

TINJAUAN REKLAMASI LAHAN BEKAS TAMBANG DAN ASPEK KONSERVASI BAHAN GALIAN

Oleh

Sabtanto Joko Suprpto

Kelompok Program Penelitian Konservasi – Pusat Sumber Daya Geologi

SARI

Masalah utama yang timbul pada wilayah bekas tambang adalah perubahan lingkungan. Perubahan kimiawi terutama berdampak terhadap air tanah dan air permukaan, berlanjut secara fisik perubahan morfologi dan topografi lahan. Lebih jauh lagi adalah perubahan iklim mikro yang disebabkan perubahan kecepatan angin, gangguan habitat biologi berupa flora dan fauna, serta penurunan produktivitas tanah dengan akibat menjadi tandus atau gundul. Mengacu kepada perubahan tersebut perlu dilakukan upaya reklamasi. Selain bertujuan untuk mencegah erosi atau mengurangi kecepatan aliran air limpasan, reklamasi dilakukan untuk menjaga lahan agar tidak labil dan lebih produktif. Akhirnya reklamasi diharapkan menghasilkan nilai tambah bagi lingkungan dan menciptakan keadaan yang jauh lebih baik dibandingkan dengan keadaan sebelumnya.

Bentuk permukaan wilayah bekas tambang pada umumnya tidak teratur dan sebagian besar dapat berupa morfologi terjal. Pada saat reklamasi, lereng yang terlalu terjal dibentuk menjadi teras-teras yang disesuaikan dengan kelerengan yang ada, terutama untuk menjaga keamanan lereng tersebut. Berkaitan dengan potensi bahan galian tertinggal yang belum dimanfaatkan, diperlukan perhatian mengingat hal tersebut berpotensi untuk ditambang oleh masyarakat atau ditangani agar tidak menurun nilai ekonominya.

ABSTRACT

Main problem raises at post-mining area is environmental change. Chemical change affects particularly groundwater and surface water prior to physically change of morphology and land topograpghy. Futher, changing also micro climate due to change of wind velocity, disturbing biological habitate such as flora and fauna and degradation of soil productivity with result either infertility or denudation of land. Base on those changing, though reclamation is needed to be done. Despite avoiding erosion or decreasing velocity of water's run off, reclamation is done to maintain land from instability and making more productive condition. Finally, reclamation is hopefully to yield added value to environment and creating much better condition compared with the past.

Surfacial form of post-mining area is generally irregular and mostly as steep morphology. At the time reclamation, steep morphologies are formed to be terraces which appropriate with original slope in order to maintain secured slope condition. Concerning with abandoned mining deposit which haven't utilized yet, it's needed for attention of being potency for either exploitation by public or being managed it in order to avoid decreasing its economic value.

PENDAHULUAN

Reklamasi adalah kegiatan yang bertujuan memperbaiki atau menata kegunaan lahan yang terganggu sebagai akibat kegiatan usaha pertambangan, agar dapat berfungsi dan berdaya guna sesuai peruntukannya.

Pembangunan berwawasan lingkungan menjadi suatu kebutuhan penting bagi setiap bangsa dan negara yang menginginkan kelestarian sumberdaya alam. Oleh sebab itu, sumberdaya alam perlu dijaga dan dipertahankan untuk kelangsungan hidup manusia kini, maupun untuk generasi yang akan datang (Arif, 2007).

Manusia merupakan penyebab utama terjadinya kerusakan lingkungan (ekosistem). Dengan semakin bertambahnya jumlah populasi

manusia, kebutuhan hidupnya pun meningkat, akibatnya terjadi peningkatan permintaan akan lahan seperti di sektor pertanian dan pertambangan. Sejalan dengan hal tersebut dan dengan semakin hebatnya kemampuan teknologi untuk memodifikasi alam, maka manusialah yang merupakan faktor yang paling penting dan dominan dalam merestorasi ekosistem rusak.

Kegiatan pembangunan seringkali menyebabkan kerusakan lingkungan, sehingga menyebabkan penurunan mutu lingkungan, berupa kerusakan ekosistem yang selanjutnya mengancam dan membahayakan kelangsungan hidup manusia itu sendiri. Kegiatan seperti pembukaan hutan, penambangan, pembukaan lahan pertanian dan pemukiman, bertanggung jawab terhadap kerusakan ekosistem yang terjadi. Akibat yang ditimbulkan antara lain kondisi fisik, kimia dan biologis tanah

menjadi buruk, seperti contohnya lapisan tanah tidak berprofil, terjadi *bulk density* (pemadatan), kekurangan unsur hara yang penting, pH rendah, pencemaran oleh logam-logam berat pada lahan bekas tambang, serta penurunan populasi mikroba tanah. Untuk itu diperlukan adanya suatu kegiatan sebagai upaya pelestarian lingkungan agar tidak terjadi kerusakan lebih lanjut. Upaya tersebut dapat ditempuh dengan cara merehabilitasi ekosistem yang rusak. Dengan rehabilitasi tersebut diharapkan akan mampu memperbaiki ekosistem yang rusak sehingga dapat pulih, mendekati atau bahkan lebih baik dibandingkan kondisi semula (Rahmawaty, 2002).

Kegiatan pertambangan bahan galian berharga dari lapisan bumi telah berlangsung sejak lama. Selama kurun waktu 50 tahun, konsep dasar pengolahan relatif tidak berubah, yang berubah adalah skala kegiatannya. Mekanisasi peralatan pertambangan telah menyebabkan skala pertambangan semakin membesar. Perkembangan teknologi pengolahan menyebabkan ekstraksi bijih kadar rendah menjadi lebih ekonomis, sehingga semakin luas dan semakin dalam mencapai lapisan bumi jauh di bawah permukaan. Hal ini menyebabkan kegiatan tambang menimbulkan dampak lingkungan yang sangat besar dan bersifat penting. Pengaruh kegiatan pertambangan mempunyai dampak yang sangat signifikan terutama berupa pencemaran air permukaan dan air tanah.

Sumberdaya alam yang tidak dapat diperbaharui seperti minyak dan bahan tambang lainnya apabila diekstraksi harus dalam perencanaan yang matang untuk mewujudkan proses pembangunan nasional berkelanjutan (Arif, 2007). Di antara keberlanjutan pembangunan tersebut yaitu dapat terwujudnya masyarakat mandiri pasca penutupan/pengakhiran tambang (Pribadi, 2007). Aktifitas ekonomi tetap berjalan setelah pengakhiran tambang, dan tidak terjadi "Ghost Town" (Kota Hantu).

Daerah yang telah dilakukan pengakhiran tambang tidak selalu berdampak potensi bahan galiannya habis sama sekali. Komoditas bahan galian tertentu dapat masih tertinggal sebagai akibat tidak mempunyai nilai ekonomi bagi pelaku usaha yang bersangkutan. Akan tetapi sumber daya bahan galian tersebut dalam jangka panjang dapat berpeluang untuk diusahakan apabila antara lain terjadi perubahan harga atau kebutuhan yang meningkat signifikan.

Reklamasi lahan bekas tambang selain merupakan upaya untuk memperbaiki kondisi lingkungan pasca tambang, agar menghasilkan lingkungan ekosistem yang baik dan diupayakan menjadi lebih baik dibandingkan rona awalnya, dilakukan dengan mempertimbangkan potensi bahan galian yang masih tertinggal.

KEGIATAN PERTAMBANGAN DAN ASPEK LINGKUNGAN

Kegiatan pertambangan merupakan kegiatan usaha yang kompleks dan sangat rumit, sarat risiko, merupakan kegiatan usaha jangka panjang, melibatkan teknologi tinggi, padat modal, dan aturan regulasi yang dikeluarkan dari beberapa sektor. Selain itu, kegiatan pertambangan mempunyai daya ubah lingkungan yang besar, sehingga memerlukan perencanaan total yang matang sejak tahap awal sampai pasca tambang. Pada saat membuka tambang, sudah harus difahami bagaimana menutup tambang. Rehabilitasi/reklamasi tambang bersifat progresif, sesuai rencana tata guna lahan pasca tambang

Tahapan kegiatan perencanaan tambang meliputi penaksiran sumberdaya dan cadangan, perancangan batas penambangan (*final/ultimate pit limit*), pentahapan tambang, penjadwalan produksi tambang, perancangan tempat penimbunan (*waste dump design*), perhitungan kebutuhan alat dan tenaga kerja, perhitungan biaya modal dan biaya operasi, evaluasi finansial, analisis dampak lingkungan, tanggung jawab sosial perusahaan (*Corporate Social Responsibility*) termasuk pengembangan masyarakat (*Community Development*) serta Penutupan tambang.

Perencanaan tambang, sejak awal sudah melakukan upaya yang sistematis untuk mengantisipasi perlindungan lingkungan dan pengembangan pegawai dan masyarakat sekitar tambang (Arif, 2007).

Kegiatan pertambangan pada umumnya memiliki tahap-tahap kegiatan sebagai berikut :

- Eksplorasi
- Ekstraksi dan pembuangan limbah batuan
- Pengolahan bijih dan operasional pabrik pengolahan
- Penampungan *tailing*, pengolahan dan pembuangannya
- Pembangunan infrastuktur, jalan akses dan sumber energi
- Pembangunan kamp kerja dan kawasan pemukiman

Pengaruh pertambangan pada aspek lingkungan terutama berasal dari tahapan ekstraksi dan pembuangan limbah batuan, dan pengolahan bijih serta operasional pabrik pengolahan.

Ekstraksi dan Pembuangan Limbah Batuan

Diperkirakan lebih dari 2/3 kegiatan ekstraksi bahan mineral di dunia dilakukan dengan pertambangan terbuka. Teknik tambang terbuka biasanya dilakukan dengan *open-pit mining*, *strip mining*, dan *quarrying*, tergantung pada bentuk geometris tambang dan bahan yang digali.

Ekstraksi bahan mineral dengan tambang terbuka sering menyebabkan terpotongnya puncak gunung dan menimbulkan lubang yang besar. Salah satu teknik tambang terbuka adalah metode *strip mining* (tambang bidang). Dengan menggunakan alat pengeruk, penggalian dilakukan pada suatu bidang galian yang sempit untuk mengambil mineral. Setelah mineral diambil, dibuat bidang galian baru di dekat lokasi galian yang lama. Batuan limbah yang dihasilkan digunakan untuk menutup lubang yang dihasilkan oleh galian sebelumnya. Teknik tambang seperti ini biasanya digunakan untuk menggali deposit batubara yang tipis dan datar yang terletak didekat permukaan tanah.

Teknik penambangan *quarrying* bertujuan untuk mengambil batuan ornamen, dan bahan bangunan seperti pasir, kerikil, bahan industri semen, serta batuan urugan jalan. Untuk pengambilan batuan ornamen diperlukan teknik khusus agar blok-blok batuan ornamen yang diambil mempunyai ukuran, bentuk dan kualitas tertentu. Sedangkan untuk pengambilan bahan bangunan tidak memerlukan teknik yang khusus. Teknik yang digunakan serupa dengan teknik tambang terbuka.

Tambang bawah tanah digunakan jika zona mineralisasi terletak jauh di bawah permukaan tanah sehingga jika digunakan cara tambang terbuka jumlah batuan penutup yang harus dipindahkan terlalu besar. Produktifitas tambang bawah tanah 5 sampai 50 kali lebih rendah dibanding tambang terbuka, karena ukuran alat yang digunakan lebih kecil dan akses ke dalam lubang tambang lebih terbatas.

Kegiatan ekstraksi menghasilkan limbah/*waste* dalam jumlah yang sangat banyak. Total *waste* yang diproduksi dapat bervariasi antara 10 % sampai sekitar 99,99 % dari total bahan yang ditambang. Limbah utama yang dihasilkan adalah batuan penutup dan limbah batuan. Batuan penutup (*overburden*) dan limbah batuan adalah lapisan batuan yang tidak/miskin mengandung mineral ekonomi, yang menutupi atau berada di antara zona mineralisasi atau batuan yang mengandung mineral dengan kadar rendah sehingga tidak ekonomis untuk diolah. Penutup umumnya terdiri dari tanah permukaan dan vegetasi sedangkan batuan limbah meliputi batuan yang dipindahkan pada saat pembuatan terowongan, pembukaan dan eksploitasi singkapan bijih serta batuan yang berada bersamaan dengan singkapan bijih.

Hal-hal pokok yang perlu mendapatkan perhatian pada kegiatan ekstraksi dan pembuangan limbah/*waste* agar sejalan dengan upaya reklamasi adalah :

- Luas dan kedalaman zona mineralisasi
- Jumlah batuan yang akan ditambang dan yang akan dibuang yang akan menentukan lokasi dan desain penempatan limbah batuan.
- Kemungkinan sifat racun limbah batuan

- Potensi terjadinya air asam tambang
- Dampak terhadap kesehatan dan keselamatan yang berkaitan dengan kegiatan transportasi, penyimpanan dan penggunaan bahan peledak dan bahan kimia racun, bahan radio aktif di kawasan penambangan dan gangguan pernapasan akibat pengaruh debu.
- Sifat-sifat geoteknik batuan dan kemungkinan untuk penggunaannya untuk konstruksi sipil (seperti untuk *landscaping*, dam *tailing*, atau lapisan lempung untuk pelapis tempat pembuangan *tailing*).
- Pengelolaan (penampungan, pengendalian dan pembuangan) lumpur (untuk pembuangan *overburden* yang berasal dari sistem penambangan *dredging* dan semprot).
- Kerusakan bentang lahan dan keruntuhan akibat penambangan bawah tanah.
- Terlepasnya gas metan dari tambang batubara bawah tanah.

Pengolahan Bijih dan Operasional Pabrik Pengolahan

Pengolahan bijih akan menghasilkan limbah yang mempunyai karakteristik tergantung pada jenis bijih dan metoda pengolahannya. Penanganan dan penempatan limbah tersebut dalam rangka merehabilitasi/reklamasi lingkungan pasca tambang mempertimbangkan karakteristik kimia dan fisika limbah.

Mekanisme pengolahan bijih tergantung pada jenis tambang. Umumnya pengolahan bijih terdiri dari proses *benefication* dimana bijih yang ditambang diproses menjadi konsentrat bijih untuk diolah lebih lanjut atau dijual langsung, diikuti dengan pengolahan *metalurgi* dan *refining*. Proses *benefication* umumnya terdiri dari kegiatan persiapan, penghancuran dan atau penggilingan, peningkatan konsentrasi dengan gravitasi atau pemisahan secara magnetis atau dengan menggunakan metode *flotasi* (pengapungan), yang diikuti dengan *dewatering* dan penyaringan. Hasil dari proses ini adalah konsentrat bijih dan limbah dalam bentuk *tailing* serta emisi debu. *Tailing* biasanya mengandung bahan kimia sisa proses dan logam berat.

Pengolahan metalurgi bertujuan untuk mengisolasi logam dari konsentrat bijih dengan metode *pyrometalurgi*, *hidrometalurgi* atau *elektrometalurgi* baik dilakukan sebagai proses tunggal maupun kombinasi. Proses *pyrometalurgi* seperti *roasting* (pembakaran) dan *smelting* menyebabkan terjadinya gas buang ke atmosfer (sebagai contoh: sulfur dioksida, partikulat dan logam berat) dan *slag*.

Proses pengolahan bijih bertujuan untuk mengatur ukuran partikel bijih, menghilangkan bagian-bagian yang tidak diinginkan, meningkatkan kualitas, kemurnian atau kadar bahan yang

diproduksi. Proses ini biasanya terdiri dari : penghancuran, penggilingan, pencucian, pelarutan, kristalisasi, penyaringan, pemilahan, pembuatan ukuran tertentu, *sintering* (penggunaan tekanan dan panas dibawah titik lebur untuk mengikat partikel-partikel logam), *pelletizing* (pembentukan partikel-partikel logam menjadi butiran-butiran kecil), kalsinasi untuk mengurangi kadar air dan/atau karbondioksida, *roasting* (pemanggangan), pemanasan, klorinasi untuk persiapan proses lindian, pengentalan secara gravitasi, pemisahan secara magnetis, pemisahan secara elektrostatis, flotasi (pengapungan), penukar ion, ekstraksi pelarut, elektrowining, presipitasi, amalgamasi dan *heap leaching*.

Proses pengolahan yang paling umum dilakukan adalah pemisahan secara gravitasi (digunakan untuk cebakan emas letakan), penggilingan dan pengapungan (digunakan untuk bijih besi yang bersifat basa), pelindian (dengan menggunakan tangki atau *heap leaching*; pelindian timbunan (digunakan untuk bijih tembaga/emas kadar rendah, Gambar 1) dan pemisahan secara magnetis. Tipikal langkah-langkah pengolahan meliputi penggilingan, pencucian, penyaringan, pemilahan, penentuan ukuran, pemisahan secara magnetik, oksidasi bertekanan, pengapungan, pelindian, pengentalan secara gravitasi, dan penggumpalan (*pelletizing*, *sintering*, *briquetting*, dan *nodulizing*).

Proses pengolahan bijih menghasilkan partikel berukuran seragam, menggunakan alat penghacur dan penggilingan. Tiga tahap penghacuran umumnya diperlukan untuk memperoleh ukuran yang diinginkan. Hasil olahan bijih berbentuk lumpur, yang kemudian dipompakan ke proses pengolahan lebih lanjut.

Pemisahan magnetik digunakan untuk memisahkan bijih besi dari bahan yang memiliki daya magnetik lebih rendah. Ukuran partikel dan konsentrasi padatan menentukan jenis proses pemisahan magnetik yang akan digunakan.

Pengapungan (flotasi) menggunakan bahan kimia untuk mengikat kelompok senyawa mineral tertentu dengan gelembung udara untuk pengumpulan. Bahan kimia yang digunakan termasuk *collectors*, *frothers*, *antifoams*, *activators*, and *depressants*; tergantung karakteristik bijih yang diolah. Bahan kimia ini dapat mengandung sulfur dioksida, asam sulfat, senyawa sianida, cressol, disesuaikan dengan karakteristik bijih yang ditambang.

Proses pemisahan gravitasi menggunakan perbedaan berat jenis mineral untuk meningkatkan konsentrasi bijih. Ukuran partikel merupakan faktor penting dalam proses pengolahan, sehingga ukuran tetap dijaga agar seragam dengan menggunakan saringan atau *hydrocyclon*. *Tailing* padat ditimbun di kolam penampungan *tailing*, airnya biasanya didaur

ulang sebagai air proses pengolahan. Flokulan kimia seperti aluminium sulfat, kapur, besi, garam kalsium, dan kanji biasanya ditambahkan untuk meningkatkan efisiensi pemadatan.



Gambar 1. Tambang Emas Mesel, Minahasa, Sulut pada tahun 2003, situasi menjelang penutupan tambang, mengolah sisa bijih yang tersimpan pada *stockpile* (Tain dkk, 2003)

Pelindian merupakan proses untuk mengambil senyawa logam terlarut dari bijih dengan melarutkan secara selektif senyawa tersebut ke dalam suatu pelarut seperti air, asam sulfat dan asam klorida atau larutan sianida. Logam yang diinginkan kemudian diambil dari larutan tersebut dengan pengendapan kimiawi atau bahan kimia yang lain atau proses elektrokimia. Metode pelindian dapat berbentuk timbunan, *heap* atau tangki. Metode pelindian *heap leaching* (Gambar 1) banyak digunakan untuk pertambangan emas sedangkan pelindian dengan timbunan banyak digunakan untuk pertambangan tembaga.



Gambar 2. *Settling pond* untuk pengendapan *fine coal* dan lumpur ampas pencucian batubara (Tain dkk., 2001)

Proses pengolahan batu bara pada umumnya diawali oleh pemisahan limbah dan batuan secara mekanis diikuti dengan pencucian batu bara untuk menghasilkan batubara berkualitas lebih tinggi. Dampak potensial akibat proses ini

adalah pembuangan batuan limbah dan batubara tak terpakai (Gambar 2), timbulnya debu dan pembuangan air pencuci (Karliansyah, 2001).

LINGKUP REKLAMASI

Rehabilitasi lokasi penambangan dilakukan sebagai bagian dari program pengakhiran tambang yang mengacu pada penataan lingkungan hidup yang berkelanjutan. Kegiatan pengakhiran tambang emas Kelian di Kalimantan Timur merupakan yang pertama di Indonesia untuk pengakhiran tambang sekala besar, sehingga diupayakan dapat menjadi model percontohan di masa datang. Pola pengakhiran tambang yang dilakukan oleh KEM (*Kelian Equatorial Mining*) di Kalimantan Timur merupakan salah satu *benchmark* di Indonesia maupun pada tingkat internasional. Pengakhiran tambang yang dilakukan KEM dijadikan salah satu proyek percontohan program kemitraan pembangunan atau BPD (*Business Partnership for Development*) oleh pihak Bank Dunia (Inamdar dkk., 2002).

Salah satu kegiatan pengakhiran tambang, yaitu reklamasi, yang merupakan upaya penataan kembali daerah bekas tambang agar bisa menjadi daerah bermanfaat dan berdayaguna. Reklamasi tidak berarti akan mengembalikan seratus persen sama dengan kondisi rona awal. Sebuah lahan atau gunung yang dikupas untuk diambil isinya hingga kedalaman ratusan meter bahkan sampai seribu meter (Gambar 3), walaupun sistem gali timbun (*back filling*) diterapkan tetap akan meninggalkan lubang besar seperti danau (Herlina, 2004).

Pada prinsipnya kawasan atau sumberdaya alam yang dipengaruhi oleh kegiatan pertambangan harus dikembalikan ke kondisi yang aman dan produktif melalui rehabilitasi. Kondisi akhir rehabilitasi dapat diarahkan untuk mencapai kondisi seperti sebelum ditambang atau kondisi lain yang telah disepakati. Kegiatan rehabilitasi dilakukan merupakan kegiatan yang terus menerus dan berlanjut sepanjang umur pertambangan sampai pasca tambang.

Tujuan jangka pendek rehabilitasi adalah membentuk bentang alam (*landscape*) yang stabil terhadap erosi. Selain itu rehabilitasi juga bertujuan untuk mengembalikan lokasi tambang ke kondisi yang memungkinkan untuk digunakan sebagai lahan produktif. Bentuk lahan produktif yang akan dicapai menyesuaikan dengan tataguna lahan pasca tambang. Penentuan tataguna lahan pasca tambang sangat tergantung pada berbagai faktor antara lain potensi ekologis lokasi tambang dan keinginan masyarakat serta pemerintah. Bekas lokasi tambang yang telah direhabilitasi harus dipertahankan agar tetap terintegrasi dengan ekosistem bentang alam sekitarnya.

Teknik rehabilitasi meliputi *regarding*, *reconturing*, dan penanaman kembali permukaan tanah yang tergradasi, penampungan dan pengelolaan racun dan air asam tambang (AAT) dengan menggunakan penghalang fisik maupun tumbuhan untuk mencegah erosi atau terbentuknya AAT. Permasalahan yang perlu dipertimbangkan dalam penetapan rencana reklamasi meliputi :

- Pengisian kembali bekas tambang, penebaran tanah pucuk dan penataan kembali lahan bekas tambang serta penataan lahan bagi pertambangan yang kegiatannya tidak dilakukan pengisian kembali
- Stabilitas jangka panjang, penampungan *tailing*, kestabilan lereng dan permukaan timbunan, pengendalian erosi dan pengelolaan air (Gambar 12).



Gambar 3. Tambang tembaga Batu Hijau (modifikasi dari Foto koleksi H. Lahar)

- Keamanan tambang terbuka, longsor, pengelolaan B3 dan bahaya radiasi
- Karakteristik fisik kandungan bahan *nutrient* dan sifat beracun *tailing* atau limbah batuan yang dapat berpengaruh terhadap kegiatan revegetasi
- Pencegahan dan penanggulangan air asam tambang, potensi terjadinya AAT dari bukaan tambang yang terlantar, pengelolaan *tailing* dan timbunan limbah batuan (sebagai akibat oksidasi sulfida yang terdapat dalam bijih atau limbah batuan)

- o Penanganan potensi timbulnya gas metan dan emisinya dari tambang batubara (Karliansyah, 2001).
- o Sulfida logam yang masih terkandung pada *tailing* atau *waste* merupakan pengotor yang potensial akan menjadi bahan toksik dan penghasil air asam tambang yang akan mencemari lingkungan, pemanfaatan sulfida logam tersebut merupakan salah satu alternatif penanganan. Demikian juga kandungan mineral ekonomi yang lain, diperlukan upaya pemanfaatan (Gambar 4).
- o Penanganan/penyimpanan bahan galian yang masih potensial untuk menjadi bernilai ekonomi baik dalam kondisi *in-situ*, berupa *tailing* atau *waste*.



Gambar 4. (A) *Tailing* tambang tembaga mengandung emas; (B) ditambang oleh masyarakat, Mimika, Papua (Foto koleksi SJ Suprpto)

LAHAN BEKAS TAMBANG SEBAGAI EKOSISTEM RUSAK

Kegiatan pertambangan dapat berdampak pada perubahan/rusaknya ekosistem. Ekosistem yang rusak diartikan sebagai suatu ekosistem yang tidak dapat lagi menjalankan fungsinya secara optimal, seperti perlindungan tanah, tata air, pengatur cuaca, dan fungsi-fungsi lainnya dalam mengatur perlindungan alam lingkungan (Gambar 5).

Menurut Jordan (1985 dalam Rahmawaty, 2002), intensitas gangguan ekosistem dikategorikan menjadi tiga, yaitu :

1. ringan, apabila struktur dasar suatu ekosistem tidak terganggu, sebagai contoh jika sebatang pohon besar mati atau kemudian roboh yang menyebabkan pohon lain rusak, atau penebangan kayu yang dilakukan secara selektif dan hati-hati,
2. menengah, apabila struktur hutannya rusak berat/hancur, namun produktifitasnya tanahnya tidak menurun, misalnya penebangan hutan primer untuk ditanami jenis tanaman lain seperti kopi, coklat, palawija dan lain-lainnya,

3. berat, apabila struktur hutan rusak berat/hancur dan produktifitas tanahnya menurun, contohnya terjadi aliran lava dari gunung berapi, penggunaan peralatan berat untuk membersihkan hutan, termasuk dalam hal ini akibat kegiatan pertambangan.



Gambar 5. Lahan reklamasi bekas tambang timah, ditambang oleh PETI, tidak direklamasi kembali, Belitung (Widhiyatna dkk., 2006).

REKLAMASI LAHAN BEKAS TAMBANG

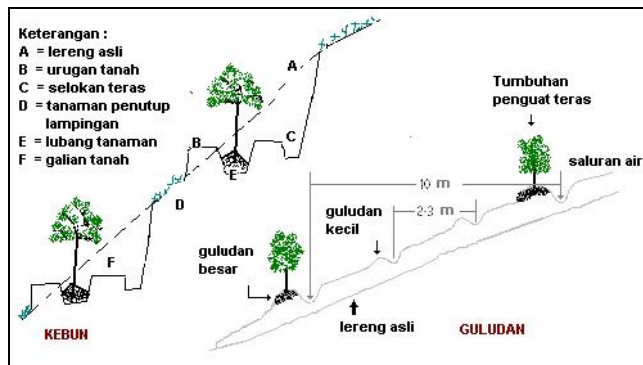
Secara umum yang harus diperhatikan dan dilakukan dalam merehabilitasi/reklamasi lahan bekas tambang yaitu dampak perubahan dari kegiatan pertambangan, rekonstruksi tanah, revegetasi, pencegahan air asam tambang, pengaturan drainase, dan tataguna lahan pasca tambang.

Kegiatan pertambangan dapat mengakibatkan perubahan kondisi lingkungan. Hal ini dapat dilihat dengan hilangnya fungsi proteksi terhadap tanah, yang juga berakibat pada terganggunya fungsi-fungsi lainnya. Di samping itu, juga dapat mengakibatkan hilangnya keanekaragaman hayati, terjadinya degradasi pada daerah aliran sungai, perubahan bentuk lahan, dan terlepasnya logam-logam berat yang dapat masuk ke lingkungan perairan.

Rekonstruksi Tanah

Untuk mencapai tujuan restorasi perlu dilakukan upaya seperti rekonstruksi lahan dan pengelolaan tanah pucuk. Pada kegiatan ini, lahan yang masih belum rata harus terlebih dahulu ditata dengan penimbunan kembali (*back filling*) dengan memperhatikan jenis dan asal bahan urugan, ketebalan, dan ada tidaknya sistem aliran air (drainase) yang kemungkinan terganggu. Pengembalian bahan galian ke asalnya diupayakan mendekati keadaan aslinya. Ketebalan penutupan tanah (*sub-soil*) berkisar 70-120 cm yang dilanjutkan dengan re-distribusi tanah pucuk (Gambar 7).

Lereng dari bekas tambang dibuat bentuk teras, selain untuk menjaga kestabilan lereng, diperuntukan juga bagi penempatan tanaman revegetasi (Gambar 6 dan 12).



Gambar 6. Skema bentuk teras kebun dan guludan (KPP Konservasi, 2006)



Gambar 7. Pengurangan kembali bekas tambang emas di Wetar (Foto koleksi R. Hutamadi)

Revegetasi

Perbaikan kondisi tanah meliputi perbaikan ruang tubuh, pemberian tanah pucuk dan bahan organik serta pemupukan dasar dan pemberian kapur. Kendala yang dijumpai dalam merestorasi lahan bekas tambang yaitu masalah fisik, kimia (*nutrients dan toxicity*), dan biologi. Masalah fisik tanah mencakup tekstur dan struktur tanah. Masalah kimia tanah berhubungan dengan reaksi tanah (pH), kekurangan unsur hara, dan mineral *toxicity*. Untuk mengatasi pH yang rendah dapat dilakukan dengan cara penambahan kapur. Sedangkan kendala biologi seperti tidak adanya penutupan vegetasi dan tidak adanya mikroorganisme potensial dapat diatasi dengan perbaikan kondisi tanah, pemilihan jenis pohon, dan pemanfaatan mikroriza.

Secara ekologi, spesies tanaman lokal dapat beradaptasi dengan iklim setempat tetapi tidak untuk kondisi tanah. Untuk itu diperlukan pemilihan spesies yang cocok dengan kondisi setempat, terutama untuk jenis-jenis yang cepat tumbuh,

misalnya sengon, yang telah terbukti adaptif untuk tambang. Dengan dilakukannya penanaman sengon minimal dapat mengubah iklim mikro pada lahan bekas tambang tersebut. Untuk menunjang keberhasilan dalam merestorasi lahan bekas tambang, maka dilakukan langkah-langkah seperti perbaikan lahan pra-tanam, pemilihan spesies yang cocok, dan penggunaan pupuk.

Untuk mengevaluasi tingkat keberhasilan pertumbuhan tanaman pada lahan bekas tambang, dapat ditentukan dari persentasi daya tumbuhnya, persentasi penutupan tajuknya, pertumbuhannya, perkembangan akarnya, penambahan spesies pada lahan tersebut, peningkatan humus, pengurangan erosi, dan fungsi sebagai filter alam. Dengan cara tersebut, maka dapat diketahui sejauh mana tingkat keberhasilan yang dicapai dalam merestorasi lahan bekas tambang (Rahmawaty, 2002).

Penanganan Potensi Air Asam Tambang

Pembentukan air asam cenderung intensif terjadi pada daerah penambangan, hal ini dapat dicegah dengan menghindari terpaparnya bahan mengandung sulfida pada udara bebas.

Secara kimia kecepatan pembentukan asam tergantung pada pH, suhu, kadar oksigen udara dan air, kejenuhan air, aktifitas kimia Fe^{3+} , dan luas permukaan dari mineral sulfida yang terpapar pada udara. Sementara kondisi fisika yang mempengaruhi kecepatan pembentukan asam, yaitu cuaca, permeabilitas dari batuan, pori-pori batuan, tekanan air pori, dan kondisi hidrologi. Penanganan air asam tambang dapat dilakukan dengan mencegah pembentukannya dan menetralsir air asam yang tidak terhindarkan terbentuk.

Pencegahan pembentukan air asam tambang dengan melokalisir sebaran mineral sulfida sebagai bahan potensial pembentuk air asam dan menghindarkan agar tidak terpapar pada udara bebas. Sebaran sulfida ditutup dengan bahan *impermeable* antara lain lempung, serta dihindari terjadinya proses pelarutan, baik oleh air permukaan maupun air tanah.

Produksi air asam sulit untuk dihentikan sama sekali, akan tetapi dapat ditangani untuk mencegah dampak negatif terhadap lingkungan. Air asam diolah pada instalasi pengolah untuk menghasilkan keluaran air yang aman untuk dibuang ke dalam badan air. Penanganan dapat dilakukan juga dengan bahan penetral, umumnya menggunakan batugamping, yaitu air asam dialirkan melewati bahan penetral untuk menurunkan tingkat keasaman (Suprpto, 2006).

Pengaturan Drainase

Drainase pada lingkungan pasca tambang dikelola secara seksama untuk menghindari efek

pelarutan sulfida logam dan bencana banjir yang sangat berbahaya, dapat menyebabkan rusak atau jebolnya bendungan penampung *tailing* serta infrastruktur lainnya. Kapasitas drainase harus memperhitungkan iklim dalam jangka panjang, curah hujan maksimum, serta banjir besar yang biasa terjadi dalam kurun waktu tertentu baik periode waktu jangka panjang maupun pendek.

Arah aliran yang tidak terhindarkan harus melewati zona mengandung sulfida logam, perlu pelapisan pada badan alur drainase menggunakan bahan impermeabel. Hal ini untuk menghindarkan pelarutan sulfida logam yang potensial menghasilkan air asam tambang (Gambar 13).

Tataguna Lahan Pasca Tambang

Lahan bekas tambang tidak selalu dikembalikan ke peruntukan semula. Hal ini tergantung pada penetapan tata guna lahan wilayah tersebut. Perkembangan suatu wilayah menghendaki ketersediaan lahan baru yang dapat dipergunakan untuk pengembangan pemukiman atau kota. Lahan bekas tambang bauksit sebagai salah satu contoh, telah diperuntukkan bagi pengembangan kota Tanjungpinang (Gambar 8).



Gambar 8. Reklamasi lahan bekas tambang bauksit untuk pemukiman dan pengembangan kota, Tanjungpinang, Bintan (Rohmana dkk., 2007)

Pemilihan spesies untuk revegetasi terkait juga tataguna lahan pasca tambang. Perkembangan harga minyak bumi akhir-akhir ini, memberikan peluang untuk pengembangan bio-energi, diantaranya dengan pengembangan tanaman jarak pagar untuk menghasilkan minyak. Sebagian lahan bekas tambang telah dicanangkan untuk program pengembangan bio-energi tersebut (Gambar 9). Kelebihan jarak pagar adalah selain mampu mereklamasi bekas lahan tambang dalam waktu singkat, tanaman ini juga menghasilkan sumber energi terbarukan biodiesel (Soesilo, 2007 dalam Ridwan, 2007).



Gambar 9. Revegetasi lahan bekas tambang batubara menggunakan tanaman jarak (PT. Berau Coal, 2007)

ASPEK KONSERVASI BAHAN GALIAN

Reklamasi lahan bekas tambang terkait dengan upaya konservasi untuk mendapatkan manfaat yang optimal dari potensi bahan galian. Upaya konservasi tidak menghendaki adanya potensi bahan galian yang tidak dimanfaatkan. Oleh karena itu reklamasi lahan bekas tambang harus mempertimbangkan potensi bahan galian yang masih ada. Baik bahan galian utama yang karena kualitas atau kadarnya belum mempunyai nilai ekonomi, bahan galian lain diluar yang diusahakan serta komoditas bahan galian yang masih terkandung pada *tailing* (Gambar 4 dan 11).

Operasional kegiatan pertambangan pada tahap penambangan dan pengolahan umumnya tidak mendapatkan perolehan 100%, yang berarti masih ada bahan galian yang tertinggal dalam kondisi *in situ*, sebagai *waste* atau pada *tailing*. Bahan galian tertinggal pada wilayah bekas tambang tersebut pada beberapa kasus, kembali ditambang, baik oleh pelaku usaha pertambangan atau oleh masyarakat.

Penambangan bahan galian tertinggal khususnya oleh masyarakat atau PETI terjadi pada wilayah bekas tambang lama ataupun yang belum lama dilakukan reklamasi (Gambar 10), bahkan ketika kegiatan usaha pertambangan masih berlangsung pada blok yang berbeda. Mengingat hal tersebut, maka agar reklamasi dapat berhasil dengan baik, bahan galian tertinggal tidak turun nilainya dan berpeluang untuk kembali diusahakan, perlu dilakukan langkah penanganan dan perlindungan sebagai berikut :

- o Bahan galian tertinggal yang secara ekonomi berpotensi diusahakan untuk pertambangan rakyat atau pertambangan skala kecil, perlu dilakukan sterilisasi, dengan menambang dan mengolahnya sehingga tidak ada lagi yang tersisa. Sebagai contoh, pada pengakhiran tambang emas Kelian di Kalimantan Timur, endapan emas aluvial yang ada, ditambang

dengan target perolehan 100% adalah untuk menghilangkan risiko kemungkinan gangguan terhadap lahan basah di masa mendatang (Inamdar dkk., 2002).



Gambar 10. *Tailing* tambang timah yang telah direklamasi, kembali ditambang oleh masyarakat, Belitung (Widhiyatna dkk., 2006).

- o Bahan galian yang telah terganggu keberadaannya, seperti telah tersimpan di *stock pile* akan tetapi mempunyai kualitas atau kadar yang belum mempunyai nilai ekonomi, harus disimpan pada lokasi dengan penanganan agar tidak turun nilai ekonominya dan apabila akan dimanfaatkan dapat dengan mudah digali.
- o Bahan galian *in situ* yang karena dimensi atau kadarnya belum mempunyai nilai ekonomi agar tidak menjadi areal penimbunan *waste* atau *tailing* untuk mencegah turunnya nilai ekonomi.



Gambar 11. Pasir kuarsa, merupakan *tailing* tambang kaolin (Widhiyatna dkk., 2006)

- o Akibat perkembangan teknologi atau harga sehingga komoditas bahan galian dan atau mineral ikutannya menjadi mempunyai nilai ekonomi, maka kegiatan usaha pertambangan untuk mengusahakan komoditas tersebut dapat dilakukan dengan mengikuti aturan perundang undangan yang berlaku.

KESIMPULAN

Pada pasca tambang, kegiatan yang utama dalam merehabilitasi lahan yaitu mengupayakan agar menjadi ekosistem yang berfungsi optimal atau menjadi ekosistem yang lebih baik. Reklamasi lahan dilakukan dengan mengurug kembali lubang tambang serta melapisinya dengan tanah pucuk, dan revegetasi lahan serta diikuti dengan pengaturan drainase dan penanganan/pencegahan air asam tambang.

Penataan lahan bekas tambang disesuaikan dengan penetapan tataruang wilayah bekas tambang. Lahan bekas tambang dapat difungsikan menjadi kawasan lindung ataupun budidaya.

Lahan pasca tambang memerlukan penanganan yang dapat menjamin perlindungan terhadap lingkungan, khususnya potensi timbulnya air asam tambang, yaitu dengan mengupayakan batuan mengandung sulfida tidak terpapar pada udara bebas, serta dengan mengatur drainase.

Bahan galian yang mengandung komoditas masih mempunyai peluang untuk menjadi ekonomis perlu penanganan dan penyimpanan yang baik agar tidak turun nilai ekonominya, serta apabila diusahakan dapat digali dengan mudah.

Diupayakan agar tidak ada bahan tambang ekonomis yang masih tertinggal. Hal ini terutama bahan galian yang potensial mengundang masyarakat atau PETI untuk memanfaatkannya, sehingga akan mengganggu proses reklamasi, maka perlu disterilkan terlebih dahulu dengan menambang dan mengolahnya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih disampaikan kepada rekan-rekan di Kelompok Program Penelitian Konservasi atas bantuan dan kerjasamanya.

ACUAN

- Arif, I., 2007. *Perencanaan Tambang Total Sebagai Upaya Penyelesaian Persoalan Lingkungan Dunia Pertambangan*, Universitas Sam Ratulangi, Manado
- Herlina, 2004. *Melongok Aktivitas Pertambangan Batu Bara Di Tabalong, Reklamasi 100 Persen Mustahil*. Banjarmasin Post, Banjarmasin
- Inamdar, A., dan Makinuddin, N., 2002. *Kelian Mine Closure Steering Committee, Independent Facilitator's Report*
- Pribadi, P., 2007. *Peranan Asosiasi Dalam Peningkatan Kualitas Program CSR Perusahaan Tambang*, Indonesian Mining Association, Balikpapan.
- PT. Berau Coal, 2007. *Pengembangan dan Penggunaan Biodisel di PT. Berau Coal Berbasis Tanaman Jarak*, <http://pub.bhaktiganesha.or.id/itb77/files/Biofuel%20papers>
- Karliansyah, M.R., 2001. *Aspek Lingkungan Dalam AMDAL Bidang Pertambangan*. Pusat Pengembangan dan Penerapan AMDAL. Jakarta
- KPP Konservasi, 2006. *Ensiklopedi Bahan Galian Indonesia, Seri Batugamping*, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.
- Rahmawaty, 2002. *Restorasi Lahan Bekas Tambang berdasarkan Kaidah Ekologi*, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Ridwan, M., 2007. *Tanaman Jarak di Bekas Tambang Batu Bara*, Harian Umum Sore Sinar Harapan.
- Rohmana, Djunaedi, E.K., dan Pohan, M.P., 2007. *Inventarisasi Bahan Galian Pada Bekas Tambang di Pulau Bintan Provinsi Kepulauan Riau*, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung.
- Suprpto, S.J., 2006. *Pemanfaatan dan Permasalahan Endapan Mineral Sulfida pada Kegiatan Pertambangan*. Buletin Sumber Daya Geologi. Vol. 1 No. 2.
- Tain, Z., Suhandi, Rosyid dan Romana, 2001. *Pendataan Bahan Galian Tertinggal di Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur*, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral, Bandung
- Tain, Z., Suprpto, S.J., dan Suhandi, 2003. *Pemantauan dan Evaluasi Konservasi Sumber Daya Mineral di Daerah Belang, Kabupaten Minasa, Sulawesi Utara*, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral, Bandung
- Tain, Z., Sutrisno, dan Suprpto, S.J., 2005. *Pemantauan dan Evaluasi Konservasi Sumber Daya Mineral di Kabupaten Halmahera Utara, Provinsi Maluku Utara*, Direktorat Inventarisasi Sumber Daya Mineral, Bandung
- Widhiyatna, D., Pohan, M.P., Putra, C., 2006. *Inventarisasi Bahan Galian Pada Wilayah Bekas Tambang di Daerah Belitung, Babel*, Pusat Sumber Daya Geologi, Bandung



Sebelum revegetasi



Sesudah revegetasi

Gambar 12. Bekas tambang emas diurug dan direvegetasi/dihutankan kembali, Halmahera Utara, Maluku Utara (Tain dkk., 2005)



Gambar 13. Penanganan drainase lahan bekas tambang emas Mesel, Minahasa, Sulawesi Utara (Tain dkk., 2003)