

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Batubara

2.1.1 Definisi Batubara

Batubara adalah jenis batuan sedimen organik yang berasal dari tumbuhan. Sejak proses pengendapannya, batubara mengalami transformasi fisik dan kimia yang menyebabkan peningkatan kandungan karbon. Unsur utama dalam pembentukan batubara meliputi karbon, hidrogen, dan oksigen. Batubara terbentuk dari sisa-sisa tumbuhan dan fosil yang tertimbun pada iklim purba, mirip dengan kondisi yang ada saat ini di sekitar khatulistiwa. Beberapa batubara terbentuk dalam kubah gambut yang muncul di atas muka air tanah pada iklim basah sepanjang tahun. Kubah gambut ini terbentuk karena mineral-mineral anorganik yang terbawa oleh air masuk ke dalam sistem dan membentuk lapisan batubara dengan kadar abu dan sulfur yang rendah serta menjadi tebal secara lokal. Pola ini umumnya ditemui pada batubara zaman miosen. Sebaliknya, batubara zaman eosen cenderung lebih tipis dengan kandungan abu dan sulfur yang tinggi. Kedua endapan batubara tersebut terbentuk dalam lingkungan lakustrin, dataran pantai, atau delta, yang menyerupai kondisi pembentukan gambut yang terjadi saat ini di daerah Timur Sumatera dan sebagian besar Kalimantan (Sukandarrumi, 1995).



Gambar 2. 1 Objek Batubara (Sumber : PT. Berau Coal)

2.2 Tahapan Proses Penambangan

2.2.1 Persiapan Tambang

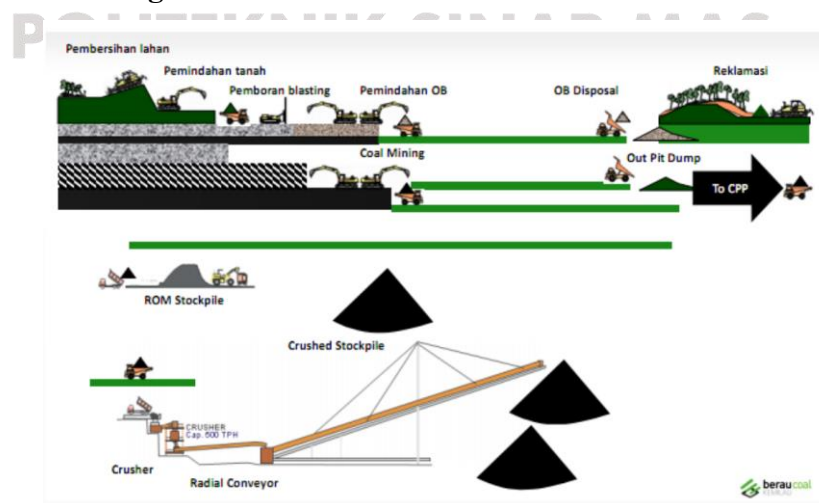
Persiapan tambang adalah pekerjaan yang dilakukan untuk menyingkap endapan mineral untuk siap ditambang. Proses yang termasuk disini adalah semua

tahapan yang diperlukan untuk suatu tambang menuju ke penjadwalan produksi yang lengkap, antara lain perencanaan, perancangan, konstruksi dan lain-lain. Persiapan tambang mengikuti pada umumnya studi kelayakan pada tahap I dan tahap II yang dikembangkan sejauh mungkin dan informasi yang lebih baik tersedia selama tahapan beruntut dari proyek.

Dari titik pandang fisik di pembukaan tambang, sifat utama persiapan adalah melengkapi jalan menuju ke endapan bijih yang memungkinkan para pekerja, peralatan, power, *supplier*, air, dan udara dapat melaluinya. Faktor yang mempengaruhi dalam persiapan tambang :

1. Penaksiran/perhitungan cadangan bahan tambang.
2. Pemilihan metode dan penetapan batas – batas penambangan (*final/ultimate pit limit*).
3. Pentahapan tambang (*mine sequence*).
4. Penjadwalan produksi.
5. Perencanaan *disposal*, *stockpile*, penyaliran/drainase.
6. Perancangan dan pemeliharaan jalan angkut.
7. Perhitungan kebutuhan alat dan tenaga kerja.
8. Perhitungan biaya modal dan biaya operasi.
9. Evaluasi finansial.
10. Analisa dampak lingkungan.

2.2.2 Operasi Penambangan



Gambar 2. 2 Proses Penambangan (Sumber : PT. Berau Coal)

Dalam kegiatan operasi penambangan atau proses penambangan itu terjadi menjadi beberapa kegiatan yang dilakukan seperti :

1. Pembersihan Lahan (*Land Clearing*)

Land clearing adalah proses pembersihan lahan rencana penambangan dari berbagai vegetasi (pohon-pohonan). Unit yang digunakan dalam proses *land clearing* berupa

- Excavator
- Bulldozer
- Chain saw

Peran survei di tahap *land clearing* yaitu :

- Memeriksa status lahan bebas.
- Memasang batas area *land clearing* dengan patok/pita survei.
- Mengontrol kesesuaian kegiatan *land clearing* tidak melebihi batas area (*over clearing*).

2. Pengupasan Tanah Pucuk (*Top Soil Removal*)

Tanah pucuk / *top soil* adalah lapisan tanah pada horizon teratas yang banyak mengandung bahan organik, dicirikan dengan fisik tanah yang tidak padat, umumnya berwarna coklat kehitaman ketebalan lapisan 30-50 cm. *Top soil* harus digali dan dipindahkan ke tempat penimbunan *top soil* (*stock soil*), agar bisa dimanfaatkan kembali saat tahapan reklamasi lahan pasca tambang.

Peran survei di tahap *top soil removal* yaitu :

- Melakukan pengukuran situasi sebelum dilakukan *top soil removal*.
- Melakukan pengukuran situasi setelah dilakukan *top soil removal*.
- Pemasangan batas area yang perlu dilakukan *top soil removal*.

3. Pengeboran dan Peledakan

Dalam kegiatan ini bertujuan untuk membuka batuan penutup (*overburden*), agar lebih mudah atau produktif untuk digali. Batuan yang keras akan susah digali oleh bucket excavator, menyebabkan produktivitas alat gali rendah dan target penambangan tidak tercapai.

Peran survei di tahap *drill & blast* yaitu :

- Pengukuran area pengeboran dan peledakan.
- Pemasangan batas area pengeboran dan peledakan dari *design*.
- Pengukuran data actual titik bor.

4. Pengupasan Batuan penutup (*Overburden removal*)

Overburden atau batuan penutup adalah lapisan penutup diatas bahan tambang yang terdiri dari *soil* dan *non soil* (batuan). Untuk mendapatkan batubara, harus dilakukan pengupasan *Overburden* (OB) terlebih dahulu dengan rasio sesuai *Stripping Ratio* (SR).

Peran survei di tahap *Overburden* (OB) Removal yaitu :

- Pemasangan *boundary* atau batas area *loading overburden*.
- Melakukan pengukuran situasi tambang *weekly, monthly*, untuk mengetahui volume *overburden* (OB) yang sudah di loading.
- Pemasangan pita acuan lereng.
- Pemasangan acuan kemiringan lereng (*bowplank*)
- Kontrol elevasi lantai kerja tambang.

5. Penimbunan *Overburden* (OB) di area Disposol

Overburden (OB) yang sudah digali di pit penambangan kemudian diangkut dan ditimbun di disposol. Disposol merupakan area khusus penimbunan material *overburden* (OB), yang dibentuk berjenjang-jejang, disposol yang sudah selesai di timbun sesuai dengan *design* akan direklamasi/ditanami kembali.

Peran survei di tahap *overburden* (OB) dumping yaitu :

- Pemasangan *boundary* / batas area dumping *overburden*
- Melakukan pengukuran situasi disposol *weekly, monthly*, untuk mengetahui volume OB yang sudah ditimbun.
- Pemasangan pita acuan lereng disposol.
- Kontrol elevasi lantai kerja disposol.

6. Penggalian batubara (*coal getting*)

Kegiatan utama / inti dari proses penambangan batubara, rangkaian kegiatan untuk mengambil batubara yang meliputi kegiatan *cleaning, ripping, loading, hauling*, penimbangan, hingga kegiatan *dumping di stockpile/hopper*.

Peran survei di tahap coal getting yaitu :

- Pemasangan *boundary*/batas area *loading* batubara
- Melakukan pengukuran *roof*/atap batubara sebelum di loading.
- Melakukan pengukuran *floor*/lantai batubara setelah selesai di *loading*.
- Kontrol elevasi lantai kerja ditambang.

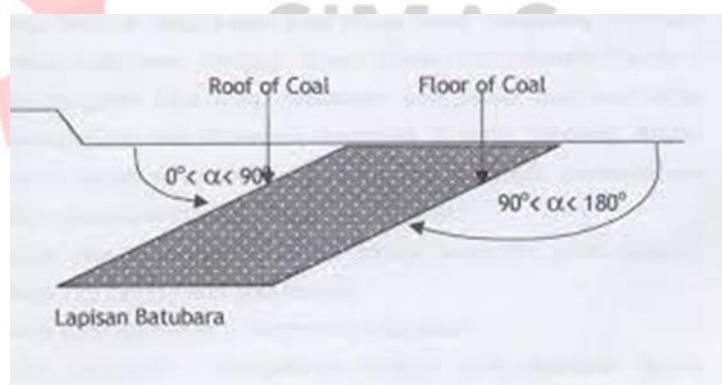
7. Pengangkutan Batubara (*coal hauling*)

Material dalam jumlah besar dalam industri pertambangan di transport dengan haulage. Pengangkutan batubara dari daerah penambangan ke tempat penumpukan (*stockpile*). Proses hauling dari pengangkutan hasil pertambangan batubara (*coal getting*) ke arah crusher, yang kemudian pengangkutan batubara yang telah di bersih, diangkut menuju *stockpile* batubara, yang terletak di *port* suaran, untuk dilakukan pemuatan batubara menuju kapal tongkang.

2.3 Roof Floor

2.3.1 Definisi *roof* dan *floor*

Dalam dunia pertambangan, suatu struktur lapisan (*seam*) terdiri dari *seam roof* dan *seam floor*. *Roof* adalah struktur penampang permukaan atas dari suatu jenis *surface* batubara paling atas setelah di *cleaning* atau dibersihkan. *Floor* adalah struktur penampang permukaan bawah alas batubara. Suatu *roof* dan *floor* yang hanya dibatasi oleh batubara dan *parting* yang disebut sebagai satu seam (Kuncoro, 2009).



Gambar 2. 3 Lapisan roof dan floor batubara

Lapisan batubara yang mempunyai tebal tanpa lapisan pengotor (*parting*) disebut *net coal thickness*. Lapisan batubara yang mempunyai tebal termasuk *parting* disebut *gross coal thickness*, dan lapisan batubara yang mempunyai tebal lapisan batubara yang dapat ditambang disebut *mineable thickness*. Dalam lapisan roof masih memiliki tebal 0.07 m, yang dimana lapisan tersebut masih disisakan dengan tebal 0.07 m dalam pengambilan pengambilan roof tersebut. Dalam lapisan floor masih memiliki tebal 0.10 m, dimana lapisan tersebut disisakan setelah pengambilan floor dengan tebal lapisan floor 0.07 m.

Pemodelan *roof-floor* seam batubara didapat dari input data litology yang sangat penting pada tahap *eksplorasi* karena sangat membantu dalam usaha menentukan besarnya cadangan batubara dan untuk hal-hal berikut :

1. Evaluasi pada setiap tahap *eksplorasi*.
2. Perencanaan pengembangan atau perluasan daerah eksplorasi.
3. Sebaran kualitas dan sekaligus kuantitas.
4. Keputusan mendirikan usaha pertambangan dan,
5. Rencana pertambangan. (Kuncoro, 2009).

Akan tetapi dalam *software minescape* pemodelan *roof* dan *floor* tidak dibuat secara manual, namun sudah langsung terbuat setelah pembuatan skema pada *minescape* dilakukan.

2.4 Total Station

2.4.1 Definisi TS (*Total Station*)

Total Station (TS) merupakan teknologi alat yang menggabungkan secara elektronik antara teknologi *theodolite* dengan teknologi *Electronic Distance Measurement* (EDM). EDM merupakan alat ukur jarak elektronik yang menggunakan gelombang pembawa sinyal pengukuran dan dibantu dengan sebuah reflektor berupa prisma sebagai target (alat pemantul sinar *infrared* agar kembali ke EDM). *Total station* menggunakan sistem prisma dan laser untuk mengembangkan pembacaan digital dari seluruh pengukuran selama pekerjaan anda. Semua informasi dalam komputer eksternal dimana data dapat dimanipulasi dan ditambahkan ke program *Computer Aided Design* (CAD) (Basuki, 2006).



Gambar 2. 4 Alat survei Total Station

2.4.2 Prinsip Dasar Pengukuran Sudut

Prinsip dasar pengukuran sudut menggunakan Total Station (TS) mirip dengan pengukuran menggunakan Theodolite. Total Station (TS) memiliki dua sumbu yang dilengkapi dengan skala untuk mengukur sudut. Untuk memperoleh koordinat 3D, diperlukan data sudut vertikal dan sudut horizontal. Sudut horizontal digunakan untuk menentukan posisi horizontal (X, Y), sedangkan sudut vertikal digunakan untuk menentukan posisi vertikal (Z) (Purwohardjo, 1986).

2.4.3 Prinsip Dasar Pengukuran Jarak

Pengukuran jarak dalam Total Station (TS) sebenarnya dilakukan dengan menggunakan Electronic Distance Meter (EDM). Untuk mengukur jarak, Total Station (TS) mengirimkan gelombang dari pusat lensa Total Station (TS) ke objek yang ingin diketahui posisinya, lalu menerima pantulan gelombang tersebut. Jarak antara alat dan target dihitung berdasarkan kecepatan rambat gelombang dikalikan dengan waktu tempuhnya. Data yang diperoleh dalam pengukuran menggunakan Total Station berupa sudut dan jarak. Pengambilan data dilakukan dengan metode tachymetri, di mana metode polar digunakan untuk menentukan posisi horizontal (X, Y), sementara metode Trigonometri digunakan untuk menghitung posisi vertikal (Z). Perhitungan posisi horizontal dengan metode polar dihitung menggunakan persamaan (Purwohardjo, 1986).

2.5 Terrestrial Laser Scanner

2.5.1 Definisi TLS (*Terrestrial Laser Scanner*)

Terrestrial laser scanner (TLS) merupakan metode yang menggunakan sinar laser untuk secara langsung mengukur titik – titik dalam sebuah pola tiga dimensi pada permukaan objek dari suatu lokasi di permukaan bumi. Hasil pengukuran TLS menghasilkan point clouds yang memiliki koordinat tiga dimensi relatif terhadap posisi alat pengukur. *Point clouds* tersebut merupakan kumpulan titik dalam jumlah besar yang dapat digunakan untuk membuat model tiga dimensi. Salah satu kekurangan TLS adalah ketidakmampuannya untuk mengambil warna yang akurat sesuai dengan warna asli objek. Warna yang diperoleh oleh TLS hanyalah intensitas pantulan dari objek yang terkena sinar laser tersebut (Qunintero, Genecthen, Heine, & Garcia 2008).



Gambar 2. 5 Alat Survei Terrestrial Laser Scanner

Menurut (Reshetyuk, 2009), Terrestrial Laser Scanner (TLS) memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan teknik survei tradisional lainnya seperti tachimetri, GPS, dan fotogrametri, yang meliputi:

1. Mampu secara langsung, cepat, dan detail menangkap geometri objek dalam tiga dimensi.
2. Dapat mengurangi biaya dan mempercepat proses pekerjaan.
3. Cocok digunakan di area survei yang sulit dijangkau dan berbahaya, di mana teknik survei tradisional sulit dilakukan.
4. Tidak memerlukan pencahayaan untuk mengakuisisi data.
5. Memungkinkan pemindaian yang komprehensif dan menyeluruh.
6. Data yang dihasilkan dapat digunakan baik untuk keperluan saat ini maupun di masa mendatang.

Namun, TLS juga memiliki kekurangan, seperti ketidakmampuannya untuk mengambil warna sesuai dengan warna asli objek. Warna yang direkam hanyalah intensitas dari pantulan gelombang, bukan warna visual objek tersebut (Quintero, Genechten, Heine, & Garcia, 2008).

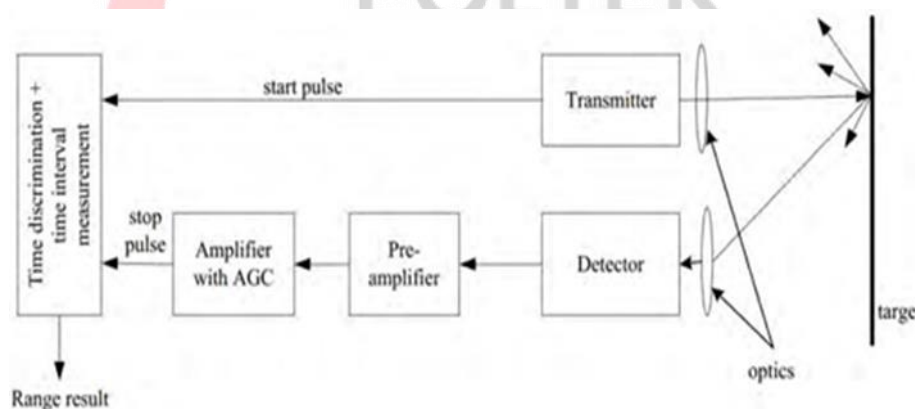
2.5.2 Prinsip pengukuran TLS (*Terrestrial Laser Scanner*)

Terrestrial Laser Scanner (TLS) menggunakan sistem pengukuran yang terdiri dari sistem pengukuran jarak dan sistem pengukuran sudut untuk mendapatkan koordinat *point clouds*. Komponen utama dalam sistem pengukuran jarak adalah laser rangefinder. Laser rangefinder terdiri dari tiga bagian utama: pemancar jaringan,

penerima jaringan (termasuk detektor, penguat sinyal, dan *Automatic Gain Control*), serta unit pengukur waktu elektronik yang disebut time-to-digital converter (TDC).

Pada mekanisme pengukuran berbasis jaringan dengan laser rangefinder, pemancar laser mengirimkan pulsa singkat yang terbagi menjadi dua bagian. Salah satu bagian dipancarkan ke penerima sinyal untuk mengaktifkan unit pengukur waktu elektronik, sementara bagian lainnya dipancarkan ke objek yang akan diukur. Ketika pulsa laser menyentuh objek, sebagian pantulan akan kembali ke detektor. Daya pantulan pulsa akan diubah menjadi arus listrik di dalam detektor, kemudian diperkuat oleh penguat sinyal yang disebut discriminator waktu. Saat itu, pengukuran waktu dihentikan, dan interval waktu antara pulsa dipancarkan hingga kembali digunakan untuk menghitung jarak antara alat TLS dan objek yang diukur.

Mekanisme pengukuran dengan TLS berbasis pulsa ini diilustrasikan dalam gambar di bawah ini (Reshetyuk, 2009).



Gambar 2. 6 Gambar mekanisme pengukuran alat survei TLS (Reshetyuk, 2009)

Dari gambar di atas merupakan proses pengukuran dari TLS (Terrestrial Laser Scanner). Dari proses pengukuran TLS tersebut merupakan pengukuran yang menggunakan laser dalam bentuk pemantulan ke objek yang dituju. Dari objek yang dituju tersebut dapat menghasilkan data dalam bentuk point clouds yang berbentuk tiga dimensi saat telah dilakukan perekaman ke objek yang dituju oleh TLS tersebut.

2.5.3 Klasifikasi TLS (*Terrestrial Laser Scanner*)

Terrestrial Laser Scanner (TLS) dapat dibagi menjadi dua kategori utama, yaitu TLS dinamis dan TLS statis. TLS dinamis adalah jenis TLS di mana pengukurannya dilakukan dari atas wahana atau kendaraan yang bergerak. Penggunaan TLS dinamis ini lebih fokus pada pemetaan citra menggunakan video dan kamera digital yang beroperasi secara bersamaan, dengan tujuan untuk mendapatkan data geo-referensi yang langsung terintegrasi dengan sistem GPS/IMU sebagai koreksi langsung. TLS

dinamis sering digunakan dalam pemindaian darat ketika wahana bergerak, dan juga dikenal sebagai vehicle laser scanning (Adhitiaputra, 2013).

TLS statis adalah jenis TLS yang pengukurannya dilakukan dari posisi yang tetap atau diam. TLS ini melakukan pengukuran dengan mengukur jarak miring menggunakan laser rangefinder dan mengambil dua sudut, yaitu sudut horizontal dan sudut vertikal melalui pusat alat. TLS jenis statis umumnya digunakan untuk mengukur objek yang diam. TLS statis dapat diklasifikasikan berdasarkan prinsip pengukurannya, cakupan pemindaian, dan jarak lintasan laser yang digunakan.

Dalam hal prinsip pengukuran, TLS dapat menggunakan laser rangefinder dengan prinsip pengukuran berbasis pulsa atau perbedaan fase. TLS berbasis jaringan menggunakan pengukuran waktu tempuh laser mulai dari pemancaran hingga kembali ke alat. TLS ini cocok untuk pengukuran jarak objek yang cukup jauh. Sementara TLS berbasis perbedaan fase menggunakan perbedaan fase laser saat pemancaran dengan saat penerimaan kembali oleh alat. TLS ini umumnya digunakan untuk pengukuran dengan jarak yang lebih dekat, namun memberikan tingkat presisi yang lebih tinggi dibandingkan dengan TLS berbasis pulsa (Putra, 2014).

2.6 Minescape

2.6.1 Definisi Minescape

Minescape adalah perangkat lunak (*software*) yang dirancang khusus untuk pengolahan data geologi, pertambangan, dan perencanaan tambang. Minescape menyediakan fitur yang sangat berguna dalam proses pengolahan dan analisis data tambang. *Software* ini dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan industri pertambangan dan digunakan oleh lebih dari 100 perusahaan pertambangan di Indonesia. Minescape merupakan rangkaian solusi terintegrasi yang dirancang untuk operasi pertambangan terbuka (*open cut*) dan pertambangan bawah tanah (*underground*), dan merupakan *software* sistem pertambangan terpadu yang khusus dirancang untuk industri pertambangan.

Minescape mampu meningkatkan semua aspek informasi teknis di lokasi tambang, mulai dari data eksplorasi, perencanaan tambang jangka pendek, penjadwalan jangka panjang, hingga penjadwalan produksi tambang. *Software* ini juga memiliki fitur pemodelan geologi dan desain tambang yang luas, termasuk *final wall*, perencanaan jalan, analisis progres tambang, perencanaan kegiatan eksploitasi bahan tambang,

perhitungan cadangan sumber daya batubara, pemodelan batubara, dan banyak lagi. *Minescape* telah menjadi salah satu solusi terkemuka dalam industri pertambangan di Indonesia.



Gambar 2. 7 Gambar software Minescape 4.119

Software Minescape terdiri dari beberapa fitur yang memiliki fungsi permodelan geologi dan desain tambang. Fitur-fitur yang dimiliki seperti :

1. *Stratmodel, Minescape Stratmodel* menyediakan lingkungan kerja yang canggih dimana deposit stratigrafi dimodelkan untuk mewakili geologi setempat.
2. *Block Model*. Digunakan untuk sebuah pengenalan unsur – unsur geologi melalui pemuatan bentuk – bentuk yang ditafsirkan secara fisik atau interpolasi menggunakan kumpulan – kumpulan material dan/atau zona, diikuti oleh serangkaian algoritma.
3. *Plot and viewer* memiliki kemampuan penanganan patahan yang baik dan mampu membuat model patahan pada deposit secara vertikal, normal, dan bolak – balik, serta menyediakan pemodelan kualitas deposit stratigrafi.
4. *Drill & Blast* memungkinkan ahli rancang ledakan memperoleh CAD 3-D yang interkatif dimana ledakan optimal dapat dengan cepat direncanakan, dan lubang – lubangnya diproyeksikan ke permukaan.
5. *Open Cut* merupakan tool untuk membuat dan mengeksplorasi pilihan desain untuk perencanaan tambang *open pit*.

Fitur – fitur tersebut saling terintegrasi satu sama lain tanpa menimbulkan kesulitan, sehingga dalam menyelesaikan suatu keadaan dalam dunia pertambangan akan sangat

mudah dan dapat disesuaikan dengan keperluan yang bersifat khusus. Pada *software minescape* penyimpanan data tersimpan dalam bentuk folder – folder yang pemanggilan datanya dapat dilakukan dengan cepat dan mudah.

2.6.2 Pengolahan data dengan fitur Cross Section pada Minescape

Metode *cross section* merupakan metode penaksiran paling awal sebuah proyek dan juga digunakan untuk pembandingan penaksiran yang lebih canggih menggunakan komputer dengan membagi tubuh mineral sesuai cara kerja eksplorasi, tujuan perhitungan, dan sifat-sifat deposit (Popoff, 1966).

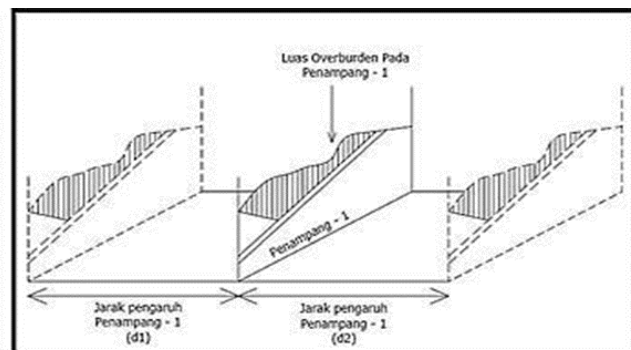
Perhitungan dengan metode *cross section* dapat digunakan untuk perhitungan volume timbunan dengan pembuatan rencana profil penampang tegak elevasi-elevasi tanah dan jaraknya yang bersangkutan untuk menentukan profil tanah (Purwaamijaya, 2008).

Keuntungan metode ini adalah proses perhitungannya yang tidak rumit dan dapat dipergunakan untuk menyajikan hasil interpretasi model dalam sebuah penampang atau irisan horizontal. Sedangkan kekurangan metode ini adalah tidak bisa digunakan untuk tipe endapan yang mineralisasinya kompleks. Penerapan perhitungan tonnase sumber daya batubara dengan metode *cross section*. Metode

Cross section terdiri dari 2 bagian yaitu dengan menggunakan 1 penampang, 2 penampang, penjelasan dari bagian – bagian metode penampang sebagai berikut :

1. Volume dengan 1 penampang

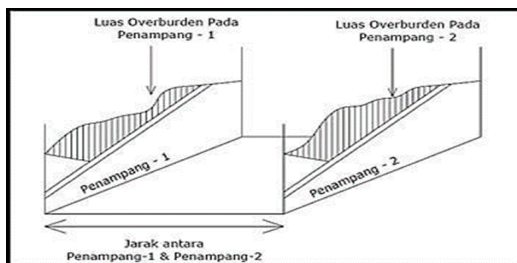
Volume dengan menggunakan 1 penampang digunakan jika di asumsikan bahwa 1 penampang mempunyai daerah pengaruh hanya terhadap penampang yang dihitung saja. Volume yang dihitung merupakan volume pada area pengaruh penampang tersebut.



Gambar 2. 8 Volume penampang 1

2. Volume dengan 2 Penampang

Perhitungan volume dengan menggunakan dua penampang digunakan jika diasumsikan bahwa volume dihitung pada areal di antara 2 penampang tersebut. Yang perlu diperhatikan adalah variasi (perbedaan) dimensi antara kedua penampang tersebut jika tidak terlalu berbeda.



Gambar 2. 9 Volume penampang 2

2.7 Deviasi

2.7.1 Definisi Deviasi

Deviasi adalah salah satu ukuran variasi yang paling umum digunakan dalam statistik. Ini merupakan bagian dari ukuran sebaran yang menggambarkan sejauh mana nilai-nilai dalam sampel tersebar di sekitar mean atau rata-rata. Deviasi digunakan untuk menentukan seberapa jauh titik data individu dari nilai rata-rata sampel. Jika deviasi dari suatu kumpulan data adalah nol, itu berarti semua nilai dalam kumpulan tersebut sama. Namun, jika deviasi lebih besar, itu menunjukkan bahwa titik data individu berjarak jauh dari nilai rata-rata. Semakin rendah nilai deviasi, semakin dekat nilai-data dengan rata-rata (Mikhail, 1981).

2.8 Sampling Data

2.8.1 Definisi sampling data

Teknik sampling adalah cara untuk menentukan sampel yang jumlahnya sesuai dengan ukuran sampel yang akan dijadikan sumber data sebenarnya, yaitu dengan memperhatikan sifat – sifat dan penyebaran populasi agar diperoleh sampel yang representatif (Margono, 2004).

Dalam pengambilan sampling data memiliki beberapa langkah yang harus diperhatikan dalam menentukan sampel tersebut, yaitu :

1. Menentukan Populasi,
2. Mencari data akurat.
3. Memilih sampel yang representative.
4. Menentukan jumlah sampel yang memadai (Dalen, 1981).