

Perencanaan *Sequence* Penambangan Batubara Triwulan 1 Tahun 2022 PT. Bima Putra Abadi Citranusa, Desa Lubuk Betung, Kecamatan Merapi Selatan, Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan

Firdaus^{1*}, Dedi Yulhendra¹

¹Departemen Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

*daussidaus1998@gmail.com

Abstract. Production at PT. Bima Putra Abadi Citranusa, especially in the 4th quarter of 2021, has not yet reached the production target for both overburden stripping and coal getting. The production target was not achieved because the mining stage design at the company had not been maximized. For this reason, it is necessary to plan a mining sequence in the first quarter of 2022 to catch up with the production target. Data processing was carried out using the Minescape 5.7 software and Microsoft Office 2019. The result was a stripping ratio of 3.87 in the first quarter of 2022 with a plan for mining stages to be carried out mostly on the low wall section so that as much as 2,361,610 BCM of overburden can be produced. coal 609,840.23 tons. The digging equipment used is the Caterpillar 345 EXCZ Excavator, the Doosan 520 EXZ Excavator and the Doosan 800 EXCZ Excavator while the transport equipment used is the Hino 500 DTB dump truck, Mercy Axor DTMB, Hino 700 DTM and Terex TR50D.

Keywords: Sequence, overburden, coal getting, stripping ratio, Minescape

1. Pendahuluan

Perencanaan yang dimulai dari kegiatan eksplorasi bahan galian hingga kegiatan pasca tambang diperlukan dalam sebuah usaha pertambangan dengan tujuan untuk mencegah dampak kerugian yang mungkin akan terjadi. Rentetan teknik pelaksanaan penambangan dalam bermacam jenis kegiatan yang harus dilakukan serta penentuan persyaratan teknik dalam pencapaian sasaran kegiatan merupakan perencanaan tambang. Desain atau rancangan memiliki peran untuk menentukan persyaratan spesifikasi, aspek teknik untuk mencapai sasaran, dan susunan teknis pengerjaannya (Nasution, 2015). Selain dari pada itu peran penting dari rancangan tambang yaitu untuk memudahkan pengambilan cadangan suatu endapan (Wandy dkk., 2016; Hidayat dkk., 2018). Target produksi akan lebih mudah terpenuhi karena adanya rancangan penambangan dan sangat cocok untuk digunakan pada bahan galian yang ore bodies dengan bentuk horizontal seperti batubara (Wijaya dkk., 2012; Fadli, 2015; Prinandi, 2015). Pit limit merupakan salah satu hasil rancangan pada perencanaan tambang. Selanjutnya rancangan pit limit akan dibagi menjadi

kelompok-kelompok yang lebih kecil (*sequence*) dengan mempertimbangkan nilai *stripping ratio* (Chen et al., 2001; Chatterjee et al., 2016; Haryono and Aprilianta, 2017). Selain mempertimbangkan nilai *stripping ratio* juga mempertimbangkan target produksi, total kehilangan waktu kerja, kemampuan unit, dan populasi unit yang tersedia. Tahapan penambangan yang menunjukkan bagaimana suatu pit akan ditambang mulai dari bukaan awal hingga bentuk akhir pit merupakan *sequence* penambangan (Aryanda dkk., 2014; Prakoso dkk., 2019). *Sequence* penambangan ini bertujuan untuk mempermudah penambangan yaitu dengan membagi seluruh volume yang ada dalam pit limit ke dalam kelompok-kelompok perencanaan yang lebih kecil (Mafruhi dkk., 2018). Untuk mengurangi ketidakpastian, dan sebagai pemilihan kemungkinan terbaik, serta sebagai pedoman dalam pelaksanaan penambangan maka perlu dibuat rencana dan rancangan penambangan. (Pratama dkk., 2019).

Produksi di PT. Bima Putra Abadi Citranusa terutama pada triwulan ke 4 tahun 2021 belum mencapai target

produksi baik pada pengupasan *overburden* maupun pada *coal getting*. Tidak tercapainya target produksi disebabkan karna belum maksimalnya rancangan tahapan penambangan di perusahaan tersebut. Oleh karna itu maka perlu dibuat perencanaan *sequence* penambangan pada triwulan 1 tahun 2022 untuk mengejar ketertinggalan target produksi tersebut. Berdasarkan uraian masalah tersebut, penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang Perencanaan *Sequence* Penambangan Batubara Triwulan 1 Tahun 2022 PT. Bima Putra Abadi Citranusa, Desa Lubuk Betung, Kecamatan Merapi Selatan, Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan. Hasil penelitian diharapkan dapat menghasilkan suatu model *sequence* penambangan yang sesuai dengan kondisi aktual pada PT. Bima Putra Abadi Citranusa.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Perencanaan Tambang Batubara

Perencanaan adalah penentuan urutan teknis pelaksanaan dan persyaratan teknik pencapaian tujuan beserta sasaran kegiatannya. Dalam perencanaan tambang dapat mencakup kegiatan prospeksi, eksplorasi, studi kelayakan yang dilengkapi analisis mengenai dampak lingkungan (AMDAL), persiapan penambangan, konstruksi infrastruktur dan fasilitas penambangan, kesehatan dan keselamatan kerja (K3), serta pengelolaan dan pemantauan lingkungan hidup (Fourie, 1992).

Tujuan perencanaan secara umum adalah agar dapat melaksanakan penambangan yang secara teknis sesuai dengan metode kerja yang sistematis, ramah lingkungan dan mengikuti kaidah-kaidah kesehatan dan keselamatan kerja, mencapai sasaran produksi dengan efisiensi kerja yang tinggi dan ongkos produksi yang semurah mungkin (Fourie, 1992).

Perencanaan tambang dikelompokkan menjadi empat berdasarkan waktu dan tujuannya (Gafoer et al, 1986), yaitu:

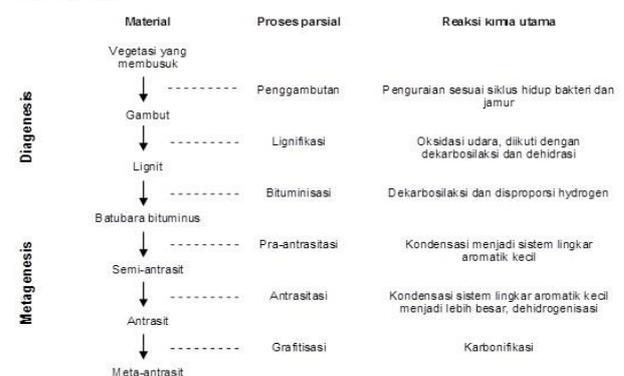
- Perencanaan jangka panjang (*long term planning*) yaitu perencanaan kegiatan yang jangka waktunya lebih dari 5 tahun.
- Perencanaan jangka menengah (*medium term planning*) yaitu perencanaan kerja untuk jangka waktu 1-5 tahun.
- Perencanaan jangka pendek (*short term planning*) yaitu perencanaan aktivitas untuk jangka waktu kurang dari 1 tahun demi kelancaran perencanaan jangka menengah dan jangka panjang.
- Perencanaan penyanggaan atau alternatif (*alternative planning*) merupakan opsi atau rencana cadangan yang dibuat apabila perencanaan awal gagal akibat adanya perubahan data, informasi, terjadi hambatan dan lain-lain.

Bahasan mengenai perencanaan tambang maka juga dikenal istilah perancangan tambang. Perancangan tambang merupakan bagian dari proses perencanaan tambang yang berhubungan dengan geometrik. Berdasarkan aplikasinya, perencanaan berhubungan dengan waktu sedangkan perancangan tidak berhubungan dengan waktu (Arif et al, 2002).

2.1.1 Batubara

Batubara terbentuk dari banyak komponen yang mempunyai sifat saling berbeda dan merupakan substansi heterogen yang dapat terbakar (Amijaya, 2007). Batuan sedimen yang terbentuk dari dekomposisi tumpukan tanaman selama kira-kira 300 juta tahun merupakan definisi dari batubara sendiri (Amijaya, 2007). Karena proses biologi dengan mikroba maka terjadi dekomposisi tanaman yang mana banyak oksigen dalam selulosa diubah menjadi karbonmonoksida (CO₂) dan air (H₂O). Dengan adanya tekanan dan pemanasan maka terjadi perubahan dalam kandungan bahan tersebut yang kemudian membentuk lapisan tebal sebagai akibat pengaruh panas bumi dalam jangka waktu berjuta-juta tahun, sehingga lapisan tersebut akhirnya memadat dan mengeras.

Ada dua teori alam proses pembatubaraan (Gambar 19.) yaitu teori insitu dan teori drift. Dalam teori insitu dijelaskan bahwa tempat terjadinya proses coalification sama dengan tempat dimana tumbuhan tersebut berkembang dan sama pula dengan tempat batubara itu terbentuk.



Gambar 1. Skema Proses Pembatubaraan

2.1.2 Sistem Penambangan

Tambang terbuka merupakan metode penambangan yang setiap aktivitasnya dilakukan di atas atau relatif dekat dengan permukaan bumi dan tempat kerjanya berhubungan langsung dengan udara luar. Berdasarkan letak dan bentuk endapan material yang akan ditambang, jenis-jenis tambang terbuka digolongkan menjadi empat yaitu (Chironis dan Nicholas, 1978):

- *Open pit /Open cut*

Metode ini biasanya diterapkan untuk penambangan endapan bijih (*ore*), seperti emas, nikel dan lainnya.

- *Quarry*

Metode ini biasanya diterapkan untuk menambang endapan-endapan bahan galian industri seperti batu kapur, granit, pasir dan lain sebagainya.

- *Alluvial mining*

Metode ini diterapkan untuk menambang endapan-endapan *alluvial*, misalnya tambang bijih timah, pasir besi, dan lain sebagainya.

- *Strip mine*

Metode ini diterapkan untuk menambang endapan-endapan yang bentuknya kurang lebih mendatar, misalnya tambang batubara yang memiliki kemiringan endapan (*dip*) kecil atau landai.

2.1.3 Desain Teknis Tambang Terbuka

Desain teknis merupakan penentuan persyaratan, penentuan spesifikasi serta kriteria teknik yang rinci dan pasti guna mencapai sasaran dan tujuan kegiatan maupun urutan teknis pelaksanaannya. Terdapat dua tingkatan desain teknis (Hartman dan Howard, 1987) yaitu:

- Desain konsep (*conceptual design*)

Desain konsep merupakan suatu desain awal yang dibuat atas dasar analisis atau perhitungan secara garis besar dan baru dipandang dari segi terpenting, kemudian akan dikembangkan agar sesuai dengan kondisi nyata. Rancangan ini pada umumnya digunakan untuk perhitungan teknis dan penentuan urutan kegiatan sampai tahap studi kelayakan (*feasibility study*).

- Desain rekayasa (*engineering design*)

Desain rekayasa merupakan suatu desain lanjutan dari desain konsep yang disusun dengan rinci dan lengkap berdasarkan data dari laboratorium dan literatur, serta dilengkapi dengan pemeriksaan keadaan lapangan. Pelaksanaan kegiatan di lapangan yang terdiri dari tahapan penambangan (*mining phases pushback*), penjadwalan produksi, rancangan batas akhir tambang, dan material buangan maka dipakailah rancangan ini sebagai dasar acuan. Rancangan ini akan diperluas menjadi rancangan tahunan, bulanan, mingguan hingga rancangan harian.

Setelah tahap eksplorasi dan studi konseptual barulah perancangan *pit* tambang dilakukan. Penentuan batas awal dan batas akhir penambangan (*pit limit*), penjadwalan produksi, bentuk desain *pit* tambang, *sequence* penambangan, serta arah kemajuan penambangan merupakan elemen yang penting pada perencanaan tambang (Gafoer et al, 1986).

2.1.4 Batasan Penambangan

Langkah pertama untuk perencanaan jangka panjang atau pendek adalah menentukan batas dari tambang. Batas ini menunjukkan jumlah batubara yang dapat ditambang dan jumlah *overburden* yang harus dipindahkan selama penambangan berlangsung (Hustrulid et al, 2013). Jumlah produksi dan umur

ekonomi suatu kegiatan penambangan sangat dipengaruhi oleh batas penambangan (*pit limit*).

Batas penambangan (*pit limit*) dipengaruhi oleh parameter sebagai berikut (Febrian et al, 2015):

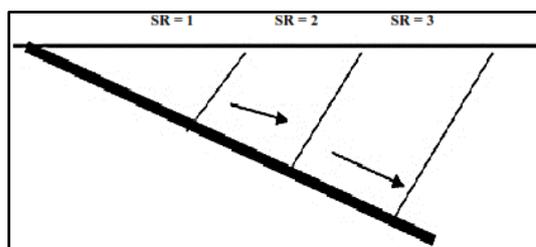
- Nisbah kupas/ *stripping ratio* (SR), berpengaruh terhadap jumlah batubara yang dapat diambil, biaya, serta keuntungan yang didapat oleh perusahaan,
- Geometri lereng penambangan sebagai batas perhitungan cadangan tertambang, berpengaruh terhadap keamanan lereng penambangan dan banyaknya jumlah batubara yang dapat ditambang, ditetapkan sesuai hasil penyelidikan geoteknik yang dilakukan di daerah penelitian.
- Kondisi geologi dan topografi, untuk mengetahui persebaran lapisan batubara dan bentang alam yang ada pada daerah penelitian.

Cara menggambarkan efisiensi geometri (*geometrical efficiency*) dalam kegiatan penambangan adalah dengan istilah *stripping ratio* atau nisbah pengupasan. *Stripping ratio* (SR) menunjukkan jumlah *overburden* yang harus dipindahkan untuk memperoleh batubara yang diinginkan. Nilai *stripping ratio* dapat dihitung dengan Persamaan (1) (Hustrulid et al, 2013).

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

Nilai *stripping ratio* yang diperoleh dibandingkan dengan nilai *Break Even Stripping Ratio* (BESR) yang telah dihitung sebelumnya. Penentuan maksimum *stripping ratio* yang diizinkan secara ekonomis umumnya digunakan untuk menentukan *pit limit*. *Rasio* ini semata-mata ditentukan secara ekonomis, penetapan batas akhir dari *pit* dimana titik impas (*breakeven*) terjadi, yaitu dimana margin keuntungan adalah nol (Hartman dan Howard, 1987), maka akan diperoleh bahwa secara teknis batasan kegiatan penambangan dalam *pit* adalah sampai nilai BESR yang dicapai dalam perhitungan *stripping ratio* (Gambar 20.). Nilai BESR dihitung dengan Persamaan (2).

$$BESR = \frac{Value\ of\ ore\ (\frac{s}{ton}) - Production\ cost\ (\frac{s}{ton})}{Stripping\ cost\ (\frac{s}{bcm})} \dots\dots (2)$$



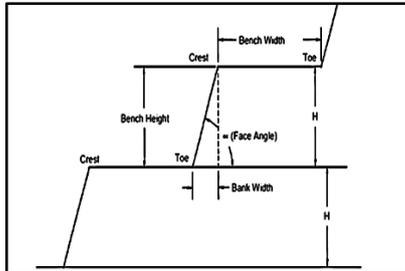
Gambar 2. Batasan penambangan berdasarkan nilai *stripping ratio* dan BESR

2.1.5 Geometri Lereng Penambangan

Desain *pit* pada sebuah tambang terbuka ditekankan pada desain geometri lereng. Geometri lereng adalah ukuran lereng yang terdiri dari tinggi lereng, lebar lereng,

dan kemiringan lereng penambangan (Hustrulid et al, 2013).

Penentuan geometri lereng ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan yaitu sasaran produksi bulanan dan tahunan, ukuran alat mekanis yang digunakan, sesuai dengan *ultimate pit slope*, dan sesuai dengan kriteria *slope stability* (Gambar 21.) (Arif et al, 2002).



Gambar 3. Bagian-bagian lereng

2.1.5.1 Tinggi lereng

Tinggi lereng merupakan jarak vertikal yang diukur tegak lurus dari lantai lereng (*toe*) sampai ujung lereng bagian atas (*crest*). Alat yang digunakan harus mampu mencapai pucuk atau bagian atas lereng, jika tingkat produksi atau faktor lain mengharuskan ketinggian lereng tertentu, alat muat yang akan digunakan harus disesuaikan pula ukurannya (Singh, 1997). Tinggi lereng penambangan agar aktivitas *loading* optimal, harus kurang lebih sama dengan tinggi pemotongan maksimum (*maximum cutting height*) alat gali muat *excavator* (Singhal, 1998). Ketinggian maksimum lereng yang optimal berdasarkan pertimbangan alat gali muat yang digunakan dapat dihitung dengan Persamaan (3) (Tatiya, 2005).

$$Bench\ height = Boom\ height\ excavator + 3\ meter \dots\dots\dots (3)$$

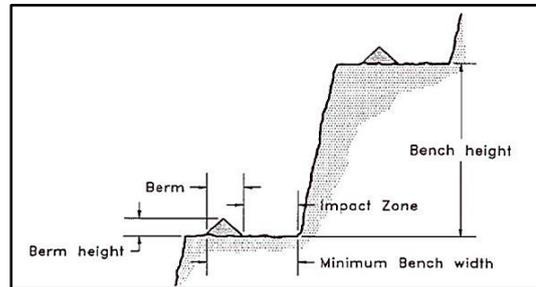
Ketinggian *bench* melebihi ketentuan pada Persamaan (3) dapat menyebabkan *bench* yang kurang aman, sedangkan untuk penggunaan alat gali muat *dragline excavator*, tinggi *bench* akan tergantung kemampuan penggalian alat (*digging depth capabilities*) (Tatiya, R. 2005).

2.1.5.2 Lebar lereng minimum (*safety bench*)

Safety bench (SB) atau yang sering disebut sebagai Lebar lereng minimum. Lebar lereng ini akan mempengaruhi sudut lereng keseluruhan (*overall slope*) sehingga perlu benar-benar diperhatikan dalam perencanaan maupun pelaksanaannya, harus sesuai dengan rekomendasi dalam faktor keamanan tertentu. Lereng dengan lebar minimum biasanya dibangun pada daerah akhir penambangan (*pit limit*). *Safety bench* juga berfungsi untuk mengumpulkan dan menghentikan material atau batuan yang meluncur akibat longsoran dari *bench* yang berada di atasnya. Ujung *safety bench* biasanya juga dibuat

berm untuk menambah keamanan (Hustrulid et al, 2013). (Gambar 22.). Lebar lereng minimum dihitung dengan Persamaan (4).

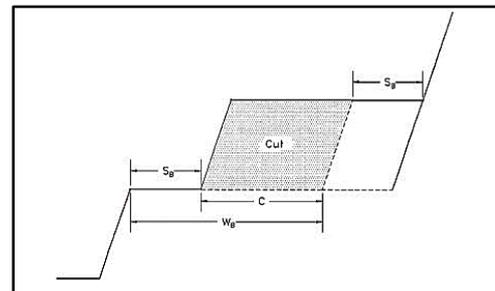
$$Lebar\ minimum\ bench\ (SB) = 4,5\ ft + 0,2 \times\ tinggi\ bench \dots\dots\dots (4)$$



Gambar 4. Geometri *catch bench* atau *safety bench*

2.1.5.3 *Working bench*

Penentuan lebar *working bench* pada perencanaan penambangan batubara tergantung dari kegiatan dan alat berat yang dipergunakan. Lebar lereng kerja (*working bench*) terdiri dari lebar *non working berm width* (*safety bench*) dan lebar *working berm width* (*cut*) yang merupakan bahan galian yang akan diekstraksi atau digali (Gambar 5.). Lereng kerja ditentukan berdasarkan lereng yang akan digunakan sebagai jalan angkut dan tempat kerja alat gali muat (Hustrulid et al, 2013). Lebar lereng kerja akan terus bergeser dan dikurangi seiring berjalannya kegiatan penambangan, sampai pada lebar minimum yang telah ditentukan sebelumnya (*safety bench*) (Gambar 23.).



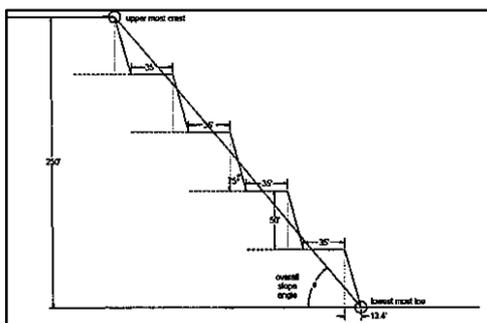
Gambar 5. *Working bench*

Minimum working bench width (WB) dapat dihitung dengan persamaan (5) (Tatiya, 2005)

$$WB_{min} = (3 \times Lebar\ alat\ angkut\ terbesar) + 3\ m \dots\dots\dots (5)$$

2.1.5.4 Kemiringan lereng

Kemiringan lereng tunggal (*single slope*) merupakan sudut kemiringan yang terbentuk dari garis *crest* menuju *toe* suatu lereng. Sudut lereng keseluruhan, (*overall slope angle*) adalah kemiringan yang diukur dari *crest* lereng paling atas sampai *toe* lereng yang paling bawah, yaitu sudut yang sebenarnya dari dinding *pit* keseluruhan, dengan memperhitungkan lebar *bench*, tinggi *bench*, dan *single slope* (Hustrulid et al, 2013) (Gambar 24.).



Gambar 6. Overall slope

Penggalian oleh alat gali muat mekanis seperti *loader* atau *shovel* di permukaan lereng pada umumnya akan menghasilkan sudut lereng antara 60° - 65° . Sudut lereng yang lebih curam biasanya memerlukan peledakan *presplitting*. Batuan masif umumnya diberi sudut lereng antara 55° - 80° , sedangkan batuan sedimen bervariasi antara 50° - 60° (Singh, 1997).

2.1.6 Geometri Jalan

Lebar jalan angkut pada jalan lurus dan tikungan dapat dihitung dengan lebar jalan tambang/produksi mempertimbangkan alat angkut terbesar yang melintasi jalan tersebut paling kurang:

Jalan Tambang Dua Arah = $3.5 \times$ lebar alat angkut terbesar (6)

Jalan Tambang Satu Arah = $2 \times$ lebar alat angkut terbesar (7)

Sementara kemiringan (*grade*) maksimal jalan tambang atau produksi sebesar 12% (dua belas persen) dengan memperhitungkan:

- Jenis material jalan
- Fuel ratio penggunaan bahan bakar
- Spesifikasi kemampuan alat angkut

Apabila jalan tambang atau produksi memiliki kemiringan lebih dari 12% (dua belas persen) maka perlu dilakukan kajian teknis yang mencakup paling kurang:

- Spesifikasi teknis alat
- Spesifikasi teknis jalan
- Kajian risiko

2.1.7 Sistem Penyaliran Tambang

Sistem penyaliran tambang adalah suatu usaha yang diterapkan pada daerah penambangan untuk mencegah, mengeringkan atau mengeluarkan air yang masuk ke daerah penambangan. Upaya ini dilakukan untuk mencegah terganggunya aktivitas penambangan akibat adanya air yang berlebihan terutama disaat musim hujan. Penyaliran tambang ini dimaksudkan untuk memperlambat kerusakan alat sehingga alat-alat mekanis yang digunakan pada daerah tersebut mempunyai umur lama (Suwandhi, 2004).

Penyaliran tambang merupakan suatu kegiatan dalam penanganan air yang akan atau telah masuk ke dalam area penambangan. Hal ini dilakukan untuk menjaga

kelangsungan aktifitas penambangan agar tidak terganggu oleh air yang jumlahnya melebihi di front penambangan. Penanganan masalah air dalam suatu tambang dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu: *Mine drainage* dan *Mine dewatering*. Air pada lokasi tambang dapat bersumber dari air bawah tanah dan air permukaan.

Sumber air yang masuk ke tambang dapat berasal dari air permukaan tanah maupun air di bawah tanah. Air permukaan merupakan air yang terdapat dan mengalir dipermukaan tanah. Jenis air ini meliputi air limpasan permukaan, air danau, air sungai, air buangan (limbah) serta mata air, sedangkan air tanah adalah air yang terdapat dibawah permukaan tanah (Gautama, 1999).

Penanganan masalah air dalam suatu tambang terbuka dapat dibedakan menjadi dua (Suwandhi, 2004) yaitu:

- *Mine drainage*

Mine drainage adalah metode inkonvensional untuk mencegah masuknya air ke daerah penambangan. Hal ini umumnya dilakukan penanganan terhadap air tanah dan air yang berasal dari sumber air permukaan. Cara yang biasa digunakan untuk mencegah agar air permukaan tidak masuk ke daerah penambangan adalah dengan membuat saluran atau paritan disekeliling tambang atau lantai jenjang.

- *Mine dewatering*

Mine dewatering adalah upaya untuk mengeluarkan air yang telah masuk ke daerah penambangan. Upaya ini terutama untuk menangani air yang berasal dari air hujan. Beberapa metode penyaliran *mine dewatering* adalah sistem kolam terbuka, sistem paritan dan sistem adit.

2.2 Perencanaan Kebutuhan Alat Gali Muat dan Alat Angkut

2.2.1 Produktivitas Peralatan Penambangan Batubara

Terdapat dua macam perhitungan produksi alat yaitu kemampuan alat secara teoritis dan kemampuan alat secara aktual/nyata. Produksi teoritis alat merupakan hasil paling optimal secara perhitungan yang dapat dicapai suatu hubungan kerja alat selama waktu operasi tersedia dengan mempertimbangkan parameter aktual di lapangan. Kemampuan produktivitas alat gali muat dan alat angkut nyata adalah besar produktivitas yang dicapai dalam realisasi pengamatan alat gali muat dan angkut berdasarkan kondisi yang dapat dicapai saat ini.

2.2.2 Waktu Edar (*Cycle Time*)

Waktu edar adalah waktu yang digunakan oleh alat mekanis untuk melakukan satu siklus pekerjaan (Ilahi, 2014). Waktu yang dibutuhkan alat gali muat dalam melakukan pemuatan material ke dalam alat angkut dalam satu siklus yang terdiri dari waktu menggali, waktu mengayun isi, waktu menumpahkan material, dan

waktu mengayun kosong merupakan waktu edar alat gali muat (Subhan, 2014), sedangkan waktu yang dibutuhkan alat angkut untuk proses pengangkutan material yang meliputi waktu pengisian, waktu perjalanan isi, waktu penumpahan, waktu perjalanan kosong, dan waktu *manuver* merupakan waktu edar alat angkut (Sudrajat, 2002).

Terdapat pula waktu menunggu (*delay time*) apabila terjadi antrian untuk mengisi atau memuat. Komponen waktu edar (*cycle time*) untuk alat dorong, misalnya *bulldozer* adalah waktu dorong/*ripping* material sampai jarak tertentu, waktu tetap sebelum mundur, waktu mundur, hingga siap dorong/*ripping* kembali (Indonesianto, Y, 2005).

Dari pengamatan di lapangan maka akan diperoleh waktu edar alat gali muat dan alat angkut, yaitu sebagai berikut:

- Waktu edar alat gali muat

Akumulasi dari waktu penggalian, waktu *swing* berisi, waktu tuang, dan waktu *swing* kosong merupakan waktu edar alat gali muat (*excavator*) (Persamaan 8) (Specifications & Application Handbook Edition 30th, 2009).

$$CT \text{ Loading} = T_{\text{excavate}} + T_{\text{swing loaded}} + T_{\text{dumping}} + T_{\text{swing empty}} \dots \dots \dots (8)$$

Keterangan:

- CT Loading = Waktu edar alat gali muat (detik)
- T_{excavate} = Waktu menggali material (detik)
- T_{swing loaded} = Waktu putar dengan bucket terisi/*swing loaded* (detik)
- T_{dumping} = Waktu menumpahkan muatan (detik)
- T_{swing empty} = Waktu putar dengan bucket kosong/*swing empty* (detik)

- Waktu edar alat angkut

Akumulasi dari waktu *dump truck manuver* kosong, waktu *loading*, waktu *hauling* isi, waktu *manuver* kosong, waktu *dumping*, dan waktu *hauling* kosong merupakan waktu edar alat angkut (*dump truck*) (Persamaan 9) (Specifications & Application Handbook Edition 30th, 2009).

$$CT \text{ dump truck} = T1 + T2 + T3 + T4 + T5 + T6 \dots \dots \dots (9)$$

Keterangan:

- CT *dump truck* = Waktu edar alat angkut (detik)
- T1 = Waktu mengambil posisi untuk dimuati (detik)
- T2 = Waktu diisi muatan (*loading*) (detik)
- T3 = Waktu mengangkut muatan (detik)
- T4 = Waktu mengambil posisi untuk penumpahan (detik)
- T5 = Waktu pengosongan muatan (detik)
- T6 = Waktu kembali kosong (detik)

2.2.3 Produktivitas Alat Gali Muat

Besarnya produktivitas yang terpenuhi secara riil berdasarkan kondisi yang dapat dicapai disebut kemampuan produktivitas alat gali muat. Produktivitas alat gali muat diperoleh dari jumlah material yang dimuat secara riil dibagi dengan *cycle time* alat gali muat tersebut.

Persamaan produktivitas alat gali muat dapat dihitung menggunakan rumus yaitu (Persamaan 10) (Indonesianto, 2005):

$$P = \frac{Kb \times Eff \times Fb \times Sf \times 3600 \times \text{Densitas BB}}{CT} \dots \dots \dots (10)$$

Keterangan:

- P = Produktivitas alat angkut (BCM/jam atau ton/jam)
- n = Banyak pengisian truck
- Kb = Kapasitas *bucket specs* alat
- Fb = *Factor bucket*
- Sf = *Swell factor*
- Eff = Efisiensi kerja alat
- Ct = Waktu edar alat angkut/*dump truck* (detik)

Densitas BB = Densitas Batubara (ton/m³)

2.2.4 Produktivitas Alat Angkut

Produktivitas alat angkut diperoleh dari Jumlah material yang diangkut secara riil dibagi dengan *cycle time* alat angkut tersebut. Perhitungan produktivitas alat angkut dapat menggunakan rumus yang sudah ditentukan pada (Persamaan 11) (Indonesianto, 2005):

$$P = \frac{n \times Kb \times Eff \times Fb \times Sf \times 3600 \times \text{Densitas BB}}{CT} \dots \dots \dots (11)$$

Keterangan:

- P = Produktivitas alat angkut (BCM/jam atau ton/jam)
- n = Banyak pengisian *truck*
- Kb = Kapasitas *bucket specs* alat
- Fb = *Factor bucket*
- Sf = *Swell factor*
- Eff = Efisiensi kerja alat
- Ct = Waktu edar alat angkut/*dump truck* (detik)

Densitas BB = Densitas Batubara (ton/m³)

2.2.5 Faktor Keserasian Kerja (Match Factor)

Match Factor merupakan faktor yang menunjukkan tingkat keserasian kerja alat gali muat dan alat angkut dalam kombinasi kerja dimana dapat diketahui kebutuhan peralatan mekanis untuk satu *fleet* (Zailani, 2014).

Jumlah dan *cycle time* dari alat gali muat dan alat angkut mempengaruhi perhitungan keserasian kerja antara alat gali muat dan alat angkut (Persamaan 12):

$$MF = \frac{\text{Banyak Pengisian} \times \text{Jumlah Alat Angkut} \times CT \text{ Alat Gali Muat}}{\text{Jumlah Alat Gali Muat} \times CT \text{ Alat Angkut}} \dots (12)$$

Keserasian antara alat gali muat dan alat angkut

mempengaruhi faktor kerja. Faktor kerja akan menurun karna ketidakserasian antara alat gali muat dan alat angkut. Faktor kerja alat gali muat dan alat angkut akan mencapai 100% jika $MF = 1$, sedangkan bila $MF < 1$ maka faktor kerja alat angkut = 100% dan faktor kerja alat gali muat $< 100\%$ (alat *loading* menunggu alat angkut). Sebaliknya bila $MF > 1$, maka faktor kerja alat muat = 100% dan faktor kerja alat angkut $< 100\%$ (alat *hauling* antri). Pada saat harga $MF = 1$ maka akan terjadi keserasian kerja antara alat muat dan alat angkut, maka saat itu pula kemampuan alat angkut akan sesuai dengan alat muat (Indonesianto, 2005).

Jumlah truk yang dibutuhkan agar tercapai *match factor* mendekati satu dapat dihitung dengan menggunakan rumus yaitu (Persamaan 13) (Choudary, 2015) yaitu:

$N = CT \text{ alat angkut} \times \text{jumlah pemuatan} \times CT \text{ alat gali muat} \dots\dots\dots (13)$

3. Metodologi Penelitian

3.1 Jenis Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif. Hal ini dikarenakan dalam penelitian nantinya, akan menggunakan data-data berupa angka-angka. Mengolah data kemudian disajikan dalam bentuk tabel atau grafik merupakan teknik analisis data menggunakan data kuantitatif. Hasil pengolahan data tersebut dipresentasikan dengan menganalisis menggunakan metode analisis data statistik dan persentasi.

Metode penelitian kuantitatif berlandaskan pada filsafat positivisme, yang digunakan untuk meneliti secara random pada populasi atau sampel, menggunakan instrumen penelitian untuk pengumpulan data, analisis data bersifat kuantitatif atau statistik dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan. Dalam pelaksanaan penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder yang kemudian dikembangkan sesuai dengan tujuan penelitian.

3.2 Lokasi

Secara umum lokasi penyelidikan di areal IUP Eksplorasi Batubara PT Bima Putra Abadi Citranusa (KW.20.03.LHT.2011) secara administratif termasuk kedalam wilayah Kecamatan Merapi Selatan, Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan (Gambar 28.). Secara khusus lokasi penyelidikan dikonsentrasikan di daerah Desa Lubuk Betung, Kecamatan Merapi Selatan, Kabupaten Lahat, Provinsi Sumatera Selatan.



Gambar 7. Peta Lokasi Penelitian

3.3 Data dan pengumpulan data

Penyelesaian permasalahan penelitian menggabungkan antara teori dengan data-data di lapangan berupa data primer dan data sekunder sehingga nantinya akan didapat pendekatan penyelesaian masalah. Urutan penelitian adalah sebagai berikut:

3.3.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mencari bahan-bahan pustaka baik dari jurnal, buku, atau dari laporan-laporan penelitian yang menunjang mengenai:

- Perencanaan tambang (*Open pit mine planning and design*),
- Perencanaan kebutuhan alat gali muat dan alat angkut.
- Arsip PT Bima Putra Abadi Citranusa dan Perpustakaan Universitas Negeri Padang.

3.3.2 Pengambilan Data (*Sampling*)

Proses pengambilan data dilakukan dengan mengambil data yang berkaitan dengan penelitian pada lokasi pengamatan. Data yang diambil berupa data primer dan data sekunder sebagai berikut:

- Data Primer

Data primer diukur langsung tanggal 1 Desember 2021 sampai dengan 31 Desember 2021 pada lokasi penelitian. Data primer yang diambil meliputi: Data *cycle time* alat gali muat dan alat angkut. Data ini diperoleh melalui perhitungan langsung waktu edar alat produksi di periode triwulan IV tahun 2021 dengan bantuan *stopwatch*. Jumlah data yang diambil dari masing-masing alat sebanyak 30 data.

- Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari departemen *engineering* PT Bima Putra Abadi Citranusa. Data sekunder yang diperoleh adalah:

- Peta topografi dalam bentuk file *Minescape 5.7*.
- Data spesifikasi alat gali muat dan alat angkut yang saat ini digunakan.
- Data curah hujan 10 tahun sebelumnya.
- Data model *seam* batubara (*stratmodel minescape*), didalamnya terdapat kontur *roof* dan *floor seam* batubara. Data ini dijadikan acuan untuk membuat desain *pit* Triwulan I sesuai dengan target produksi untuk Triwulan I tahun 2022 *pit* Lubuk betung PT Bima Putra Abadi

Citranusa.

- Data Stratigrafi dan lithologi material sebagai dasar dalam pembuatan desain *pit*
- Data populasi alat yang ada di PT. Bima Putra Abadi Citranusa

3.4 Metode Analisa Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *minescape 5.7*, dan *microsoft office 2019*. Tahapan pengolahan, analisis data dan ringkasan penyelesaian masalah yaitu:

- Perhitungan *productivity* dan *match factor* alat gali muat dan alat angkut untuk kebutuhan produksi batubara dan overburden periode triwulan I tahun 2022.
- Perhitungan *total lost time* dan *available working hours* periode triwulan I tahun 2022.
- Perhitungan kemampuan unit bulanan berdasarkan *productivity* unit dan *available working hours*
- Perencanaan penjadwalan produksi bulanan berdasarkan target produksi dengan mempertimbangkan kemampuan unit dan populasi unit.

Perancangan desain *pit* yang sesuai dengan target produksi periode Triwulan I

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil

4.1.1 Productivity dan Match Factor alat gali muat dan alat angkut

4.1.1.1 Produktivitas alat gali muat dan alat angkut

Produktivitas alat gali muat dan alat angkut diketahui dengan melakukan perhitungan kemampuan produksi unit per waktu kerjanya dengan menggunakan nilai efisiensi kerja pada triwulan 1 tahun 2022.

4.1.1.1.1 Produktivitas alat gali muat

Alat gali muat yang digunakan di PT. Bima Putra Abadi Citranusa untuk pengupasan *Overburden* adalah *Excavator Caterpillar 345 EXCZ* dengan kapasitas bucket 3,43 m³ dan *Excavator Doosan 520 EXZ* dengan kapasitas bucket 3,2 m³ sedangkan untuk *Coal Getting* menggunakan *Excavator Doosan 520 EXZ* dengan kapasitas bucket 3,2 m³.

4.1.1.1.1.1 Produktivitas *Excavator Caterpillar 345 EXCZ* untuk pengupasan *Overburden*

Tabel 1. *Cycle Time Excavator Caterpillar 345 EXCZ Overburden Removal*

Rata-Rata Waktu Edar Excavator Cat 345 GC (EXCZ 5008) Overburden Removal (clay)				
Waktu Gali (detik)	Waktu Swing Isi (detik)	Waktu Tuang (detik)	Waktu Swing Kosong (detik)	Total Waktu Edar (detik)
6,94	5,78	3,82	5,72	22,27

Maka didapatkan kapasitas produksi *overburden* dengan *Excavator Cat 345 EXCZ* yaitu :

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{KB} \times \text{Ff} \times 3600 \text{ s/jam} \times \text{Sf} \times \text{Eff}}{\text{CT}}$$

$$\text{Produktivitas} = \frac{3,43 \text{ m}^3 \times 0,85 \times 3600 \text{ s/jam} \times 0,85 \times 0,466}{22,27 \text{ s}}$$

$$\text{Produktivitas} = 186,68 \text{ BCM/Jam}$$

4.1.1.1.1.2 Produktivitas *Excavator Doosan 520 EXZ* untuk pengupasan *Overburden*

Tabel 2. *Cycle Time Excavator Doosan 520 EXZ Overburden Removal*

Rata-Rata Waktu Edar Excavator Doosan DX 520LCA (EXZ 504) Overburden Removal (soil)				
Waktu Gali (detik)	Waktu Swing Isi (detik)	Waktu Tuang (detik)	Waktu Swing Kosong (detik)	Total Waktu Edar (detik)
6,54	5	3,31	4,96	19,81

Maka didapatkan kapasitas produksi *overburden* dengan *Excavator Doosan 520 EXZ* yaitu :

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{KB} \times \text{Ff} \times 3600 \text{ s/jam} \times \text{Sf} \times \text{Eff}}{\text{CT}}$$

$$\text{Produktivitas} = \frac{3,2 \text{ m}^3 \times 0,85 \times 3600 \text{ s/jam} \times 0,85 \times 0,466}{19,81 \text{ s}}$$

$$\text{Produktivitas} = 195,79 \text{ BCM/Jam}$$

4.1.1.1.1.3 Produktivitas *Excavator Doosan 520 EXZ* untuk *Coal Getting*

Tabel 3. *Cycle Time Excavator Doosan 520 EXZ Coal Getting*

Rata-Rata Waktu Edar Excavator Doosan DX 520LCA (EXZ 504) Batubara				
Waktu Gali (detik)	Waktu Swing Isi (detik)	Waktu Tuang (detik)	Waktu Swing Kosong (detik)	Total Waktu Edar (detik)
5,78	7,23	4,81	6,58	24,41

Maka didapatkan kapasitas produksi *Coal Getting* dengan *Excavator Doosan 520 EXZ* yaitu :

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{KB} \times \text{Ff} \times 3600 \text{ s/jam} \times \text{Sf} \times \text{Eff} \times \text{densitas BB}}{\text{CT}}$$

$$\text{Produktivitas} = \frac{3,2 \text{ m}^3 \times 1 \times 3600 \text{ s/jam} \times 0,74 \times 0,466 \times 1,3 \text{ ton/m}^3}{24,41 \text{ s}}$$

$$\text{Produktivitas} = 211,57 \text{ Ton/jam}$$

4.1.1.1.2 Produktivitas alat angkut

Alat angkut yang digunakan di PT. Bima Putra Abadi Citranusa untuk pengupasan *Overburden* adalah *dump truck Hino 500 DTB*, *Mercy Axor DTMB*, *Hino 700 DTM* dan *Terex TR50D* sedangkan untuk *Coal Getting* menggunakan *dump truck Hino 500 DTB*, *Mercy Axor DTMB*.

4.1.1.1.2.1 Produktivitas *dump truck Hino 500 DTB* untuk *Coal Getting*

Tabel 4. Cycle Time Hino 500 DTB Coal Getting

Rata - Rata Waktu Edar Dump Truck Coal Getting Hino 500							
Waktu Isi (menit)	Waktu Angkut (menit)	Waktu Manuver Sebelum Tuang (menit)	Waktu Tuang (Dumping) (menit)	Waktu Angkut Kosong (menit)	Waktu Manuver Sebelum Edar (menit)	Total Waktu (menit)	Banyak Siklus
2,7	27,07	0,49	0,51	23,5	0,84	55,2	10
				9		1	

Maka didapatkan kapasitas produksi *Coal Getting* dengan *dump truck* Hino 500 DTB yaitu :

$$\text{Produktivitas} = \frac{n \times \text{KB} \times \text{Ff} \times 60 \text{ menit/jam} \times \text{Sf} \times \text{Eff} \times \text{densitas BB}}{\text{CT}}$$

$$\text{Produktivitas} = \frac{10 \times 3,2 \text{m}^3 \times 1 \times 60 \text{menit/jam} \times 0,74 \times 0,466 \times 1,3 \text{ton/m}^3}{55,21 \text{ menit}}$$

$$\text{Produktivitas} = 15,59 \text{ Ton / Jam}$$

4.1.1.1.2.2 Produktivitas *dump truck* Mercy Axor DTMB untuk *Coal Getting*

Tabel 5. Cycle Time Mercy Axor DTMB Coal Getting

Rata - Rata Waktu Edar Dump Truck Coal Getting Mercedes							
Waktu Isi (detik)	Waktu Angkut (detik)	Waktu Manuver Sebelum Tuang (detik)	Waktu Tuang (Dumping) (detik)	Waktu Angkut Kosong (detik)	Waktu Manuver Sebelum Edar (detik)	Total Waktu (detik)	Banyak Siklus
2,62	29,06	1,77	1,25	22,07	0,99	57,77	10

Maka didapatkan kapasitas produksi *Coal Getting* dengan *dump truck* Mercy Axor DTMB yaitu :

$$\text{Produktivitas} = \frac{n \times \text{KB} \times \text{Ff} \times 60 \text{ menit/jam} \times \text{Sf} \times \text{Eff} \times \text{densitas BB}}{\text{CT}}$$

$$\text{Produktivitas} = \frac{10 \times 3,2 \text{ m}^3 \times 1 \times 60 \text{ menit/jam} \times 0,74 \times 0,466 \times 1,3 \text{ ton/m}^3}{57,77 \text{ menit}}$$

$$\text{Produktivitas} = 14,9 \text{ Ton / Jam}$$

4.1.1.1.2.3 Produktivitas *dump truck* Hino 700 DTM untuk *Overburden Removal*

Tabel 6. Cycle Time Hino 700 DTM Overburden Removal

Rata - Rata Waktu Edar Dump Truck Hino700 Overburden Removal							
Waktu Isi (menit)	Waktu Angkut (menit)	Waktu Manuver Sebelum Tuang (menit)	Waktu Tuang (Dumping) (menit)	Waktu Angkut Kosong (menit)	Waktu Manuver Sebelum Edar (menit)	Total Waktu (menit)	Banyak Siklus
1,16	5,36	0,52	0,67	4,79	0,67	13,17	5

Maka didapatkan kapasitas produksi *Overburden Removal* dengan *dump truck* Hino 700 DTM yaitu :

$$\text{Produktivitas} = \frac{n \times \text{KB} \times \text{Ff} \times 60 \text{ menit/jam} \times \text{Sf} \times \text{Eff}}{\text{CT}}$$

$$\text{Produktivitas} = \frac{5 \times 3,2 \text{ m}^3 \times 0,85 \times 60 \text{ menit/jam} \times 0,85 \times 0,466}{13,17 \text{ menit}}$$

$$\text{Produktivitas} = 24,54 \text{ BCM / Jam}$$

4.1.1.1.2.4 Produktivitas *dump truck* Mercy Axor DTMB untuk *Overburden Removal*

Tabel 7. Cycle Time Mercy Axor DTMB Overburden Removal

Rata - Rata Waktu Edar Dump Truck Mercedes Overburden Removal							
Waktu Isi (menit)	Waktu Angkut (menit)	Waktu Manuver Sebelum Tuang (menit)	Waktu Tuang (Dumping) (menit)	Waktu Angkut Kosong (menit)	Waktu Manuver Sebelum Edar (menit)	Total Waktu (menit)	Banyak Siklus
0,86	5,29	0,65	0,61	4,99	0,7	13,1	4

Maka didapatkan kapasitas produksi *Overburden Removal* dengan *dump truck* Mercy Axor DTMB yaitu:

$$\text{Kecepatan} = \frac{\text{Jarak}}{\text{Waktu}} = \frac{1,3 \text{ km}}{13,1 \text{ menit}} = 1,65 \text{ m/s}$$

$$\text{waktu} = \frac{\text{Jarak}}{\text{kecepatan}} = \frac{1,5 \text{ km}}{1,65 \text{ m/s}} = 15,11 \text{ menit}$$

$$\text{Produktivitas} = \frac{n \times \text{KB} \times \text{Ff} \times 60 \text{ menit/jam} \times \text{Sf} \times \text{Eff}}{\text{CT}}$$

$$\text{Produktivitas} = \frac{4 \times 3,43 \text{ m}^3 \times 0,85 \times 60 \text{ menit/jam} \times 0,85 \times 0,466}{15,11 \text{ menit}}$$

$$\text{Produktivitas} = 18,34 \text{ BCM / Jam}$$

4.1.1.1.2.5 Produktivitas *dump truck* Hino 500 DTB untuk *Overburden Removal*

Tabel 8. Cycle Time Hino 500 DTB Overburden Removal

Rata - Rata Waktu Edar Dump Truck Hino 500 Overburden Removal							
Waktu Isi (menit)	Waktu Angkut (menit)	Waktu Manuver Sebelum Tuang (menit)	Waktu Tuang (Dumping) (menit)	Waktu Angkut Kosong (menit)	Waktu Manuver Sebelum Edar (menit)	Total Waktu (menit)	Banyak Siklus
0,99	7,28	0,83	0,5	6,4	0,81	16,82	4

Maka didapatkan kapasitas produksi *Overburden Removal* dengan *dump truck* Hino 500 DTB yaitu :

$$\text{Kecepatan} = \frac{\text{Jarak}}{\text{Waktu}} = \frac{2 \text{ km}}{16,82 \text{ menit}} = 1,98 \text{ m/s}$$

$$\text{waktu} = \frac{\text{Jarak}}{\text{kecepatan}} = \frac{1,5 \text{ km}}{1,98 \text{ m/s}} = 12,62 \text{ menit}$$

$$\text{Produktivitas} = \frac{n \times \text{KB} \times \text{Ff} \times 60 \text{ menit/jam} \times \text{Sf} \times \text{Eff}}{\text{CT}}$$

$$\text{Produktivitas} = \frac{4 \times 3,43 \text{ m}^3 \times 0,85 \times 60 \text{ menit/jam} \times 0,85 \times 0,466}{12,62 \text{ menit}}$$

$$\text{Produktivitas} = 21,96 \text{ BCM / Jam}$$

4.1.1.2 Match Factor alat gali muat dan alat angkut

4.1.1.2.1 Fleet 1

Excavator Caterpillar 345 EXCZ dengan Hino 500 DTB untuk pengupasan *Overburden*

$$\text{Match Factor} = \frac{n \times \text{Na} \times \text{Ctm}}{\text{Nm} \times \text{Cta}}$$

$$1 = \frac{4 \times \text{Na} \times 0,37 \text{ menit}}{1 \times 12,62 \text{ menit}}$$

$$\text{Na} = 8,53 = 9$$

Pada fleet ini *Excavator* Caterpillar 345 EXCZ akan melayani 9 unit *dump truck* Hino 500 DTB pada pengupasan *Overburden*.

4.1.1.2.2 Fleet 2

Excavator Caterpillar 345 EXCZ dengan Hino 500 DTB untuk pengupasan *Overburden*

$$\text{Match Factor} = \frac{n \times Na \times \text{Ctm}}{Nm \times \text{Cta}}$$

$$1 = \frac{4 \times Na \times 0,37 \text{ menit}}{1 \times 12,62 \text{ menit}}$$

$$Na = 8,53 = 9$$

Pada fleet ini *Excavator* Caterpillar 345 EXCZ akan melayani 9 unit *dump truck* Hino 500 DTB pada pengupasan *Overburden*.

4.1.1.2.3 Fleet 3

Excavator Caterpillar 345 EXCZ dengan Hino 500 DTB untuk pengupasan *Overburden*

$$\text{Match Factor} = \frac{n \times Na \times \text{Ctm}}{Nm \times \text{Cta}}$$

$$1 = \frac{4 \times Na \times 0,37 \text{ menit}}{1 \times 12,62 \text{ menit}}$$

$$Na = 8,53 = 9$$

Pada fleet ini *Excavator* Caterpillar 345 EXCZ akan melayani 9 unit *dump truck* Hino 500 DTB pada pengupasan *Overburden*.

4.1.1.2.4 Fleet 4

Excavator Caterpillar 345 EXCZ dengan Hino 500 DTB untuk pengupasan *Overburden*

$$\text{Match Factor} = \frac{n \times Na \times \text{Ctm}}{Nm \times \text{Cta}}$$

$$1 = \frac{4 \times Na \times 0,37 \text{ menit}}{1 \times 12,62 \text{ menit}}$$

$$Na = 8,53 = 9$$

Pada fleet ini *Excavator* Caterpillar 345 EXCZ akan melayani 9 unit *dump truck* Hino 500 DTB pada pengupasan *Overburden*.

4.1.1.2.5 Fleet 5

Excavator Caterpillar 345 EXCZ dengan Mercy Axor DTMB untuk pengupasan *Overburden*

$$\text{Match Factor} = \frac{n \times Na \times \text{Ctm}}{Nm \times \text{Cta}}$$

$$1 = \frac{4 \times Na \times 0,37 \text{ menit}}{1 \times 15,11 \text{ menit}}$$

$$Na = 10,21 = 10$$

Pada fleet ini *Excavator* Caterpillar 345 EXCZ akan melayani 10 unit *dump truck* Mercy Axor DTMB pada pengupasan *Overburden*.

4.1.1.2.6 Fleet 6

Excavator Caterpillar 345 EXCZ dengan Mercy Axor DTMB untuk pengupasan *Overburden*

$$\text{Match Factor} = \frac{n \times Na \times \text{Ctm}}{Nm \times \text{Cta}}$$

$$1 = \frac{4 \times Na \times 0,37 \text{ menit}}{1 \times 15,11 \text{ menit}}$$

$$Na = 10,21 = 10$$

Pada fleet ini *Excavator* Caterpillar 345 EXCZ akan melayani 10 unit *dump truck* Mercy Axor DTMB pada pengupasan *Overburden*.

4.1.1.2.7 Fleet 7

Excavator Caterpillar 345 EXCZ dengan Mercy Axor DTMB untuk pengupasan *Overburden*

$$\text{Match Factor} = \frac{n \times Na \times \text{Ctm}}{Nm \times \text{Cta}}$$

$$1 = \frac{4 \times Na \times 0,37 \text{ menit}}{1 \times 15,11 \text{ menit}}$$

$$Na = 10,21 = 10$$

Pada fleet ini *Excavator* Caterpillar 345 EXCZ akan melayani 10 unit *dump truck* Mercy Axor DTMB pada pengupasan *Overburden*.

4.1.1.2.8 Fleet 8

Excavator Doosan 520 EXZ dengan Hino 700 DTM untuk pengupasan *Overburden*

$$\text{Match Factor} = \frac{n \times Na \times \text{Ctm}}{Nm \times \text{Cta}}$$

$$1 = \frac{5 \times Na \times 0,33 \text{ menit}}{1 \times 13,17 \text{ menit}}$$

$$Na = 7,98 = 8$$

Pada fleet ini *Excavator* Doosan 520 EXZ akan melayani 8 unit *dump truck* Hino 700 DTM pada pengupasan *Overburden*.

4.1.1.2.9 Fleet 9

Excavator Doosan 520 EXZ dengan Hino 700 DTM untuk pengupasan *Overburden*

$$\text{Match Factor} = \frac{n \times Na \times \text{Ctm}}{Nm \times \text{Cta}}$$

$$1 = \frac{5 \times Na \times 0,33 \text{ menit}}{1 \times 13,17 \text{ menit}}$$

$$Na = 7,98 = 8$$

Pada fleet ini *Excavator* Doosan 520 EXZ akan melayani 8 unit *dump truck* Hino 700 DTM pada pengupasan *Overburden*.

4.1.1.2.10 Fleet 10

Excavator Caterpillar 345 EXCZ dengan Mercy Axor DTMB dan Hino 700 DTM untuk pengupasan *Overburden*

Pada fleet ini *Excavator* Caterpillar 345 EXCZ akan melayani 5 unit *dump truck* Mercy Axor DTMB dan 4 unit *dump truck* Hino 700 DTM pada pengupasan *Overburden*.

4.1.1.2.11 Fleet 11

Excavator Doosan 520 EXZ dengan Hino 500 DTB untuk *Coal Getting*

$$\text{Match Factor} = \frac{n \times Na \times \text{Ctm}}{Nm \times \text{Cta}}$$

$$1 = \frac{10 \times Na \times 0,33 \text{ menit}}{1 \times 55,21 \text{ menit}}$$

$$Na = 16,73 = 17$$

Pada fleet ini *Excavator* Doosan 520 EXZ akan melayani 17 unit *dump truck* Hino 500 DTB pada *Coal Getting*

4.1.1.2.12 Fleet 12

Excavator Doosan 520 EXZ dengan Hino 500 DTB untuk *Coal Getting*

$$Match\ Factor = \frac{n \times Na \times Ctm}{Nm \times Cta}$$

$$1 = \frac{10 \times Na \times 0,33\ \text{menit}}{1 \times 55,21\ \text{menit}}$$

$$Na = 16,73 = 17$$

Pada fleet ini *Excavator Doosan 520 EXZ* akan melayani 17 unit *dump truck Hino 500 DTB* pada *Coal Getting*

4.1.1.2.13 Fleet 13

Excavator Doosan 520 EXZ dengan *Mercy Axor DTMB* untuk *Coal Getting*

$$Max\ Faktor = \frac{n \times Na \times Ctm}{Nm \times Cta}$$

$$1 = \frac{10 \times Na \times 0,33\ \text{menit}}{1 \times 57,77\ \text{menit}}$$

$$Na = 17,5 = 17$$

Pada fleet ini *Excavator Doosan 520 EXZ* akan melayani 8 unit *dump truck Mercy Axor DTMB* dan 9 unit *dump truck Hino 500 DTB* pada *Coal Getting*.

4.1.2 Total Lost Time dan Available Working Hours

4.1.2.1 Total Lost Time

Total *lost time* merupakan total kehilangan waktu kerja yang disebabkan oleh *Public Holiday, Change Shift, Rest & Meal, Friday Praying, Pre Use Check, Safety Talk, Refuel, Rain, Slipery, Ramadhan,* dan *Maintenance Unit*.

Berikut tabel total *lost time* PT. Bima Putra Abadi Citranusa periode Triwulan 1 Tahun 2022.

Tabel 9. Total Lost Time PT. BPAC

Lost Time PT. BPAC Period Triwulan 1 Tahun 2022					
	Jan	Feb	Mar	Total	
Days	31	28	31	90	
Total Shift 1 dan 2					
MOHH	24	744	672	744	2160
L Public Holiday	24	24			24
O Change Shift	2	96	92	98	286
S Rest & Meal	2	60	56	62	178
T Friday Praying	1	4	4	4	12
T Pre Use Check	0,334	9	9	10	28
I Safety Talk	1	4	4	5	13
M Refuel	0,5	14	13	15	42
E Rain		150	117	113	380
		75	59	57	191
	2				
	10	40	40	40	120
Total Lost Time	436	354	363	1153	

4.1.2.2 Available Working Hours

Available Working Hours merupakan total jam kerja efektif yang didapat dari hasil perhitungan jam kerja tersedia dikurangi total *lost time*.

$$Available\ Working\ Hours = \text{jam kerja tersedia} - \text{total lost time}$$

$$= 2160\ \text{jam} - 1153\ \text{jam}$$

$$= 1007\ \text{jam}$$

Tabel 10. Available Working Hours PT. BPAC

Available Working Hours PT. BPAC Period Triwulan 1 Tahun 2022				
	January	February	March	Total
Days	31	28	31	90
Total Shift 1 dan 2				
Available Working Hours	308	318	381	1007

4.1.3 Perhitungan kemampuan unit bulanan berdasarkan *productivity unit dan available working hours*

Tabel 11. Kemampuan Unit Bulanan PT. BPAC Periode Triwulan 1 Tahun 2022

Kemampuan Unit Bulanan PT. BPAC Period Triwulan 1 Tahun 2022						
Shift 1 & Shift 2						
Unit	No. Unit	MA	Productivity	January	February	March
OB Removal						
Caterpillar 345	EXCZ 5002	85%	186,68	57.409,28 BCM	59.516,60 BCM	71.188,17 BCM
Caterpillar 345	EXCZ 5003	85%	186,68	57.409,28 BCM	59.516,60 BCM	71.188,17 BCM
Caterpillar 345	EXCZ 5005	85%	186,68	57.409,28 BCM	59.516,60 BCM	71.188,17 BCM
Caterpillar 345	EXCZ 5006	85%	186,68	57.409,28 BCM	59.516,60 BCM	71.188,17 BCM
Caterpillar 345	EXCZ 5007	85%	186,68	57.409,28 BCM	59.516,60 BCM	71.188,17 BCM
Caterpillar 345	EXCZ 5008	85%	186,68	57.409,28 BCM	59.516,60 BCM	71.188,17 BCM
Caterpillar 346	EXCZ 5009	85%	186,68	57.409,28 BCM	59.516,60 BCM	71.188,17 BCM
Caterpillar 347	EXCZ 5010	85%	186,68	57.409,28 BCM	59.516,60 BCM	71.188,17 BCM
Doosan 800	EXCZ 8002	90%	330		105.213,28 BCM	125.841,54 BCM
Doosan 800	EXCZ 8003	90%	330		105.213,28 BCM	125.841,54 BCM
Doosan 520	EXZ 5009	85%	195,79	60.210,92 BCM	62.421,00 BCM	74.662,06 BCM
Doosan 520	EXZ 5010	85%	195,79	60.210,92 BCM	62.421,00 BCM	74.662,06 BCM
Total	12			579.696,08 BCM	811.401,36 BCM	970.512,56 BCM
Coal Getting						
Doosan 520	EXZ 503	85%	211,57	68.925,34 Ton	71.859,24 Ton	85.470,61 Ton
Doosan 520	EXZ 504	85%	211,57	68.925,34 Ton	71.859,24 Ton	85.470,61 Ton
Doosan 520	EXZ 505	85%	211,57		71.859,24 Ton	85.470,61 Ton
Total	3			137.850,68 Ton	215.577,72 Ton	256.411,83 Ton
Cummulative						
OB Removal				579.696,08 BCM	811.401,36 BCM	970.512,56 BCM
Coal Getting				137.850,68 Ton	215.577,72 Ton	256.411,83 Ton
Stripping Ratio (SR)				4,21	3,76	3,78

$$\text{kemampuan unit bulanan} = \text{productivity unit} \times \text{available working hours}$$

4.1.4 Perencanaan penjadwalan produksi bulanan

Target produksi bulanan ditentukan oleh manajemen perusahaan dengan mempertimbangkan kemampuan unit dan populasi unit.

Tabel 12. Perencanaan Produksi Bulanan PT. BPAC Periode Triwulan 1 Tahun 2022

Plan Production PT. BPAC Period Triwulan 1 Tahun 2022 Shift 1 & Shift 2			
Month	Coal Getting (Ton)	Overburden (BCM)	SR
January	137.850,68 Ton	579.696,08 BCM	4,21
February	215.577,72 Ton	811.401,36 BCM	3,76
March	256.411,83 Ton	970.512,56 BCM	3,78
Total	609.840,23 Ton	2.361.610,00 BCM	3,87

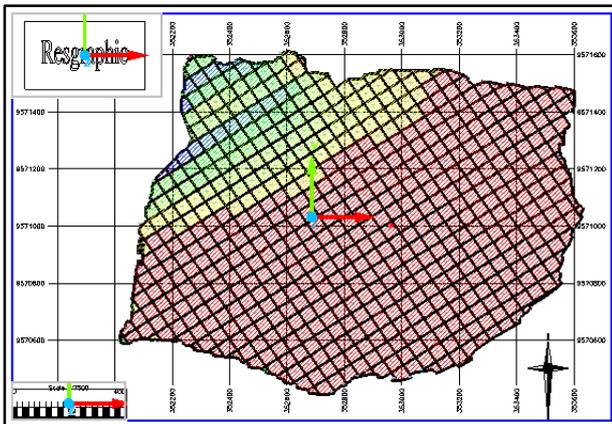
4.2 Pembahasan

4.2.2 Design Pit Triwulan 1 Tahun 2022

4.2.2.1 Resgraphic

Rencana penambangan akan dilakukan dengan *stripping ratio* sesuai dengan yang telah ditetapkan perusahaan yaitu sebesar 1:4 atau untuk mendapatkan batubara sebanyak 1 ton maka diharuskan untuk mengupas *overburden* sebanyak 4 bcm. Pada *resgraphic* bagian yang berwarna merah menunjukkan area yang memiliki *stripping ratio* besar dari 4 sehingga area tersebut tidak layak untuk ditambang karena melebihi batas maksimal yang ditetapkan perusahaan.

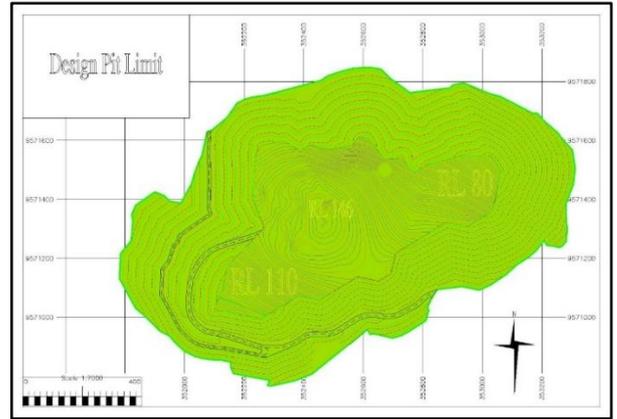
Pada pembuatan *resgraphic* dilakukan dengan membagi area yang akan ditambang menjadi blok blok kecil untuk mencari dan mengetahui kandungan batubara dan *overburden* dari masing masing blok.



Gambar 8. Resgraphic SR 4

4.2.2.2 Design Pit Limit

Pembuatan *design pit limit* dilakukan berdasarkan nilai *stripping ratio* 1:4 yang mana acuan nilai *stripping ratio* ini diambil dari kemampuan produksi bulanan berdasarkan populasi unit. *Design pit limit* ini dibuat dengan mengacu pada rekomendasi geoteknik yang telah ditetapkan oleh perusahaan.



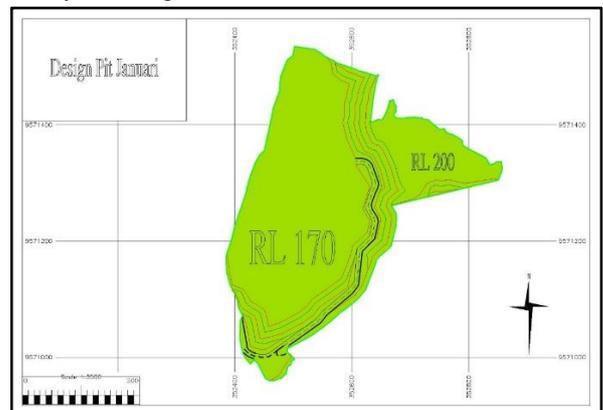
Gambar 9. Design Pit Limit

4.2.2.2.1 Design Pit Bulan Januari Tahun 2022

Pada bulan januari tahun 2022 rencana produksi batubara sebesar 131.641,36 ton dan untuk *overburden* sebesar 553.583,56 bcm dengan *stripping ratio* sebesar 4,21 yang mana terdiri dari produksi shift siang untuk batubara sebesar 64.204,20 ton untuk *overburden* sebesar 253.163,08 bcm sedangkan produksi shift malam untuk batubara sebesar 67.437,00 ton dan untuk *overburden* sebesar 300.419,40 bcm.

Penambangan batubara dan penggalian *overburden* dilakukan ke arah timur yang mana di bulan januari batubara dan *overburden* akan mengalami kemajuan hingga elevasi 170. Pada arah timur laut dilakukan penggalian *overburden* hingga elevasi 200. Jalan yang digunakan untuk *hauling* batubara dan *overburden* terletak pada jalur yang sama dengan lebar jalan sebesar 10 meter.

Jenis alat gali muat diasumsikan menggunakan alat gali muat yang digunakan pada PT. Bima Putra Abadi Citranusa berjumlah 10 fleet untuk *overburden* removal dengan Excavator Caterpillar 345 EXCZ dan Doosan 520 EXZ. Sedangkan untuk aktivitas *coal getting*, alat gali muat yang digunakan berjumlah 2 fleet yaitu dengan Doosan 520 EXZ.



Gambar 10. Design Pit Bulan Januari Tahun 2022

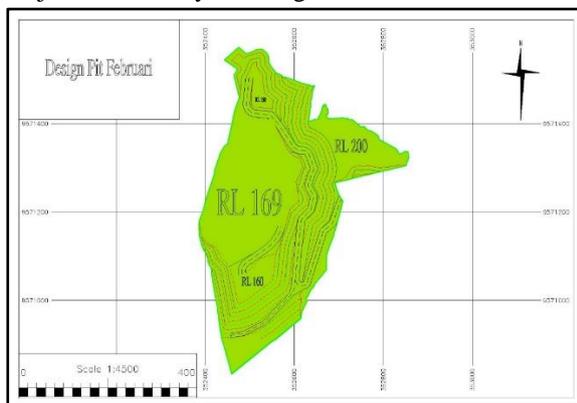
4.2.2.2.2 Design Pit Bulan Februari Tahun 2022

Pada bulan february tahun 2022 rencana produksi batubara sebesar 205.867,56 ton dan untuk

overburden sebesar 784.327,20 bcm dengan *stripping ratio* sebesar 3,76 yang mana terdiri dari produksi shift siang untuk batubara sebesar 100.508,88 ton untuk *overburden* sebesar 356.702,80 bcm sedangkan produksi shift malam untuk batubara sebesar 105.357,84 ton dan untuk *overburden* sebesar 427.624,40 bcm. Terjadi peningkatan target produksi di bulan februari tahun 2022 dibanding bulan sebelumnya. Peningkatan ini terjadi karna adanya penambahan unit terex untuk produksi *overburden*.

Pada bagian utara dari pit dilakukan penambangan hingga elevasi 150 dan pada bagian selatan dari pit penambangan dilakukan hingga elevasi 160, sedangkan di bagian tengah pit terdapat sedikit kemajuan hingga elevasi 169. Jalan yang digunakan untuk *hauling* batubara dan *overburden* masih terletak pada jalur yang sama akan tetapi diperluas dengan lebar 16 meter dikarenakan terdapat penambahan unit baru yaitu terex.

Jenis alat gali muat diasumsikan menggunakan alat gali muat yang digunakan pada PT. Bima Putra Abadi Citranusa berjumlah 12 fleet untuk *overburden* removal dengan *Excavator* Caterpillar 345 EXCZ, Doosan 520 EXZ dan Doosan 800. Sedangkan untuk aktivitas *coal getting*, alat gali muat yang digunakan berjumlah 3 fleet yaitu dengan Doosan 520 EXZ.



Gambar 11. *Design Pit* Bulan Februari Tahun 2022

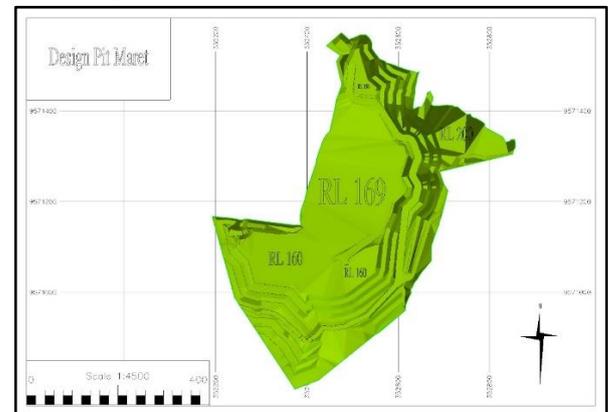
4.2.2.2.3 *Design Pit* Bulan Maret Tahun 2022

Pada bulan maret tahun 2022 rencana produksi batubara sebesar 244.861,86 ton dan untuk *overburden* sebesar 938.128,88 bcm dengan *stripping ratio* sebesar 3,78 yang mana terdiri dari produksi shift siang untuk batubara sebesar 119.703,39 ton untuk *overburden* sebesar 430.142,02 bcm sedangkan produksi shift malam untuk batubara sebesar 125.158,47ton dan untuk *overburden* sebesar 507.989,56 bcm.

Pada bulan maret ini penambangan batubara dan penggalian *overburden* di teruskan ke arah barat daya hingga pada elevasi 160. Untuk jalan tambangnya sendiri masih sama seperti bulan februari.

Jenis alat gali muat diasumsikan menggunakan alat gali muat yang digunakan pada PT. Bima Putra Abadi

Citranusa berjumlah 12 fleet untuk *overburden* removal dengan *Excavator* Caterpillar 345 EXCZ, Doosan 520 EXZ dan Doosan 800. Sedangkan untuk aktivitas *coal getting*, alat gali muat yang digunakan berjumlah 3 fleet yaitu dengan Doosan 520 EXZ.



Gambar 12. *Design Pit* Bulan Maret Tahun 2022

4.2.3 Rencana Tahapan Penambangan

Pada perencanaan tahapan penambangan ini, sangat banyak aspek yang perlu dipertimbangkan yaitu geoteknik, penyaliran tambang, geometri jalan, jarak angkut, *stripping ratio*, dan lainnya. Salah satu aspek yang dibahas pada penelitian ini adalah nilai dari *stripping ratio* yaitu sebesar 3,87. Rencana tahapan yang telah dibuat harus berpatokan pada nilai *stripping ratio* tersebut, walau tidak bisa sama namun diharapkan bisa mendekati *stripping ratio* tersebut. Dalam proses perencanaan tahapan penambangan ini juga banyak hal-hal yang perlu diperhatikan agar rencana tahapan ini dapat diterapkan seperti rencana jadwal gali muat, arah tahapan penambangan, perhitungan cadangan batubara yang tersisa dan lokasi batubara yang siap ditambang, serta penjadwalan dan pengaturan posisi alat gali muat yang digunakan setiap bulannya.

4.2.3.1 Perhitungan Cadangan Batubara Belum

Tertambang dan Volume *Overburden*

Cadangan batubara belum tertambang per 31 Desember 2021 adalah 11.044.693,45 Ton sedangkan untuk volume *overburden* yang belum dikupas adalah sebesar 64.893.480,47 BCM. Perhitungan cadangan ini menggunakan bantuan *software Minescape 5.7* dengan membuat batas atas dari pit yaitu keadaan topografi aktual pada 31 Desember 2021 dan membuat batas bawah dari pit yaitu dari desain pit limit yang telah didesain oleh PT. Bima Putra Abadi Citranusa. Selain dari hasil perhitungan sisa cadangan, data ini akan digunakan untuk melakukan penempatan alat gali muat dan penjadwalan alat (*scheduling*) karena dari data ini juga dihasilkan model *strip block* dan letak-letak persebaran lapisan batubara.

4.2.3.2 Penjadwalan, Pengaturan Alat, dan Tahapan Penambangan (*Scheduling*) Bulan Januari 2022

Pada perencanaan bulan Januari, alat gali muat yang digunakan berjumlah 10 fleet untuk *overburden removal* dengan nomor, EXCZ 5002 (Caterpillar 345), EXCZ 5003 (Caterpillar 345), EXCZ 5005 (Caterpillar 345), EXCZ 5006 (Caterpillar 345), EXCZ 5007 (Caterpillar 345), EXCZ 5008 (Caterpillar 345), EXCZ 5009 (Caterpillar 345), EXCZ 5010 (Caterpillar 345), EXZ 5009 (Doosan 520), EXZ 5010 (Doosan 520). Sedangkan untuk *coal getting* berjumlah 2 fleet yaitu EXZ 503 (Doosan 520), EXZ 504 (Doosan 520).

4.2.3.3 Penjadwalan, Pengaturan Alat, dan Tahapan

Penambangan (*Scheduling*) Bulan Februari 2022

Pada perencanaan bulan Februari, alat gali muat yang digunakan berjumlah 12 fleet untuk *overburden removal* dengan nomor, EXCZ 5002 (Caterpillar 345), EXCZ 5003 (Caterpillar 345), EXCZ 5005 (Caterpillar 345), EXCZ 5006 (Caterpillar 345), EXCZ 5007 (Caterpillar 345), EXCZ 5008 (Caterpillar 345), EXCZ 5009 (Caterpillar 345), EXCZ 5010 (Caterpillar 345), EXZ 5009 (Doosan 520), EXZ 5010 (Doosan 520), EXCZ 8002 (Doosan 800), EXCZ 8003 (Doosan 800). Sedangkan untuk *coal getting* berjumlah 3 fleet yaitu EXZ 503 (Doosan 520), EXZ 504 (Doosan 520), EXZ 505 (Doosan 520).

4.2.3.4 Penjadwalan, Pengaturan Alat, dan Tahapan

Penambangan (*Scheduling*) Bulan Maret 2022

Pada perencanaan bulan Maret, alat gali muat yang digunakan berjumlah 12 fleet untuk *overburden removal* dengan nomor, EXCZ 5002 (Caterpillar 345), EXCZ 5003 (Caterpillar 345), EXCZ 5005 (Caterpillar 345), EXCZ 5006 (Caterpillar 345), EXCZ 5007 (Caterpillar 345), EXCZ 5008 (Caterpillar 345), EXCZ 5009 (Caterpillar 345), EXCZ 5010 (Caterpillar 345), EXZ 5009 (Doosan 520), EXZ 5010 (Doosan 520), EXCZ 8002 (Doosan 800), EXCZ 8003 (Doosan 800). Sedangkan untuk *coal getting* berjumlah 3 fleet yaitu EXZ 503 (Doosan 520), EXZ 504 (Doosan 520), EXZ 505 (Doosan 520).

4.2.4 Perencanaan Kebutuhan Alat Angkut

Jenis alat angkut yang direncanakan diasumsikan menggunakan alat angkut yang telah tersedia pada PT. Bima Putra Abadi Citranusa yaitu *dump truck* Hino 500 DTB, Mercy Axor DTMB, Hino 700 DTM dan Terex TR50D. Rencana kebutuhan alat angkut direncanakan berdasarkan data waktu edar aktual dan jarak angkut simulasi yang telah direncanakan.

4.2.4.1 Perencanaan Kebutuhan Alat Angkut Untuk

Kegiatan Penambangan Bulan Januari 2022

Dengan diketahui jarak angkut, target produksi *overburden*, dan produksi batubara pada setiap alat gali muat maka kebutuhan alat angkut dapat dihitung

dengan persamaan 9. Berdasarkan hasil perhitungan, maka didapatkan kebutuhan alat angkut untuk kegiatan *overburden removal* pada *excavator* Caterpillar 345 sebanyak 9 buah Hino 500 DTB dengan total produksi sebesar 54.822,98 BCM/bulan, *excavator* Caterpillar 345 sebanyak 10 buah Mercy Axor DTMB dengan total produksi sebesar 54.822,98 BCM/bulan, *excavator* Caterpillar 345 sebanyak 4 buah Hino 700 DTM dan 5 buah Mercy Axor DTMB dengan total produksi sebesar 54.822,98 BCM/bulan, dan *excavator* Doosan 520 sebanyak 8 buah Hino 700 DTM dengan total produksi 57.499,86 BCM/bulan. Sedangkan untuk kegiatan *coal getting*, kebutuhan alat angkut pada *excavator* Doosan 520 sebanyak 17 buah Hino 500 DTB dengan produksi sebanyak 65,820,68 ton/bulan.

Sehingga total kebutuhan alat angkut untuk kegiatan *overburden removal* dengan jenis alat angkut Hino 500 DTB adalah 36 buah, Mercy Axor DTMB sebanyak 35 buah, Hino 700 DTM sebanyak 20 buah, dengan total produksi 553.583,56 BCM/bulan. Sedangkan untuk total kebutuhan alat angkut untuk kegiatan *coal getting* dengan jenis alat angkut Hino 500 DTB adalah sebanyak 34 unit dengan total produksi sebesar 131.641,36 ton/bulan. Berdasarkan jumlah alat yang tersedia pada PT. Bima Putra Abadi Citranusa saat ini, maka terdapat kelebihan 16 unit Hino 500 DTB, 16 unit Mercy Axor DTMB, dan 2 unit Hino 700 DTM.

4.2.4.2 Perencanaan Kebutuhan Alat Angkut Untuk

Kegiatan Penambangan Bulan Februari 2022

Dengan diketahui jarak angkut, target produksi *overburden*, dan produksi batubara pada setiap alat gali muat maka kebutuhan alat angkut dapat dihitung dengan persamaan 9. Berdasarkan hasil perhitungan, maka didapatkan kebutuhan alat angkut untuk kegiatan *overburden removal* pada *excavator* Caterpillar 345 sebanyak 9 buah Hino 500 DTB dengan total produksi sebesar 56.835,32 BCM/bulan, *excavator* Caterpillar 345 sebanyak 10 buah Mercy Axor DTMB dengan total produksi sebesar 56.835,32 BCM/bulan, *excavator* Caterpillar 345 sebanyak 4 buah Hino 700 DTM dan 5 buah Mercy Axor DTMB dengan total produksi sebesar 56.835,32 BCM/bulan, *excavator* Doosan 520 sebanyak 8 buah Hino 700 DTM dengan total produksi 59.609,04 BCM/bulan, dan *excavator* Doosan 800 sebanyak 4 buah Terex TR50D dengan total produksi 105.213,28 BCM/bulan. Sedangkan untuk kegiatan *coal getting*, kebutuhan alat angkut pada *excavator* Doosan 520 sebanyak 17 buah Hino 500 DTB dengan produksi sebanyak 68.622,52 ton/bulan, *excavator* Doosan 520 sebanyak 9 buah Hino 500 DTB dan 8 buah Mercy Axor DTMB dengan produksi sebanyak 68.622,52

ton/bulan.

Sehingga total kebutuhan alat angkut untuk kegiatan *overburden removal* dengan jenis alat angkut Hino 500 DTB adalah 36 buah, Mercy Axor DTMB sebanyak 35 buah, Hino 700 DTM sebanyak 20 buah, Terex TR50D sebanyak 8 buah, dengan total produksi 784.327,20 BCM/bulan. Sedangkan untuk total kebutuhan alat angkut untuk kegiatan *coal getting* dengan jenis alat angkut Hino 500 DTB sebanyak 43 unit, Mercy Axor DTMB sebanyak 8 unit, dengan total produksi sebesar 205.867,56 ton/bulan. Berdasarkan jumlah alat yang tersedia pada PT. Bima Putra Abadi Citranusa saat ini, maka terdapat kelebihan 7 unit Hino 500 DTB, 8 unit Mercy Axor DTMB, dan 2 unit Hino 700 DTM.

4.2.4.3 Perencanaan Kebutuhan Alat Angkut Untuk

Kegiatan Penambangan Bulan Maret 2022

Dengan diketahui jarak angkut, target produksi *overburden*, dan produksi batubara pada setiap alat gali muat maka kebutuhan alat angkut dapat dihitung dengan persamaan 9. Berdasarkan hasil perhitungan, maka didapatkan kebutuhan alat angkut untuk kegiatan *overburden removal* pada *excavator* Caterpillar 345 sebanyak 9 buah Hino 500 DTB dengan total produksi sebesar 67.981,06 BCM/bulan, *excavator* Caterpillar 345 sebanyak 10 buah Mercy Axor DTMB dengan total produksi sebesar 67.981,06 BCM/bulan, *excavator* Caterpillar 345 sebanyak 4 buah Hino 700 DTM dan 5 buah Mercy Axor DTMB dengan total produksi sebesar 67.981,06 BCM/bulan, *excavator* Doosan 520 sebanyak 8 buah Hino 700 DTM dengan total produksi 71.298,66 BCM/bulan, dan *excavator* Doosan 800 sebanyak 4 buah Terex TR50D dengan total produksi 125.841,54 BCM/bulan. Sedangkan untuk kegiatan *coal getting*, kebutuhan alat angkut pada *excavator* Doosan 520 sebanyak 17 buah Hino 500 DTB dengan produksi sebanyak 81.620,62 ton/bulan, *excavator* Doosan 520 sebanyak 9 buah Hino 500 DTB dan 8 buah Mercy Axor DTMB dengan produksi sebanyak 81.620,62 ton/bulan.

Sehingga total kebutuhan alat angkut untuk kegiatan *overburden removal* dengan jenis alat angkut Hino 500 DTB adalah 36 buah, Mercy Axor DTMB sebanyak 35 buah, Hino 700 DTM sebanyak 20 buah, Terex TR50D sebanyak 8 buah, dengan total produksi 938.128,88 BCM/bulan. Sedangkan untuk total kebutuhan alat angkut untuk kegiatan *coal getting* dengan jenis alat angkut Hino 500 DTB sebanyak 43 unit, Mercy Axor DTMB sebanyak 8 unit, dengan total produksi sebesar 244.861,86 ton/bulan. Berdasarkan jumlah alat yang tersedia pada PT. Bima Putra Abadi Citranusa saat ini, maka terdapat kelebihan 7 unit Hino 500 DTB, 8 unit

Mercy Axor DTMB, dan 2 unit Hino 700 DTM.

5 Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat diambil kesimpulan berikut:

1. Produktivitas untuk alat gali muat jenis *Excavator* Cat 345 EXCZ sebesar 186,68 BCM/Jam untuk *overburden*, *Excavator* Doosan 520 EXZ sebesar 195,79 BCM/Jam untuk *overburden*, dan *Excavator* Doosan 520 EXZ sebesar 211,57 Ton/jam untuk *coal getting*. Sedangkan untuk alat angkut jenis *dump truck* Hino 500 DTB sebesar 15,59 Ton / Jam untuk *coal Getting*, *dump truck* Mercy Axor DTMB sebesar 14,9 Ton / Jam untuk *coal getting*, *dump truck* Hino 700 DTM sebesar 24,54 BCM / Jam untuk *overburden*, *dump truck* Mercy Axor DTMB sebesar 18,34 BCM / Jam untuk *overburden*, dan *dump truck* Hino 500 DTB sebesar 21,96 BCM / Jam untuk *overburden*.
2. Total *lost time* untuk triwulan 1 tahun 2022 sebesar 1153 jam dan *available working hours* untuk triwulan 1 tahun 2022 sebesar 1007 jam.
3. Kemampuan produksi unit bulanan di bulan januari sebesar 579.696,08 BCM untuk *overburden* dan 137.850,68 Ton untuk *coal getting*, di bulan februari sebesar 811.401,36 BCM untuk *overburden* dan 215.577,72 Ton untuk *coal getting*, serta di bulan maret sebesar 970.512,56 BCM untuk *overburden* dan 256.411,83 Ton untuk *coal getting*.
4. Penjadwalan produksi di bulan januari sebanyak 10 fleet untuk *overburden* dan 2 fleet untuk *coal getting*, di bulan februari sebanyak 12 fleet untuk *overburden* dan 3 fleet untuk *coal getting*, serta di bulan maret sebanyak 12 fleet untuk *overburden* dan 3 fleet untuk *coal getting*.

5.2 Saran

Saran dari hasil dan pembahasan yang dilakukan adalah:

1. Pemantauan dan pengawasan dalam penerapan desain pit di lapangan perlu ditingkatkan agar geometri desain yang diterapkan sesuai dengan rencana yang telah dibuat.
2. Melakukan *dumping overburden* dari daerah yang terjauh terlebih dahulu agar pada kemudian hari jarak angkut dapat mengecil dan dapat meningkatkan produksi *overburden*
3. Penambahan alat gali muat dan alat angkut untuk *coal getting* dikarenakan kemampuan alat gali muat dan alat angkut dari kegiatan *overburden removal* masih terlalu besar sehingga *stripping ratio* akan menjadi terlalu besar pada kemudian hari.

Daftar Pustaka

- [1] Ardianti, N. A., & Prabowo, H. (2020). Estimasi Biaya dan Evaluasi Kebutuhan Alat Muat dan Alat Angkut Terhadap Efisiensi Penambangan Batubara pada Tambang Terbuka PT. Allied Indo Coal Jaya, Sawahlunto. *Bina Tambang*, 5(2), 22-31.
- [2] Arida, M. J., & Yulhendra, D. (2018). perencanaan penambangan jangka menengah (quarterly plan) Batubara tahun 2018 di blok jebak 2 pt. Nan riang desa Ampelu-jebak kecamatan muara tembesi kabupaten Batanghari provinsi jambi. *Bina Tambang*, 3(4), 1577-1591.
- [3] Arif, I., Gatut, S., dan Adisoma. (2002). *Perencanaan Tambang*. Bandung. Institut Teknologi Bandung.
- [4] Both, C., & Dimitrakopoulos, R. (2020). Joint stochastic short-term production scheduling and fleet management optimization for mining complexes. *Optimization and Engineering*, 21(4), 1717-1743.
- [5] Chironis., Nicholas P. (1978). *Coal Age Operating Handbook of Coal Surface Mining and Reclamation*. New York. Mc Graw-Hill, Inc.
- [6] Efendi, R., & Yulhendra, D. (2019). Rencana Triwulan Penambangan Nikel Tahun 2020 pada Pit X PT. Elit Kharisma Utama Menggunakan Software Maptec Vulcan 9.1. *Bina Tambang*, 4 (1), 445-456.
- [7] Fourie, G. A. (1992). *Open Pit Planning and Design*. New York Society of Mining Engineering : AIME.
- [8] Hartman., Howard, L. (1987). *Introductory Mining Engineering* The University of Alabama Tuscaloosa : Alabama.
- [9] Haryono, A. F., & Aprilianta, I. P. E. D. (2017). Perencanaan Sequence Penambangan Batubara pada Seam 16 Phase 2 di PT. KTC Coal Mining & Energy, Kec. Palaran, Samarinda, Kalimantan Timur. *ReTII*.
- [10] Hustrulid, W., Kuchta, M., dan Martin, M. (2013). *Open Pit Planning and Design Volume 1 Fundamentals 3rd Edition*. ISBN-13:9781482221176. CRC Press Taylor & Francis Group.
- [11] Hutmi, R., & Prabowo, H. (2022). Perhitungan Perbandingan Tonase Bauksit Menggunakan Data Truck Count, dan Tonase Hasil Analisa Laboratorium di Bauxite Processing Plant 1 dan 2 PT. Jaga Usaha Sandai-Site sandai, Sandai Kiri, Kecamatan Sandai, Kabupaten Ketapang, Kalimantan Barat. *Bina Tambang*, 7(1), 1-11.
- [12] Indonesianto, Y. (2005). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta: Program Studi Teknik Pertambangan UPN Veteran. ISBN: 978-602-820607-5
- [13] Indrajaya, F., Natallia, A. L., & Sukmawatie, N. (2020). Perancangan Sequence Penambangan Batubara pada PT XYZ Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Geomine*, 7(3), 240.
- [14] Isgienda, F., Sumarya, S., & Prabowo, H. (2018). Evaluasi Biaya Dan Kebutuhan Alat Angkut Dan Alat Muat Pengupasan Lapisan Tanah Penutup (Overburden) Pit B PT. Bina Bara Sejahtera Kecamatan Ulok Kupai, Kabupaten Bengkulu Utara, Provinsi Bengkulu. *Bina Tambang*, 3(3), 1255-1261.
- [15] Kurniawan, R., Yulhendra, D., & Prabowo, H. (2015). Rancangan Pit Muara Tiga Besar Selatan Bulan Juni Tahun 2015 Unit Penambangan Tanjung Enim Pt Bukit Asam (Persero) Tbk Sumatera Selatan. *Bina Tambang*, 2(1), 202-216.
- [16] Mahgribza, M., Toha, M. T., & Purbasari, D. (2021). *Perencanaan Sequence Penambangan Batubara Triwulan I Pit 2 Banko Barat Pt Bukit Asam, Tbk Tanjung Enim Sumatera Selatan* (Doctoral dissertation, Sriwijaya University).
- [17] Matamoros, M. E. V., & Dimitrakopoulos, R. (2016). Stochastic short-term mine production schedule accounting for fleet allocation, operational considerations and blending restrictions. *European Journal of Operational Research*, 255(3), 911-921.
- [18] Prambahan, P., Marliantoni, M., & Desmawita, D. (2020). Rancangan Sequence Penambangan Batubara Untuk Memenuhi Target Produksi Batubara Pt. Barasentosa Lestari Site Belani Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Mine Magazine*, 1(2).
- [19] Putra, G., & Yulhendra, D. (2020). Optimalisasi Kemajuan Sequence Penambangan Batubara Seam C Di Pit 1 Utara Banko Barat PT. Lokasi Kerja Satria Bahana Sarana Operasi Pertambangan Tanjung Enim, Sumatera Selatan. *Bina Tambang*, 5 (3), 18-28.
- [20] Rasid, W., & Handayani, R. H. (2019). Perencanaan Teknis Desain Pit Pada Penambangan Batubara Di Pit Iii Jambi. *Jurnal Pertambangan*, 3(2), 56-64.
- [21] Singh, R.D. (1997). *Principles and Practices of Modern Coal Mining*. New Delhi. New Age International, Ltd.
- [22] Tamsin, MAF, & Yulhendra, D. (2022). Urutan Perancangan Dan Penjadwalan Penambangan Batubara Di Pt. Allied Indo Coal Jaya, Parambahan, Desa Batu Tanjung, Kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto, Sumatera Barat. *Bina Tambang*, 7 (2), 28-37.
- [23] Upadhyay, S. P., & Askari-Nasab, H. (2018). Simulation and optimization approach for uncertainty-based short-term planning in open pit mines. *International Journal of Mining Science and Technology*, 28(2), 153-166.