Rancangan Teknis Kemajuan Penambangan pada Penambangan Batubara di PT. Sarana Makmur Bersaudara Kalimantan Timur

I Gede Dion Pramana Utama[1], Waterman Sulistyana Bargawa[2], Nur Ali Amri[3]

Program Studi Sarjana Teknik Pertambangan, Jurusan Teknik Pertambangan[1]
Program Magister Teknik Pertambangan, Jurusan Teknik Pertambangan[2,3]
Fakultas Teknologi Mineral, UPN "Veteran" Yogyakarta
e-mail: dionpr84@gmail.com

ABSTRACT

PT. Sarana Makmur Bersaudara experienced an increase in production targets of 520,000 tons/year, 1,100,000 tons/year, and 1,800,000 tons/year due to the increased market demand. As of production target uplift, there's an issue about coal resource model classification, East Block mining direction, and design simulations recommendation. This research includes literature study, field observation, and mechanical equipment observation. The coal seam model, final mining design, and mining progress using Minescape 5.7. The mechanical requirements calculation using Microsoft Excel 2010. East Block resource classified as indicated coal resource. The mining direction is carried out from south to north because the coal seam dimensions in the southern area are closer to the earth's surface and the seam dip direction is to the north. Based on mine design simulations results, were obtained design I with a coal production target of 524,000 tons/year, OB of 880,000 BCM/year, and SR of 1.6:1; design II with a coal production target of 848,000 tons/year, OB of 2,396,000 BCM/year and SR of 2.1:1; and Design III with a coal production target of 1,864,000 tons/year, OB of 4,893,000 BCM/year, and SR of 2,6:1. Based on the HBA in July 2021, recommended applying design III with total revenue of 217,108,000 USD.

Keywords: *Design, Losses, Match Factor. Resources*

ABSTRAK

PT. Sarana Makmur Bersaudara mengalami peningkatan target produksi sebesar 520.000 ton/tahun, 1.100.000 ton/tahun, dan 1.800.000 ton/tahun yang diakibatkan oleh meningkatnya permintaan pasar pasar. Akibat meningkatnya target produksi memunculkan permasalahan yaitu diperlukan klasifikasi model sumberdaya batubara, menentukan arah penambangan pada Blok Timur, dan merekomendasikan simulasi rancangan. Metode penelitian ini meliputi studi literatur, observasi lapangan dan pengamatan alat mekanis. Model lapisan batubara, rancangan akhir penambangan, dan kemajuan penambangan dibuat menggunakan software Minescape 5.7 dan perhitungan jumlah kebutuhan alat menggunakan Microsoft Excel 2010. Penelitian pada Blok Timur menghasilkan model sumberdaya batubara dengan klasifikasi sumberdaya tertunjuk. Arah penambangan dilakukan dari selatan ke utara dikarenakan dimensi lapisan batubara di daerah selatan lebih dekat dengan permukaan bumi dan arah kemiringan lapisan ke arah utara. Berdasarkan hasil perancangan desain tambang, didapat simulasi: (i) Rancangan I dengan target produksi batubara 524.000 ton/tahun, OB sebesar 880.000 bcm/tahun, dan SR 1,6:1; (ii) Rancangan II dengan target produksi batubara 848.000 ton/tahun, OB sebesar 2.396.000 bcm/tahun dan SR 2,1:1; dan (iii) Rancangan III dengan target produksi batubara 1.864.000 ton/tahun, OB sebesar 4.893.000 bcm/tahun, dan SR 2,6:1. Berdasarkan HBA pada Juli 2021 sebesar 115,35 USD/ton, direkomendasikan rancangan III dengan total pendapatan sebesar 217.108.000 USD.

Kata kunci: Faktor Keserasian, Losses, Perancangan, Sumberdaya.

PENDAHULUAN

Sistem tambang terbuka (*surface mining*) adalah salah satu sistem yang digunakan untuk melakukan eksploitasi komoditas bahan galian tambang yang pekerjaannya bersentuhan langsung dengan atmosfir bumi [1]. Dalam penelitian ini, pembuatan rancangan menggunakan metode penambangan *strip mine*.

Perencanaan tambang merupakan identifikasi strategi untuk mengeskploitasi sumberdaya mineral sehingga dapat memaksimalkan pendapatan yang diterima selama masa pertambangan [2]. Perencanaan tambang bertujuan untuk memaksimalkan nilai bersih sekarang (*net present value*) selama masa pertambangan. Dalam memaksimalkan nilai bersih sekarang perlu memperhatikan kebutuhan berbagai pihak, seperti pemegang saham, karyawan dan komunitas lokal tambang tersebut beroperasi [3].

Produksi merupakan salah satu pelaksanaan kegiatan penambangan yang berperan penting dalam berhasilnya suatu kegiatan penambangan. Produksi yang optimal akan memberi keutungan pada perusahaan. Untuk mengoptimalkan produksi penambangan, ada banyak faktor yang perlu diperhatikan, seperti kondisi jalan yang memadai, efisiensi kerja dan faktor keserasian [4].

Pemilihan peralatan berperan besar dalam meminimalisir biaya yang dikeluarkan untuk operasional. Pemilihan alat yang baik dapat diklasifikasikan menjadi jenis dan jumlah fleet, ukuran alat dan perhitungan jumlah alat yang akan digunakan [5].

PT. Zefina Bara Energi (ZBE) merupakan perusahaan tambang untuk komoditas batubara yang memiliki Wilayah Izin Usaha Pertambangan (WIUP) seluas 3.058 Ha yang meliputi beberapa blok penambangan. WIUP tersebut secara administratif terletak pada Desa Suliliran, Kecamatan Paser Belengkong, Kabupaten Paser, Provinsi Kalimantan Timur. PT. Sarana Makmur Bersaudara (SMB) merupakan salah satu kontraktor yang bekerjasama dengan PT. ZBE. Luas wilayah Surat Perintah Kerja (SPK) PT. SMB seluas 280 Ha. Pada penelitian ini, perusahaan memilik dua blok penambangan, yaitu Blok Barat dan Blok Timur. Perusahaan merencanakan untuk melaksanakan penambangan pada Blok Timur. Dikarenakan PT. Perusahaan sudah memiliki rencana produksi dengan produksi dibawah 500.000 ton/tahun, sedangkan perusahaan mengalami peningkatan produksi batubara dengan target produksi sebesar 520.000 ton/tahun, 1.100.000 ton/tahun, dan 1.800.000 ton/tahun, sehingga diperlukan perancangan penambangan untuk memenuhi tingkat produksi tersebut.

Adapun tujuan penelitian ini adalah membuat klasifikasi dari model sumberdaya batubara pada SPK. PT. SMB, menentukan arah penambangan pada Blok Timur, dan merekomendasikan simulasi rancangan penambangan yang sesuai dengan tingkat produksi batubara perusahaan berdasarkan Harga Batubara Acuan (HBA).

TINJAUAN PUSTAKA

Pelaksanaan Penambangan

Menurut Standar Nasional Indonesia 5015:2019, klasifikasi sumberdaya batubara mencerminkan tingkatan keyakinan geologi yang berbeda dengan mempertimbangkan faktor-faktor yang menentukan tingkat keyakinannya. Faktor tersebut antara lain jarak titik informasi antar dan kondisi geologi daerah [6]. Pengaruh kondisi geologi dan jarak titik informasi dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Jarak Titik Informasi Menurut Kondisi Geologi

Kondisi Geologi	Kriteria	Sumberdaya		
		Tereka (m)	Tertunjuk (m)	Terukur (m)
Sederhana	Jarak Titik Informasi	$1000 < x \leq 1500$	$500 < x \leq 1000$	$x \leq 500$
Moderat	Jarak Titik Informasi	$500 < x \leq 1000$	$250 < x \leq 500$	$x \leq 250$
Kompleks	Jarak Titik Informasi	$200 < x \leq 400$	$100 < x \leq 200$	$x \leq 100$

Sumber: SNI 5015:2019 tentang Pedoman Pelaporan, Sumberdaya, dan Cadangan Batubara

Kondisi geologi suatu daerah dapat diklasifikasikan berdasarkan pada tabel 2.

Tabel 2. Kondisi Geologi

	Parameter	Kondisi Geologi		
		Sederhana	Moderat	Kompleks
I.A	Aspek Sedimentasi			
	1. Variasi Ketebalan	Sedikit variasi	Bervarias	Sangat bervariasi
	2. Kesinambungan	Riibuan meter	Ratusan meter	Puluhan meter
	3. Percabangan	Hampir tidak ada	Beberapa	Banyak
I.B	Aspek Tektonik			
	1. Sesar	Hampir tidak ada	Jarang	Rapat
	2. Lipatan	Hampir tidak terlihat	Terlipat sedang	Terlipat kuat
	3. Lipatan	Tidak berpengaruh	Berpengaaruh	Sangat berpengaruh
	4. Kemiringan	Landai	Sedang	Terjal
II	Variasi Kualitas	Sedikit variasi	Bervariasi	Sangat bervariasi

Sumber: SNI 5015:2019 tentang Pedoman Pelaporan, Sumberdaya, dan Cadangan Batubara

METODE PENELITIAN

Klasifikasi Sumberdaya dan Cadangan

Sumberdaya dan cadangan batubara dapat diklasifikasikan berdasarkan tingkat keyakinan geologi, jarak titik informasi, dan faktor-faktor pengubahnya. Klasifikasi sumberdaya dan cadangan adalah sebagai berikut: (i) Sumberdaya batubara tereka, (ii) Sumberdaya batubara tertunjuk, (iii) Sumberdaya batubara terukur, (iv) Cadangan batubara terkira, dan (v) Cadangan batubara terbukti. Dalam mengklasifikasikan sumberdaya dan cadangan, didasarkan oleh kondisi geologi dan jarak titik informasi [6].

Lebar Jalan pada Jalan Lurus

Penentuan lebar jalan angkut minimum (Lmin) untuk jalan lurus didasarkan pada Rule of Thumb yang dikemukakan Aasho Manual Rural High-way Design [7] dengan dipengaruhi oleh jumlah jalur (n) yang dibutuhkan dan lebar alat angkut (Wt). Adapun perhitungan lebar jalan lurus adalah:

$$Lmin = (n \times Wt) + (n+1)(0,5 \times Wt) \quad \text{..... (1)}$$

Lebar Jalan pada Tikungan

Lebar jalan angkut pada tikungan (W) selalu lebih besar dari pada lebar pada jalan lurus [7]. Lebar tikungan terhitung dari jarak antara dua alat angkut yang bersimpangan (C), jarak sisi luar alat angkut ke tepi jalan (Z), lebar juntai depan (Fa), lebar juntai belakang (Fb), dan jarak jejak roda kendaraan. Penggunaan jumlah jalur disesuai dengan produksi pada kegiatan penambangan. Lebar jalan angkut pada tikungan dapat dihitung menggunakan rumus:

$$W = n(U + Fa + Fb + Z) + C \quad \text{..... (2)}$$

$$C = Z = \frac{1}{2} \times (U + Fa + Fb) \quad \text{..... (3)}$$

Superelevasi

Superelevasi (e) merupakan kemiringan jalan pada tikungan yang terbentuk oleh batas

antara tepi jalan terluar dengan tepi jalan terdalam karena perbedaan ketinggian [7]. Besarnya angka superelevasi dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$e+f = \frac{V^2}{(127 \times R)} \quad \text{.....(4)}$$

Keterangan:
V = kecepatan kendaraan (km/jam)
R = Radius tikungan (m)
f = Koefisien gesekan melintang
Perhitungan superelevasi dengan kecepatan rencana <80 km/jam [8], berlaku persamaan:

$$f = (-0,00065 \times v) + 0,192 \quad \text{..... (5)}$$

dan untuk kecepatan rencana antara 80 – 112 km/jam [8], berlaku persamaan:

$$f = (-0,00123 \times v) + 0,24 \quad \text{..... (6)}$$

Kemiringan Melintang (*Cross Slope*)

Untuk menghindari agar pada saat hujan air tidak tergenang pada jalan, maka pembuatan kemiringan melintang (*cross slope*) dilakukan dengan cara membuat bagian tengah jalan lebih tinggi dari bagian tepi jalan. Nilai yang umum dari kemiringan melintang yang direkomendasikan adalah sebesar 20 sampai 40 mm/m jarak bagian tepi jalan ke bagian tengah/pusat jalan. Pada penelitian ini menggunakan nilai kemiringan melintang sebesar 30 mm/m.

Kemiringan Jalan

Kemiringan (*grade* atau *tangent*) adalah rasio antara jarak vertikal dan jarak horizontal (tangen sudut) yang dinyatakan dalam persen (%) [7]. Kemiringan 1 % berarti jalan tersebut naik atau turun 1 m secara vertikal dan sejauh 100 m pada jarak horizontal.

Penjadwalan Produksi

Penjadwalan produksi tambang dinyatakan dalam periode waktu tertentu meliputi data tonase cadangan dan *waste*, kadar kualitas, dan pemindahan material total dari tambang tersebut. Tujuan penjadwalan produksi adalah untuk memaksimumkan net present value (NPV), rate of return (ROR), atau dengan kata lain dapat menghasilkan sejumlah material dengan biaya semurah mungkin [7].

Waktu Edar Alat

Sebelum menentukan jumlah alat muat dan alat angkut yang akan digunakan, dihitung terlebih dahulu waktu edar (*cycle time*) dari alat muat dan alat angkut pada setiap rancangan kemajuan [7]. Waktu edar alat gali-muat total (Ctl) dihitung dengan perhitungan:

$$Ctl = \frac{(n \times CTb)}{60} \quad \text{.....(8)}$$

dengan,

$$n = \frac{kv}{(kb \times Ff)} \quad \text{.....(9)}$$

Keterangan:
np = Banyak pengisian (bucket)
CTb = waktu dibutuhkan loader dalam mengisi vessel per bucket (detik)
kv = Kapasitas Vessel (m^3)

kb = Kapasitas Bucket (m^3)
Ff = Faktor Pengisian (*Fill Factor*)

Untuk waktu edar alat angkut (Cth), didapat dari perhitungan waktu yang ditempuh dari waktu berangkat hingga waktu pulang.

$$Cth = \frac{(\text{Manuver loading} + \text{Loading} + \text{Waktu berangkat} + \text{Manuver dumping} + \text{Dumping} + \text{Waktu kembali})}{60} \quad \text{..... (10)}$$

Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja merupakan perbandingan antara waktu kerja efektif (We) dengan waktu kerja yang tersedia (Wt) dan dinyatakan dalam persen [7]. Rumus untuk menghitung efisiensi kerja (Ek dalam %) adalah:

$$Ek = \left(\frac{We}{Wt}\right) \times 100\% \quad \text{.....(11)}$$

atau,

$$Ek = \left(1 - \frac{(Wtd + whd)}{Wt}\right) \times 100\% \quad \text{.....(12)}$$

dengan,

$$We = Wt - (Wtd + Whd) \quad \text{.....(13)}$$

Waktu kerja efektif didapat dari waktu kerja tersedia yang telah berkurang diakibatkan oleh hambatan yang dapat dihindari (Whd) dan hambatan yang tidak dapat dihindarii (Wtd).

Produktivitas Alat Mekanis

Persamaan berikut digunakan dalam menghitung produktivitas alat dalam satu jam, yaitu:

$$Prod.Loader = \frac{Kb \times (n \times Ff) \times Sf \times 60}{Ctl} \quad \text{.....(14)}$$

$$Prod.Hauler = \frac{Kb \times (n \times Ff) \times Sf \times 60}{Cth} \quad \text{.....(15)}$$

Keterangan:
Kb = Kapasitas buket, m3
n = banyak pengisian
Ff = Faktor Pengisian (Fill Factor)
Sf = Faktor Pengembangan (Swell Factor)
Cth = Waktu edar hauler, menit

Faktor Keserasian

Faktor keserasian atau *match factor* (MF) merupakan faktor yang memperhitungkan alat dalam kondisi menunggu atau bekerja keras [7]. Faktor keserasian dihitung dengan persamaan:

$$MF = \frac{(nA \times Ctl)}{(nGM \times Cth)} \quad \text{.....(16)}$$

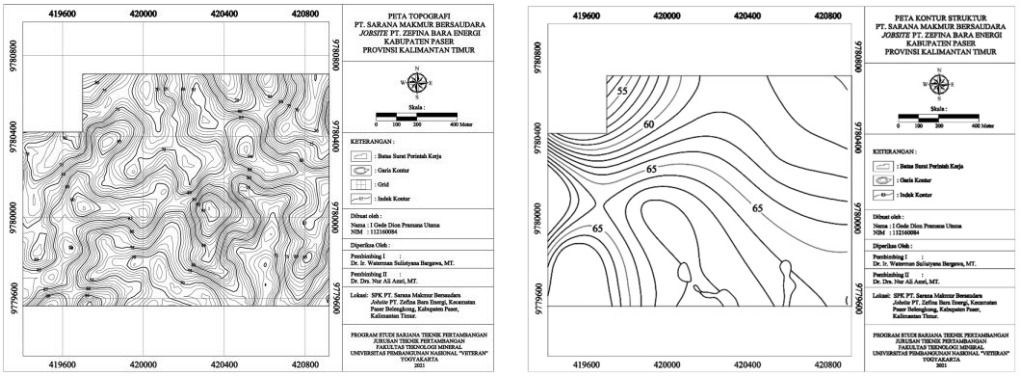
Dengan perhitungan jumlah alat angkut (nA), jumlat alat gali-muat (nGM), dan waktu edarnya, maka didapat nilai dari dakktor keserasian. Nilai MF = 1 adalah kondisi dimana alat gali-

muat dan alat angkut serasi, tanpa ada menunggu dan ditunggu. MF > 1 berarti alat gali-muat bekerja penuh, dan alat angkut dalam kondisi menunggu. Adapun MF < 1 merupakan kondisi alat angkut bekerja penuh, dan alat gali-muat dalam kondisi menunggu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan Topografi

Topografi pada wilayah penelitian ditampilkan pada Gambar.1(a)



(a) (b)

Gambar 1. a) Peta Topografi, b) Kontur *Floor* Batubara

Pemodelan Lapisan Batubara

Berdasarkan pemodelan dari lubang bor, didapat lapisan batubara dengan ketebalan bervariasi dan lapisan batubara yang akan diambil hanya lapisan batubara *seam A*. Kondisi lapisan batubara pada daerah penelitian berbentuk datar dengan kemiringan 1-6^{o} terhadap sumbu horizontal. Terdapat beberapa lapisan batubara, namun hanya ada 1 lapisan yang memiliki ketebalan 1-4 meter. Lapisan tersebut berada pada kedalaman 1 – 15 meter dibawah permukaan tanah. Jarak titik informasi antar lubang bor bekisar antara 400 - 900 meter dengan total sumberdaya 6.477.910,4 ton batubara.

Rencana Target Produksi

Dalam penentuan target produksi, digunakan metode *block reserve graphic* untuk menentukan *pit limit*-nya. Berdasarkan *reserve graphic* tersebut, diperoleh 3 simulasi rancangan penambangan.

Tabel 1. Rencana Target Produksi

STRIPPING RATIO	BATUBARA (BCM)	BATUBARA (TON)	*OVERBURDEN* (BCM)
1,6:1	403.000	524.000	879.000
2,1:1	847.000	1.102.000	2.396.000
2,6:1	1433.000	1.863.000	4.893.000

Sistem dan Metode Penambangan

Berdasarkan karakteristik lapisan batubara lokasi penelitian digunakan sistem penambangan terbuka dengan metode *strip mine.*

Geometri Penambangan

Dimensi jenjang pada lokasi penelitian diberikan rekomendasi dari perusahaan untuk menggunakan dimensi jenjang sebagai berikut:

a) Tinggi jenjang 7 meter

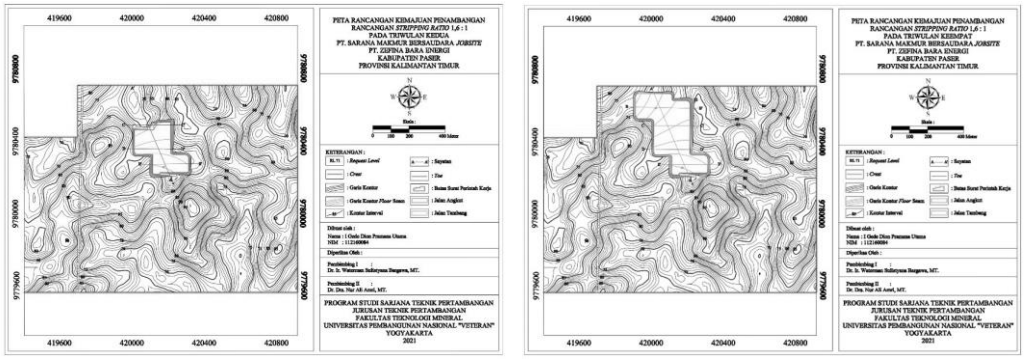
b) Lebar jenjang ditetapkan 2 meter

c) Kemiringan *single slope* 55^{o}

Kemajuan Penambangan

1. Rancangan Kemajuan Penambangan pada Rancangan I.

Pada rancangan I ditargetkan produksi batubara yang terbongkar sebesar 130.000 ton/triwulan.



(a) (b)

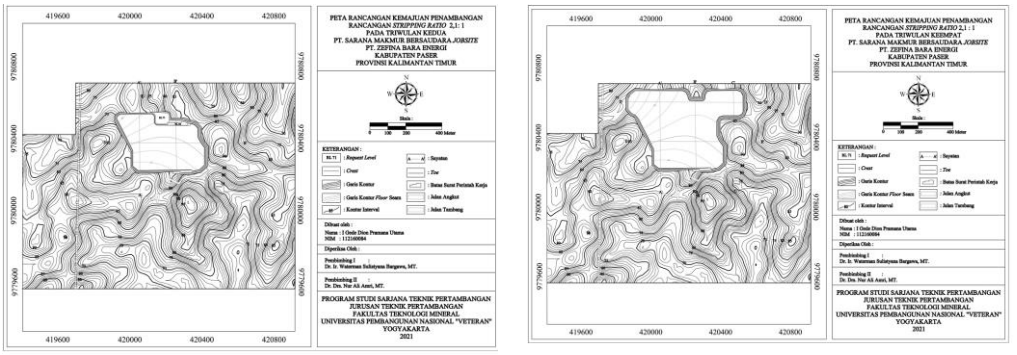
Gambar 2. a) Rancangan I Kemajuan Penambangan pada Triwulan 2, b) Rancangan I Kemajuan Penambangan pada Triwulan 2

Tabel 3. Rencana Produksi pada Rancangan I

	Triwulan I	Triwulan II	Triwulan III	Triwulan IV
Overburden (BCM)	259.464	221.683	228.562	169.943
Batubara (Ton)	132.531	130.456	132.346	129.348
Stripping Ratio	2,0	1,7	1,7	1,3

2. Rancangan Kemajuan Penambangan pada Rancangan II.

Pada rancangan II ditargetkan terjual sebesar 250.000 ton/triwulan. Untuk memenuhi target produksi tersebut, maka produksi batubara yang harus terbongkar sebesar 276.000 ton/triwulan.



(a) (b)

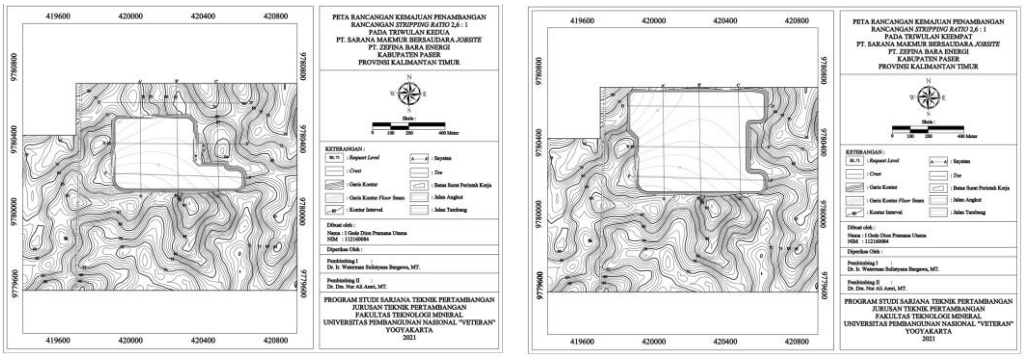
Gambar 3. a) Rancangan II Kemajuan Penambangan pada Triwulan 2, b) Rancangan Kemajuan II Penambangan pada Triwulan 2

Tabel 4. Rencana Produksi pada Rancangan II

	Triwulan I	Triwulan II	Triwulan III	Triwulan IV
Overburden (BCM)	577.367	659.824	651.262	507.663
Batubara (Ton)	288.715	287.224	297.996	233.342
Stripping Ratio	2,0	2,3	2,2	2,2

3. Rancangan *Push Back* dengan SR 2,6:1

Pada rancangan dengan sr 2,6:1 ditargetkan terjual sebesar 420.000 ton/triwulan. Untuk memenuhi target produksi tersebut, maka produksi batubara yang harus terbongkar sebesar 465.000 ton/triwulan.



(a) (b)

Gambar 4. a) Rancangan III Kemajuan Penambangan pada Triwulan 2, b) Rancangan Kemajuan III Penambangan pada Triwulan 2

Tabel 5. Rencana Produksi pada Rancangan III

	Triwulan I	Triwulan II	Triwulan III	Triwulan IV
Overburden (BCM)	1.215.713	1.221.964	1.228.240	1.227.847
Batubara (Ton)	468.284	466.538	465.749	462.940
Stripping Ratio	2,6	2,6	2,6	2,7

Rancangan Dimensi Jalan Angkut

Jalan angkut memiliki 2 jalur dengan rincian sebagai berikut:

1. Lebar minimum jalan lurus = 8,71 m ≈ 9 m
2. Lebar minimum jalan tikungan = 13,6 m ≈ 14 m
3. Jari-jari jalan tikungan minimal =11,28 m
4. Superelevasi = 40 mm/m
5. Kemiringan melintang jalan = 30 mm/m
6. Kemiringan jalan angkut = 10 %

Kebutuhan alat muat dan alat angkut untuk pengangkutan OB ke *Waste Dump Area*

Besarnya produksi alat muat dan alat angkut dihitung secara teoritis. Kebutuhan alat muat dan angkut dihitung berdasarkan jam kerja proyek dengan jumlah jam kerja tersedia selama 2 jam per hari,. Waktu hilang diakibatkan hambatan yang dapat dihindari dan hambatan yang dapat dihindari ditetapkan selamu 2 jam per hari, sehingga jumlah jam kerja efektif per harinya selama 16 jam untuk 2 shift kerja. Kegiatan pengangkutan OB dilakukan selama masa penambangan dengan jumlah hari kerja sebanyak 25 hari per bulan.

Tabel 6. Kebutuhan Alat Mekanis untuk Pengangkutan OB

Rancangan	Alat	Jumlah Alat pada Periode (triwulan)			
		I	II	III	IV
Rancangan I	PC 300-7SE	2	2	2	2
	FM 260 JD	4	4	4	4
Rancangan II	PC 400LCSE-7	2	2	2	2
	FM 260 JD	6	6	6	6
Rancangan III	PC 400LCSE-7	2	2	2	2
	FM 260 JD	9	12	12	12

Kebutuhan muat dan angkut untuk pengangkutan batubara ke *stockpile*

Besarnya produksi alat muat dan alat angkut dihitung secara teoritis. Kebutuhan alat muat dan angkut dihitung berdasarkan jam kerja proyek dengan jumlah jam efektif per harinya selama 16 jam untuk 2 shift kerja. Untuk perhitungan produktifitas per fleet, digunakan nilai *physical of availability* (PA) sebesar 95% dan *use of availability* (UA) sebesar 80%. Nilai *swell factor* pada batubara jenis *subbituminous* adalah 0,74.

Tabel 7. Kebutuhan Alat Mekanis untuk Pengangkutan Batubara

Rancangan	Alat	Jumlah Alat pada Periode (Triwulan)			
		I	II	III	IV
Rancangan I	PC 200-7	1	1	1	1
	FM 260 JD	2	2	2	2
Rancangan II	PC 300-7SE	2	2	2	2
	FM 260 JD	4	4	4	4
Rancangan III	PC 300-7SE	3	3	3	3
	FM 260 JD	6	6	6	6

***Losses* pada penambangan batubara**

Losses dimaksud sebagai banyaknya kehilangan material pada saat proses pembongkaran, pemuatan dan pengangkutan. Pada perusahaan ini, % losses ditetapkan sebesar 2% pada *front*

kerja, 2% pada pemuatan dan pengangkutan menuju *stockpile site*, 2% pada stockpile site, 2% pengangkutan menuju *jetty*, dan 2 % pengangkutan dari *stockpile jetty* ke kapal tongkang.

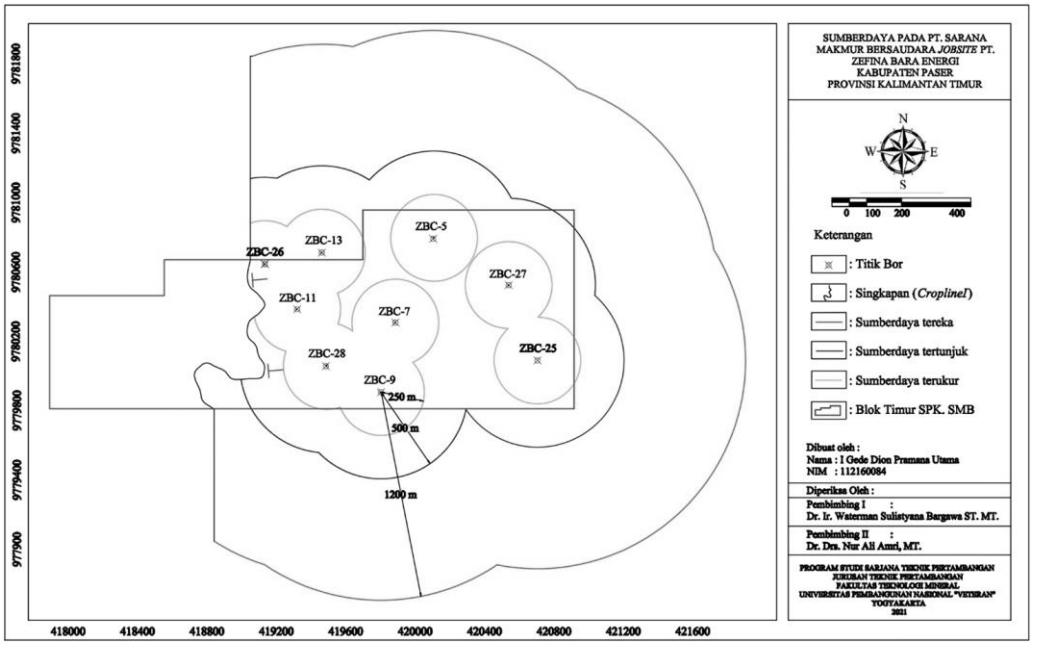
Klasifikasi Sumberdaya Wilayah Penelitian

Penelitian dimulai dengan pembuatan model lapisan batubara berdasarkan 9 titik bor yang berada pada Blok Timur dan pembuatan model topografi Blok Timur. Data lubang bor memiliki jarak berkisar antara 400 m hingga 900 meter.

Kondisi geologi daerah penelitian tidak ditunjukkan adanya pengaruh deformasi. Kondisi lapisan batubara yang diperlihatkan dari hasil pemodelan lapisan batubara menunjukkan bahwa:

1. Lapisan batubara memiliki kemiringan yang landai, dengan kemiringan 1^{o} sampai 6^{o}.
2. Lapisan batubara *seam* A memiliki sedikit variasi ketebalan antara 0,91–4,86 meter.
3. Lapisan batubara *seam* A tidak mengalami percabangan.
4. Berdasarkan informasi perusahaan, batubara pada lokasi penelitian memiliki nilai kalori yang tidak bervariasi, yaitu 4000 – 4200 kcal/kg.

Berdasarkan analisa diatas dan menurut SNI 5015:2019 mengenai jarak titik informasi berdasarkan kondisi geologi, sumberdaya batubara pada lokasi penelitian termasuk sebagai sumberdaya tertunjuk dengan kondisi geologi sederhana. Penentuan kondisi geologi sederhana tersebut didasarkan pada kondisi lapisan batubara yang hampir tidak mengalami deformasi akibat sesar, lipatan, ataupun intrusi. Hal ini ditunjang dengan data model lapisan batubara dengan kondisi lapisan yang mendatar, ketebalan yang tidak bervariasi, dan lapisan batubara hampir tidak ada percabangan.

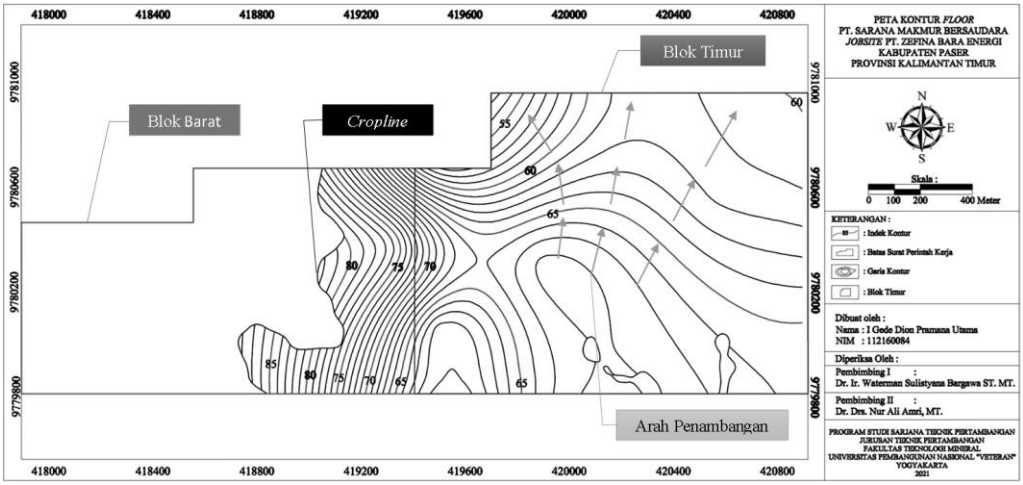


Gambar 5. Daerah Pengaruh Titik Infornasi

Arah Penambangan

Model topografi dan model lapisan batubara sangat penting dalam pembuatan simulasi rancangan penambangan. Pada SPK. SMB terdapat dua Blok, yaitu Blok Barat dan Blok Timur.

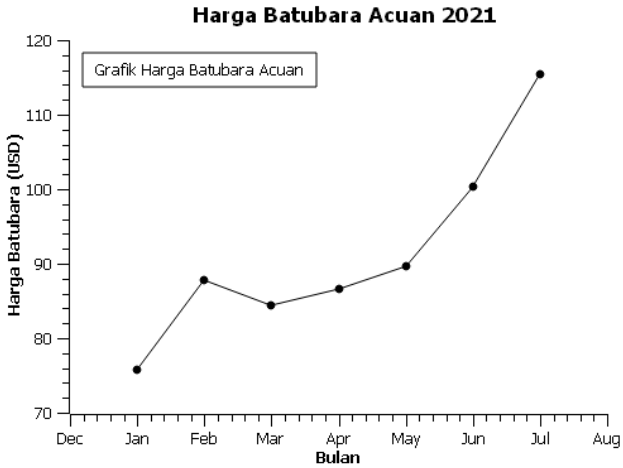
Berdasarkan hasil pemodelan lapisan batubara, *cropline* batubara berada pada Blok Barat sehingga tidak memungkinkan untuk memulai penambangan dari cropline. Berdasarkan analisa tersebut, pada Blok Timur direkomendasikan untuk memulai penambangan dari arah selatan menuju ke utara. Pemilihan ini didasarkan pada kemiringan lapisan batubara pada Blok Timur relatif miring ke arah utara, sehingga dalam pelaksanaan penambangan lebih cepat untuk mencapai lapisan batubara (lihat gambar 6).



Gambar 6. Arah Penambangan

Rekomendasi Rancangan Penambangan berdasarkan Harga Acuan Batubara (HBA)

Berdasarkan Harga Acuan Batubara terkini, terjadi peningkatan harga batubara pada tahun 2021 dengan harga acuan terakhir pada Juli 2021 sebesar 115,35 USD/Ton [9], sehingga harga tersebut telah meningkat sebesar 52% dibanding harga pada Januari 2021 yaitu 75,84 USD/ton.



Gambar 13. Grafik Harga Acuan Batubara pada Maret 2020 – Juli 2021

Sumber: https://www.minerba.esdm.go.id/harga_acuan

Berdasarkan grafik tersebut, dengan dimulainya penambangan pada Juli 2021 dengan harga acuan 115,35 USD/Ton, diperoleh pendapatan sebagai berikut:

Tabel 7. Pendapatan dari Penjualan Batubara Berdasarkan HBA Juli 2021

Rancangan	Ekskalasi	HBA (USD/Ton)	Rencana Batubara Terjual (Ton)	Pendapatan Penjualan (USD)	Pendapatan Terekskalasi (USD)
I			472.000	54.445.000	60.852.000
II	2%	115,35	1.000.000	115.350.000	128.924.000
III			1.684.000	194.249.000	217.108.000

Berdasarkan hasil perhitungan pendapatan dari penjualan batubara tersebut dan dengan menimbang adanya ekskalasi sebesar 2% per bulan, direkomendasikan untuk memilih rancangan III. Pemilihan ini didasarkan pada kondisi grafik HBA yang meningkat pada dari Januari 2021 hingga Juli 2021 dan produksi batubara rancangan III dengan produksi yang lebih besar dari alterfnatif rancangan yang lain sehingga pendapatan yang diterima akan lebih besar. Pada tabel diatas, rancangan III menghasilkan pendapatan sebesar 217.108.000 USD/Ton.

KESIMPULAN

1. Lapisan batubara pada penelitian ini diklasifikasikan sebagai sumberdaya tertunjuk berdasarkan kondisi geologi yang sederhana dan jarak titik informasi antara 400-900 meter.
2. Arah penambangan tidak dapat dimulai dari cropline karena letak cropline berada pada Blok Barat. Arah penambangan pada Blok Timur dilakukan dari arah selatan ke utara yang didasarkan pada kemiringan lapisan batubara yang relatif ke arah utara sehingga lebih cepat untuk pembongkaran batubara.
3. Berdasarkan harga acuan batubara pada Juli 2021 sebesar 115,35 USD/ton, direkomendasikan menggunakan rancangan ketiga dengan rencana target produksi sebesar 1.863.513,6 ton/tahun, rencana target jual sebesar 1.684.000 ton/tahun dan pendapatan sebesar 217.107.531,87 USD.

DAFTAR PUSTAKA

[1] J. Aprilia, D. Muslim, Z. Zakaria, dan O. Tedy, "EVALUASI KESTABILAN LERENG TAMBANG BATUBARA PIT 'XY' MENGGUNAKAN METODE KESETIMBANGAN BATAS PT. BUKIT ASAM Tbk," no. 3, hlm. 7.

[2] T. Tholana, "Extending the application of PAS 55/ ISO 55 000 to mineral asset management," *J. South. Afr. Inst. Min. Metall.*, vol. 116, no. 11, hlm. 1043–1050, 2016, doi: 10.17159/2411-9717/2016/v116n11a6.

[3] T. J. Otto dan C. Musingwini, "A spatial mine-to-plan compliance approach to improve alignment of short-and long-term mine planning at open pit mines," *J. South. Afr. Inst. Min. Metall.*, vol. 119, no. 3, 2019, doi: 10.17159/2411-9717/2019/v119n3a4.

[4] Y. M. Anaperta, "EVALUASI KESERASIAN (MATCH FACTOR) ALAT MUAT DAN ALAT ANGKUT DENGAN METODE CONTROL CHART (PETA KENDALI) PADA AKTIVITAS PENAMBANGAN DI PIT X PT Y," vol. 9, no. 1, hlm. 13, 2016.

[5] "Loading and Haulage Equipment Selection for Optimum Production in a Granite Quarry," *Int. J. Min. Sci.*, vol. 5, no. 2, 2019, doi: 10.20431/2454-9460.0502004.

[6] "Pedoman Pelaporan Hasil Eksplorasi, Sumberdaya, dan Cadangan Batubara," SNI 5015:2019, 2019

[7] W. S. Bargawa, *Perencanaan Tambang*, 8 ed. Yogyakarta: Kilau Book, 2018.

[8] M. Anaperta, "Evaluasi Geometri Jalan Tambang Menggunakan Teori AASHTO Untuk Peningkatan Produktivitas Alat Angkut Dalam Proses Pengupasan Overburden Di PIT Timur PT. Artamulia Tatapratama Desa Tanjung Belit, Kecamatan Jujuhan, Kabupaten Bungo Provinsi Jambi.," *J. Bina Tambang*, vol. 3, no. 4, hlm. 10.

[9] "Keputusan Mentri Energi dan Sumber Daya Mineral No. 140.K/HK.02/MEM.B/2021 Tentang Harga Mineral Logam Acuan dan Harga Batubara Acuan untuk Bulan Agustus 2021." Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia, Agu 05, 2021.