



SISTEM PENAMBANGAN BAWAH TANAH (Edisi II)

Rochsyid Anggara, ST
Balai Pendidikan dan Pelatihan Tambang Bawah Tanah

B. SUPPORTED STOPE METHOD

1. Cut and Fill

Adalah suatu metode penambangan dengan jalan mengambil bagian demi bagian (slice by slice) dimana bagian yang sudah ditambang dikeluarkan orenya lalu dimasukan material pengisi sebelum penambangan berikutnya dilakukan.

Material pengisi disini berfungsi sebagai berikut :

1. tempat berpijak untuk pemboran dan penggalian berikutnya.
2. sebagai penyangga batuan sekelilingnya.
3. Untuk mencegah terjadinya penurunan permukaan.

System ini cocok untuk endapan sebagai berikut :

1. Untuk endapan yang berbentuk Paint dengan dip 450
2. Untuk endapan dengan ketebalan 1-6 meter.
3. Batuan sampingnya agak lunak/kurang kompak.
4. orenya memiliki nilai yang tinggi dan memerlukan mining recovery yang tinggi guna menutupi ongkos.
5. Dapat dipergunakan untuk endapan bijih yang batasnya kurang teratur dan banyak terdapat Barrent rock (batuan sekelilingnya masuk kedalam bijih). Diantara endapan bijih yang sedang ditambang.

Keuntungan :

1. Cukup fleksibel sehingga dapat menambang bagian-bagian yang sulit dan dapat mengadakan selektif mining.
2. dari stope dapat dilakukan eksplorasi untuk mengetahui arah penyebaran bijih selanjutnya.
3. Barrent rock/Wasle dapat dipakai material pengisi.



4. Pemakai timber sedikit sehingga kemungkinan kebusukan kayu dan kebakaran jarang terjadi.
5. Bisa mendapatkan mining Recovery yang tinggi.
6. Bila memungkinkan penambangan dilakukan pada beberapa tempat sehingga produksinya besar.
7. Kecil kemungkinan terjadinya penurunan permukaan

Kerugian:

1. Selain menambang juga harus mencari material pengisi
2. harus dilakukan pemisahan yang cukup baik antara endapan bijih dengan material pengisi agar tidak terjadi pengotoran
3. Ongkos penambangan relatif tinggi

2. STULL STOPING

Adalah suatu metode penambangan yang menggunakan penyanggaan kayu (timber), dan penyangga dipasang langsung dari hanging wall ke foot wall. Penyangga ini disebut stull. Penyanggaan ini bias sistimatis, tetapi bias juga hanya dipasang setempat bila bila keadaan batuan memungkinkan.

Metode penambangan ini cocok untuk endapan bijih yang memiliki sifat-sifat sebagai berikut :

1. Kekuatan bijih agak tebal, sehingga tidak perlu disangga
2. kekuatan batuan samping mudah pecah
3. Kemiringan endapan tidak terlalu berpengaruh
4. Ukuran endapan antara 1-3 meter, yaitu ketebalan masih bias dicapai oleh penyangga kayu tanpa sambungan (timber)
5. Kadar bijih tinggi, karena ongkos penambangan juga tinggi.

Cara penambangan

1. Penerapannya dibatasi oleh panjang stull.
2. Untuk menghindari amblesan (Surface Subsidence) maka harus diisi dengan material pengisi sehingga dapat berubah menjadi cut and fill



3. Kalau penurunan permukaan bumi, maka lubang bekas lombong dapat dibiarkan kosong dan runtuh sendiri maka biasanya yang dipakai top slicing.

Segi positif stull stoping

1. Cara penambangan sangat sederhana karena cara penyanggan ini tidak sulit sehingga tidak memerlukan banyak karyawan yang terampil
2. Bisa meninggalkan pillar yang terbuat dari barent rock.
3. Karena luwes dapat dilakukan selective mining, maka perolehan tambangnya bias tinggi.
4. Memiliki jaminan keamanan yang cukup baik dibandingkan square setting atau cut and fill, karena ukuran endapan bijihnya tipis.

Segi negatif Stull Stoping

1. Karena memakai penyangga kayu dapat menyebabkan pembusukan serta kebakaran.
2. Pada umumnya sukar untuk menghindari terjadinya pengotoran.
3. Dapat menyebabkan amblesan kecuali diikuti dengan pengisian bekas-bekas lombong.

3. Square Set Stoping

Square set stoping merupakan sistem panambangan dengan penyanggaan secara sistematis yang saling tegak lurus kesegala arah (tiga dimensi). Penyangga ini memiliki kerangka berupa kubus maupun empat persegi panjang.

Cara ini cocok untuk endapan yang bersifat :

1. Kekuatan bijih lemah serta mudah runtuh.
2. Kekuatan batuan samping lemah serta mudah runtuh
3. Bentuk endapan tak perlu memiliki batas-batas yang baik atau jelas dilihat, misalnya mempunyai off shoot, pocket, dll.
4. Kemiringan endapan $> 45^{\circ}$ yg berbentuk urat bijih.
5. Ukuran endapan minimum 3,5 m.
6. Memiliki kadar bijih yang sangat tinggi.



Umumnya cara ini cocok untuk endapan dengan batuan yang lunak, oleh karena itu cara penambangan ini sulit untuk diubah ke cara penambangan yang lain.

Akan tetapi kalau sangat terpaksa, misalnya karena keadaan batuan agak keras dan surface subsidence tidak boleh terjadi, maka dapat diubah ke cara cut and fill atau stull stoping bila urat bijihnya tipis.

Cara penambangan ini dapat dipakai sebagai pelengkap atau pembantu cara penambangan lain bila bentuk bijihnya tidak baik, misalnya ditemukan off shoot, atau penyangga under cat pada blokaving. Kecuali square setting sering dipergunakan untuk mengambil pillar yang terletak diantara lombong-lombong yang sudah diisi dengan filling material.

Segi positif Square Set Stopping

1. Dapat digunakan untuk menambang segala macam ukuran dan bentuk endapan bijih, asal kemiringan $>45^{\circ}$, luwes dalam arti dapat menambang segala macam bentuk endapan.
2. Dapat dipakai untuk endapan dan batuan samping yang keadaannya sangat lunak dan mudah runtuh.
3. Memungkinkan dilakukannya penambangan dengan mining recovery yg tinggi $> 90\%$ (high mining extraction)
4. Ventilasi lebih mudah diatur.
5. Dapat memberi keamanan kerja yang tinggi.

Segi negatif Square Set Stopping

1. Memakai banyak penyangga kayu sehingga menyebabkan ongkos penambangan menjadi mahal, kemungkinan bahaya kebakaran lebih besar, dan dapat terjadi pembusukan sehingga akan terbentuk gas-gas beracun.
2. Waktu untuk penyiapan dan penyediaan kayu penyangga lebih kurang dari 30%, sedangkan volume kayu yang dibutuhkan sekitar 6-15%.
3. Sukar diubah kesistem penambangan yang lain.

C. METODE PENAMBANGAN BATUBARA



Secara umum penambangan batubara terdiri dari pemotongan, pemuatan, pemasangan penyangga, penambangan GOB, transportasi serta penanganan gas, penyangga serta debu untuk itu metode penambangan batubara harus dipilih dengan hati-hati :

1. Penentuan struktur pit dengan kondisi alam misalnya : patahan
2. Penentuan system penambangan batubara
3. Tindakan terhadap transportasi ventilasi penimbunan kembali dan keselamatan
4. Persiapan (penyangga, alat-lat)
5. Penggunaan mesin penambangan batubara yang sesuai.
6. Praktek penambangan batubara.
7. Penetapan produksi batubara dan rencana ketenagakerjaan.

Faktor dalam penentuan penambangan :

1. Pekerjaan penambangan harus aman dan terpercaya.
2. Metode yang sedapat mungkin dapat menambang secara sempurna.
3. Metode yang efisiensinya tinggi jika penggunaan bahan perton yang sedikit dan ekonomis.

Pemilihan metode penambangan batubara dan kondisi alam yang menjadi faktor penentu dalam pemilihan tersebut :

1. Ketebalan lapisan batubara
2. Kemiringan
3. Sifat atap dan lantai
4. Hubungan beberapa lapisan
5. Ada tidaknya petarifid wood dan parting
6. Banyak tidaknya gas dan air yang keluar
7. Ada kemungkinan terjadinya swa bakar.
8. Rekar batubara dan tekanan bumi serta kekerasan batubara tersebut.
9. Kondisi lain.

1. Room And Pillar



Suatu metode penambangan yang menyatakan suatu blok akan menggali masuk 2 sistem atau jalur, masing-masing melintang dan memanjang.

Metode ini hanya penggalian maju terowongan terhadap room and pillar secara berurutan mulai dari yang terdalam apabila jaringan terowongan digali telah mencapai batas maksimum.

Keuntungan :

2. Lingkup penyesuaian terhadap koreksi alam penambangan lebih luas dibandingkan dengan long wall yang di maksimumkan
3. Hingga batas – batas tertentu dapat menyesuaikan terhadap variasi kemiringan
4. Mampu menambang blok yang tersisa oleh penambangan system long wall misalnya karena adanya patahan
5. Dapat melakukan penambangan suatu blok yang berkaitan dengan perlindungan permukaan.
6. Cukup efektif untuk menaikkan Recovery (Pillar Robbing) menaikkan recovery batubara.

Kelemahan :

1. Recovery penambangan rendah (60 –70 %).
2. Banyak terjadi insiden (kecelakaan) atap yang runtuh
3. Ada batas maksimum penambangan bagian dalam karena adanya tekanan bumi.
4. Karena banyak yang disisakan akan meninggalkan masalah dari segi keamanan untuk penerapan dilakukan batubara untuk mudah mengalami swa bakar/self combustion.

2. Metode penambangan batubara system long wall/lorong panjang

Metode penambangan batubara adalah yang digunakan secara luas pada penambangan bawah tanah.

Ciri-ciri penambangan batubara long wall adalah sebagai berikut :

1. Recoverynya tinggi karena menambang sebagian besar batubara
2. Permulaan kerja dapat dipusatkan karena dapat berproduksi besar.



3. Apabila kemiringannya landai mekanisasi penambangan, transportasi dan penyanggaan menjadi beda sehingga dapat meningkatkan efisiensi penambangan.
4. Karena dapat memusatkan permukaan kerja, panjang terowongan yang dikerjakan terhadap produksi batubara menjadi pendek.
5. Menguntungkan dari segi keamanan karena ventilasinya mudah dari swa bakar/self combustion yang timbul juga sedikit.
6. Karena dapat menguatkan tekanan bumi, pemotongan batubara menjadi mudah.
7. Apabila terjadi hal-hal keruntuhan kerja dan kerusakan mesin maka menggunakan produksi batubaranya besar.

D. Metode Ambrukan (Caving Methods)

1. Top Slicing

Top Slicing adalah suatu penambangan untuk endapan-endapan bijih dan lapisan penutup (overburden) yang lemah atau mudah runtuh.

Penambangan dilakukan selapis demi selapis dari atas ke bawah pada lombong yang disanggah. Kalau lombong sudah selesai digali, maka penyanggah di atasnya dibiarkan runtuh sedikit demi sedikit atau secara bertahap. Metode ini akan memungkinkan perolehan tambang yang tinggi walaupun sering terjadi "dillution".

Upaya untuk meningkatkan efesiensi sistem penambangan ini adalah:

Untuk memperbesar produksi, daerah penggalian diperbesar di beberapa permukaan kerja (front).

Mengurangi jumlah "raise" berarti jarak antar raise dapat diperbesar.

Mengurangi pekerjaan, persiapan harus diimbangi dengan pengangkutan yang lebih efisien.

Untuk menghindari bahaya dan mengurangi keselamatan kerja, proses ambrukan sebaiknya dibuat secara pelan-pelan agar tidak runtuh.

Keuntungan Top Slicing :

Jika batuan samping tidak terlalu lemah, maka pengotoran jarang terjadi.



Dapat mengadakan pengambilan contoh batuan (sampling) di dalam lombong secara teratur untuk mengetahui batas endapan yang pasti.

Dapat menghasilkan produksi yang besar.

Jika endapan bijih teratur dan jelas batas - batasnya, maka perolehan tambangnya sangat tinggi (90 – 95).

Kerugian Top Slicing :

Penirisan menjadi sibuk karena pada saat hujan, air hujan masuk dari retakan – retakan.

Dapat menyebabkan amblesan yang merusak topografi dan tata lingkungan

Ventilasi lombong menjadi sukar, sehingga perlu peralatan khusus.

Mebutuhkan persiapan kerja yang lama dan banyak.

Banyak menggunakan penyanggah kayu sehingga dapat menyebabkan kebakaran dan penimbunan gas-gas beracun dari proses pembusukan kayu penyanggah.

2. Sub Level Caving

Sub Level Caving merupakan suatu cara penambangan yang mirip top slicing tetapi penambangan dari sub level artinya penambangan dari atas ke bawah dan setiap penambangan pada suatu level dilakukan lateral atau meliputi seluruh ketebalan bijih. Endapan bijih antara dua sub level ditambang dengan cara meruntuhkan atau mengamburkan.

Suatu tumpukan bekas penyanggah (timber mat) akan terbentuk di bagian atas dari amburkan, sehingga akan memisahkan endapan bijih yang pecah dari lapisan penutup di atasnya.

Metode ini cocok untuk endapan – endapan bijih yang memiliki sifat seperti berikut :

1. Bentuk endapan tidak homogen
2. Kekuatan batuan samping lemah dan dapat pecah menjadi bongkahan –bongkahan dan akan menjadi penyanggah batuan terhadap timber di bawahnya.
3. Kekuatan bijih lemah tetapi batuan tidak runtuh untuk beberapa waktu dengan penyanggahan biasa tetapi endapan ini akan runtuh bila penyanggaan ini diambil.



Sub Level Caving merupakan salah satu metode penambangan untuk tambang bawah tanah yang berproduksi besar, tetapi cukup berbahaya. Umumnya kecelakaan yang terjadi yaitu tertimpa oleh penyanggah sendiri.

Keuntungan Sub Level Caving:

1. Cara penambangannya agak murah.
2. Tidak ada pillar yang di tinggalkan
3. Kemungkinan terjadinya kebakaran kecil, karena penggunaan penyanggah kayu sedikit, kecuali pada endapan – endapan sulfida.
4. Ventilasi agak lebih baik dibandingkan dengan top slicing.
5. Bisa mengadakan pencampuran dengan memilih penambangan dari berbagai lombong yang berbeda kadarnya.
6. Pekerjaan persiapan sebagian besar dilakukan pada badan bijih, sehingga sekaligus dapat berproduksi.

Kerugian sub level caving:

1. Sukar untuk mengadakan tambang pilih (selective mining), karena tak dapat ditambang bagian demi bagian.
2. Perolehan tambang tidak terlalu tinggi.
3. Dillution sering terjadi sampai 10 % . Bila dillution harus rendah maka mining recoverynya juga menurun.
4. Merupakan cara penambangan yang kurang luwes karena terlalu banyak syarat yang harus dipenuhi dan tidak mudah diubah ke metode lain.

3. Blok Caving

Block Caving merupakan suatu cara penambangan yang dimulai dengan membuat suatu “undercat” terhadap suatu blok endapan bijih. Sebelum undercat diruntuhkan, harus disanggah dulu memakai pillar kemudian pillar ini di buang, maka blok akan runtuh secara perlahan– lahan.

Corongan bijih ore chute harus banyak, agar pengambilan bijih yang pecah (broken ore) dapat merata dan batas antara bijih dan lapisan penutup teratur, sehingga kemungkinan



terjadinya pengotoran (dillution) karena bercampurnya bijih dengan lapisan penutup dapat dibatasi atau dikurangi.

Metode ini cocok untuk endapan bijih yang memiliki sifat seperti berikut:

Bentuk endapan homogen karena tidak mungkin dilakukan tambang pilih.

Kekuatan bijih lemah sehingga mudah pecah atau runtuh dan dapat dipisahkan dari block di sebelahnya.

Kekuatan batuan samping lemah, sehingga mudah pecah menjadi bongkah – bongkah yang lebih besar dari pada bongkah bijih, dimana tekanannya akan membantu memecah endapan bijih di bawahnya.

Kemiringan endapan tidak menjadi soal, tetapi jika berbentuk urat bijih sebaiknya memiliki kemiringan $> 65^\circ$.

Kadar bijih tidak perlu bernilai tinggi.

Pada umumnya cara ini cocok untuk endapan-endapan pada bijih yang berukuran besar, dan akan sangat mudah dalam penambangannya jika batas antara endapan bijih dan lapisan penutupnya teratur, tidak banyak kantung bijih (pockets) “ore shoot”, “off shoot”, dll.

Keuntungan blok caving:

Pekerjaan persiapan penambangan hanya terjadi pada permulaan saja, setelah ambrukan berjalan, maka pekerjaan persiapan umumnya sudah berakhir.

Keamanan karyawan lebih terjamin, kecuali perawatan pada “draw point”.

Dapat berproduksi besar, dan hanya memerlukan sedikit pemboran, peledakan serta penyanggah, jadi dapat menekan ongkos penambangan.

Ventilasi lebih baik, apalagi bila rekahan–rekahan di antara bijihnya yang pecah itu tidak tertutup oleh partikel–partikel halus, jadi biasa terjadi ventilasi alam.

Produksi terpusat pada “draw point” dan draw point terkumpul pada “grizzly level”, sehingga produksi mudah terkontrol.

Kerugian blok caving :

Membutuhkan biaya besar dan waktu yang lama pada tahap pertama persiapan penambangan.



Perawatan “draw point” dan saluran–saluran yang dilalui bijih (ore passes) umumnya sulit dan mahal.

Penggotoran sering terjadi terutama menjelang akhir penambangan, sehingga perolehan tambang rendah.

Cara penambangan ini sukar diubah ke sistem penambangan yang lain dan produksi tidak dapat dihentikan terlalu lama, karena dapat menyebabkan macetnya proses penurunan.

Ukuran “broken ore” tidak dapat dikontrol.

bdtbt.esdm.go.id