

**PERANCANGAN *ULTIMATE PIT LIMIT DESIGN* PADA AREA
PENAMBANGAN BLOK 196 PT. GLOBALINDO INTI ENERGI
KECAMATAN MUARA JAWA KABUPATEN KUTAI KARTANEGARA
PROVINSI KALIMANTAN TIMUR**

Oleh:

Edy Jaya¹, Sundek Hariyadi²

Abstrak

Maksud dari penelitian ini adalah untuk membuat beberapa rancangan tambang berdasarkan nilai nisbah kupas (*stripping ratio*) yang telah dioptimalisasi. Dan tujuan dari penelitian ini adalah menentukan batas penambangan terluar (*ultimate pit limit*) dari beberapa rencana pit penambangan berdasarkan hasil optimasi sesuai dengan nisbah kupas (*stripping ratio*) dan perhitungan paling ekonomis.

Data teknis (data survey, model geologi dan data geoteknik) serta model ekonomi merupakan dua variabel penting dalam upaya optimalisasi pit dan penentuan ultimate pit limit (batas akhir penambangan). Penelitian ini akan menjelaskan model optimalisasi pit dengan filosofi metode penambahan ekspansi pit dan kajian ekonomi perusahaan sehingga diharapkan dapat menjadi acuan dalam membuat dan menentukan ultimate pit limit yang paling optimal untuk diterapkan pada rencana area penambangan block 196 PT. Globalindo Inti Energy. Hasil optimalisasi pit dengan menggunakan metode resgraphyc dengan menggunakan perangkat lunak Minescape yang dilakukan berdasarkan data teknis (survey, geologi dan geotek) didapatkan beberapa pilihan desain pit diantaranya Pit SR5, SR6, SR7, SR8 dan SR9 kemudian setelah dilakukan pendekatan kajian ekonomi, didapatkan bahwa desain yang paling ekonomis adalah desain dengan SR 8 dengan cadangan batubara sebesar 941.424,69 MT dengan profit margin sebesar 1.59 Juta USD.

Kata Kunci: *Stripping Ratio, Ultimate Pit Limit, Metode Penambahan Ekspansi Pit, Kajian Ekonomi.*

PENDAHULUAN

Usaha untuk menentukan batas penambangan optimum (*Ultimate Pit Limit*) yang akan memberikan cadangan tertambang optimum. *Stripping ratio (SR)* menunjukkan perbandingan antara volume tanah penutup yang harus dibongkar untuk mendapatkan satu ton batubara pada areal yang akan ditambang. Dalam pengembangan pit diperlukan penetapan *Break Even Stripping ratio (BESR)*. BESR merupakan ratio *increment* tambang terakhir sepanjang *pit wall*, dapat diartikan bahwa jika melewati batas BESR maka tidak diperoleh keuntungan dalam usaha penambangan tersebut. Dalam menyusun penelitian ini penulis mengacu kepada beberapa jurnal dan hasil penelitian sebelumnya diantaranya adalah jurnal dengan judul *Pemodelan Optimasi*

JGP (Jurnal Geologi Pertambangan)

Pit Tambang Terbuka Batubara dengan Pendekatan *Incremental Pit Expansion* dan Model *Cash Flow* oleh W. Sasongko yang diterbitkan pada Proceedings International Conference Science and Technology di Yogyakarta pada tahun 2009. Serta jurnal dengan judul Optimasi Pit Tambang Terbuka Batubara dengan pendekatan *Incremental Pit Expansion*, BESR dan Profit Margin.

METODE PENELITIAN

Untuk mencapai maksud dan tujuan penelitian dilakukan tahapan metodologi penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Tahap pengumpulan data terdahulu seperti laporan eksplorasi dilokasi penyelidikan dan juga peraturan Standar Nasional Indonesia Nomor 5015 Tahun 2019 tentang Pedoman Pelaporan, Sumberdaya yang kemudian dipelajari sebagai persiapan lebih lanjut.

2. Observasi Lapangan

Kegiatan ini berupa orientasi kebeberapa lokasi rencana yang akan dibuat rancangan penambangan, seperti kondisi vegetasi, infrastruktur sekitar lokasi, kondisi morfologi, struktur geologi, kondisi dan geometri lapisan batubara dan beberapa hal yang dianggap perlu dalam kegiatan perancangan.

3. Pengumpulan data

Data yang dikumpulkan adalah data survey, data geologi, data uji kualitas, data kualitas, data rekomendasi geometri lereng dan data ekonomi yang meliputi biaya penambangan, biaya pengupasan overburden dan juga keuntungan perusahaan.

1. Data Primer

Data Primer yang dikumpulkan dalam kegiatan penelitian ini meliputi :

- a) Data survey meliputi data koordinat lubang bor dan data Original topografi
- b) Data Geologi meliputi data log bor, test pit, sampling dan pemodelan.
- c) Kajian Geotek
- d) Kajian Ekonomi.

2. Data Sekunder

Data sekunder yang dikumpulkan dalam penelitian ini meliputi :

- a) Dokumen studi kelayakan
- b) Data geologi regional Kalimantan Timur
- c) Data geologi lokal berdasarkan literatur dan kegiatan eksplorasi.
- d) Peta lokasi dan kesampaian daerah
- e) Data curah hujan
- f) Penelitian terdahulu
- g) Jurnal yang berhubungan.

3. Akuisisi Data

Akuisisi data meliputi kegiatan berikut ini :

JGP (Jurnal Geologi Pertambangan)

- a) Mengumpulkan dan mengelompokkan data untuk memudahkan proses dan analisa
- b) Mengetahui keakuratan data.

4. Pengolahan Data

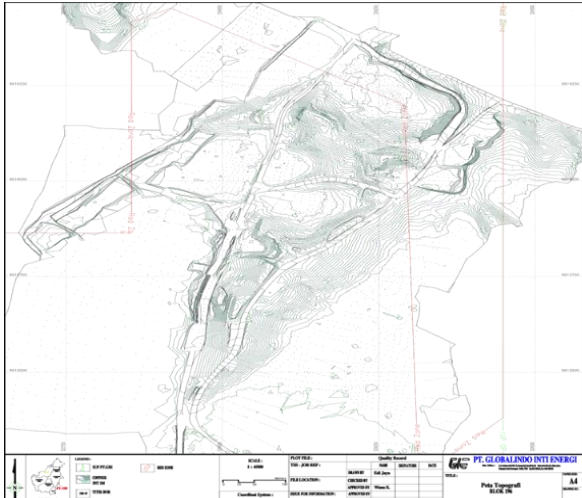
Setelah dilakukan pengumpulan data maka dilakukan pengolahan data yang akhirnya akan diperoleh model endapan batubara kemudian dilakukan pembuatan model blok untuk menghitung sumberdaya. Setelah sumberdaya diketahui maka dibuat model Stripping ratio (SR) yang akan dijadikan sebagai data batas penambangan (*pit limit*).

HASIL PENELITIAN

1. Survey Pemetaan

Data survey topografi diperlukan sebagai batas paling atas saat pemodelan tiga dimensi dan juga diperlukan untuk melakukan perhitungan *volume* pada saat perencanaan ataupun progress penambangan.

No.	X	Y	Z
1	524172.852	9914297.837	19.442
2	523979.982	9913775.200	20.426
3	523995.646	9914068.142	18.467
4	523999.459	9914061.633	18.566
5	524024.777	9913796.407	27.748
6	524323.595	9914094.462	38.586
7	524295.599	9914194.123	19.110
8	524178.450	9913875.190	34.898
9	524182.738	9913877.821	35.278
.....Sampai dengan.....			
3934	523981.604	9913745.598	25.020



Gambar 1. survey Topografi

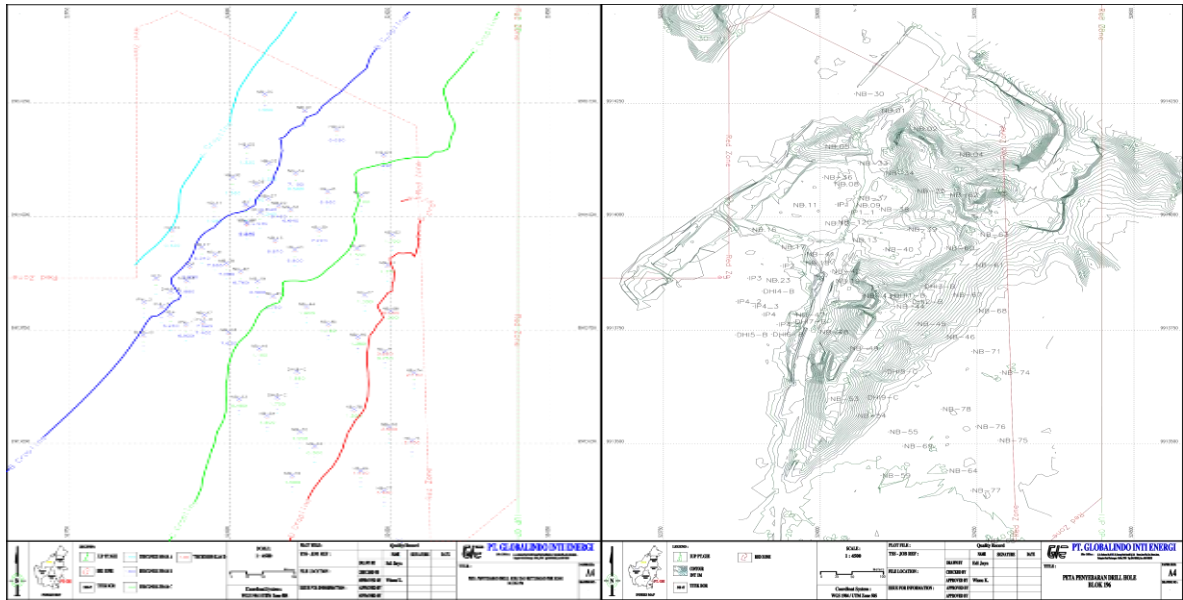
2. Kegiatan Eksplorasi dan Pemodelan

Kegiatan eksplorasi pada daerah penelitian dilakukan dengan pemboran dengan menggunakan alat bor berupa Power Rig (Portable Rig) dengan metode *open hole* dan *touch coring*. *Open hole* diperlukan untuk meminimalkan biaya pemboran sedangkan *touch coring* di perlukan untuk mengambil sampel batubara pada titik-titik tertentu untuk analisa kualitas. Data pemboran daerah penelitian berjumlah 66 titik bor. Kedalaman tiap titik bervariasi antara 10 meter sampai 50 meter. Penyebaran titik bor membentang searah strike dan menyilang searah dip batubara, dengan jarak antara titik 50 meter sampai dengan 100 meter. Litologi titik bor dominasi batu lempung, batupasir, batubara dan sisipan batu lanau. Seam batubara daerah penelitian terdiri dari empat seam.

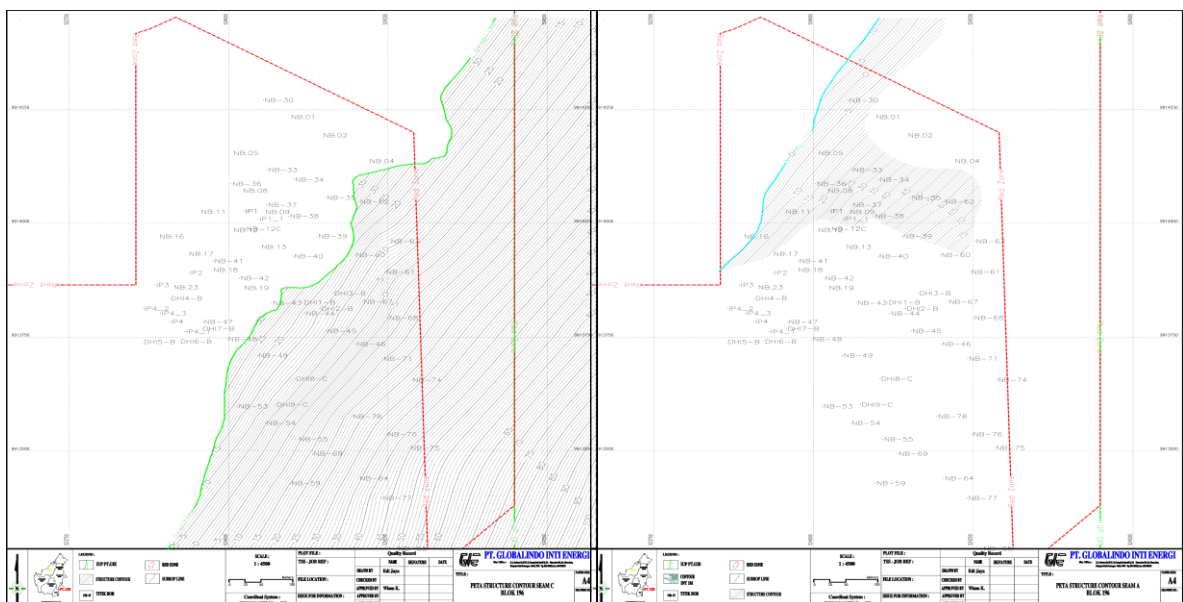
JGP (Jurnal Geologi Pertambangan)

Tabel 1 Uji kualitas batubara

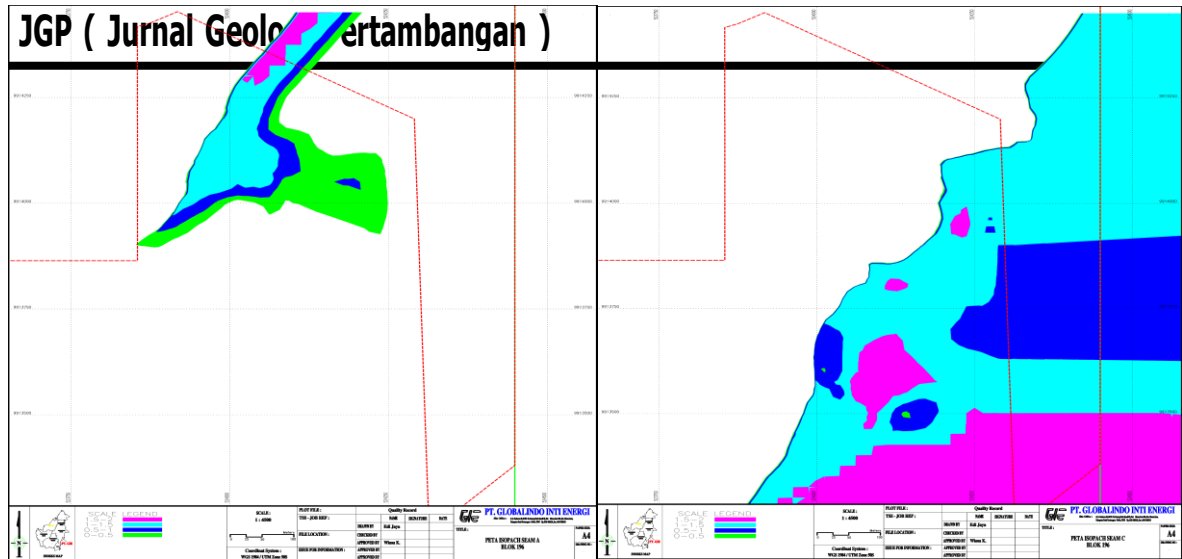
NO	ID HOLE	SEAM	App. Thick	TM	IM	ASH	VM	FC	TS	CV adb	CV daf	CV gar	RD
1	NB-36/01	A	1.38	30.00	12.40	7.90	41.00	38.70	1.13	5,830.00	7,314.93	4,658.68	1.40
2	NB-35/01	B	6.90	30.00	14.90	2.00	40.60	42.50	0.30	5,998.00	7,217.81	4,933.73	1.39
4	NB-44/01	C	1.60	30.90	12.70	2.80	43.70	40.80	1.44	6,050.00	7,159.76	4,788.72	1.31
3	NB-40/01	D	1.10	30.45	12.55	5.35	42.35	39.75	1.29	5,940.00	7,237.35	4,723.70	1.36



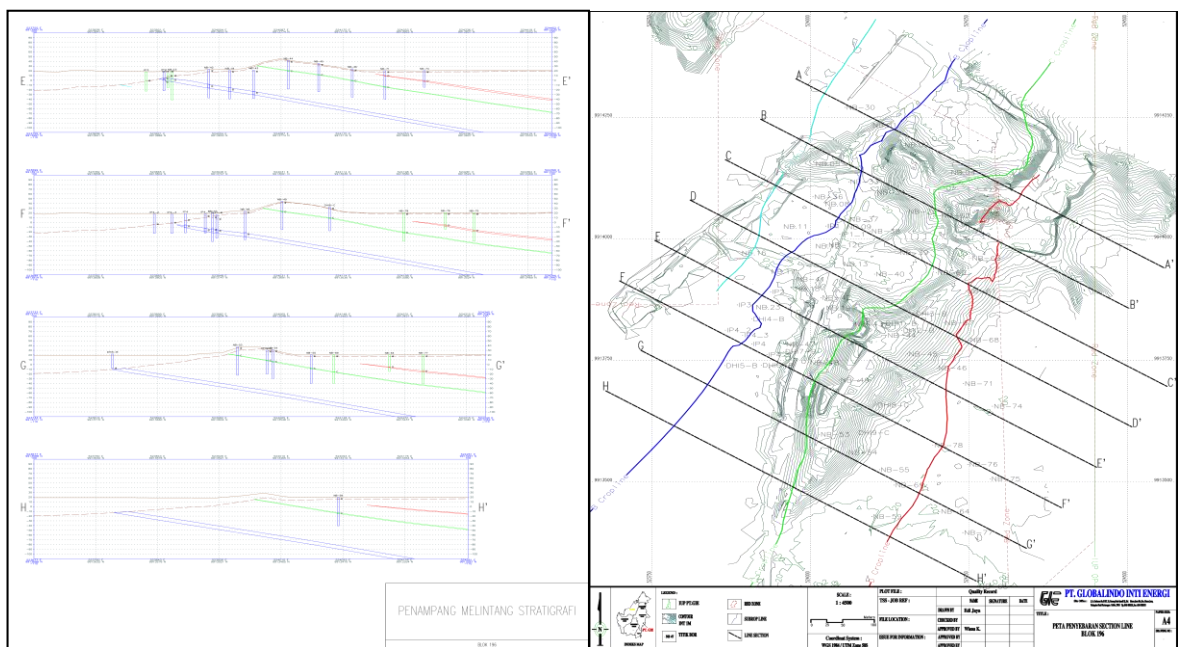
Gambar 2 Penyebaran Bor dan Peta Isopach



Gambar 3 Peta penyebaran cropline



Gambar 4 Peta Isopack



Gambar 5 Peta section

3. Kajian Geoteknik

Kajian geoteknik bertujuan untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik batuan penyusun material penutup (*overburden*), *interburden*, batuan dasar dan lapisan batubara. Pengkajian data geoteknik akan menghasilkan data sifat material yang akan digunakan untuk perancangan tambang, terutama dalam penentuan dimensi lereng

JGP (Jurnal Geologi Pertambangan)

(sudut dan tinggi jenjang) yang aman untuk lereng penggalian batubara dan lereng timbunan tanah penutup.

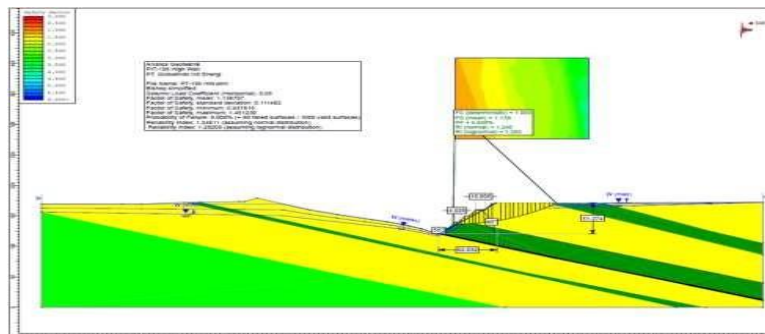
Material pembentuk lereng pada lokasi penambangan PT. Globalindo Inti Energi termasuk dalam klasifikasi tanah. Tanah dan dapat dianggap sebagai batuan yang mempunyai bidang lemah berupa rekahan- rekahan yang arahnya tidak menentu tetapi merata pada seluruh permukaan, oleh karena itu pengaruh struktur bidang lemah tersebut tidak akan tampak pada tanah. Karena lapisan penutup endapan batubara berupa material lunak dan bersifat seperti tanah maka masalah struktur tidak berpengaruh dalam analisis kemantapan lereng. Melihat kenyataan ini maka kemungkinan longsoran yang dapat terjadi pada lapisan penutup tersebut mempunyai bentuk bidang gelincir berupa busur lingkaran (longsoran busur).



Gambar 6 Penampang Geotek Pit 196

High Wall PIT-196

Lereng keseluruhan yang direkomendasikan dibentuk dengan sudut lereng individu 55° , lebar bench 4 m, tinggi 10 m dengan kombinasi interamps jarak 10 meter, dan jumlah lereng individu sebanyak 6 lereng, akan menghasilkan lereng keseluruhan dengan dimensi sudut lereng 40° , tinggi 60 m, dan memiliki nilai FK 1.139. Dengan Probabilitas kelongsoran sebesar 0 % Dengan demikian, lereng termasuk ke dalam kategori stabil, dengan kondisi air tanah Setengah Jenuh dan dibawah 15 meter dari lapisan permukaan. Analisa lereng keseluruhan PIT-196 High Wall dapat dilihat pada gambar 5.22 dibawah ini.

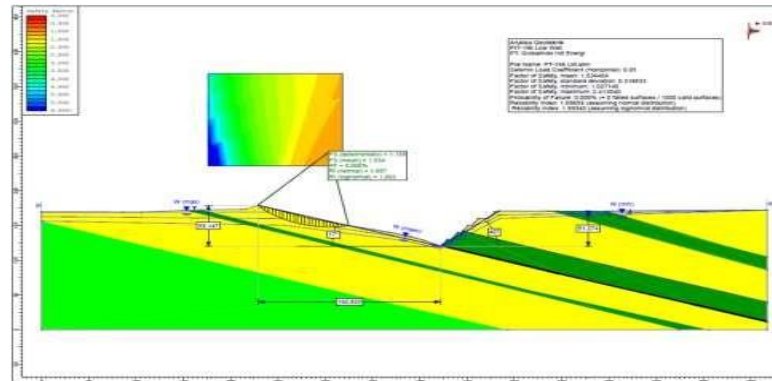


Gambar 7 Rekomendasi Geotek Pit 196

JGP (Jurnal Geologi Pertambangan)

Low Wall PIT-196

Lereng keseluruhan yang direkomendasikan dibentuk dengan sudut lereng individu 30° , akan menghasilkan lereng keseluruhan dengan dimensi sudut lereng $17^\circ - 20^\circ$, tinggi 60 m, dan memiliki nilai FK 1.534. Dengan Probabilitas kelongsoran sebesar 0 % Dengan demikian, lereng termasuk ke dalam kategori stabil, dengan kondisi air tanah Setengah Jenuh dan dibawah 15 meter dari lapisan permukaan, Analisa lereng keseluruhan PIT-196 Low Wall dapat dilihat pada gambar 5.23 dibawah ini :



Gambar 8. Rekomendasi lereng keseluruhan *low wall* 196

4. PEMBAHASAN

Akuisisi Data

Dalam penelitian ini, setelah model geologi batubara dibangun dan telah didapatkan rancangan geometri penambangan berdasarkan kajian geotek maka kemudian dilakukan pembuatan model blok, Pembuatan model blok merupakan tahapan membagi area sumberdaya dalam blok-blok yang lebih kecil pada sumberdaya batubara biasanya dengan ukuran 50 meter x 50 meter sampai 100 meter x 100 meter atau disesuaikan dengan rencana alat-alat tambang yang digunakan. Adapun proyeksi sudut lereng yang digunakan adalah *overall slope* berdasarkan kajian geotek yang didapat dari nilai rekomendasi sudut lereng keseluruhan. Berdasarkan model blok tersebut maka selanjutnya akan dibuat desain pit bervariasi sesuai dengan hasil optimalisasi dengan *better block* dan *reserve graphic*.

Tahap berikutnya adalah optimalisasi pit dengan pertimbangan faktor ekonomi berupa harga jual komoditas tambang dalam hal ini adalah batubara serta biaya-biaya tambang untuk menentukan rancangan *ultimate pit limit* yang paling menguntungkan.

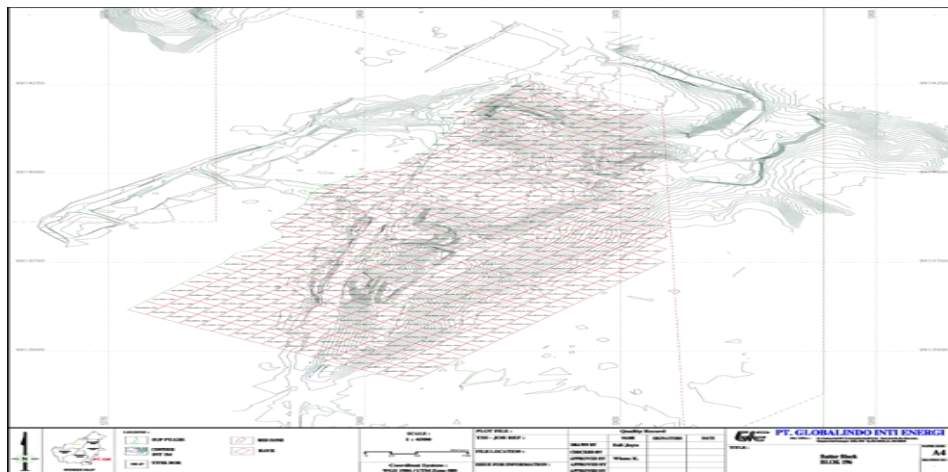
JGP (Jurnal Geologi Pertambangan)

Pit Optimasi

Tujuan dilakukannya proses ini adalah untuk menentukan area mana saja dari model geologi yang sesuai dengan pendekatan *stripping ratio* yang diharapkan adapun langkah langkah yang dilakukan sebagai berikut :

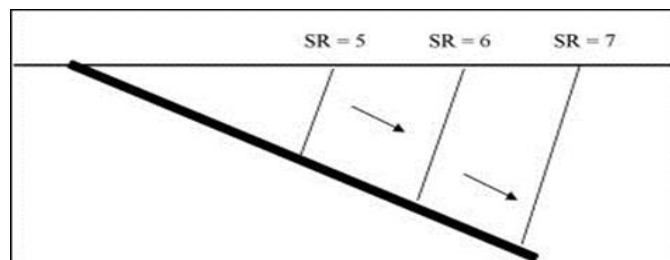
Batter Block

Pembuatan *batter block* dengan ukuran 20mx30m yang telah dibuat pada aplikasi *minescape* dengan modul *opencut*. Tujuan dari proses ini adalah untuk membagi blok penambangan kedalam area yang lebih kecil.



Proyeksi Solid

Selanjutnya setelah dibuat blok blok polygon dengan ukuran 20x30m maka dilanjutkan dengan memproyeksikan blok-blok tersebut sesuai dengan proyeksi sudut hasil rekomendasi geoteknik dalam hal ini adalah *overall slope angle* atau sudut keseluruhan baik high wall maupun low wall. Berikut ilustrasi untuk mempermudah pemahaman dalam mengetahui proyeksi *solid*.

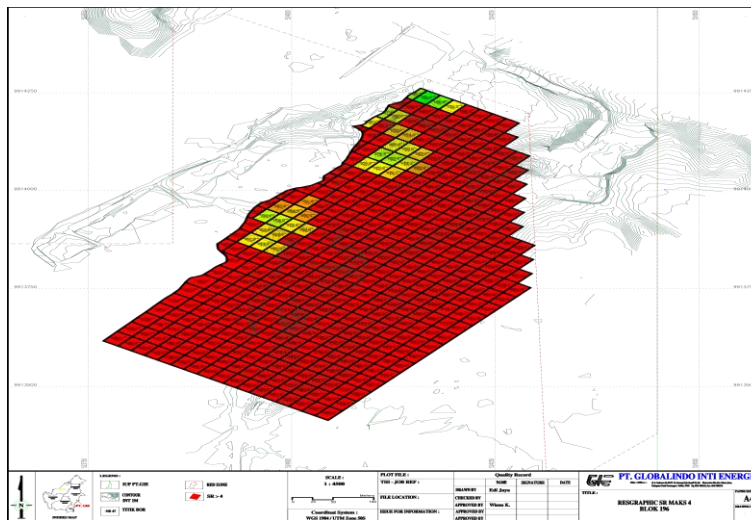


Gambar 9. Ilustari Proyeksi Solid Pada Model Geologi

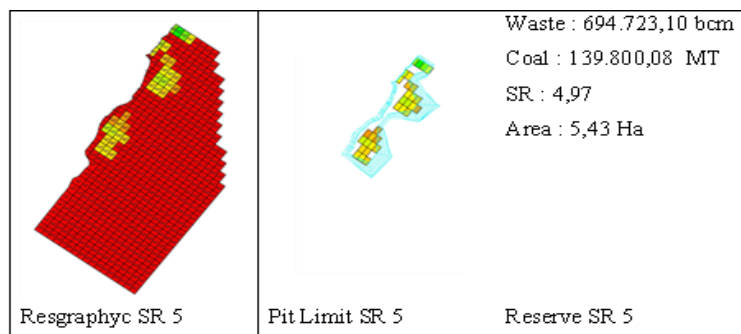
JGP (Jurnal Geologi Pertambangan)

Resgraphyc

adalah ekspresi warna pada blok proyeksi berdasarkan hasil perhitungan *reserve* dan *stripping ratio* dengan menggunakan aplikasi *minescape*. Tujuan dari proses ini adalah untuk menentukan blok blok mana saja yang sesuai dengan stripping ratio yang diharapkan dengan prinsip *incremental pit expansion*. pada gambar berikut diperlihatkan *resgraph* maksimum 5 artinya apa bila sr pada blok lebih dari 5 maka akan berwarna merah selain dari warna merah berarti sr dibawah 5 begitu juga dengan SR 6,7,8 dan 9.



Gambar 10 Peta Resgraphic



Gambar 11 Peta Optimasi SR 5

Penentuan Ultimate Pit Limit (Batas Akhir Penambangan)

Tahapan ini diperlukan untuk menentukan batas tambang terbaik (*ultimate pit limit*) dan menentukan cadangan optimum yang memberikan *Profit Margin* terbaik. Metode yang sering diterapkan dalam optimasi pit adalah *metoda Leach- Grossman*, kerucut

JGP (Jurnal Geologi Pertambangan)

mengambang (*floating/moving cone*), dan metoda penambahan ekspansi pit (*incremental pit expansion*), Metoda *Learch-Grossman* dan kerucut mengambang (*floating/moving cone*) lebih sering diterapkan pada tambang bijih, sementara optimasi pit pada tambang terbuka batubara secara praktis menerapkan metoda penambahan ekspansi pit (*incremental pit expansion*). Pendekatan yang dilakukan ini bersifat pengujian dengan mengacu pada filosofi *incremental pit expansion*. Pembuatan beberapa ekspansi pit yang akan menghasilkan keuntungan optimal. Berikut adalah hasil perhitungan berdasarkan perhitungan *reserve* dan kajian ekonomi.

PIT ID	COAL ROM	COAL FINISHING (98%)	WASTE	SR	Area
	(mt)	(mt)	(bcm)	(bcm/mt)	(Ha)
PIT SR5	139,800.08	137,004.08	694,723.10	4.97	5.43
PIT SR6	334,660.56	327,967.35	2,024,536.00	6.05	9.8
PIT SR7	483,438.00	473,769.24	3,351,696.80	6.93	13.44
PIT SR8	960,637.44	941,424.69	7,682,250.60	8.00	23.41
PIT SR9	1,441,765.76	1,412,930.44	12,514,177.60	8.68	31.11

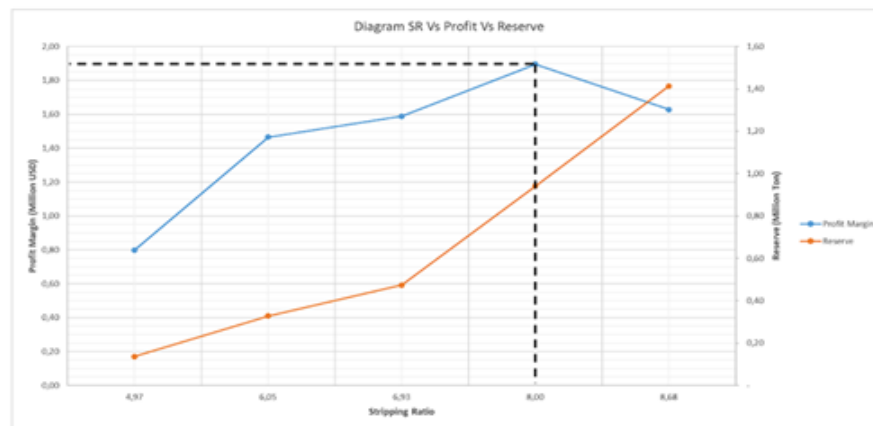
No.	DESCRIPTION	UNIT	DATA	SR CONDITION				
				5	6	7	8	9
1	RESERVES							
	WASTE	Million Bcm		0,695	2,025	3,352	7,682	12,514
	ROM COAL	Million Ton		0,140	0,335	0,483	0,961	1,442
	SR	Bcm/Ton		5,0	6,0	6,9	8,0	8,7
	Finishing Coal (Rec 98%)	Million Ton		0,137	0,328	0,474	0,941	1,413
	Incremental Coal	Million Ton			0,191	0,146	0,468	0,472
	Incremental Coal	%			58%	31%	50%	33%
2	COAL PRICE	USD/Ton	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
3	OB PRICE	USD/Bcm	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80
4	MINING COST							
	<i>Biaya Prod, Lansung & Tak Lansung</i>							
	OB Removal	USD/Bcm	1,80	8,94	10,89	12,48	14,39	15,62
	Penggalian Batubara	USD/Ton ROM	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
	Pengangkutan Batubara	USD/Ton ROM	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
	Pengolahan Batubara	USD/Ton FC	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Road Rent	USD/Ton FC	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
	Amortisasi, Pembebasan Tanah & Depresiasi	USD/Ton FC	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	Kontrol Kualitas	USD/Ton FC	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	Management Stockpile	USD/Ton FC	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	Pemuatan Batubara ke Tongkang	USD/Ton FC	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
	Biaya Tongkang	USD/Ton FC	-	-	-	-	-	-
	Biaya Loading ke Vessel	USD/Ton FC	-	-	-	-	-	-
	<i>Biaya Umum & Administrasi</i>							
	Biaya K3, CSR, Proteksi LH	USD/Ton FC	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
	Biaya Overhead	USD/Ton FC	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
	Iuran Tetap	USD/Ton FC	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
	Biaya Pemasaran	USD/Ton FC	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
	Biaya Royalti (5%)	USD/Ton FC	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
5	Total Cost		12,73	21,67	23,62	25,21	27,12	28,35
6	BESR	Bcm/Ton ROM	9,59	9,59	9,59	9,59	9,59	9,59
		Bcm/Ton FC	9,45	9,45	9,45	9,45	9,45	9,45

Gambar 12 Kondisi kajian ekonomi Pit 196

JGP (Jurnal Geologi Pertambangan)

Tabel Perbandingan SR dan Reserve

No.	DESCRIPTION	UNIT	DATA	SR CONDITION				
				5,00	6,00	7,00	8,00	9,00
1	RESERVES							
	WASTE	Million Bcm		0,695	2,025	3,352	7,682	12,514
	ROM COAL	Million Ton		0,140	0,335	0,483	0,961	1,442
	SR	Bcm/Ton		5,0	6,0	6,9	8,0	8,7
	Finishing Coal	Million Ton		0,137	0,328	0,474	0,941	1,413
	Incremental Coal	Million Ton		-	0,191	0,146	0,468	0,472
	Incremental Coal	%		-	58%	31%	50%	33%
2	PROFIT MARGIN							
	Gross Margin	USD/Ton		8,33	6,38	4,79	2,88	1,65
	Taxation	30%		2,50	1,91	1,44	0,86	0,49
	Net Margin	USD/Ton		5,83	4,47	3,35	2,01	1,15
	Total Net Margin	Million USD		0,80	1,46	1,59	1,89	1,63



Gambar diagram SR vs Reserve

Berdasarkan hasil optimasi yang telah dilakukan maka didapatkan pit dengan *stripping ratio* 8 adalah kondisi yang paling optimal dan menguntungkan untuk dijadikan sebagai *ultimate pit limit* atau batas akhir penambangan pada area penambangan blok 196 dengan profit margin sebesar 1.89 Juta USD.

Selanjutnya adalah tahapan finishing setelah dilakukan proses optimasi dengan membuat ultimate pit limit SR 8 dengan menggunakan proses pada minescape dengan modul opencut.

KESIMPULAN DAN SARAN

5. Kesimpulan :

Dari penelitian ini dapat disimpulkan beberapa hal diantaranya :

1. Total luas area penelitian berdasarkan kegiatan survey topografi adalah sebesar 115 Ha dengan jumlah pengambilan data point adalah sebanyak 3.934 Point.

JGP (Jurnal Geologi Pertambangan)

2. Berdasarkan hasil pemboraaan yang dilakukan sebanyak 66 titik data bor dan hasil pemodelan di blok 196 maka didapatkan 4 seam diantaranya seam D dengan ketebalan rata-rata adalah 1.68 m, seam C dengan ketebalan rata-rata adalah 1.28 m, Seam B dengan ketebalan rata-rata adalah 6.51 m, dan seam A dengan ketebalan rata-rata adalah 1.13 m
3. Berdasarkan hasil pengambilan sample dari 14 titik bor dan pemodelan yang telah dilakukan pada area pit 196 maka didapatkan hasil kualitas perseam diantaranya Seam A dengan Specific Energy (Gar) sebesar 4.658,68 kcal/kg, Total Sulphur sebesar 1,13%, Ash sebesar 7,90%, TM sebesar 30,00%, IM sebesar 12,40%. Seam B dengan Specific Energy (Gar) sebesar 4.933,73 kcal/kg, Total Sulphur sebesar 0,30%, Ash sebesar 2,00% TM sebesar 30,00%, IM sebesar 14,90%, Seam C dengan Specific Energy (Gar) sebesar 4.788,72 kcal/kg, Total Sulphur sebesar 1,44%, Ash sebesar 2,80%, TM sebesar 30,90%, IM sebesar 12,70% dan Seam D dengan Specific Energy (Gar) sebesar 4.723,70 kcal/kg, Total Sulphur sebesar 1,29%, Ash sebesar 5,35%, TM sebesar 30,45%, IM sebesar 12,55%.
4. Berdasarkan hasil kajian geotek yang telah dilakukan dengan menggunakan 3 titik bor geotek di lokasi blok 196, maka disimpulkan untuk dimensi lereng yang direkomendasikan di pit 196 adalah untuk *High wall* dengan sudut lereng individu adalah 55 derajat, dengan lebar bench 4 m dengan tinggi 10 meter dengan sudut lereng keseluruhan adalah 40 derajat, dengan tinggi keseluruhan adalah 60 m memiliki FK sebesar 1.139 dengan probabilitas longsor sebesar 0%. Sedangkan untuk *Low wall* pit 196 dengan lereng keseluruhan yang direkomendasikan dibentuk dengan sudut lereng individu sebesar 30 derajat, akan menghasilkan lereng keseluruhan dengan dimensi sudut lereng 17 Derajat – 20 derajat tinggi 60 meter dan memiliki FK sebesar 1.534 dengan probabilitas kelongsoran sebesar 0 %.
5. Berdasarkan hasil optimalisasi dengan menggunakan metode *batter block* dan *resgraphyc* maka didapatkan hasil pit limit diantaranya *Pit Limit SR 5* Dengan jumlah *waste* sebesar 139.800,08 BCM, batubara sebesar 694.732,10 MT, *stripping ratio* sebesar 4,97 dan area seluas 5,43 Ha. *Pit Limit SR 6* dengan jumlah *waste* sebesar 139.800,08 BCM, batubara sebesar 694.732,10 MT, *stripping ratio* sebesar 4,97 dan luas Area 9,80 Ha. *Pit Limit SR 7* Dengan jumlah *waste* sebesar 139.800,08 BCM, batubara sebesar 694.732,10 MT, *stripping ratio* sebesar 4,97 dan luas Area 13,44 Ha. *Pit Limit SR 8* Dengan jumlah *waste* sebesar 139.800,08 BCM, batubara sebesar 694.732,10 MT, *stripping ratio* sebesar 4,97 dan luas Area 23,41 Ha serta *Pit Limit SR 9* Dengan jumlah *waste* sebesar 139.800,08 BCM, batubara sebesar 694.732,10 MT, *stripping ratio* sebesar 4,97 dan luas Area 31,11 ha
6. Berdasarkan hasil kajian ekonomi maka disimpulkan pit limit yang paling ekonomis untuk dilakukan penambangan adalah pit limit dengan *Stripping ratio* 8 dengan jumlah *waste* sebesar 7.682250.60 bcm dan batubara sebesar 941.424,69 mt dengan profit margin sebesar 1,89 juta USD

JGP (Jurnal Geologi Pertambangan)

DAFTAR PUSTAKA

- SNI 5019:2019 (2019), *Pedoman pelaporan hasil eksplorasi, sumber daya, dan cadangan batubara*, Badan Standardisasi Nasional.
- Sasongko. W, (2009). *Pemodelan Optimasi Pit Tambang Terbuka Batubara : Pendekatan Incremental Pit Expansion dan Model Cash Flow. Proceedings International Conference Science and Technology*, Yogyakarta.
- Rifandy, Akhmad dan Sutan, Samsyidar M.P, (2018), *Optimasi Pit Tambang Terbuka Batubara dengan pendekatan Incremental Pit Expansion, BESR dan Profit Margin*. Jurnal Geologi Pertambangan.
- Arif, I., Adisoma. G. S., (2002). *Perencanaan Tambang*. Institut Teknologi Bandung
- PT. Globalindo Inti Energy, (2020). *Revisi III Laporan Studi Kelayakan PT. Globalindo Inti Energy, Kabupaten Kutai kartanegara Kalimantan Timur*.
- Muhlis. Faid, (2019) Modul : Pemodelan Geologi Batubara Menggunakan software Minescape Rev-00, Yogyakarta