

# ESTIMASI CADANGAN BATUBARA DENGAN SOFTWARE TAMBANG PADA PIT DE DISITE BEBATU PT. PIPIT MUTIARA JAYA KABUPATEN TANA TIDUNG, KALIMANTAN UTARA

A.A Inung Arie Adnyano  
Dosen Teknik Pertambangan STTNAS Yogyakarta  
[arie\\_adnyana@yahoo.com](mailto:arie_adnyana@yahoo.com)

## Abstrak

Lokasi penambangan PIT DE PT. Pipit Mutiara Jaya, Site Bebatu dengan lahan seluas 3.024 Ha terletak di Desa Bebatu Kebun, Kecamatan Sesayap Hilir, Kabupaten Tana Tidung, Provinsi Kalimantan Utara. Metode estimasi yang digunakan yaitu metode sayatan penampang (*cross section*) yang berdasarkan pada pedoman *rule of gradual changes* dan *rule of nearest point*.

Estimasi pedoman *rule of gradual changes* didapatkan total cadangan terkira adalah 2.605.121,944 ton, volume material gambut adalah 811.218,008 m<sup>3</sup>, volume material *softclay* adalah 4.413.869,289 m<sup>3</sup>, volume *mixing* adalah 2.206.934,637 m<sup>3</sup> dan volume material *hardclay* adalah 11.638.177,066 m<sup>3</sup>. Perhitungan berdasarkan pedoman *rule of nearest point* sebagai berikut: total cadangan terkira adalah 3.047.878,132 ton, volume material gambut adalah 918.114,558 m<sup>3</sup>, volume material *softclay* adalah 5.040.942,037 m<sup>3</sup>, volume *mixing* adalah 2.520.471,018 m<sup>3</sup> dan volume material *hardclay* adalah 12.858.788,961 m<sup>3</sup>.

Nilai *stripping ratio* dari hasil kedua perhitungan adalah sebagai berikut: untuk pedoman *rule of gradual changes* dengan nilai SR 7,32 BCM : 1 ton dan untuk pedoman *rule of nearest point* dengan nilai SR 7 BCM : 1 ton.

Kata Kunci: *cross section, rule of gradual changes, rule of nearest point, seam, mixing, parting.*

## I. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang mempunyai cadangan batubara cukup banyak. Seiring dengan berkurangnya energi minyak dan gas bumi, maka batubara sangat potensial untuk dikembangkan di Indonesia. Bahan bakar ini akan dimanfaatkan sebagai energi lanjutan, seperti energi listrik dan lainnya. Pencarian daerah prospek memerlukan berbagai disiplin ilmu pengetahuan, diantaranya adalah ilmu eksplorasi batubara. Tingkat kepastian cadangan terestimasi menentukan risiko kelayakan ekonomi tambang dan garansi bagi pengembalian modal.

## II. Tujuan Penelitian

1. Untuk menghitung besarnya cadangan batubara terkira pada PIT DE
2. Untuk menghitung besarnya volume *overburden* pada PIT DE
3. Untuk menghitung nilai dari *stripping ratio*
4. Mengetahui perbandingan hasil perhitungan dari metode sayatan penampang

## III. Metodologi Penelitian

1. Pengamatan Lapangan
2. Studi Literatur, karya ilmiah dan laporan penelitian dari perusahaan

3. Penentuan lokasi dan pengambilan data
4. Pengelompokkan data
  - a. Data primer: Data logging, data korelasi lubang bor dan titik koordinat lubang bor
  - b. Data sekunder: lokasi kesampaian daerah, iklim, stratigrafi daerah penelitian dan peta lubang bor
5. Pengolahan data
6. Analisis data
7. Kesimpulan

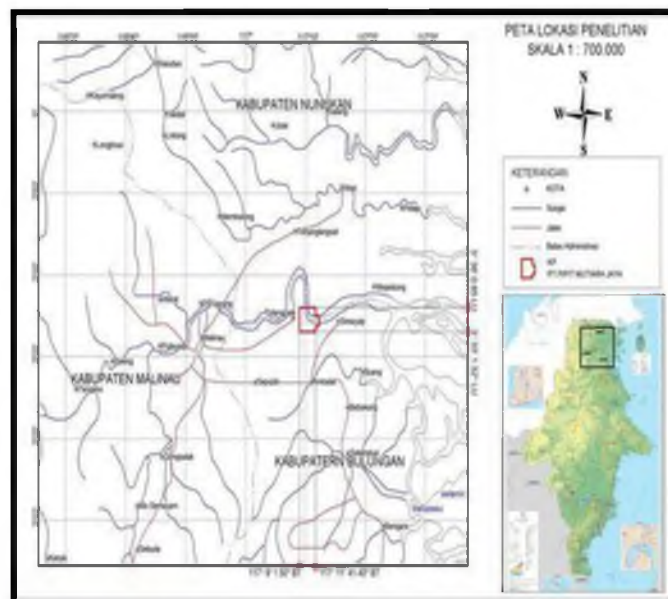
#### IV. Lokasi dan Kesampaian Daerah

Secara administratif, PT. Pipit Mutiara Jaya terletak di Desa Bebatu Kebun, Kecamatan Sesayap Hilir, Kabupaten Tana Tidung, Kalimantan Utara.

Secara geografis, lokasi penambangan berbatasan dengan :

1. Sebelah utara dibatasi Desa Sengkong
2. Sebelah Timur dengan Desa Bebatu Kebun, Desa Supadan Sungai Supa
3. Sebelah Selatan dan Barat dengan Sungai Supa

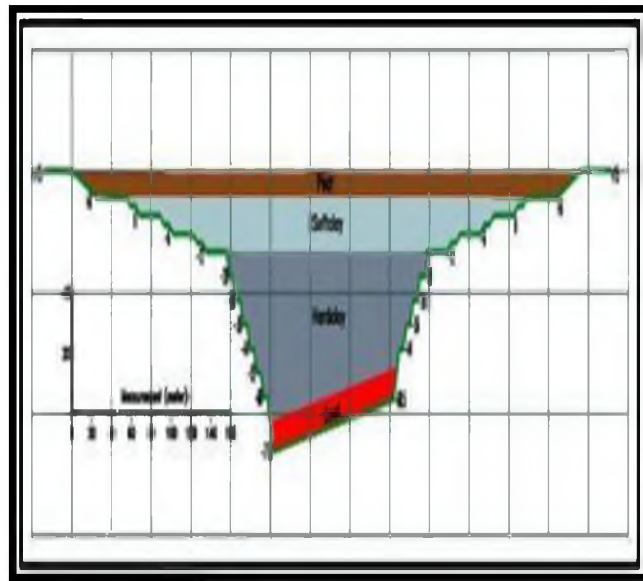
Secara astronomis, daerah tersebut terletak pada koordinat  $117^{\circ} 08' 00''$  BT -  $117^{\circ} 14' 00''$  BT dan  $03^{\circ} 30' 00''$  LU -  $03^{\circ} 38' 00''$  LU. (Gambar 1)



Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian (Sumber: Bagian Geologist, PT. PMJ)

#### V. Stratigrafi Umum Daerah Pertambangan

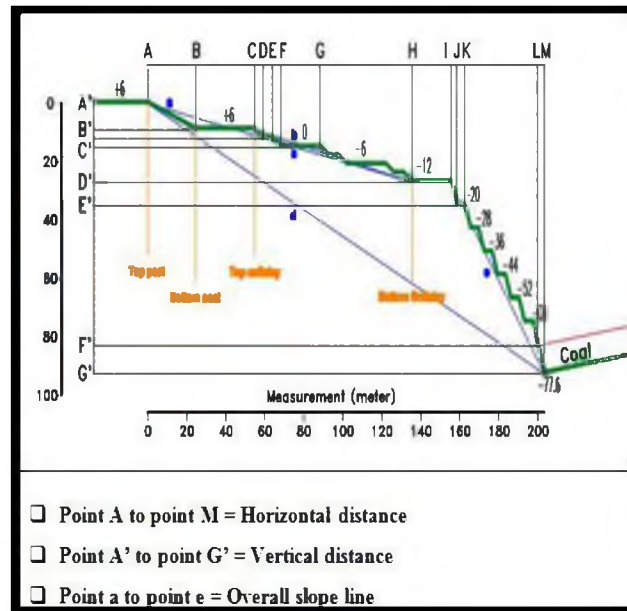
Terdapat di cekungan tarakan dengan dua Formasi yaitu Formasi Tabul dan Formasi Alluvium. Formasi Tabul terdiri dari perselingan batulumpur, batulempung, batupasir dan batugamping. Batubara dibagian atas yang berumur Miosen Atas diendapkan pada lingkungan delta laut dangkal, sedangkan Formasi Aluvium terdiri dari perselingan lumpur, lanau, pasir, kerikil dan koral yang merupakan endapan pantai, sungai dan rawa. Keadaan perlapisan di tambang Site Bebatu terdiri dari lapisan gambut, lapisan batulempung, laisan tanah laterit dan lapisan batupasir (Gambar 2)



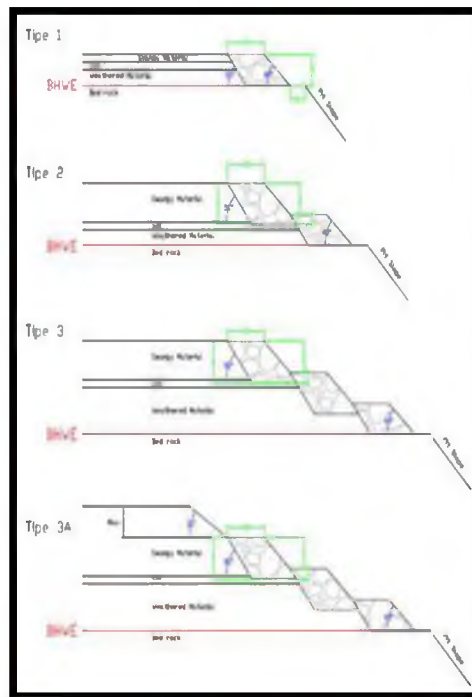
Gambar 2. Litologi di PT. PMJ (Sumber: Bagian Pit Operation, PT. PMJ)

## VI. Metodologi Penambangan

Secara umum, metode penambangan yang digunakan di PT. Pipit Muitara Jaya, Site Bebatu sama seperti tambang batubara lainnya yaitu metode *Open Cut Mining*, tetapi karakteristik hamper keseluruhan adalah rawa maka metode ini dikombinasikan dengan metode *Cut Fill* dengan control *Overall Slope* untuk proses *Stripping Overburden* dan *Coal Exposenya*. (Gambar 3 dan 4)



Gambar 3. Overall Slope Method (Sumber: Bagian Pit Operation)



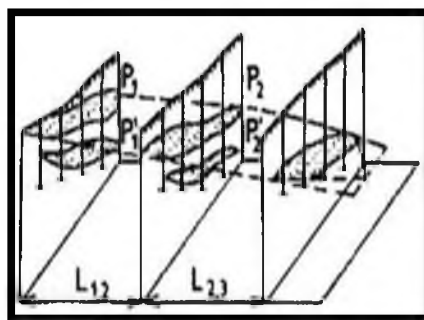
Gambar 4. *Benching Counter weight Methode (Sumber: Bagian Pit Operation)*

## VII. Metode Sayatan Penampang

Batubara merupakan cadangan dengan tingkatan endapan homogenitas yang tinggi, maka perhitungan cadangan dapat diterapkan dengan metode ini. Pada masing-masing penampang akan diperoleh luas batubara dan tanah penutup. Volume batubara dan tanah penutup dapat diketahui dengan mengalikan luas terhadap jarak pengaruh penampang tersebut. Metode sayatan penampang berdasarkan dua pedoman yaitu, pedoman *rule of gradual changes* dan *rule of nearest point*.

### 1. Pedoman *rule of gradual changes*

Masing-masing penampang akan diperoleh luas batubara dan luas tanah penutup. Volume batubara dan tanah penutup dapat diketahui dengan mengalikan luas terhadap jarak pengaruh penampang tersebut. (Gambar 5)



Gambar 5. *Rule Of Gradual Changes (Sumber: Abdul Rauf, 1998)*

Dengan rumus:

$$V_c \text{ atau } V_{OB} = \frac{S_1 + S_2}{2} \times L$$

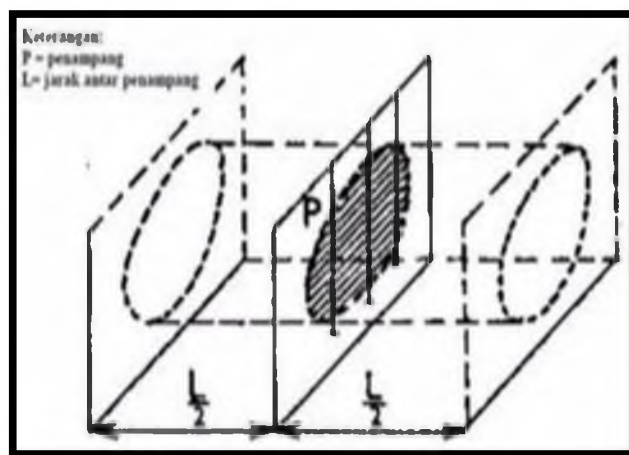
$$W_c = V_c \times \gamma$$

Keterangan:

$V_C$  = Volume batubara ( $m^3$ )  
 $V_{OB}$  = Volume *overburden* ( $m^3$ )  
 $S_1, S_2$  = Luas penampang ( $m^2$ )  
 $L$  = Jarak penampang (m)  
 $W_c$  = Tonase batubara (ton)  
 $\gamma$  = Densitas ( $1,3 \text{ ton}/m^3$ )

## 2. Pedoman *rule of nearest point*

Pada metode ini, setiap blok ditegaskan oleh sebuah penampang yang sama panjang ke setengah jarak untuk menyambung sayatan (Gambar 6)



Gambar 6. *Rule Of Nearest Point* (Sumber: Abdul Rauf, 1998)

Dengan rumus:

$$V_C \text{ atau } V_{OB} = A \times L$$

$$W_c = V_c \times \gamma$$

Keterangan:

$V_C$  = Volume batubara ( $m^3$ )  
 $V_{OB}$  = Volume *overburden* ( $m^3$ )  
 $A$  = Luas penampang ( $m^2$ )  
 $L$  = Jarak penampang (m)  
 $W_c$  = Tonase batubara (ton)  
 $\gamma$  = Densitas ( $1,3 \text{ ton}/m^3$ )

## VIII. Nisbah Pengupasan/*Stripping Ratio*

Nisbah pengupasan adalah perbandingan antara volume lapisan tanah penutup yang akan digali dengan jumlah tonase batubara yang akan diambil. (Gambar 7).

Pehitungan dengan rumus:

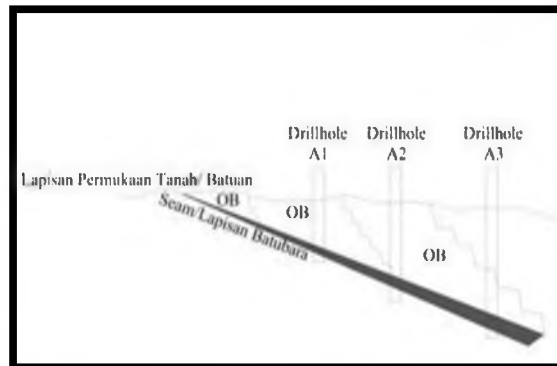
$$SR = \frac{V_{OB}}{W_c}$$

Keterangan:

SR = *Stripping ratio* (BCM/ton)

V<sub>OB</sub> = *Volume overburden* (m<sup>3</sup>)

W<sub>c</sub> = Tonase batubara (ton)



Gambar 7. Perbandingan OB dan Coal

## IX. Persentase Kesalahan / Error

Cadangan terkira dan cadangan terbukti yang kuantitasnya dihitung dari pengukuran nyata, misalnya dari pemboran, singkapan sedangkan kadarnya diperoleh dari hasil analisis contoh. Jarak titik-titik pengambilan contoh sangat jelas. Struktur, jenis, komposisi, kadar, ketebalan, kedudukan dan kelanjutan endapan mineral dapat ditentukan dengan tepat.

Menurut MC. Kelvey, untuk perhitungan cadangan terkira dan terbukti faktor kesalahan tidak boleh lebih dari 20%.

Perhitungan dengan rumus:

$$\% \text{ Error} = \frac{(\text{Hasil estimasi terbesar} - \text{Hasil estimasi terkecil})}{\text{Hasil estimasi terkecil}} \times 100\%$$

## X. Perhitungan Cadangan

1. Berdasarkan Pedoman *Rule Of Gradual Changes* (Tabel 1)

Tabel 1. *Rule Of Gradual Changes*

PENAMPANG	LUAS PENAMPANG	JARAK	VOLUME PENAMPANG
A-A'	2,482.110		
B-B'	1,849.805	50.650	109,705.760
B-B'	1,849.805		
C-C'	1,912.451	50.510	95,015.778
C-C'	1,912.451		
D-D'	1,944.305	49.758	95,932.228
D-D'	1,944.305		
E-E'	2,503.338	48.244	107,286.052
E-E'	2,503.338		
F-F'	2,725.936	100.000	261,463.725
F-F'	2,725.936		
G-G'	2,884.862	102.305	287,006.365
G-G'	2,884.862		
H-H'	3,276.135	47.928	147,642.127
H-H'	3,276.135		
I-I'	3,990.490	56.571	205,540.116
I-I'	3,990.490		
J-J'	4,767.879	98.514	431,410.992
J-J'	4,767.879		
K-K'	5,331.472	96.160	485,576.811
VOLUME TOTAL BATUBARA			2,226,599.955
TONASE			2,854,579.938
MINING RECOVERY SEAM			2,605,121.944

$$V_c = 2.226.599,953 \text{ m}^3$$

$$W_c = 2.894.579,938 \text{ ton}$$

$$MR = 2.894.579,938 \times 90\%$$

$$= 2.605.121,305 \text{ ton}$$

2. Berdasarkan Pedoman *Rule Of Nearest Point* (Tabel 2)

Tabel 2. *Rule Of Nearest Point*

PENAMPANG	LUAS PENAMPANG	JARAK	VOLUME PENAMPANG
A-A'	2,482.110	50.650	125,718.887
B-B'	1,849.805	50.650	93,692.633
C-C'	1,912.451	49.758	95,159.742
D-D'	1,944.305	49.758	96,744.718
E-E'	2,503.338	100.000	250,333.830
F-F'	2,725.936	100.000	272,593.620
G-G'	2,884.862	47.928	138,265.676
H-H'	3,276.135	47.928	157,018.579
I-I'	3,990.490	98.514	393,119.152
J-J'	4,767.879	98.514	469,702.832
K-K'	5,331.472	96.160	512,674.376
VOLUME TOTAL BATUBARA			2,605,024.045
TONASE			3,386,531.258
MINING RECOVERY SEAM			3,047,878.132

$$V_c = 2.605.024,045 \text{ m}^3$$

$$W_c = 3.386.531,258 \text{ ton}$$

$$MR = 3.386.531,258 \times 90\%$$

$$= 3.047.878,132 \text{ ton}$$

## XI. Perhitungan Overburden

1. Berdasarkan Pedoman *Rule Of Gradual Changes*)  
 a. Material Gambut (Tabel 3)

Tabel 3. Material Gambut

PENAMPANG	LUAS PENAMPANG	JARAK	VOLUME PENAMPANG
A-A'	1,590.280	50.650	80,561.046
B-B'	1,590.808		
B-B'	1,590.808	50.510	81,354.017
C-C'	1,630.496		
C-C'	1,630.496	49.758	83,497.034
D-D'	1,725.629		
D-D'	1,725.629	48.244	94,662.136
E-E'	2,198.678		
E-E'	2,198.678	100.000	202,090.440
F-F'	1,843.131		
F-F'	1,843.131	102.305	141,125.497
G-G'	915.786		
G-G'	915.786	47.928	25,256.899
H-H'	138.166		
H-H'	138.166	56.571	7,443.824
I-I'	125.002		
I-I'	125.002	98.514	34,407.507
J-J'	573.529		
J-J'	573.529	96.160	60,819.609
K-K'	691.438		
VOLUME TOTAL PEAT GAMBUT			811,218.008

$$V_{\text{gambut}} = 811.218,008 \text{ m}^3$$



b. Material *Softclay* (Tabel 4)Tabel 4. Material *Softclay*

PENAMPANG	LUAS PENAMPANG	JARAK	VOLUME PENAMPANG
A-A'	5,814.947	50.650	257,944.229
B-B'	4,370.413		
B-B'	4,370.413		
C-C'	3,673.508	50.510	203,149.210
C-C'	3,673.508		
D-D'	5,699.064		
D-D'	5,699.064	49.758	233,180.201
E-E'	9,552.048		
E-E'	9,552.048		
F-F'	7,433.401	100.000	849,272.430
F-F'	7,433.401		
G-G'	7,567.081		
G-G'	7,567.081	102.305	767,312.125
H-H'	3,874.078		
H-H'	3,874.078		
I-I'	4,659.039	47.928	274,175.915
I-I'	4,659.039		
J-J'	6,524.254		
J-J'	6,524.254	98.514	550,855.473
K-K'	7,384.417		
K-K'	7,384.417		
VOLUME TOTAL SOFTCLAY			4,413,869.274

$$V_{softclay} = 4.413.869,274 \text{ m}^3$$

$$\text{Mixing} = 4.413.869,274 \times 50\%$$

$$= 2.206.934,637 \text{ m}^3$$

c. Material *Hardclay* (Tabel 5)Tabel 5. Material *Hardclay*

PENAMPANG	LUAS PENAMPANG	JARAK	VOLUME PENAMPANG
A-A'	14.898.121	50.650	789.369.852
B-B'	16.271.468		
B-B'	16.271.468		
C-C'	17.055.583	50.510	841.674.673
C-C'	17.055.583		
D-D'	15.915.896		
D-D'	15.915.896	49.758	820.297.426
E-E'	19.867.213		
E-E'	19.867.213		
F-F'	23.855.547	100.000	2.186.138.000
F-F'	23.855.547		
G-G'	18.403.365		
G-G'	18.403.365	102.305	2.161.648.996
H-H'	13.198.004		
H-H'	13.198.004		
I-I'	12.831.270	56.571	736.251.027
I-I'	12.831.270		
J-J'	12.604.986		
J-J'	12.604.986	98.514	1.252.913.677
K-K'	17.965.481		
K-K'	17.965.481		
VOLUME TOTAL HARDCLAY			11.638.777.066

$$V_{Hardclay} = 11.638.77,066 \text{ m}^3$$

2. Berdasarkan Pedoman *Rule Of Nearest Point*

## a. Material Gambut (Tabel 6)

Tabel 6. Material Gambut

PENAMPANG	LUAS PENAMPANG	JARAK	VOLUME PENAMPANG
A-A'	1,590.280	50.650	80,547.682
B-B'	1,590.808	50.650	80,574.410
C-C'	1,630.496	49.758	81,130.205
D-D'	1,725.629	49.758	85,863.863
E-E'	2,198.678	100.000	219,867.780
F-F'	1,843.131	100.000	184,313.100
G-G'	915.786	47.928	43,891.787
H-H'	138.166	47.928	6,602.010
I-I'	125.002	98.514	12,314.417
J-J'	573.529	98.514	56,500.597
K-K'	691.438	96.160	66,488.707
VOLUME TOTAL PEAT			918,114.558

$$V_{gambut} = 918.114,558 \text{ m}^3$$



b. Material *Softclay* (Tabel 7)Tabel 7. Material *Softclay*

PENAMPANG	LUAS PENAMPANG	JARAK	VOLUME PENAMPANG
A-A'	5,814.947	50.650	294,527.050
B-B'	4,370.413	50.650	221,361.408
C-C'	3,673.508	49.758	182,786.391
D-D'	5,699.064	49.758	283,574.012
E-E'	9,552.048	100.000	955,204.780
F-F'	7,433.401	100.000	743,340.080
G-G'	7,567.081	47.928	362,675.039
H-H'	3,874.078	47.928	185,676.791
I-I'	4,659.039	98.514	458,980.578
J-J'	6,524.254	98.514	642,730.368
K-K'	7,384.417	96.160	710,085.539
VOLUME TOTAL SOFTCLAY			5,040,942.037

$$V_{softclay} = 5.040.942,037 \text{ m}^3$$

$$\text{Mixing} = 5.040.942,037 \times 50\%$$

$$= 2.520.471,018 \text{ m}^3$$

c. Material *Hardclay* (Tabel 8)Tabel 8. Material *Hardclay*

PENAMPANG	LUAS PENAMPANG	JARAK	VOLUME PENAMPANG
A-A'	14,898.121	50.650	754,589.849
B-B'	16,271.468	50.650	824,149.854
C-C'	17,055.583	49.758	848,651.689
D-D'	15,915.896	49.758	791,943.173
E-E'	19,867.213	100.000	1,986,721.300
F-F'	23,855.547	100.000	2,385,554.720
G-G'	18,403.365	47.928	882,036.463
H-H'	13,198.004	47.928	632,553.945
I-I'	12,831.270	98.514	1,264,059.723
J-J'	12,604.986	98.514	1,241,767.630
K-K'	12,965.481	96.160	1,246,760.614
VOLUME TOTAL HARDCLAY			12,858,788.961

$$V_{Hardclay} = 12.858.788.961 \text{ m}^3$$

**XII. Nisbah Pengupasan/*Stripping Ratio***

1. Berdasarkan Pedoman
- Rule Of Gradual Changes*

$$W_c = 2.605.121,944 \text{ ton}$$

$$V_{OB} = 19.070.199,007 \text{ BCM}$$

$$SR = \frac{19.070.199,007}{2.605.121,944}$$

$$= 7,32 \text{ (7,32 BCM : 1 ton)}$$

2. Berdasarkan
- Rule Of Nearest Point*

$$W_c = 3.047.878,132 \text{ ton}$$

$$V_{OB} = 21.338.316,574 \text{ BCM}$$

$$SR = \frac{21.3047.316,574}{3.047.878,132}$$

$$= 7 \text{ (7 BCM : 1 ton)}$$

### XIII. Persentase Kesalahan

$$\begin{aligned}\%error &= \frac{3.047.878,132 - 2.605.121,944}{2.605.121,944} \times 100\% \\ &= 16,9\%\end{aligned}$$

### XIV. Faktor Kesalahan

1. Bentuk topografi yang berbeda yang berpengaruh pada perhitungan. Kekurangan metode *cross section* adalah sulit membaca topografi yang sangat kompleks.
2. Adanya perbedaan perlapisan dan *parting* dalam satu titik bor.
3. Pengambilan contoh ketebalan batubara yang kurang detail.
4. Penarikan garis sayatan dengan jarak yang berbeda karena titik bor yang tidak grid.
5. Perhitungan ini dengan aspek geologi yang masih rendah.

### XV. Kesimpulan

1. Total tonase batubara:
  - a. *Rule Of Gradual Changes* adalah 2.605.121,944 ton
  - b. *Rule Of Nearest Point* adalah 3.047.878,132 ton
2. Volume *overburden*:
  - a. *Rule Of Gradual Changes* adalah 19.070.199,007 m<sup>3</sup>
  - b. *Rule Of Nearest Point* adalah 21.338.316,574 m<sup>3</sup>
3. Nilai *stripping ratio* sebagai berikut:
  - a. *Rule Of Gradual Changes* adalah 7,32 BCM : 1 ton
  - b. *Rule Of Nearest Point* adalah 7 BCM : 1 ton
4. Persentase kesalahan dari perhitungan adalah 16,9%
5. Hasil estimasi cadangan terkira pada daerah PIT DE

### XVI. Saran

1. Hasil perhitungan dari kedua metode, maka disarankan hasil estimasi terkecil cadangan batubara terkira terkecil yang dipakai sebagai perhitungan produksi
2. Perhitungan cadangan terkira ini dapat digunakan metode pembandingan yang lebih canggih untuk ditingkatkan menjadi cadangan terbukti.
3. Dilakukan kajian kelayakan dari segi ekonomi dan teknis untuk meningkatkan menjadi cadangan terbukti.

### XVII. DaftarPustaka

1. Rauf, Abdul. 1998, "Perhitungan Cadangan Endapan Mineral", FakultasTeknologi Mineral, Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Pembangunan Nasional, Yogyakarta
2. Soejitno, H. Purus, "Eksplorasi Batubara Untuk Studi Kelayakan", Direktorat Batubara 1995
3. Simatupang, Marangin dan Sigit, Soetaryo. ISBN 979-8012-66-6, "Pengantar Pertambangan Indonesia".

4. Sukandarrumidi, 2008. “Batubara Dan Gambut”, Cetakan Ketiga Universitas Gajah Mada.
5. Standar Nasional Indonesia  
Amandemen I SNI 13-5014-1998, “Klasifikasi Sumberdaya dan Cadangan”
6. Partono, P., M. Bambang  
Sugeng., 1993. “Tambang Terbuka” Lembaga Pengabdian Pada Masyarakat dan Jurusan Teknik Pertambangan Institut Teknologi Bandung.

