

PERENCANAAN *DESIGN FINAL PIT* BERDASARKAN KETERSEDIAAN ALAT PADA PENAMBANGAN BATU BARA DI PIT KUDA PT X

Muhammad Napis Fikri ^{*1}

¹ Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Trisakti, Indonesia

*e-mail: muhammadnapis012@gmail.com

Abstrak

PT X merupakan perusahaan kontraktor penambangan yang menggunakan sistem penambangan surface mining dengan menerapkan metode penambangan konvensional, yaitu kombinasi antara alat gali muat (excavator) dan alat angkut (dumptruck). Tahapan Perencanaan design final pit kuda merupakan perencanaan dengan waktu yang dihitung dari jumlah cadangan dibagi dengan produksi tambang perbulan ataupun pertahunnya. Perencanaan design final pit meliputi desain geometri jenjang, jalan dan forecast plan kebutuhan alat gali muat dan alat angkut yang menunjang dari design final pit. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini menggabungkan beberapa pendekatan yang meliputi studi pustaka dan observasi lapangan. Data – data yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu berupa data primer dan data sekunder. Data primer yang diperoleh dari observasi lapangan yaitu berupa pengamatan data kondisi geologi, data waktu kerja alat, data cycletime dan data jumlah alat yang digunakan sedangkan data sekunder yang diperoleh dari perusahaan berupa data konsesi wilayah, data topografi, data log lubang bor, data stripping ratio, data rekomendasi geometri jenjang dan sump. Pembuatan desain final pit perlu mempertimbangkan arah sebaran dan kemiringan dari endapan. Desain pit dibuat dengan desain geometri lereng yang didapatkan dari hasil rekomendasi tim geoteknik berupa tinggi bench 10 meter, lebar bench 5 meter, kemiringan bench 45° (single slope), overall slope 28° terhadap high wall. Final pit dirancang untuk menjadi acuan penambangan selama umur tambang berlangsung, bentuk desain final pit memiliki luas bukaan penambangan 28,4 Ha dengan kedalaman elevasi hingga RL 0 mdpl ke arah tenggara sehingga didapatkan hasil cutting material pada desain final pit untuk material overburden sebesar 4.654.964 BCM dan coal getting sebesar 1.396.964 Ton sehingga didapatkan perbandingan nisbah kupas (stripping ratio) 3,3 : 1. Maka didapatkan kalkulasi prediksi total waktu yang dibutuhkan untuk closing project final pit berdasarkan reserve design final pit, productivity actual units, forecast plan dibutuhkan waktu untuk fleet overburden removal 1 Tahun 2 Bulan 24 Hari dengan total shift 892 shift, sedangkan untuk fleet coal getting dibutuhkan waktu 1 Tahun 3 Bulan 9 Hari dengan total shift 486 shift.

Kata kunci: Desain, Forecast, Stripping Ratio, Project

Abstract

PT X is a mining contracting company that uses a surface mining system by applying conventional mining methods, namely a combination of excavators and dump trucks. The final design planning stage of the horse pit is planning with time calculated from the amount of reserves divided by the production of the mine per month or per year. The final pit design planning includes the geometric design of levels, roads and forecast plans for the needs of digging and loading equipment and transportation equipment that support the final pit design. The research method used in this study combines several approaches that include literature studies and field observations. The data needed in this study are in the form of primary data and secondary data. The primary data obtained from field observations are in the form of observation of geological condition data, tool working time data, cycletime data and data on the number of tools used, while secondary data obtained from the company is in the form of regional concession data, topographic data, borehole log data, stripping ratio data, level geometry recommendation data and sump. The design of the final pit needs to consider the direction of distribution and the slope of the deposit. The pit design was made with a slope geometry design obtained from the geotechnical team's recommendations in the form of a bench height of 10 meters, a bench width of 5 meters, a bench slope of 45° (single slope), an overall slope of 28° relative to the high wall. The final pit is designed to be a reference for mining during the life of the mine, the final pit design form has a mining opening area of 28.4 Ha with an elevation depth of up to RL 0 above sea level in the southeast direction so that the results of cutting material in the final pit design for overburden material of 4,654,964 BCM and coal getting of 1,396,964 Tons are obtained so that a stripping ratio ratio of 3.3 is obtained: 1. So the calculation of the prediction of the total time needed for closing the final pit project based on the reserve design final pit, productivity actual units, forecast plan takes time for fleet overburden removal 1 year 2 months 24 days with

a total shift of 892 shifts, while for fleet coal getting it takes 1 year 3 months 9 days with a total shift of 486 shifts.

Keywords: *Design, Forecast, Stripping Ratio, Project.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

PT X merupakan perusahaan kontraktor penambangan yang menggunakan sistem penambangan *surface mining* dengan menerapkan metode penambangan *konvensional*, yaitu kombinasi antara alat gali muat (*excavator*) dan alat angkut (*dumptruck*). PT X terletak di kabupaten Lahat, Sumatera Selatan. Tahapan Perencanaan *design final pit* kuda merupakan perencanaan dengan waktu yang dihitung dari jumlah cadangan dibagi dengan produksi tambang perbulan ataupun pertahunnya. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan perencanaan *design final pit* meliputi desain geometri jenjang, jalan dan *forecast plan* kebutuhan alat gali muat dan alat angkut yang menunjang dari *design final pit*

Rancangan *design final pit* dibuat berdasarkan penyebaran dari endapan batubara serta *stripping ratio* di *pit* tersebut serta pengoptimalan perhitungan cadangan tertambang berpengaruh terhadap target produksi yang akan direncanakan. Penerapan perencanaan atau untuk kegiatan awal penambangan di PT X, seperti rancangan *pit*, rancangan jalan, dan kombinasi alat mekanis dilakukan pada awal penambangan yang bertujuan agar terlaksananya penambangan secara sesuai dengan rencana *long term* dan ketersediaan serta kemampuan alat secara aktual di lapangan PT X untuk mencapai tahapan operasi produksi yang sistematis dan terarah serta tercapai produksi yang optimal.

Tahapan mendesain *pit* pada penambangan batubara dilakukan dengan menggunakan *software minescape 5.7*. *Minescape* merupakan salah satu software tambang yang aplikatif, fleksible dan efisien pada perencanaan tambang (*mine design*) sehingga sesuai digunakan pada perencanaan jangka pendek, jangka menengah maupun jangka panjang pada tambang batubara ataupun bijih.

Selain itu, penentuan *forecast plan* kebutuhan alat gali-muat dan alat angkut disesuaikan terhadap jumlah volume *cutting overburden* dan batubara, data produktivitas masing-masing alat, data *effective working hours* pengambilan *overburden* dan batubara, serta data *physical availability* alat gali – muat dan alat angkut.

Tujuan

1. Membuat *design final pit* Kuda PT X.
2. Membuat *forecast plan* kebutuhan alat gali-muat dan alat angkut yang berguna untuk menunjang dari desain *final pit* Kuda PT X
3. Menghitung umur penambangan *project final pit* Kuda

Pendekatan Pemecahan Masalah

Dengan menggabungkan teori, data primer, dan data sekunder serta menerapkan metode observasi dan analisis kuantitatif, penelitian bertujuan untuk mencapai pemahaman yang mendalam tentang permasalahan yang dihadapi. Ini memungkinkan peneliti untuk menyarankan solusi atau rekomendasi berdasarkan bukti yang dikumpulkan dan dianalisis secara sistematis.

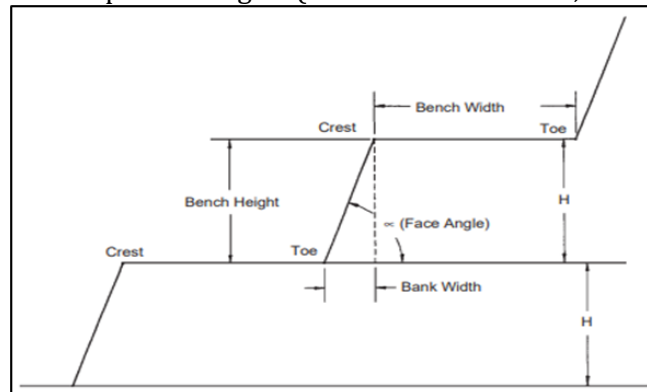
TINJAUAN PUSTAKA

Perencanaan Tambang

Perencanaan adalah suatu tahapan penentuan persyaratan secara teknis urutan pekerjaan apa yang dilakukan untuk mencapai sebuah tujuan serta sasaran kegiatan. (Prodjosumarto, 1996). Perencanaan tambang pada umumnya dimulai dari perencanaan lokasi penambangan, rencana penambangan mencakup perencanaan alat utama dan alat penunjang dan *design pit*, penjadwalan produksi, rencana penimbunan hingga rencana reklamasi.

Geometri Lereng

Desain pit pada sebuah tambang terbuka ditekankan pada desain geometri jenjang. Geometri jenjang adalah ukuran jenjang yang terdiri dari tinggi jenjang, lebar jenjang, dan kemiringan jenjang pada saat penambangan. (Hustrulid dan Kuchta, 1995)



Gambar 1. Bagian – Bagian Lereng

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)

2. Lebar Lereng

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. (Sulistiyana Bargawa, 2018)

3. Sudut Kemiringan Lereng

Lereng tunggal (*single slope*) merupakan lereng yang dibentuk oleh *crest* dan *toe*. Lereng keseluruhan (*overall slope*) merupakan lereng yang dibentuk oleh keseluruhan jenjang. Kemiringan *overall slope* diukur dari *crest* paling atas sampai dengan *toe* paling akhir dari *front* penambangan. (Irwandy, 2021)

Geometri Jalan

1. Lebar Jalan pada Jalan Lurus

Penentuan lebar jalan angkut minimum untuk jalan lurus (Gambar B. 2) didasarkan pada *Rule of Thumb*. Lebar jalan angkut minimum pada kegiatan pertambangan berpatokan kepada jumlah jalur dan lebar alat angkut (Persamaan B.1) (Sulistiyana Bargawa, 2018)

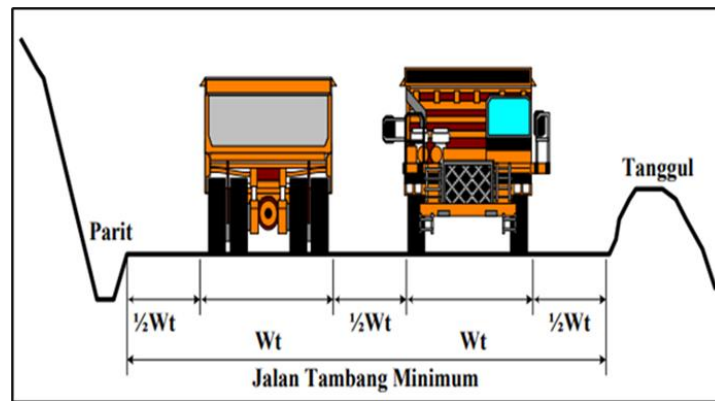
$$L_{min} = n \times W_t + (n + 1)(0,5 \times W_t) \quad (B.1)$$

Keterangan :

L = Lebar jalan angkut minimum (meter)

n = Jumlah lajur

W_t = Lebar alat angkut terbesar (meter)



Gambar 2. Lebar Jalan Angkut pada Jalan Lurus

Lebar jalan angkut pada tikungan dapat dihitung menggunakan (Persamaan B. 2 dan Persamaan B. 3) (Sulistyana Bargawa, 2018).

$$W_{min} = n \times (U + Fa + Fb + Z) + C \quad (B. 2)$$

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

Keterangan :

W = Lebar jalan angkut pada tikungan (meter)

n = Jumlah jalur

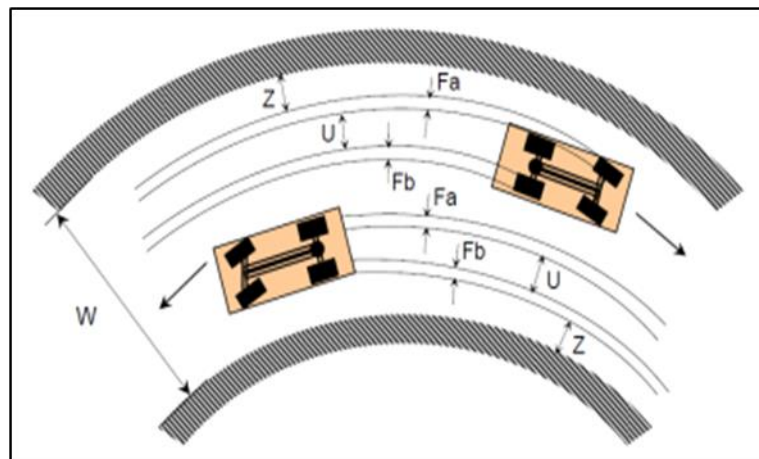
U = Jarak jejak roda kendaraan (meter)

Fa = Lebar jantai depan (meter)

Fb = Lebar jantai belakang (meter)

Z = Jarak sisi luar alat angkut ke tepi jalan (meter)

C = Jarak antara dua alat angkut yang akan bersimpangan (meter)



Gambar 3. Lebar Jalan Angkut pada Jalan Menikung

Produktivitas Alat Mekanis

1. Produktivitas Alat Gali Muat

Menurut (Indonesianto, 2012), alat gali muat adalah alat mekanis yang digunakan untuk menggali sekaligus memuat material ke dalam alat angkut. Produktivitas alat angkut dapat dihitung dengan persamaan berikut : (Persamaan B. 4)

$$P = \frac{KB \times SF \times BFF \times EFF \times 3600}{CT} \quad (B. 4)$$

Keterangan:

P = Produktifitas alat muat (m^3/jam)

KB = Kapasitas *bucket*

SF = *Swell Factor*

BFF = *Bucket Fill Factor*

EFF = Efisiensi kerja

CT = *Cycle time* (Waktu edar)

3600 = Faktor konversi

2. Produktivitas Alat Angkut

Menurut (Indonesianto, 2012), untuk menghitung kemampuan produksi alat angkut *dumpruck* mempertimbangkan kombinasi pemuatan peralatan gali dan muat. Produktifitas alat angkut dapat dihitung dengan persamaan berikut : (Persamaan B. 5)

$$P = (n \times KB \times SF \times BFF \times EFF \times 3600) / CT \quad (\text{B. 5})$$

Keterangan :

P = Produktifitas alat muat (m^3/jam)

n = Jumlah Pengisian *Bucket*

KB = Kapasitas *bucket*

SF = *Swell factor*

BFF = *Bucket fill factor*

EFF = Efisiensi kerja

CT = *Cycle time* (Waktu edar)

3600 = Faktor konversi

METODE

Jenis Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini menggabungkan beberapa pendekatan yang meliputi studi pustaka dan observasi lapangan. Berikut adalah penjelasan lebih lanjut mengenai masing-masing metode :

1. Studi Pustaka

Studi pustaka merupakan langkah awal yang dilakukan untuk mengumpulkan informasi dari literatur, jurnal ilmiah, buku, dan sumber – sumber lain yang relevan dengan topik penelitian. Dalam konteks penelitian tentang perencanaan penambangan batubara, studi pustaka dapat mencakup teori – teori tentang desain penambangan, teknologi penambangan terkini, praktik – praktik terbaik dalam manajemen tambang, serta studi kasus dari tambang – tambang sebelumnya.

2. Observasi Lapangan

Observasi lapangan dilakukan setelah studi pustaka untuk memperoleh pemahaman langsung tentang kondisi di lapangan yang relevan dengan penelitian. Dalam penelitian penambangan batubara, observasi lapangan dapat mencakup pengamatan langsung terhadap operasi penambangan, kondisi geologi di area penambangan, infrastruktur yang digunakan, dan faktor-faktor lain yang mempengaruhi produksi dan keberhasilan operasional tambang.

Data

Data – data yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu berupa data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan dengan cara pengukuran langsung di lapangan, sedangkan untuk data sekunder diperoleh dari perusahaan. Data primer yang diperoleh dari observasi lapangan yaitu berupa pengamatan data kondisi geologi, data waktu kerja alat, data

cycletime dan data jumlah alat yang digunakan sedangkan data sekunder yang diperoleh dari perusahaan berupa data konsesi wilayah, data topografi, data log lubang bor, data *stripping ratio*, data rekomendasi geometri jenjang dan *sump*.

Analisa Data

Proses pengumpulan, pengolahan, dan analisis data dalam penambangan batubara melalui *microsoft excel* dan *software* permodelan serta *software scheduling* mengikuti serangkaian prosedur krusial. Berikut adalah langkah – langkah umum yang biasanya dilakukan dalam proses tersebut:

1. Pengumpulan Data Lapangan :
Data *strike* dan *dip* lapisan, *cycle time* alat gali muat dan alat angkut, dan dokumentasi lapangan.
2. Pengolahan Data :
Data mentah yang diperoleh dari lapangan diproses menggunakan *Microsoft Excel*. Ini mencakup pemrosesan awal, filter data, dan persiapan untuk analisis lebih lanjut.
3. Analisis Data :
Data yang telah diproses kemudian dianalisis untuk menghitung produktivitas unit. Ini melibatkan perhitungan kinerja produksi berdasarkan data produksi aktual.
4. Permodelan dan *Block Model* :
Software permodelan digunakan untuk membangun *block model* dari lapisan batubara. Ini melibatkan pemetaan dan pemodelan geologi yang lebih mendalam untuk menggambarkan sebaran dan kualitas batubara di dalam tambang.
5. Perhitungan Cadangan :
Berdasarkan *block model* yang telah dibuat, dilakukan perhitungan cadangan batubara dan *overburden*. Ini penting untuk menentukan estimasi kuantitatif dari cadangan yang tersedia di tambang.
6. Penentuan Sistem Operasional Tambang :
Berdasarkan hasil analisis data dan permodelan, ditentukan sistem operasional tambang yang optimal. Ini mencakup strategi penggalian, alur kerja produksi, dan alokasi sumber daya untuk mencapai rencana jangka menengah (*mid term plan*).
7. Penyusunan *Mid Term Plan* :
Dari semua informasi yang dikumpulkan dan dianalisis, disusun rencana operasional jangka pendek (*mid term plan*) untuk tambang batubara. Ini mencakup jadwal produksi, alokasi alat berat, dan rencana produksi mingguan/bulanan.

Setiap langkah dalam proses ini membutuhkan integrasi yang cermat antara pengolahan data yang akurat, analisis yang teliti menggunakan perangkat lunak khusus, dan pemahaman mendalam tentang geologi dan karakteristik tambang batubara. Hal ini memastikan bahwa keputusan operasional yang diambil didasarkan pada data yang solid dan analisis yang komprehensif.

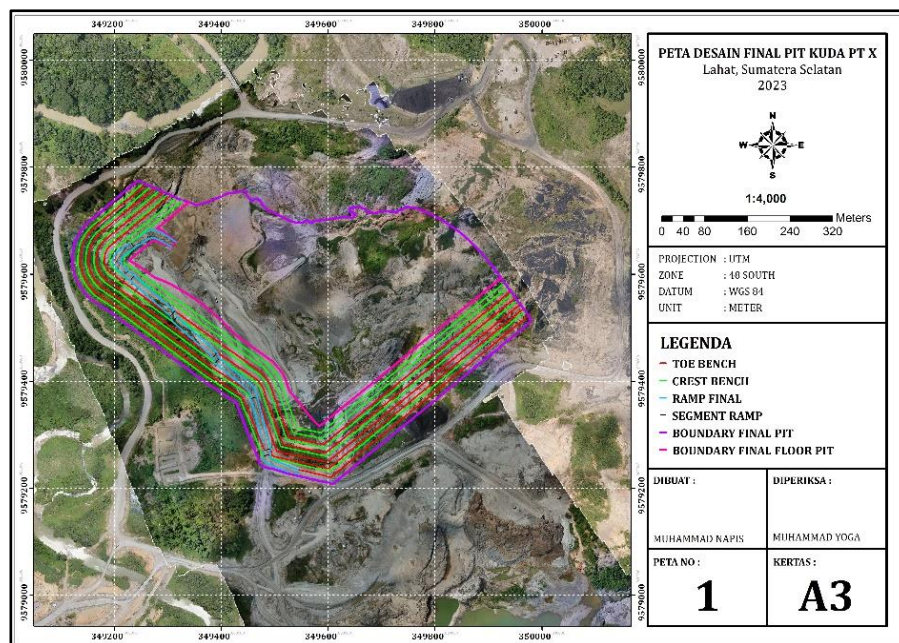
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan desain *final pit* perlu mempertimbangkan arah sebaran dan kemiringan dari endapan. Desain pit dibuat dengan desain geometri lereng yang didapatkan dari hasil rekomendasi tim geoteknik berupa tinggi *bench* 10 meter, lebar *bench* 5 meter, kemiringan *bench* 45° (*single slope*), *overall slope* 28° terhadap *high wall*.

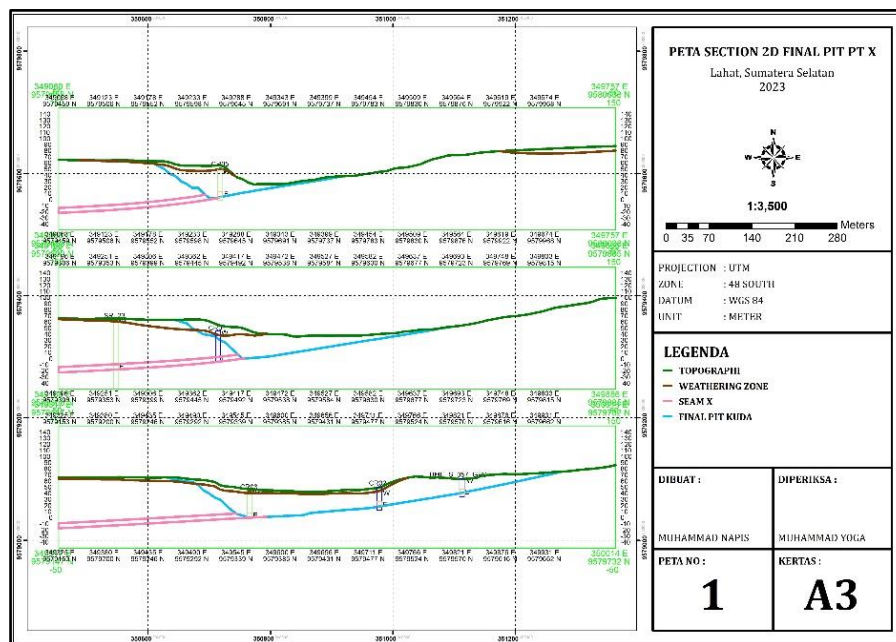
Batasan penambangan (*boundary pit*) yang diterapkan disini dengan melihat dimana akan terbentuk *subcrop* pada *seam* batubara dan luasnya pembebasan lahan yang telah dilakukan. Penambangan ini dimulai dari sisi *subcrop*, dimana pada bagian ini batubara lebih dekat dengan topografi, sehingga untuk awal penambangan bisa secepatnya memproduksi batubara. Penambangan dilanjutkan menuju ke arah *dip*, ke arah ini hanya mengupas *overburden* dan pada *front* penambangan dibuat datar agar memudahkan transportasi pengangkutan. (Gambar D.1)

Desain jalan yang akan dirancang yaitu untuk lebar jalan angkut lurus 12 meter, lebar jalan angkut pada tikungan 14 meter untuk sudut penyimpangan 30°, dan *grade* (kemiringan) jalan

maksimum 10% dengan mempertimbangkan kinerja alat agar bekerja dengan baik. serta memiliki trap segment 10 m dan kemiringan melintang pada desain jalan yaitu 30 mm/m jarak tepi jalan ke bagian tengah/pusat jalan, atau 180 mm pada bagian tengah/pusat jalan.



Gambar 4. Peta Desain *Final Pit*



Gambar 5. Peta *Section 2D Final Pit*

Final pit dirancang untuk menjadi acuan penambangan selama umur tambang berlangsung, bentuk desain *final pit* memiliki luas bukaan penambangan 28,4 Ha dengan kedalaman elevasi hingga RL 0 mdpl ke arah tenggara sehingga didapatkan hasil *cutting* material pada desain *final pit* untuk material *overburden* sebesar 4.654.964 BCM dan coal getting sebesar 1.396.964 Ton sehingga didapatkan perbandingan nisbah kupas (*stripping ratio*) 3,3 : 1 yang artinya untuk mendapatkan 1 Ton batubara harus mengupas 3,3 BCM *overburden*. Desain pit pada penambangan batubara *final pit* sudah dianggap aman dan ekonomis dilihat dari hasil *cutting reserve material (overburden dan batubara)* serta menghasilkan *stripping ratio* yang rendah.

Tabel 1. Hasil Desail *Final Pit Kuda*

<i>Description</i>	<i>Production</i>	<i>Unit</i>
<i>Overburden Removal</i>	4.656.089	BCM
<i>Coal Getting</i>	1.396.996	Ton
<i>Distance Overburden Removal</i>	1.500	Meter
<i>Distance Coal Getting</i>	2.000	Meter
<i>Stripping Ratio</i>	3,33	

Tabel 2. *Setting Fleet Final Pit Kuda PT X*

<i>Setting Fleet Pit</i>					
<i>Fleet Overburden Removal</i>			<i>Fleet Coal Getting</i>		
<i>Unit Loader</i>	Unit	<i>Productivity</i>	<i>Unit Loader</i>	Unit	<i>Productivity</i>
Sany 500H (501)	1	210 BCM/Jam	Cat 330 (301)	1	160 Ton/Jam
Sany 500H (502)	1	190 BCM/Jam			
Sany 500H (503)	1	195 BCM/Jam			
Sany 500H (504)	1	200 BCM/Jam			
Sany 500H (505)	1	205 BCM/Jam			
<i>Unit Hauler</i>	Unit	<i>Productivity</i>	<i>Unit Hauler</i>	Unit	<i>Productivity</i>
Quester CWE280	25	45 BCM/Jam	Hino FM260JD	6	30 Ton/Jam
<i>Unit Support</i>	Unit		<i>Unit Support</i>	Unit	
BD Leibheer 756	1		<i>Excavator Cat 320</i>	1	
BD LiuGong B320	1				

Hasil dari pengolahan data dari *forecast* penambangan serta curah hujan dan jam hujan rencana, hingga waktu hambatan. Maka didapatkan kalkulasi prediksi total waktu yang dibutuhkan untuk *closing project final pit* berdasarkan *reserve design final pit, productivity actual units, forecast plan* dibutuhkan waktu untuk *fleet overburden removal* 1 Tahun 2 Bulan 24 Hari dengan total shift 892 shift, sedangkan untuk *fleet coal getting* dibutuhkan waktu 1 Tahun 3 Bulan 9 Hari dengan total shift 486 shift.

Tabel 3. *Calculation Closing Project Final Pit*

<i>Lifetime Pit Kuda</i>					
	<i>Years</i>	<i>Monthly</i>	<i>Days</i>	<i>Total Shift</i>	<i>Total Days</i>
<i>Overburden Removal</i>	1	2	24	892	446
<i>Coal Getting</i>	1	3	9	917	456

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini antara lain:

1. Desain pit dibuat dengan desain geometri lereng berupa tinggi *bench* 10 meter, lebar *bench* 5 meter, kemiringan *bench* 45° (*single slope*), *overall slope* 28° terhadap *high wall*. memiliki luas bukaan penambangan 28,4 Ha dengan kedalaman elevasi hingga RL 0 mdpl ke arah tenggara sehingga didapatkan hasil *cutting material* pada desain *final pit* untuk material

- overburden* sebesar 4.654.964 BCM dan *coal getting* sebesar 1.396.964 Ton sehingga didapatkan perbandingan nisbah kupas (*stripping ratio*) 3,3 : 1.
2. *Forecast plan* kebutuhan alat mekanis untuk dengan rata-rata produktivitas *excavator* Sany SY500H 200 BCM/Jam dan 160 Ton/Jam untuk *excavator* CAT 330 dengan *matching fleet* untuk OB 1 unit *excavator* untuk 5 unit *dumptruck* dan untuk *coal getting* 1 unit *excavator* untuk 6 unit *dumptruck*, dengan jumlah total unit yang dibutuhkan untuk *fleet* OB 5 unit Exc Sany SY500H, 25 unit DT Quester CWE280, 2 unit Dozer *Ripping*, untuk *fleet* CG dibutuhkan 1 unit Exc CAT 330, 6 unit DT Hino FM260JD, 1 unit *Support Exc* CAT 320.
 3. *Closing project final pit* berdasarkan *reserve design final pit*, *productivity actual units*, *forecast plan* dibutuhkan waktu untuk *fleet overburden removal* 1 Tahun 2 Bulan 24 Hari dengan total shift 892 shift, sedangkan untuk *fleet coal getting* dibutuhkan waktu 1 Tahun 3 Bulan 9 Hari dengan total shift 486 shift.

DAFTAR PUSTAKA

- Hustrulid, W., dan Kuchta, M. (1995): *Open Pit Mine Planning and Design* (1st Editio), Rotterdam, Balkema, diperoleh melalui situs internet: <http://kin.perpusnas.go.id/DisplayData.aspx?pId=55116&pRegionCode=ITSSBY&pClientId=703>.
- Indonesianto, Y. (2012): *Pemindahan Tanah Mekanis*, UPN "Veteran" Yogyakarta, Yogyakarta, diperoleh melalui situs internet: <https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=806447>.
- Irwandy, A. (2021): *Geoteknik Tambang* (Kedua) (I. Febrianto dan A. Lestari, Ed.), Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Prodjosumarto, P. (1996): *Pemindahan Tanah Mekanis* (T. Pertambangan, Ed.), Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Singh, R. . (1997): *Principles and Practices Of Modern Coal Mining* (First Edit), New Age international, Ltd, New Delhi.
- Sulistiyana Bargawa, W. (2018): *Perencanaan Tambang* (Kedelapan), Kilau Book, Yogyakarta.