

# RANCANGAN *SEQUENCE* PENAMBANGAN TAMBANG TERBUKA GUNA MENCAPAI TARGET PRODUKSI TRIWULAN TAHUN 2024 PT PENGEMBANGAN INVESTASI RIAU *SITE* BATANG PERANAP KABUPATEN INDRAGIRI HULU PROVINSI RIAU

Muhammad Rafif Gusvi Rahardi <sup>1\*</sup>, Dedi Yulhendra <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang, Indonesia

\* [mrafifgusvi123@gmail.com](mailto:mrafifgusvi123@gmail.com)

**Abstrak.** PT. PIR merupakan Badan Usaha Milik Daerah (BUMD) Provinsi Riau yang bergerak dibidang pertambangan batubara. PT. PIR pada tahun 2012 mendapatkan persetujuan Izin Usaha Pertambangan Operasi Produksi (IUP-OP), berdasarkan keputusan Bupati Indragiri Hulu, Nomor 17/IUP/545-02/XII/2012. PT. PIR memiliki IUP-OP seluas 1.750 H dengan luas operasi produksi berjalan sebesar 105,5 H. Untuk memperluas operasi produksi PT. PIR melakukan eksplorasi pada daerah Blok C dengan melakukan pemboran *coring* sebanyak 50 titik bor dengan jarak antar bor 100 m. Dihilangkan sumberdaya terukur batubara sebesar 5.700.000 ton dan direncanakan mulai produksi pada tahun 2024 dengan jumlah target produksi sebesar 600.000 ton batubara dan 3.600.000 BCM *overburden*, tetapi belum dilakukan perencanaan penambangan pada daerah Blok C. Sehingga diperlukan perencanaan pada Blok C untuk mendukung kegiatan produksi pada tahun 2024, Perancangan tambang dimulai dengan menghitung volume *overburden* dan batubara yang terdapat pada daerah batas penambangan sehingga didapatkan *Stripping Ratio* (SR) yang berguna untuk perancangan *pit limit*, selanjutnya dilakukan *sequence design* pertiwulan dengan target batubara sebesar 150.000 ton dan *overburden* sebesar 900.000 BCM sesuai target produksi perusahaan pada tahun 2024, pembuatan *sequence* penambangan yang dilakukan secara serentak di daerah tertentu dengan ketinggian yang berbeda. Berdasarkan hasil perencanaan pertriwulan didapatkan hasil triwulan I jumlah cadangan batubara yang tertambang sebesar 151.238 ton dan volume *overburden* 900.468 BCM, triwulan II jumlah cadangan batubara yang tertambang sebesar 152.459 ton dan volume *overburden* 911.462 BCM, triwulan III jumlah cadangan batubara yang tertambang sebesar 148.817 ton dan volume *overburden* 894.667 BCM, dan triwulan IV jumlah cadangan batubara yang tertambang sebesar 148.767 ton dan volume *Overburden* 929.378 BCM.

**Kata kunci:** Batubara, Cadangan, Perencanaan Tambang, SR, *Sequence*

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

PT Pengembangan Investasi Riau (PIR) merupakan Badan Usaha Milik Daerah (BUMD) yang bergerak di beberapa bidang bisnis yang mana salahsatunya bidang pertambangan dan berinvestasi di Kabupaten Indragiri Hulu, bahan galian yang di gali adalah batubara. Untuk saham PT. PIR secara keseluruhan saat ini 63% dimiliki oleh pemerintah Provinsi Riau dan 37% dimiliki pemerintah kabupaten. Kegiatan penambangan menggunakan sistem tambang terbuka (*open pit mining*) dengan metode *open pit*. PT. PIR pada tahun 2012 mendapatkan persetujuan Izin Usaha Pertambangan (IUP) operasi produksi, berdasarkan keputusan Bupati Indragiri Hulu, Nomor 17/IUP/545 02/XII/2012.

Luas Wilayah Izin Usaha Pertambangan (WIUP) operasi produksi PT. PIR seluas 1.750 H terdiri dari area cadangan produksi seluas 105,5 H. PT. PIR akan meningkatkan jumlah produksi dengan cara melakukan eksplorasi pada Blok C menggunakan metode pemboran *coring* dengan jumlah titik sebanyak 50 titik dengan

jarak antar bor sebesar 100 m. Dalam perhitungan sumberdaya yang telah dilakukan perusahaan ditemukan jumlah sumberdaya terukur batubara sebesar 5.700.000 ton batubara.

Berdasarkan informasi Kepala Teknik Tambang (KTT) PT. PIR akan melakukan membuka area produksi baru yang di beri nama Blok C pada dengan target produksi pada tahun 2024 sebesar 600.000 ton batubara dan *overburden* 3.600.000 BCM dengan target pertriwulan sebesar 150.000 ton batubara dan 900.000 *overburden*, oleh karena itu untuk mencapai target produksi yang telah direncanakan pada tahun 2024 PT. PIR membutuhkan rancangan *sequence* penambangan dan penjadwalan produksi, serta menentukan jumlah alat gali-muat dan alat angkut yang sesuai dengan kondisi aktual di lapangan.

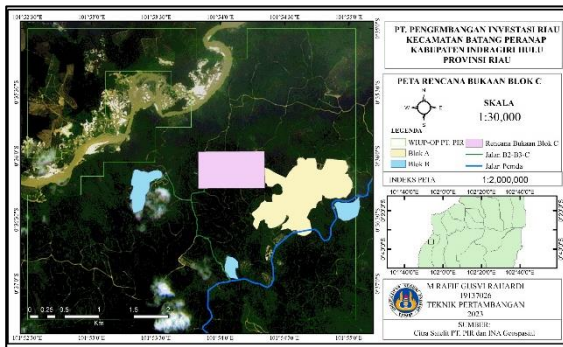
Pengkajian tahapan atau *sequence* merupakan salah satu tahapan penting dalam perencanaan tambang, karena menyangkut aspek teknis dan ekonomis suatu proyek penambangan [1]. Hal ini selaras dengan penelitian [2] tentang proses optimasi tambang terbuka penambangan batubara di Okobo mengatakan proses *sequence* pertambangan dibuat untuk menemukan

jadwal optimal produksi tahunan guna mendapatkan hasil yang optimal serta untuk memenuhi target produksi yang telah ditentukan.

Kedua penelitian ini peneliti hanya melakukan rancangan penambangan untuk jangka panjang, hal ini akan tidak berjalan efektif apabila terjadinya perubahan target produksi sesuai dengan kondisi yang terjadi di lapangan, maka dari itu diperlukannya pengkajian jangka pendek pada tahapan penambangan agar semua aktivitas teknis penambangan dapat berjalan dengan baik. Berdasarkan penelitian sebelumnya, penulis ingin membahas lebih dalam tentang rancangan *sequence* dan penjadwalan penambangan pertriwulan tahun 2024 di PT. PIR.

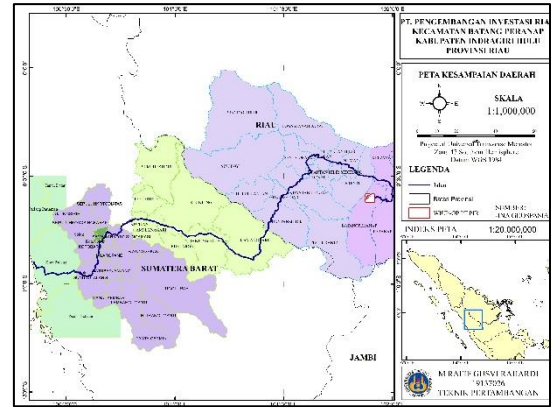
**1.2 Lokasi Dan Kesampaian Daerah**

Wilayah Izin Usaha Pertambangan (WIUP) Operasi Produksi (OP) PT. PIR *site* Peranap dapat dilihat pada Gambar 1 Secara administratif terletak di Desa Pematang Benteng, Kecamatan Batang Peranap, Kabupaten Indragiri Hulu, Provinsi Riau.



**Gambar 1.** Peta Citra Satelit Wilayah IUP PT. PIR

Wilayah Izin Usaha Pertambangan (WIUP) Operasi Produksi (OP) PT. PIR dapat ditempuh dari Kota Padang melalui jalan darat menuju kawasan Sungai Rumbai yang berjarak 220 km dengan jalan beraspal dan merupakan jalan lintas timur Sumatera. Waktu perjal adalah 7-8 jam. Dari Kecamatan Peranap dilanjutkan menuju Desa Pematang Benteng yang berjarak 25 Km dengan permukaan ruas jalan tanah setelah itu dari Kecamatan Peranap dilanjutkan menuju Desa Pematang Benteng yang berjarak 25 Km dengan waktu tempuh selama 1 jam 30 menit perjalanan. Untuk lebih jelas lokasi kesampaian daerah penambangan dapat dilihat pada Gambar 2.



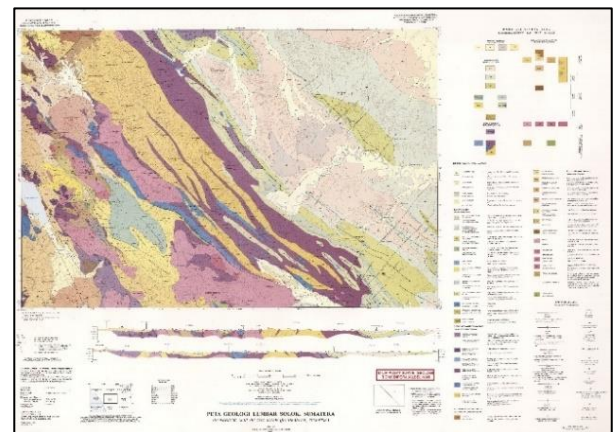
**Gambar 2.** Peta Kesampaian Daerah Wilayah IUP-OP PT. PIR

**1.3 Keadaan Geologi Regional**

**1.3.1 Topografi dan Geomorfologi**

Kondisi geologi regional pada area penyelidikan secara fisiografi dibagi menjadi tiga zona yaitu wilayah pegunungan vulkanik, wilayah perbukitan tersier dan wilayah dataran rendah [3]. Sesar Semangko yang merupakan sesar utama dari pembentukan Pulau Sumatera sangat mengontrol proses pembentukan morfologi yang ada, dimana pegunungan dan perbukitan yang terbentuk umumnya memiliki bentuk yang relatif memanjang sejajar yaitu dengan arah barat laut - tenggara.

Kabupaten Indragiri Hulu, Provinsi Riau merupakan area yang berdekatan dengan perbatasan Provinsi Sumatera Selatan. Merujuk dari data yang ada, geologi regional area penyelidikan termasuk ke dalam Peta Geologi Regional Lembar Solok Skala 1 : 250.000 yang diterbitkan oleh pusat penelitian dan pengembangan geologi (Sekarang Badan Geologi), dibuat oleh [4] Merujuk dari kondisi tersebut, pada area konsesi PT. PIR termasuk kedalam zona dataran rendah. Memiliki kelerengan dengan datar - curam dan dilewati sungai-sungai stadia dewasa-tua dan dengan vegetasi yang cukup lebat, dapat dilihat pada (Gambar 3).



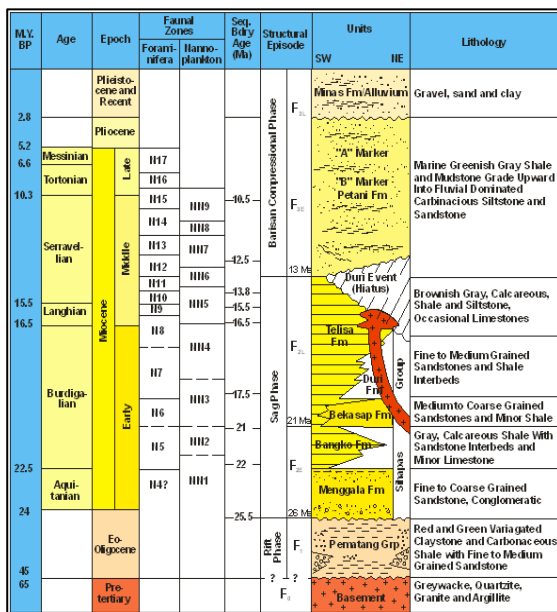
**Gambar 3.** Peta Geologi Regional Lembar Solok

### 1.3.2 Struktur Geologi

Menurut [5] cekungan Sumatera bagian tengah dicirikan oleh struktur horst dan graben, atau sesar blok dan geser, berarah barat laut-tenggara hingga utara-selatan, membentuk rangkaian horst dan graben yang mendominasi pola pengendapan batuan Paleogen. Peristiwa tektonik yang mempengaruhi pola dan struktur pengendapan Cekungan Sumatera Tengah terjadi pada periode Kapur Akhir, Miosen Tengah, dan Plio-Pliosen.

### 1.3.3 Stratigrafi Regional

Menurut [5], satuan stratigrafi regional cekungan Sumatera Tengah dibagi menjadi lima satuan dengan rentang umur Paleogen sampai Kuartar. Kelima unit stratigrafi tersebut dari tertua ke muda yaitu Kelompok Pematang, Kelompok Sihapas, Formasi Telisa, Formasi Petani dan terakhir Formasi Minas. Dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Stratigrafi Regional

## 2. Metodologi

Tempat penelitian tugas akhir ini dilaksanakan di PT Pengembangan Investasi Riau (PIR), Kecamatan Batang Peranap, Kabupaten Indragiri Hulu, Provinsi Riau. Penelitian ini dilaksanakan mulai dari tanggal 18 Maret-18 April 2023.

### 2.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian terapan (*Applied Research*). [6] mengatakan bahwa penelitian terapan merupakan penelitian yang proses pengumpulan, pencatatan dan analisis data yang sistematis dan objektif untuk membantu dalam pengambilan suatu keputusan. Penelitian terapan banyak digunakan suatu perusahaan dengan tujuan mencari solusi terhadap suatu

permasalahan terkini yang sedang dihadapkan perusahaan. Pada penelitian ini PT. PIR berencana membuka tambang batubara Blok C dan pada saat ini baru saja melakukan kegiatan eksplorasi. Dari hasil eksplorasi tersebut belum ada nya pengolahan data hasil bor secara lanjut. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, yakni pengumpulan data atau teknik analisis yang menghasilkan atau menggunakan data numerik. Metode kuantitatif dilakukan untuk membuat data mentah yang akan digunakan untuk penelitian.

### 2.2 Teknik Pengumpulan Data

Pada penelitian ini mengambil dua jenis data yaitu data primer dan data sekunder. Dimana data primer yang diambil secara langsung dilapangan meliputi: data *cycle time* alat gali-muat, data *cycle time* alat angkut dan data ketersediaan alat mekanis. Sedangkan untuk data sekunder meliputi: peta topografi, peta lokasi daerah penelitian, parameter geoteknik, data permodelan sumberdaya, spesifikasi alat serta jumlah alat dan target produksi perusahaan.

Dalam penelitian ini, lebih menekankan pada penentuan area pembuatan desain *pit limit* berdasarkan data yang telah ada pada Blok C PT. PIR.

### 2.3 Tahapan Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data peneliti menggunakan beberapa bantuan *software* seperti *Microsoft excel* untuk memudahkan peneliti dalam mengolah data yang berhubungan dengan perhitungan. Sedangkan untuk pendesainan *pit limit* peneliti menggunakan *software* tambang dengan menginputkan data pemodelan sumberdaya batubara berupa kontur struktur batubara yang telah dilakukan perusahaan. Setelah penginputan data kontur struktur dilakukan pembuatan *Betterblock*, lalu dilakukan pendesainan *pit limit* dengan mempertimbangkan geometri jenzang, geometri jalan dan *front* kerja selanjutnya membuat rancangan penjadwalan produksi tahun 2024. Tahapan yang dilakukan peneliti untuk menganalisis dan mengolah data adalah sebagai berikut:

#### 2.3.1 Rancangan Desain Pit

##### 2.3.1.1 Betterblock

*Betterblock* adalah suatu alat di *software* tambang yang bertujuan untuk membagi area kerja perblok dengan ukuran 50 m x 50 m x 50 m. Sehingga memudahkan peneliti untuk mendapatkan jumlah cadangan batubara dan volume *overburden* yang akan ditambang di area blok tersebut.

Sebelum membuat *Betterblock* peneliti menginputkan data berupa pemodelan sumberdaya batubara di area penambangan Blok C berupa kontur struktur batubara, *Betterblock* dibuat

dengan dengan cara membuat *strips* (untuk horizontal atau arah sebaran batubara) dan *panel* (untuk vertikal yang tegak lurus dengan kemenerusan batubara) yang mana dibuatkan boundary untuk membatasi area penambangan.

2.3.1.2 Analisis Batasan Penambangan

Analisa batasan penambangan dilakukan dengan cara membagi volume *overburden* dan tonase batubara dari hasil report *Batterblock* yang telah dibuat. Perbandingan antara volume *overburden* dan tonase batubara tersebut akan mendapatkan nilai *Stripping Ratio* (SR) untuk rumus persamaan dapat di bawah [7]:

$$SR = \frac{Vob}{Tbb} \dots\dots\dots(1)$$

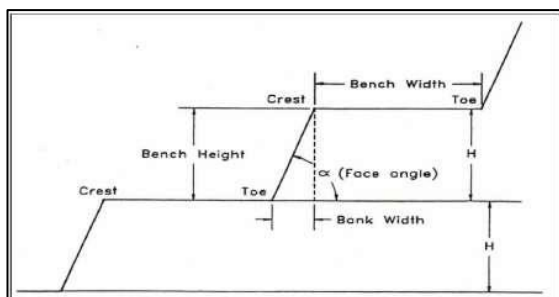
Keterangan:

- SR = *Stripping Ratio*
- Vob = Volume *overburden* (m<sup>3</sup>)
- Tbb = Tonase batubara (ton)

Batas area analisa penambangan didapat dari penetapan SR dari Perusahaan sehingga area yang melewati batas SR dari perusahaan akan dikeluarkan dalam bentuk graphic berwarna merah, area berwarna merah berarti area yang tidak ekonomis untuk ditambang.

2.3.1.3 Geometri Jenjang (Bench)

Geometri Jenjang (*bench*) diartikan sebagai suatu tingkatan di antara level tunggal dimana bahan galian dan pengotornya ditambang pada muka jenjang (*bench face*). Menurut [8] setiap jenjang memiliki permukaan atas dan bawah yang dipisahkan oleh sebuah jarak (H) atau sering disebut tinggi jenjang. Ketinggian jenjang biasanya disesuaikan dengan spesifikasi peralatan gali-muat. Kemiringan jenjang (*bench slope*) adalah sudut antara garis horizontal dan garis muka jenjang. Bagian-bagian geometri jenjang diperlihatkan pada gambar 5.



Gambar 5. Geometri Jenjang

2.3.1.3 Front Kerja

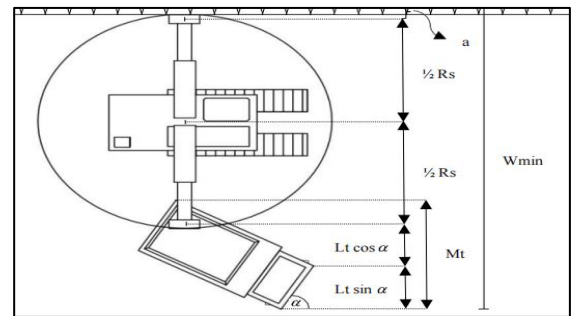
Menurut [8] jenjang kerja terbentuk saat proses penambangan masih berlangsung dan bersifat sementara, Lebar jenjang kerja merupakan sebagian besar batubara yang diambil. Lebar jenjang kerja (WD) didefinisikan sebagai jarak horizontal antara permukaan teratas (*crest*) dan permukaan terbawah (*toe*). Lebar jenjang ini akan

sangat dipengaruhi oleh kebutuhan ruang alat operasi penambangan sehingga alat dapat beroperasi produktif dan aman (Gambar 6) dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$Lmin = 2 (0,5 Rs) + a + M \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

- Lmin = Lebar minimum front kerja (m)
- Rs = Swing Radius dari Excavator (m)
- a = Lebar tambahan (m)
- Mt = Lebar Truck pada membentuk sudut a(m)



Gambar 6. Geometri Jenjang

2.3.1.4 Geometri Jalan

Jalan tambang merupakan jalur akses utama masuk keluarnya alat transportasi tambang baik untuk pekerja dan pengangkutan material. Oleh karena itu diperlukan rancangan jalan yang benar pada suatu tambang guna mempermudah proses penambangan. Menurut [9] terdapat beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pembuatan desain jalan tambang, sebagai berikut:

a. Letak Jalan Keluar-Masuk Tambang

Letak jalan keluar-masuk tambang merupakan suatu unsur penting yang perlu diperhitungkan. Kondisi topografi dan letak endapan merupakan faktor yang mempengaruhi pemilihan letak jalan tambang. Letak jalan yang biasanya diinginkan suatu perusahaan adalah letak jalan tambang yang tidak banyak memotong bahkan sama sekali tidak memotong endapan atau biji, selain itu jalan tambang yang diinginkan suatu perusahaan yaitu memiliki akses yang baik ke lokasi pembuangan tanah penutup (*waste dump*) dan permukaan bijih (*crusher*). Berdasarkan bentuknya ada dua macam *ramp* yaitu bentuk spiral dan bentuk *switchback*.

b. Lebar Jalan untuk Jalan Lurus

Pembuatan lebar jalan tambang ditentukan berdasarkan pada lebar alat angkut, pada umumnya jalan tambang yang aman adalah 4 kali lebar *dump truck* yang digunakan, berdasarkan dimensi tersebut memungkinkan untuk lalu lintas dua arah, selokan penyaliran, ruangan untuk *truck* yang akan menyusul dan tanggul pengaman.

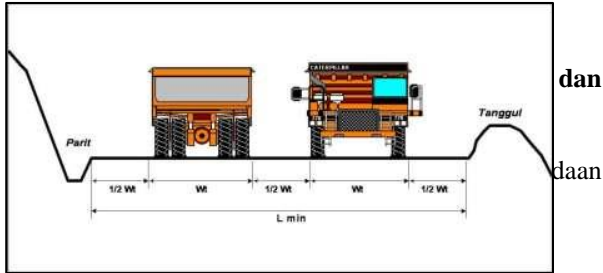
Penentuan lebar jalan angkut minimum untuk jalan lurus (lihat gambar 7) menurut [9] adalah lebar jalan

dikali jumlah jalur dan ditambah dengan setengah lebar alat angkut pada bagian tepi kiri dan kanan jalan.

$$L_{min} = n \times Wt + [(n + 1)(0.5 \times Wt)] \dots (3)$$

Keterangan:

- L<sub>min</sub> = Lebar jalan angkut minimum (m)
- N = Jumlah jalur
- Wt = Lebar alat angkut total (m)



Gambar 7. Rancangan Lebar Jalan Angkut 2 Jalur

c. Lebar Jalan pada Tikungan

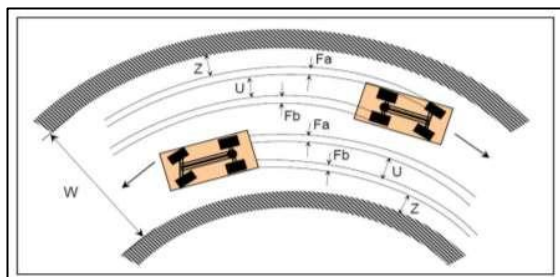
Hal ini dikarenakan untuk mengatasi adanya kelebihan lebar alat angkut yang disebabkan oleh sudut kelebihan lebar alat angkut yang disebabkan oleh sudut yang dibentuk oleh roda depan dengan badan truk saat melintasi tikungan. Untuk jalur ganda, lebar jalan minimum pada tikungan dihitung berdasarkan pada lebar jejak roda, lebar jumbai atau tonjolan (*overhang*) alat angkut bagian depan dan belakang pada saat membelok, jarak antar alat angkut saat bersimpangan, serta jarak jalan angkut terhadap tepi jalan. Lebar jalan angkut pada tikungan dapat dihitung menggunakan rumus:

$$W = n(U + Fa + Fb + Z) + C \dots (4)$$

$$C = Z = 1/2 (U + Fa + Fb) \dots (5)$$

Keterangan:

- W = Lebar jalan pada belokan (m)
- n = Jumlah jalur
- U = Lebar jejak roda (m)
- Fa = Lebar jumbai depan (m)
- Fb = Lebar jumbai belakang (m)
- C = Jarak antara dua alat angkut yang akan bersimpangan (m)
- Z = Jarak sisi laur alat angkut ke tepi jalan (m)



Gambar 8. Rancangan Lebar Jalan Pada Tikungan

2.3.1.5 Desain Pit Limit

Desain *pit limit* yang dirancang menggunakan *software* pertambangan dengan mempertimbangkan beberapa parameter desain yang telah disebutkan diatas. Desain *pit limit* untuk arah penambangan dimulai dari SR yang rendah dan untuk arah penambangan itu dimulai dari arah selatan ke utara dengan elevasi tertinggi berada pada +60 MDPL dan terendah pada +11 MDPL.

2.3.2 Rancangan Penjadwalan Produksi

2.3.2.1 Waktu Kerja Efektif

Waktu kerja efektif merupakan salah satu elemen produksi yang harus diperhitungkan di dalam upaya mendapatkan harga produksi alat per satuan waktu yang akurat. Sebagian besar nilai efisiensi kerja diarahkan terhadap operator, yaitu orang yang menjalankan atau mengoperasikan unit alat. Dengan memperhitungkan hambatan-hambatan tersebut, maka jam kerja efektif dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$EWH = \frac{\text{Waktu Kerja Efektif}}{\text{Waktu Kerja Produktif}} \times 100\% \dots (6)$$

2.3.2.2 Kesiediaan Alat

Kesiediaan mekanik (MA) ini menunjukkan secara nyata kesiediaan alat karena adanya waktu akibat masalah mekanik. Persamaan dari kesiediaan mekanik adalah sebagai berikut:

$$MA = \frac{W}{W + R} \times 100 \dots (7)$$

Keterangan:

- W = Waktu Kerja (Jam)
- R = Perbaikan Alat (Jam)

*Physical Availability* (PA) merupakan catatan mengenai keadaan fisik dari alat yang dipergunakan dalam beroperasi. Faktor ini meliputi adanya pengaruh dari segala waktu akibat permasalahan yang ada. Tingkat efisiensi dari sebuah alat mekanis baik, jika angka kesiediaan fisik (PA) mendekati angka kesiediaan mekanik (MA). Persamaan dari keadaan fisik (PA), sebagai berikut:

$$PA = \frac{W + S}{W + R + S} \times 100\% \dots (8)$$

Keterangan:

- W = Waktu Kerja (Jam)
- R = Perbaikan Alat (Jam)
- S = Waktu Alat Standby (Jam)

*Effective Utilization* (EU) menunjukkan beberapa persen dari seluruh waktu kerja yang tersedia dapat dimanfaatkan untuk bekerja produktif. Penggunaan efektif (EU) sebenarnya sama dengan pengertian efisiensi kerja. Persamaan matematis penggunaan efektif (EU) sebagai berikut:

$$EU = \frac{W}{W+R+S} \times 100\% \dots \dots \dots (9)$$

Keterangan:

- W = Waktu Kerja (Jam)
- R = Perbaikan Alat (Jam)
- S = Waktu Alat *Standby* (Jam)

2.3.2.3 *Produktivitas*

Pentingnya mengestimasi kinerja dan kemampuan produksi alat-alat mekanis/berat karena ada kaitannya dengan target produksi yang harus dicapai oleh perusahaan. Interaksi antara target produksi dengan produksi per unit alat mekanis/berat akan menentukan jumlah alat yang harus dibeli sesuai dengan kapasitas, jenis material yang akan ditangani dan tingkat kemudahan pengoperasian serta perawatannya.

Untuk mengetahui kemampuan suatu alat sudah menurun perlu dilakukan pengontrolan secara kontinyu terhadap kapabilitasnya yang diestimasi melalui perhitungan produksi alat tersebut. Secara umum perhitungan untuk memperkirakan produksi alat-alat mekanis/berat dapat dirumuskan sebagai berikut:

Produktivitas alat gali-muat dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$Q = \frac{60}{ctm} \times Cn \times FFB \times EK \times SF \times \rho \dots (10)$$

Keterangan:

- Q = Produktivitas Alat Gali-muat
- Ctm= Waktu edar Alat (mnt)
- Cn = Kapasitas Bucket Excavator
- FFB= Fill Factor Bucket (%)
- EK = Efisiensi Kerja (%)
- SF = Swell Factor (%)
- pi = Density (ton)

Produktivitas alat angkut dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$P=60/Cta \times n \times Cn \times FFB \times EK \times SF \times \rho \dots \dots (11)$$

Keterangan:

- P = Produktivitas Alat Angkut
- Cta = Waktu edar Alat angkut (mnt)
- n = Jumlah pengisian
- Cn = Kapasitas Bucket Excavator
- FFB= Fill Factor Bucket (%)
- EK = Efisiensi Kerja (%)
- SF = Swell Factor (%)
- pi = Density (ton)

2.3.3 *Faktor Keserasian Kerja Alat (Match Factor)*

Keserasian kerja (*match faktor*) merupakan suatu faktor penting yang digunakan dalam penentuan jumlah alat angkut atau alat gali muat agar terjadi sinkronisasi alat. Apabila jumlah antara alat gali muat sesuai dengan

alat angkut maka akan tercapai efektivitas kerja yang optimal.

Untuk mendapatkan faktor keserasian antara alat gali-muat dengan alat angkut dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$MF = \frac{n \times Ctm \times Na}{Cta \times Nm} \dots \dots \dots (12)$$

Keterangan:

- MF = Match Factor atau faktor keserasian
- N = Banyaknya pengisian tiap satu alat angkut
- Ctm = Waktu edar alat gali-muat (menit)
- Na = Waktu edar alat angkut (menit)
- Cta = Waktu edar alat angkut (menit)
- Nm = Jumlah alat gali-muat dalam kombinasi kerja /unit

2.3.4 *Sequence Pertrivulan*

Kegiatan ini dilakukan dengan membagi *pit limit* menjadi *block block* solid yang dapat diketahui Volume dan tonasenya, lalu dilanjutkan dengan pembuatan analisa SR pivot table pada excel sehingga dapat dibuat *Sequence* yang akan disesuaikan dengan desain *pit limit*, pembuatan *sequence* triwulan ini dilakukan dengan memilih *block block* yang memiliki kandungan batubara dan overburden yang pas sehingga target produksi dapat tercapai, diiringi dengan menghilangkan area *block* yang akan ditambang pada *software* tambang.

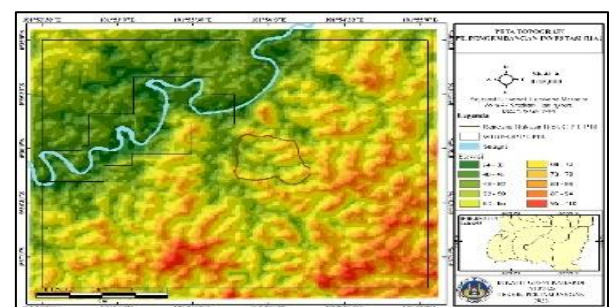
3. Hasil Dan Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan, maka didapatkan hasil sebagai berikut:

3.1 Rancangan Desain *Pit Limit*

3.1.1 *Kondisi Topografi*

Wilayah penelitian yang memiliki bentuk bentang alam berupa perbukitan bergelombang lemah kondisi punggung perbukitan yang relatif tidak teratur. Berdasarkan keadaan topografi (Gambar 9), elevasi tertinggi pada daerah penelitian berada pada elevasi 110 mdpl dan elevasi terendah berada pada elevasi 24 mdpl. Desain rancangan *pit limit* penambangan pada penelitian ini dirancang berdasarkan situasi topografi dan letak batubara yang dekat dengan topografi yang memiliki arah penambangan dari selatan menuju ke utara karena memiliki arah kemenerusan batubara menuju ke utara.

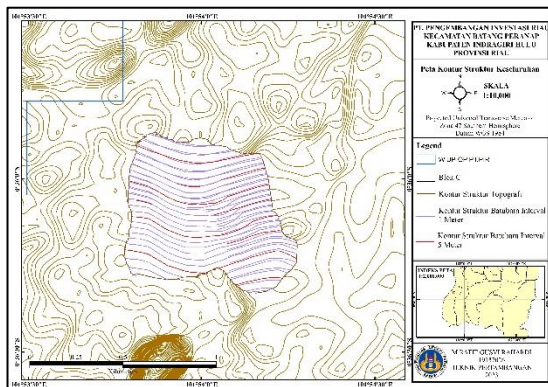


Gambar 9. Peta Topografi

### 3.1.2 Kontur Struktur Endapan Batubara

Kontur struktur endapan batubara adalah garis-garis kontur yang menunjukkan keadaan suatu lapisan batubara. Kontur struktur endapan batubara sangat berpengaruh untuk mengetahui bentuk, penyebaran dan kualitas dari endapan itu sendiri. Pembuatan kontur struktur batubara dengan mengkorelasikan hasil dari pemboran *coring* batubara pada daerah Blok C PT. PIR yang telah dilakukan (gambar 10). Pada PT. PIR terdapat beberapa Seam batubara dengan urutan dari atas kebawah, diantaranya *seam A* dan *seam B*.

*Seam A* merupakan lapisan batubara teratas dalam kegiatan *Coal Getting* (CG) yang membentang dari elevasi 7 m sampai elevasi 26 m dengan Dip 3°. *Seam A* memiliki ciri-ciri ketebalan rata-rata sebesar 1,4 m, berwarna hitam sedikit kecoklatan, terkadang ditemukan adanya *shaly coal* pada bagian atas batubara, tidak kompak dan kusam. Berikutnya lapisan *Seam B* membentang dari elevasi 10 m sampai elevasi -7 m dengan Dip 2°. *Seam B* memiliki ciri-ciri ketebalan rata-rata sebesar 4 m, memiliki warna hitam, kilap terang, kompak, keras dan kusam. PT. PIR hanya melakukan kegiatan CG hanya sampai Seam B atau  $SR \leq 6$ .



Gambar 10. Peta Kontur Keseluruhan

### 3.1.3 Geometri Jenjang

PT. PIR melakukan studi geoteknik berdasarkan persayatan yang melingkupi masing-masing berupa *low wall*, *high wall*, dan jenjang disposal dilakukan analisa sifat fisik dan sifat kimia pada batuan penutup untuk mengetahui kekuatan batuan dan sudut yang aman untuk kegiatan penambangan. Pada area persayatan terdapat 3 lapisan material yaitu *claystone*, *coal*, dan *sandstone*.

Rancangan geometri jenjang penambangan didasarkan pada rekomendasi hasil studi geoteknik PT. PIR. Geometri jenjang didasarkan pada rekomendasi dari perusahaan sebagai berikut:

Tabel 1. Rekomendasi Geometri Geoteknik

Parameter	Satuan	Highwall	Lowwall
Sudut Lereng Keseluruhan	derajat	30	25
Sudut Lereng Tunggal	derajat	35	33
Tinggi Lereng Tunggal	meter	6	6
Lebar Berm	meter	5	5
Lebar Jalan Tambang	meter	20	20
Grade Jalan Tambang Maksimum	%	10	10

### 3.1.4 Front Kerja

*Front* kerja penambangan dirancang sesuai dengan kebutuhan area kerja yang diperlukan oleh alat yang berkerja di *front* kerja tertentu. Lebar minimum *front* kerja alat ditentukan berdasarkan spesifikasi alat gali-muat dan alat angkut terbesar.

Alat gali-muat dan alat angkut yang digunakan untuk menentukan lebar *front* penambangan yaitu Kobelco SK 480 dengan Fuso FN527ML untuk *overburden* dan Caterpillar 330 dengan Fuso FN527ML untuk *coal getting*. Lebar minium *front* kerja dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (2) Didapatkan lebar minimum *front* kerja untuk Kobelco SK 480 dengan Fuso FN527 untuk *overburden* sebesar 16,09 Meter dan Lebar minimum *front* kerja untuk Caterpillar 330 dengan Fuso FN527 untuk *Coal Getting* sebesar 16,14 Meter.

### 3.1.5 Geometri Jalan

Geometri jalan merupakan salah satu parameter penting yang perlu diperhatikan karena berpengaruh terhadap kegiatan penambangan. Geometri jalan yang akan penulis buat berdasarkan ketersediaan alat yang digunakan oleh PT. PIR. Perusahaan PT. PIR sendiri dalam kegiatan penambangan menggunakan alat angkut Fuso FN527ML untuk mengangkut *overburden* dan *coal*. Untuk menunjang kegiatan penambangan itu maka perlu dilakukan perhitungan geometri jalan berikut hasil dari perhitungan geometri jalan:

Tabel 2. Rekomendasi Geometri Jalan

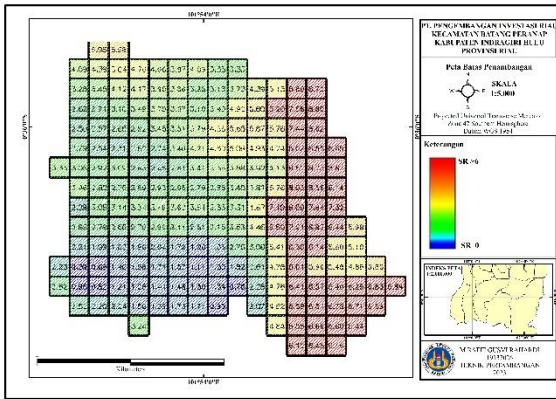
Parameter	Satuan	Minimal Nilai
Lebar Jalan Lurus 2 Jalur	Meter	8,61
Lebar Jalan Pada Tikungan 2 Jalur	Meter	12,18
Superelevasi	Meter	0,06
Kemiringan Jalan	%	8

### 3.1.6 Batas Penambangan

Batas penambangan adalah nilai maksimal *stripping ratio* (SR) *pit* yang telah ditentukan oleh perusahaan untuk menentukan batas akhir penambangan atau desain tambang. Pada pengolahan data di area Blok C ditemukan SR maksimal senilai 1 : 8.7 dan memiliki SR terendah dari 0-4. Batas penambangan yang

digunakan dalam rancangan *pit limit* adalah SR yang kurang dari 8.

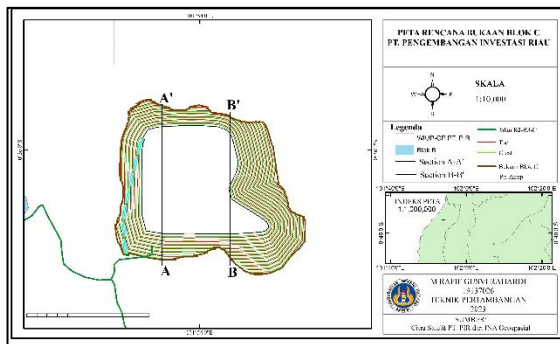
Batas penambangan ini yang menjadi dasar dalam pembuatan *pit limit* karena ketetapan perusahaan untuk melakukan kegiatan penambangan di SR kurang dari 6. Area yang berwarna merah menunjukkan area yang memiliki nilai SR  $\geq 6$ .



Gambar 11. Peta Stripping Ratio

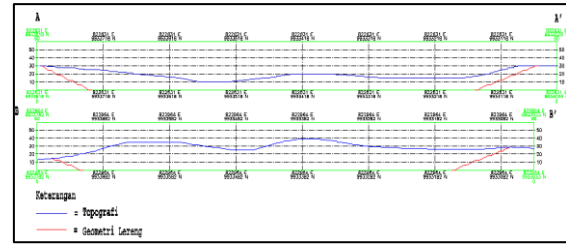
3.1.7 Desain Pit Limit

Desain *pit limit* dibuat berdasarkan perhitungan parameter yang telah dilakukan baik dari rekomendasi tim geoteknik perusahaan dan perhitungan peneliti sendiri. Desain *pit limit* didesain menyesuaikan dengan keadaan kontur batubara yang memiliki arah penambangan dari arah selatan menuju arah utara. Pada pembukaan awal tambang dilakukan pada elevasi +30 MDPL dengan front kerja selebar 50 m serta akan dilakukan penurunan elevasi dan pembuatan jalan dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 12. Peta Desain Pit Limit

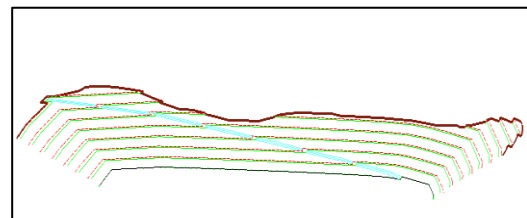
Cross section merupakan garis yang membentang dari suatu titik ke titik lain untuk melihat perbandingan suatu lapisan atau permukaan, di sini dibuat garis A-A' dan B-B' untuk melihat tampak samping suatu lapisan permukaan mulai dari lapisan topografi dan lapisan desain pit limit. Gambar 13 dibawah merupakan posisi penampang A-A' dan B-B'.



Gambar 13. Section A-A' dan B-B'

Berdasarkan section A-A' yang dibuat menunjukkan terdapat 5 jenjang dengan elevasi *low wall* dan *high wall* sama yaitu +30 MDPL. Section B-B' yang dibuat menunjukkan terdapat 2 jenjang pada *low wall* dan 5 jenjang pada *high wall*. Elevasi jenjang *low wall* tertinggi berada pada elevasi +12 MDPL dan elevasi jenjang *high wall* tertinggi berada pada +30 MDPL.

Rancangan jalan angkut tambang dirancang dengan mempertimbangkan lebar alat mekanis terbesar yang digunakan. Jumlah lajur yang akan dipakai adalah 2 (dua) lajur untuk 2 (dua) arah yang akan dilalui oleh alat angkut DT Fuso FN527ML dengan lebar alat 2,46 m lebar minimum pada jalan lurus yaitu 8,61 m, pada penelitian rancangan ini digunakan 15 meter (gambar 14). Pada geometri jalan peneliti melakukan perhitungan sendiri menggunakan rumus yang telah ada dan didapatkan nilai lebar jalan yang lebih pendek dari rekomendasi perusahaan serta kemiringan jalan yang lebih aman sehingga perusahaan dapat mengurangi terjadinya *lose coal* yang diakibatkan jalan yang terlalu lebar.



Gambar 14. Section Geometri Jalan Tambang

3.2 Cadangan Batubara

Luas rencana desain *pit limit* Blok C sebesar 58 Hektar dengan element XYZ sebagai berikut:

Tabel 3. XYZ Minimum dan Maksimal Pit Limit

Element	Minimum	Maksimal
X	822401.438	823330.688
Y	9932989.000	9933843.000
Z	10.979	60.000

Didapatkan jumlah cadangan batubara yang terdapat pada desain *pit limit* adalah sebesar 3.102.707,53 ton batubara dan 13.384.338,02 BCM OB.



### 3.3 Penjadwalan Penambangan

#### 3.3.1 Waktu Kerja

Waktu kerja tambang adalah seluruh jumlah waktu yang tersedia yang dapat digunakan untuk kerja operasional tambang secara produktif. PT. PIR memiliki ketetapan waktu bekerja selama 20 jam yang dibagi menjadi 2 shift per-hari kecuali di hari Jumat hanya ada 1 shift.

Adanya kehilangan waktu kerja disebabkan karena faktor alam, alat, dan manusia. Berdasarkan hasil perhitungan waktu kerja tambang dengan mempertimbangkan adanya kehilangan waktu kerja, didapat waktu kerja efektif pada tahun 2024 sebesar 4.837 jam. Untuk lebih mendetail mengenai waktu kerja efektif dan besarnya kehilangan waktu kerja dapat dilihat pada tabel di bawah:

**Tabel 3.** Waktu Kerja Efektif Tahun 2024

Deskripsi	Keterangan	Hari(Jam)	1 Tahun
Hari Kerja	Hari Kalender	-	366
	Hari Libur	-	16
	Solat Jum'at (1/2 Shift)	-	26
	Hari Yang Tersedia	-	324
	Jam Tersedia	20	6480
Waktu Hilang	Istirahat/makan/solat	1	324
	Sefty Talk	0.16	51.84
	Pemanasan Alat Dan Pengecekan Alat	0.33	106.92
	Pengisian Bahan Bakar	0.33	106.92
	Pergantian Shift	0.5	162
	Total Waktu Hilang Terencana	2.32	751.68
	Delay	Faktor Hujan	2.00
	Faktor Perbaikan Dan Pemeliharaan	0.75	243
	Total Delay	2.75	891.00
<b>TOTAL EWH</b>		<b>14.93</b>	<b>4837</b>

#### 3.3.2 Kesedian Alat

Nilai *Mechanical Availability* (MA) dipengaruhi oleh waktu kerja alat dan waktu perbaikan alat serta pemeliharaan alat. Pada pembuatan rencana waktu kerja alat tahun 2024 waktu kerja alat efektif dalam satu hari adalah 14,93 atau dibulatkan jadi 15 jam dan nilai perbaikan dan pemeliharaan alat itu dalam satu hari 0.75 jam diperoleh nilai MA sebesar 95%.

Nilai *Physical Availability* (PA) dipengaruhi oleh semua waktu kerja dan waktu hilang kerja serata waktu *delay*. Pada pembuatan rencana waktu kerja alat tahun 2024 waktu kerja alat efektif dalam satu hari adalah 14,93 atau dibulatkan jadi 15 jam, waktu perbaikan dan pemeliharaan alat itu dalam satu hari 0,75 jam dan waktu *standby* dalam satu hari sebesar 2 jam diperoleh nilai PA sebesar 96%.

Nilai *Effective Utilization* (EU) dipengaruhi oleh waktu kerja yang tersedia dan waktu kerja efektif. Pada pembuatan rencana waktu kerja alat tahun 2024 waktu kerja alat yang tersedia dalam satu hari adalah 20 jam dan waktu kerja efektif dalam satu hari adalah 15 jam. Diperoleh nilai EU sebesar 75%.

#### 3.3.3 Produktivitas Alat

Produktivitas alat dipengaruhi oleh jenis alat mekanis yang dipilih dan kondisi lapangan. Pemilihan

alat mekanis yang digunakan di daerah penelitian disesuaikan dengan kondisi topografi dan ketersediaan alat yang ada sekarang di PT. PIR. Alat mekanis yang digunakan dapat dilihat pada tabel 4.

**Tabel 4.** Alat Mekanis Yang Digunakan PT.PIR

Jenis Alat	Ativitas	Alat Yang Digunakan
Alat Gali-Muat	Penggalian dan Pemuatan OB	Excavator Kobelco SK480
	Penggalian dan Pemuatan Batubara	Excavator Caterpillar 330
Alat Angkut	Pengangkutan OB	Fuso FN527ML
	Pengangkutan Batubara	Fuso FN527ML

#### 3.3.3.1 Produktivitas Alat Gali-Muat

Alat gali-muat yang akan digunakan untuk aktivitas penggalian OB dan pemuatan OB pada Blok C PT. PIR adalah *Excavator* Kobelco SK480 dengan kapasitas Bucket sebesar 3.4 m<sup>3</sup>. Kegiatan penggalian Batubara dan pemuatan batubara menggunakan *Excavator* Caterpillar 330 dengan kapasitas Bucket sebesar 1.6 m<sup>3</sup>. Total *cycle time* alat gali-muat OB sebesar 26,31 detik dan *cycle time* CG sebesar 16,31 detik. Diperoleh nilai produktivitas untuk penggalian OB menggunakan Kobelco SK480 sebesar 296,56 BCM/jam dan nilai produktivitas untuk CG menggunakan Caterpillar 330 sebesar 229,32 ton/Jam.

#### 3.3.3.2 Produktivitas Alat Angkut

Alat muat yang akan digunakan untuk aktivitas pengangkutan OB pada Blok C PT. PIR adalah Fuso FN527ML dengan kapasitas bucket sebesar 21 m<sup>3</sup> yang dikombinasikan dengan *Excavator* Kobelco SK480. Kegiatan penggalian Batubara dan pemuatan batubara menggunakan Fuso FN527ML dengan kapasitas bucket sebesar 28 m<sup>3</sup> yang dikombinasikan dengan *Excavator* Caterpillar PC330. Total *cycle time* alat angkut OB sebesar 457,98 detik dan *cycle time* alat angkut CG sebesar 979,54 detik. Diperoleh nilai produktivitas untuk alat angkut OB menggunakan Kobelco SK480 dikombinasikan dengan Fuso FN527ML sebesar 102,22 BCM/jam dan nilai produktivitas alat angkut CG menggunakan Caterpillar 330 dikombinasikan dengan Fuso FN527ML sebesar 69 ton/jam.

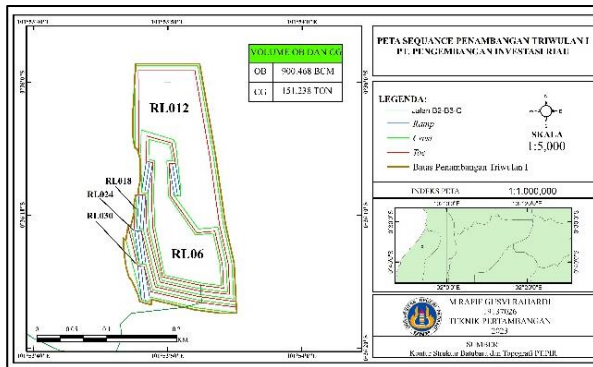
### 3.4 Kebutuhan Alat Angkut dan Alat Gali Muat

Penentuan kebutuhan alat gali-muat dan angkut didasarkan pada perhitungan produktivitas alat mekanis untuk dapat memenuhi target produksi perusahaan. Target produksi perusahaan yang relatif sama menyebabkan jumlah kebutuhan alat mekanis yang akan digunakan setiap triwulannya sama. Jumlah target produksi PT.PIR sebanyak 900.000 BCM OB dan 150.000 ton batubara per triwulan 2024.

Pada *mach factor coal getting 1 fleet* terdiri dari Fuso FN527ML sebanyak 4 unit yang dilayani oleh Caterpillar 330 untuk kegiatan *coal getting* didapatkan nilai *mach factor* menggunakan persamaan 12 sebesar 1,19. Pada *mach factor* pengupasan OB *Fleet 1* terdiri dari Fuso FN527ML sebanyak 3 unit yang dilayani oleh Kobelco 480SK untuk kegiatan pengupasan OB didapatkan nilai *mach factor* menggunakan persamaan 12 sebesar 1,03.

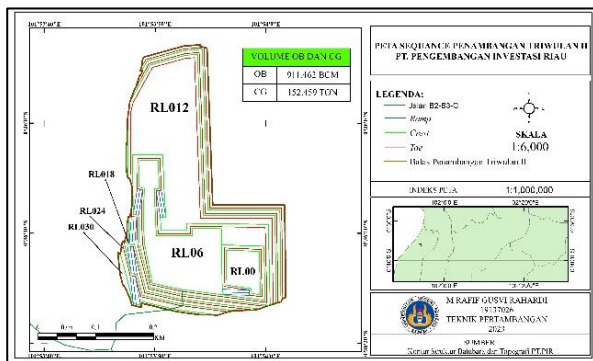
### 3.5 Sequence Penambangan Pertriwulan tahun 2024

Berdasarkan desain *sequence* penambangan triwulan I tahun 2024 jumlah rencana target produksi sebesar 150.000 ton untuk batubara dan 900.000 BCM untuk *overburden*, sedangkan pada *sequence* yang dibuat, tonase batubara yaitu sebesar 151.238 ton dan volume *overburden* 900.468 BCM maka diperoleh *stripping ratio* 6. Untuk desain *sequence* penambangan triwulan I tahun 2024 dapat dilihat pada gambar 15.



Gambar 15. Peta Sequence Penambangan Triwulan I Tahun 2024

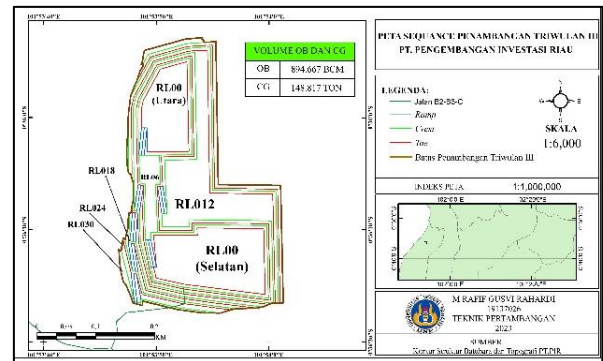
Berdasarkan desain *sequence* penambangan triwulan II tahun 2024 jumlah rencana target produksi sebesar 150.000 ton untuk batubara dan 900.000 BCM untuk *overburden*, sedangkan pada *sequence* yang dibuat, tonase batubara yaitu sebesar 152.459 ton dan volume *overburden* 911.462 BCM maka diperoleh *stripping ratio* 6. Untuk desain *sequence* penambangan triwulan II tahun 2024 dapat dilihat pada gambar 16.



Gambar 16. Peta Sequence Penambangan Triwulan II Tahun 2024

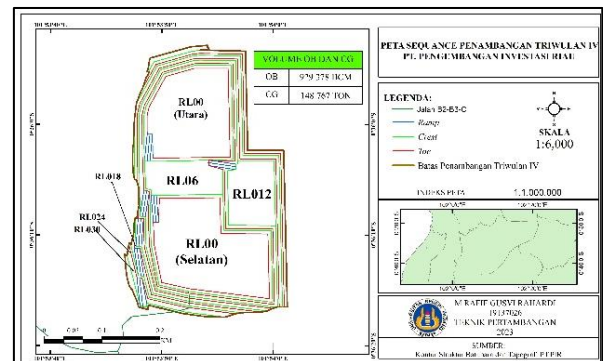
Berdasarkan desain *sequence* penambangan triwulan III tahun 2024 jumlah rencana target produksi sebesar 150.000 ton untuk batubara dan 900.000 BCM

untuk *overburden*, sedangkan pada *sequence* yang dibuat, tonase batubara yaitu sebesar 148.817 ton dan volume *overburden* 894.667 BCM maka diperoleh *stripping ratio* 6. Untuk desain *sequence* penambangan triwulan III tahun 2024 dapat dilihat pada gambar 17.



Gambar 17. Peta Sequence Penambangan Triwulan III Tahun 2024

Berdasarkan desain *sequence* penambangan triwulan IV tahun 2024 (Gambar 18) jumlah rencana target produksi sebesar 150.000 ton untuk batubara dan 900.000 BCM untuk *overburden*, sedangkan pada *sequence* yang dibuat, tonase batubara yaitu sebesar 148.767 ton dan volume *overburden* 929.378 BCM maka diperoleh *stripping ratio* 6.



Gambar 18. Peta Sequence Penambangan Triwulan III Tahun 2024

## 4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan di atas peneliti dapat menyimpulkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Rancangan desain *pit limit* dibuat dengan luas 58 Hektar dengan mempertimbangan batasan limit penambangan ( $SR \leq 6$ ), rekomendasi lereng dari perusahaan dan geometri jalan yang telah dihitung. Elevasi tertinggi pada desain *pit limit* berada pada elevasi +60 MDPL dan elevasi terendah pada elevasi -12 MDPL.
2. Total cadangan batubara pada desain *pit limit* sebesar 3.102.707,53 ton batubara dan 13.384.338,02 BCM OB.
3. Rancangan penjadwalan penambangan direncanakan EWH pada tahun 2024 sebesar 4.837 jam dalam satu tahun dan di targetkan mampu

melakukan pengupas OB sebesar 3.600.000 BCM/tahun dan melakukan kegiatan CG sebesar 600.000 ton/tahun.

4. Untuk mencapai target produksi penambangan terdiri dari CG dan OB dibutuhkan alat sebanyak 1 fleet terdiri dari 4 *Dump Truck* Fuso FM527 dengan 1 Excavator Caterpillar 330. Pengupasan dikerahkan sebanyak 2 Fleet dimana masing masing Fleet terdiri dari 3 *Dump Truck* Fuso FM527 dan 1 Excavator Kobelco SK480,
5. *Sequence* penambangan triwulan I tahun 2024 jumlah rencana target produksi batubara sebesar 151.238 ton dan volume *overburden* 900.468 BCM maka diperoleh *Stripping Ratio* 6, *sequence* penambangan triwulan II tahun 2024 jumlah rencana target produksi batubara sebesar 152.459 ton dan volume *overburden* 911.462 BCM maka diperoleh *Stripping Ratio* 6, *sequence* penambangan triwulan III tahun 2024 jumlah rencana target produksi batubara sebesar 148.817 ton dan volume *overburden* 894.667 BCM maka diperoleh *Stripping Ratio* 6 dan *sequence* penambangan triwulan IV tahun 2024 jumlah rencana target produksi batubara sebesar 148.767 ton dan volume *overburden* 929.378 BCM maka diperoleh *Stripping Ratio* 6.

## Daftar Pustaka

- [1] W. Rasid dan R. Eko Handayani, "Perencanaan Teknis Desain *Pit* Pada Penambangan Batubara Di *Pit* Iii Jambi *Technical Planning Of Pit Design At Coal Mining Of Pit* Iii Jambi," 2019.
- [2] Anthony T. Bolarinwa dan Gideon C. Nwafor, "*Open Pit Optimization And Production Scheduling Of Okobo Coal Mine, Central Nigeria*," *FUTA Journal of Engineering and Engineering Technology*, vol. 12, no. 1, Apr 2018.
- [3] I. M. Sandy, *Geografi Regional Indonesia*. Jurusan Geografi FMIPA Universitas Indonesia, 1985.
- [4] Kastowo dan Silitonga P. H, "Peta Geologi Lembar Solok," Bandung, 1995.
- [5] S. Martosono dan G. A. S. Nayoan, "*The Tertiary Basinal Area of Central Sumatra*," *Proceedings Indonesian Petroleum Association*, vol. 3, hlm. 63–76, 1974.
- [6] A. M. Yusuf, "Metodelogi Penelitian," Padang, 2005.
- [7] M. i. Yusran, "Rancangan Mine Sequence Pada Penambangan Batubara Berdasarkan Eksisting Alat Mekanis Di Pt. Mega Bara Semesta Jobsite Pt. Sriwijaya Bara Priharum, Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan," Universitas Pembangunan Nasional "Veteran," Yogyakarta, 2022.
- [8] W. Hustrulid, M. Kuchta, dan R. Martin, "*Open Pit Mine Planning & Design I. Fundamentals 3 Rd Edition*."
- [9] W. S. Bargawa, *Perencanaan Tambang*, 8 ed. Jakarta: Kilau Book, 2018.