



RANCANGAN PENAMBANGAN DENGAN PENANGANAN MATERIAL OPD ABC TIMUR DI *PIT MIDDLE* PT BANJARSARI PRIBUMI

MINING DESIGN WITH EAST ABC OPD MATERIAL HANDLING AT PIT MIDDLE PT BANJARSARI PRIBUMI

T. Marbun¹, Bochori², M. Puspita*³

¹⁻³Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

¹⁻³Jl. Raya Palembang-Prabumulih Km.32 Inderalaya Sumatera Selatan, Indonesia

e-mail: *³megapuspita@ft.unsri.ac.id

ABSTRAK

PT Banjarsari Pribumi merencanakan target produksi satu juta ton batubara dari *pit middle* pada tahun 2023, sehingga diperlukan suatu perencanaan penambangan yang dapat menunjang pencapaian produksi. Penelitian bertujuan untuk merencanakan penambangan yang mencakup desain *pit* dan disposal, *sequence* penambangan bulanan dengan penanganan material OPD ABC timur dan analisis keperluan alat gali muat dan angkut. Perancangan *pit* penambangan, disposal dan *sequence* bulanan dibuat menggunakan bantuan *software minescape 5.7* dengan cara dilakukan penentuan blok penambangan dengan uji coba secara berulang serta batasan nilai *stripping ratio* 6,2 dan target produksi bulanan yang ditetapkan. Berdasarkan hasil rancangan *pit* diperoleh perhitungan volume 1.014.675 ton batubara dan 5.821.600 BCM *overburden* dengan *stripping ratio* 5,74. Rancangan *pit* dibuat dengan memperhitungkan pengambilan kembali material OPD ABC timur yang berada di *pit middle* dan rancangan sekuen penambangan dijadwalkan bulanan yang dapat memenuhi pencapaian produksi batubara sebanyak satu juta ton. Arah penambangan dimulai dari *side wall* timur melanjutkan penambangan sebelumnya menuju *side wall* barat dengan luas bukaan 39,18 Ha. Rancangan penimbunan disposal dibuat secara *inpit dump* pada area IPD ABC seluas 44,30 Ha yang dapat menampung *overburden* sebesar 7,99 juta BCM.

Kata kunci: rancangan penambangan, *sequence*, *minescape 5.7*, *stripping ratio*

ABSTRACT

In 2023 PT Banjarsari Asli plans a production target of 1 million tons of coal from the middle pit, so a mining plan is needed that can support production achievements. The research aims to plan mining which includes pit and disposal design, monthly mining sequence with East ABC OPD material handling and analysis of the needs for digging, loading and transport equipment. The mining pit design, disposal and monthly sequence were made using the help of Minescape 5.7 software by determining mining blocks using repeated trials with a stripping ratio value limit of 6.2 and a set monthly production target. The pit design results obtained a calculated volume of 1,014,675 tons of coal and 5,821,600 BCM of overburden with a stripping ratio of 5.74. The pit design was made by taking into account the recovery of the East ABC OPD material in the middle pit and a monthly scheduled mining sequence design that could meet the achievement of coal production of one million tons. The mining direction starts from the east side wall, continuing the previous mining towards the west side wall with an opening area of 39.18 Ha. The disposal landfill design was made using an inpit dump in the IPD ABC area of 44.30 Ha which can accommodate overburden of 7.99 million BCM.

Keywords : mining plan, *sequence*, *minescape 5.7*, *stripping ratio*

PENDAHULUAN

PT Banjarsari Pribumi adalah perusahaan yang aktif di sektor pertambangan batubara. PT Banjarsari Pribumi bertempat di Kecamatan Merapi Timur, Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan. Izin Usaha Pertambangan (IUP) PT Banjarsari Pribumi berdasar pada IUP Operasi Produksi No. 503/113/KEP/PERTAMBEN/2010 dengan luas area 519,84 Ha. PT Banjarsari Pribumi saat ini menambang dua *pit* yang berbeda yaitu *pit middle* dan *pit south* dengan menggunakan gabungan alat muat dan alat angkut berupa *excavator* dan *dump truck* serta alat bantu berupa *scraper* dan *dozer*. Teknis penambangan PT Banjarsari Pribumi dilakukan dengan melakukan penambangan pada area terdekat batubara ke permukaan (*subcrop seam*) dan arah penambangan mengikuti arah kemenerusan lapisan batubara yang terbuka.

Kegiatan pertambangan memerlukan suatu perencanaan mulai dari pekerjaan eksplorasi sampai pascatambang untuk mencegah gangguan yang berdampak negatif. Perencanaan dalam pertambangan diartikan sebagai penentuan persyaratan secara teknik untuk kemajuan target kegiatan penambangan serta langkah teknis pengerjaan penambangan dalam bermacam kegiatan yang akan dilakukan. Desain atau rancangan berfungsi dalam menentukan kapabilitas, spesifikasi dan ciri teknik dalam kemajuan target serta langkah teknis tahapannya [1]. Rancangan suatu tambang berfungsi memudahkan dan mempercepat pengambilan bahan galian dari suatu wilayah rencana penambangan [2]. Dengan adanya rancangan suatu tambang, target produksi lebih mudah untuk dipenuhi secara teratur dan terjadwal [3].

Beberapa penelitian terdahulu telah membahas terkait perancangan *sequence* tambang. Djamaludin Yusuf (2018), dalam penelitiannya merencanakan teknis penambangan untuk menunjang peningkatan target produksi hingga 100.000 ton/bulan. Benni Banjarnahor (2021) dalam studinya melakukan perancangan *sequence* penambangan untuk memenuhi target produksi 600.000 ton batubara di PT Lahat Pulau Pinang Bara Jaya. Kms Muhammad Ammar (2021) melakukan penelitian untuk merencanakan *sequence* penambangan untuk mencapai target produksi sebesar 2.500.000 ton batubara di PT Golden Great Borneo.

Ketiga penelitian tersebut bertujuan untuk merencanakan *sequence* penambangan batubara dalam rangka peningkatan target produksi perusahaan. Perbedaan lokasi, kondisi geologi, kontur, kondisi penambangan aktual masing-masing perusahaan, serta target yang ingin dicapai yang membuat penelitian ini berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya.

Data yang dibutuhkan untuk menyusun perencanaan penambangan berupa data topografi, *pit* LoM, area rencana tambang, data bor dan data geoteknik atau data *schema project* penambangan, data jam kerja, alat penambangan yang digunakan dan data penunjang lain-lain. Perencanaan penambangan dibuat dengan bantuan *software minescape 5.7*.

Penambangan di *pit middle* menggunakan metode *open pit*. Metode *open pit* digunakan dalam penambangan batubara dengan *dip* (kemiringan) yang tinggi atau curam. Metode ini cenderung digunakan pada lapisan batubara miring atau lapisan yang cukup tebal, terdiri dari *single seam* atau *multiple seam*. Permulaan penambangan dilakukan dengan pengambilan *overburden* dan dilakukan penimbunan pada daerah yang telah ditambang. Saat proses penambangan dilakukan, digunakan sistem jenjang (*benching system*).

Pada tahun 2023 PT Banjarsari Pribumi merencanakan peningkatan target produksi Batubara dari *pit middle* menjadi satu juta ton batubara dari *pit middle*. Dengan mempertimbangkan hal tersebut, PT Banjarsari Pribumi memerlukan suatu perencanaan penambangan yang dapat menunjang pencapaian produksi. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan penambangan yang mencakup desain *pit* dan disposal, *sequence* penambangan bulanan dengan penanganan material OPD ABC timur, serta analisis keperluan alat gali muat dan angkut.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dari Bulan November 2022 hingga Januari 2023 yang diawali dengan mencari studi pustaka yang diperoleh dari buku-buku perencanaan dan perancangan tambang, percobaan sebelumnya, laporan dan jurnal ilmiah terkait perencanaan tambang serta segala materi yang relevan untuk membantu penelitian ini.

Pengambilan Data

Pengambilan data bertujuan untuk memperoleh data yang dibutuhkan dalam penelitian. Jenis data yang digunakan pada penelitian ini yaitu :

1. Data Primer

Data primer diambil langsung selama penelitian pada area penelitian. Data primer yang diambil meliputi:

- Data waktu edar *excavator*
- Data waktu edar dan jarak tempuh *dump truck*

2. Data Sekunder

Data sekunder didapatkan dari departemen (divisi) *engineering* PT Banjarsari Pribumi. Data yang didapatkan adalah:

- Data *pit* LOM (*schema project*) dan nilai *stripping ratio* yang ditetapkan oleh PT Banjarsari Pribumi.
- Peta topografi, peta geologi lokal dan regional PT Banjarsari Pribumi.
- Data koordinat IUP dan rencana penambangan jangka panjang PT Banjarsari Pribumi.
- Rekomendasi geoteknik untuk geometri jenjang.
- Spesifikasi *excavator* dan *dump truck* yang sedang dipakai perusahaan.
- Data *mechanical availability plan*, jadwal jam kerja, jam hujan dan *slippery*.

Pengolahan Data

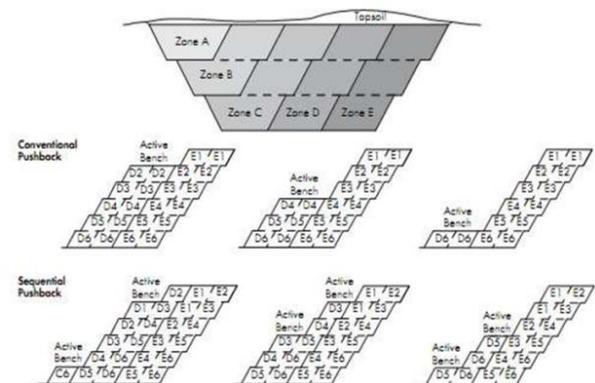
Pengolahan data dibuat dengan asistensi *software Mincom Minescape 5.7* dan *Microsoft Office*. Alur pengolahan ini dilakukan secara berurutan agar diperoleh hasil yang diinginkan. Pengolahan data, analisis data dan ringkasan penyelesaian masalah sebagai berikut:

- Input data pit* LOM (*schema project*) ke dalam *software minescape 5.7*.
- Mendesain *pit* dan menghitung volume *overburden* dan tonase batubara area penambangan untuk target produksi tahun 2023.
- Menghitung nilai *stripping ratio* untuk mengevaluasi desain *sequence* yang akan dibentuk.
- Membagi desain *pit* ke dalam desain sekuen bulanan dengan memperhitungkan pengambilan kembali material *Out Pit Dump* (OPD) ABC timur, target produksi bulanan perusahaan dan kesanggupan produksi *excavator* dan *dump truck* sesuai kondisi aktual di lapangan.
- Merancang desain penimbunan dan dibuat agar dapat menampung kapasitas *overburden* yang didapatkan dari kegiatan penambangan bulanan.
- Perencanaan banyaknya kebutuhan *excavator* dan *dump truck* dilakukan melalui tahapan berikut:
 - Menghitung daya produksi aktual dan keserasian *excavator* dan *dump truck* dengan mengolah data waktu edar alat.
 - Menghitung prediksi waktu edar *dump truck* dengan mengolah data kecepatan rata-rata yang diperbolehkan perusahaan menjadi jumlah waktu tempuh per seratus meter, kemudian menambahkannya dengan waktu edar dan jarak bawa aktual penambangan di *pit middle*.
 - Merencanakan *working hours plan* dengan menghitung banyaknya hari kerja dalam setahun dan merumuskan menjadi waktu kerja tahunan sama seperti *schedule* kerja aktual.
 - Menghitung prediksi produktivitas alat bulanan didapat dengan mengalikan perhitungan prediksi produktivitas alat per jam dengan jumlah waktu kerja efektif bulanan.
 - Kebutuhan jumlah alat gali muat didapat dengan membagi target produksi (*overburden* dan batubara) dari desain rancangan penambangan

bulanan dengan produktivitas alat bulanan sedangkan jumlah alat angkut didapat dengan menghitung *matching factor* terhadap alat gali muat.

Teknik sekuen penambangan sebagai gambaran kemajuan penambangan dilakukan dengan tahap-tahap yang didefinisikan sebagai *cutback* atau *pushback*. Geometri dari *pushback* ditentukan berdasarkan pada target produksi, geometri bahan galian, biaya operasional, rancangan penambangan jangka panjang dan peralatan penambangan yang digunakan. Teknik *pushback* dibagi dua secara konvensional atau sekuensial.

- Teknik *pushback* sekuensial dilakukan sejalan menerus pada beberapa level kedalaman galian, sedangkan teknik *pushback* konvensional dilakukan dengan menambang suatu area horizontal sampai level kedalaman rencana penambangan sebelum melangkah ke kedalaman di depannya. Zona *sequence pushback* yang berbeda dipisahkan jalan alat angkut penambangan (Gambar 1) [4].
- Teknik *pushback* sekuensial memerlukan perencanaan lebih kompleks daripada *pushback* konvensional. Tetapi dengan melebarkan sebagian area secara bersama-sama akan memberikan keluwesan selama dilakukan penggalian dan pengamatan dalam perencanaan produksi. Sekuensial *pushback* terdiri dari beberapa lereng aktif dengan sudut *working bench* yang lebih kecil dari kemiringan akhir lereng yang akan memberikan kestabilan lereng yang lebih terjamin.

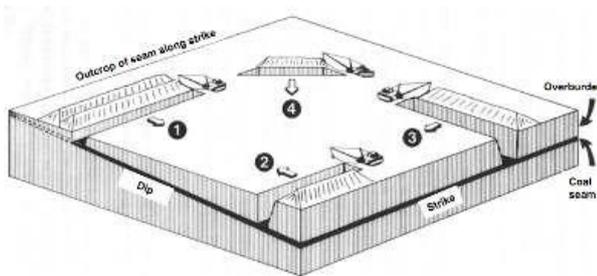


Gambar 1. Metode *sequence* tambang terbuka [4]

Pemilihan arah perkembangan sekuen penambangan biasanya didasarkan arah lapisan batubara (*strike*) dan kemiringan lapisan batubara (*dip*) (Gambar 2). Orientasi penambangan dapat dibedakan menjadi:

- Secara *down-dip*, *low wall to high wall* (selevel dengan batas *strike* atau *outcrop* batubara).

2. Secara *up-dip*, selevel dengan *strike* batubara (*high wall to low wall*).
3. Maju sepanjang arah *strike*, sejajar dengan *dip* endapan batubara (*side wall to side wall*).
4. Arah menyerong.



Gambar 2. Orientasi penambangan [5]

Perencanaan penambangan perlu menetapkan *limit* akhir dari bukaan tambang [6]. *Limit* ini menyatakan banyaknya batubara yang bisa ditambang dan banyaknya *overburden* yang harus ditransmigrasikan selama penambangan berlangsung [7]. Menetapkan batasan dalam penambangan suatu hamparan batubara dimaksudkan menetapkan seberapa banyak cadangan (*tonase*) batubara dapat ditambang dalam keadaan ekonomis. Kriteria yang berpengaruh dalam batas penambangan adalah sebagai berikut [8]:

1. Batas IUP daerah penambangan.
2. Kondisi topografi dan geologi, dikarenakan setiap wilayah memiliki kondisi yang berbeda-beda meliputi bentang alam dan persebaran cadangan masing-masing.
3. Geometri lereng penambangan menjadi batas perhitungan bahan galian tertambang yang ditentukan dari hasil penyidikan geoteknik pada daerah yang diteliti.
4. Nisbah pengupasan/*stripping ratio*, mempengaruhi banyaknya ton batubara yang bisa didapatkan, biaya pengambilannya serta laba yang diperoleh perusahaan. Nisbah pengupasan menyatakan banyaknya *overburden* yang harus digali untuk mendapatkan batubara yang ditargetkan. Nilai nisbah pengupasan bisa dihitung dengan Persamaan (1).

$$SR = \frac{\text{Overburden (m}^3\text{)}}{\text{Coal (tons)}} \dots\dots\dots(1)$$

Rancangan *pit* tambang terbuka didesain dengan mencermati geometri lerengnya. Geometri lereng diartikan bentuk lereng, terdiri atas tinggi lereng dan lebar lereng serta kemiringan lerengnya. Tinggi lereng adalah jarak yang diukur tegak lurus dari *toe* (lantai lereng) sampai ke *crest* (akhir lereng bagian atas)

secara vertikal. Tinggi lereng minimum dapat diperoleh dalam persamaan (2).

$$\text{Bench height} = \text{Boom height excavator} + 3 \text{ meter} \dots(2)$$

Lebar lereng minimum (*safety bench*) akan mempengaruhi sudut lereng keseluruhan (*overal angle slope*), dapat diperoleh dalam persamaan (3).

$$\text{Lebar safety bench} = 4,5 \text{ ft} + 0,2 \times \text{tinggi bench} \dots\dots(3)$$

Minimum lebar jenjang kerja (*working bench width*) dapat dihitung dengan Persamaan (4) [9].

$$WB_{\min} = (3 \times \text{Lebar alat angkut terbesar}) + 3 \text{ m} \dots\dots(4)$$

Penetapan banyaknya alat penambangan yang dibutuhkan untuk mencapai target produksi ditentukan oleh produktivitas alat kerja dan metode penjadwalan. Perencanaan jumlah alat dalam penambangan dimaksudkan untuk memperoleh hasil atas target yang direncanakan, sehingga jumlah alat dalam penambangan perlu direncanakan dengan teliti. Daya produksi (produktivitas) alat gali muat dihitung dalam persamaan (5) dan daya produksi (produktivitas) alat angkut dihitung dalam persamaan (6).

$$Q_{exc} = \frac{Kb \times Fb \times Sf \times Eff \times 3600}{ct \ exc} \dots\dots\dots(5)$$

$$Q_{dt} = \frac{n \times Kb \times Fb \times Sf \times Eff \times 3600}{ct \ dt} \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

- Q_{exc} = Daya Produksi *Excavator* (BCM/jam)
- Q_{dt} = Daya Produksi *Dump Truck* (BCM/jam)
- n = Jumlah Muat
- Kb = Volume *Bucket Excavator* (m³)
- Fb = Aspek Koreksi *Bucket* (%)
- Sf = Aspek Pengembangan (*Swell Factor*) (%)
- Eff = Daya Guna (Efisiensi) Kerja Alat (%)
- $Ct \ exc$ = Waktu Edar *Excavator* (Detik)
- $Ct \ dt$ = Waktu Edar *Dump Truck* (Detik)

Pemilihan banyaknya alat harus menyelaraskan dengan daya produksi alat gali muat yang digunakan. Sehingga banyaknya alat yang tidak sesuai dengan perbandingan ideal akan menyebabkan alat gali muat dan alat angkut diam ditempat atau lambat menjalankan produksi. Hal ini akan meningkatkan waktu *delay* sehingga mengurangi daya guna kerja dan daya produksi alat. *Match Factor* merupakan aspek hasil perhitungan tingkat keserasian kerja antara *excavator* dan *dump truck* untuk satu *fleet*, sehingga dapat dianalisis kebutuhan alatnya. *Match factor* (faktor keserasian) diperoleh dalam persamaan (7) [10].

$$MF = \frac{n \times na \times ctm}{nm \times cta} \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan:

- Na = Banyaknya *Dump Truck*
- Nm = Banyaknya *Excavator*
- Ctm = Waktu Edar *Excavator*
- n = Jumlah Pengisian dari *Excavator*
- Cta = Waktu Edar *Dump Truck*

Match factor yang ada pada *excavator* dan *dump truck* sebagai berikut:

- a. $MF < 1$, diartikan alat *excavator* akan menunggu.
- b. $MF = 1$, diartikan kedua alat sudah selaras, jadi tidak ada waktu *delay* dari kedua alat.
- c. $MF > 1$, diartikan *dump truck* akan menunggu, terjadi antrian berurut pada *dump truck*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Batas Wilayah Izin Usaha Pertambangan

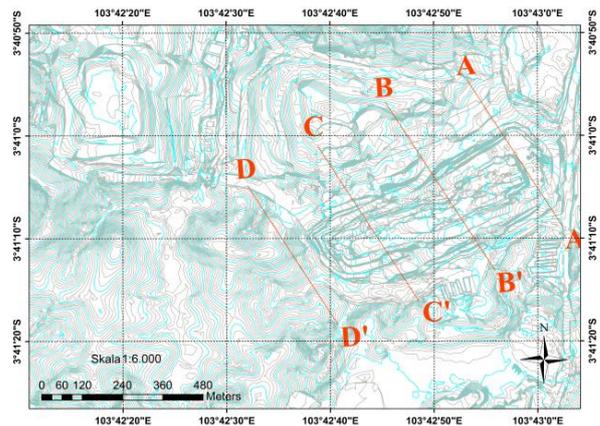
PT Banjarsari Pribumi menguasai wilayah izin usaha pertambangan dengan total luas 519,84 Ha (Gambar 3). Daerah penambangan saat ini terdiri atas dua *pit* yang beroperasi yaitu di bagian selatan wilayah IUP dan di pertengahan wilayah IUP.



Gambar 3. Wilayah Izin Usaha Pertambangan (IUP) PT Banjarsari Pribumi

Kontur Seam Batubara Pit Middle

Lapisan batubara yang ditemukan pada area penelitian terdiri atas lima (5) lapisan yaitu *seam* AU, *seam* AL, *seam* B, *seam* C dan *seam* D yang digambarkan berdasarkan kondisi lapangan penambangan (Gambar 4). *Seam* batubara yang ditambang cenderung tegak dengan kemiringan (*dip*) 80-85° dan *strike* yang mengarah relatif ke arah barat. Kualitas lapisan batubara di *pit middle* dikategorikan *medium caloric value* dengan penggolongan *medium caloric value high sulphur* (MCV-HS) pada *seam* AU, *seam* C dan *seam* D. Kategori *medium caloric value-low sulphur* (MCV-LS) pada *seam* AL dan *seam* B.



Gambar 4. Peta kontur situasi Bulan Desember 2022 *pit middle*

Desain Geometri Lereng Penambangan

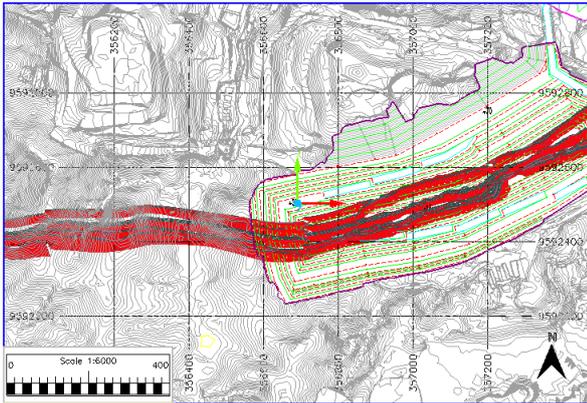
Geometri lereng penambangan yang digunakan dalam mendesain *pit middle* dan tahapan penambangannya menggunakan rekomendasi PT Banjarsari Pribumi.

Tabel 1. Geometri lereng *pit middle*

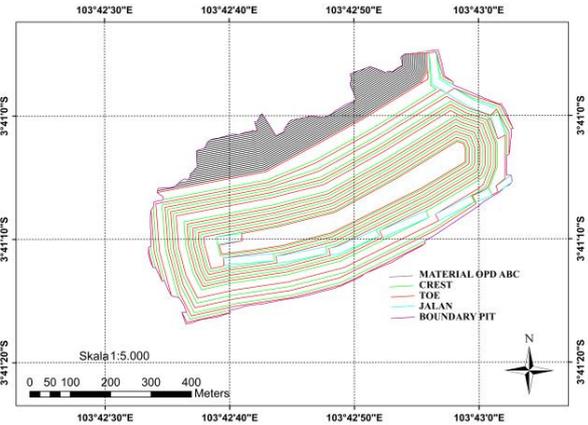
No	Parameter	Kondisi
1	Tinggi Jenjang	10 m
		6 m
2	Lebar Jenjang	<i>High wall, Low wall</i> dan <i>Side wall</i> barat RL +30 = 18m
		<i>Side wall</i> barat dan sebagian <i>Low wall</i> timur RL +60 = 15m
3	Kemiringan Tunggul Lereng	55°
		<i>High wall</i> 26°
4	Overall Slope	<i>Low wall</i> 30°
		<i>Side wall</i> timur 32°
		<i>Side wall</i> barat 29°

Desain Pit Middle

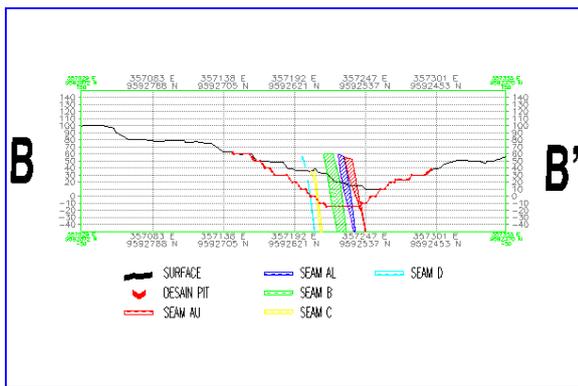
Penyebaran lapisan batubara menjadi acuan dalam mendesain *pit* penambangan agar diperoleh keuntungan maksimal dalam operasi penambangan. *Pit Middle* memiliki pola penyebaran menerus dari arah timur ke arah barat area penambangan (Gambar 5) dengan 5 lapisan batubara yang termasuk ke dalam cadangan *Pit Middle* (Gambar 6). Rancangan desain akhir *pit* dibuat dengan pertimbangan rencana arah pengembangan penambangan, arah kemenerusan batubara dan kriteria geometri penambangan yang sudah ditentukan oleh geoteknik perusahaan.



Gambar 5. Pola penyebaran batubara *pit middle*



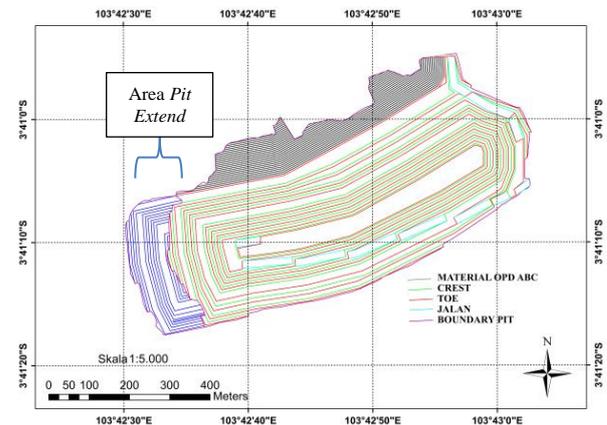
Gambar 7. Desain awal *pit middle*



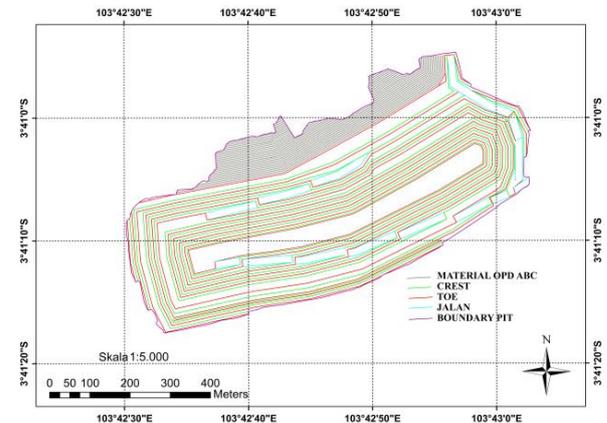
Gambar 6. Cross section rencana desain *pit middle* tahun 2023

Desain *pit middle* untuk tahun 2023 sudah dibuat sebelumnya oleh Departemen *Engineering* PT Banjarsari Pribumi (Gambar 7). Namun seiring dengan dilakukannya survei lapangan terdapat beberapa *seam* batubara yang hilang dan tidak sesuai dengan hasil pengeboran sebelumnya sehingga jumlah cadangan yang terhitung tidak sesuai dengan target sebelumnya.

Dengan demikian dilakukan penyesuaian desain *pit* dengan *extend Pit Middle* ke arah *strike* batubara (barat) untuk memenuhi target produksi tahun 2023 (Gambar 8). Hasil desain *Pit Middle* final dilakukan dengan penambahan desain *pit* ke arah barat 50 meter dan penambahan lebar *pit* dari elevasi +30 mdpl sampai elevasi +70 mdpl pada *low wall* sisi barat sebagai tambahan pembentukan jalan (Gambar 9).



Gambar 8. Area *extend pit middle*



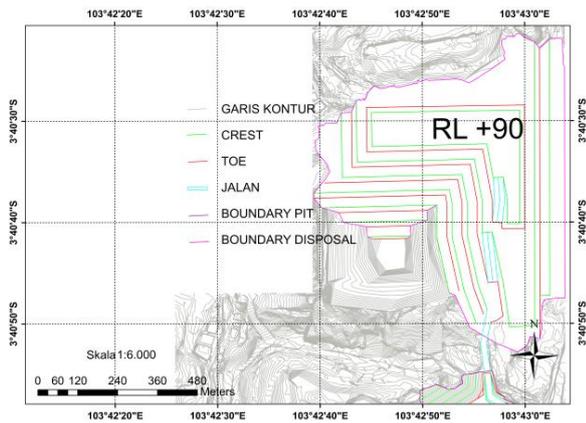
Gambar 9. Desain final *pit middle*

Rancangan Disposal

Rancangan disposal rencana untuk penimbunan hasil penambangan pada *pit middle* didesain untuk menyanggupi kebutuhan penumpukan *overburden* yang ditransmigrasikan dari area *pit* penambangan. Pembuatan disposal selama penambangan di *pit middle* menggunakan rancangan geometri lereng yang

ditetapkan sesuai rekomendasi dari geoteknik PT Banjarsari Pribumi dengan tinggi lereng 10 m, lebar lereng 30 m dan kemiringan tunggal lereng 33° (Gambar 10).

Lokasi disposal direncanakan secara *inpit dump* pada area IPD ABC yang merupakan bekas *pit* ABC. Desain rancangan disposal mempertimbangkan adanya pengambilan kembali batubara pada area selatan *void* sehingga disposal dirancang pada bagian timur dan utara IPD ABC. Metode penimbunan *overburden* dipindahkan dari bawah ke atas (*terraced dump*) dengan elevasi tertinggi pada RL +90 mengikuti kontur asli sebelum dilakukan penambangan.

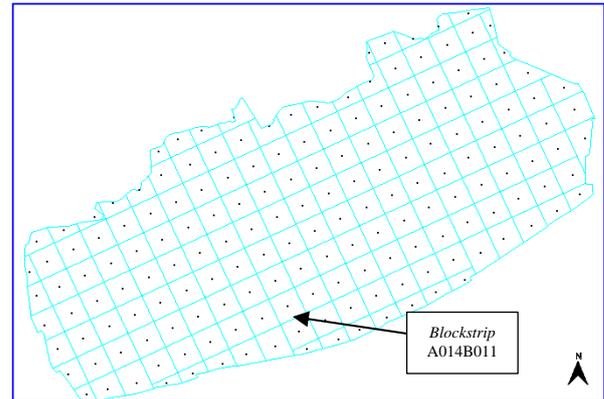


Gambar 10. Desain final disposal

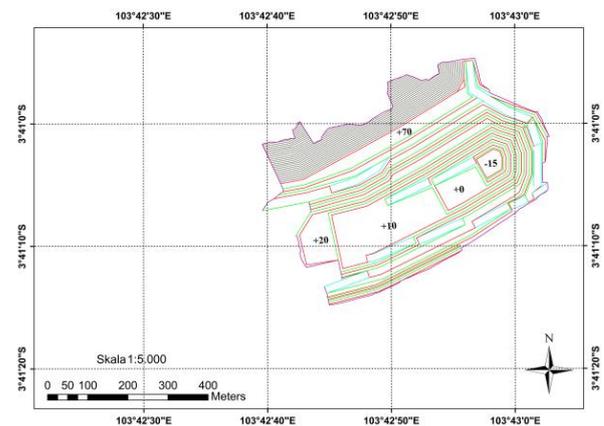
Sequence Penambangan

Sequence penambangan batubara direncanakan dimulai dari timur *pit* yang mana meneruskan penambangan yang telah dilakukan sebelumnya pada tahun 2022 menuju ke arah barat yang mengikuti arah *strike* batubara. Rancangan tersebut dibuat dalam blok strip sebagai bantuan dengan dimensi luas 50m x 50m yang kemudian dijadikan *solid* sehingga *blok strip* tersebut memiliki nilai volume *overburden* dan tonase batubara (Gambar 11).

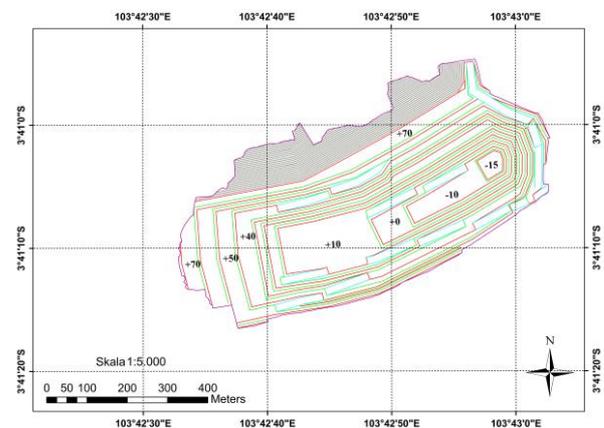
Rancangan *pit* yang dirancang memiliki luas bukaan sebesar 39,18 hektar dengan tinggi lereng keseluruhan dari rancangan pit sebesar +50-60 mdpl pada final *high wall* dan +70 mdpl pada final *low wall* serta elevasi terendah -15 mdpl. Rancangan pit per kuartal dapat dilihat pada Gambar 12, Gambar 13, Gambar 14, dan Gambar 15. Hasil perhitungan volume pit yang dirancang memiliki cadangan batubara sebesar 1.014.675,04 ton dan volume *overburden* sebesar 5.821.559,94 BCM.



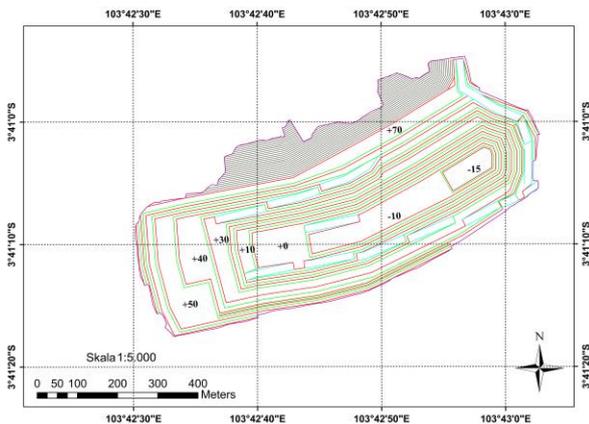
Gambar 11. Blok strip bentuk solid



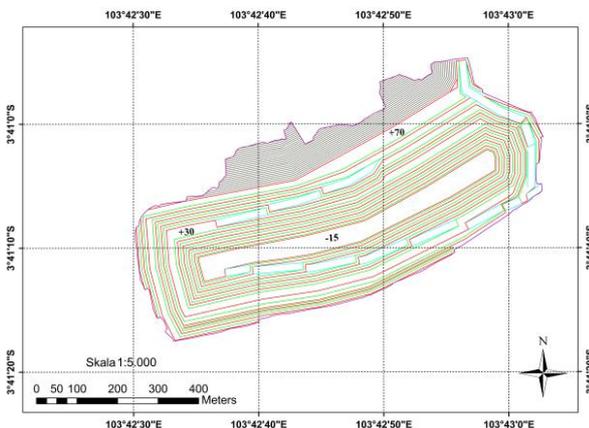
Gambar 12. Rancangan sekuen penambangan bulan 3



Gambar 13. Rancangan sekuen penambangan bulan 6



Gambar 14. Rancangan sekuen penambangan bulan 9



Gambar 15. Rancangan sekuen penambangan bulan 12

Sequence Penimbunan Disposal

Disposal yang telah dirancang sebelumnya dilakukan pembagian agar penimbunan dapat dilakukan secara menerus dan teratur sehingga area rencana dapat dilakukan penimbunan secara optimal. Perhitungan rencana pembagian volume penimbunan *overburden* ke disposal dan jarak tempuh rata-rata alat angkut pada setiap bulannya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rencana penimbunan *overburden*

Rencana Disposal	Bulan Penimbunan	Volume Total	Jarak Rata-rata
Elevasi +60 mdpl	Bulan pertama	587.603,88 LCM atau 489.669,90 BCM	1500 m
	Bulan kedua		1500 m
Elevasi +70 mdpl	Bulan ketiga	2.420.316,17 LCM atau	1500 m
	Bulan keempat	2.016.930,14 BCM	1600 m
	Bulan kelima (33%)		
Elevasi +80 mdpl	Bulan kelima (66%)	5.651.651,86 LCM atau	1600 m
	Bulan keenam	4.709.709,88 BCM	1600 m
	Bulan ketujuh		1700 m

	Bulan kedelapan	1700 m
	Bulan kesembilan	1800 m
Elevasi +90 mdpl	Bulan kesepuluh	7.199.004,27 LCM atau
	Bulan kesebelas	1900 m
	Bulan kedua belas	5.999.170,23 BCM

Rencana Produksi Batubara dan *Overburden*

Berdasarkan rancangan sekuen penambangan yang telah dibuat sebelumnya dapat diperoleh rencana pengupasan *overburden* dan produksi batubara serta nilai *stripping ratio* (Tabel 3).

Tabel 3. Rencana produksi batubara dan *overburden*

Bulan	Produksi <i>Overburden</i> Rancangan (bcm)	Produksi Batubara Rancangan (ton)	Nisbah Pengupasan Rancangan
Januari	495.204,63	82.204,36	6,06
Februari	383.775,25	68.794,20	5,84
Maret	479.483,11	61.129,41	7,84
April	422.577,05	57.403,07	7,43
Mei	564.983,55	90.818,07	5,90
Juni	576.729,10	96.792,67	5,70
Juli	581.916,58	97.589,03	6,21
Agustus	593.930,11	99.780,44	5,95
September	564.998,38	94.998,62	5,96
Oktober	508.981,80	86.753,52	5,85
November	419.756,34	87.558,96	4,79
Desember	229.224,04	90.852,69	2,51
Total	5.821.559,94	1.014.675,04	5,74

Rencana Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Perhitungan nilai produktivitas suatu alat ada variable yang bersifat nilai tetap dan ada yang bervariasi atau berubah-ubah, seperti nilai *cycle time* pada alat angkut yang bergantung pada jarak tempuhnya. Perhitungan produktivitas rencana untuk alat gali muat digunakan data lapangan sebagai acuan (Tabel 4). Alat angkut juga menggunakan data lapangan sebagai acuan tetapi dibuat juga data rencana jarak pengangkutan *overburden* karena setiap bulannya jarak pengangkutan *overburden* (Tabel 5) dan batubara (Tabel 6) akan berbeda-beda.

Tabel 4. Produktivitas alat gali muat

Jenis Alat Gali Muat	Cycle Time	Produktivitas
Sany SY500H	21,35	268,83 BCM/Jam
Komatsu PC400 LC	22,08	231,77 Ton/Jam

Tabel 5. Prediksi produktivitas alat angkut Sany SKT80S (*overburden*)

Jarak (m)	Prediksi <i>Cycle Time</i> (Detik)	Prediksi Produktivitas (BCM)
1500	989,43	42,97
1600	1018,25	41,75
1700	1047,07	40,60
1800	1075,89	39,52
1900	1104,71	38,49

Tabel 6. Prediksi produktivitas alat angkut Sany SKT90S (batubara)

Jarak (m)	Prediksi <i>Cycle Time</i> (Detik)	Prediksi Produktivitas (Ton)
2800	1255.45	39.70
2900	1267.45	39.33
3000	1279.45	38.96
3100	1291.45	38.60

Perhitungan Jumlah Alat Gali Muat dan Angkut

Kebutuhan alat gali muat dan alat angkut yang digunakan dalam penambangan ditentukan berdasarkan target produksi yang ditetapkan. Berdasarkan rencana penambangan *pit middle* tahun 2023, kebutuhan alat dibagi dalam rancangan penambangan *overburden* (Tabel 7) dan penambangan batubara (Tabel 8) setiap bulannya.

Tabel 7. Kebutuhan alat untuk satu *fleet* aktivitas *overburden removal*

Bulan	Jenis Alat	Produktivitas Rencana (Bcm/Jam)	Kemampuan Alat (BCM)	Jumlah alat	MF
1	Exc	268,83	93.940,32	1	1,04
	DT	42,98	15.017,29	6	
2	Exc	268,83	74.178,26	1	1,04
	DT	42,98	11.858,13	6	
3	Exc	268,83	96.014,47	1	1,04
	DT	42,98	15.348,87	6	
4	Exc	268,83	86.927,40	1	1,01
	DT	41,76	13.503,11	6	
5	Exc	268,83	114.363,58	1	1,01
	DT	41,76	17.764,99	6	
6	Exc	268,83	115.831,88	1	1,01
	DT	41,76	17.993,07	6	
7	Exc	268,83	127.633,40	1	0,98
	DT	40,61	19.280,88	6	
8	Exc	268,83	124.395,71	1	0,98
	DT	40,61	18.791,77	6	
9	Exc	268,83	118.884,20	1	0,95
	DT	39,52	17.478,36	6	
10	Exc	268,83	114.137,28	1	0,95
	DT	39,52	16.780,46	6	
11	Exc	268,83	97.469,45	1	1,08
	DT	38,49	13.956,30	7	
12	Exc	268,83	92.882,66	1	1,08
	DT	38,49	13.299,54	7	

Keterangan :

Exc = *excavator* jenis Sany SY500H

DT = *dump truck* jenis Sany SKT80S

Tabel 8. Kebutuhan alat untuk satu *fleet* aktivitas *coal getting*

Bulan	Jenis Alat	Produktivitas Rencana (Ton/Jam)	Kemampuan Alat (Ton)	Jumlah alat	MF
1	Exc	231,77	80.990,02	1	1,06
	DT	39,70	13.872,82	6	
2	Exc	231,77	63.952,30	1	1,06
	DT	39,70	10.954,42	6	
3	Exc	231,77	82.778,24	1	1,06
	DT	39,70	14.179,13	6	
4	Exc	231,77	74.943,88	1	1,06
	DT	39,70	13.872,82	6	

5	DT	39,70	12.837,18	6	1,05
	Exc	231,77	98.597,80	1	
6	DT	39,33	16.731,46	6	1,05
	Exc	231,77	99.863,69	1	
7	DT	39,33	16.946,28	6	1,05
	Exc	231,77	110.038,29	1	
8	DT	39,33	18.672,85	6	1,04
	Exc	231,77	107.246,93	1	
9	DT	38,96	18.027,96	6	1,04
	Exc	231,77	102.495,23	1	
10	DT	38,96	17.229,21	6	1,04
	Exc	231,77	98.402,69	1	
11	DT	38,96	16.541,26	6	1,03
	Exc	231,77	84.032,64	1	
12	DT	38,60	13.995,17	6	1,03
	Exc	231,77	80.078,17	1	
	DT	38,60	13.336,57	6	
	Exc	231,77	80.078,17	1	

Keterangan :

Exc = *Excavator* jenis Komatsu PC400

DT = *Dump truck* jenis Sany SKT90S

Jumlah *fleet* penambangan yang dibutuhkan dalam memenuhi target produksi ditentukan dengan membagi jumlah volume penambangan *overburden* atau batubara bulanan rencana dengan rencana kemampuan produksi alat gali muat bulanan.

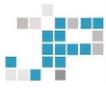
KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diuraikan beberapa kesimpulan.

Rancangan penambangan *pit middle* tahun 2023 direncanakan dengan sistem jenjang pada sisi *low wall* dan *high wall* dan arah penambangan maju sepanjang arah *strike*, sejajar dengan *dip* endapan batubara (*side wall to side wall*). Desain final *Pit Middle* dilakukan *extend* ke *side wall* barat sejauh 50 meter dengan estimasi cadangan 1.014.675,04 ton batubara dan 5.821.559,94 BCM *overburden* dengan total bukaan 39,18 Ha. Rancangan disposal direncanakan *inpit dump* di IPD ABC dengan luasan area sebesar 44,3 Ha dengan daya tampung 5.999.170,21 BCM.

Desain rencana penambangan direncanakan bulanan dengan pengambilan kembali material OPD ABC pada bulan Januari, Maret dan April dengan total volume 88.063,22 BCM. Rancangan penambangan direncanakan final pada sisi *side wall* timur di Bulan Februari dengan batas kedalaman elevasi -15 meter. Produksi tertinggi dilakukan pada Bulan Agustus dengan produksi 99.780,44 ton. Desain sekuen disposal dibuat sesuai daya tampung sekuen penambangan bulanan dengan metode timbunan dari bawah ke atas (*terraced dump*) dan final pada elevasi +90 meter.

Jumlah alat gali muat yang dibutuhkan untuk menunjang aktivitas pengupasan tanah penutup adalah lima (5) unit Sany SY500H pada Bulan Januari sampai September, empat (4) unit pada Bulan Oktober dan November dan dua (2) unit pada Bulan Desember.



Aktivitas *coal getting* membutuhkan 1 unit Komatsu PC400 LC setiap bulannya.

Jumlah alat angkut yang dibutuhkan untuk menunjang aktivitas pengupasan tanah penutup adalah enam (6) unit Sany SKT80S pada setiap *fleet* penambangan Bulan Januari sampai Bulan Oktober. Kemudian ditambah menjadi tujuh (7) unit Sany SKT80S pada setiap *fleet* penambangan pada Bulan November dan Desember. Pengangkutan batubara membutuhkan enam (6) unit Sany SKT90S pada penambangan setiap bulannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nasution, M.A., (2015). *Rencana Rancangan Tahapan Penambangan Batubara Untuk Menentukan Jadwal Produksi PT Cipta Kridatama, Kecamatan Meureubo, Kabupaten Aceh Barat, Provinsi Aceh*. Disertasi, Fakultas Teknik UNISBA.
- [2] Wandy, M., Saismana, U., Riswan, R., Hakim, R.N., dan Gusfrimanuel, G. (2016). Perhitungan Cadangan Batubara dan Perancangan Pit PT Anugrah Karya Raya, Desa Penain, Kec. Teweh Tengah Kabupaten Barito Utara, Kalimantan Tengah. *Jurnal GEOSAPTA*, 1(1).
- [3] Gusmaningsih, K., Murad, M. dan Yulhendra, D. (2018). Desain Pit Tambang Air Laya Barat Untuk Memenuhi Target Produksi Tahun 2018 PT Bukit Asam (Persero) Tbk Sumatera Selatan. *Bina Tambang*, 3(3), 963-973.
- [4] SME Inc, (2011). *SME Mining Engineering Handbook*. United States of America: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc.
- [5] Thompson, R. J., (2005). *Surface Strip Coal Mining Handbook*. Johannesburg: SACMA.
- [6] Chabibi, F. dan Risono. (2013). Rekonsiliasi Penambangan Antara Perencanaan Tambang Jangka Pendek dengan Realisasi Berdasarkan Block Model dan Peta Topografi Periode Semester 12013 di Site Tanjung Buli UPB Nikel Maluku Utara, PT. ANTAM (Persero) Tbk. *Prosiding TPT XXII Perhapi 2013*.
- [7] Hustrulid, W., Kuchta, M., dan Martin, M. (2013). *Open Pit Planning and Design Volume 1 Fundamentals 3rd Edition*. CRC Press Taylor & Francis Group.
- [8] Hidayat, T., Djamaluddin, D., dan Nawir, A. (2018). Desain Pit Compartment pada Hill Konde South Menggunakan Manual Pit dan Automation Pit Desain di PT Vale Indonesia Tbk. *Jurnal Geomine*, 6(3), 50-156.
- [9] Tatiya, R. (2013). *Civil Excavations and Tunnelling a Practical Guide*. Thomas Telford Publishing, London.
- [10] Tenriajeng, A. T. (2003). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Gunadarma: Jakarta.