan discharge atau emisi ke lingkungan
6. Dampak negatif jika terjadi kesalahan manajemen atau adanya tumpahan
7. Keuntungan nyata terhadap lingkungan



Sumber : KLH 2005

Gambar 1 Hirarki Pengelolaan Limbah B3

## 2.2 Pengertian *Tailing*

*Tailing* sebenarnya merupakan limbah yang dihasilkan dari proses penggerusan batuan tambang (*ore*) yang mengandung bijih mineral untuk diambil logam berharganya. UCOLD dan UNEP 2001 (Anonym 4, 2008) mendeskripsikan *tailing* sebagai *effluent* dari batuan asal sebagai hasil proses pengolahan. *Tailing* ini terjadi karena tidak ada proses yang 100% efisien sehingga material yang tidak ter-*recovery* atau tidak ekonomis akan terbuang berbentuk *slurry*. *Tailing* ini biasanya terdiri atas logam tidak ekonomis, mineral, bahan kimia, bahan organik dan air *discharged* dari pengolahan.

*Tailing* pada umumnya berbentuk padatan tersuspensi yang berukuran kurang dari 75

mm. Sebagai contoh, *tailing PT. NMR* dibuang melalui pipa pembuangan ke lingkungan perairan Teluk Buyat di kedalaman  $\pm 82$  meter (PTNMR, 2006) dengan volume  $\pm 2000$  ton per hari. *Tailing* umumnya memiliki komposisi sekitar 50% batuan dan 50% air sehingga sifatnya seperti lumpur (*slurry*). *Tailing* ini terutama terdapat pada produksi mineral yang dihasilkan dari penambangan di batuan keras setelah bagian mineralnya diambil (Anonym 1, 2007). Jadi pengelolaan *tailing* terkait dengan tahap produksi dari suatu perusahaan.

Sebagai limbah, *tailing* dapat dikatakan sebagai sampah dan berpotensi mencemarkan lingkungan baik dilihat dari volume yang dihasilkan maupun konsentrasi logam yang tersisa. *Tailing* hasil ekstraksi logam seperti emas dan nikel, umumnya masih mengandung beberapa logam dengan kadar tertentu. Logam ini berasal dari mineral logam yang terbentuk bersamaan dengan proses pembentukan mineral berharga itu sendiri dan dikenal sebagai mineral penyerta (*associate mineral*). Mineral yang mengandung emas dan perak biasanya berasosiasi logam perak, besi, krom, seng dan tembaga seperti kalkopirit ( $\text{CuFeS}_2$ ) dan mineral sulfida lain.

Karena kandungan logam berharga dalam *tailing* sangat sedikit dan tidak ekonomis, *tailing* ini biasanya dibuang. Perbandingan logam berharga seperti emas dan *tailing* sangat besar. Di UBPE Pongkor, satu ton bijih batuan basah mengandung rata-rata 9 gr/ton Au dan 96 gr/ton Ag (Antam, 2006). Untuk di PT. Nusa Halmahera Minerals, satu ton bijih rata-rata mengandung 9,1 gram per ton Au (NHM, 2007). Sedangkan di PT. Newmont Nusa Tenggara, perusahaan ini menambang emas porfiri dengan kadar rata-rata hanya 0,3 gr/ton Au dan 1,06 gr/ton Ag. Produksi emas PTNNT mencapai 713 ribu ton konsentrat dengan jumlah emas dan perak total masing-masing 13,9 ton dan 50,4 ton (NNT, 2006).

Perbedaan volume dan kadar logam berharga dengan waste yang besar ini menyebabkan jumlah *tailing* hasil penambangan sangat besar. Di UBPE Pongkor, volumenya mencapai 350 ribu ton *tailing* per tahun. Untuk penambangan open pit, jumlahnya bisa sangat besar. PT. Newmont Nusa Tenggara menghasilkan 40 juta ton

*tailing* per tahunnya yang ditempatkan di teluk Senunu dengan sistem *Submarine Tailing Placement* atau yang dikenal sebagai pembuangan *tailing* bawah laut (PTNT, 2007), PT. Freeport Indonesia menghasilkan lebih dari 81 juta ton *tailing* tiap tahunnya. *Tailing* ini dilepaskan dari pabrik pengolahan yang terletak 2.674 meter di atas permukaan laut menuju areal pengendapan dataran rendah (PTFI, 2007).

Di UBPE Pongkor, sejak melakukan operasi penambangan dan pengolahan dari tahun 1994, telah dibuang sekitar 2,098 juta m<sup>3</sup> *sludge tailing* ke *tailing dam* hingga akhir tahun 2005. *Tailing dam* terletak di tempat lebih rendah, sekitar 50 m di bawah pabrik pengolahan. Untuk mengantisipasi meningkatnya volume *tailing*, saat ini UBPE Pongkor berencana membangun satu *tailing dam* lagi.

### **2.1.1 Tailing Sebagai Limbah**

Pengertian limbah adalah suatu bahan yang terbuang atau dibuang dari sumber hasil aktivitas manusia maupun proses alam (Satriago, 1996). Pengertian limbah B3 berdasarkan PP No. 19/1994 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) adalah "bahan sisa pada suatu kegiatan dan atau proses produksi. Jika melampaui nilai ambang batas dapat membahayakan lingkungan di sekitarnya".

Pada pasal 1 PP No. 19 tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah B3 pengertian Limbah B3, adalah "sisa suatu usaha dan/atau kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan/atau beracun yang karena sifat dan/atau konsentrasinya dan/atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan dan/atau merusakkan lingkungan hidup, dan/atau dapat membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, kelangsungan hidup manusia serta makhluk hidup lain". Sedang 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, flameability, reactivity, dan corrosivity*) serta konsentrasi atau jumlahnya yang baik secara langsung maupun tidak langsung dapat merusak, mencemarkan lingkungan, atau membahayakan kesehatan manusia". Berdasar ketentuan ini, KLH menyatakan

*tailing* sebagai limbah B3.

*Tailing* berpotensi sebagai sumber pencemar lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik akan mengakibatkan pengotoran lingkungan, pencemaran air dan tanah. Pengertian *tailing* diatas dapat diartikan sebagai limbah pada sisa aktivitas pengolahan dan penambangan, tidak terpakai, karena membahayakan lingkungan harus dikelola dari lingkungan. Dengan demikian diperlukan biaya yang tidak sedikit untuk mengelola *tailing* ini.

*Tailing* penambangan emas sebagai limbah adalah sisa setelah terjadi pemisahan konsentrat atau logam berharga dari bijih batuan di pabrik pengolahan, bentuknya merupakan batuan alami yang telah digerus. Ukuran *tailing* yang telah tergerus ini biasanya kurang dari 75 mikron. Dalam artian sebagai limbah, *tailing* ini tidak bernilai karena hanya sebagai produk sisa atau buangan dari pengambilan emas dan perak.

### **2.1.2 Tailing Sebagai Sumberdaya**

Dilain pihak terdapat pengertian bahwa *tailing* merupakan potensi sumberdaya yang dapat dimanfaatkan sehingga mempunyai nilai tambah sebagai produk yang dapat dimanfaatkan kembali menjadi produk lain. Dengan demikian diharapkan menghasilkan nilai tambah dari sekedar limbah yang tidak termanfaatkan.

Pemanfaatan *tailing* ini menjadi salah satu tantangan besar dalam dunia pertambangan karena menjadi isu yang sensitif. Pandangan memanfaatkan *tailing* hasil pertambangan ini sebenarnya telah lama muncul agar *tailing* ini memiliki nilai ekonomis dan dapat bermanfaat bagi masyarakat (Anonym 2, 2007).

*Tailing* sebagai sumberdaya telah mulai dimanfaatkan di beberapa perusahaan pertambangan baik di dalam maupun luar negeri. Komposisi utama *tailing* hasil penambangan emas umumnya adalah kuarsa, lempung silikat dan beberapa logam yang terkandung di dalamnya (Prasetyo, 2005). Komposisi *tailing* seperti ini ditambah lagi dengan ukuran yang halus membuat banyak *tailing* dimanfaatkan sebagai media

tanam untuk reklamasi, pengurukan lahan reklamasi dengan sistem *cutt and fill* serta pembuatan bahan bangunan dan agregat. Untuk pembuatan bahan bangunan dan agregat ini, *tailing* digunakan sebagai bahan utama dan ditambahkan aditif lainnya.

Salah satu pemanfaatan *tailing* yang berhasil dilakukan oleh PTFI adalah memanfaatkan *tailing* untuk area penanaman (media reklamasi) di sungai Ajkwa serta untuk membuat material bangunan yang dikenal sebagai SIRSAT (pasir sisa tambang). Beberapa tanaman yang telah berhasil ditumbuhkan di area *tailing* adalah tanaman *Ficus* dari famili *Moraseae* merupakan jenis yang banyak ditemukan di area suksesi alami lahan *tailing* (Anonym 3, 2007).

### **2.1.3 Komposisi dan Karakteristik Tailing**

*Tailing* sebagai produk buangan dari industri pertambangan biasanya memiliki komposisi serupa dengan batuan asalnya. Ini karena *tailing* merupakan batuan asal yang telah diambil logam berharganya. Jika ditelusuri, proses pengolahan emas yang umum dilakukan perusahaan tambang di Indonesia adalah Flotasi dan Sianidasi. Flotas adalah proses pengapungan logam berharga menggunakan buih dan merupakan proses fisika sehingga tidak digunakan bahan kimia. Bahan kiia hanya ditambahkan untuk memperkuat daya ikat pada buih.

Sementara proses sianidasi adalah proses pelarutan selektif logam oleh larutan tertentu (biasanya digunakan asam sianida). Kemudian setelah partikel logam larut, akan diserap dengan karbon aktif. Sianidasi adalah proses pengolahan kimia dengan menambahkan reagen.

*Tailing* umumnya berkomposisi batuan silika, lempung, feldspar, kalsit, kalsium karbonat dan tanah lainnya. Selain batuan asal, *tailing* juga biasanya mengandung logam yang masih tersisa. Secara alami, mineralisasi emas dan perak bersamaan dengan terbentuknya mineral logam lain yang terbentuk sebagai mineral pendamping (*acesories mineral*). Mineral yang hadir tersebut diantaranya adalah Tembaga (Cu),

Timah hitam (Pb), Seng (Zn) dan Besi (Fe). Mineral lain yang ada seperti Galena (PbS) yang mengandung unsur utama timah hitam. Kalsium karbonat secara umum mengandung pengotor unsur logam seperti besi, mangan, magnesium dan juga seng dan kobalt (Anonym 5).

Komposisi dan karakteristik *tailing* berbeda di tiap unit penambangan. Ini tergantung dari karakteristik batuan bijih dan proses pengolahan yang dilakukan serta *reagen* yang ditambahkan. *Tailing* dari PT. Freeport Indonesia (PTFI) yang menghasilkan konsentrat tembaga, emas dan perak berkomposisi utama *clay*, kuarsa, magnesium dan oksida besi dan logam sulfida (PTFI, 2006).

#### **2.1.4 Logam Berat**

Istilah logam diberikan kepada semua unsur kimia yang memiliki sifat logam diantaranya yaitu; bersifat konduktor yang baik, penghantar panas, dapat membentuk alloy dengan logam lain, dapat ditempa dan dibentuk bagi logam padat. Sedangkan pengertian logam berat adalah golongan logam yang sama dengan kriteria logam lain tetapi bila berikatan atau masuk ke dalam organisme hidup akan memberikan pengaruh besar (Palar, 1994).

Logam berat telah digunakan secara luas untuk menggambarkan logam dengan karakteristik; memiliki *specific gravity* tinggi (lebih dari 4), memiliki nomor atom 22-34 dan 40-50 serta unsur-unsur lantanida dan aktinida, memiliki respon biokimia spesifik pada organisme hidup. Logam berat dapat bersifat racun jika terinfeksi ke dalam organisme hidup. Unsur Arsen jika masuk ke dalam tubuh dalam jumlah berlebih akan bersifat toksik dan menimbulkan kerusakan organ syaraf. Begitu pula dengan kadmium (Cd), timah hitam (Pb) dan krom (Cr).

Logam-logam banyak ditemukan sebagai bagian dari mineral termasuk yang ada di daerah pertambangan seperti Sinabar (HgS), Pirit (FeS), kalkopirit (CuFeS<sub>2</sub>) dan Galena (PbS). Dalam badan air, logam ini ada dalam bentuk ion-ion baik yang

berpasangan maupun tunggal. Logam ini berasal dari batuan bijih yang ditambang kemudian diolah dan dibuang.

Karena adanya logam berat tersebut, unsur logam yang dianalisis dalam penelitian ini difokuskan pada logam Kadmium (Cd), Timah Hitam (Pb), Seng (Zn) dan Tembaga (Cu). Unsur logam lain yang juga dianalisis adalah Besi (Fe) dan Mangan (Mn). Unsur logam ini adalah yang umum terdapat dalam batuan bijih di Pongkor.

### **2.1.5 Pengelolaan *Tailing* Sebagai Konsep *End of Pipe***

Perlindungan terhadap lingkungan merupakan permasalahan yang dipertimbangkan secara global. Deklarasi PBB di Stockholm mengenai usaha perlindungan lingkungan hidup terhadap pencemaran dianggap sebagai ajakan tidak hanya untuk negara maju tetapi juga seluruh negara berkembang (JETRO, 1989 dalam Ariani, 2006).

Pengolahan limbah merupakan upaya penanggulangan dengan jalan menangani atau mengolah limbah setelah proses produksi (*end of pipe*). Proses pemanfaatan kembali *tailing* yang dilakukan di Pongkor juga merupakan implementasi dari sistem pemanfaatan limbah *end of pipe*. Pemanfaatan limbah adalah upaya pengurangan volume, konsentrasi, toksisitas dan tingkat bahaya yang menyebar di lingkungan melalui pemanfaatan kembali, daur ulang limbah serta peningkatan *recovery*.

Pemanfaatan *tailing* sebagai bahan pembuatan batako, material *filling* sekaligus sebagai media reklamasi ini juga merupakan komitmen terhadap perlindungan, praktek lingkungan yang benar serta meningkatkan kinerja di bidang lingkungan. Dengan volume *tailing* bisa mencapai 350 ribu ton per tahun, pemanfaatan *tailing* dengan cara diatas bisa mengurangi potensi penurunan fungsi lingkungan. Dasar hukum pengelolaan lingkungan di UBPE Pongkor adalah persetujuan Menteri Pertambangan dan Energi berdasarkan evaluasi Komisi AMDAL Pusat DEPTAMBEN terhadap dokumen:

1. Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (ANDAL) penambangan dan pengolahan bijih emas serta mineral ikutannya di Gunung Pongkor. Tanggal persetujuan 13

September 1991 no. 3564/0115/SJ.R/1991

2. Rencana Pengelolaan Lingkungan (RKL) dan Rencana Pemantauan Lingkungan (RPL) penambangan bijih emas dan mineral ikutannya di Gunung pongkor. Tanggal persetujuan 15 November 1991 No. 4347/0115/SJ.R/1991 dan
3. Addendum Analisis Mengenai Dampak Lingkungan untuk pengembangan produksi UBPE Pongkor dari 500 ton bijih per hari menjadi 1200 ton bijih per hari. Tanggal persetujuan 8 Mei 1996 No. 1926/0115/SJ.T/1996.

### **2.3 Pertambangan Emas**

Pertambangan emas merupakan aktivitas penambangan untuk mendapatkan logam berharga yang diakhiri dengan proses perbaikan dan penutupan tambang. Pertambangan emas banyak terdapat di Indonesia seperti di PT. Freeport Indonesia dan PT. Newmont Nusa Tenggara yang keduanya menggunakan metode flotasi untuk mengolah bijih emas. PT. Nusa Halmahera Minerals dan UBPE Pongkor menggunakan sianidasi untuk mengolah bijih emas. PT. Kelian Equatorial Mining (KEM), PT. Indo Muro Kencana dan PT. Newmont Minahasa Raya adalah perusahaan pertambangan yang saat ini sudah memasuki penutupan tambang menggunakan metode sianidasi.

Pertambangan adalah aktivitas antropogenik yang sifat awalnya adalah destruktif karena menggali permukaan bumi untuk mendapatkan logam berharga. UBPE Pongkor adalah salah satu tambang emas bawah tanah yang lokasinya tidak jauh dari perkotaan. PTFI menambang emas di daerah dengan ketinggian lebih dari 4000 mdpl sementara tailing-nya ditempatkan di sungai Ajkwa di dataran rendah. Jadi tiap tambang emas sangat karakteristik termasuk pula *tailing* yang dihasilkan.

### **2.4 Pemanfaatan *Tailing* di Tambang Emas**

Belakangan ini telah muncul kesadaran bahwa *tailing* ternyata dapat dimanfaatkan untuk keperluan lain. Jadi *tailing* sebagai limbah ternyata dapat dialihfungsikan

menjadi sumberdaya untuk keperluan lain. *Tailing* dari tambang tembaga dan emas, misalnya, dapat digunakan untuk beton, pengerasan jalan, dan bangun jembatan. Hanya saja, pemanfaatannya belum optimal (Arif, 2007).

Arif juga mengatakan, jika memang *tailing* tersebut harus dibuang karena tidak bisa dipergunakan kembali, maka harus dengan prosedur yang tepat. Adapula *tailing* yang sengaja disimpan agar bisa dimanfaatkan suatu saat dengan teknologi dan faktor keekonomisan yang lebih menunjang. Sebagai contoh, *tailing* berupa butiran nikel kualitas rendah dapat tetap disimpan dan digunakan ketika harganya naik dan dengan teknologi lebih efisien.

Pemanfaatan *tailing* ini merupakan suatu keterpaduan antara ilmu lingkungan dengan kebutuhan teknis operasional. Dikatakan seperti ini, karena pemanfaatan *tailing* akan mengurangi volume *tailing* yang dibuang ke lingkungan tetapi akan tergantung pada kebutuhan teknis di lapangan. Misalnya untuk memanfaatkan *tailing* sebagai *backfilling* harus disesuaikan dengan kebutuhan material *filling* di *stope*, jika tetap di-*filling* dikhawatirkan akan *over load* dan aktivitas penambangan jadi terganggu. Jadi adalah sinkronisasi unik, antara pemanfaatan *tailing* di UBPE Pongkor ini dengan permasalahan ilmu lingkungan.

#### 2.4.1 Pemanfaatan *Tailing* Sebagai Agregat

Pemanfaatan *tailing* di UBPE Pongkor merupakan usaha untuk memanfaatkan *sludge tailing* sehingga volume *tailing* yang dibuang ke *tailing dam* bisa dikurangi. Pemanfaatan *tailing* sebagai agregat atau bahan bangunan adalah metode yang banyak dilakukan di berbagai pertambangan. Bentuk fisik *tailing* yang berupa pasir halus ini memudahkan proses pembentukan dan pencampuran *tailing* dengan material lain sebagai aditif.

Beberapa keuntungan lain dari pemanfaatan *tailing* sebagai agregat ini adalah tersedianya jumlah bahan baku tambahan yang melimpah tanpa harus mengeluarkan

biaya. Tersedianya bahan baku ini bisa memudahkan untuk menghemat bahan baku terutama tanah liat. Memang *tailing* ini disusun sebagai bahan campuran (*mixing material*) untuk pembuatan batako dan agregat.

*Tailing* sebagai sisa penambangan nikel di Antam UBPN Pomalaa juga digunakan sebagai agregat. Perbedaan dengan *tailing* umumnya adalah, *tailing* nikel berbentuk *slag* (terak) sehingga dalam pemanfaatan untuk pembuatan batako perlu dihancurkan sehingga mudah dibentuk. Salah satunya dengan menjadikan *slag* ini sebagai agregat untuk reklamasi daerah pantai.

Hal yang menjadi perhatian saat ini adalah kandungan logam yang masih terdapat di dalam *tailing*. Seperti telah diketahui bahwa *tailing* masih mengandung beberapa logam dalam kadar rendah. Dalam pemanfaatan *tailing* ini perlu diketahui dampak yang mungkin terjadi apabila *tailing* tersebut dimanfaatkan.

Seperti pemanfaatan *tailing* sebagai batako, perlu diketahui apakah ada potensi yang mungkin terjadi bila batako tersebut terkena air dalam waktu yang lama. Logam berat di dalam batako kemungkinan bisa terlepas jika tersiram air atau larutan asam dalam waktu lama. Bila ada partikel logam berat yang terlepas akibat tercampur dengan air, maka bisa jadi dapat merubah sifat air jadi menghantarkan listrik. Atau unsur tersebut lepas dan mungkin terpapar ke lingkungan. Kondisi ini diketahui dengan test TCLP (*Toxicity Characteristic Leachate Procedure*). Untuk mengetahui kondisi ini, *tailing* perlu dilakukan uji TCLP (*Toxicity Characteristic Leachate Procedure*) yaitu uji untuk menentukan apakah parameter yang diuji dalam konsentrasi tertentu oleh larutan asam dapat membahayakan atau tidak. Analisa yang digunakan biasanya adalah analisa US EPA dan di Indonesia mengacu pada PPRI No 18/1999.

#### 2.4.2 **Pemanfaatan *Tailing* sebagai Media Reklamasi**

Pemanfaatan *tailing* sebagai media untuk reklamasi sedang dilakukan di banyak perusahaan tambang. *Tailing* sebagai media reklamasi ini bisa ditumbuhi oleh

beberapa jenis tanaman secara alami. *Tailing* umumnya berkomposisi serupa dengan batuan dan tanah yang ada rona awal, sehingga dengan penambahan nutrisi bagi tanah, memungkinkan untuk ditumbuhi berbagai macam vegetasi.

*Tailing* yang diendapkan di daerah Pengendapan Dimodifikasi (ModADA) milik PTFI adalah gerusan halus batuan alami yang merupakan sisa dari pengolahan batuan bijih. Pabrik pengolahan bijih PTFI terletak di dataran tinggi yang menggunakan proses pengapungan, yaitu pemisahan secara fisik terhadap batuan bijih yang mengandung tembaga, emas dan perak. Di daerah dataran rendah di aliran sungai Ajkwa, PTFI memanfaatkan *tailing* sebagai media penanaman dengan vegetasi perintis yaitu rumput. Spesies asli di daerah tersebut berhasil melakukan kolonisasi untuk tumbuh di atas lahan *tailing*. Lahan *tailing* PTFI juga cocok untuk ditumbuhi beberapa tanaman palawija dengan menambahkan sedikit karbon organik sebagai nutrisi. PTFI juga telah melakukan reklamasi dengan tanaman pangan seperti nanas, pisang dan melon (PTFI, 2006).

Namun penggunaan *tailing* sebagai media tanam dan reklamasi ini harus tetap melakukan analisa terhadap penyerapan zat logam oleh tanaman. Penyerapan zat logam dari mineral yang terkandung secara alami di dalam *tailing* harus berada pada level yang rendah sehingga tidak menyebabkan potensi bahaya bagi yang mengkonsumsi.

#### 2.4.3 Pemanfaatan *Tailing* sebagai Material *Filling*

Dulu di banyak tambang, *tailing* ditempatkan begitu saja di permukaan. Namun cara ini sudah konvensional mengingat terbatasnya luasan permukaan sehingga salah satu metode adalah dengan memanfaatkan *tailing* untuk mengisi rongga yang telah ditambang. Cara non konvensional ini dikenal sebagai *filling* (Anonym 4).

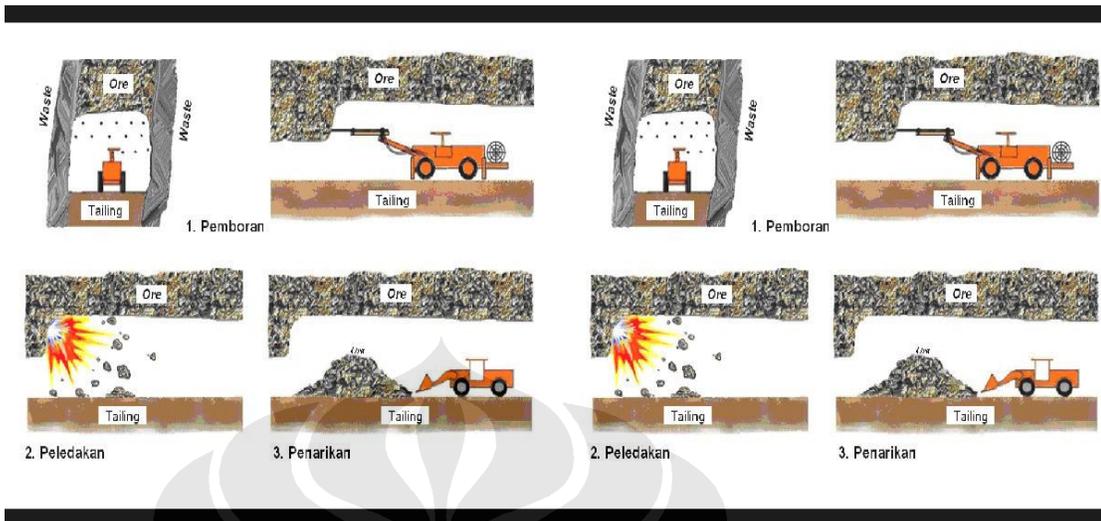
Dalam siklus penambangan bawah tanah, *filling* menjadi bagian penting siklus penambangan bawah tanah. Rongga hasil peledakan dan pemuatan batuan bijih tidak

bisa langsung dilakukan kegiatan penambangan, melainkan harus di-*filling* terlebih dahulu untuk dapat melakukan penambangan pada daerah kerja lebih dalam. Jadi secara tidak langsung, *backfilling* ini juga menyiapkan medan kerja yang sekaligus menjadi sistem penyangga (*supporting*) untuk medan kerja dan *pillar*.

*Total backfill* merupakan salah satu solusi untuk mengembalikan *tailing* ke ruang kerja bawah tanah. Untuk itu di masa yang akan datang semua tambang bawah tanah diharapkan memanfaatkan sebanyak mungkin buangan tambang (*waste rock* dan *tailing*) ke ruang tambang bawah tanah. Dengan melakukan pengembalian buangan ke dalam tanah akan mengurangi biaya rehabilitasi pada masa *post mine closure* dan *capital cost* untuk penyimpanan *tailing*.

Tetapi *total backfill* yang efisien pada saat ini adalah ukuran *tailing* harus memenuhi syarat persentase padatan *slurry* dalam berat minimal 70 %, porositas material *filling* minimal 50% dan fraksi ukuran yang kurang dari 10  $\mu\text{m}$  maksimum 10%. Dengan kondisi ini air yang keluar dari daerah *hydraulic back filling* akan bersih, tekanan *hydrostatic* berkurang sehingga aman bagi *barrier*, mempercepat drainase sehingga orang akan dapat berjalan setelah beberapa jam pengisian dihentikan (Sulistijo, 2005). Ini semua memerlukan cost yang besar dan ukuran halus harus tetap di pisahkan dan diletakan di *tailing dam*.

Kegiatan *filling* dengan kegiatan produksi merupakan hal yang sangat terkait, dimana harus ada keseimbangan antara jumlah *front* (permukaan kerja) yang akan di-*filling* dengan *front* yang akan diproduksi. Artinya bahwa kesediaan *front* yang akan diproduksi tergantung dari ketersediaan *front* yang telah di-*filling*. Jika kedua bagian ini tidak terkoordinasi, sangat mungkin terjadi kelebihan *backfilling* atau justru lantai medan kerja tidak tersedia. Keterkaitan proses *backfilling* dengan persiapan medan kerja untuk penambangan dapat diilustrasikan melalui gambar berikut ini:

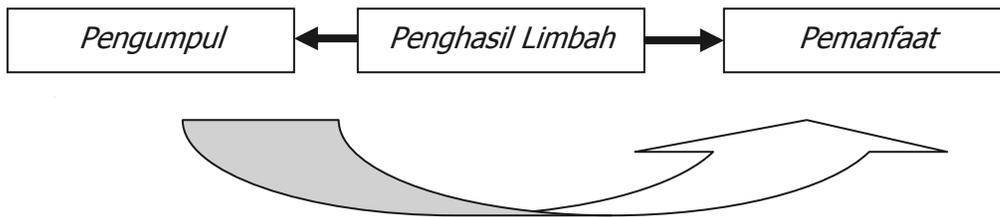


Gambar 2 Keterkaitan *Backfilling* dengan Penyiapan Medan Kerja

#### 2.4.4 Pengelolaan *Tailing* Terpadu

Pada tingkat operasional, sistem pengelolaan *tailing* dapat dipadukan dengan sistem pengelolaan lain yang merupakan kombinasi dari sistem pengelolaan *tailing* dengan cara pemanfaatan kembali (*reuse*), pemadatan (*bricking*) dan sistem pembuangan akhir dengan cara *open dumping (tailing dam)*. Pendekatan ini merupakan manifestasi dari sistem salah satu 3R yang saat ini sudah merupakan konsensus internasional, yaitu: *Reduce, Reuse, Recycle* atau 3 M (Mengurangi, Menggunakan kembali, dan Mendaur ulang).

Program mengurangi limbah dapat dimulai sejak pengumpulan, pengangkutan, dan sistem pembuangan *tailing*. Dengan demikian program pemanfaatan *tailing* ini dapat dilakukan di setiap tahapan sistem pengelolaan. Hampir sama dengan konsep minimisasi limbah. Mekanisme operasional pengelolaan *tailing (cradle to cradle)* harus bersifat terpadu sesuai dengan skema teknik operasional pengelolaan *tailing* seperti pada gambar berikut:

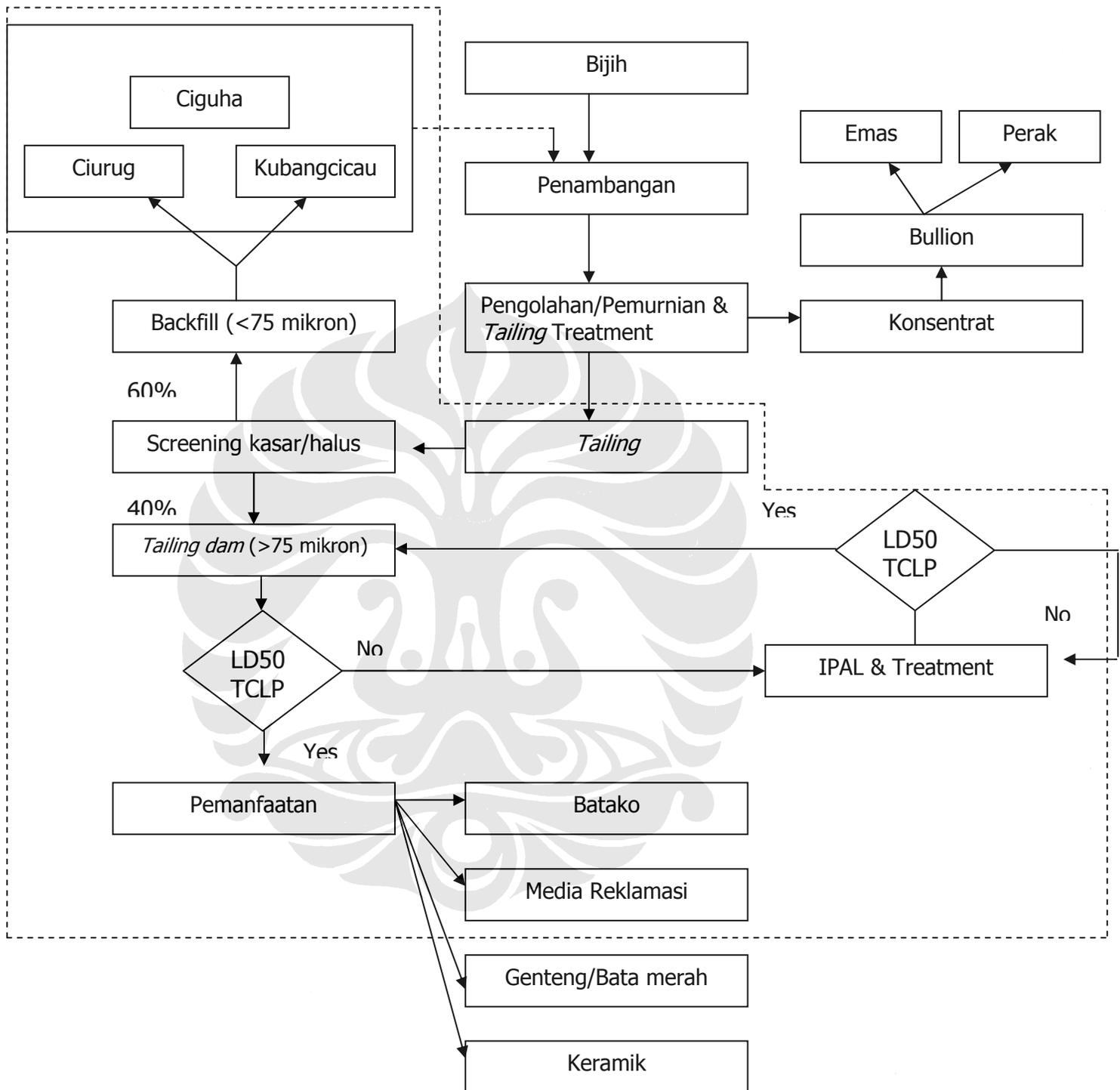


Gambar 3 Mekanisme Operasional Pengelolaan *Tailing*

## 2.5 Kerangka Berpikir

Secara teoritik melalui proses pemanfaatan kembali *tailing* hasil penambangan dan pengolahan emas di UBPE Pongkor, akan mampu mengurangi volume *tailing* yang dibuang ke permukaan khususnya di *tailing dam*. Volume *tailing* yang berlebih atau overload di *tailing dam* dapat berakibat fatal, selain *tailing* ini akan tumpah ke sisi dam, *tailing* yang tumpah ini akan mengguyur daerah operasi UBPE Pongkor mengingat lokasi *dam* yang lebih tinggi dari area produksi.

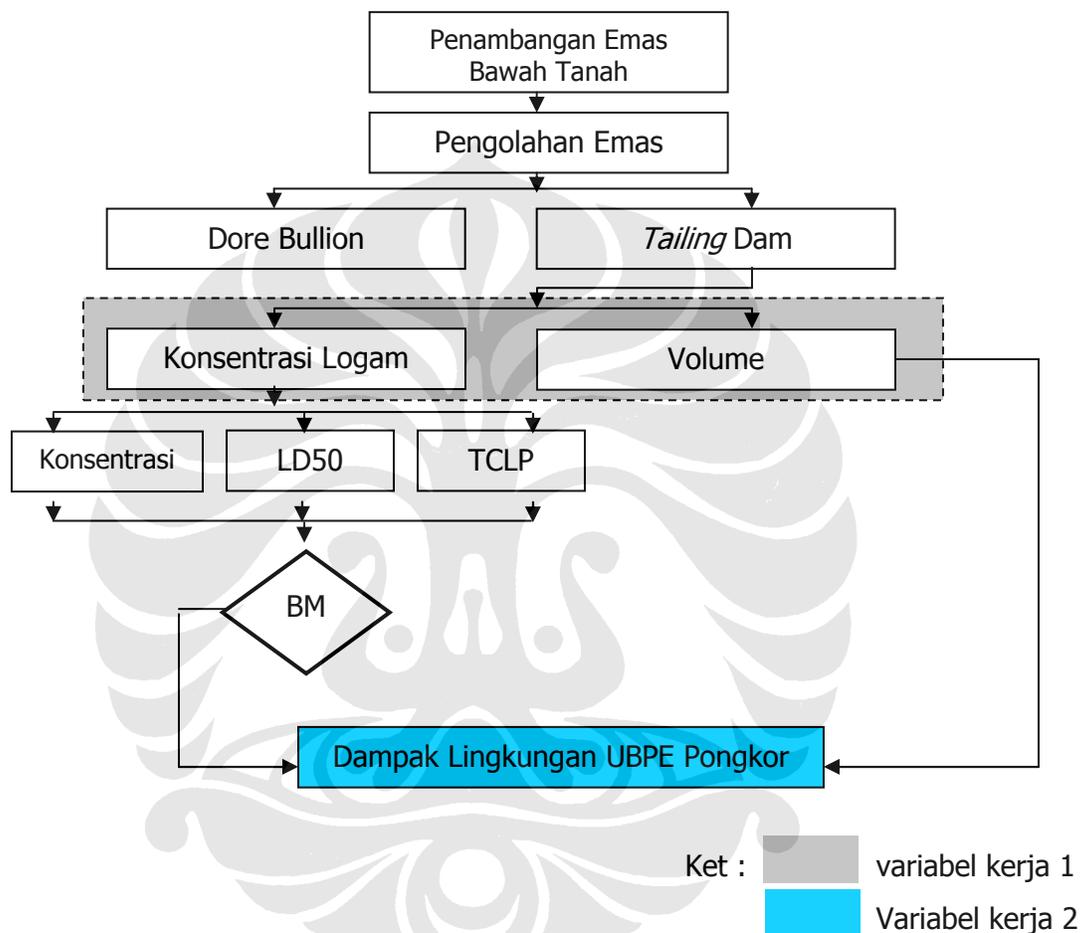
Dengan berkurangnya volume *tailing* di dam, maka potensi pengaruh *tailing* terhadap lingkungan dapat lebih ditekan. Selain itu pemanfaatan kembali juga merupakan usaha untuk *reduce* dan *reuse* limbah pengolahan emas sekaligus menyediakan kebutuhan batu bata lokal dan tanah untuk ditanami.



Gambar 4 Kerangka Berpikir Penelitian

## 2.6 Kerangka Konsep

Berdasarkan latar belakang masalah, kondisi yang terjadi saat ini di penambangan emas Pongkor serta kerangka teori yang berlaku dalam pengelolaan *tailing*, maka disusunlah kerangka konsep untuk penelitian ini seperti gambar 8 berikut ini:



Gambar 5 Kerangka Konsep Penelitian

Pertambangan bawah tanah akan menambang batuan bijih yang kemudian masuk ke unit pengolahan dan menghasilkan *dore bullion* serta *tailing*. *Tailing* yang akan dimanfaatkan ini harus diketahui keamanannya dengan mengukur konsentrasi logam yang tersisa, dilanjutkan dengan uji LD50 dan uji TCLP kemudian membandingkan dengan baku mutu.