

**RANCANGAN *MINE SEQUENCE* PADA PENAMBANGAN  
BATUBARA BERDASARKAN EKSISTING ALAT MEKANIS  
DI PT. MEGA BARA SEMESTA *JOBSITE* PT. SRIWIJAYA  
BARA PRIHARUM, KABUPATEN MUARA ENIM,  
SUMATERA SELATAN**

**SKRIPSI**

Oleh

**MUHAMMAD IZHAR YUSRAN  
112180094**



**PROGRAM SARJANA  
PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN  
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
YOGYAKARTA  
2022**

**RANCANGAN *MINE SEQUENCE* PADA PENAMBANGAN  
BATUBARA BERDASARKAN EKSISTING ALAT MEKANIS  
DI PT. MEGA BARA SEMESTA *JOBSITE* PT. SRIWIJAYA  
BARA PRIHARUM, KABUPATEN MUARA ENIM,  
SUMATERA SELATAN**

**SKRIPSI**

Disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik  
dari Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta

Oleh

**MUHAMMAD IZHAR YUSRAN  
112180094**

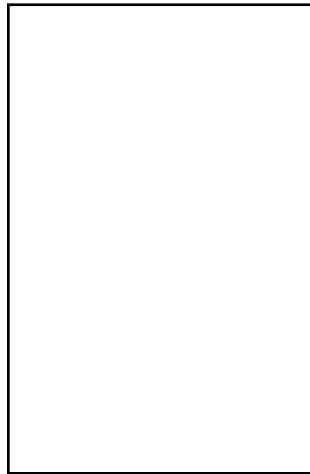


**PROGRAM SARJANA  
PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN  
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”  
YOGYAKARTA  
2022**

**RANCANGAN *MINE SEQUENCE* PADA PENAMBANGAN  
BATUBARA BERDASARKAN EKSISTING ALAT MEKANIS  
DI PT. MEGA BARA SEMESTA *JOBSITE* PT. SRIWIJAYA  
BARA PRIHARUM, KABUPATEN MUARA ENIM,  
SUMATERA SELATAN**

Oleh

**MUHAMMAD IZHAR YUSRAN  
112180094**



Disetujui untuk

Program Sarjana

Program Studi Teknik Pertambangan

Jurusan Teknik Pertambangan

Fakultas Teknologi Mineral

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta

Tanggal : .....

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**(Dr. Edy Nursanto, ST., MT., IPM.)      (Ir. Wawong Dwi Ratminah, MT.)**

## HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**SKRIPSI INI SAYA PERSEMBAHKAN PADA :**

SKRIPSI INI SAYA PERSEMBAHKAN UNTUK KEDUA ORANG  
TUA, KAK PIA, BINA, IVA, DAN KELUARGA TAMBANG 2018,  
YANG TIDAK PERNAH BERHENTI MEMBERIKAN  
SEMANGAT, DOA, NASEHAT, DAN SEGALA HAL SELAMA  
INI.

SERTA SEMUA ORANG DAN TEMAN-TEMAN YANG TELAH  
MEMBANTU DALAM PENYUSUNAN SKRIPSI INI DARI AWAL  
HINGGA AKHIR.

## RINGKASAN

PT. Mega Bara Semesta (PT. MBS) merupakan perusahaan jasa penambangan batubara yang berlokasi di Desa Penyandingan, Kecamatan Tanjung Agung, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan Selatan. Sistem penambangan yang digunakan yaitu sistem tambang terbuka dengan metode *open pit coal mining*. PT. MBS memiliki target produksi sebesar 135.000 ton/triwulan batubara dengan nilai *stripping ratio* maksimal 5 : 1. Kualitas batubara pada *pit A* termasuk ke dalam kategori Subbituminus dengan nilai kalori berkisar 4.600 kkal/kg - 4.800 kkal/kg menggunakan basis analisis *Gross Air Reserved* (GAR). Penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu rancangan teknis penambangan batubara pada triwulan pertama tahun 2022 yang meliputi rancangan kemajuan penambangan, rancangan *disposal*.

Metodologi penelitian meliputi studi pustaka untuk mencari referensi pustaka yang mendukung secara langsung dan berkaitan dengan rancangan teknis penambangan. Kemudian melakukan orientasi dan observasi mengenai permasalahan yang ada di lapangan. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini berupa data primer dan sekunder. Data yang telah didapat kemudian dilakukan pengolahan dan dianalisis sehingga menghasilkan suatu kesimpulan berupa rancangan teknis penambangan yang memenuhi target produksi batubara sebesar 135.000 ton/triwulan.

Rancangan kemajuan penambangan dibuat didasarkan pada target produksi yang telah ditentukan sebesar 135.000 ton/triwulan batubara. Hasil *reserve* berdasarkan desain pada bulan januari tahun 2022 didapatkan volume *overburden* sebesar 166.637 BCM, batubara sebesar 45.348 ton dengan SR = 3,67 : 1, pada bulan february tahun 2022 didapatkan volume *overburden* sebesar 167.655 BCM, batubara sebesar 45.017 ton dengan SR = 3,72 : 1, pada bulan maret tahun 2022 didapatkan volume *overburden* sebesar 166.541 BCM, batubara sebesar 45.127 ton dengan SR = 3,69 : 1. Rancangan *disposal* terletak 1893.09 m di sebelah selatan dari *pit*. Total kapasitas *disposal* berdasarkan desain sebesar 475.006 CCM dengan luas 9,72 Ha. Besarnya kapasitas *disposal* lebih besar 2,5% setiap tahunnya terhadap *reserve* berdasarkan desain dengan jenis timbunan yang diterapkan adalah *Terrance Dump*. Jenis timbunan *Terrance Dump* dipilih karena topografi di daerah penelitian tidak begitu curam.

## **SUMMARY**

*PT. Mega Bara Semesta (PT. MBS) is a coal mining service company located in Penyandingan Village, Tanjung Agung District, Muara Enim Regency, South Sumatra Province. The mining system used is an open mining system with an open coal mining method. PT. MBS has a coal production target of 135.000 tons/quarter with a maximum stripping ratio of 5: 1. The quality of coal in pit A is included in the Subbituminous category with a calorific value of around 4.600 kcal/kg – 4.800 kcal/kg using the basis of Gross Air Reserved (GAR) analysis. This study aims to make a technical design for coal mining in the first quarter of 2022 which includes a mining progress design, disposal design.*

*The research methodology includes literature study to find literature references that directly support and relate to mining technical design. Then conduct orientation and observation of the problems that exist in the field. The data needed in this study are primary data and secondary data. The data that has been obtained is then processed and analyzed to produce a conclusion in the form of a mining technical design that meets the coal production target of 135.000 tons/quarter.*

*Mining progress plan is made based on a predetermined production target of 135.000 tons/quarter of coal. The results of the reserve based on the design in January 2022 obtained overburden volume of 166.637 BCM, coal of 45.348 tons with  $SR = 3,67 : 1$ , in February 2022 obtained overburden volume of 167.655 BCM, coal of 45.017 tons with  $SR = 3,72 : 1$ , in March 2022 obtained overburden volume of 166.541 BCM, coal of 45.127 tons with  $SR = 3,69 : 1$ . The disposal design is located 1.893,09 m south of the pit. The total disposal capacity based on the design is 475.006 CCM with an area of 9,72 Ha. The amount of disposal capacity is 2.5% higher per year against the reserve based on the design with the type of embankment applied is the Terrance Dump. The type of Terrance Dump embankment was chosen because the topography in the study area is not too steep.*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusunan Skripsi dengan judul “**Rancangan *Mine Sequence* Pada Penambangan Batubara di PT. Mega Bara Semesta Jobsite PT. Sriwijaya Bara Priharum, Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan**” ini dapat diselesaikan. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.

Penelitian dilaksanakan di PT. Mega Bara Semesta, Kecamatan Tanjung Agung, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan, pada 3 Januari 2022 sampai dengan 22 Februari 2022.

Atas selesainya penyusunan Skripsi ini, diucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Mohamad Irhas Effendi, M. S., Rektor Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Ir. Sutarto Hartosuwarno, M.T., Dekan Fakultas Teknologi Mineral.
3. Bapak Dr. Ir. Eddy Winarno, S.Si. M.T., Ketua Jurusan Teknik
4. Ibu Ir. Wawong Dwi Ratminah, M.T., Koordinator Program Studi Sarjana Teknik Pertambangan sekaligus selaku Dosen Pembimbing II.
5. Bapak Dr. Edy Nursanto, ST., MT. Dosen Pembimbing I.
6. Bapak Kiki Ardian, ST. dan M. Sodikin Utama Aji, ST., selaku pembimbing lapangan PT. Mega Bara Semesta.
7. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini

Harapan penyusun semoga skripsi ini bermanfaat bagi para pembaca dan perkembangan ilmu pengetahuan khususnya di bidang pertambangan.

Yogyakarta, Juli 2022

Penyusun,

(Muhammad Izhar Yusran)

## DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN .....	v
ABSTRACT .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
<b>BAB</b>	
I. PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	1
1.3. Tujuan Penelitian .....	2
1.4. Batasan Masalah .....	2
1.5. Metode Penelitian .....	3
1.6. Manfaat Penelitian .....	5
II. TINJAUAN UMUM .....	6
2.1. Lokasi dan Kesampaian Daerah .....	6
2.2. Iklim dan Curah Hujan .....	9
2.3. Keadaan Geologi Regional .....	10
2.4. Rencana Kegiatan Penambangan .....	15
III. DASAR TEORI .....	19
3.1. Sumberdaya dan Cadangan Batubara .....	19
3.2. Perencanaan Tambang .....	21
3.3. Metode penambangan .....	22
3.4. Perancangan <i>Sequence</i> .....	25
3.5. Parameter Rancangan Penambangan .....	27
3.6. Perancangan Tambang .....	28
3.7. Rancangan Geometri Jalan .....	30
3.8. Rancangan Kebutuhan Peralatan Mekanis .....	37
3.9. Penjadwalan Produksi Batubara .....	43
3.10. Rancangan Penimbunan .....	44



IV.	HASIL PENELITIAN .....	48
	4.1. Keadaan Lokasi Penelitian.....	50
	4.2. Target Produksi Penambangan Batubara .....	50
	4.3. Jenis Alat mekanis Penambangan.....	51
	4.4. Rancangan Teknis Penambangan Batubara .....	52
	4.5. Rancangan Timbunan <i>Overburden (Disposal)</i> .....	56
	4.6. Waktu Kerja.....	57
	4.7. Produktifitas Alat.....	58
	4.8. Kebutuhan Alat Gali – Muat Angkut.....	59
	4.9. Rencana Penjadwalan Produksi .....	59
	4.10. Pengupasan <i>Overburden</i> dan Pembongkaran Batubara.....	59
	4.11. Pemuatan Lapisan <i>Overburden</i> dan Batubara .....	60
	4.12. Pengangkutan Lapisan <i>Overburden</i> dan Batubara.....	60
	4.13. Produksi Batubara dan <i>Overburden</i> per Bulan .....	60
V.	PEMBAHASAN .....	63
	5.1. Rancangan Teknis Penambangan .....	63
	5.2. Rancangan Tempat Penimbunan <i>Overburden (Disposal)</i> .....	67
	5.3. Kebutuhan Alat Gali-Muat dan Alat Angkut.....	68
VI.	KESIMPULAN DAN SARAN .....	70
	6.1. Kesimpulan .....	70
	6.2. Saran .....	70
	DAFTAR PUSTAKA .....	71
	LAMPIRAN.....	73

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1. Tahapan Penelitian .....	5
2.1. Peta Batas Administrasi Wilayah IUP PT. Sriwijaya Bara Priharum	7
2.2. Peta Kesampaian Daerah IUP PT. Sriwijaya Bara Priharum.....	8
2.3. Grafik Curah Hujan Harian Maksimum Rata-Rata Tahun 2012-2021	9
2.4. Grafik Hari Hujan Rata-Rata Tahun 2012-2021 .....	10
2.5. Kolom Stratigrafi Cekungan Sumatera Selatan .....	13
2.6. Elemen-elemen struktur utama cekungan Sumatera Selatan .....	14
2.7. Kegiatan <i>Land Clearing</i> .....	16
2.8. Kegiatan Pengupasan Tanah Pucuk ( <i>Top Soil Removal</i> ) .....	16
2.9. Pengupasan dan Pemuatan <i>Overburden</i> .....	16
2.10. Operasi Pemuatan batubara.....	17
2.11. Operasi Pengangkutan Batubara .....	18
3.1. Hubungan antara Inventori, sumberdaya dan cadangan batubara...	21
3.2. <i>Contour Mining Method</i> .....	23
3.3. Metode <i>area mine</i> .....	23
3.4. Metode <i>strip mine</i> .....	24
3.5. Metode <i>Open Pit Coal Mining</i> .....	25
3.6. Tahapan Bukaan Tambang.....	26
3.7. Perancangan Kemajuan Tambang.....	26
3.8. Perbandingan Lapisan <i>Overburden</i> dan Batubara.....	27
3.9. Dimensi <i>Front</i> Penambangan.....	28
3.10. Bagian-Bagian Jenjang.....	29
3.11. <i>Working Bench</i> dan <i>Safety Bench</i> .....	29
3.12. Jenjang Penangkap.....	30
3.13. Penampang Melintang Rancangan Lebar Jalan Angkut Dua Jalur .	32
3.14. Lebar Jalan Angkut pada Tikungan .....	33

3.15.	Gaya Sentrifugal pada Tikungan.....	34
3.16.	Kemiringan Melintang ( <i>Cross Slope</i> ) Pada Jalan .....	35
3.17.	Kemiringan Jalan Angkut .....	35
3.18.	Radius Putar Truk .....	36
3.19.	<i>Valley Fill</i> atau <i>Crest Dump</i> .....	45
3.20.	<i>Terrace Dump</i> .....	46
3.21.	<i>Hillside Dump</i> .....	47
3.22.	<i>Ramped Dump</i> .....	47
4.1.	Peta Topografi Bulan Desember Tahun 2021 .....	49
4.2.	Geometri Jenjang <i>Single Slope</i> .....	52
4.3.	Geometri Jenjang <i>Overall Slope</i> .....	52
4.4.	Geometri Tanggul Pengamanan.....	55
4.5.	Geometri Jenjang <i>Disposal</i> .....	56
A.1.	Grafik Curah Hujan Harian Maksimum Rata–Rata Tahun 2012 – 2021	76
A.2.	Grafik Hari Hujan Rata-Rata Tahun 2012 – 2021 .....	76
F.1.	Geometri Jalan Angkut .....	84
F.2.	Lebar Jalan Angkut pada Tikungan .....	85
F.3.	Kemiringan Jalan Pada Jalan Lurus .....	89
H.1.	Spesifikasi Alat CAT 340D2L .....	92
H.2.	Spesifikasi Alat CAT 320D2L .....	94
I.1.	Spesifikasi Alat Scania P380 .....	96
Q.1.	Peta Rencana Kemajuan Penambangan Bulan Januari Tahun 2022	118
Q.2.	Peta Rencana Kemajuan Penambangan Bulan Februari Tahun 2022	119
Q.3.	Peta Rencana Kemajuan Penambangan Bulan Maret Tahun 2022	120
R.1.	Sayatan Rancangan Kemajuan Penambangan Bulan Januari 2022	122
R.2.	Sayatan Rancangan Disposal Bulan Januari 2022.....	123
R.3.	Sayatan Rancangan Kemajuan Penambangan Bulan Februari 2022	124
R.4.	Sayatan Rancangan Disposal Bulan Februari.....	125
R.5.	Sayatan Rancangan Kemajuan Penambangan Bulan Maret 2022	126
R.6.	Sayatan Rancangan Disposal Bulan Maret 2022.....	127

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Koordinat IUP PT. Sriwijaya Bara Priharum.....	6
3.1. Jarak Titik Informasi Menurut Kondisi Geologi.....	21
3.2. Angka <i>Superelevasi</i> yang Direkomendasikan.....	34
3.3. Jari-jari Tikungan Minimum.....	36
4.1. Parameter Kualitas Batubara Daerah Penelitian.....	50
4.2. Daftar Alat Mekanis dan <i>Plan PA</i> .....	51
4.3. Rancangan <i>Disposal Area</i> .....	57
4.4. Parameter Kehilangan Waktu Kerja.....	58
4.5. Produktivitas Alat Mekanis.....	58
4.6. Kebutuhan Alat Mekanis untuk Pengupasan Lapisan <i>Overburden</i>	59
4.7. Kebutuhan Alat Mekanis untuk Pengupasan Lapisan Batubara .....	59
4.8. Produksi Batubara dan <i>Overburden</i> Bulan Januari Tahun 2022.....	61
4.9. Produksi Batubara dan <i>Overburden</i> Tahun Bulan Februari 2022...	61
4.10. Produksi Batubara dan <i>Overburden</i> Tahun Bulan Februari 2022...	62
5.1. Penjadwalan Produksi Bulan Januari - Maret.....	65
5.2. Nilai <i>Stripping Ratio</i> Pada <i>Pit A</i> PT. Mega Bara Semesta .....	67
A.1. Data Curah Hujan Tahun 2012 – 2021 .....	75
A.2. Data Hari Hujan Tahun 2012 – 2021 .....	75
B.1. Target Produksi <i>pit A</i> PT. Mega Bara Semesta Triwulan pertama 2022	77
C.1. <i>Effective Working Hours</i> Bulan Januari 2022 .....	78
C.2. <i>Effective Working Hours</i> Bulan Februari 2022 .....	79
C.3. <i>Effective Working Hours</i> Bulan Maret 2022 .....	80
D.1. Geometri Jenjang PT. Mega Bara Semesta.....	81
E.1. Lebar Minimum Front Penambangan.....	83
F.1. Nilai <i>Superelevasi</i> .....	87

G.1.	Peralatan Mekanis PT. Mega Bara Semesta.....	90
J.1.	<i>Cycle Time</i> CAT 340D2L.....	97
J.2.	<i>Cycle Time</i> CAT 330D2L.....	98
K.1.	<i>Cycle Time</i> Scania P380.....	99
K.1.	<i>Cycle Time</i> Scania P380 ( <i>Coal</i> ) .....	100
N.1.	Kebutuhan Alat Mekanis untuk Pengupasan Lapisan Penutup ( <i>Overburden</i> )	112
N.2.	Kebutuhan Alat Mekanis untuk Pengupasan Lapisan Batubara .....	112
O.1.	Faktor Keserasian Untuk pengupasan <i>overburden</i> .....	114
O.2.	Faktor keserasian untuk pengangkutan batubara .....	114

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	Halaman
A. DATA CURAH HUJAN .....	75
B. TARGET PRODUKSI.....	76
C. <i>EFFECTIVE WORKING HOURS</i> .....	77
D. REKOMENDASI GEOTEKNIK.....	81
E. LEBAR MINIMUM <i>FRONT</i> PENAMBANGAN.....	82
F. RANCANGAN GEOMETRI JALAN ANGKUT.....	84
G. DAFTAR ALAT GALI-MUAT DAN ANGKUT .....	90
H. SPESIFIKASI ALAT GALI-MUAT .....	91
I. SPESIFIKASI ALAT ANGKUT .....	95
J. <i>CYCLE TIME</i> ALAT GALI-MUAT.....	97
K. <i>CYCLE TIME</i> ALAT ANGKUT.....	99
L. PRODUKSI ALAT GALI-MUAT .....	101
M. PRODUKSI ALAT ANGKUT .....	103
N. PERHITUNGAN ALAT GALI-MUAT DAN ANGKUT .....	105
O. FAKTOR KESERASIAN.....	113
P. PERHITUNGAN PENGEMBANGAN MATERIAL .....	115
Q. PETA RENCANA KEMAJUAN PENAMBANGAN PER BULAN PT. MEGA BARA SEMESTA.....	117
R. SAYATAN.....	121

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Rancangan teknis penambangan merupakan salah satu bagian penting dalam perencanaan kegiatan penambangan dengan tujuan tercapainya target produksi yang diinginkan dan memberikan gambaran mengenai rencana kemajuan penambangan pada suatu periode waktu. Oleh karena itu perlu dibuat rancangan teknis penambangan dan rancangan *disposal* pada triwulan 1 pada tahun 2022.

Penelitian ini dilaksanakan di PT. Mega Bara Semesta (PT. MBS) yang beroperasi pada *site* wilayah izin usaha pertambangan PT. Sriwijaya Bara Priharum (PT. SBP) di Kecamatan Tanjung Agung, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan, PT. Mega Bara semesta merupakan perusahaan jasa yang bergerak di bidang pertambangan. Sistem penambangan yang digunakan adalah sistem tambang terbuka dengan metode *open pit coal mining*, karena kedudukan endapan Batubara yang relatif datar yaitu pada dip  $27^{\circ} - 32^{\circ}$ .

PT. Mega Bara Semesta akan melakukan rencana kegiatan penambangan pada *pit* A untuk triwulan pertama tahun 2022. Perusahaan perlu membuat rancangan jangka pendek (*Short Term Plan*) yang mengacu pada target produksi penambangan batubara sebesar 42.000 ton/bulan. Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian ini perlu membuat rancangan teknis penambangan untuk memenuhi target produksi tersebut. Hasil penelitian diharapkan dapat menghasilkan suatu rancangan teknis penambangan, rancangan *disposal* setiap kemajuan penambangan, serta menentukan kebutuhan jumlah unit alat gali-muat dan alat angkut yang sesuai dengan kondisi aktual pada perusahaan.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Pembuatan rancangan teknis penambangan dilakukan agar pelaksanaan kegiatan penambangan dapat berjalan efektif dan efisien, sehingga diperlukan sebuah desain *pit* yang akan digunakan sebagai pedoman kegiatan operasi penambangan dalam suatu periode waktu tertentu yang sesuai dengan target

produksi yang telah ditetapkan. Berdasarkan pengamatan di lapangan perusahaan hanya memiliki rancangan sekuen penambangan sehingga terdapat beberapa masalah antara lain:

1. Belum adanya rancangan teknis kemajuan penambangan perbulan dalam triwulan pertama tahun 2022 sehingga perusahaan tidak mempunyai pedoman untuk melakukan kegiatan penambangan setiap bulan nya pada triwulan pertama tahun 2022.
2. Belum adanya rancangan *disposal* untuk menangani lapisan *overburden* yang dibongkar setiap bulan nya pada triwulan pertama tahun 2022.
3. Belum adanya perhitungan kebutuhan alat gali-muat dan alat angkut pada triwulan pertama tahun 2022.

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini meliputi:

1. Membuat rancangan kemajuan penambangan perbulan pada triwulan pertama tahun 2022 dengan target produksi batubara sebesar 42.000 ton/bulan dan batasan maksimal *stripping ratio* (SR) sebesar 5 : 1.
2. Membuat rancangan *disposal* perbulan pada triwulan pertama tahun 2022.
3. Menghitung kebutuhan alat gali-muat batubara dan *overburden* pada penambangan triwulan pertama tahun 2022.

### **1.4. Batasan Masalah**

Penelitian ini hanya akan membahas masalah teknis dalam rancangan kemajuan penambangan dengan Batasan sebagai berikut:

1. Pembuatan desain rancangan *mine sequence* didasarkan pada target produksi penambangan batubara dan tanah penutup (*Overburden*) yang sudah ditetapkan perusahaan yaitu sebesar 42.000 ton/bulan untuk batubara dengan nilai maksimal *stripping ratio* 5 : 1.
2. Rancangan pembuatan *mine sequence* ini menggunakan *software Minescape 5.7*.
3. Geometri jenjang didasarkan pada rekomendasi dari tim geoteknik perusahaan yaitu dengan tinggi jenjang sepanjang 10 (Sepuluh) meter, lebar jenjang 8 (delapan) meter, dan *single slope* sebesar  $55^0$  untuk area penambangan dan



tinggi jenjang 5 (lima) meter, lebar jenjang 5 (lima) meter dan *angle of repose* sebesar  $37^{\circ}$  untuk area *disposal* sesuai dengan rekomendasi pada KEPMEN 1827 K/30/MEM/2018.

4. Topografi yang digunakan adalah topografi terbaru area *pit* bulan Desember 2021.
5. Penanganan masalah air tambang dan rancangan penyaliran tidak dibahas pada penelitian ini.
6. Analisis yang dilakukan tidak mempertimbangkan segi ekonomi dan dampak lingkungan.
7. Rancangan penambangan dan area *disposal* dibuat per bulan.
8. Jenis alat muat dan alat angkut menggunakan alat mekanis yang tersedia pada PT. Mega Bara Semesta yaitu *Excavator CAT 340D2L* dan *Dumptruck Scania P380* untuk batubara dan *overburden*.

### **1.5 Metode Penelitian**

Metode penelitian yang dilakukan adalah: studi literatur, orientasi lapangan, observasi lapangan, pengambilan data, pengolahan dan analisis data. Pada penelitian ini dibuat diagram alir dan urutan pekerjaan sebagai arah dari penelitian sehingga penelitian ini dapat dikerjakan secara sistematis dan terarah.

#### **1. Studi Literatur**

Studi literatur dilakukan pada tahap awal dengan mencari berbagai macam referensi pustaka yang mendukung secara langsung dan berkaitan dengan rancangan teknis penambangan batubara baik itu buku, jurnal maupun karya tulis ilmiah.

#### **2. Orientasi Lapangan**

Orientasi lapangan dilakukan guna melakukan pengamatan secara langsung kondisi lapangan dan kegiatan yang terkait dengan pelaksanaan penelitian secara keseluruhan dan menentukan lokasi penelitian yaitu *pit* PT. Mega Bara Semesta.

#### **3. Observasi Lapangan**

Melakukan observasi lapangan dengan melakukan pengamatan secara langsung terhadap rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian, yaitu pengamatan

topografi daerah penelitian, kondisi singkapan batubara dan alat mekanis yang digunakan.

#### 4. Pengambilan Data

Data yang diambil pada penelitian ini digolongkan menjadi 2 jenis, yaitu:

##### a. Data Primer

Pengambilan data primer yaitu *cycle time* peralatan mekanis meliputi alat gali-muat maupun alat angkut berdasarkan dari hasil pengambilan data secara langsung.

##### b. Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder yang diperoleh meliputi peta topografi, luas IUP, data target produksi penambangan batubara, data curah hujan, data rekomendasi geoteknik, spesifikasi peralatan mekanis, data *effective work hours* PT. MBS, literatur dan jurnal.

#### 5. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggabungkan data sekunder dan data primer untuk mendapatkan hasil sesuai tujuan penelitian yang telah ditetapkan.

Pengolahan data dilakukan dengan cara :

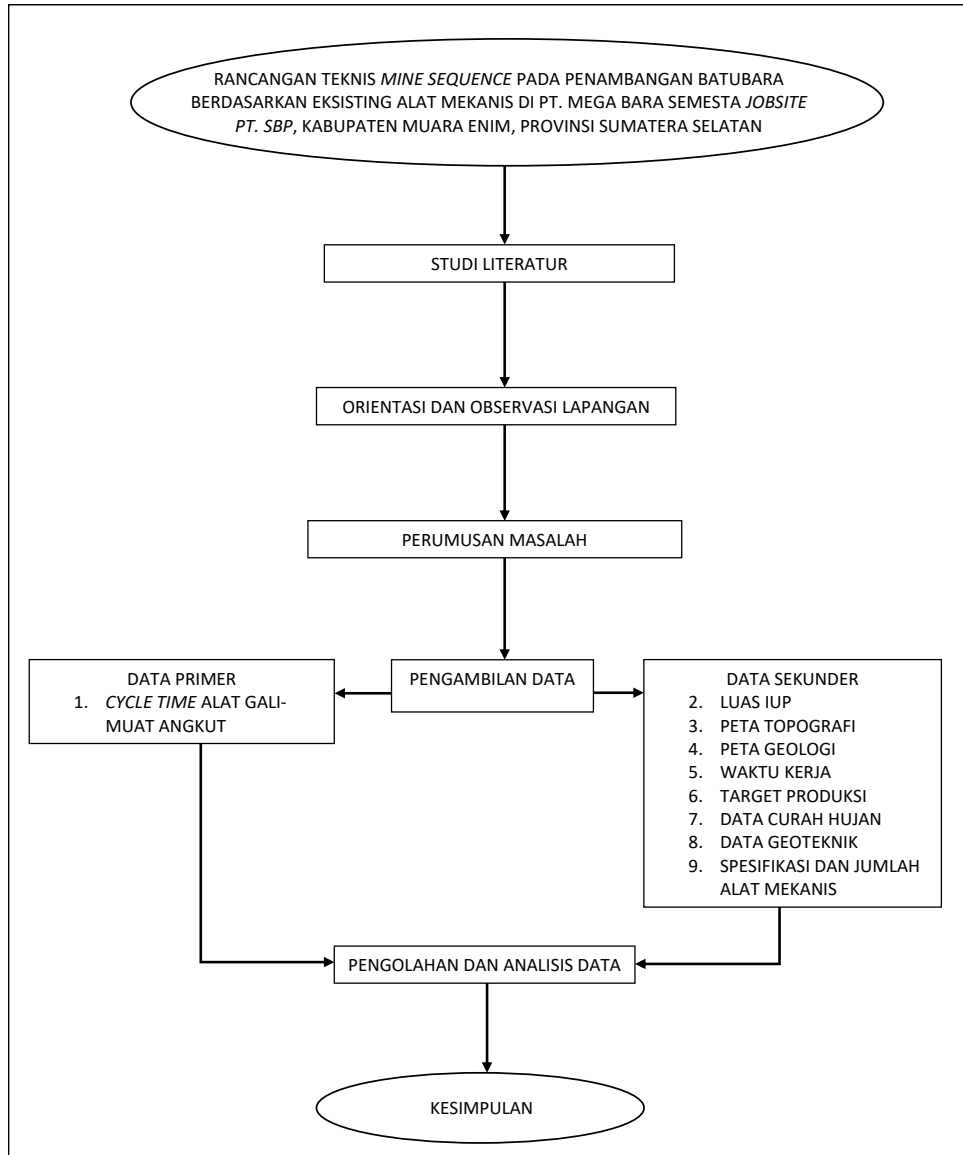
- a. Membuat rancangan teknis kemajuan penambangan di *pit A* pada bulan januari hingga bulan maret tahun 2022 sesuai dengan target produksi dan nilai *stripping ratio* yang sudah ditentukan.
- b. Membuat rancangan *disposal* lapisan *overburden*.
- c. Menghitung kebutuhan alat gali-muat dan alat angkut per bulan, sesuai dengan target produksi penambangan, rancangan *front* kerja alat serta rancangan jalan angkut.
- d. Hasil pengolahan data berupa peta, tabel dan gambar.

#### 6. Analisis Data

Membuat rancangan kemajuan penambangan triwulan pertama tahun 2022 serta perhitungan menggunakan *software Minescape 5.7* dan *Microsoft excel* untuk memperoleh nilai volume dan perkiraan waktu yang tepat untuk penambangan dalam jangka waktu tertentu yang hasilnya berupa peta, desain tambang pada penyelesaian dalam suatu operasi tertentu.

#### 7. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran dapat digunakan oleh PT. Mega Bara Semesta sebagai acuan atau bahan evaluasi dalam penambangan batubara. Untuk memperjelas penelitian ini, disajikan pola pikir penelitian dan dapat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1.  
Tahapan Penelitian

### 1.6 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini dapat digunakan sebagai rekomendasi dalam perancangan *mine sequence* dan *disposal* sehingga dapat menjadi pedoman perusahaan dalam melaksanakan operasi penambangan batubara di PT. Mega Bara Semesta *jobsite* PT. SBP pada triwulan pertama tahun 2022 yang dibagi setiap bulannya berdasarkan target produksi yang telah ditetapkan oleh perusahaan hingga menentukan jumlah kebutuhan alat mekanis yang akan digunakan.

## **BAB II**

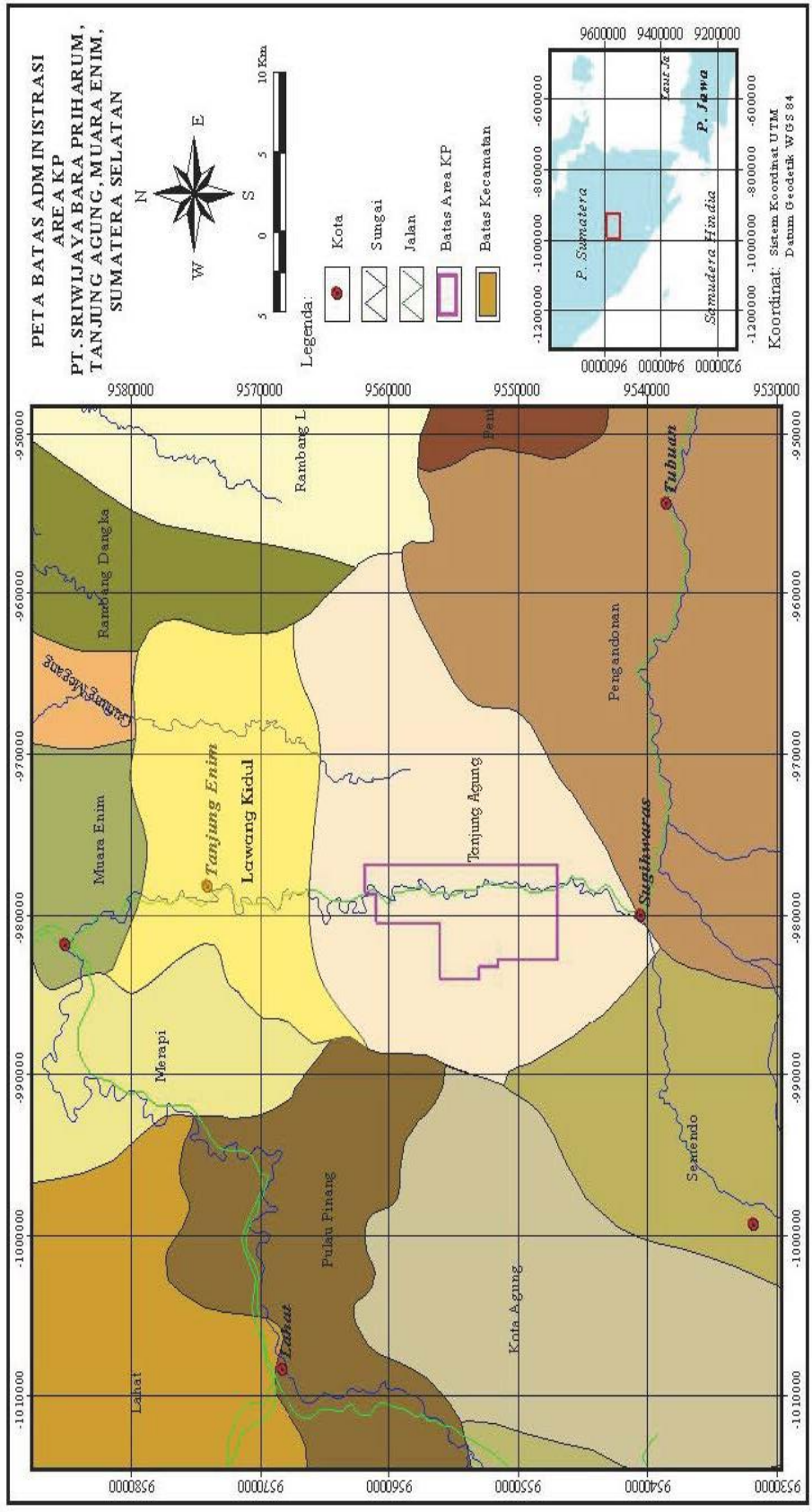
### **TINJAUAN UMUM**

#### **2.1. Lokasi dan Kesampaian Daerah**

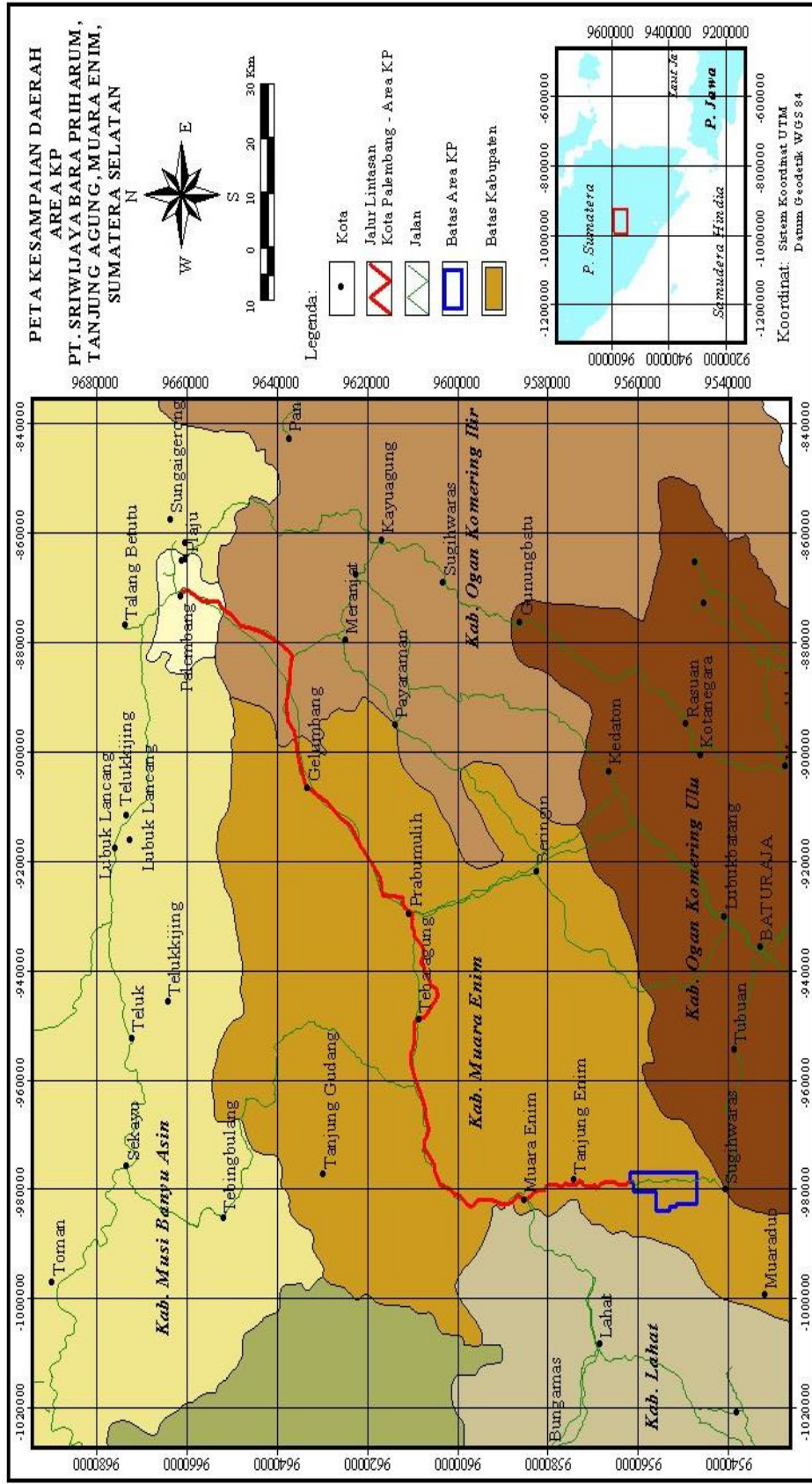
PT. Mega Bara Semesta (PT. MBS) merupakan kontraktor dari PT. Sriwijaya Bara Priharum (PT. SBP) yang sedang melaksanakan kegiatan penambangan batubara dengan Izin Usaha Penambangan (IUP) seluas 7.447 Ha yang secara administratif termasuk ke dalam wilayah Kecamatan Tanjung Agung, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Sedangkan secara geografis IUP PT. SBP tersebut berada di 12 Desa, yaitu : Desa Penyandingan di bagian paling Utara, Desa Seleman, Desa Tanjung Karang, Desa Tanjung Agung, Desa Muara Emil, Desa Pagar Dewa, Desa Matas, Desa Lesung Batu, Desa Tanjung Bulan, Desa Embawang, Desa Paduraksa, dan Desa Pandan Enim pada bagian paling Selatan, dibatasi oleh kordinat-kordinat yang tertera pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1  
Koordinat IUP PT. Sriwijaya Bara Priharum

<b>No.</b>	<b>Koordinat UTM Zona 48s</b>	
	<b>X</b>	<b>Y</b>
1	361494	9567791
2	364918	9567796
3	364911	9572513
4	366762	9572516
5	366761	9573362
6	368445	9573366
7	368465	9558914
8	362587	9558905
9	362580	9563419
10	362179	9563419
11	362177	9564832
12	361498	9564831



Gambar 2.1  
Peta Batas Administrasi Wilayah IUP PT. Sriwijaya Bara Priharum



Gambar 2.2  
Peta Batas Kesampaian Daerah IUP PT. Sriwijaya Bara Priharum

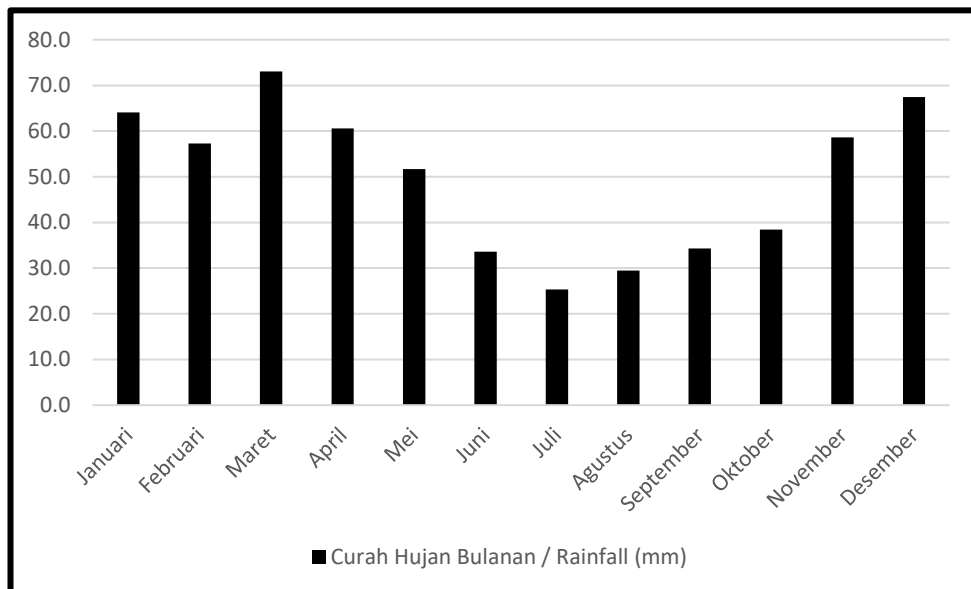
Untuk mencapai lokasi penambangan PT. Mega Bara Semesta dapat ditempuh melalui :

1. Dari Bandara Internasional Yogyakarta menggunakan pesawat dengan waktu tempuh  $\pm$  1 jam 30 menit.
2. Dengan jalur darat dari Bandara Sultan Mahmud Badaruddin menggunakan mobil dengan jarak 209 Km dan waktu tempuh  $\pm$  5 jam perjalanan.
3. Dilanjutkan dari Jl. Lintas Baturaja menuju lokasi penambangan dengan jarak 2 Km dan waktu tempuh  $\pm$  7 menit.

Waktu tempuh perjalanan darat bisa berbeda – beda mengingat kondisi jalan menuju lokasi penambangan terutama di Desa Batalang cenderung rusak dan berdebu.

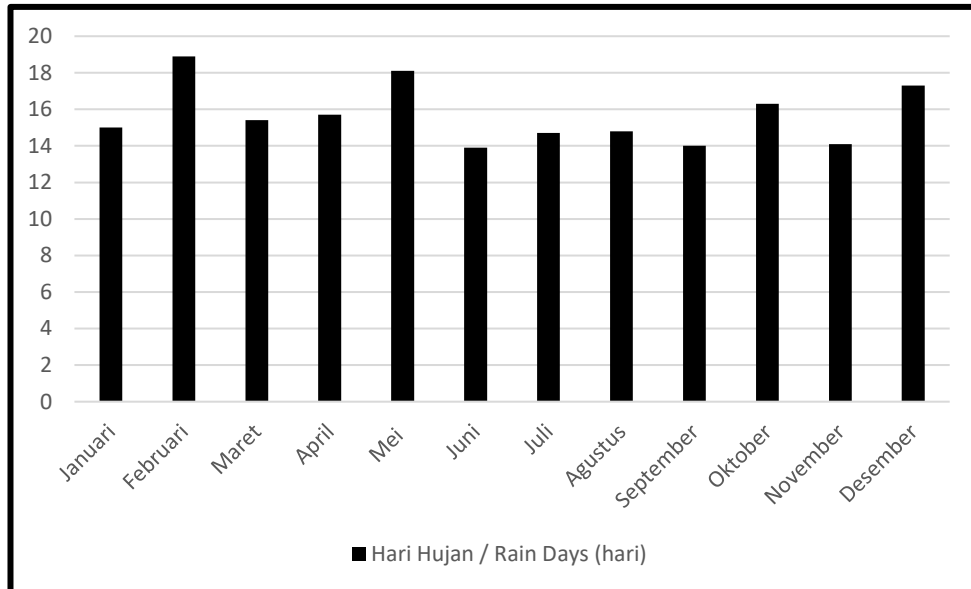
## 2.2. Iklim dan Curah hujan

Iklim curah hujan di daerah Tanjung Lalang, Kecamatan Tanjung Agung, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan memiliki intensitas curah hujan sebesar 18,75 mm/jam dengan rata-rata durasi jam atau lamanya hujan selama 2,65 jam. Intensitas curah hujan diperoleh dari analisa intensitas curah hujan dan jam hujan selama 10 tahun di wilayah Desa Penyandingan, Kecamatan Tanjung Agung. Keadaan hujan termasuk dalam hujan lebat. Adapun grafik curah hujan selama 10 tahun dari tahun 2012 – 2021 sebagai berikut :



Sumber : Engineering Department PT. Mega Bara Semesta

Gambar 2.3  
Grafik Curah Hujan Harian Maksimum Rata – Rata Tahun 2012 – 2021



Sumber : Engineering Department PT. Mega Bara Semesta

Gambar 2.4  
Grafik Hari Hujan Rata – Rata Tahun 2012 – 2021

### 2.3. Keadaan Geologi Regional

#### 2.3.1 Fisiografi

Secara fisiografi pulau Sumatera terletak di bagian barat paparan sunda dan di selatan lempeng Eurasia. Pulau Sumatera merupakan pulau yang memiliki arah tegasan barat laut. Daerah penelitian berada di cekungan Sumatera Selatan (Gambar II.1). Pergerakan lempeng Samudra Hindia menyebabkan terbentuknya cekungan Sumatera Selatan (Darman, 2000 dalam Asep B. Purnama, 2018). Interaksi Kedua lempeng menyebabkan deformasi yang sangat kuat pada kompleks batuan yang memiliki umur Mesozoikum dan Paleozoikum yang berada pada sisi barat Sumatera tepatnya di sepanjang bukit barisan. Pada bagian timur pegunungan tersebut, pada sisi barat Paparan Sunda, banyak terdapat cekungan Tersier yang berkembang, dan salah satunya adalah Cekungan Sumatera Selatan.

#### 2.3.2 Stratigrafi

Cekungan Sumatra Selatan merupakan cekungan busur belakang (BackArc Basin) yang terbentuk akibat interaksi antara lempeng Hindia- Australia dengan lempeng mikro sunda.

Cekungan ini dibagi menjadi 4 (empat) sub cekungan yaitu:

- Sub Cekungan Jambi



- Sub Cekungan Palembang Utara
- Sub Cekungan Palembang Selatan
- Sub Cekungan Palembang Tengah

Stratigrafi daerah cekungan Sumatra Selatan secara umum dapat dikenal satu megacycle (daur besar) yang terdiri dari suatu transgresi dan diikuti regresi.

#### 1. Kelompok Pra-tercier

Formasi ini merupakan batuan dasar (basement rock) dari Cekungan Sumatra Selatan. Tersusun atas batuan beku Mesozoikum, batuan metamorf Paleozoikum Mesozoikum, dan batuan karbonat yang termetamorfosa. Hasil dating di beberapa tempat menunjukkan bahwa beberapa batuan berumur Kapur Akhir sampai Eosen Awal. Batua metamorf Paleozoikum-Mesozoikum.

#### 2. Formasi Lahat

Formasi Lahat merupakan suatu rangkaian breksi vulkanik tebal, tuf, endapan lahar dan aliran lava, serta dicirikan dengan kehadiran sisipan lapisan batupasir kuarsa. Anggota Formasi Lahat dari tua ke muda adalah Kikim Bawah, anggota batupasir kuarsa, Kikim Atas. Formasi Lahat diendapkan pada lingkungan danau, serta berumur Eosen –Oligosen Awal. Ketebalan formasi ini 200-700 m.

#### 3. Formasi Talang Akar

Setelah pengendapan Formasi Lahat, terjadi proses erosi secara regional. Bukti erosi ini diperlihatkan oleh Formasi Talang Akar yang terendapkan tidak selaras diatas Formasi Lahat. Setelah masa hiatus umur Oligosen Tengah, kemudian diendapkan sedimen pada topografi yang rendah pada Oligosen Akhir. Variasi lingkungan pengendapannya berkisar dari lingkungan sungai teranyam dan sungai bermeander yang berangsur berubah menjadi lingkungan delta front dan lingkungan prodelta. Formasi Talang Akar berakhir pada masa transgresi maksimum dengan munculnya endapan laut pada cekungan selama Miosen Awal. Formasi ini memiliki ketebalan  $\pm 460-610$  m.

#### 4. Formasi Baturaja

Anggota ini dikenal dengan Formasi Baturaja. Lingkungan pengendapannya shallow marine, di atas dan di sekitar platform dan tinggian. Kontak pada bagian bawah dengan Formasi Talang Akar atau dengan batuan Pra Tersier. Komposisi dari Formasi Baturaja ini terdiri dari Batugamping Bank (Bank Limestone) atau

platform dan reefal. Ketebalan bagian bawah dari formasi ini bervariasi, namun rata-rata 200-250 feet (sekitar 60-75 m). Singkapan dari Formasi Baturaja di Pegunungan Garba tebalnya sekitar 1700 feet (sekitar 520 m). Formasi ini sangat fossiliferous dan dari analisis umur anggota ini berumur Miosen. Fauna yang ada pada Formasi Baturaja umurnya N6-N7.

#### 5. Formasi Gumai

Formasi ini diendapkan setelah Formasi Baturaja dan merupakan hasil pengendapan sedimen-sedimen yang terjadi pada waktu genang laut mencapai puncaknya. Hubungannya dengan Formasi Baturaja pada tepi cekungan atau daerah dalam cekungan yang dangkal adalah selaras, tetapi pada beberapa tempat di pusat-pusat cekungan atau padabagian cekungan yang dalam terkadang menjari dengan Formasi Baturaja (Pulonggono, 1986). Menurut Spruyt (1956) Formasi ini terdiri atas napal tufaan berwarna kelabu cerah sampai kelabu gelap. Kadang-kadang terdapat lapisan-lapisan batupasir glaukonit yang keras, tuff, breksi tuff, lempung serpih dan lapisan tipis batugamping. Endapan sediment pada formasi ini banyak mengandung *Globigerina* spp, dan napal yang mengeras. Westerfeld (1941) menyebutkan bahwa lapisan-lapisan Telisa adalah seri monoton dari serpih dan napal yang mengandung *Globigerina* sp dengan selingan tufa juga lapisan pasir glaukonit. Umur dari formasi ini adalah Awal Miosen Tengah (Tf2) (Van Bemmelen, 1949) sedangkan menurut Pulonggono (1986) berumur Miosen Awal hingga Miosen Tengah (N9 –N12). Lingkungan pengendapan formasi ini adalah shallow –deep marine dengan tebal 200-500 m.

#### 6. Formasi Air Benakat

Formasi Air Benakat diendapkan secara selaras di atas Formasi Gumai, dan merupakan awal fase regresi. Didominasi oleh shale sisipan batulanau, batupasir dan batugamping. Ketebalannya antara 100 –1000 meter. Berumur Miosen Tengah sampai Miosen Akhir, dan diendapkan di lingkungan laut dangkal.

#### 7. Formasi Muara Enim

Batuan penyusun yang ada pada formasi ini berupa batupasir, batulempung, dan lapisan batubara. Batas bawah dari Formasi Middle Palembang di bagian selatan cekungan berupa lapisan batubara yang biasanya digunakan sebagai marker. Jumlah serta ketebalan lapisan-lapisan batubara menurun dari selatan ke utara pada

cekungan ini. Ketebalan formasi berkisar antara 1500 –2500 kaki (sekitar 450-750 m). De Coster (1974) menafsirkan formasi ini berumur Miosen Akhir sampai Pliosen, berdasarkan kedudukan stratigrafinya. Formasi ini diendapkan pada lingkungan laut dangkal sampai brackist (pada bagian dasar), delta plain dan lingkungan non marine. Ketebalan formasi ini adalah 250-800 m.

### 8. Formasi Kasai

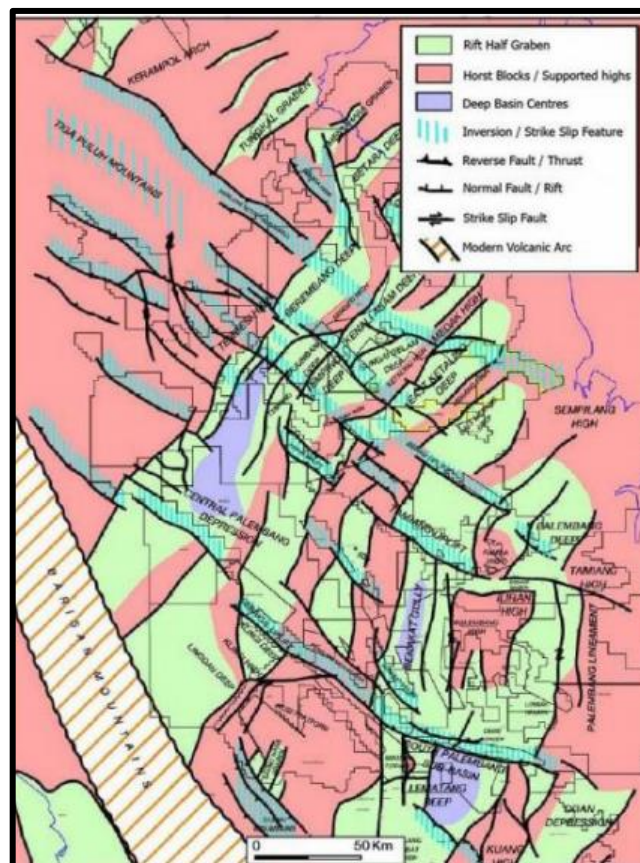
Litologi Formasi Kasai berupa pumice tuff, batupasir tufaan dan batulempung tufaan. Fasies pengendapannya fluvial dan alluvial fan dengan sedikit ashfall (jatuhan erupsi vulkanik, non-andestik). Pada Formasi Kasai hanya ditemukan sedikit fosil, berupa moluska air tawar dan fragmen tumbuhan. Umur Formasi Kasai adalah Pliosen Akhir – Plistosen. Lingkungan pengendapan formasi ini fluvial dengan ketebalan >200 m.

AGE	FORMATION	LITHOLOGY	THICKNESS ( M )	DESCRIPTION	ENVIRONMENT		
					TERRI-TRIAL	LITTO-MAR	NERETIC
PLEISTOCEN		V V V V					
PLIOCENE	KASAI (KAF)	V V V V	200	Tuff, tuffaceous sandstone and clay			
	MUARAENIM (MEF)		250 - 800	Claystone. intercalation with sandstone coal and siltstone			
MIOCENE	UPPER	AIRBENAKAT (ABF)	300 - 600	Claystone intercalation with sandstone and siltstone			
		GUMAI (GUF)	150 - 1500	Claystone intercalation with sandstone and siltstone			
	LOWER	BATURAJA	50 - 200	Limestone			
		TALANGAKAR (TAF)	TRM	100-300	Interbedded sandstone and shale		
OLIOGOCENE	GRM	300 - 500	Coarse to very coarse sandstone intercalation with shale and coal				
	LAHAT (LAF)		200 - 760	Tuffaceous , shale, siltstone Tuff , sandstone, agglomerate , breccia			
PRE TERTIARY	BASEMENT (BSM)			Granite , quartzite , phyllite , slate			

Gambar 2.5 Kolom Stratigrafi Cekungan Sumatera Selatan (Sarjono et al,1989)

### 2.3.2 Strukur Geologi

Cekungan Sumatera Selatan biasanya akan membentuk pola-pola sesar normal (fase ekstensional), sesar naik dan sesar geser (fase *uplift*). Cekungan Sumatera Selatan terbentuk pada suatu sistem reaksi gerak sesar geser makro (*strike slip fault*). Pembentukan cekungan dapat dipengaruhi oleh konstruksi dari basement dan terdapat perubahan pada daerah subduksi secara spasial maupun temporal. Tipe cekungan Sumatera Selatan merupakan tipe tersier, sehingga cekungan ini dipengaruhi oleh batuan dasar pra-tersier (Pulunggono dan Cameron, 1984). Cekungan Sumatera Selatan memiliki basement yang berumur pra-tersier yang merupakan bagian dari beberapa micro-plate kontinen dan samudra. Berlangsung perkembangan struktur yang merupakan hasil interaksi dari tiga arah struktur utama pada tersier (Gambar 2.6) yaitu, berarah timurlaut-baratdaya atau disebut Pola Jambi, berarah baratlaut-tenggara atau disebut Pola Sumatera, dan berarah utara-selatan atau disebut Pola Sunda. (Suta dan Xiaoguang (2005; dalam Satya, 2010).



Gambar 2.6  
Elemen-elemen struktur utama cekungan Sumatera Selatan  
(Ginger dan Fielding, 2005, dalam Ariyanto, 2011)

## 2.4. Rencana Kegiatan Penambangan

Berdasarkan bentuk dan karakteristik endapan batubara serta lapisan lapisan batuan penutupnya, sistem penambangan yang diterapkan adalah sistem tambang terbuka (*open pit*) dengan metode *open pic coal mining*. Peralatan yang digunakan adalah *excavator* CAT 340D2L dan CAT330D2l dengan *dumptruck* Scania P380 dibantu dengan *bulldozer* sebagai alat *support* pada operasi penambangan. Operasi penambangan diawali dengan kegiatan pembersihan lahan (*land clearing*). Setelah itu dilanjutkan dengan pengupasan lapisan tanah pucuk (*top soil removal*), dan pengupasan lapisan tanah penutup (*overburden removal*). Kemudian dilanjutkan dengan kegiatan penggalian, pemuatan, dan pengangkutan batubara.

### 2.4.1. Tahapan Kegiatan Penambangan

Pada tahapan menambang lapisan batubara dari singkapan sampai dengan kedalaman tertentu sepanjang daerah tambang dengan *Stripping Ratio* (SR) yaitu 5 : 1. Ada beberapa tahapan kegiatan penambangan pada PT. Mega Bara Semesta adalah sebagai berikut:

#### 1. Pembersihan Lahan (*Land Clearing*)

Pembersihan lahan (*land clearing*) adalah kegiatan yang dilakukan untuk membersihkan front kerja dari vegetasi pepohonan dan tumbuhan lain yang dapat mengganggu kegiatan *land clearing* (lihat Gambar 2.7). Kegiatan untuk membersihkan front kerja dari tumbuhan dan pepohonan pada PT. MBS menggunakan alat mekanis seperti Komatsu D85ESS dan *Excavator* CAT 330D2L.



Gambar 2.7  
Kegiatan *Land Clearing*

## 2. Pengupasan Tanah Pucuk (*Top Soil Removal*)

Pengupasan tanah pucuk dilakukan dengan *Excavator Caterpillar PC 330D2L* kemudian diangkut dengan menggunakan *Dump Truck Scania P380* ke *disposal area*. Tanah pucuk yang telah dibawa ke *disposal area* kemudian disimpan untuk digunakan kembali pada saat reklamasi. Kegiatan pengupasan tanah pucuk dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8  
Kegiatan Pengupasan Tanah Pucuk (*Top Soil Removal*)

## 3. Pengupasan, pemuatan dan pengangkutan *Overburden*

Setelah terkupasnya tanah bagian atas (*top soil*) selanjutnya adalah pengupasan *overburden*. *Overburden* adalah tanah atau batuan yang menutupi komoditas tambang. Kegiatan pemberaian material *overburden* dilokasi penambangan PT. Mega Bara Semesta dilakukan dengan cara penggalian karena masih lunak sehingga tidak diperlukan peledakan. Pengupasan *overburden* dengan menggunakan *excavator CAT 340D2L* (lihat Gambar 2.9). *Overburden* diangkut menggunakan *dump truck SCANIA P380* menuju *disposal area* untuk ditimbun.



Gambar 2.9  
Pengupasan dan Pemuatan *Overburden*

#### 2.4.2. Kegiatan Penggalian, Pemuatan, dan Pengangkutan Batubara

Pembongkaran untuk batubara (*coal getting*) di PT. Mega Bara Semesta *jobsite* PT. SBP ini akan dilakukan setelah pengupasan material tanah bagian atas atau *overburden*. Kemudian untuk rencana penggalian batubara akan dilakukan secara pengambilan per-blok ( $\pm$  sekitar 25 meter) dengan mengikuti arah kemajuan *overburden* sesuai rancangan. Setelah itu operasi kegiatan penggalian dan pemuatan material batubara di PT. Mega Bara Semesta dilakukan menggunakan alat *excavator* CAT 330D2L dan untuk pengangkutan menggunakan alat angkut Dump Truck SCANIA P380 dengan kapasitas bak 32 ton, kegiatan pemuatan batubara yang dilakukan di PT. Mega Bara Semesta dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10  
Operasi Pemuatan Batubara

Setelah dilakukan pembongkaran untuk batubara dari *front* penambangan dengan menggunakan alat gali-muat *excavator* CAT330D2L dan di muat pada DT Scania 380, yang kemudian diangkut langsung menuju *stockpile* di sisi selatan *pit* dengan jarak  $\pm 1.893,09$  meter menggunakan *dumpttruck* DT Scania P380 dengan kapasitas 32 ton. Selain itu di PT. Mega Mara semesta *jobsite* PT.SBP ini dibutuhkan juga alat pendukung (*support*) di bagian *front* penambangan dan di area disposal untuk merapikan dan membentuk area *disposal* sesuai dengan yang direncanakan, untuk operasi pengangkutan batubara menggunakan Dump Truck SCANIA P380 dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11  
Operasi Pengangkutan Batubara



## **BAB III**

### **DASAR TEORI**

#### **3.1. Sumberdaya dan Cadangan Batubara**

##### **3.1.1. Sumberdaya Batubara (*Coal Resource*)**

Menurut Standard Nasional Indonesia (SNI 5015:2019) Sumberdaya Batubara (*Coal Resource*) adalah bagian dari batubara dalam bentuk dan kuantitas tertentu serta mempunyai prospek beralasan yang memungkinkan untuk ditambang secara ekonomis. Lokasi, kualitas, kuantitas karakteristik geologi dan kemenerusan dari lapisan batubara yang telah diketahui, diperkirakan atau diinterpretasikan dari bukti geologi tertentu. Sumberdaya dibagi sesuai dengan tingkat kepercayaan geologi ke dalam kategori tereka, tertunjuk, dan terukur.

##### **1. Sumberdaya Batubara Tereka (*inferred coal resource*)**

Sumberdaya batubara tereka adalah salah satu bagian dari estimasi sumberdaya batubara total yang dimana kualitas dan kuantitasnya hanya dapat diperkirakan dengan tingkat kepercayaan yang cenderung rendah. Titik pengamatan yang mungkin didukung oleh data pendukung tidak cukup untuk membuktikan kemenerusan lapisan batubara dan/atau kualitasnya. Estimasi dari kategori dengan kepercayaan ini dapat berubah secara berarti dengan eksplorasi lanjut.

##### **2. Sumberdaya Batubara Tertunjuk (*indicated coal resource*)**

Sumberdaya batubara tertunjuk adalah bagian dari estimasi sumberdaya batubara total yang kualitas dan kuantitasnya dapat diperkirakan dengan tingkat kepercayaan yang beralasan, didasarkan pada informasi yang didapatkan.

##### **3. Sumberdaya Batubara Terukur (*measured coal resource*)**

Sumberdaya terukur adalah bagian dari estimasi sumberdaya total yang kualitas dan kuantitasnya dapat diperkirakan dengan tingkat kepercayaan tinggi, didasarkan pada informasi yang ada dari titik pengamatan yang diperkuat dengan data pendukung. Pengamatan jaraknya cukup berdekatan untuk membuktikan kemenerusan lapisan batubara dan/atau kualitasnya.

### 3.1.2. Cadangan Batubara (*Coal Reserve*)

Klasifikasi cadangan batubara yaitu merupakan pengelompokan cadangan batubara berdasarkan pada tingkat keyakinan geologi dan faktor pengubah. Pengklasifikasian cadangan batubara menurut SNI 5015:2019 revisi dari SNI 5015:2011 ialah sebagai berikut :

#### 1. Cadangan Batubara Terkira (*probable coal reserve*)

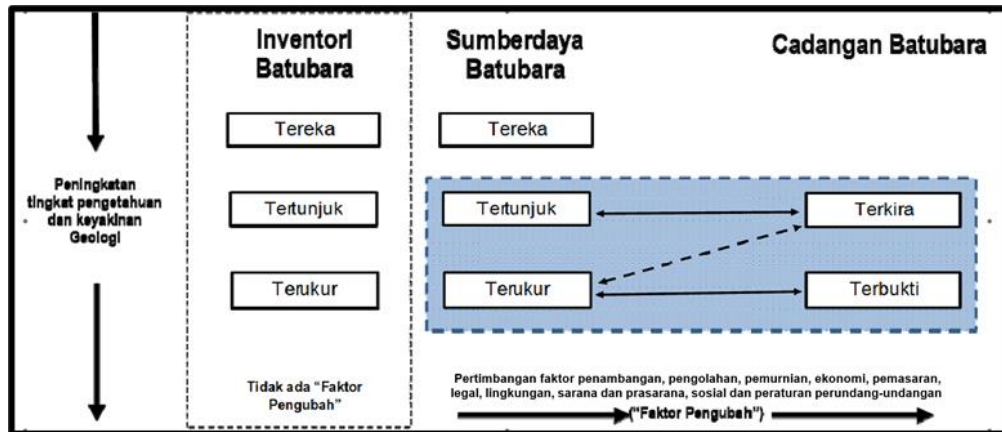
Cadangan batubara terkira adalah merupakan bagian dari sumber daya batubara tertunjuk yang dapat diambil/ditambang secara ekonomis setelah semua faktor pengubah yang relevan telah dipertimbangkan. Cadangan batubara terkira juga bisa diartikan sebagai bagian dari sumber daya batubara terukur yang dapat diambil/ditambang secara ekonomis, namun hasil penilaian faktor yang menjadi pengubah menunjukkan bahwa terdapat ketidakpastian pada salah satu atau lebih dari faktor pengubah tersebut.

#### 2. Cadangan Batubara Terbukti (*proven coal reserve*)

Cadangan batubara terbukti adalah merupakan bagian sumberdaya batubara terukur yang dapat diambil/ditambang secara ekonomis, setelah dipastikan bahwa tidak terdapat keraguan terhadap faktor pengubah terkait yang dipertimbangkan.

Pada Gambar 3.1 dibawah memperlihatkan *framework* untuk mengklasifikasikan gambaran penjelasan estimasi sumberdaya batubara yang mencerminkan tingkatan keyakinan geologi ataupun batubara yang berbeda dan estimasi cadangan dengan mempertimbangkan faktor-faktor yang dapat menentukan tingkat keyakinannya. Sumberdaya terukur dapat di tingkatkan menjadi cadangan terbukti apabila ada faktor-faktor penentu telah diselesaikan atau menjadi cadangan terkira apabila ada satu atau lebih faktor-faktor penentu yang belum diselesaikan.

Persyaratan yang memiliki keterkaitan hubungan dengan aspek ekonomi adalah Batubara dengan jenis batubara energi rendah (*low rank coal*), batubara yang memiliki energi rendah menunjukkan bahwa batubara memiliki kandungan panas yang relative lebih rendah dibandingkan dengan batubara jenis batubara energi tinggi (*high rank coal*). Persyaratan jarak titik informasi menurut kondisi geologi dan kelas sumberdayanya diperlihatkan pada tabel 3.1



Gambar 3.1  
 Hubungan antara inventori, sumberdaya, dan cadangan batubara  
 (SNI 5051:2019)

Tabel 3.1  
 Jarak Titik Informasi Menurut Kondisi Geologi (SNI 5051:2019)

Kondisi geologi	Kriteria	Sumberdaya		
		Tereka	Tertunjuk	Terukur
Sederhana	Jarak titik pengamatan (m)	$1.000 < x \leq 1.500$	$500 < x \leq 1.000$	$x \leq 500$
Moderat	Jarak titik pengamatan (m)	$500 < x \leq 1.000$	$250 < x \leq 500$	$x \leq 250$
Kompleks	Jarak titik pengamatan (m)	$250 < x \leq 500$	$100 < x \leq 250$	$x \leq 100$

### 3.2. Perencanaan Tambang

Perencanaan tambang merupakan suatu tahap penting dalam rencana operasi penambangan. Perencanaan tambang yang *modern* memerlukan pemodelan komputer dari sumberdaya yang akan ditambang. Aspek penting dalam pekerjaan perencanaan tambang yaitu penentuan batas akhir penambangan, dan penjadwalan produksi. Pada penelitian ini difokuskan pada penjadwalan produksi untuk memenuhi target produksi proyek penambangan yang ekonomis. (Zalfatirsa,2019) Berdasarkan waktu, perencanaan dibagi menjadi:

1. Perencanaan Jangka Panjang (*Long Term Plan*)

Rencana jangka panjang ini biasanya mencakup perencanaan tambang dan infrastrukturnya minimal sampai 5 tahun kedepan. Untuk beberapa pertambangan

yang sudah mendekati batas ijin kontrak karya dengan pemerintah, biasanya perencanaan jangka panjang akan meliputi sampai *Life of Mine* dan dilanjutkan dengan perencanaan rehabilitasi pasca tambang. Perencanaan jangka Panjang ini diperlukan untuk perusahaan agar dapat melaporkan rencana produksi perusahaan kepada Pemerintah khususnya Kementerian ESDM selaku *stakeholder* dari semua perusahaan pertambangan di Indonesia. Selain itu rencana ini juga diperlukan oleh seluruh *shareholder* atau pemegang saham untuk keperluan Analisa bisnis komersial para pemegang saham.

## 2. Perencanaan Jangka Menengah (*Mid Term Plan*)

Rencana jangka menengah ini adalah penterjemahan dari pihak operasional penambangan terhadap rencana jangka panjang yang telah dirancang. Rencana jangka menengah ini hanya mencakup sampai 1 tahun kedepannya dan diperlukan untuk membuat perkiraan biaya operasional dan hasil yang akan dihasilkan oleh perusahaan tersebut selama 1 tahun kedepan.

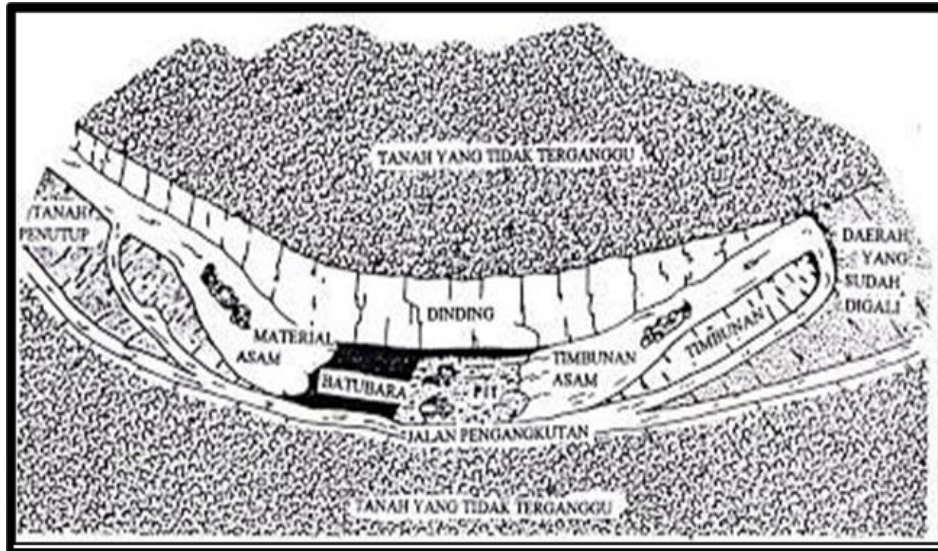
## 3. Perencanaan Jangka Pendek (*Short Term Plan*)

Rencana jangka pendek ini adalah penterjemahan dari pihak operasional penambangan terhadap rencana jangka menengah yang telah disusun. Rencana jangka pendek ini bersifat harian dan rencana inilah yang menjadi acuan langsung dari operasional lapangan seperti penempatan alat muat, alokasi truk muat ke lokasi *loading point*, dan sebagainya.

### 3.3. Metode Penambangan

#### 3.3.1. *Contour Mining*

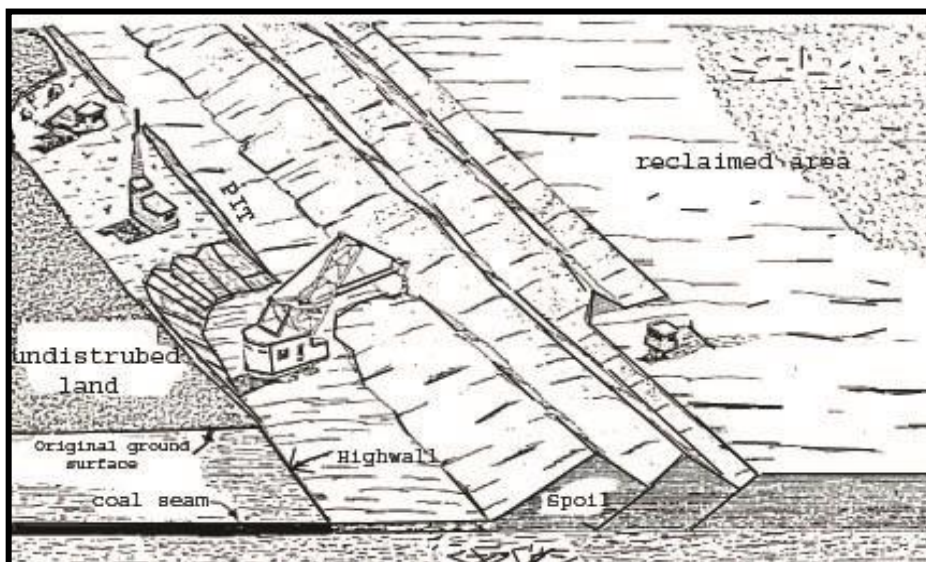
Metode *Contour mining* pada umumnya sangat cocok digunakan untuk menambangan batubara yang relatif datar dan tersingkap di lereng atau pegunungan bukit. Cara penambangannya diawali dengan pengupasan tanah penutup (*overburden*) di daerah singkapan di sepanjang lereng mengikuti garis ketinggian (kontur), kemudian diikuti dengan penambangan endapan batubaranya. Penambangan dilanjutkan kearah tebing sampai batas endapan yang masih ekonomis bila ditambang. Karena keterbatasan daerah pada operasi penambangan yang bisa digali, maka daerah menjadi lebih sempit tetapi berbentuk memanjang sehingga memerlukan alat-alat yang mudah berpindah-pindah. Metode *contour mining* yang telah dijelaskan dapat dilihat pada Gambar 3.2



Gambar 3.2  
*Contour Mining Method* (Chioronis,1987)

### 3.3.2. Area Mine

Metode *area mine* pada umumnya digunakan untuk menambang endapan batubara yang memiliki kemiringan endapan relatif datar dengan daerah topografi yang datar. Kegiatan penambangan dimulai dengan mengupas lapisan *overburden* dengan cara membuat suatu paritan atau selokan besar yang disebut *box cut*, kemudian menimbun lapisan *overburden* pada lokasi yang tidak ditambang (*dumping area/disposal*), metode *area mine* dapat dilihat pada Gambar 3.3.



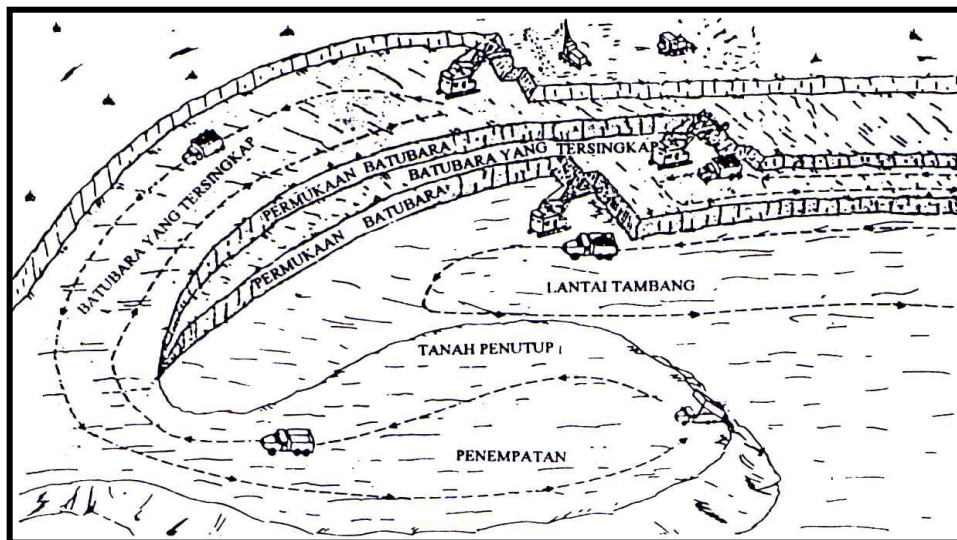
Gambar 3.3  
 Metode *Area Mine* (Partanto Prodjosumarto,1996)

Penggalian *overburden* juga diikuti dengan penggalian endapan batubaranya

(lihat Gambar 3.3). Setelah batubara dari penggalian pertama dapat diambil, maka diikuti dengan dengan pengupasan berikutnya tetapi lapisan *overburden* ditimbun pada lokasi yang sudah ditambang. Operasi penambangan dilakukan secara terus menerus dengan cara yang sama. Pada penggalian terakhir, lubang yang ada dapat ditutup dengan memindahkan lapisan *overburden* pada penggalian pertama ke lubang tersebut.

### 3.3.3. *Strip Mine*

Metode *strip mine* merupakan penambangan yang dilakukan pada endapan batubara yang memiliki lapisan tebal dan dilakukan dengan menggunakan beberapa jenjang (*bench*). Metode ini dilakukan dengan cara mengupas terlebih dahulu lapisan material penutup batubara kemudian dilanjutkan dengan pengambilan batubaranya. Tipe penambangan terbuka yang diterapkan pada endapan batubara yang lapisannya datar dekat permukaan tanah, lihat Gambar 3.4.



Gambar 3.4  
Metode *Strip Mine* (Hartman, 2002)

### 3.3.4. *Open Pit Coal Mining*

*Open pit coal mining* adalah penambangan secara terbuka dalam pengertian umum. Metode ini dilakukan dengan cara mengupas terlebih dahulu lapisan material penutup batubara kemudian dilanjutkan dengan mengekstraksi batubaranya.

Penambangan *open pit coal mining* biasanya dilakukan pada daerah yang berbukit-bukit dengan endapan batubara yang mempunyai lapisan tebal, lapisan

batubara yang banyak atau lapisan batubara yang relatif lebih tegak dan dilakukan dengan menggunakan beberapa jenjang penambangan. Metode *open pit coal mining* dapat dilihat pada Gambar 3.5.

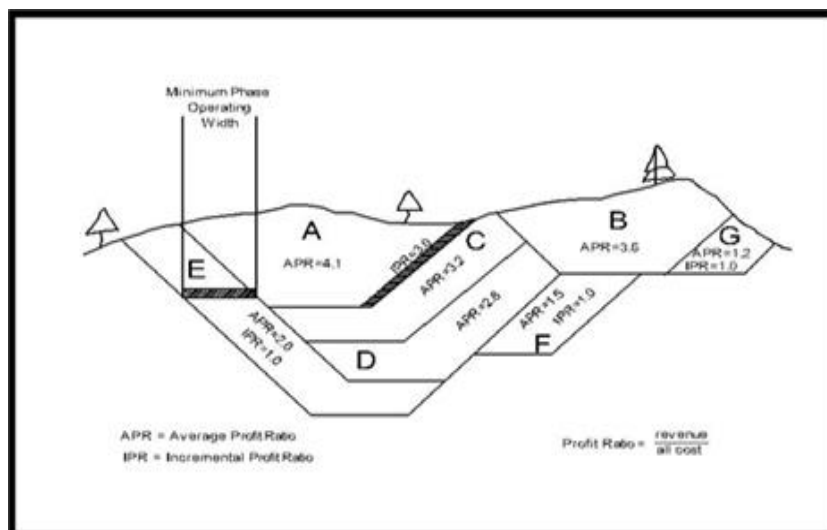


Gambar 3.5  
Metode *Open Pit Coal Mining*

#### **3.4. Perancangan *Sequence***

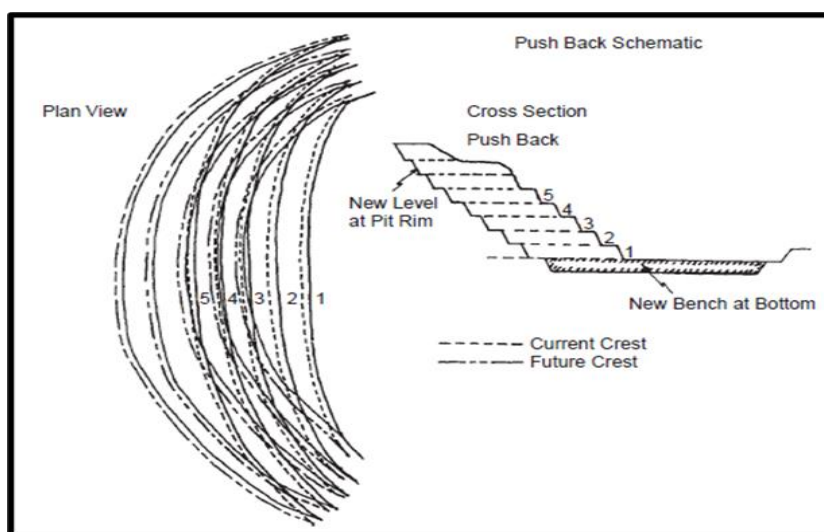
Definisi tahapan penambangan (*sequence*) merupakan bentuk-bentuk penambangan (*mineable geometris*) yang menunjukkan bagaimana suatu *pit* akan ditambang dari titik awal masuk hingga bentuk akhir *pit*. Tujuan dari *Sequence* adalah untuk menyederhanakan seluruh volume yang ada dalam *overall pit* ke dalam unit-unit *pit* penambangan yang lebih kecil. Dengan demikian, masalah perancangan tambang tiga dimensi yang amat kompleks ini dapat disederhanakan (Hustrulid,2013).

Unit perancangan ini, di tahap awal berusaha untuk mengaitkan hubungan antara geometri penambangan dengan geometri *seam* batubara. Dengan mempelajari tingkat distribusi *Seam* dan topografi, dalam banyak kasus, maka akan sampai pada suatu strategi pengembangan *pit* secara logis dalam jangka waktu yang relatif singkat. Rancangan *Sequence* penambangan yang baik merupakan kunci terhadap suksesnya kegiatan penambangan dan rancangan yang baik pada tahapan-tahapan penambangan akan memberikan akses ke semua area kerja dan memberikan *front* kerja yang cukup untuk operasi peralatan secara efisien. Tahapan bukaan tambang dapat dilihat pada Gambar 3.6 dan 3.7.



Gambar 3.6  
Tahapan Bukaan Tambang (Hustrulid,2013)

Tahapan–tahapan penambangan yang dirancang secara baik akan memberikan akses ke semua daerah kerja dan menyediakan ruang kerja yang cukup untuk operasi peralatan yang efisien. Salah satu hal terpenting adalah untuk memperlihatkan minimal satu jalan angkut pada setiap tahapan penambangan. Jika suatu akses jalan akan dimasukkan pada suatu tahapan penambangan, lebar awal disebelah atas harus ditambang untuk memberikan ruang ekstra. Dalam merancang tahapan penambangan, parameter waktu harus diperhitungkan karena waktu merupakan parameter yang sangat berpengaruh dalam suatu penjadwalan tambang untuk mengoptimalkan target produksi.



Gambar 3.7  
Perancangan Kemajuan Tambang (Hustrulid,2013)

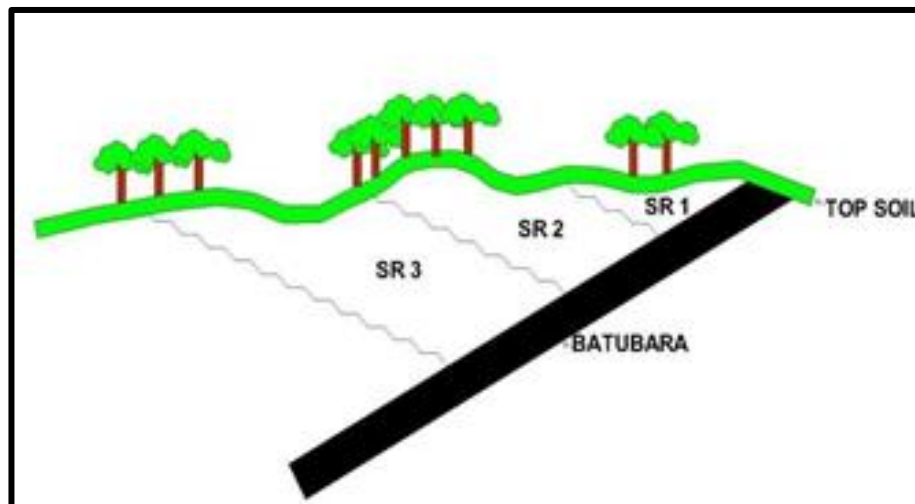


### 3.5. Parameter Rancangan Penambangan

#### 3.5.1. Nisbah Pengupasan (*Stripping Ratio*)

Nisbah pengupasan merupakan perbandingan antara volume lapisan *overburden* yang harus dipindahkan untuk setiap satu Ton batubara yang ditambang. Hasil suatu perancangan *pit* akan menentukan volume lapisan *overburden* dan *Tonase* batubara yang mengisi *pit*. Perbandingan antara lapisan *overburden* dan batubara tersebut akan memberikan nisbah pengupasan rata-rata suatu *pit* (lihat Gambar 3.8).

$$\text{Stripping Ratio} = \frac{\text{Volume Overburden (m}^3\text{)}}{\text{Tonnase Batubara (ton)}} \dots\dots\dots(3.1)$$



Gambar 3.8  
Perbandingan Lapisan *Overburden* dan Batubara (Sasongko,2015)

#### 3.5.2. Kriteria Rancangan *Sequence*

Rancangan *sequence* sebaiknya memenuhi kriteria-kriteriatertentu (Irwandy Arif, 2002) sebagai berikut:

1. Harus cukup lebar agar peralatan tambang dapat bekerja dengan baik. Lebar *sequence* minimum 10-100 m.
2. Memperhatikan sekurang-kurangnya memiliki satu jalan angkut untuk setiap *sequence*, dengan memperhitungkan jumlah material yang terlibat dan memungkinkannya akses keluar. Jalan angkut ini harus menunjukkanpula akses keseluruhan permukaan kerja.
3. Penambahan jalan pada suatu rancangan *sequence* akan mengurangi lebar daerah kerja.

4. Tambang tidak akan pernah sama bentuknya dengan rancangan tahap- tahap penambangan, karena dalam kenyataannya beberapa *sequence* dapat saja dikerjakan secara bersamaan.

### 3.6. Perancangan Tambang

#### 3.6.1. Front Kerja Penambangan

*Front* kerja penambangan merupakan area alat akan bekerja. *Front* kerja alat ini harus memenuhi dimensi yang sesuai dengan alat yang bekerja. Jika tidak sesuai akan mempengaruhi mobilitas alat dan produktifitas alat. Lebar minimum *front* kerja dapat diketahui dengan persamaan berikut:

Lebar minimum *front* kerja alat dapat dihitung dengan persamaan :

$$W_{min} = 2 (0,5 R_s) + a + M_t \dots\dots\dots (3.2)$$

Keterangan:

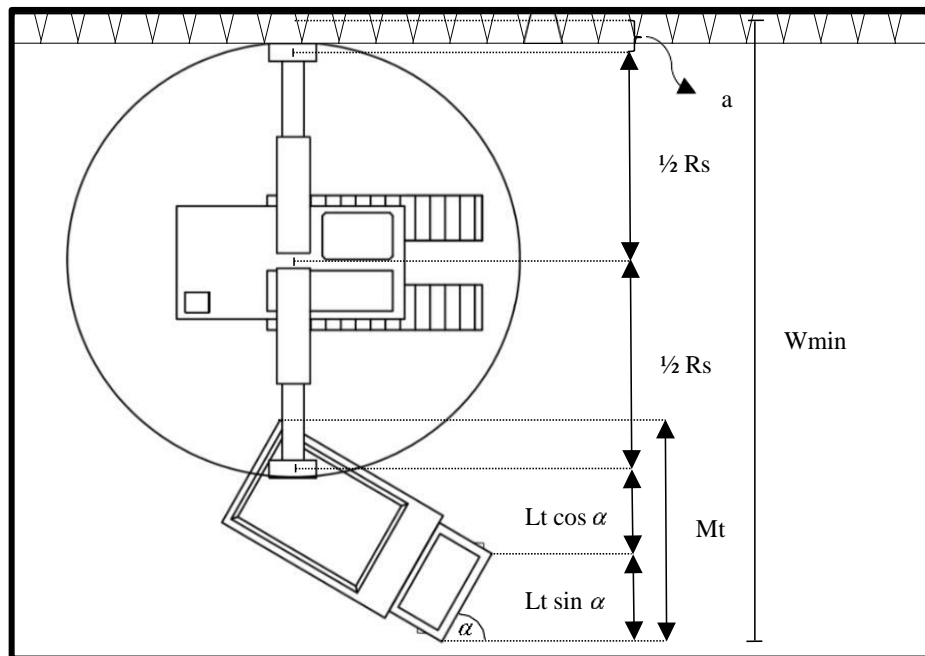
$W_{min}$  = Lebar minimum *front* penambangan ( $m$ )

$R_s$  = *Swing* Radius dari *Excavator* ( $m$ )

$a$  = Jarak tambahan ( $m$ )

$M_t$  = Lebar *truck* pada saat membentuk sudut  $\alpha$  ( $m$ )

Dimensi *front* penambangan dapat dilihat pada Gambar 3.9.



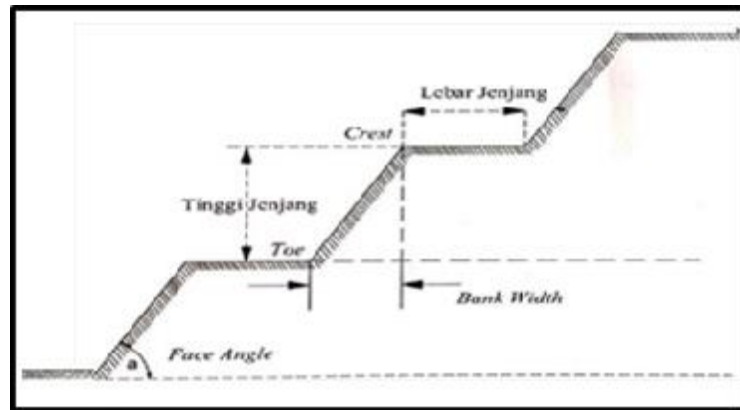
Gambar 3.9  
Dimensi *Front* Penambangan (Caterpillar Handbook, 2020)

### 3.6.2. Geometri Jenjang

Geometri jenjang terdiri dari tinggi jenjang, sudut lereng jenjang tunggal, dan lebar dari jenjang penangkap (*catch bench*). Rancangan geoteknik jenjang biasanya dinyatakan dalam bentuk parameter-parameter untuk ketiga aspek ini. Tinggi jenjang biasanya alat muat yang digunakan harus mampu mencapai pucuk atau bagian atas jenjang.

#### 1. *Crest* dan *toe*

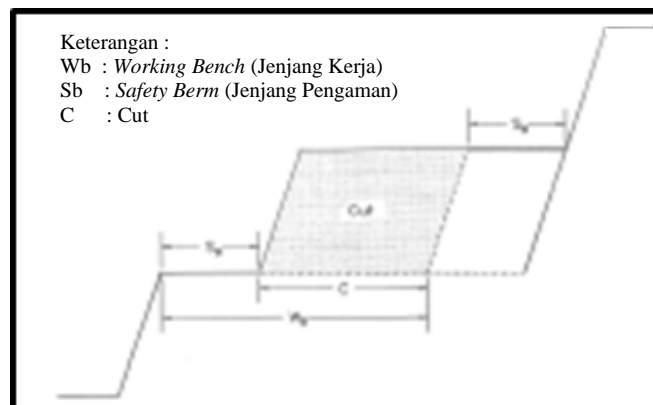
*Crest* dan *toe* merupakan bagian dari jenjang yang berbentuk tangga atau undakan/punden berundak. *Crest* adalah istilah untuk tebing atas atau kepala tebing. *Toe* adalah istilah untuk kaki tebing.



Gambar 3.10  
Bagian-Bagian Jenjang (Waterman, 2018)

#### 2. Jenjang kerja

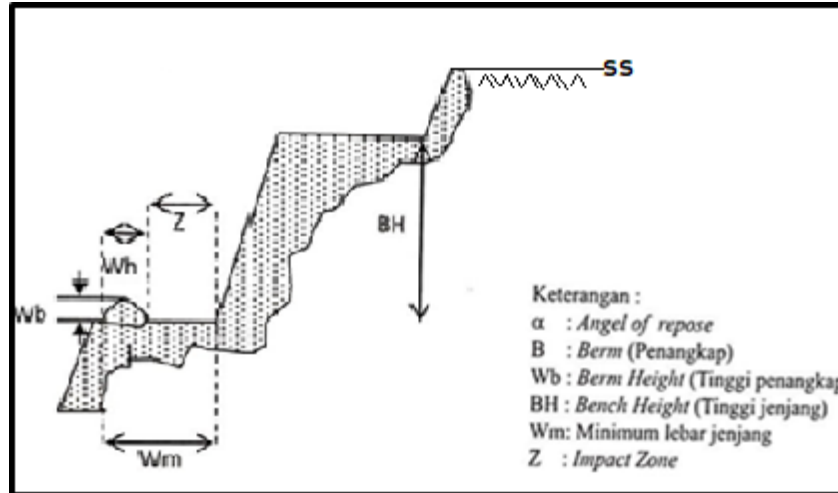
Jenjang kerja merupakan bagian dari jenjang yang berfungsi sebagai tempat bekerja bagi peralatan tambang, seperti : *power shovel*, *back hoe*, dan sebagainya (lihat Gambar 3.11).



Gambar 3.11  
*Working Bench* dan *Safety Berm* (Hustulid, 2013)

### 3. Jenjang penangkap (*catch bench*)

Jenjang penangkap merupakan jenjang yang berada di antara jenjang utama yang dibuat guna menangkap material yang jatuh atau runtuh dari jenjang sebelumnya. Ukuran dari jenjang biasanya relatif kecil dari jenjang utama (lihat Gambar 3.12).



Gambar 3.12  
Jenjang Penangkap (Waterman, 2018)

## 3.7. Rancangan Geometri Jalan

### 3.7.1. Jalan Pada Bukaan Tambang (*Ramp*)

Jalan tambang (*ramp*) merupakan salah satu aspek penting dalam perancangan tambang terbuka. Jalan harus dirancang secara awal dalam operasi perancangan karena jalan mempengaruhi secara signifikan sudut kemiringan. *Overall slope angles* tanpa jalan digunakan untuk desain awal (Hustrulid, 2013).

Berdasarkan bentuknya ada 2 macam *ramp*, yaitu:

1. Sistem *spiral* adalah jalan angkut yang disusun bertingkat sepanjang sisi *pit* (*wall*), digunakan jika kemiringan jalan yang diisyaratkan sama dengan atau kurang dari kemiringan yang dapat dibuat dari atas sampai bawah *pit*.
2. Sistem *switchback* atau *zig-zag* digunakan jika kemiringan *pit* dari atas sampai bawah lebih besar dari kemiringan jalan yang diisyaratkan, sehingga jalan dibuat bertahap secara *zig-zag*, umumnya ditempatkan pada *high wall*.

Dalam penentuan pembuatan lebar jalan tambang menurut Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) No.1827/K/30/MEM/2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang baik,

rancangan jalan tambang secara umum meliputi :

1. Lebar jalan tambang mempertimbangkan alat angkut yang melintas tersebut paling kurang:
  - a. Tiga setengah kali lebar alat angkut terbesar, untuk jalan tambang dua arah
  - b. Dua kali lebar alat angkut terbesar, untuk jalan tambang satu arah
  - c. Lebar jembatan sesuai dengan ketentuan diatas
2. kemiringan (*grade*) jalan tambang/produksi dibuat tidak boleh lebih dari 12% (dua belas persen) dengan memperhitungkan
  - a. Spesifikasi kemampuan alat angkut
  - b. Jenis material
  - c. *Fuel ratio* (penggunaan bahan bakar)
3. Dalam hal kemiringan jalan tambang atau produksi lebih dari 12% dilakukan kajian teknis yang paling kurang mencakup :
  - a. Kajian risiko
  - b. Spesifikasi teknis alat
  - c. Spesifikasi teknis jalan
4. Lebar, radius tikungan, dan *superelevasi* pada setiap jalan tambang yang menikung mampu menahan gaya dari setiap jenis kendaraan yang melintas dengan kecepatan yang telah ditentukan.

Ada beberapa geometri yang harus diperhatikan dan dipenuhi untuk menunjang kelancaran kegiatan pengangkutan.

#### 1. Lebar Jalan pada Jalan Lurus

Penentuan lebar jalan angkut minimum untuk jalan lurus didasarkan pada *Rule of Thumb* yang dikemukakan AASTHO *Manual Rural High-way Design* adalah

$$L_{min} = n.Wt + (n + 1)(0,5 . Wt) \dots\dots\dots (3.3)$$

Keterangan :

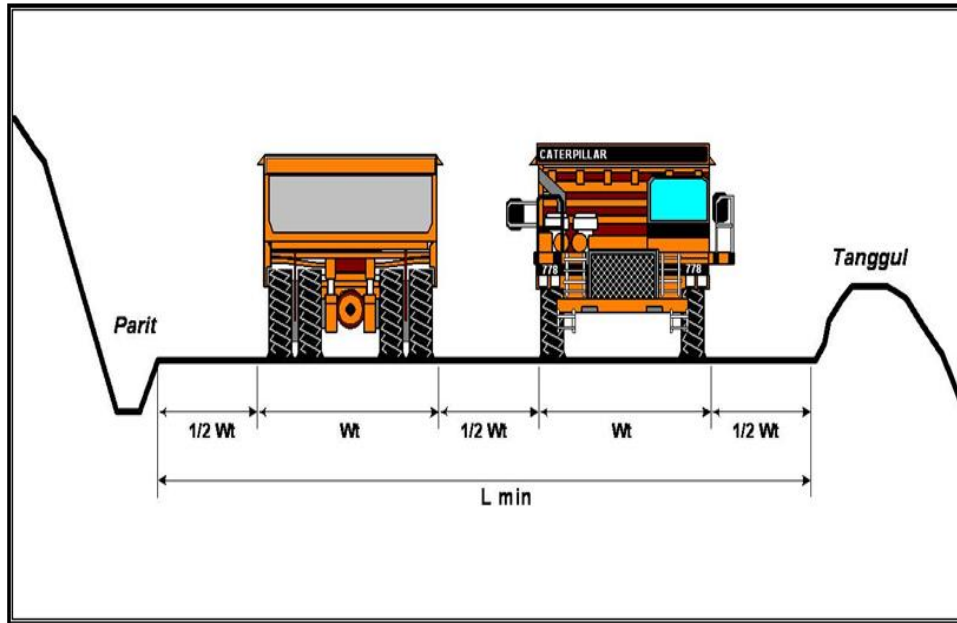
$L_{min}$  = Lebar jalan angkut minimum ( $m$ ).

$n$  = Jumlah jalur.

$Wt$  = Lebar alat angkut total ( $m$ ).

Perumusan yang tertulis diatas hanya dapat digunakan untuk lebar jalan yang memiliki dua jalur ( $n$ ). nilai 0,5 artinya adalah lebar terbesar dari alat angkut yang digunakan dari ukuran aman masing-masing kendaraan dari tepi kiri-kanan jalan

(lihat Gambar 3.13).



Gambar 3.13

Penampang Melintang Rancangan Lebar Jalan Angkut Dua Jalur (Hustrulid, 2013)

2. Lebar Jalan pada Tikungan

Lebar jalan angkut pada tikungan selalu lebih besar dari pada lebar pada jalan lurus. Untuk jalur ganda, lebar minimum pada tikungan dapat dihitung berdasarkan pada :

- a. Lebar jejak ban alat angkut
- b. Lebar jantai atau tonjolan (*overhang*) pada alat angkut bagian depan dan belakang pada saat membelok
- c. Jarak antara alat angkut pada saat bersimpangan.
- d. Jarak (*space*) alat angkut dengan tepi jalan.

Lebar jalan angkut pada tikungan dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

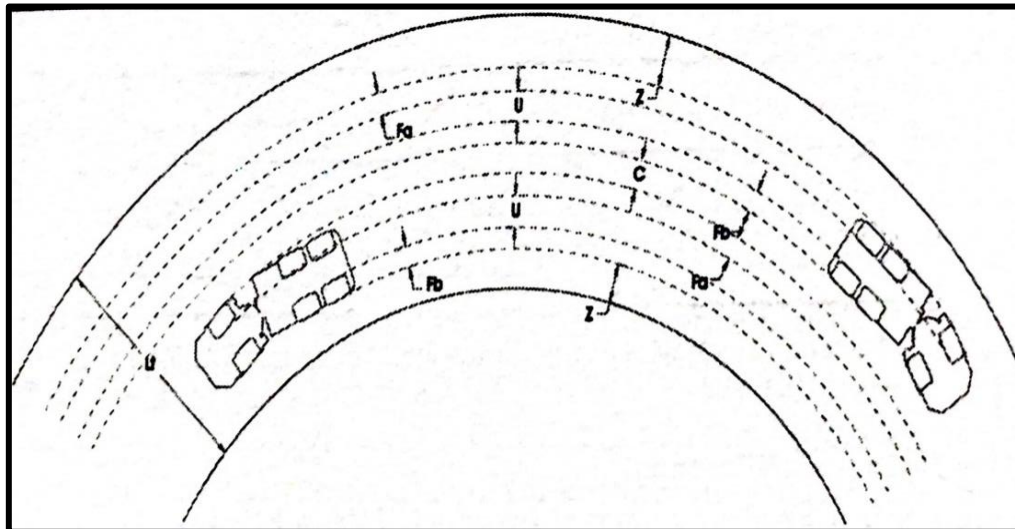
$$W = n ( U + Fa + Fb + Z ) + C \dots\dots\dots (3.4)$$

$$C = Z = \frac{1}{2} \cdot ( U + Fa + Fb ) \dots\dots\dots (3.5)$$

Keterangan :

- W = Lebar jalan angkut pada tikungan (m)
- n = Jumlah jalur.
- U = Jarak jejak roda kendaraan (m)

- $F_a$  = Lebar jantai depan ( $m$ )
- $F_b$  = Lebar jantai belakang ( $m$ )
- $C$  = Jarak antara dua alat angkut yang akan bersimpangan
- $Z$  = Jarak sisi luar alat angkut ke tepi jalan ( $m$ )



Gambar 3.14  
Lebar Jalan Angkut pada Tikungan (Waterman,2018)

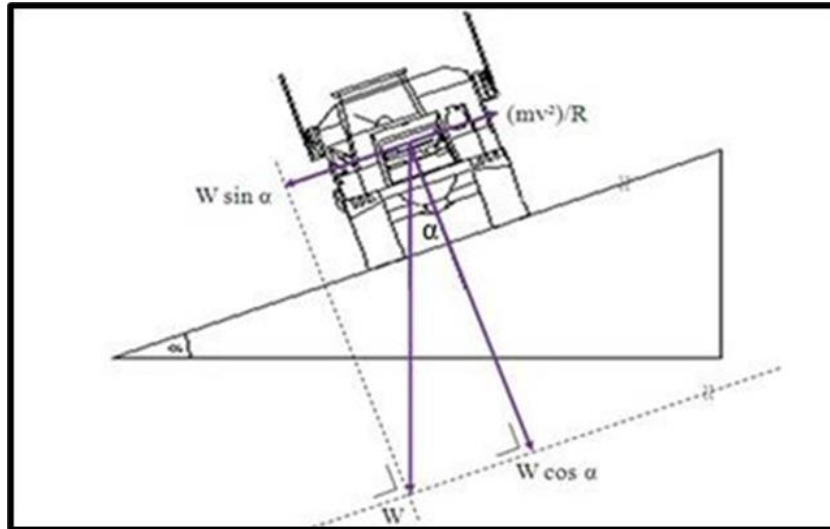
### 3. *Superelevasi*

*Superelevasi* merupakan kemiringan jalan pada tikungan yang terbentuk oleh batas antara tepi jalan terluar dengan tepi jalan terdalam karena perbedaan ketinggian. Bagian tikungan diberi *superelevasi* dengan cara meninggikan jalan pada sisi luar tikungan. Hal tersebut bertujuan untuk menghindari dan mencegah kendaraan agar tidak tergelincir keluar jalan atau terguling. Selain itu, kendaraan dapat mempertahankan kecepatan saat melewati tikungan. Untuk mengatasi gaya *sentrifugal* dapat dilakukan dengan membuat kemiringan ke arah titik pusat *radius* tikungan (lihat Gambar 3.9). Besarnya angka *superelevasi* dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$e + f = \frac{v^2}{127xR} \dots\dots\dots(3.6)$$

Keterangan :

- $e$  = *superelevasi*
- $v$  = kecepatan kendaraan (km/jam)
- $R$  = *radius* tikungan (m)
- $f$  = koefisien gesekan melintang



Gambar 3.15  
Gaya Sentrifugal pada Tikungan (Suwandi,2004)

Beberapa angka *superelevasi* untuk beberapa jari-jari tikungan dengan berbagai variasi kecepatan alat angkut dapat bermacam-macam, untuk itu penentuan *superelevasi* selain dengan menggunakan rumus juga dapat dilakukan dengan penggunaan Tabel berikut (lihat Tabel 3.2).

Tabel 3.2  
Angka *Superelevasi* yang Direkomendasikan (Kaufman & Ault, 1977)

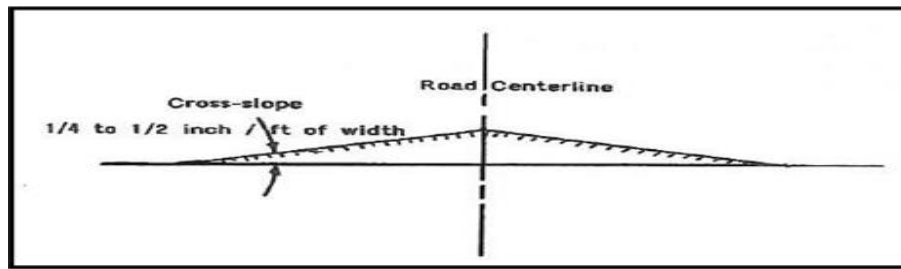
Jari-jari tikungan ( <i>feet</i> )	Kecepatan (mph)					
	10	15	20	25	30	>35
50	0,04	0,04				
100	0,04	0,04	0,04			
150	0,04	0,04	0,04	0,05		
250	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	
300	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06
600	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05
1.000	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04

#### 4. Kemiringan Melintang (*Cross Slope*)

Untuk menghindari agar pada saat hujan air tidak tergenang pada jalan, maka pembuatan kemiringan melintang dilakukan dengan cara membuat bagian tengah jalan lebih tinggi dari bagian tepi jalan. Nilai yang umum dari kemiringan melintang



yang direkomendasikan adalah sebesar 20 sampai 40mm/m jarak bagian tepi jalan ke bagian tengah/pusat jalan (lihat Gambar 3.16).



Gambar 3.16  
Kemiringan Melintang (*Cross Slope*) pada Jalan (Hustrulid,2013)

### 5. Kemiringan Jalan

Kemiringan atau *grade* jalan angkut merupakan salah satu faktor penting yang harus diamati secara detail dalam suatu kajian terhadap kondisi jalan tambang karena akan mempengaruhi alat angkut yang melaluinya. Kemiringan jalan angkut biasanya dinyatakan dalam persen (%). Kemiringan 1 % berarti jalan tersebut naik atau turun 1 m pada jarak mendatar sejauh 100 m. Kemiringan (*grade*) dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

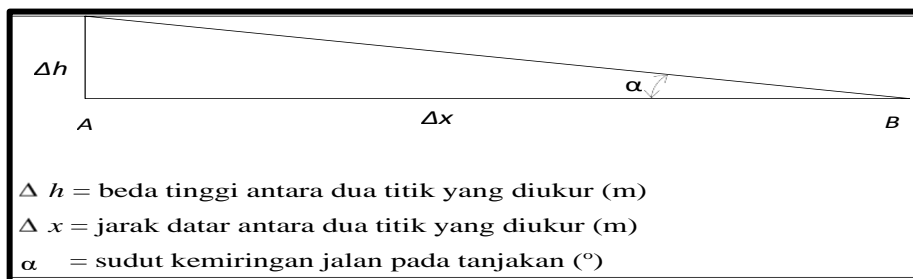
$$Grade (\alpha)^{\circ} = Arc Tg \frac{\Delta h}{\Delta x} \dots\dots\dots(3.7)$$

Keterangan :

$\Delta h$  = Beda tinggi antara dua titik yang diukur (m)

$\Delta x$  = Jarak datar antara dua titik yang diukur (m)

Untuk lebih jelas nya, grade jalan dapat dilihat pada gambar 3.17 dibawah ini.



Gambar 3.17  
Kemiringan Jalan Angkut (Hustrulid,2013)

### 6. Jari-Jari Tikungan

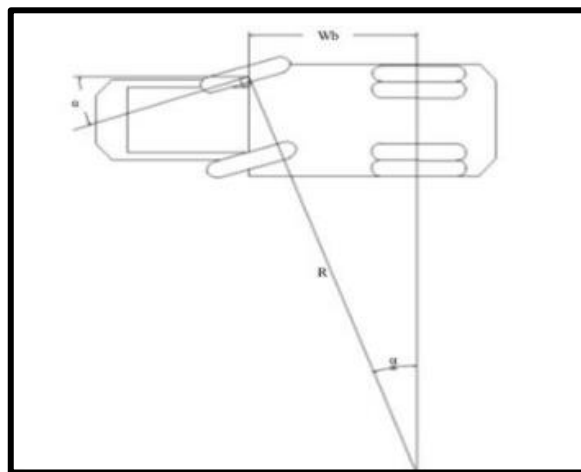
Jari-jari tikungan (belokan) berhubungan langsung dengan bentuk dan konstruksi alat angkut yang digunakan. Jari-jari tikungan didasarkan pada ukuran alat angkut maksimum dimana besarnya jari-jari tikungan harus lebih besar atau

sama dengan radius putar truk. Dalam penerapan jari-jari lingkaran yang dijalankan oleh roda belakang dan roda depan berpotongan dipusat C dengan sudut yang sama terhadap penyimpangan roda (lihat Gambar 3.13). Penentuan besarnya radius putartruk dapat dihitung dengan persamaan:

$$R = \frac{Wb}{\sin \alpha} \dots\dots\dots(3.8)$$

Keterangan :

- R : Jari-jari lintasan roda depan (m)
- Wb : Jarak antara poros roda depan dengan belakang (m)
- $\alpha$  : Sudut penyimpangan roda depan ( °)



Gambar 3.18  
Radius Putar Truk (Hustrulid,2013)

Tabel 3.3.  
Jari-jari Tikungan Minimum (Kaufman & Ault,1977)

Klasifikasi Berat Kendaraan	Berat Kendaraan( <i>lbs</i> )	Radius Tikungan Minimum ( <i>ft</i> )
1	< 100.000	19
2	100.000-200.000	24
3	200.000-400.000	31
4	>400.000	39

Penentuan jari-jari tikungan minimum pada jalan angkut besarnya tergantung pada berat alat angkut yang akan melewati jalan angkut tersebut. Semakin berat alat angkut yang digunakan maka jari-jari tikungan yang dibutuhkan juga semakin besar.

### **3.7.2. Jalan Angkut (*Hauling Road*)**

Desain jalan akan digunakan sebagai akses masuk ke area penambangan, jalan pengangkutan bahan tambang, serta akses untuk penimbunan. Untuk tambang yang baru, penentuan lokasi jalan keluar tambang sangat penting. Topografi merupakan salah satu faktor yang penting dalam penentuan lokasi jalan keluar tambang. Alat angkut (truk) akan mengalami kesulitan untuk keluar masuk tambang pada medan yang curam. Akses jalan sebaiknya yang dekat dengan lokasi *stockpile* dan timbunan (Suwandi,2004). Kriteria membuat jalan angkut sebagai berikut :

1. Letak jalan keluar dirancang agar jarak antar lokasi penimbunan dan pengolahan berjarak saling berdekatan sehingga meningkatkan keuntungan dan nilai ekonomis.
2. Jarak pandang oleh operator untuk melihat ke depan secara bebas agar diperhatikan. Karena terdapat banyak debu disaat *hauling* yang dapat mengganggu penglihatan dari operator.
3. Lebar jalan untuk jalan angkut dapat menyesuaikan lebar dari truk. Lebar jalan biasanya dibuat empat kali dari lebar alat yang memungkinkan lalu lintas dua arah.

### **3.8. Rancangan Kebutuhan Peralatan Mekanis**

Salah satu tolak ukur yang dapat dipakai untuk mengetahui baik buruknya hasil kerja suatu alat muat dan alat angkut adalah besarnya produksi yang dapat dicapai oleh alat tersebut. Untuk memperkirakan lebih teliti produksi alat, perlu dipelajari faktor yang langsung mempengaruhi hasil kerja alat-alat dilapangan.

#### **3.8.1. Waktu Edar (*Cycle Time*)**

Waktu edar (*cycle time*) adalah waktu yang diperlukan alat mulai dari aktivitas pengisian atau pemuatan (*loading*), pengangkutan (*hauling*) untuk truk dan sejenisnya atau *swing backhoe* dan *power shovel*, pengosongan (*dumping*), kembali kosong, dan mempersiapkan posisi (*spotting/manuver*) untuk diisi. Semakin kecil waktu edar alat, maka semakin tinggi produktifitasnya.

##### **1. Waktu Edar Alat Muat**

Terdiri dari waktu untuk mengisi muatan, waktu ayunan bermuatan, waktu untuk menumpahkan muatan, waktu ayunan kosong. Dinyatakan dalam persamaan

sebagai berikut:

$$CTm = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 \dots\dots\dots(3.9)$$

Keterangan :

- $CTm$  = Total waktu edar alat muat (*min*)
- $T_1$  = Waktu menggali material (*min*)
- $T_2$  = Waktu putar (*swing*) bermuatan (*min*)
- $T_3$  = Waktu untuk menumpahkan muatan (*min*)
- $T_4$  = Waktu putar (*swing*) kosong (*min*)

## 2. Waktu Edar Alat Angkut

Waktu edar alat angkut pada umumnya terdiri dari waktu untuk menempatkan posisi, waktu diisi muatan, waktu mengangkut muatan, waktu dumping, waktu kembali kosong. Dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$Cta = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 \dots\dots\dots(3.10)$$

Keterangan:

- $Cta$  = Total waktu edar alat angkut (*min*)
- $T_1$  = Waktu untuk mengatur posisi (*min*)
- $T_2$  = Waktu diisi muatan (*min*)
- $T_3$  = Waktu mengangkut muatan (*min*)
- $T_4$  = Waktu menumpahkan muatan (*min*)
- $T_5$  = Waktu kembali kosong (*min*)

### 3.8.2. Kapasitas Alat

Kapasitas alat adalah suatu ukuran volume yang menyatakan berapa besar jumlah material yang dapat diisi, dimuat dan diangkut oleh suatu alat mekanis. Kapasitas alat berkaitan erat dengan jenis material yang diisi atau dimuat, baik berupa tanah maupun batu lepas.

Adapun faktor lain yang berhubungan dengan kapasitas alat adalah :

#### 1. Volume Material

Dikenal ada 3 (tiga) bentuk volume material yang mempengaruhi perhitungan pemindahan meliputi:

- a. Keadaan Asli (*Bank Condition*)

Keadaan material yang masih alami dan belum mengalami gangguan gaya disebut keadaan asli (*bank*). Dalam keadaan seperti ini butiran- butiran yang dikandungnya masih terkonsolidasi dengan baik. Ukuran demikian dinyatakan dalam ukuran *bank measure = Bank Cubic Meter (BCM)* yang digunakan sebagai dasar perhitungan jumlah pemindahan.

b. Keadaan Gembur (*Loose Condition*)

Keadaan material yang tergali atau dipindah dari tempat asalnya, akan mengalami perubahan volume (mengembang). Hal ini disebabkan adanya penambahan rongga udara di antara butiran-butiran material. Dengan demikian volumenya menjadi lebih besar. Ukuran volume biasanya dinyatakan dalam *loose measure = Loose Cubic Meter (LCM)*. Faktor *swell* ini tergantung dari jenis tanah.

c. Keadaan Padat (*Compact Condition*)

Keadaan padat adalah keadaan tanah setelah ditimbun kembali disertai usaha pemadatan. Perubahan volume terjadi karena adanya penyusutan rongga udara diantara partikel-partikel tanah tersebut. Volume material setelah dilakukan pemadatan, mungkin lebih besar atau mungkin juga lebih kecil dari volume dalam keadaan *bank*, hal ini tergantung dari usaha pemadatan. Ukuran volume tanah dalam keadaan padat biasanya dinyatakan dalam *compact measure = Compact cubic meter (CCM)*. Besarnya *swell factor* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$Swell Factor = \frac{V_{insitu}}{V_{loose}} \times 100\% \dots\dots\dots(3.11)$$

$$Swell Factor = \frac{\rho_{loose}}{\rho_{insitu}} \times 100\% \dots\dots\dots(3.12)$$

Keterangan:

*SF* = *Swell Factor*.

*Vinsitu* = Volume dalam keadaan asli di alam (m<sup>3</sup>).

*Vloose* = Volume dalam keadaan lepas (m<sup>3</sup>).

*ρloose* = Bobot isi dalam keadaan lepas (lb/cuydatau Ton/m<sup>3</sup>).

*ρinsitu* = Bobot isi dalam keadaan asli di alam(lb/cuyd atau Ton/m<sup>3</sup>).

2. Densitas Material

Densitas adalah berat per unit volume dari suatu material, secara umum

dinyatakan dalam  $\text{gr/cm}^3$  atau  $\text{Ton/m}^3$ . Material mempunyai densitas yang berbeda karena dipengaruhi sifat-sifat fisiknya, antara lain: ukuran partikel, kandungan air, pori-pori dan kondisi fisik lain.

$$\rho = \frac{\text{Berat Material}}{\text{Volume Material}} \dots\dots\dots(3.13)$$

### 3. Kondisi Jalan

Didalam memilih suatu alat untuk pekerjaan penggalian material, bijih, atau lapisan *overburden* harus dipertimbangkan kondisi areal kerja. Kondisi area kerja yang dimaksud adalah kondisi jalan, misalnya jalan kering mulus dan padat, becek dan lembek, lurus, banyak tikungan, mendaki, menurun yang mempengaruhi laju kendaraan pada saat bermuatan atau kosong.

#### 3.8.3. Ketersediaan Alat

Salah satu hal yang terpenting dalam pengaturan peralatan mekanis dalam pengoperasiannya adalah mengenai ketersediaan mekanis dari alat tersebut. (Effendi, 2008).

##### 1. *Mechanical Availability (MA)*

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

$$MA = \frac{W}{W+R} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.14)$$

##### 2. *Physical Availability (PA)*

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

$$PA = \frac{W+S}{W+S+R} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.15)$$

##### 3. *Effective Utilization (EU)*

Menunjukkan beberapa persen dari seluruh waktu kerja yang tersedia dapat dimanfaatkan untuk bekerja produktif. Penggunaan efektif (EU) sebenarnya sama

dengan pengertian efisiensi kerja. Persamaan matematis penggunaan efektif (EU) sebagai berikut:

$$EU = \frac{W}{W+R+S} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.17)$$

Keterangan:

W = jumlah jam kerja alat.

S = jumlah jam suatu alat yang tidak dapat dipergunakan padahal alat baik dan dalam keadaan siap beroperasi.

R = jumlah jam perbaikan

### 3.8.4. Produktivitas Alat

Banyaknya material yang dibongkar, dimuat, dan diangkut oleh masing-masing alat dinyatakan dalam jumlah produksi yang dapat diketahui dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

#### 1. Produksi Alat Muat

Alat muat umumnya digunakan untuk pekerjaan pemuatan material ke atas alat angkut dan lain-lain. Perhitungan untuk produksi alat muat dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Prod. Exca = Bucket\ size \times \frac{3600}{CT} \times BFF \times Eff \times SF \dots\dots\dots(3.18)$$

Keterangan:

*Prod. Exca* = Produksi alat muat (BCM/jam)

*Bucket Size* = Kapasitas *bucket* (m<sup>2</sup>)

*CT* = Waktu edar alat 1 *swing* (det)

*Bucket Fill Factor* (BFF) = Faktor pengisian (%)

*Efficiency* = Efisiensi Kerja (%)

*SF* (*Swell Factor*) = Faktor Pengembangan (%)

#### 2. Produksi Alat Angkut

Operasi alat angkut meliputi *loading*, *hauling*, *dumping*, *returning*. Untuk menghitung produksi dari alat angkut berhubungan dengan jumlah pengisian dari alat muatnya. Dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Prod. Truck = n \times \frac{3600}{CT} \times (N \times KB \times BFF) \times Eff \times SF \dots\dots\dots(3.19)$$

Keterangan :

<i>Prod. Truck</i>	= Produksi alat angkut (BCM/jam)
<i>n</i>	= Jumlah alat angkut
<i>KB</i>	= Kapasitas <i>Bucket</i> (m <sup>3</sup> )
<i>N</i>	= Jumlah curah
<i>BFF</i>	= <i>Bucket Fill Factor</i> (%)
<i>CT</i>	= Waktu edar alat (det)
<i>Efficiency</i>	= Efisiensi Kerja (%)
<i>SF (Swell Factor)</i>	= Faktor Pengembangan (%)

### 3.8.5. Keserasian Kerja Alat Mekanis (*Match Factor*)

Hubungan kerja yang serasi antara alat muat dan alat angkut didapatkan dengan cara mengatur produktifitas alat muat harus sesuai dengan produktifitas alat angkut. Faktor keserasian alat muat dan alat angkut didasarkan pada produktifitas alat muat dan produktifitas alat angkut, yang dinyatakan dalam *Match Factor* (MF).

Secara teoritis produktifitas alat muat haruslah sama dengan produktifitas alat angkut, sehingga perbandingan antara alat angkut dan alat muat mempunyai nilai 1. Perhitungan *match factor* (MF) dapat dirumuskan sebagai berikut (Andi, 2003):

$$MF = \frac{N_a \times CT_m}{N_m \times CT_a} \dots\dots\dots(3.20)$$

Keterangan :

MF	= <i>Match Factor</i>
<i>N<sub>a</sub></i>	= Jumlah alat angkut, unit
<i>CT<sub>m</sub></i>	= Waktu edar pemuatan, menit
<i>N<sub>m</sub></i>	= Jumlah alat muat, unit
<i>CT<sub>a</sub></i>	= Waktu edar alat angkut , menit

Adapun cara menilainya adalah :

MF < 1, artinya alat muat bekerja kurang dari 100%, sedang alat angkut bekerja 100 % sehingga terdapat waktu tunggu bagi alat muat karena menunggu alat angkut yang belum datang.

MF = 1, artinya alat muat dan angkut bekerja 100 %, sehingga tidak terjadi waktu tunggu dari kedua jenis alat tersebut.



$MF > 1$ , artinya alat muat bekerja 100 %, sedangkan alat angkut bekerja kurang dari 100 %, sehingga terdapat waktu tunggu bagi alat angkut.

### 3.9. Penjadwalan Produksi Batubara

Penjadwalan produksi batubara dapat ditentukan setelah dilakukan penaksiran seluruh cadangan batubara yang memenuhi *stripping ratio* yang diinginkan. Penaksiran cadangan untuk penjadwaan produksi dilakukan dengan perhitungan mundur atau *pushback* terhadap batasan wilayah penambangan (*pit limit*) yang telah ditentukan. Hasil dari penaksiran jumlah volume lapisan *overburden*, volume lapisan batuan antar *seam* batubara (*interburden*), dan jumlah volume batubara untuk penjadwalan produksi disesuaikan dengan target produksi dan kualitas batubara terutama kadar kalori batubara.

Dari perhitungan penjadwalan produksi didapat jumlah produksi lapisan *overburden*, lapisan batuan antar *seam* batubara (*interburden*), sehingga dapat dilakukan penjadwalan penimbunan pada *disposal*, dan dilakukan desain geometri *disposal* secara bertahap untuk setiap tahunnya.

Untuk dapat melakukan penjadwalan produksi, maka harus diketahui terlebih dahulu berapa besar sasaran atau target produksi yang akan dicapai. Setelah diketahui target produksi yang akan dicapai, kemudian dilakukan penjadwalan produksi. Dalam hal melakukan penjadwalan produksi, faktor-faktor yang harus diperhitungkan adalah:

- a. Curah hujan dan hari hujan yang akan mengganggu jalannya produksi.
- b. Tersedia atau tidaknya *workshop* untuk perbaikan (*repair*) alat.

Setelah melakukan penjadwalan produksi, dilanjutkan dengan penjadwalan alat sesuai dengan alat yang tersedia. Kapasitas peralatan mekanis yang digunakan juga harus sesuai dengan target produksi yang ditentukan. Pada kondisi ideal (efisiensi 100%) diinginkan terhadap alat-alat mekanis bahwa:

- a. Setiap alat bekerja pada kemampuan semaksimal mungkin.
- b. Setiap alat bekerja sepanjang waktu selama masa kerjanya.
- c. Setiap alat tidak pernah rusak.

Namun dalam kenyataannya hal-hal tersebut tidaklah mungkin diterapkan, dikarenakan kondisi dari alat itu sendiri (*mechanical condition*), kondisi medan

kerja (*operating condition*) serta faktor manusianya sendiri. Meskipun demikian efektifitas penggunaan alat dapat diusahakan semaksimal mungkin dengan cara:

- a. Memperkerjakan alat dengan jumlah seminimal mungkin pada kapasitas kerja semaksimal mungkin.
- b. Memperkerjakan alat sepanjang waktu atau hari kerjanya selama alat tersebut tidak rusak yaitu dengan menghilangkan waktu hambatan atau menganggur (*idle time*).

Selama penjadwalan, evaluasi pada beberapa hal sering dilakukan antara lain yaitu tingkat produksi batubara dan jadwal pengupasan *overburden*. Hal ini untuk mengetahui ketercapaian target produksi yang telah ditentukan

### **3.10. Rancangan Penimbunan**

Menurut Sweet K, 1984. Untuk penempatan lokasi disposal *overburden*, limbah, material dapat ditempatkan baik di luar batas *pit* atau, jika sesuai, di daerah tambang yang sudah tidak beroperasi. Lokasi pembuangan harus sedekat mungkin ke *pit* untuk mengurangi biaya alat angkut, tetapi harus berada diluar area yang berpotensi untuk ditambang.

#### **3.10.1. Parameter Timbunan**

Penimbunan material, baik material berharga maupun tidak berharga harus mempertimbangkan beberapa faktor yang mempengaruhi, antara lain:

- a) Sudut lereng timbunan (*angle of repose*)

Batuan kering ROM (*run of mine*) pada umumnya mempunyai *angle of repose* antara  $24^{\circ} - 40^{\circ}$ . Sudut ini dipengaruhi tinggi timbunan, ketidakteraturan bongkah batuan dan kecepatan *dumping*. Pengukuran ini dapat dibuat pada sudut lereng yang ada di daerah tersebut.

- b) Faktor pengembangan material (*swell factor*)

Faktor pengembangan pada batuan keras umumnya antara 0,67-0,77. Pada  $1 \text{ m}^3$  material insitu akan mengembang menjadi  $1,3-1,45 \text{ m}^3$  material lepas (*loose material*). Pengukuran bobot isi *loose* dapat dilakukan. Material dapat dipadatkan sekitar 5%-15%. Material yang ditumpahkan oleh *dump truck* akan menjadi lebih kompak daripada material yang ditumpahkan oleh *belt conveyor*.

- c) Jarak dari *pit limit*

Jarak minimum merupakan ruangan yang cukup untuk suatu jalan angkut

antara *pit limit* dan kaki timbunan (*dump toe*). Kestabilan *pit* akibat adanya timbunan harus diperhitungkan. Jarak yang sama atau lebih besar dari kedalaman *pit* akan mengurangi resiko yang berhubungan dengan kestabilan lereng *pit*.

d) *Tanjakan ke arah dump crest*

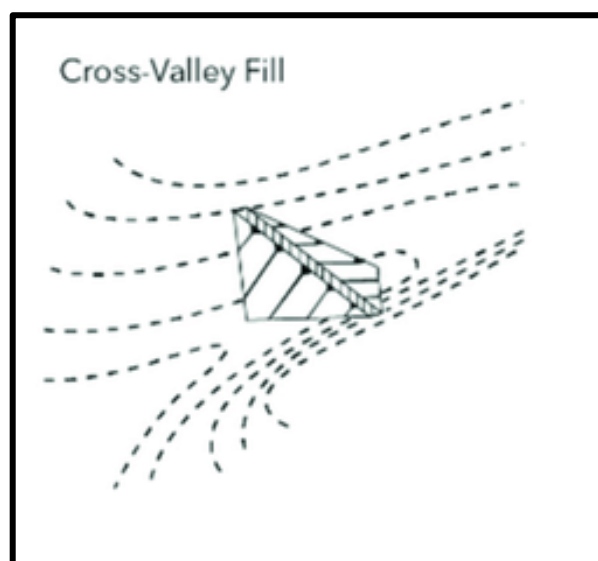
Menurut Bohnet dan Kunze merekomendasikan sedikit tanjakan ke arah *dump crest* dengan pertimbangan penyaliran dan keamanan. Limpasan air hujan dirancang menjauhi *crest*. *Dump truck* harus menggunakan tenaga mesin untuk menuju *crest* dan bukan meluncur bebas. Hal ini juga akan mengurangi resiko kendaraan yang diparkir meluncur jatuh dari puncak *waste dump (crest)*.

### 3.10.2. Jenis Timbunan

Penimbunan material, baik material berharga maupun tidak berharga dapat dilakukan dengan beberapa jenis timbunan, antara lain:

a) *Valley fill* atau *crest dump*

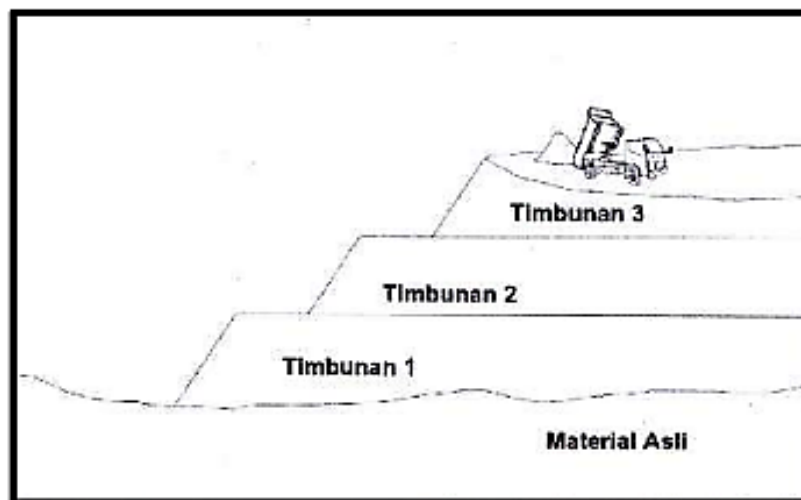
Jenis timbunan *valley fill* atau *crest dump* (lihat Gambar 3.19) dapat diterapkan di daerah yang mempunyai topografi curam dan biasanya dibangun pada sebuah lereng dengan menetapkan elevasi puncak (*dump crest*) pada awal pembuatan timbunan. *Dump truck* yang mengangkut muatannya ke elevasi ini akan menumpahkan muatannya pada bagian atas lereng, kemudian *bulldozer* akan menggusur material secara *float dozing*. Elevasi *dump crest* ini akan dipertahankan selama penimbunan.



Gambar 3.19  
*Valley Fill* atau *Crest Dump* (Wahler, 1979)

b) *Terrace dump* atau timbunan yang dibangun ke atas (dalam *lift*)

Jenis timbunan *terrace dump* (lihat Gambar 3.20) diterapkan jika kondisi topografinya tidak begitu curam. Jenis timbunan ini dibangun dari bawah ke atas. Tinggi *lift* biasanya disesuaikan dengan rekomendasi jenjang penimbunan. Kerugian cara ini adalah jarak angkut yang lebih panjang untuk perluasan *lift* pada saat memulai suatu *lift* baru. Keuntungan dari jenis timbunan ini, *lift-lift* yang dibangun berikutnya terletak lebih ke belakang sehingga sudut lereng keseluruhan (*overall slope angle*) mendekati sudut yang dibutuhkan untuk reklamasi.



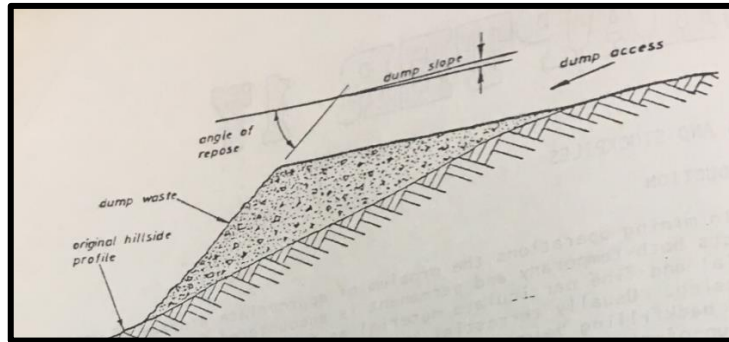
Gambar 3.20  
*Terrace Dump* (Yanto Indonesianto, 2013)

### 3.10.3. Cara Penimbunan

Cara penimbunan menurut Sweet. K, 1984, dapat dilakukan dengan beberapa cara timbunan antara lain :

a) *Hillside Dumping*

*Hillside Dumping* (lihat Gambar 3.21) adalah cara umum yang digunakan untuk membuang material bongkaran lapisan penutup dari tambang terbuka dan tipe *Hillside* lainnya. Ketinggiannya bervariasi dari beberapa meter hingga puluhan meter. Pembuangan material biasanya dimulai dengan cara membuat kontur pada area jalan tambang di sisi bukit dan langsung diratakan pada saat material terkumpul. *Hillside Dumps* cocok untuk akhir dari pembuangan disposal dan mengambil keuntungan gravitasi untuk menambah tenaga dan kecepatan.

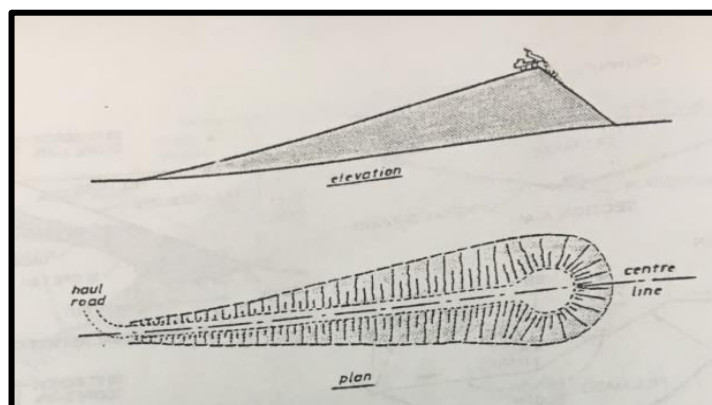


Gambar 3.21  
Hillside Dump (Sweet K, 1984)

b) *Ramped Dump*

*Ramped Dump* (lihat Gambar 3.22) cocok ditempatkan pada material berkadar rendah yang nantinya akan diambil kembali untuk mengambil bahan galian yang masih ekonomis melalui proses pengolahan. Faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam merencanakan dan membuat area pembuangan *Diposal* adalah kapasitas dan kestabilan dari timbunan. Material lepas yang mengisi area *dump* harus dipertimbangkan karena volumenya lebih besar dari pada material insitu. Volume nya bisa mencapai 50% dari volume insitu, hal ini disebut *swell*. Dalam beberapa operasi pertambangan, batuan hasil ledakan mempunyai *angle of repose*  $1^{\circ} - 45^{\circ}$  kecuali material halus yang ikut terbawa saat *dumping* yang nantinya dapat menyebabkan lokasi licin.

Material Tanah mempunyai *angle of repose* lebih rendah terlebih pada saat material basah berkisar antara  $20^{\circ} - 30^{\circ}$ . Rayapan dan tanah yang basah karena air dapat mempengaruhi pada saat *dumping* dan stabilitas lereng. Ukuran dan bentuk dari partikel tanah merupakan faktor yang penting.



Gambar 3.22  
*Ramped Dump* (Sweet K, 1984)

## **BAB IV**

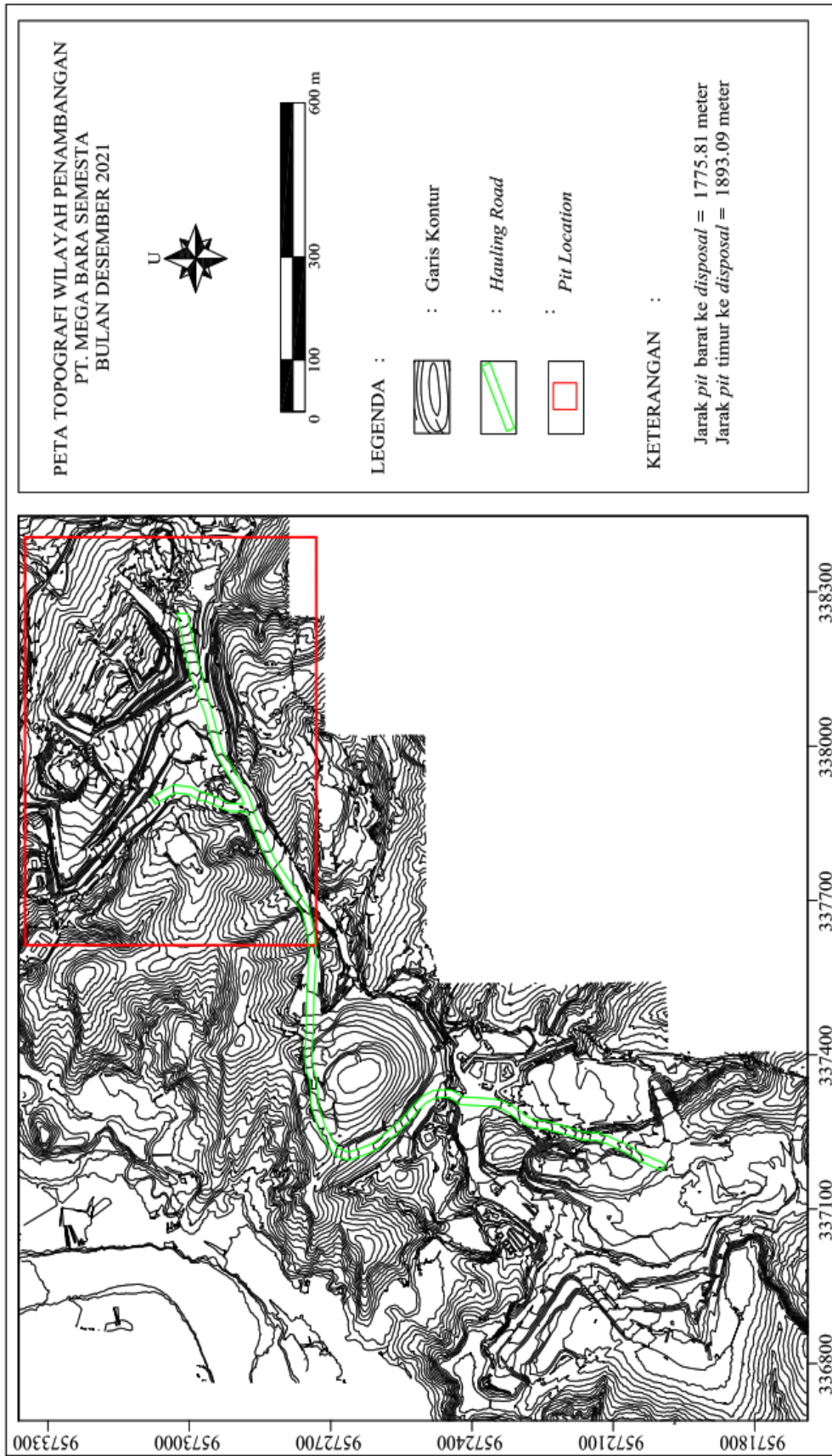
### **HASIL PENELITIAN**

Penelitian dilakukan di PT. Mega Bara Semesta yang berlokasi di Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan dengan luas Wilayah Izin Usaha Pertambangan (WIUP) seluas 7.447 Ha. Perusahaan ini telah melakukan kegiatan produksi sejak tahun 2018. PT. Mega Bara Semesta memiliki target produksi yang ditetapkan oleh perusahaan adalah sebesar 135.000 Ton/triwulan untuk batubara atau 42.000 ton/bulan dan 500.000 BCM/triwulan untuk *overburden*.

Dalam membuat suatu rancangan penambangan parameter-parameter yang harus diperhatikan agar rancangan yang dibuat sesuai yang diharapkan, salah satunya adalah mengetahui cadangan yang akan ditambang pada lokasi penelitian untuk bulan Januari sampai Maret, mengetahui hingga elevasi berapa batubara akan ditambang.

Setelah membuat suatu rancangan penambangan dibutuhkan penjadwalan produksi batubara dan pengupasan lapisan penutup. Dalam proses penjadwalan produksi, dilakukan dengan mengetahui jumlah batubara dan lapisan penutup yang dibongkar setiap kemajuan penambangan dan lokasi pemindahan untuk lapisan tanah penutup, sesuai target produksi dan memperhitungkan kebutuhan alat bongkar, alat muat dan alat angkut setiap kemajuan penambangan (per bulan) sesuai dengan target produksi.

Pembuatan desain rancangan penambangan batubara di bantu oleh perangkat lunak *Minescape 5.7* dan *AutoCAD 2007*. Tahapan kerja awal yaitu mengetahui cadangan yang akan ditambang pada lokasi penelitian untuk bulan januari hingga maret, menentukan metode penambangan, rancangan geometri penambangan, rancangan kemajuan tambang per bulan, jalan angkut, penjadwalan produksi batubara, rancangan *disposal area*, dan perhitungan kebutuhan peralatan mekanis selama tiga bulan pada triwulan pertama tahun 2022. Peta situasi terbaru pada bulan Desember yang dijadikan dasar dalam mendesain rancangan triwulan pertama tahun 2022 dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4.1  
Peta Topografi Bulan Desember Tahun 2021

## 4.1. Keadaan Lokasi Penelitian

### 4.1.1. Kondisi Morfologi dan Topografi

Dalam membuat suatu rancangan penambangan parameter yang harus diperhatikan agar rancangan yang dibuat sesuai yang diharapkan salah satunya adalah mengetahui bentuk topografi yang akan ditambang pada lokasi penelitian untuk bulan januari hingga maret pada tahun 2022, dan mengetahui hingga elevasi berapa batubara akan di tambang. Kondisi morfologi daerah penelitian terbagi dalam berbagai satuan, yaitu satuan morfologi dataran rendah dan rawa, perbukitan bergelombang, dan perbukitan terjal, dengan kondisi punggung perbukitan yang relatif tidak beraturan. Berdasarkan kondisi topografi, ketinggian daerah penelitian berada pada elevasi terendah 82 mdpl sampai dengan elevasi tertinggi 132 mdpl.

### 4.1.2. Kondisi Endapan Batubara

Kondisi endapan batubara sangat berpengaruh untuk mengetahui bentuk, penyebaran dan kualitas dari endapan itu sendiri, kedudukan *seam* batubara pada daerah penelitian berada pada strike N 087° E, dan memiliki kemiringan relatif datar berkisar dip 27° - 32°. Pada penelitian ini data sebaran cadangan menggunakan data sekunder milik perusahaan yang merupakan data rahasia perusahaan sehingga dalam penyelesaian desain rancangan perlu menggunakan perangkat perusahaan dan tidak dapat disebarluaskan. Untuk kondisi endapan batubara di daerah penelitian memiliki batubara dengan kualitas dibawah ini (Lihat Tabel 4.1).

Tabel 4.1  
Parameter Kualitas Batubara Daerah Penelitian

Parameter		Results			Standard Methods
		As Received Basis	Air Dried Basis	Dried Basis	
Total Moisture	%	30,8	-	-	ASTM D3302/D3302M-19
Proximate Analysis					
- Inherent Moisture	%	-	12,99	-	ASTM D37173-2017A
- Ash Content	%	3,22	4,05	4,65	ASTM D3174-202(2018)
- Volatile Matter	%	33,41	42,01	48,28	ASTM D3175-2018
- Fixed Carbon	%	32,57	40,95	47,06	ASTM D3172-2013
Total Sulphur	%	0,24	0,3	0,34	ASTM D4239-18e1 (method A)
Gross Calorific Value	Kcal/kg	4.706	5.917	6.800	ASTM D5865/D5865M-2019

Sumber : PT. Sriwijaya Bara Priharum, 2021

## 4.2. Target Produksi Penambangan Batubara

Target produksi penambangan Batubara ditentukan oleh permintaan pasar dan



*budget* perusahaan PT. Mega Bara Semesta. Target produksi penambangan Batubara ini akan ditambang dalam jangka waktu tiga bulan kemudian dibagi setiap bulan.

Jumlah *tonnase* Batubara pada *pit* A yang harus ditambang adalah 42.000 Ton per bulan. Perusahaan membatasi nisbah pengupasan (*Stripping Ratio*) tidak melebihi dari 5. Pada penelitian ini didapatkan nisbah pengupasan (*Stripping Ratio*) sebesar 3,69.

Sebelum kegiatan penambangan dilakukan, perusahaan perlu membuat desain tambang *pit* A sebagai acuan untuk memperkirakan target produksi yang mendekati dengan kondisi aktual di lapangan. Dalam perhitungan cadangan dengan menggunakan *software Minescape 5.7* diperoleh volume *overburden* sebesar 500.883 BCM dan batubara sebesar 135.492 ton.

#### 4.3. Jenis Alat Mekanis Penambangan

Pemilihan alat mekanis sangat tergantung dari metode penambangan yang dipilih. Pemilihan peralatan berpengaruh pada geometri yang akan dibuat. Tinggi dan lebar jenjang permukaan kerja dipengaruhi oleh jangkauan dan kemampuan alat mekanis yang dipilih. Pemilihan alat mekanis yang digunakan di daerah penelitian disesuaikan dengan kondisi topografi dan target produksi penambangan yang ditetapkan oleh perusahaan. Alat mekanis dan spesifikasi alat dapat dilihat pada lampiran I. Kebutuhan alat mekanis per bulan menyesuaikan target produksi penambangan batubara yang telah ditentukan oleh perusahaan (lihat Tabel 4.2).

Tabel 4.2  
Daftar Alat Mekanis dan *Plan* PA

Jenis Alat	Aktivitas	Peralatan
Alat Gali - Muat	Penggalian dan Pemuatan <i>Overburden</i>	CAT 340D2L
	Penggalian dan Pemuatan Batubara	CAT 330D2L
Alat Angkut	Pengangkutan Lapisan <i>Overburden</i>	DT Scania P380
	Pengangkutan Batubara	DT Scania P380

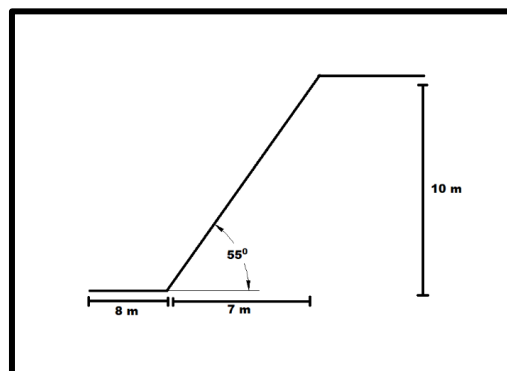
Sumber : PT. Mega Bara Semesta, 2021

#### 4.4. Rancangan Teknis Penambangan Batubara

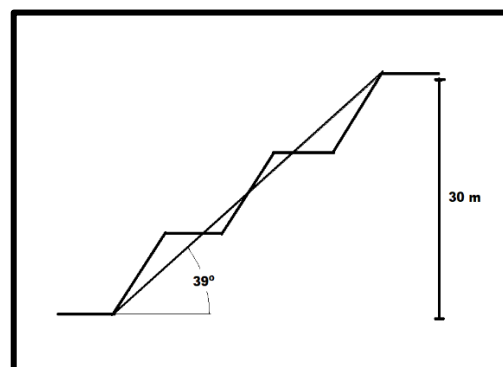
##### 4.4.1. Geometri Jenjang Penambangan

Rancangan geometri jenjang penambangan didasarkan pada rekomendasi hasil kajian geoteknik PT. Mega Bara Semesta. Geometri jenjang didasarkan pada rekomendasi dari perusahaan yaitu dengan tinggi jenjang sepanjang 10 (Sepuluh) meter, lebar jenjang 8 (delapan) meter, dan single slope sebesar  $55^{\circ}$  (Lampiran D).

Rancangan dimensi jenjang didasarkan pada beberapa aspek, seperti target produksi Batubara, geomekanika batuan penyusun jenjang dan lapisan Batubara pada daerah penelitian. Rancangan dimensi jenjang penambangan yang dibuat juga harus mempertimbangkan lebar alat mekanis yang bekerja sehingga alat dapat bergerak secara optimal, bekerja secara efisien dan aman di *front* penambangan. Geometri jenjang berpengaruh pada keselamatan dan efisiensi kegiatan penambangan, selain itu juga mempertimbangkan faktor-faktor yang terkait seperti, target produksi, dimensi alat yang bekerja, dan rekomendasi geoteknik. Geometri jenjang penambangan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3.



Gambar 4.2  
Geometri Jenjang *Single Slope*



Gambar 4.3  
Geometri Jenjang *Overall Slope*

#### 4.4.2. Front Kerja Penambangan

*Front* kerja penambangan dirancang sesuai dengan kebutuhan area kerja yang diperlukan oleh alat yang berkerja di *front* kerja tertentu. Lebar minimum *front* kerja alat ditentukan berdasarkan spesifikasi alat gali-muat dan alat angkut terbesar, dalam hal ini alat gali-muat dan alat angkut yang digunakan untuk menentukan lebar *front* penambangan yaitu CAT 340D2L dan DT Scania P380.

Dalam pembuatan desain *front* kerja, harus memenuhi lebar minimum area kerja sehingga tidak akan mempengaruhi kinerja alat dan produktifitas alat tersebut.

- 1) CAT 340D2L dengan DT Scania P380 untuk *overburden* = 22 m
- 2) CAT 320D2L dengan DT Scania P380 untuk batubara = 22 m

Besaran lebar minimum *front* kerja alat yang digunakan dapat dilihat pada Lampiran F.

#### 4.4.3. Rancangan Jalan Tambang

Peranan jalan angkut dalam sebuah kegiatan penambangan sangat vital, sehingga rancangan jalan angkut yang benar akan sangat menunjang kegiatan penambangan tersebut.

##### 1. Lokasi

Lokasi Jalan angkut terdiri dari 2 yaitu jalan angkut menuju *disposal area* dan menuju *stockpile*. Lokasi *disposal area* berada di sebelah selatan dari *pit A*.

##### a. Jalan Angkut Tambang Bulan Januari 2022.

Jarak angkut menuju *disposal area* rata-rata adalah 2.032,91 m ke sebelah selatan *front* penambangan *pit A* secara *out pit dump* yang berada diluar area penambangan *pit A*. Jarak angkut menuju *stockpile* rata-rata adalah 1.672,40 m.

##### b. Jalan Angkut Tambang Bulan Februari 2022.

Jarak angkut menuju *disposal area* rata-rata adalah 2.093,96 m ke sebelah selatan *front* penambangan *pit A* secara *out pit dump* yang berada diluar area penambangan *pit A*. Jarak angkut menuju *stockpile* rata-rata adalah 1.732,37 m.

##### c. Jalan Angkut Tambang Bulan Maret 2022.

Jarak angkut menuju *disposal area* rata-rata adalah 2.393,67 m ke sebelah selatan *front* penambangan *pit A* secara *out pit dump* yang berada diluar area penambangan *pit A*. Jarak angkut menuju *stockpile* rata-rata adalah 2.364,41 m.

##### 2. Geometri Jalan Tambang (*Ramp*)

Peranan jalan tambang dalam sebuah kegiatan penambangan sangat vital, sehingga rancangan geometri jalan tambang yang benar akan sangat menunjang kegiatan penambangan tersebut (Lihat Lampiran E).

a. Lebar Jalan Lurus

Penentuan lebar jalan minimum untuk jalan lurus didasarkan pada lebar ukuran dari alat mekanis terbesar yang melintas, dalam hal ini yaitu DT Scania P380 dengan lebar kendaraan 2,6 m. Jalan tambang direncanakan memiliki 2 jalur dan akan digunakan untuk kegiatan pengangkutan material *overburden* maupun batubara. Lebar jalan tambang berdasarkan AASHTO *Manual Rural High-way Design* didapatkan minimal selebar 9,1 m, sehingga digunakan lebar jalan lurus selebar 15 m.

b. Lebar Jalan pada Tikungan

Untuk dua jalur angkut, maka lebar minimum pada tikungan didasarkan pada lebar atau jarak antar jejak roda kendaraan, lebar Tonjolan atau jantai truk bagian depan dan bagian belakang pada saat menikung. Diperhitungkan pula jarak antar truk pada saat bersimpangan serta jarak sisi luar truk dari tepi jalan. Dari hasil perhitungan didapatkan lebar jalan pada tikungan sebesar 17 m.

c. Jari-Jari Tikungan

Dalam pembuatan jalan menikung, jari – jari tikungan harus dibuat lebih besar dari jari – jari lintasan alat angkut atau minimal sama. Jari – jari tikungan jalan angkut juga harus memenuhi keselamatan kerja di tambang atau memenuhi faktor keamanan yaitu jarak pandang bagi pengemudi di tikungan, baik horizontal maupun vertikal terhadap kedudukan suatu penghalang pada jalan tersebut yang diukur dari mata pengemudi. Jadi jari –jari tikungan minimal yang harus dibuat dan mampu dilalui oleh alat angkut adalah sebesar 13,75 m.

d. *Superelevasi*

*Superelevasi* adalah kemiringan melintang permukaan jalan pada lengkung horizontal, *superelevasi* bertujuan untuk memperoleh komponen berat kendaraan untuk mengimbangi gaya sentrifugal. Nilai *superelevasi* pada tikungan yang dirancang adalah sebesar 0,05 m/m, memiliki beda tinggi 0,85 meter dengan kecepatan rencana 20 km/jam.

e. Kemiringan Permukaan Jalan Angkut (*Cross Slope*)

*Cross slope* dirancang untuk kepentingan penyaliran. Besarnya kemiringan permukaan jalan dipengaruhi oleh lebar badan jalan, dimana besarnya  $\frac{1}{4} - \frac{1}{2}$  inch per *feet* dari lebar jalan angkut (20-40 mm/m). Harga *cross slope* yang digunakan pada perhitungan adalah 40 mm/m (harga untuk jalan angkut tambang) (Hustrulid, 2013) dengan lebar jalan angkut sebesar 15 m, maka kemiringan melintang sebesar 0,3 m.

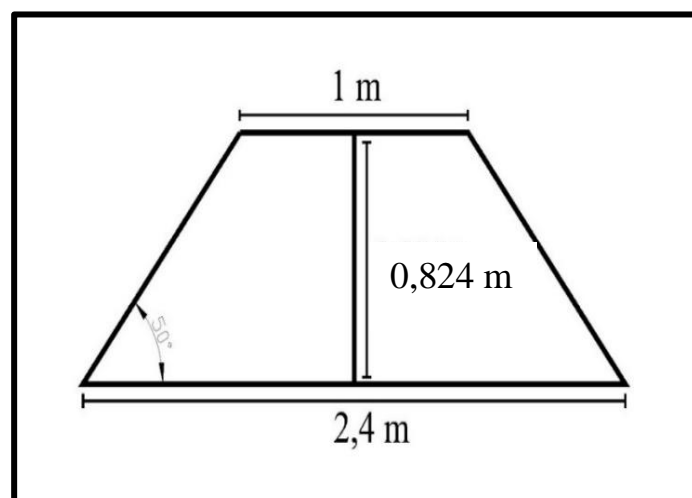
f. Kemiringan Jalan (*Grade*)

Pada rancangan tambang untuk daerah penelitian menggunakan kemiringan jalan maksimum 9%. Dengan kondisi demikian diharapkan laju alat angkut tidak mengalami hambatan yang berarti terutama saat menanjak bermuatan. Hal tersebut selaras dengan Kepmen ESDM no.1827K/30/MEM/2018 kemiringan jalan tambang/produksi dibuat tidak boleh lebih dari 12%.

g. Tanggul pengaman (*Bundwall*)

*Safety berm* atau tanggul pengaman dibuat agar alat mekanis berada tetap pada jalurnya, sehingga insiden alat angkut keluar jalur akibat kondisi jalan ataupun kelalaian pengemudi dapat dikurangi. Material yang digunakan untuk pembuatan *berm* umumnya adalah lapisan *overburden*.

Berdasarkan Kepmen ESDM no.1827K/30/MEM/2018 dimensi *berm* mempunyai tinggi  $\frac{3}{4}$  dari diameter roda alat angkut terbesar dan memperhitungkan limpasan dan/atau material lepas yang dapat masuk ke jalan tambang. Diameter roda alat angkut terbesar yaitu DT Scania P380 adalah 1.100 mm, jadi tinggi *berm* minimum adalah 824 mm (lihat Gambar 4.4).



Gambar 4.4  
Geometri Tanggul Pengaman (*Safety Berm*)

#### 4.5. Rancangan Timbunan *Overburden* (*Disposal Area*)

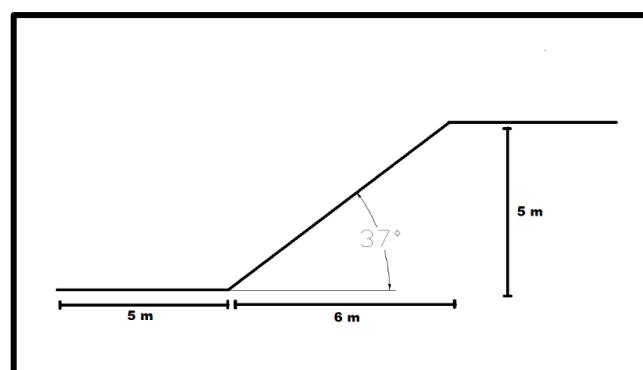
Dalam kegiatan penambangan agar operasi penambangan dapat berjalan dengan lancar, perlu dibuat suatu rancangan teknis penimbunan *overburden* (*disposal area*). Rancangan *disposal area* yang dirancang dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Jarak dari permukaan kerja (*front* penambangan) menjadi pertimbangan.
2. Diusahakan memilih lokasi *disposal* berada pada sisi *low wall* supaya jika akan dilakukan penambangan lebih lanjut tidak mengganggu produksi karena di lokasi *low wall* tidak terdapat seam batubara.
3. Tidak mengganggu daerah yang akan ditambang, sungai atau jalan, serta topografi permukaan diusahakan berupa lembah.
4. Meperhatikan batas konsesi pertambangan atau IUP dari perusahaan sebagai batasan.

Rancangan teknis penimbunan *overburden* memerlukan beberapa parameter penting (lihat Gambar 4.6), parameter tersebut antara lain:

1. *Angle of Repose* =  $37^{\circ}$
2. Tinggi jenjang (*Bench height*) = 5 m
3. Lebar jenjang (*Bench width*) = 5 m

Parameter rancangan *disposal* tersebut di atas didapatkan dari rekomendasi geoteknik yang dilakukan oleh PT. Mega Bara Semesta dengan tinggi jenjang sepanjang 5 (Sepuluh) meter, lebar jenjang 5 (delapan) meter, dan *single slope* sebesar  $37^{\circ}$  (Lampiran D). Jenis timbunan yang dipilih adalah *Terrace Dump*. Jenis penimbunan tersebut dipilih karena pada daerah penelitian memiliki topografi yang relatif landai dan tidak terlalu curam.



Gambar 4.5  
Geometri Jenjang *Disposal*

Volume *overburden* yang akan digali selama 3 bulan sebesar 500.833 BCM. Jumlah *overburden* yang akan dipindahkan perlu dikonversikan ke dalam satuan CCM (*Compacted Cubic Meter*) dengan nilai *shrinkage factor* sesuai dengan material *overburden* (Lampiran P). Hal ini dikarenakan pada saat penimbunan dilakukan usaha pemadatan dengan alat berat yang melewati timbunan tersebut. Volume *overburden* yang diperoleh dalam BCM (*Bank Cubic Meter*) tersebut jika dikonversi ke dalam satuan CCM (*Compacted Cubic Meter*) menjadi 463.421 CCM dengan *swell factor* sebesar 0,85 dan *shrinkage factor* sebesar 7,47%. Kapasitas dari *disposal* yang disediakan lebih besar 2,5 % pada setiap bulannya dari total lapisan penutup (*overburden*) yang akan dipindahkan berdasarkan *reserve* hasil rancangan, sehingga total volume pada desain *disposal* yang akan dibuat sebesar 475.006 CCM. Deskripsi rancangan *disposal area* setiap bulannya dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3  
Rancangan *Disposal Area*

Bulan	Vol. <i>OB</i> Tertambang (BCM)	Vol. <i>OB</i> Tertambang (LCM)	Vol. <i>OB</i> Tertambang (CCM)	Volume <i>Disposal</i> (CCM)
Januari	166.637	195.915	154.489	158.043
Februari	167.655	197.112	155.131	159.009
Maret	166.541	195.802	154.100	157.752
Total	500.833	588.829	463.421	475.006

#### 4.6. Waktu Kerja

Waktu kerja operasional tambang adalah jumlah dari seluruh waktu yang tersedia yang dapat dimanfaatkan untuk kerja secara produktif. PT. Mega Bara Semesta memiliki ketetapan waktu bekerja selama 20 jam yang dibagi menjadi 2 *shift* perhari. Untuk memudahkan dalam merencanakan, memperhitungkan dan menilai kinerja dari alat-alat mekanis, perlu mempertimbangkan adanya kehilangan waktu kerja.

Adanya kehilangan waktu kerja disebabkan karena faktor alam, alat, dan manusia. Berdasarkan hasil perhitungan waktu kerja tambang dengan mempertimbangkan adanya kehilangan waktu kerja, didapat waktu kerja efektif sebesar 370 jam/bulan. Untuk lebih mendetail mengenai waktu kerja efektif dan besarnya kehilangan waktu kerja dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan Lampiran C.

Tabel 4.4  
Parameter Kehilangan Waktu Kerja

Hours Schedule			
Lost Time :	S1	Weathering	
	S2	Rain	1.92 Hours/day
	S3	Clean Up / Slippery	0.96 Hours/day
		Total Delay	
	S1	Meal & Rest	2 Hours/day
	S2	Shift Change	2 Hours/day
	S3	Over Shift	0 Hours/day
	S4	Prayers	1 Hours/day
	S5	Safety Talk	0.2 Hours/day
	S6	Ops Refeul	0.4 Hours/day
	S7	Standby Repair Loading Point	0.5 Hours/day
	S8	Fasting	0 Hours/day
	S9	P2H, Greasing, Refueling	0.3 Hours/day
	S1	Independence Day	
	S2	Idul Fitri	
	S3	Idul Adha	
	S4	Christmas	Hours/day
S5	New Year Day	Hours/day	
S6	Suspend Production		
S7	Hari Kemerdekaan		
Break Down Hours		Break Down Hours	3.6 Hours/day
	B0	Engine	
	B1	Waiting Part	0.9 Hours/day
	B2	Waiting Mechanic	1.08 Hours/day
	B3	On Process	0 Hours/day
	B4	Periodical Service	0.54 Hours/day
	B5	External Service	0.36 Hours/day
	B6	Accident	0 Hours/day
B7	Others	0.72 Hours/day	

Sumber : PT. Mega Bara Semesta, 2021

#### 4.7. Produktivitas Alat

Produktivitas alat dapat berupa produksi alat gali muat dan alat angkut, besarnya nilai perhitungan produksi alat gali muat dan alat angkut dalam sebuah rancangan pada umum nya akan berbeda dengan hasil yang akan didapat pada aktual pelaksanaan operasi penambangan, perbedaan ini dapat disebabkan oleh ketersediaan alat yang kurang pada saat operasi penambangan karena mengalami kerusakan alat/*breakdown*.

Kondisi jalan angkut juga dapat menyebabkan perbedaan hasil atau jumlah produksi alat, selain itu waktu hujan yang sewaktu-waktu dapat memberhentikan kegiatan penambangan merupakan alasan penting produksi suatu alat berubah (lihat Tabel 4.5). Perhitungan produksi alat dapat dilihat pada Lampiran L-M.

Tabel 4.5  
Produktivitas Alat Mekanis

Bulan	Alat Gali-Muat		Alat Angkut	
	CAT 340D2L	CAT 330D2L	Scania P380	Scania P380
	<i>Overburden</i>	Batubara	<i>Overburden</i>	Batubara
Januari	224,97 BCM/jam	169,95 ton/jam	30,50 BCM/jam	29,59 ton/jam
Februari	224,97 BCM/jam	169,95 ton/jam	30,50 BCM/jam	29,59 ton/jam
Maret	224,97 BCM/jam	169,95 ton/jam	30,50 BCM/jam	29,59 ton/jam



#### 4.8. Kebutuhan Alat Gali – Muat dan Alat Angkut

Penentuan kebutuhan alat gali-muat dan angkut didasarkan pada perhitungan produktifitas alat mekanis untuk dapat memenuhi target produksi perusahaan. Target produksi perusahaan yang relatif sama menyebabkan jumlah kebutuhan alat mekanis yang akan digunakan setiap bulannya sama, Kebutuhan alat gali-muat dan alat angkut setiap bulan dapat dilihat pada Tabel 4.6 (Lampiran N).

Tabel 4.6  
Kebutuhan Alat Mekanis untuk Pengupasan Lapisan *Overburden*

Bulan	Target Produksi <i>Overburden</i> (BCM)	<i>Productivity</i> Alat Gali Muat (BCM)	Jumlah Alat Gali-Muat	<i>Productivity</i> Alat Angkut (ton)	Jumlah Alat Angkut	<i>Cycle Time</i> Alat Angkut Harian
Januari	166.637	224,97	2	30,50	14	48 CT / unit
Februari	167.655	224,97	2	30,50	14	50 CT / unit
Maret	166.541	224,97	2	30,50	14	50 CT / unit

Tabel 4.7  
Kebutuhan Alat Mekanis untuk Pengupasan Lapisan Batubara

Bulan	Target Produksi Batubara (Ton)	<i>Productivity</i> Alat Gali Muat (ton)	Jumlah Alat Gali-Muat	<i>Productivity</i> Alat Gali Angkut (ton)	Jumlah Alat Angkut	<i>Cycle Time</i> Alat Angkut Harian
Januari	45.348	169,95	1	29,59	4	42 CT / unit
Februari	45.107	169,95	1	29,59	4	43 CT / unit
Maret	45.127	169,95	1	29,59	4	43 CT / unit

#### 4.9. Rencana Penjadwalan Produksi

Penjadwalan produksi pada kemajuan penambangan *pit* perbulan pada *pit* A dilakukan dengan berbagai tahap hingga mencapai target produksi. Dalam penelitian ini akan dibuat rancangan kemajuan penambangan berdasarkan kemampuan produktifitas alat dalam memenuhi target produksi. Penjadwalan produksi dilakukan bertahap seperti berikut:

#### 4.10. Pengupasan *Overburden* dan Pembongkaran Batubara

Dalam kegiatan pembongkaran lapisan *overburden*, PT. Mega Bara Semesta menggunakan metode *manual digging* oleh alat mekanis CAT 340D2L dengan

kapasitas *bucket* 2,2 m<sup>3</sup>. Untuk pembongkaran lapisan Batubara menggunakan alat CAT 330D2L dengan kapasitas *bucket* 1,76 m<sup>3</sup>. Alat penggalian untuk batubara bekerja sampai dengan batas kurang lebih 10 cm dari lapisan batubara bagian atas (*roof*) dan 10 cm dari bawah (*floor*) agar tidak tercampur dengan lapisan pengotor (*coal cleaning*). (Lihat Lampiran I)

#### **4.11. Pemuatan Lapisan *Overburden* dan Batubara**

Pemuatan material *overburden* dilakukan menggunakan alat mekanis CAT 340D2L yang di muat ke dalam *dump truck* Scania P380 untuk kedua *overburden* dan batubara dengan kapasitas *bucket* 2,2 m<sup>3</sup>. Untuk pemuatan lapisan batubara menggunakan alat mekanis CAT 330D2L dengan kapasitas *bucket* 1,76 m<sup>3</sup> (lihat Lampiran I).

#### **4.12. Pengangkutan Lapisan *Overburden* dan Batubara.**

Pengangkutan lapisan *overburden* dan batubara dilakukan dengan menggunakan *dump truck* Scania P380 yang kemudian dibawa menuju lokasi penimbunan *disposal* untuk *overburden* dan *stockpile* untuk batubara. Pengangkutan material menggunakan alat angkut DT Scania P380 dengan kapasitas bak 14 m<sup>3</sup> untuk *overburden* dan 30 ton untuk batubara (Lihat Lampiran I)

#### **4.13. Produksi Batubara dan *Overburden* per Bulan**

##### **a. Penjadwalan Penambangan Bulan Januari Tahun 2022**

Pada bulan januari tahun 2022 akan dilakukan kegiatan penambangan pada *pit* A dengan membuka area penambangan seluas 2,95 Ha pada *pit* timur dan 2,53 Ha untuk *pit* barat, untuk memenuhi produksi batubara sebanyak 45.348 ton dan *overburden* sebesar 166.637 BCM dengan nilai *stripping ratio* sebesar 1 : 3,67. Akan dilakukan operasi penambangan dari elevasi 110 mdpl hingga elevasi 90 mdpl. Jarak angkut menuju *out pit dump* ke *disposal* rata-rata sejauh 2.032 m dan untuk ke *stockpile* rata-rata sejauh 1.672 m dari lokasi *pit* A.

Pada pemindahan *overburden* menggunakan 2 unit alat gali-muat CAT 340D2L dan 14 unit alat angkut DT Scania P380. Sedangkan pada pemindahan batubara menggunakan 1 unit alat gali-muat dan 4 unit alat angkut DT Scania P380. Kegiatan penambangan akan dilakukan selama 1 bulan dengan waktu operasional 20 jam perhari yang dibagi menjadi 2 shift. Ketercapaian target produksi dilihat dari

jumlah ritase harian yang dicapai oleh masing-masing unit DT Scania P380. Untuk rancangan produksi tahun 2022 dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8  
Produksi Batubara dan *Overburden* Bulan Januari Tahun 2022

Bulan	Material	Target Produksi	<i>Reserve</i> desain
Januari	<i>Overburden</i>	166.000 BCM/bulan	166.637 BCM/bulan
	Batubara	42.000 Ton/bulan	45.348 Ton/bulan
	SR	<5	3,67

b. Penjadwalan Penambangan Bulan Februari Tahun 2022

Pada bulan februari 2022 akan dilakukan kegiatan penambangan di *pit* A dengan membuka area penambangan seluas 2,95 Ha pada *pit* timur dan 4,44 Ha pada *pit* barat untuk memenuhi produksi batubara sebanyak 45.017 ton dan *overburden* sebesar 167.655 BCM dengan nilai *stripping ratio* sebesar 1 : 3,72. Akan dilakukan operasi penambangan pada elevasi 90 mdpl hingga 85 mdpl pada *pit* timur dan barat. Jarak angkut menuju *out pit dump* ke *disposal area* rata-rata sejauh 2.093 m dan untuk ke stockpile rata-rata sejauh 1.732 m dari lokasi *pit* A.

Pada pemindahan *overburden* menggunakan 2 unit alat gali-muat CAT 340D2L dan 14 unit alat angkut DT Scania P380. Sedangkan pada pemindahan batubara menggunakan 1 unit alat gali-muat dan 3 unit alat angkut DT Scania P380. Kegiatan penambangan akan dilakukan selama 1 bulan dengan waktu operasinal 20 jam perhari yang dibagi menjadi 2 shift. Ketercapaian target produksi dilihat dari jumlah ritase harian yang dicapai oleh unit DT Scania P380. Untuk rancangan produksi bulan Februari 2022 dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9  
Produksi Batubara dan *Overburden* Bulan Februari Tahun 2022

Bulan	Material	Target Produksi	<i>Reserve</i> desain
Februari	<i>Overburden</i>	166.000 BCM/bulan	167.655 BCM/bulan
	Batubara	42.000 Ton/bulan	45.017 Ton/bulan
	SR	<5	3,72

c. Penjadwalan Penambangan Bulan Maret Tahun 2022

Pada bulan maret 2022 akan dilakukan kegiatan penambangan di *pit* A dengan

membuka area penambangan seluas 3,49 Ha pada *pit* timur dan 5,82 Ha pada *pit* barat untuk memenuhi produksi batubara sebanyak 45.127 ton dan *overburden* sebesar 166.541 BCM dengan nilai *stripping ratio* sebesar 1 : 3,69. Akan dilakukan operasi penambangan pada elevasi 85 mdpl hingga 70 di *pit* barat dan penambangan pada elevasi 85 di *pit* bagian timur. Jarak angkut menuju *out pit dump* ke *disposal area* rata-rata sejauh 2.393 m dan untuk ke stockpile rata-rata sejauh 2.364 m dari lokasi *pit* A.

Pada pemindahan *overburden* menggunakan 1 unit alat gali-muat CAT 340D2L dan 7 unit alat angkut DT Scania P380. Sedangkan pada pemindahan batubara diperlukan 1 unit alat gali-muat dan 4 unit alat angkut DT Scania P380. Kegiatan penambangan akan dilakukan selama 3 bulan dengan waktu operasinal 20 jam perhari yang dibagi menjadi 2 shift. Ketercapaian target produksi dilihat dari jumlah ritase harian yang dicapai oleh masing-masing unit DT Scania P380. Untuk rancangan produksi bulan maret tahun 2022 dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10  
Produksi Batubara dan *Overburden* Bulan Maret Tahun 2022

Bulan	Material	Target Produksi	<i>Reserve</i> desain
Maret	<i>Overburden</i>	166.000 BCM/bulan	166.541 BCM/bulan
	Batubara	42.000 Ton/bulan	45.127 Ton/bulan
	SR	<5	3,69

## **BAB V**

### **PEMBAHASAN**

Wilayah penelitian yang memiliki bentuk bentang alam berupa perbukitan bergelombang lemah dengan ketinggian mencapai 120 mdpl, kedudukan *seam* batubara pada daerah penelitian berada pada strike N 87° E, dan memiliki kemiringan relatif tegak berkisar dip 27° - 32°, maka jenis penambangan yang tepat diterapkan di daerah ini adalah sistem tambang terbuka dengan metode *open pit coal mining*.

Berdasarkan pengolahan data yang dilakukan pada *Software Minespace 5.7* diperoleh total cadangan Batubara berdasarkan rancangan triwulan pertama tahun 2022 sebesar 135.492 ton yang akan dibagi menjadi setiap bulan. Rancangan penambangan yang dihasilkan dalam penelitian ini memiliki nilai *Stripping Ratio* rata-rata 3,69 : 1 lebih kecil dari batas maksimal *Stripping Ratio* yang sudah ditentukan oleh perusahaan yaitu 5 : 1.

#### **5.1. Rancangan Teknis Penambangan**

Sesuai dengan rumusan masalah pada penelitian yaitu belum adanya rancangan teknis penambangan pada lokasi penelitian pada PT. Mega Bara Semesta menjadi masalah utama yang harus diselesaikan. Rancangan teknis sekuen kemajuan penambangan batubara merupakan salah satu pedoman yang dapat digunakan dalam melakukan kegiatan operasi penambangan, dengan adanya rancangan kemajuan penambangan, perusahaan dapat memantau kemajuan penambangan, melakukan penjadwalan target produksi, kebutuhan alat yang akan bekerja serta sebagai bahan untuk mengevaluasi setiap kegiatan penambangan yang telah dilakukan dalam kurun waktu dekat maupun panjang. Desain rancangan penambangan pada penelitian ini di rancang berdasarkan situasi terbaru di bulan desember tahun 2021 dengan arah penambangan dari utara menuju ke selatan karena memiliki arah kemenerusan batubara menuju ke selatan.

### **5.1.1. Bukaan Tambang**

Rancangan bukaan tambang pada *pit* A didesain menggunakan sistem tambang terbuka dengan metode penambangan *open pit coal mining*. Pemilihan metode penambangan berdasarkan keadaan geologi, topografi, penyebaran *seam* batubara, serta kemiringan *seam* batubara yang ada pada lokasi penelitian.

Selama tiga bulan pada *pit* A memiliki luas bukaan tambang seluas 3,49 Ha pada *pit* barat dan 5,82 Ha pada *pit* timur. Blok bukaan tambang harus memenuhi lebar minimum *front* penambangan. Lebar *front* penambangan akan mempengaruhi alat mekanis dalam melakukan manuver sehingga dapat berpengaruh pada produktivitas alat gali-muat dan alat angkut yang bekerja. Dikarenakan lebar minimum *front* penambangan 22 m, maka rancangan dimensi blok bukaan tidak boleh kurang dari lebar minimum *front* penambangan. Pada penelitian ini desain yang digunakan dalam sekuen setiap bulannya telah memenuhi lebar minimum *front* penambangan selebar 22 m (Lampiran E).

### **5.1.2. Rancangan Jalan Angkut Tambang**

Jalan angkut tambang diperlukan sebagai akses keluar dan masuk alat angkut untuk membawa hasil penambangan agar operasi penambang dapat berjalan lancar. Jalan dibuat di dekat singkapan batubara dimana awal pembukaan lahan dilakukan supaya tidak mengupas *overburden* terlalu banyak. Lebar jalan angkut juga perlu memperhatikan lebar bukaan tambang agar tidak mengganggu operasi penambangan pada *front* penambangan.

Rancangan jalan angkut tambang di rancang dengan mempertimbangkan lebar alat mekanis terbesar yang digunakan. Jumlah lajur yang akan dipakai adalah 2 (dua) lajur untuk 2 (dua) arah yang akan dilalui oleh alat angkut DT Scania P380 dengan lebar alat 2,6 meter (Lampiran H). Lebar minimum pada jalan lurus yaitu 9,1 m, pada penelitian rancangan ini digunakan 15 meter pada lebar jalan dan 17 meter untuk lebar tikungan, Perancangan jalan tambang ini telah disesuaikan dengan Kepmen ESDM No.1827/K/30/MEM/2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang baik dan benar.

Perusahaan memiliki SOP untuk kemiringan (*Grade*) jalan sebesar 8% - 10%.

Hal ini berkaitan dengan biaya, luas *front* penambangan dan kemampuan alat dalam menghadapi *grade resistance*.

### 5.1.3. Rencana Penjadwalan Produksi

Penjadwalan produksi batubara didasarkan pada target produksi yang direncanakan PT. Mega Bara Semesta sebesar 125.000 ton ton/triwulan batubara dengan mempertimbangkan rencana kehilangan pada saat kegiatan penambangan sebesar 3%, kehilangan pada kegiatan pengangkutan sebesar 2%, dan kehilangan pada *stockpile* 2%. Dengan mempertimbangkan rencana kehilangan tersebut maka target produksi setiap triwulannya menjadi 135.000 ton/triwulan (Lampiran B).

Rancangan kemajuan penambangan harus dibuat berdasarkan rekomendasi geometri jenjang dan geometri jalan angkut yang sesuai agar target produksi dapat terpenuhi. Pembuatan rancangan kemajuan penambangan untuk memenuhi target produksi setiap bulan dilakukan menggunakan *software Minescape 5.7* dan *AutoCAD 2007* selanjutnya dilakukan penjadwalan menggunakan bantuan aplikasi *Microsoft Excel 2019*.

Berdasarkan rancangan kemajuan penambangan dihasilkan penjadwalan produksi setiap bulannya dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1  
Penjadwalan Produksi Bulan Januari - Maret

Bulan	Target Produksi BB (ton)	Target Produksi OB (BCM)	Vol Tertambang BB (Ton)	Vol OB Tertambang (BCM)	SR
Januari	42.000	166.000	45.348	166.637	3,67
Februari	42.000	166.000	45.017	167.655	3,72
Maret	42.000	166.000	45.127	166.541	3,69

Dari penjadwalan produksi tersebut diperoleh nilai *Stripping Ratio* yang berbeda-beda (lihat Tabel 5.1). Hal tersebut disebabkan kondisi endapan batubara, kondisi topografi, dan rancangan kemajuan penambangan yang dapat diterapkan dilapangan. Hal ini tidak terlalu mempengaruhi nilai ekonomis rancangan penambangan jangka panjang karena nilai *stripping ratio* pada *pit A* dari bulan januari hingga maret rata-rata sebesar 3,69 dimana masih dibawah Batasan nilai

*stripping ratio* yang diberikan oleh PT. Mega Bara Semesta yaitu sebesar 5 : 1.

#### 1. Penjadwalan Produksi Batubara Bulan Januari 2022

Luas lahan yang dibuka pada bulan januari tahun 2022 adalah 2,92 Ha pada *pit* timur dan 2,53 Ha pada *pit* barat. Rancangan penambangan pada bulan januari 2022 dimulai dari elevasi 110 mdpl hingga elevasi 90 mdpl pada *pit* timur dan barat dengan arah penambangan dari utara ke selatan.

Rancangan penambangan tahun 2022 ini bertujuan untuk memenuhi target produksi batubara sebesar 42.000 ton. Volume yang tertambang berdasarkan desain yang diperoleh untuk lapisan *overburden* sebesar 166.637 BCM dan batubara sebesar 45.348 ton sehingga didapatkan nilai *stripping ratio* sebesar 3,67 : 1. Volume *overburden* yang tertambang akan di timbun pada *disposal area*.

#### 2. Penjadwalan Produksi Batubara Bulan Februari Tahun 2022.

Luas lahan yang dibuka pada bulan february tahun 2022 adalah 2,95 Ha pada *pit* timur dan 4,44 Ha pada *pit* barat. Rancangan penambangan pada bulan february tahun 2022 dilakukan dari elevasi 90 mdpl hingga 85 mdpl pada *pit* timur dari utara ke arah selatan dan penambangan di elevasi 90 mdpl di *pit* barat dengan arah penambangan dari barat ke arah timur.

Rancangan penambangan bulan february 2022 ini bertujuan untuk memenuhi target produksi batubara sebesar 42.000 ton. Volume yang tertambang berdasarkan desain, diperoleh untuk lapisan *overburden* sebesar 167.655 BCM dan batubara sebesar 45.017 ton sehingga didapatkan nilai *stripping ratio* sebesar 3,72 : 1. Volume *overburden* yang tertambang akan di timbun pada *disposal area*.

#### 3. Penjadwalan Produksi Batubara Bulan Maret Tahun 2022

Luas lahan yang dibuka pada bulan maret tahun 2022 adalah 5,82 Ha pada *pit* barat dan 3,49 Ha pada *pit* timur. Rancangan penambangan pada bulan maret tahun 2022 dimulai dari elevasi 90 mdpl hingga 70 mdpl di *pit* barat dari timur ke arah barat dan penambangan pada elevasi 85 mdpl di *pit* timur dengan arah penambangan dari timur ke barat.

Rancangan penambangan bulan maret tahun 2022 ini bertujuan untuk memenuhi target produksi batubara sebesar 42.000 ton. Volume yang tertambang berdasarkan desain yang diperoleh untuk lapisan *overburden* sebesar 166.541 BCM



dan batubara sebesar 45.127 ton sehingga didapatkan nilai stripping ratio sebesar 3,69 : 1. Volume *overburden* yang tertambang akan di timbun pada *disposal area*.

Penjadwalan produksi setiap bulannya mengalami perbedaan diakibatkan oleh lapisan *overburden* yang dikupas untuk memenuhi target produksi batubara berbeda-beda karena kondisi *seam* batubara pada *floor* dan *roof* memiliki bentuk penampang yang tidak sama hal tersebut mengakibatkan untuk ketebalan pada satu seam batubara memiliki ketebalan yang berbeda.

#### 5.1.4. Pengaruh Rancangan Penambangan Batubara terhadap *Stripping Ratio*

Nilai *Stripping Ratio* (SR) dapat digunakan sebagai evaluasi awal tambang untuk mengetahui kelayakan untuk ditambang. Semakin kecil nilai *Stripping Ratio* suatu penambangan maka semakin layak untuk ditambang dikarenakan semakin sedikit *overburden* yang dipindahkan ataupun semakin banyak batubara yang dapat ditambang. Dari rancangan bulan Januari hingga Maret, diperoleh *Stripping Ratio* yang berbeda-beda (lihat Tabel 5.2 dan Gambar 5.1).

Hal tersebut disebabkan kondisi endapan batubara, kondisi topografi, dan rancangan kemajuan penambangan yang dapat diaplikasikan di lapangan. Hal ini tidak terlalu mempengaruhi nilai ekonomis rancangan penambangan jangka pendek karena nilai *Stripping Ratio* terbesar pada *pit C* yaitu 3,72 : 1 dimana masih dibawah batasan nilai *Stripping Ratio* yang ditetapkan oleh PT. Mega Bara Semesta yaitu sebesar 5 : 1.

Tabel 5.2  
Nilai *Stripping Ratio* Pada *pit A* PT. Mega Bara Semesta

Bulan	<i>Stripping Ratio Target</i>	<i>Stripping Ratio by Design</i>
Januari	5	3,67
Februari	5	3,72
Maret	5	3,69

#### 5.2. Rancangan Tempat Penimbunan *Overburden* (*Disposal*)

Jenis timbunan lapisan *overburden* yang akan diterapkan adalah *Terrace Dump*, karena hal ini disesuaikan dengan kondisi topografi yang relatif landai dan

tidak begitu curam. Timbunan *Terrace Dump* dilakukan dengan membuat timbunan dari bawah ke atas. Pada penelitian ini hanya menerapkan timbunan *Out pit Dump*, hal ini disesuaikan dengan metode penambangan yang digunakan yaitu *Open Pit Coal Mining* dan keadaan dari *seam* batubara tersebut. Timbunan *In Pit Dump* hanya dapat diterapkan jika *pit* tersebut sudah mengalami *Mine Out*.

Elevasi akhir dari rancangan *disposal* triwulan pertama tahun 2022 mencapai 123 mdpl dengan total kapasitas dari disposal sebesar 475.006 CCM. Kapasitas dari *disposal* yang disediakan lebih besar 2,5 % pada setiap bulannya dari total lapisan penutup (*overburden*) yang akan dipindahkan berdasarkan *reserve* hasil rancangan. Hal ini mempertimbangkan jika dikondisi sebenarnya dilapangan pada saat dilaksanakan pemadatan tidak terpadatkan secara sempurna maka demikian perlu memperkirakan faktor tersebut untuk penambahan kapasitas volume dari *disposal*. Total kapasitas *disposal* berdasarkan desain sebesar 475.006 CCM dengan luas 9,72 Ha dapat menampung semua *overburden* yang terbongkar. Perhitungan pengembangan material terdapat pada Lampiran P.

### **5.3. Kebutuhan Alat Gali-Muat dan Alat Angkut**

#### **5.3.1. Kebutuhan Alat Gali-Muat**

Alat yang akan digunakan untuk menggali dan memuat adalah CAT 340D2L dengan kapasitas *bucket* 3,1 m<sup>3</sup> untuk lapisan *overburden* dan CAT 330D2L dengan kapasitas *bucket* 1,76 m<sup>3</sup> untuk batubara.

Kebutuhan alat gali-muat pada triwulan pertama tahun 2022 setiap bulannya jumlahnya sama, yaitu 2 (dua) unit CAT 340D2L untuk *overburden* dan 1 unit CAT 330D untuk batubara setiap bulannya (Lampiran N). Kebutuhan alat yang sama disebabkan oleh volume material *overburden* dan batubara yang dikupas relatif sama dengan perbandingan nilai rata-rata *stripping ratio* 3,69 : 1.

#### **5.3.2. Kebutuhan Alat Angkut**

Alat yang akan digunakan untuk mengangkut lapisan *overburden* dan batubara adalah DT Scania P380 dengan kapasitas bak 14 m<sup>3</sup>. Kebutuhan alat angkut di bulan januari hingga maret jumlahnya sama, yaitu 14 unit DT Scania P380 untuk lapisan *overburden* dan 4 unit DT Scania P380 untuk batubara setiap bulannya

(Lampiran N). Kebutuhan alat yang sama disebabkan oleh volume material *overburden* dan batubara yang dikupas relatif sama dengan perbandingan nilai rata-rata *stripping ratio* 1 : 3,69.

## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1. Kesimpulan**

1. Kemajuan penambangan dari bulan Januari sampai bulan Maret 2022 didapatkan produksi tiap bulannya sebagai berikut :
  - a. Pada bulan Januari 2022 lapisan *overburden* yang terbongkar adalah 166.637 BCM, batubara tertambang 45.348 ton, SR = 3,67 : 1
  - b. Pada bulan februari 2022 lapisan *overburden* yang terbongkar adalah 167.655 BCM, batubara tertambang 45.017 ton, SR = 3,72 : 1
  - c. Pada bulan maret 2022 lapisan *overburden* yang terbongkar adalah 166.541 BCM, batubara tertambang 45.127 ton, SR = 3,69 : 1
2. Jenis *disposal* yang diterapkan adalah *Terrace Dump*. Rancangan *disposal* terletak 1893.09 m di sebelah selatan dari *pit* dengan elevasi 117 mdpl sampai 123 mdpl. Total kapasitas *disposal* berdasarkan desain sebesar 475.006 CCM dengan luas 9,72 Ha dapat menampung semua *overburden* yang terbongkar.
3. Kebutuhan alat gali-muat dan alat angkut di bulan Januari hingga Maret tahun 2022 jumlahnya sama, yaitu 2 unit CAT 340D2L dengan 14 unit DT Scania P380 untuk *overburden* dan 1 unit CAT 330D2L dengan 4 unit Scania P380 untuk batubara.

#### **6.2. Saran**

Dalam rangka optimalisasi pelaksanaan rancangan tambang yang telah dibuat, maka perlu dilakukan:

1. Penelitian lebih lanjut untuk penjadwalan produksi jangka panjang (tahunan) sehingga target produksi dapat lebih terkontrol dan terkendali.
2. Penelitian lebih lanjut pada perhitungan kebutuhan alat pendukung (*support*) kegiatan penambangan agar dapat bekerja efisien pada penimbunan *disposal*.
3. Penambahan alat angkut untuk operasi kegiatan penambangan batubara sehingga mendapatkan nilai *match factor* mendekati 1 (satu).

## DAFTAR PUSTAKA

1. Amperadi, T.B., Rahman. (2015). *Rancangan Teknis Desain Push Back Penambangan Batubara Pit.1A di Pt. Nata Energi Resources Job Site Pt. Artha Marth Kramo Kabupaten Malinau Propinsi Kalimantan Utara*. Jurnal Geologi Pertambangan.
2. Bagaskara, A.B. (2013). *Rancangan Teknis Kemajuan Penambangan Batubara untuk Memenuhi Target Produksi Per Tahun Pada Pit C di PT. Alfa Riung Jaya Tanah Laut Kalimantan Selatan*. Yogyakarta : Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.
3. Bargawa, W.S. (2018). *Perencanaan Tambang*. Yogyakarta: Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”Yogyakarta. Yogyakarta.
4. Blom, Michelle., Pearce, A.R., & Stuckey, P.J. (2018). *Short Term Planning for Open Pit Mines: A Review*. University Of Melbourne. Australia: Parkville.
5. Chioronis, Nicholas P., 1987. *Coal Age Operating Handbook Of Coal Surface Mining And Reclamation* (Vol. 2). New York: Mcgraw-Hill.
6. *Competent Person Indonesia*. (2019). *SNI 5015:2019 Tentang Pedoman Pelaporan Hasil Eksplorasi, Sumberdaya, Dan Cadangan Batubara*. Yogyakarta: Badan Standarisasi Nasional (BSN).
7. Hartman, H.L. (2002). *Introductory Mining Engineering* Second Edition. The University Of Alabama. Tuscaloska Alabama.
8. Hustrulid, W., Kuchta, M., & Martin, R. (2013). *Open Pit Mine Planning And Design* (Vol 3). Great Britain: CPI Group (UK) Ltd, Croydon.
9. Indonesianto, Y., 2013, *Pemindahan Tanah Mekanis*, Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta.
10. Kaufman, W.W., & Ault J.C. (1977). *Design Of Surface Mine Haulage Roads A Manual*. U.S Department Of The Interior. Bureau Of Mines.
11. Prodjosumarto, Partanto. (1996). *Pemindahan Tanah Mekanis*. Bandung:Institut Teknologi Bandung.
12. Nafian, Algadri Nafian, Yan R. (2021). *Geologi Batubara Daerah Tanjung*

*Enim, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Bandung: Program Studi Teknik Geologi, Institut Teknologi Bandung.*

13. Suwandhi, Awang. (2004). *Perencanaan Jalan Tambang. Diktat Perencanaan Tambang Terbuka*. Bandung: Jurusan Teknik Pertambangan UNISBA.
14. \_\_\_\_\_. (2005). *Komatsu Specification And Application Handbook, Edition 26*. Japan: Komatsu.
15. \_\_\_\_\_. (2018). *Keputusan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 1827 K/30/MEM/2018 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik*. Jakarta.
16. Septianto, Erwin. (2018). *Rancangan Teknis Penambangan Batubara Pada PIT 1 MSTB-HHI Blok Barat PT. Nurkaliza Maju Bersaudara Jobsite Mangkalapi, Kabupaten Tanah Bumbu, Provinsi Kalimantan Selatan*. Yogyakarta. Program Studi Sarjana Teknik Pertambangan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.

## LAMPIRAN A

### DATA CURAH HUJAN

Tabel A.1  
Data Curah Hujan Tahun 2012 - 2021

Tahun	Curah Hujan Bulanan / Rainfall (mm)											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
2012	215	206	195	202	208	100	169	90	76	199	211	213
2013	197	179	224	213	218	92	205	110	224	224	117	176
2014	106	147	162	198	182	199	191	191	88	165	171	192
2015	208	207	172	200	203	109	42	132	56	24	197	197
2016	250	244	179	223	198	175	166	218	173	168	179	244
2017	47	78	86	55	79	93	50	46	136	196	155	183
2018	202	196	204	190	121	155	36	101	79	178	201	202
2019	123	140	142	221	183	53	110	74	211	251	221	202
2020	72	170	156	114	372	344	356	89	196	188	245	233
2021	228	268	239	109	220	136	86	141	212	194	262	208

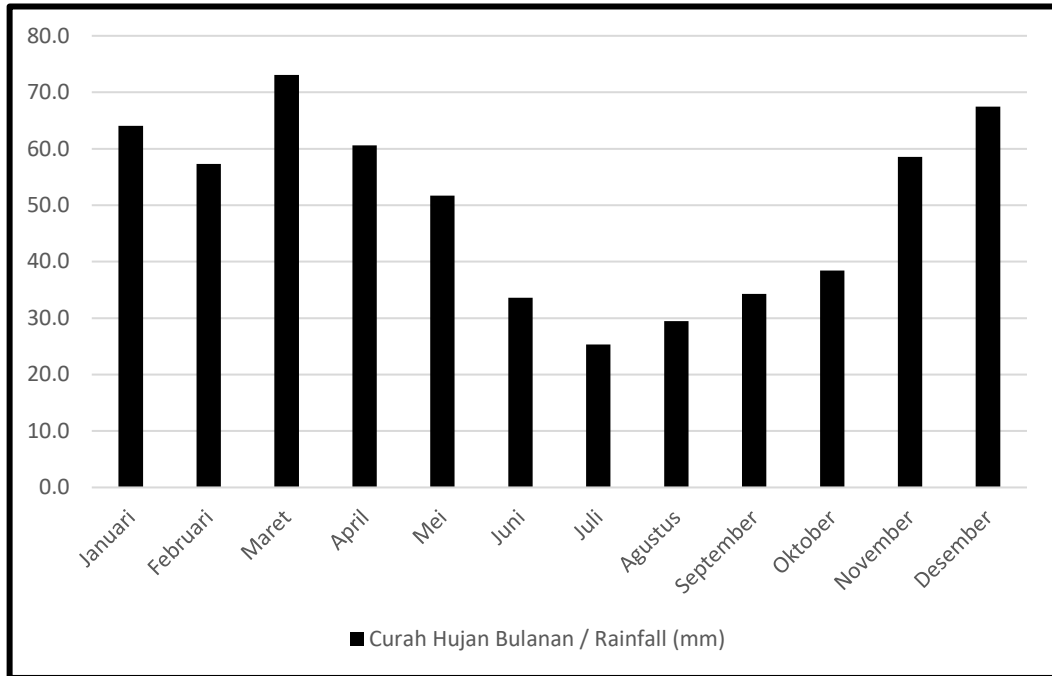
Sumber : PT. Mega Bara Semesta, 2022

Tabel A.2  
Data Hari Hujan Tahun 2012 – 2021

Tahun	Durasi Hujan Konstan (Jam)											
	Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Desember
2012	29.74	82.89	19.21	16.78	21.67	17.67	28.7	29.8	16.6	27.3	18.67	16.8
2013	17.96	30.89	10.91	10.32	25	19.89	25.35	38.17	18.13	16.81	82.45	55.33
2014	86.98	18.05	90.25	64.37	37.32	58.84	18.66	37.24	52.13	77.67	54.8	42.92
2015	95.89	88.14	28.21	56.42	71.21	28.67	20.75	40.88	52.47	80.31	21.9	26.89
2016	99.64	28.19	29.61	18.9	11.21	57.67	80.27	68.88	90.01	77.89	16.58	58.21
2017	4.33	8.5	6.45	5.23	7.33	9.77	4.99	5.88	29.24	91.89	80.23	80.16
2018	28.9	22.34	15.117	50.7	22.7	10	28.7	29.3	20.02	22.7	31.9	21.24
2019	93.92	80.12	79.67	23.87	25	19.27	35.75	18.17	8.25	45.33	24.65	55.33
2020	79.17	31.12	10.25	94.33	37.32	58.84	18.66	37.24	52.13	107.18	64.9	44.21
2021	39.23	88.14	132.42	56.42	71.21	28.67	20.75	40.88	52.47	80.22	22.6	26.89
RATA2	57.58	47.84	43.77	39.73	33.00	30.93	28.26	34.64	39.15	62.73	41.87	42.80
per day	1.92	1.59	1.46	1.32	1.10	1.03	0.94	1.15	1.30	2.09	1.40	1.43
per week	13.43	11.16	10.21	9.27	7.70	7.22	6.59	8.08	9.13	14.64	9.77	9.99

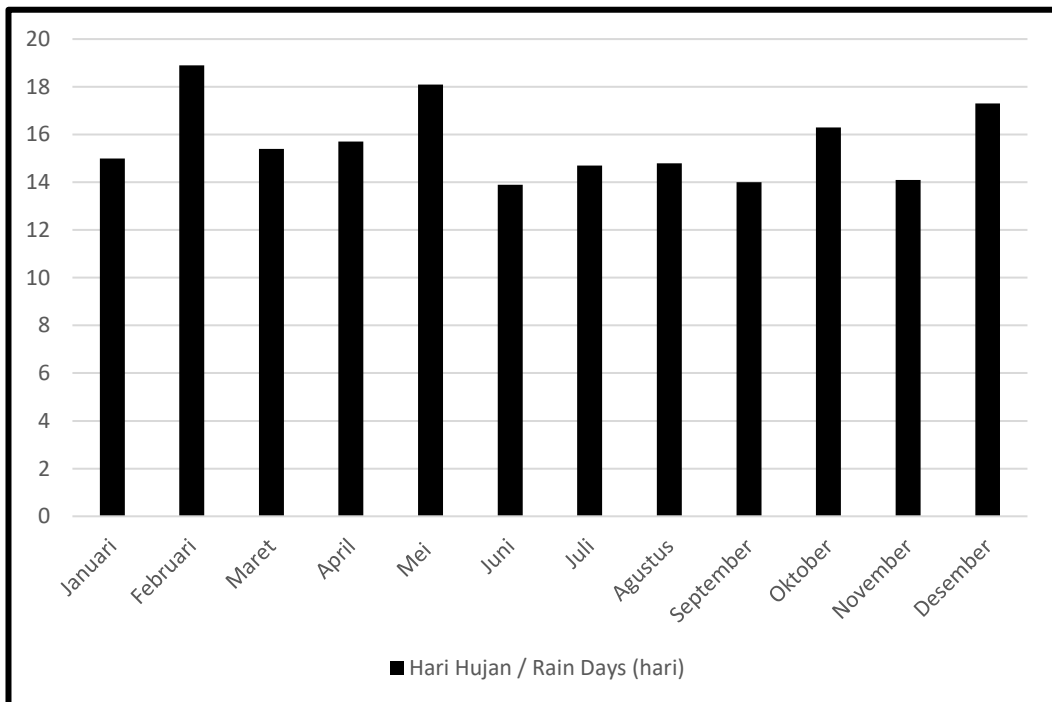
Sumber : PT. Mega Bara Semesta, 2022

Grafik A.1  
 Grafik Curah Hujan Harian Maksimum Rata – Rata Tahun 2012 – 2021



Sumber : Engineering Department PT. Mega Bara Semesta, 2022

Grafik A.2  
 Grafik Hari Hujan Rata – Rata Tahun 2012 – 2021



Sumber : Engineering Department PT. Mega Bara Semesta, 2022



## LAMPIRAN B

### TARGET PRODUKSI

Tabel B.1  
Target Produksi *pit* A PT. Mega Bara Semesta Triwulan pertama 2022

Target Produksi Batubara Perbulan		
Bulan	Batubara (Ton)	Stripping Ratio (SR)
Januari	42.000	$\leq 5$
Februari	42.000	$\leq 5$
Maret	42.000	$\leq 5$
Total	135.000	$\leq 5$

*Sumber : PT. Mega Bara Semesta, 2022*

#### B.1. Perhitungan Target Produksi dengan Faktor Kehilangan

Penjadwalan produksi batubara didasarkan pada target produksi yang direncanakan PT. Mega Bara Semesta sebesar 125.000 ton ton/triwulan batubara dengan mempertimbangkan rencana kehilangan pada saat kegiatan penambangan sebesar 3%, kehilangan pada kegiatan pengangkutan sebesar 2%, dan kehilangan pada *stockpile* 2%. Dengan mempertimbangkan rencana kehilangan tersebut maka target produksi setiap triwulannya menjadi 135.000 ton/triwulan.

Target Produksi = 125.000 ton/triwulan

#### **Faktor rencana kehilangan pada saat kegiatan penambangan**

Kegiatan Pengangkutan = 2%

Kegiatan Penambangan = 3%

Kehilangan pada *stockpile* = 2%

Target Produksi = 125.000 ton/triwulan + 7% Faktor rencana kehilangan

Rencana Kehilangan = 125.000 ton x 7%

= 8.750 ton

Target produksi = 125.000 ton + 8.750 ton

= 133.750 ton/triwulan = 135.000 ton/triwulan.

# LAMPIRAN C

## EFFECTIVE WORKING HOURS

Tabel C.1

Effective Working Hours Bulan Januari 2022

		WORKING SCHEDULE / WEEK JANUARI 2022						TOTAL
		2 SHIFT WORKING						30 Day
		Week 1	Week 2	Week 3	Week 4			
		8 Day	7 Day	7 Day	8 Day			
Hours Schedule		8 Day	7 Day	7 Day	8 Day			
S1	Weathering	21.52	18.83	18.83	21.52	81		
S2	Rain	15.36	13.44	13.44	15.36	58		
S3	Clean Up / Slippery	6.16	5.39	5.39	6.16	23		
	Total Delay	42.80	37.60	37.60	42.80	156		
S1	Meal & Rest	16.00	14.00	14.00	16.00	58		
S2	Shift Change	16.00	14.00	14.00	16.00	58		
S3	Over Shift	0	0	0	0	0		
S4	Prayers	1.00	1.00	1.00	1.00	4		
S5	Safety Talk	0.2	0.20	0.20	0.20	1		
S6	Ops Refuel	3.20	2.80	2.80	3.20	12		
S7	Standby Repair Loading Point	4.00	3.50	3.50	4.00	15		
S8	Fasting	0.00	0.00	0.00	0.00	0		
S9	P2H, Greasing, Refuelling	2.40	2.10	2.10	2.40	9		
S1	Independence Day							
S2	Idul Fitri							
S3	Idul Adha							
S4	Christmas							
S5	New Year Day							
S6	Suspend Production							
S7	Hari Kemerdekaan							
	<b>Break Down Hours</b>	<b>28.80</b>	<b>25.20</b>	<b>25.20</b>	<b>25.20</b>	<b>104</b>		
B0	Engine							
B1	Waiting Part	7.20	6.30	6.30	7.20	25		
B2	Waiting Mechanic	8.64	7.56	7.56	8.64	30		
B3	On Process	0.00	0.00	0.00	0.00	0		
B4	Periodical Service	4.32	3.78	3.24	3.78	15		
B5	External Service	2.88	2.52	2.16	2.52	10		
B6	Accident	0.00	0.00	0.00	0.00	0		
B7	Others	5.76	5.04	4.32	5.04	20		
	<b>Total Lost Time</b>	<b>64.32</b>	<b>56.43</b>	<b>56.43</b>	<b>59.12</b>	<b>236.30</b>		
	<b>Working Schedule / Week</b>	<b>98.88</b>	<b>86.37</b>	<b>86.37</b>	<b>107.68</b>	<b>379.30</b>		
	<b>Utilization of Availability (UA)</b>	<b>60.59%</b>	<b>60.48%</b>	<b>60.48%</b>	<b>64.56%</b>	<b>61.61%</b>		

Tabel C.2  
Effective Working Hours Bulan Februari 2022

Hours Schedule		2 SHIFT WORKING				TOTAL
		Week 1 8 Day	Week 2 7 Day	Week 3 7 Day	Week 4 8 Day	
S1	Weathering					
S2	Rain	1.59	Hours/day			
S3	Clean Up / Slippy	0.80	Hours/day			
	Total Delay					
S1	Meal & Rest	2	Hours/day			
S2	Shift Change	2	Hours/day			
S3	Over Shift	0	Hours/day			
S4	Prayers	1	Hours/day			
S5	Safety Talk	0.2	Hours/day			
S6	Ops Refeul	0.4	Hours/day			
S7	Standby Repair Loading Point	0.5	Hours/day			
S8	Fasting	0	Hours/day			
S9	P2H, Greasing, Refueling	0.3	Hours/day			
S1	Independence Day					
S2	Idul Fitri					
S3	Idul Adha					
S4	Christmas					
S5	New Year Day					
S6	Suspend Production					
S7	Hari Kemerdekaan					
<b>Break Down Hours</b>		<b>28.80</b>	<b>Hours/day</b>	<b>25.20</b>	<b>25.20</b>	<b>104</b>
<b>B0</b>	Engine	3.6	Hours/day			
B1	Waiting Part	0.9	Hours/day			
B2	Waiting Mechanic	1.08	Hours/day			
B3	On Process	0	Hours/day			
B4	Periodical Service	0.54	Hours/day			
B5	External Service	0.36	Hours/day			
B6	Accident	0	Hours/day			
B7	Others	0.72	Hours/day			
<b>Total Lost Time</b>		<b>60.64</b>		<b>53.21</b>	<b>53.21</b>	<b>222.50</b>
<b>Working Schedule / Week</b>		<b>102.56</b>		<b>89.59</b>	<b>89.59</b>	<b>393.10</b>
<b>Utilization of Availability (UA)</b>		<b>62.84%</b>		<b>62.74%</b>	<b>62.74%</b>	<b>63.86%</b>

Lost Time :

Break Down Hours

Total Lost Time

Working Schedule / Week

Utilization of Availability (UA)

Tabel C.3  
Effective Working Hours Bulan Maret 2022

WORKING SCHEDULE / WEEK MARET 2022										
2 SHIFT WORKING										
Hours Schedule		Week 1 8 Day	Week 2 7 Day	Week 3 7 Day	Week 4 8 Day	TOTAL 30 Day				
S1	Weathering									
S2	Rain	1.46 Hours/day								
S3	Clean Up / Slippery	0.73 Hours/day								
	Total Delay	42.80	37.60	37.60	37.60	156				
S1	Meal & Rest	16.00 Hours/day	14.00	14.00	14.00	58				
S2	Shift Change	2 Hours/day								
S3	Over Shift	0 Hours/day								
S4	Prayers	1 Hours/day	1.00	1.00	1.00	4				
S5	Safety Talk	0.2 Hours/day	0.20	0.20	0.20	1				
S6	Ops Refuel	0.4 Hours/day	3.20	2.80	2.80	12				
S7	Standby Repair Loading Point	0.5 Hours/day	4.00	3.50	3.50	15				
S8	Fasting	0 Hours/day	0.00	0.00	0.00	0				
S9	P2H, Greasing, Refueling	0.3 Hours/day	2.40	2.10	2.10	9				
S1	Independence Day									
S2	Idul Fitri									
S3	Idul Adha									
S4	Christmas									
S5	New Year Day									
S6	Suspend Production									
S7	Hari Kemerdekaan									
	<b>Break Down Hours</b>	28.80	25.20	25.20	25.20	104				
B0	Engine	3.6 Hours/day								
B1	Waiting Part	0.9 Hours/day	6.30	5.40	6.30	25				
B2	Waiting Mechanic	1.08 Hours/day	7.56	6.48	7.56	30				
B3	On Process	0 Hours/day	0.00	0.00	0.00	0				
B4	Periodical Service	0.54 Hours/day	4.32	3.24	3.78	15				
B5	External Service	0.36 Hours/day	2.88	2.16	2.52	10				
B6	Accident	0 Hours/day	0.00	0.00	0.00	0				
B7	Others	0.72 Hours/day	5.76	4.32	5.04	20				
	<b>Total Lost Time</b>	59.12	51.88	51.88	53.92	216.80				
	<b>Working Schedule / Week</b>	104.08	90.92	90.92	112.88	398.80				
	<b>Utilization of Availability (UA)</b>	63.77%	63.67%	63.67%	67.67%	64.78%				

**LAMPIRAN D**  
**REKOMENDASI GEOTEKNIK**

Tabel D.1  
Geometri Jenjang PT. Mega Bara Semesta

a. Geometri Jenjang <i>Single Slope</i>	
- Tinggi Jenjang	10 meter
- Lebar Jenjang	8 meter
- Kemiringan Jenjang	55°
b. Geometri Jenjang <i>Disposal</i>	
- Tinggi Jenjang	5 meter
- Lebar Jenjang	5 meter
- Kemiringan Jenjang	37°

Sumber : PT. Mega Bara Semesta, 2022

## LAMPIRAN E

### LEBAR MINIMUM *FRONT* PENAMBANGAN

Untuk mempermudah pergerakan dari alat muat maka diperlukan perhitungkan lebar minimum front penambangan. Lebar minimum front penambangan ditentukan berdasarkan spesifikasi alat gali-muat dan alat angkut terbesar, dalam hal ini alat gali-muat dan alat angkut yang digunakan untuk menentukan lebar front penambangan yaitu CAT 340D2L dengan Scania P380 dan CAT 330D dengan Scania P380.

Lebar minimum front penambangan dapat dihitung dengan persamaan:

$$W_{min} = 2(0,5 R_s) + a + M_t$$

Lebar minimum front penambangan untuk CAT 340D2L dengan Scania P380

Keterangan :

$R_s$  = Swing Radius dari CAT 340D2L

$a$  = Jarak tambahan

$A$  = Sudut yang dibentuk oleh truck pada saat spotting :  $41^\circ$

$M_t$  = Lebar truck pada saat membentuk sudut  $\alpha$  (Scania P380)

=  $L_t \cos \alpha + W_t \sin \alpha$  ( $L_t$ : Panjang truck dan  $W_t$ : lebar truck)

=  $8,16 \cos 41^\circ + 2,55 \sin 41^\circ$

= 7,83 meter

Diketahui :

$R_s$  = 11,08 meter

$a$  = 3 meter

$M_t$  = 7,83 meter

Maka,

$W_{min} = 2 (0,5 \times 11,08) + 3 + 7,83$

= 21,91  $\rightarrow$  22 meter

Lebar minimum front penambangan untuk CAT 330D2L dengan SCANIA P380.

Keterangan :

Rs = Swing Radius dari CAT 320D

a = Jarak tambahan

A = Sudut yang dibentuk oleh truck pada saat spotting :  $41^\circ$

Mt = Lebar truck pada saat membentuk sudut  $\alpha$   
 $= Lt \cos \alpha + Wt \sin \alpha$  (Lt: Panjang truck dan Wt: lebar truck)  
 $= 8,48 \cos 41^\circ + 2,45 \sin 41^\circ$   
 $= 8,00 \text{ meter}$

Diketahui :

Rs = 11,8 meter

a = 3 meter

Mt = 8,00 meter

Maka,

$W_{\min} = 2 (0,5 \times 10,68) + 3 + 8,00$   
 $= 21,68 \rightarrow 22 \text{ meter}$

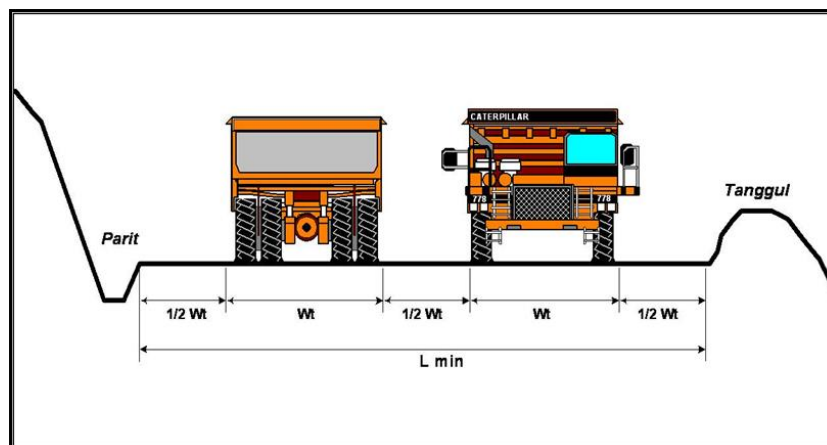
Tabel E.1  
Lebar Minimum Front Penambangan

Parameter	Alat Gali-Muat dan Alat Angkut	
	CAT 340D2L	CAT 330D2L
	Scania P380	Scania P380
W minimum	22 meter	22 meter

## LAMPIRAN F

### RANCANGAN GEOMETRI JALAN ANGKUT

#### F.1. Lebar Jalan Pada Jalan Lurus



Gambar F.1  
Geometri Jalan Angkut

Penentuan lebar jalan minimum untuk jalan lurus didasarkan pada *AASHTO Manual Rural High Way Design*, yaitu jumlah jalur kali lebar truk pada sisi kiri dan kanan ditambahkan setengah lebar kendaraan. Dapat juga dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$L_{min} = n Wt + (n+1) (1/2 Wt)$$

Keterangan :

L = Lebar Jalan Angkut Minimum, Meter

n = Jumlah Jalur

Wt = Lebar Total Alat Angkut, Meter

Dalam perencanaan ini akan menggunakan 2 jalur, maka perumusan di atas nilai n yang digunakan adalah 2 karena jalan yang akan dipakai 2 arah. Untuk nilai 1/2 artinya adalah 1/2 lebar terbesar dari alat mekanis yang digunakan dari ukuran aman masing-masing kendaraan di tepi kiri dan kanan jalan.

Berdasarkan spesifikasi jenis alat mekanis terbesar yang akan digunakan :



Alat angkut DT Scania P380

Lebar alat mekanis terbesar = 2,6 meter

Jumlah jalur (n) = 2

$L_{min} = n W_t + (n+1) (1/2 W_t)$   
 $= 2 \times 2,6 + (2 + 1) (1/2 \times 2,6)$   
 $= 9,1 \rightarrow 10 \text{ meter}$

Jadi, pada penggambaran dimensi lebar jalan lurus minimal adalah 15 meter.

## F.2. Lebar Jalan Pada Tikungan

Untuk 2 jalur jalan angkut, maka lebar minimum pada tikungan didasarkan pada lebar atau jarak jejak roda kendaraan, lebar tonjolan atau jumbai truk bagian depan dan belakang pada saat membelok. Diperhitungkan pula jarak anatar truk pada saat persimpangan serta jarak sisi luar truk ditepi jalan. Dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$W = n (U + F_a + F_b + Z) + C$$

$$C = Z = \frac{1}{2} (U + F_a + F_b)$$

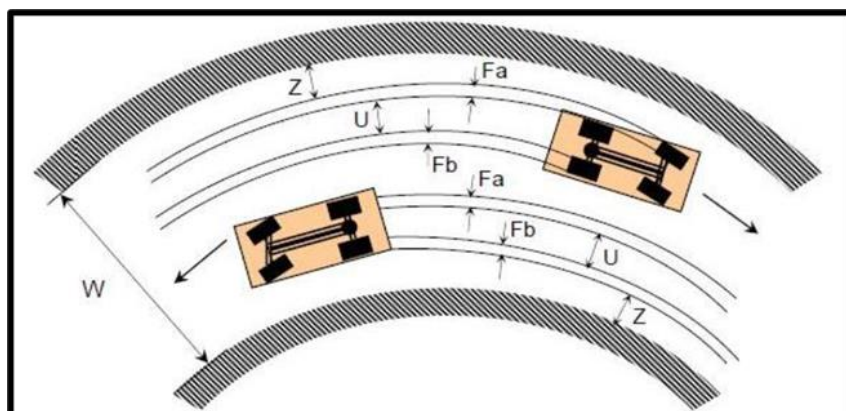
Jarak Jejak Roda Kendaraan (U) = 1,95 meter

Steer Angle ( $\alpha$ ) = 41°

Jarak antara as roda depan dengan truk bagian depan (Ad) = 1,46 meter

Jarak antara as roda depan dengan truk bagian belakang (Ab) = 2,60 meter

Kecepatan maksimum = 75 km/jam



Gambar F.2  
Lebar Jalan Angkut pada Tikungan (Suwandi,2004)

Diketahui :

$$U = 1,95 \text{ meter}$$

$$Ad = 1,46 \text{ meter}$$

$$\begin{aligned} Fa &= Ad \times \sin \alpha \\ &= 1,46 \times \sin 41^\circ \\ &= 0,96 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$Ab = 2,60 \text{ meter}$$

$$\begin{aligned} Fb &= Ab \times \sin \alpha \\ &= 2,60 \times \sin 41^\circ \\ &= 1,71 \text{ meter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C = Z &= \frac{1}{2} \times ( 1,95 + 0,96 + 1,71 ) \\ &= 2,31 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W &= 2 ( 1,95 + 0,96 + 1,71 + 2,31 ) + 2,31 \\ &= 16,17 \text{ meter} \rightarrow 17 \text{ meter} \end{aligned}$$

### F.3. Jari-jari Tikungan

Kemampuan alat angkut berjalan untuk melewati tikungan kecepatan terbatas, maka dalam pembuatan tikungan harus memperhatikan besarnya jari-jari jalan tikungan, kecepatan laju truk dan *superelevasi* jalan tikungan. Dalam pembuatan jalan menikung, jari-jari tikungan harus dibuat lebih besar dari jari-jari lintasan alat angkut atau minimal sama. Jari-jari tikungan jalan angkut juga harus memenuhi keselamatan kerja di tambang atau memenuhi faktor keamanan yaitu jarak pandang bagi pengemudi di tikungan, baik horizontal maupun vertikal terhadap kedudukan suatu penghalang pada jalan tersebut yang diukur dari mata pengemudi. Untuk kecepatan rencana  $\leq 80$  km/jam  $f = -0,00065 V + 0,192$  dan untuk kecepatan rencana 80-112 km/jam  $f = -0,00125 V + 0,24$  (*Silvia Sukirman, 1999*). Didalam rancangan ini menggunakan estimasi kecepatan  $\leq 80$  km/jam. Besarnya jari-jari tikungan minimum pada jalan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

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

Keterangan :

V = Kecepatan truk, 30 km/jam (kecepatan rata-rata)

R = jari-jari tikungan, meter

e = *superelevasi*, meter/meter

f = koefisien gesek melintang, untuk kecepatan  $\leq 80$  km/jam

$$\rightarrow f = -0,00065 V + 0,192$$

$$f = -0,00065 (20) + 0,192$$

$$f = 0,179$$

$$R = \frac{20^2}{127 \times (0,05+0,179)}$$

$$= 13,75 \text{ meter}$$

Jadi, didapatkan jari-jari minimum sebesar 13,75 meter

#### F.4. *Superelevasi*

Dalam hal ini bertujuan untuk memperoleh komponen berat kendaraan guna mengimbangi gaya sentrifugal dan untuk mencegah atau menghindari kendaraan tergelincir keluar jalur atau terguling. Besarnya *superelevasi* dapat dihitung dengan rumus :

$$e + f = \frac{V^2}{127 \times R}$$

$$e + 0,18 = \frac{20^2}{127 \times 13,75}$$

$$e + 0,18 = 0,23$$

$$e = 0,23 - 0,18$$

$$e = 0,05 \text{ mm/m}$$

Tabel F.1  
Nilai *Superelevasi*

Nilai <i>Superelevasi</i>	0,05 m/m
Lebar Jalan Pada Tikungan	17 meter
Beda Tinggi	0,05 m/m x 17 m = 0,85 meter

### F.5. *Cross Slope*

Angka *Cross Slope* pada jalan angkut dinyatakan dalam perbandingan jarak vertikal dan horizontal dengan satuan mm/m. Pada konstruksi jalan angkut tambang terbuka besarnya *Cross Slope* yang dianjurkan mempunyai ketebalan antara  $\frac{1}{4}$  sampai  $\frac{1}{2}$  inch untuk setiap feet jarak horizontal atau sekitar 20mm sampai 40mm untuk tiap meter. Untuk mengetahui beda tinggi dapat digunakan rumus berikut :

$$Q = P \times \text{Cross Slope}$$

$$Q = \text{Beda Tinggi}$$

$$P = \text{Beda ketinggian Poros Jalan}$$

$$P = \frac{1}{2} \times 15 \text{ meter}$$

$$P = 7,5 \text{ meter}$$

Sehingga beda tinggi yang dibuat :

$$Q = 7,5 \text{ m} \times 40 \text{ mm/m (harga untuk jalan angkut tambang) (Hustulid, 2013)}$$

$$= 300 \rightarrow 0,3 \text{ meter}$$

### F.6. Kemiringan Jalan Angkut (*Grade*)

Pada rancangan tambang untuk daerah penelitian menggunakan kemiringan jalan maksimum 9% dikarenakan alat angkut yang digunakan kemampuan mengatasi tajakan maksimum 12%. Dengan kondisi jalan demikian diharapkan laju alat angkut tidak mengalami hambatan yang berarti, terutama pada saat menanjak bermuatan. Ruas antara jalan (D) pada pembuatan desain tambang dirancang dengan rumus (Hustrulid,2013)

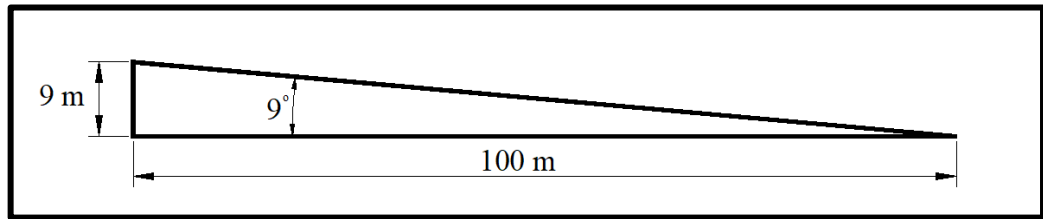
$$D = \frac{100 (H)}{G \%}$$

Keterangan :

$$H = \text{Tinggi Jenjang (m)}$$

$$G = \text{Grade (\%)}$$

Sketsa di bawah ini menunjukkan penjelasan kemiringan ( *grade* ) jalan tambang. Dimana setiap 100 m jalan datar dengan *grade* 9% akan mengalami perubahan ketinggian sebesar 9 m.



Gambar F.3  
Kemiringan Jalan Pada Jalan Lurus

**LAMPIRAN G**  
**DAFTAR ALAT GALI-MUAT DAN ANGKUT**

**Tabel G.1**  
**Peralatan Mekanis PT. Mega Bara Semesta**

Jenis Alat	Aktivitas	Peralatan	Kapasitas
Alat Gali-Muat	Pembongkaran dan Pemuatan Overburden	CAT 340D2L	3.1 m <sup>3</sup>
	Pembongkaran dan Pemuatan Batubara	CAT 330D2L	1,76 m <sup>3</sup>
Alat Angkut	Pengangkutan Overburden	Scania P380	14 m <sup>3</sup>
	Pengangkutan Batubara	Scania P380	30 ton

## LAMPIRAN H

### SPESIFIKASI ALAT GALI-MUAT

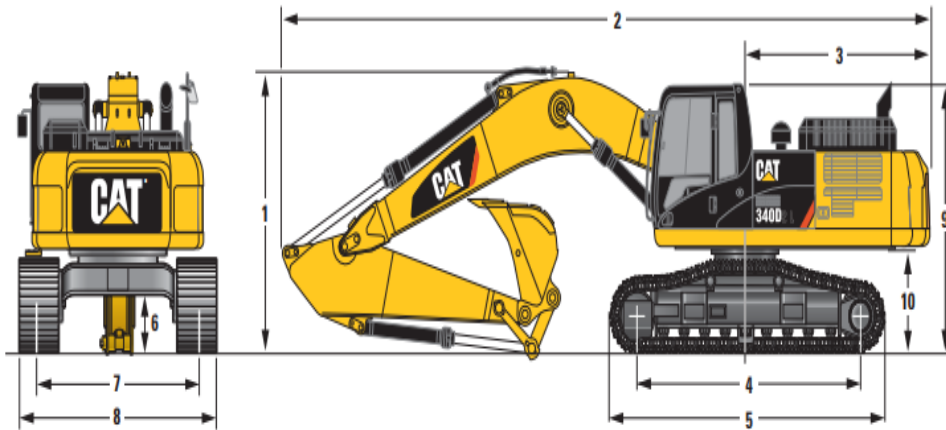
#### H.1. Spesifikasi CAT 340D2L

- |     |   |                                |
|-----|---|--------------------------------|
| 1.  | <i>Merk</i>                             | = Caterpillar                  |
| 2.  | <i>Model</i>                            | = 340D2L                       |
| 3.  | <i>Source</i>                           | = PT. Trakindo Utama           |
| 4.  | <i>Operating Weight</i>                 | = 38.080 kg                    |
| 5.  | <i>Horse Power</i>                      | = 281 hp / 1.800 rpm           |
| 6.  | <i>Performance :</i>                    |                                |
|     | - <i>Swing Speed</i>                    | = 8,98 rpm                     |
|     | - <i>Max Travel Speed</i>               | = 4,85 km/h                    |
| 7.  | <i>Engine :</i>                         |                                |
|     | - <i>Model</i>                          | = Cat C9 with ACERT Technology |
|     | - <i>No. of cylinders-bore x stroke</i> | = 6 – 112 x 149 mm             |
|     | - <i>Piston displacement</i>            | = 8,8 ltr                      |
| 8.  | <i>Hydraulic System :</i>               |                                |
|     | - <i>Max Oil Flow</i>                   | = 40 ltr/min                   |
| 9.  | <i>Capacity (Refilled) :</i>            |                                |
|     | - <i>Fuel Tank</i>                      | = 620 ltr (163,79 gal)         |
|     | - <i>Hydraulic Oil Tank</i>             | = 410 ltr (108,31 gal)         |
| 10. | <i>Machine Spec :</i>                   |                                |
|     | - <i>Boom</i>                           | = 1.440 mm                     |
|     | - <i>Arm</i>                            | = 7.650 mm                     |
|     | - <i>Bucket</i>                         | = 2,00 m <sup>3</sup>          |
|     | - <i>Fill Bucket</i>                    | = 90%                          |
| 11. | <i>Max Digging Depth</i>                | = 7.3222 mm                    |
| 12. | <i>Max Digging Height</i>               | = 10.550 mm                    |
| 13. | <i>Max Reach at Ground Level</i>        | = 11.084 mm                    |

## 340D L Series 2 Hydraulic Excavator Specifications

### Dimensions

All dimensions are approximate.



Stick Type	Reach Boom 6.50 m (21'4")		Mass Boom 6.18 m (20'3")
	R3.2DB (10'6")	R2.8DB (9'2")	M2.55TB (8'4")
1 Shipping Height*	3590 mm (11'9")	3690 mm (12'1")	3700 mm (12'2")
2 Shipping Length	11 150 mm (36'7")	11 200 mm (36'9")	10 860 mm (35'8")
3 Tail Swing Radius	3500 mm (11'6")	3500 mm (11'6")	3500 mm (11'6")
4 Length to Center of Rollers			
Long Undercarriage	4040 mm (13'3")	4040 mm (13'3")	4040 mm (13'3")
5 Track Length			
Long Undercarriage	5066 mm (16'7")	5066 mm (16'7")	5066 mm (16'7")
6 Ground Clearance**	743 mm (2'5")	743 mm (2'5")	743 mm (2'5")
7 Track Gauge			
Long Undercarriage	2920 mm (9'7")	2920 mm (9'7")	2920 mm (9'7")
8 Transport Width			
Long Undercarriage			
600 mm (24") Shoes	3520 mm (11'7")	3520 mm (11'7")	3520 mm (11'7")
700 mm (28") Shoes	3290 mm (10'10")	3290 mm (10'10")	3290 mm (10'10")
9 Cab Height*	3420 mm (11'3")	3420 mm (11'3")	3420 mm (11'3")
10 Counterweight Clearance**	1500 mm (4'11")	1500 mm (4'11")	1500 mm (4'11")

\*Including shoe lug height.

\*\*Without shoe lug height.

Gambar H.1  
Spesifikasi Alat CAT 340D2L



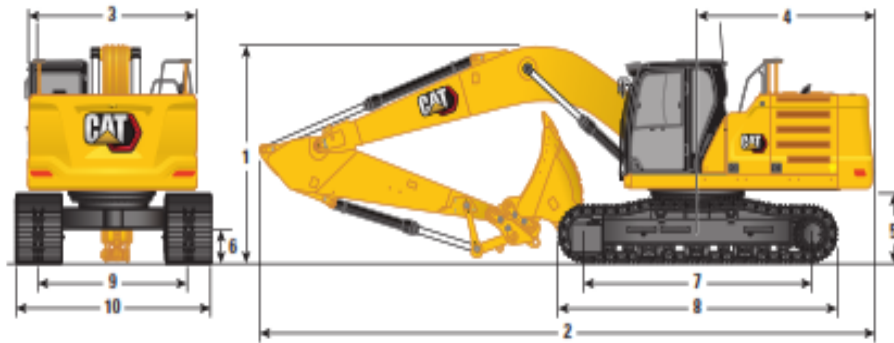
## H.2. Spesifikasi CAT 330D2L

1. *Merk* = Caterpillar
2. *Model* = 330D2L
3. *Source* = PT. Trakindo Utama
4. *Operating Weight* = 30.000 kg
5. *Horse Power* = 273 hp / 205 kW
6. *Performance* :
  - *Swing Speed* = 11,5 rpm
  - *Max Travel Speed* = 5,5 km/h
7. *Engine* :
  - *Model* = Cat C7.1
  - *No. of cylinders-bore x stroke* = 5 – 105 x 135 mm
  - *Piston displacement* = 7,01 ltr
8. *Hydraulic System* :
  - *Max Oil Flow* = 32,4 ltr/min
  - *Max Oil Pressure* = 3.900 kPa (566 psi)
9. *Capacity (Refilled)* :
  - *Fuel Tank* = 410 ltr (163,79 gal)
  - *Hydraulic Oil Tank* = 260 ltr (108,31 gal)
10. *Machine Spec* :
  - *Boom* = 1.260 mm
  - *Arm* = 6.690 mm
  - *Bucket* = 1,2 m<sup>3</sup>
  - *Fill Bucket* = 90%
11. *Max Digging Depth* = 7.580 mm
12. *Max Digging Height* = 9.870 mm
13. *Max Reach at Ground Level* = 7.440 mm

## 330 Hydraulic Excavator Specifications

### Dimensions

All dimensions are approximate and may vary depending on bucket selection.



Boom Option

Reach Boom  
6.15 m (20'2")

Stick Options

Reach Stick

	R3.2CB2 (10'6")		R2.65CB2 (8'8")	
<b>1 Machine Height:</b>				
Cab Height	3060 mm	10'0"	3060 mm	10'0"
FOGS Height	3200 mm	10'6"	3200 mm	10'6"
Handrails Height	3060 mm	10'0"	3060 mm	10'0"
With Boom/Stick/Bucket Installed	3400 mm	11'2"	3450 mm	11'4"
With Boom/Stick Installed	3380 mm	11'1"	3380 mm	11'1"
With Boom Installed	3060 mm	10'0"	3060 mm	10'0"
<b>2 Machine Length:</b>				
With Boom/Stick/Bucket Installed	10 420 mm	34'2"	10 420 mm	34'2"
With Boom/Stick Installed	10 420 mm	34'2"	10 420 mm	34'2"
With Boom Installed	9230 mm	30'3"	9230 mm	30'3"
<b>3 Upperframe Width without Walkways</b>				
	2940 mm	9'8"	2940 mm	9'8"
<b>4 Tail Swing Radius</b>				
	3130 mm	10'3"	3130 mm	10'3"
<b>5 Counterweight Clearance</b>				
	1120 mm	3'8"	1120 mm	3'8"
<b>6 Ground Clearance</b>				
	490 mm	1'7"	490 mm	1'7"
<b>7 Length to Center of Rollers</b>				
	3990 mm	13'1"	3990 mm	13'1"
<b>8 Track Length</b>				
	4860 mm	15'11"	4860 mm	15'11"
<b>9 Track Gauge</b>				
	2590 mm	8'6"	2590 mm	8'6"
<b>10 Undercarriage Width</b>				
600 mm (24") Shoes	3190 mm	10'6"	3190 mm	10'6"
700 mm (28") Shoes	3290 mm	10'10"	3290 mm	10'10"
<b>Bucket Type</b>				
	HD		HD	
Bucket Capacity	1.76 m <sup>3</sup>	2.30 yd <sup>3</sup>	1.76 m <sup>3</sup>	2.30 yd <sup>3</sup>
Bucket Tip Radius	1660 mm	5'5"	1660 mm	5'5"

Gambar H.2  
Spesifikasi Alat CAT 320D2L

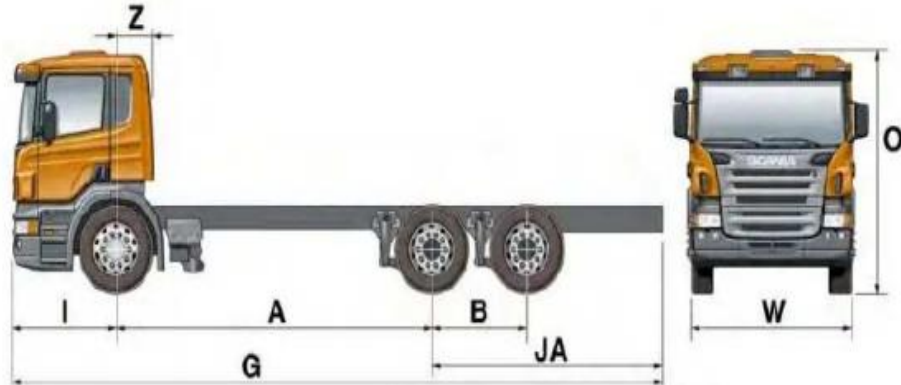
## LAMPIRAN I

### SPESIFIKASI ALAT ANGKUT

#### I.1. Spesifikasi Scania P380

- |  |                         |
|--|-------------------------|
| 1. <i>Model</i>  | = Scania DC1217, Euro 3 |
| 2. <i>Sourcing</i>   | = Swedia                |
| 3. Berat Kosong  | = 41.000 kg             |
| 4. Muatan Maksimum   | = 32.000 kg             |
| 5. Sudut Penumpahan  | = 41°                   |
| 6. Kapasitas Bak   | = 25 m <sup>3</sup>     |
| 7. Ukuran Kendaraan  |                         |
| - Panjang Seluruhnya (G)   | = 8.155 mm              |
| - Lebar Seluruh (W)  | = 2.550 mm              |
| - Tinggi Seluruhnya (O)  | = 3.042 mm              |
| - Jarak antara as roda depan<br>dengan truk bagian depan (I)     | = 1.458 mm              |
| - Jarak antara as roda depan<br>dengan truk bagian belakang (JA) | = 2.600 mm              |
| 8. Ukuran Roda Depan   | = 12.00 x R24 – 20PR    |
| 9. Ukuran Roda Belakang  | = 12.00 x R24 – 20PR    |
| 10. Kecepatan Maksimum   | = 75 km/h               |
| 11. Power  | = 380 hp                |

## SPECIFICATION OF SCANIA P380CB-6x4



Axle distance (A)	:	4,100 mm
Front axle-rear edge of cab (Z)	:	588 mm
Overhang front (I)	:	1,458 mm
Bogie distance (B)	:	1,445 mm
Overhang rear (JA)	:	2,190 mm
Chassis length (G)	:	7,748 mm
Height at chassis weight (O)	:	3,042 mm
Chassis width (W)	:	2,600 mm
Maximum turning radius	:	10,000 mm

### Technical Specification

- Gross Vehicle Weight	:	41,000 kgs
- Tare Weight (cab & chassis)	:	9,700 kgs
- Payload	:	27,000 kgs (equivalent to 17 m <sup>3</sup> overburden)
- Front Axle Capacity	:	9,000 kgs
- Rear Axle Capacity	:	32,000 kgs
- Drive	:	6 x 4

### Engine

- Engine model	:	Scania DC1217, Euro 3
- Number of cylinder	:	6 cylinder diesel engine with turbo and intercooler
- Displacement	:	12 litres
- Net out put	:	380 HP (280 kW) at 1900 rpm
- Max Torque	:	1900 Nm at 1100 – 1300 rpm
- Max Engine Braking	:	247kW at 2400 rpm

### Transmission

- Transmission model	:	GR900
- Number of forward speed	:	Nine (9) forward + one (1) reverse speed with oil cooler
- Gear ratios	:	
Crawler	:	16.86
1st - 8th	:	10.1 ; 7.1 ; 5.09 ; 3.75 ; 2.69 ; 1.89 ; 1.36 ; 1.00
Reverse	:	16.42

### Clutch

- Clutch type	:	Single dry plate with Clutch Wear Protection
---------------	---	--

Gambar I.1  
Spesifikasi Alat Scania P380

**LAMPIRAN J**  
**CYCLE TIME ALAT GALI-MUAT**

Tabel J.1  
*Cycle Time CAT 340D2L*

<i>No</i>	<i>Digging (second)</i>	<i>Swing Loaded (second)</i>	<i>Passing (second)</i>	<i>Swing Unloaded (second)</i>	<i>Cycle Time (second)</i>
1	11	5	4	4	23
2	9	8	6	4	26
3	11	5	5	4	25
4	7	5	4	5	20
5	9	5	2	2	18
6	12	7	4	5	28
7	8	7	4	6	25
8	14	7	4	5	30
9	12	6	3	4	25
10	12	6	4	5	27
11	12	6	4	5	27
12	11	5	4	2	22
13	12	6	4	5	27
14	11	6	4	5	26
15	12	7	4	4	27
16	15	5	3	5	28
17	11	7	4	4	26
18	11	9	3	2	25
19	7	9	5	3	23
20	9	7	4	2	22
21	11	5	4	4	23
22	9	9	4	4	25
23	10	6	3	5	24
24	11	5	4	6	26
25	12	4	5	4	25
26	14	5	4	4	27
27	14	6	3	5	27
28	10	7	4	5	26
29	11	6	3	6	26
30	13	7	3	5	28
<b>Average</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>25</b>

Tabel J.2  
Cycle Time CAT 330D2L

No	Digging	Swing Loaded	Passing	Swing Unloaded	Cycle Time
	(second)	(second)	(second)	(second)	(second)
1	2	9	9	2	22
2	6	9	4	3	22
3	4	4	6	3	17
4	5	6	6	2	19
5	4	4	5	5	17
6	5	4	4	2	15
7	6	4	5	2	16
8	8	5	5	3	21
9	6	5	7	4	22
10	5	5	5	5	20
11	6	5	4	3	18
12	6	2	6	2	17
13	8	3	4	8	23
14	9	8	5	5	27
15	6	4	4	3	17
16	6	4	4	3	17
17	10	4	6	4	25
18	8	6	4	4	21
19	6	8	7	3	24
20	7	5	4	2	19
21	8	6	5	4	23
22	8	5	3	3	19
23	10	6	6	3	25
24	10	5	3	4	22
25	10	5	3	4	22
26	9	4	3	3	19
27	15	6	4	5	29
28	13	5	5	4	27
29	12	5	3	3	23
30	8	6	4	5	22
Average	7	5	5	4	21

## LAMPIRAN K

### CYCLE TIME ALAT ANGKUT

Tabel K.1  
Cycle Time Scania P380 (Overburden)

No	Spotting Time	Load Time	Travel Loaded	Dump	Travel Unloaded	Cycle Time	Jumlah Curah
	(second)	(second)	(second)	(second)	(second)	(second)	
1	47	94	518	32	411	1102	7
2	29	76	510	48	422	1084	6
3	14	55	421	33	431	954	6
4	24	69	411	34	401	939	6
5	32	58	415	39	437	981	6
6	31	54	423	41	411	960	6
7	12	44	400	31	458	946	7
8	12	58	458	32	432	992	7
9	9	42	432	35	407	925	7
10	25	45	443	33	412	958	6
11	16	52	435	40	412	955	7
12	44	52	411	52	498	1058	6
13	34	64	422	42	491	1052	6
14	21	78	431	31	409	970	6
15	19	44	401	30	413	907	6
16	13	55	411	33	486	998	6
17	17	55	422	33	578	1105	7
18	30	70	431	55	479	1064	6
19	15	57	401	39	409	921	6
20	16	68	437	34	425	981	6
21	25	51	417	31	408	932	6
22	47	68	432	28	417	992	6
23	35	57	403	35	428	957	6
24	14	52	409	33	426	934	7
25	17	75	401	40	417	950	7
26	14	66	486	32	432	1031	7
27	25	61	442	31	403	962	6
28	23	58	497	34	409	1021	6
29	20	55	499	31	401	1006	7
30	18	45	423	33	400	919	6
<b>Σ</b>	<b>23</b>	<b>59</b>	<b>435</b>	<b>36</b>	<b>432</b>	<b>985</b>	<b>6.33</b>

Tabel K.2  
*Cycle Time Scania P380 (Coal)*

No	Spotting Time (second)	Load Time (second)	Travel Loaded (second)	Dump (second)	Travel Unloaded (second)	Cycle Time (second)	Jumlah Curah
1	47	94	518	32	457	1148	7
2	29	115	403	48	499	1094	6
3	40	150	494	57	446	1187	6
4	24	69	405	52	475	1025	6
5	22	106	456	39	446	1069	6
6	71	72	423	41	521	1128	6
7	55	195	401	59	458	1168	7
8	53	213	423	46	414	1150	7
9	43	120	403	47	446	1059	7
10	25	76	412	59	435	1007	6
11	32	79	423	40	433	1007	7
12	12	52	443	52	498	1057	6
13	14	98	433	42	491	1078	6
14	49	78	401	45	406	980	6
15	12	80	417	30	401	940	6
16	56	99	432	33	486	1106	6
17	12	106	456	33	444	1051	7
18	30	70	427	55	435	1016	6
19	49	57	413	39	412	970	6
20	16	68	447	34	437	1003	6
21	25	72	421	31	400	949	6
22	47	68	411	28	409	963	6
23	35	94	411	35	427	1002	6
24	14	52	412	33	418	929	7
25	17	75	501	40	415	1048	7
26	48	66	486	49	400	1049	7
27	54	61	468	31	401	1015	6
28	45	58	497	34	32	666	6
29	48	55	499	43	463	1108	7
30	58	98	422	55	421	1055	6
Σ	36	90	439	42	428	1034	6.33



## LAMPIRAN L

### PRODUKSI ALAT GALI-MUAT

#### L.1. Produksi Alat Gali-Muat untuk Overburden

Produksi alat gali-muat CAT 340D2L

$$Pm = BC \times \frac{3600}{CT} \times BFF \times Eff \times SF$$

Keterangan:

Bucket Capacity	= 2,2 m <sup>3</sup>
Cycle Time	= 25 detik
Bucket Fill Faktor	= 80 %
Effisiensi Kerja	= 75 %
Swell Factor	= 85 %

Perhitungan Produksi Alat Gali-Muat:

$$\begin{aligned} Pm &= 2,2 \times \frac{3600}{25} \times 0,8 \times 0,75 \times 0,85 \\ &= 224.9733 \text{ BCM/jam} \end{aligned}$$

#### L.2. Produksi Alat Gali-Muat untuk Batubara

Produksi alat gali-muat CAT 330D2L

$$Pm = BC \times \frac{3600}{CT} \times BFF \times Eff \times SF \times \text{Densitas}$$

Keterangan:

Bucket Capacity	= 1,76 m <sup>3</sup>
Cycle Time	= 21 detik
Bucket Fill Faktor	= 80 %
Effisiensi Kerja	= 75 %
Swell Factor	= 70.15 %
Densitas	= 1,34 ton/m <sup>3</sup>

Perhitungan Produksi Alat Gali-Muat:

$$\begin{aligned} P_m &= 1,76 \times \frac{3600}{21} \times 0,80 \times 0,75 \times 0,7015 \times 1,27 \\ &= 169.95 \text{ Ton/jam} \end{aligned}$$

## LAMPIRAN M

### PRODUKSI ALAT ANGKUT

#### M.1. Produksi Alat Angkut untuk Overburden

Produksi alat angkut Scania P380

$$Pa = Vc \times \frac{3600}{Cta} \times \text{Eff} \times \text{SF} \times \text{Vff}$$

Keterangan:

Vessel Capacity	= 14 m <sup>3</sup>
Jumlah Curah	= 8
Cycle Time	= 948 detik
Effisiensi Kerja	= 75 %
<i>Swell Factor</i>	= 85 %
<i>Vassel Fill Factor</i>	= 90 %

Perhitungan produksi alat angkut:

$$\begin{aligned} Pa &= 14 \times \frac{3600}{948} \times 0,75 \times 0,85 \times 0,90 \\ &= 30,50 \text{ BCM/jam} \end{aligned}$$

#### M.2. Produksi Alat Angkut untuk Batubara

Produksi alat angkut Scania P380

$$Pa = Vc \times \frac{3600}{Cta} \times \text{Eff} \times \text{SF} \times \text{Vff}$$

Keterangan:

Vessel Capacity	= 14 m <sup>3</sup>
<i>Cycle Time</i>	= 1081 detik
Effisiensi Kerja	= 75 %
<i>Swell Factor</i>	= 70,15 %
<i>Vassel Fill Factor</i>	= 90 %

$$\text{Density } \textit{insitu} = 1,34 \text{ ton/m}^3$$

$$\text{Density } \textit{loose} = 0,94 \text{ ton/m}^3$$

Perhitungan produksi alat angkut:

$$\begin{aligned} \text{Pa} &= 14 \times \frac{3600}{1081} \times 0,75 \times 0,7015 \times 0,90 \times 1.34 \\ &= 29,59 \text{ ton/jam} \end{aligned}$$

## LAMPIRAN N

### PERHITUNGAN ALAT GALI-MUAT DAN ANGKUT

Kebutuhan alat mekanis penambangan haruslah terpenuhi untuk mencapai target produksi yang telah ditetapkan berdasarkan kemampuan alat yang ada. Sehingga kebutuhan alat dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Jumlah Alat} = \frac{\text{Target Produksi}}{\text{Produksi Alat}}$$

Pada penelitian ini untuk alat gali-muat CAT 340D2L berpasangan dengan alat angkut DT Scania P380 untuk pengupasan lapisan penutup (*overburden*). Sedangkan untuk penambangan batubara menggunakan alat gali-muat CAT 330D2L berpasangan dengan alat angkut DT Scania P380.

#### N.1. Perhitungan Kebutuhan Alat Pada Bulan Januari 2022

- Jam kerja efektif pada bulan januari tahun 2022 = 379,3 jam/bulan
- Target produksi *overburden* januari tahun 2022 = 166.637 BCM/bulan
- Target produksi batubara januari tahun 2022 = 45.348 ton/bulan

##### N.1.1. Perhitungan Kebutuhan Alat untuk Pengupasan Lapisan Penutup (*Overburden*)

a. Alat Gali-Muat

Alat Gali-Muat CAT 340D2L

Produksi = 224,97 BCM/jam x 379,3 jam/bulan  
= 85.331,12 BCM/bulan

Target Produksi = 166.637 BCM/bulan

Jumlah Alat =  $\frac{\text{Target Produksi}}{\text{Produksi Alat}}$   
=  $\frac{166.637 \text{ BCM/bulan}}{85.331,12 \text{ BCM/bulan}}$   
= 1,95 → 2 unit

$$\begin{aligned}
 \text{Jam Kerja Efektif Alat / Hari} &= \frac{\text{Jam Kerja x Koef. Kebutuhan Alat}}{\text{Jumlah Alat}} \\
 &= \frac{20 \text{ Jam x } 1,95}{2 \text{ Unit}} \\
 &= 19,53 \text{ Jam/Unit}
 \end{aligned}$$

b. Alat Angkut

Alat Angkut DT Scania P380

$$\begin{aligned}
 \text{Produksi} &= 30,50 \text{ BCM/jam x } 393,3 \text{ jam/bulan} \\
 &= 11.995,65 \text{ BCM/bulan}
 \end{aligned}$$

$$\text{Target produksi} = 166.637 \text{ BCM/bulan}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Alat} &= \frac{\text{Target Produksi}}{\text{Produksi Alat}} \\
 &= \frac{166.637 \text{ BCM/bulan}}{11.995,65 \text{ BCM/bulan}} \\
 &= 13,89 \rightarrow 14 \text{ unit}
 \end{aligned}$$

Jumlah *Cycle Time* Alat / Hari

$$\begin{aligned}
 &= \frac{3600 \times \text{Koef. Kebutuhan Alat} \times \text{Jam Kerja CAT 340D2L}}{\text{CTa} \times \text{Jumlah Alat}} \\
 &= \frac{3600 \times 13,89 \times 12,64}{948 \times 14 \text{ Unit}} \\
 &= 47,63 \rightarrow 48 \text{ CT /Unit}
 \end{aligned}$$

Pengupasan dan pemuatan lapisan penutup (*overburden*) pada bulan januari tahun 2022 dibutuhkan 2 unit alat gali-muat CAT 340D2L dan 4 unit alat angkut DT Scania P380.

### N.1.2. Perhitungan Kebutuhan Alat untuk Pengupasan Lapisan Batubara

a. Alat Gali-Muat

Alat Gali Muat CAT 330D2L

$$\begin{aligned}
 \text{Produksi} &= 169,95 \text{ Ton/jam x } 379,3 \text{ jam/bulan} \\
 &= 64.462,03 \text{ ton/ bulan}
 \end{aligned}$$

$$\text{Target Produksi} = 45.348 \text{ ton/ bulan}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Alat} &= \frac{\text{Target Produksi}}{\text{Produksi Alat}} \\
 &= \frac{45.348 \text{ ton/bulan}}{64.462,03 \text{ ton/bulan}}
 \end{aligned}$$

$$= 0,70 \rightarrow 1 \text{ unit}$$

$$\begin{aligned} \text{Jam Kerja Efektif Alat / Hari} &= \frac{\text{Jam Kerja} \times \text{Koef. Kebutuhan Alat}}{\text{Jumlah Alat}} \\ &= \frac{20 \text{ Jam} \times 0,70}{1 \text{ Unit}} \\ &= 14,06 \text{ Jam/Unit} \end{aligned}$$

b. Alat Angkut

Alat Angkut DT Scania P380

$$\begin{aligned} \text{Produksi} &= 29,59 \text{ Ton/jam} \times 385,7 \text{ jam/bulan} \\ &= 11.434,34 \text{ ton/bulan} \end{aligned}$$

$$\text{Target Produksi} = 45.348 \text{ ton/ bulan}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Alat} &= \frac{\text{Target Produksi}}{\text{Produksi Alat}} \\ &= \frac{45.348 \text{ ton/bulan}}{11.434,34 \text{ ton/bulan}} \\ &= 3,96 \rightarrow 4 \text{ unit} \end{aligned}$$

Jumlah *Cycle Time* Alat / Hari

$$\begin{aligned} &= \frac{3600 \times \text{Koef. Kebutuhan Alat} \times \text{Jam Kerja CAT 330D2L}}{\text{CTa} \times \text{Jumlah Alat}} \\ &= \frac{3600 \times 3,96 \times 12,64}{1079 \times 4 \text{ Unit}} \\ &= 41,10 \rightarrow 42 \text{ CT /Unit} \end{aligned}$$

Pengupasan dan pemuatan lapisan batubara pada bulan januari tahun 2022 dibutuhkan 1 unit alat gali-muat CAT 330D2L dan 4 unit alat angkut DT Scania P380.

## N.2. Perhitungan Kebutuhan Alat Pada Bulan Februari Tahun 2022

- Jam kerja efektif pada bulan february tahun 2022 = 393,1 jam/bulan
- Target produksi *overburden* february 2022 = 167.655 BCM/bulan
- Target produksi batubara february 2022 = 45.017 ton/ bulan

### N.2.1. Perhitungan Kebutuhan Alat untuk Pengupasan Lapisan Penutup (*Overburden*)

a. Alat Gali-Muat

Alat Gali-Muat CAT 340D2L

$$\text{Produksi} = 224,97 \text{ BCM/jam} \times 393,1 \text{ jam/bulan}$$

$$= 88435,70 \text{ BCM/ bulan}$$

$$\text{Target Produksi} = 167.655 \text{ BCM/bulan}$$

$$\text{Jumlah Alat} = \frac{\text{Target Produksi}}{\text{Produksi Alat}}$$

$$= \frac{167.655 \text{ BCM/bulan}}{88435,70 \text{ BCM/bulan}}$$

$$= 1,90 \rightarrow 2 \text{ unit}$$

$$\text{Jam Kerja Efektif Alat / Hari} = \frac{\text{Jam Kerja} \times \text{Koef. Kebutuhan Alat}}{\text{Jumlah Alat}}$$

$$= \frac{20 \text{ Jam} \times 1,90}{2 \text{ Unit}}$$

$$= 18,96 \text{ Jam/Unit}$$

b. Alat Angkut

Alat Angkut DT Scania P380

$$\text{Produksi} = 30,50 \text{ BCM/jam} \times 393,1 \text{ jam/ bulan}$$

$$= 11.989,55 \text{ BCM/ bulan}$$

$$\text{Target produksi} = 167.655 \text{ BCM/ bulan}$$

$$\text{Jumlah Alat} = \frac{\text{Target Produksi}}{\text{Produksi Alat}}$$

$$= \frac{167.655 \text{ BCM/bulan}}{11.989,55 \text{ BCM/bulan}}$$

$$= 13,98 \rightarrow 14 \text{ unit}$$

Jumlah *Cycle Time* Alat / Hari

$$= \frac{3600 \times \text{Koef. Kebutuhan Alat} \times \text{Jam Kerja CAT 340D2L}}{\text{CTa} \times \text{Jumlah Alat}}$$

$$= \frac{3600 \times 13,98 \times 13,1}{948 \times 6 \text{ Unit}}$$

$$= 49,70 \rightarrow 50 \text{ CT /Unit}$$

Pengupasan dan pemuatan lapisan penutup (*overburden*) pada bulan februari tahun 2022 dibutuhkan 2 unit alat gali-muat CAT 340D2L dan 14 unit alat angkut DT Scania P380.



## N.2.2. Perhitungan Kebutuhan Alat untuk Pengupasan Lapisan Batubara

### a. Alat Gali-Muat

Alat Gali-Muat CAT 330D2L

$$\text{Produksi} = 169,95 \text{ Ton/jam} \times 393,1 \text{ jam/ bulan}$$

$$= 66.807,34 \text{ ton/ bulan}$$

$$\text{Target Produksi} = 45.017 \text{ ton/ bulan}$$

$$\text{Jumlah Alat} = \frac{\text{Target Produksi}}{\text{Produksi Alat}}$$

$$= \frac{45.017 \text{ ton/bulan}}{66.807,94 \text{ ton/bulan}}$$

$$= 0,67 \rightarrow 1 \text{ unit}$$

$$\text{Jam Kerja Efektif Alat / Hari} = \frac{\text{Jam Kerja} \times \text{Koef. Kebutuhan Alat}}{\text{Jumlah Alat}}$$

$$= \frac{20 \text{ Jam} \times 0,67}{1 \text{ Unit}}$$

$$= 13,47 \text{ Jam/Unit}$$

### b. Alat Angkut

Alat Angkut DT Scania P380

$$\text{Produksi} = 29,59 \text{ ton/jam} \times 393,1 \text{ jam/bulan}$$

$$= 11.631,82 \text{ ton/bulan}$$

$$\text{Target produksi} = 45.017 \text{ ton/ bulan}$$

$$\text{Jumlah Alat} = \frac{\text{Target Produksi}}{\text{Produksi Alat}}$$

$$= \frac{45.017 \text{ ton/bulan}}{11.631,82 \text{ ton/bulan}}$$

$$= 3,87 \rightarrow 4 \text{ unit}$$

Jumlah Cycle Time Alat / Hari

$$= \frac{3600 \times \text{Koef. Kebutuhan Alat} \times \text{Jam Kerja CAT 330D2L}}{\text{CTa} \times \text{Jumlah Alat}}$$

$$= \frac{3600 \times 3,87 \times 13,1}{1079 \times 4 \text{ Unit}}$$

$$= 42,30 \rightarrow 43 \text{ CT /Unit}$$

Pengupasan dan pemuatan lapisan batubara pada bulan februari tahun 2022 dibutuhkan 1 unit alat gali-muat CAT 330DL dan 4 unit alat angkut DT Scania P380.

### N.3. Perhitungan Kebutuhan Alat Pada Bulan Maret Tahun 2022

- Jam kerja efektif pada bulan maret tahun 2022 = 398 jam/bulan
- Target produksi *overburden* maret tahun 2024 = 166.541 BCM/bulan
- Target produksi batubara maret tahun 2024 = 45.127 ton/bulan

#### N.3.1. Perhitungan Kebutuhan Alat untuk Pengupasan Lapisan Penutup (*Overburden*)

a. Alat Gali-Muat

Alat Gali-Muat CAT 340D2L

$$\begin{aligned} \text{Produksi} &= 224,97 \text{ BCM/jam} \times 398 \text{ jam/bulan} \\ &= 89.538,06 \text{ BCM/bulan} \end{aligned}$$

$$\text{Target Produksi} = 166.541 \text{ BCM/bulan}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Alat} &= \frac{\text{Target Produksi}}{\text{Produksi Alat}} \\ &= \frac{166.541 \text{ BCM/bulan}}{89.538,06 \text{ BCM/bulan}} \\ &= 1,86 \rightarrow 2 \text{ unit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jam Kerja Efektif Alat / Hari} &= \frac{\text{Jam Kerja} \times \text{Koef. Kebutuhan Alat}}{\text{Jumlah Alat}} \\ &= \frac{20 \text{ Jam} \times 1,90}{2 \text{ Unit}} \\ &= 18,60 \text{ Jam/Unit} \end{aligned}$$

b. Alat Angkut

Alat Angkut DT Scania P380

$$\begin{aligned} \text{Produksi} &= 30,50 \text{ BCM/jam} \times 398 \text{ jam/bulan} \\ &= 12.139 \text{ BCM/bulan} \end{aligned}$$

$$\text{Target produksi} = 166.541 \text{ BCM/bulan}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Alat} &= \frac{\text{Target Produksi}}{\text{Produksi Alat}} \\ &= \frac{166.541 \text{ BCM/bulan}}{12.139 \text{ BCM/bulan}} \end{aligned}$$

$$= 13.72 \rightarrow 14 \text{ unit}$$

Jumlah *Cycle Time* Alat / Hari

$$= \frac{3600 \times \text{Koef. Kebutuhan Alat} \times \text{Jam Kerja CAT 340D2L}}{\text{CTa} \times \text{Jumlah Alat}}$$

$$= \frac{3600 \times 13,72 \times 13,26}{948 \times 14 \text{ Unit}}$$

$$= 49,37 \rightarrow 50 \text{ CT /Unit}$$

Pengupasan dan pemuatan lapisan penutup (*overburden*) pada bulan maret tahun 2022 dibutuhkan 2 unit alat gali-muat CAT 340D2L dan 14 unit alat angkut DT Scania P380.

### N.3.2. Perhitungan Kebutuhan Alat untuk Pengupasan Lapisan Batubara

a. Alat Gali-Muat

Alat Gali-Muat CAT 330D2L

$$\begin{aligned} \text{Produksi} &= 169,95 \text{ Ton/jam} \times 398 \text{ jam/ bulan} \\ &= 67.640,10 \text{ ton/ bulan} \end{aligned}$$

$$\text{Target Produksi} = 45.127 \text{ ton/ bulan}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Alat} &= \frac{\text{Target Produksi}}{\text{Produksi Alat}} \\ &= \frac{45.127 \text{ ton/bulan}}{67.640,10 \text{ ton/bulan}} \\ &= 0,67 \rightarrow 1 \text{ unit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jam Kerja Efektif Alat / Hari} &= \frac{\text{Jam Kerja} \times \text{Koef. Kebutuhan Alat}}{\text{Jumlah Alat}} \\ &= \frac{20 \text{ Jam} \times 0,67}{3 \text{ Unit}} \\ &= 13,34 \text{ Jam/Unit} \end{aligned}$$

b. Alat Angkut

Alat Angkut DT Scania P380

$$\begin{aligned} \text{Produksi} &= 29,59 \text{ ton/jam} \times 398 \text{ jam/ bulan} \\ &= 11.776,82 \text{ ton/ bulan} \end{aligned}$$

$$\text{Target produksi} = 45.127 \text{ ton/ bulan}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Alat} &= \frac{\text{Target Produksi}}{\text{Produksi Alat}} \\ &= \frac{45.127 \text{ ton/bulan}}{11.776,82 \text{ ton/bulan}} \\ &= 3,83 \rightarrow 4 \text{ unit} \end{aligned}$$

Jumlah *Cycle Time* Alat / Hari

$$= \frac{3600 \times \text{Koef. Kebutuhan Alat} \times \text{Jam Kerja CAT 330D2L}}{\text{CTa} \times \text{Jumlah Alat}}$$

$$= \frac{3600 \times 3,83 \times 13,26}{1079 \times 4 \text{ Unit}}$$

$$= 42,40 \rightarrow 43 \text{ CT/Unit}$$

Pengupasan dan pemuatan lapisan batubara pada bulan maret tahun 2022 dibutuhkan 3 unit alat gali-muat CAT 320D dan 3 unit alat angkut DT Hino FM 260 JD.

Tabel N.1  
Kebutuhan Alat Mekanis untuk Pengupasan Lapisan Penutup (*Overburden*)

Bulan	Target Produksi <i>Overburden</i> (BCM)	Jumlah Alat Gali-Muat	Jam Kerja Efektif Alat Gali-Muat / Hari	Jumlah Alat Angkut	<i>Cycle Time</i> Alat Angkut Harian
Januari	166.637	2	12,64 jam / unit	14	48 CT / unit
Februari	167.655	2	13,10 jam / unit	14	50 CT / unit
Maret	166.541	2	13,26 jam / unit	14	50 CT / unit

Tabel N.2  
Kebutuhan Alat Mekanis untuk Pengupasan Lapisan Batubara

Bulan	Target Produksi Batubara (Ton)	Jumlah Alat Gali-Muat	Jam Kerja Efektif Alat Gali-Muat / Hari	Jumlah Alat Angkut	<i>Cycle Time</i> Alat Angkut Harian
Januari	45.348	1	12,64 jam / unit	4	48 CT / unit
Februari	45.017	1	13,10 jam / unit	4	43 CT / unit
Maret	45.127	1	13,26 jam / unit	4	43 CT / unit

## LAMPIRAN O

### FAKTOR KESERASIAN

#### **O.1. Perhitungan faktor keserasian untuk alat gali-muat CAT 340D2L dengan alat angkut DT Scania P380 (*Overburden*)**

Diketahui:

Jumlah alat angkut	= 14 unit
Waktu edar alat muat mengisi penuh	= 25 detik
Jumlah alat muat	= 2 unit
Waktu edar truk	= 948 detik
Jumlah <i>passing</i>	= 6
Faktor keserasian	$= \frac{na \times CL \times \text{jumlah passing}}{nl \times CT}$ $= \frac{14 \text{ unit} \times 25 \text{ detik} \times 6}{2 \text{ unit} \times 948 \text{ detik}}$ $= 1,10$

Alat gali-muat dan alat angkut untuk pengupasan lapisan penutup (*overburden*) didapatkan nilai faktor keserasian (*Match Factor*) yaitu 1,10. Nilai  $MF > 1$  ini artinya alat angkut bekerja kurang dari 100% sedangkan alat gali – muat bekerja 100%, sehingga terdapat waktu tunggu bagi alat angkut.

#### **O.2. Perhitungan faktor keserasian untuk alat gali-muat CAT 330D2L dengan alat angkut DT Scania P380 (Batubara)**

Diketahui:

Jumlah alat angkut	= 4 unit
Waktu edar alat muat mengisi penuh	= 21 detik
Jumlah alat muat	= 1 unit
Waktu edar truk	= 1079 detik
Jumlah <i>passing</i>	= 11
Faktor keserasian	$= \frac{na \times CL \times \text{jumlah passing}}{nl \times CT}$

$$= \frac{4 \text{ unit} \times 21 \text{ detik} \times 11}{1 \text{ unit} \times 1079 \text{ detik}}$$

$$= 0,85$$

Alat gali-muat dan alat angkut untuk pengupasan lapisan batubara didapatkan nilai faktor keserasian (*Match Factor*) yaitu 0,85. Nilai MF < 1 ini artinya alat gali-muat bekerja kurang dari 100% sedangkan alat angkut bekerja 100%, sehingga terdapat waktu tunggu bagi alat gali-muat.

Tabel P.1 dan P.2 menunjukkan faktor keserasian antara alat gali-muat dan alat angkut pada setiap bulan.

Tabel O.1  
Faktor keserasian untuk pengupasan *overburden*

<i>Overburden</i>			
Parameter	CAT 340D2L ke Scania P380		
	Januari	Februari	Maret
Jumlah alat angkut (na)	14	14	14
Waktu muat (detik)	25	25	25
Jumlah alat gali-muat (nl)	2	2	2
Waktu edar truk (detik)	948	948	948
Jumlah <i>passing</i>	6	6	6
Match Factor (MF)	1,10	1,10	1,10

Tabel O.2  
Faktor keserasian untuk pengangkutan batubara

Batubara			
Parameter	CAT 330D2L ke DT Scania P380		
	2022	2023	2024
Jumlah alat angkut (na)	4	4	4
Waktu muat (detik)	21	21	21
Jumlah alat gali-muat (nl)	1	1	1
Waktu edar truk (detik)	1079	1079	1079
Jumlah <i>passing</i>	11	11	11
Match Factor (MF)	0,85	0,85	0,85

## LAMPIRAN P

### PERHITUNGAN PENGEMBANGAN MATERIAL

*Swell* adalah pengembangan *volume* material setelah mengalami operasi penggalian dari tempat aslinya. Pengembangan *volume* suatu material perlu diketahui karena yang diperhitungkan pada penggalian selalu didasarkan pada material “*insitu*”, sedangkan material yang ditangani (dimuat untuk diangkut) adalah material yang telah mengalami pengembangan *volume* (*loose*).

Dari data PT. Mega Bara Semesta, *density in bank* (*insitu*) untuk *overburden* adalah 1,74 ton/m<sup>3</sup>, untuk *Compacted Density* adalah 1,61 ton/m<sup>3</sup> dan *loose density* adalah 1,48 ton/ m<sup>3</sup>. Sedangkan untuk batubara *density in bank* (*insitu*) adalah 1,34 ton/m<sup>3</sup> dan *loose density* adalah 0,94 ton/ m<sup>3</sup>.

1. *Overburden*

a. % *Swell*

Rumus yang digunakan berdasarkan pada densitas :

$$\% \text{ Swell} = \left[ \frac{\text{Bank Density} - \text{Loose Density}}{\text{Loose Density}} \right] \times 100\%$$

$$\% \text{ Swell} = \left[ \frac{1,74 \text{ ton/m}^3 - 1,48 \text{ ton/m}^3}{1,48 \text{ ton/m}^3} \right] \times 100\%$$

$$\% \text{ Swell} = 17,57 \%$$

b. *Swell Factor*

Rumus yang digunakan berdasarkan pada densitas :

$$SF = \frac{\text{Loose Density}}{\text{Bank Density}} \times 100\%$$

$$SF = \frac{1,48 \text{ ton/m}^3}{1,74 \text{ ton/m}^3} \times 100\%$$

$$SF = 85,06\%$$

c. % *Shrinkage*

$$SH = \left[ \frac{\text{Bank Density} - \text{Compacted Density}}{\text{Bank Density}} \right] \times 100\%$$

$$SH = \left[ \frac{1,74 \text{ ton/m}^3 - 1,61 \text{ ton/m}^3}{1,74 \text{ ton/m}^3} \right] \times 100\%$$

$$SH = 7,47\%$$

2. Batubara

a. % *swell*

Rumus yang digunakan berdasarkan pada densitas :

$$\% \text{ swell} = \left[ \frac{\text{Bank Density} - \text{Loose Density}}{\text{Loose Density}} \right] \times 100\%$$

$$\% \text{ swell} = \left[ \frac{1,34 \text{ ton/m}^3 - 0,94 \text{ ton/m}^3}{0,94 \text{ ton/m}^3} \right] \times 100\%$$

$$\% \text{ swell} = 42,55 \%$$

b. *Swell Factor*

Rumus yang digunakan berdasarkan pada densitas :

$$SF = \frac{\text{Density Loose}}{\text{Density Insitu}} \times 100\%$$

$$SF = \frac{0,94 \text{ ton/m}^3}{1,34 \text{ ton/m}^3} \times 100\%$$

$$SF = 70,15 \%$$

3. Perhitungan konversi volume *disposal*

Total volume *overburden* tertambang = 500.833 BCM

a. Volume *disposal* dalam kondisi *loose* :

$$500.833 \text{ BCM} \times 117,57\% = 588.839 \text{ LCM}$$

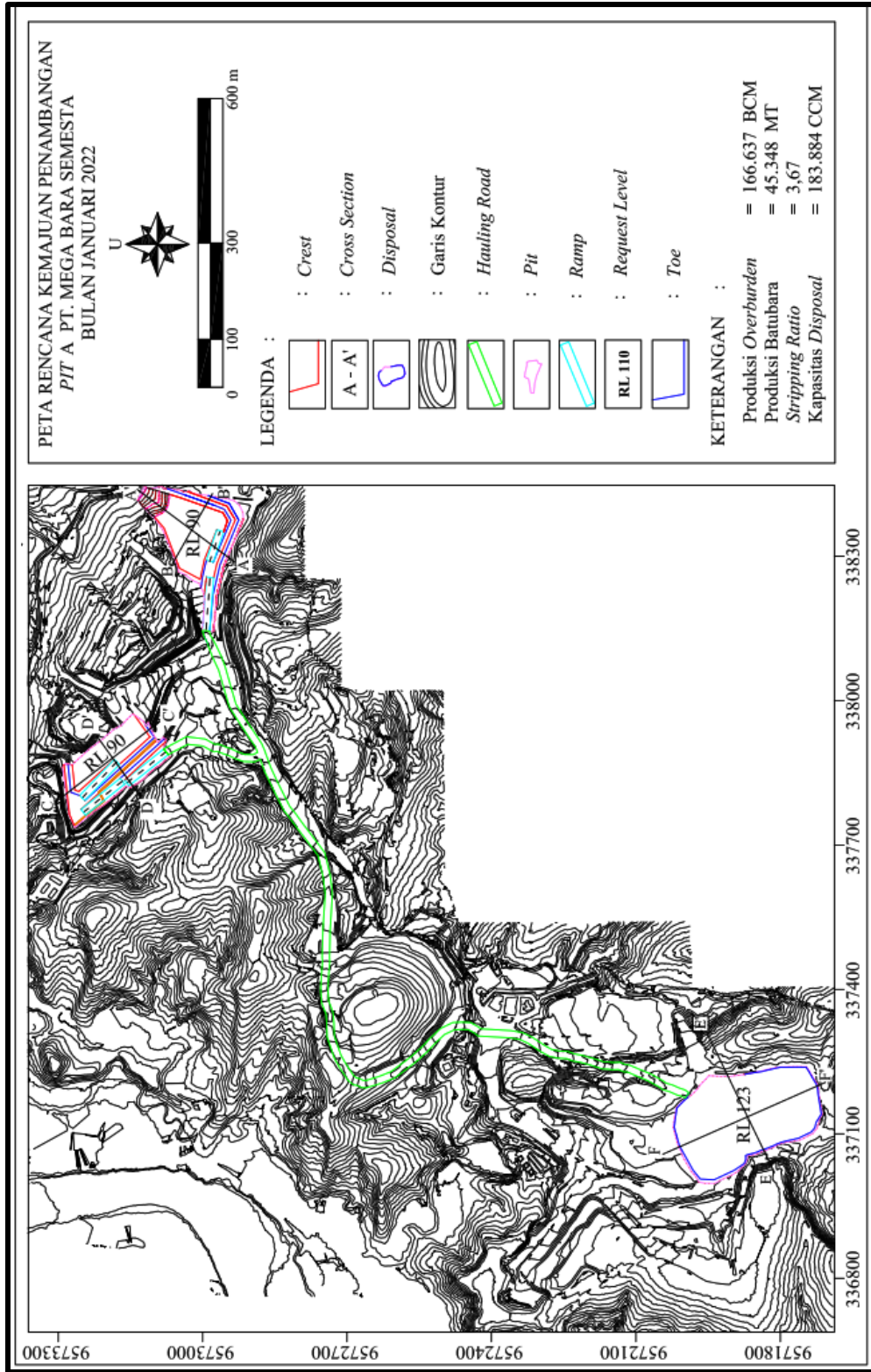
b. Volume *disposal* dalam kondisi *compacted* :

$$500.833 \text{ BCM} \times 92,53\% = 463.421 \text{ CCM}$$

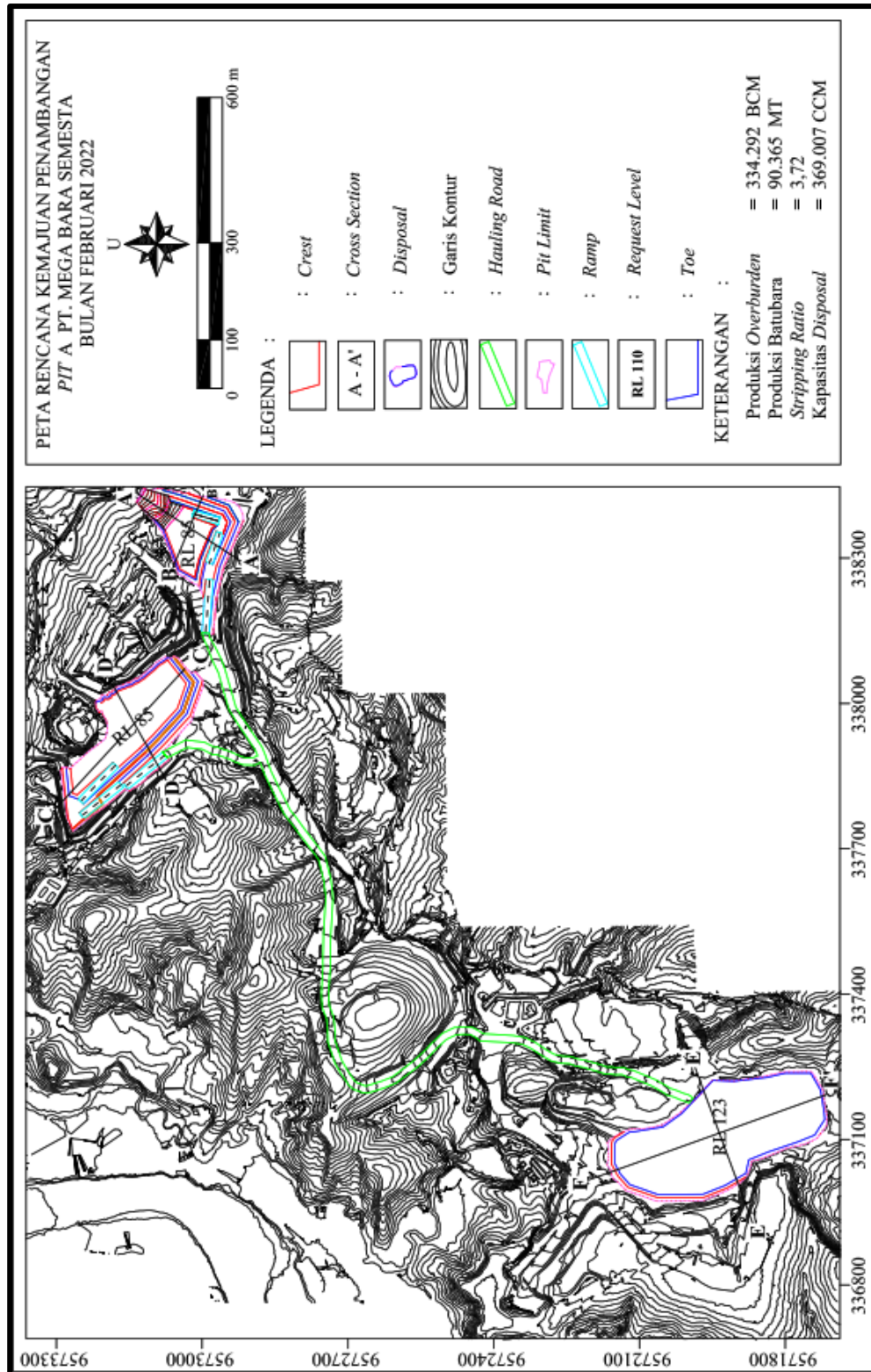


**LAMPIRAN Q**  
**PETA RENCANA KEMAJUAN PENAMBANGAN PER BULAN**  
**PT. MEGA BARA SEMESTA**

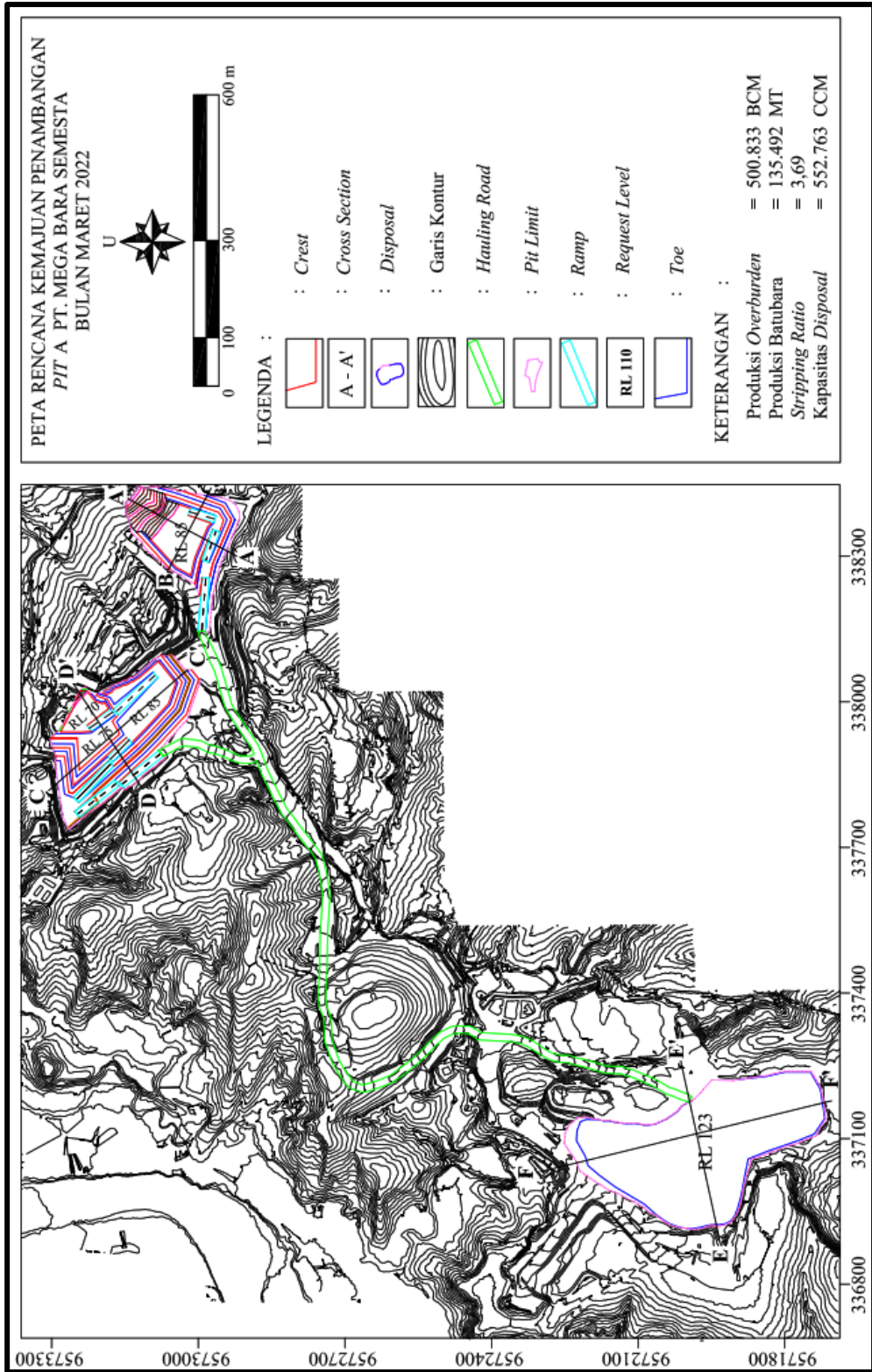
Q.1. PETA RENCANA KEMAJUAN PENAMBANGAN BULAN JANUARI TAHUN 2022



Q.2. PETA RENCANA KEMAJUAN PENAMBANGAN BULAN FEBRUARI TAHUN 2022

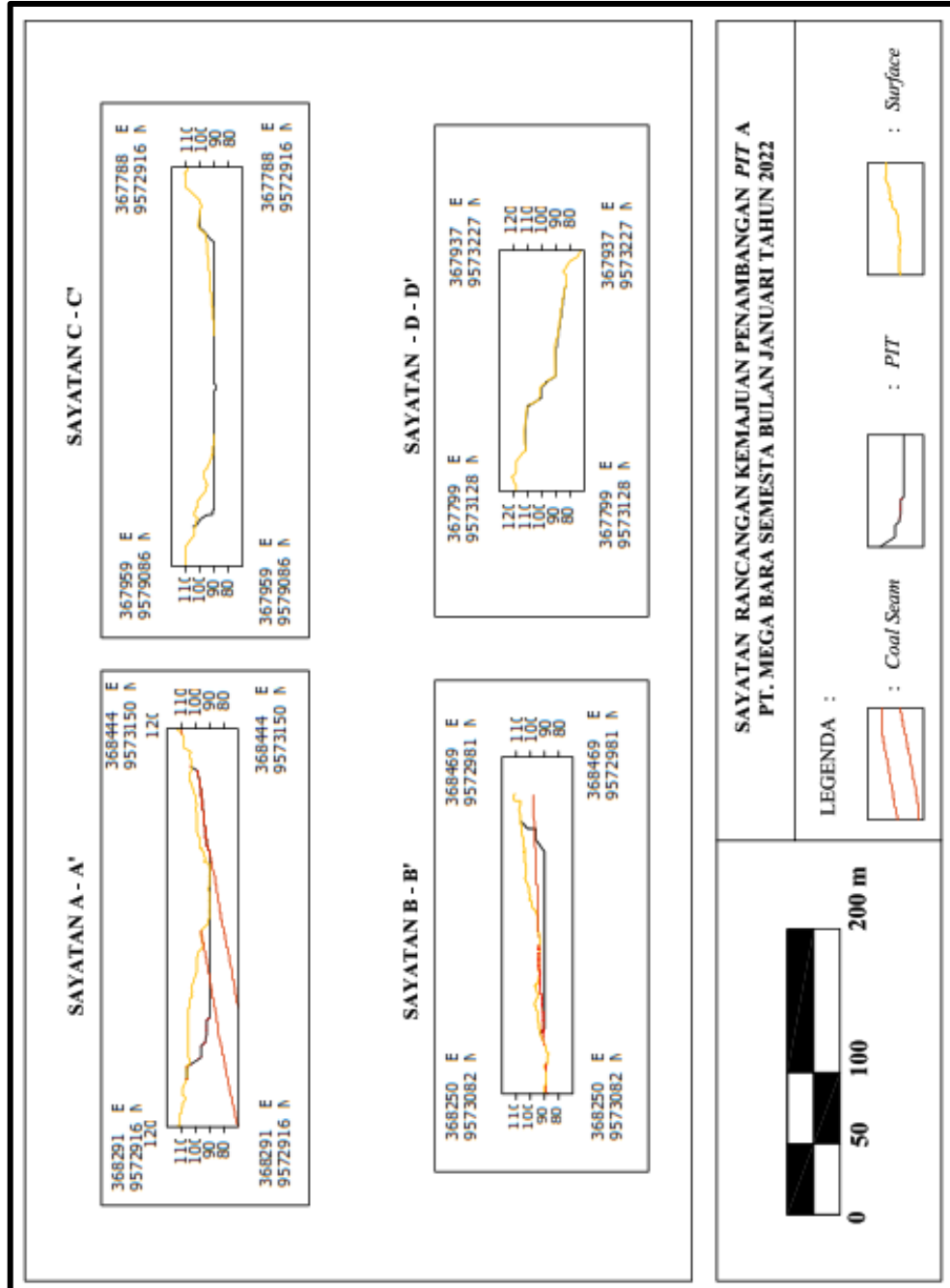


**Q.3. PETA RENCANA KEMAJUAN PENAMBANGAN BULAN MARET TAHUN 2022**

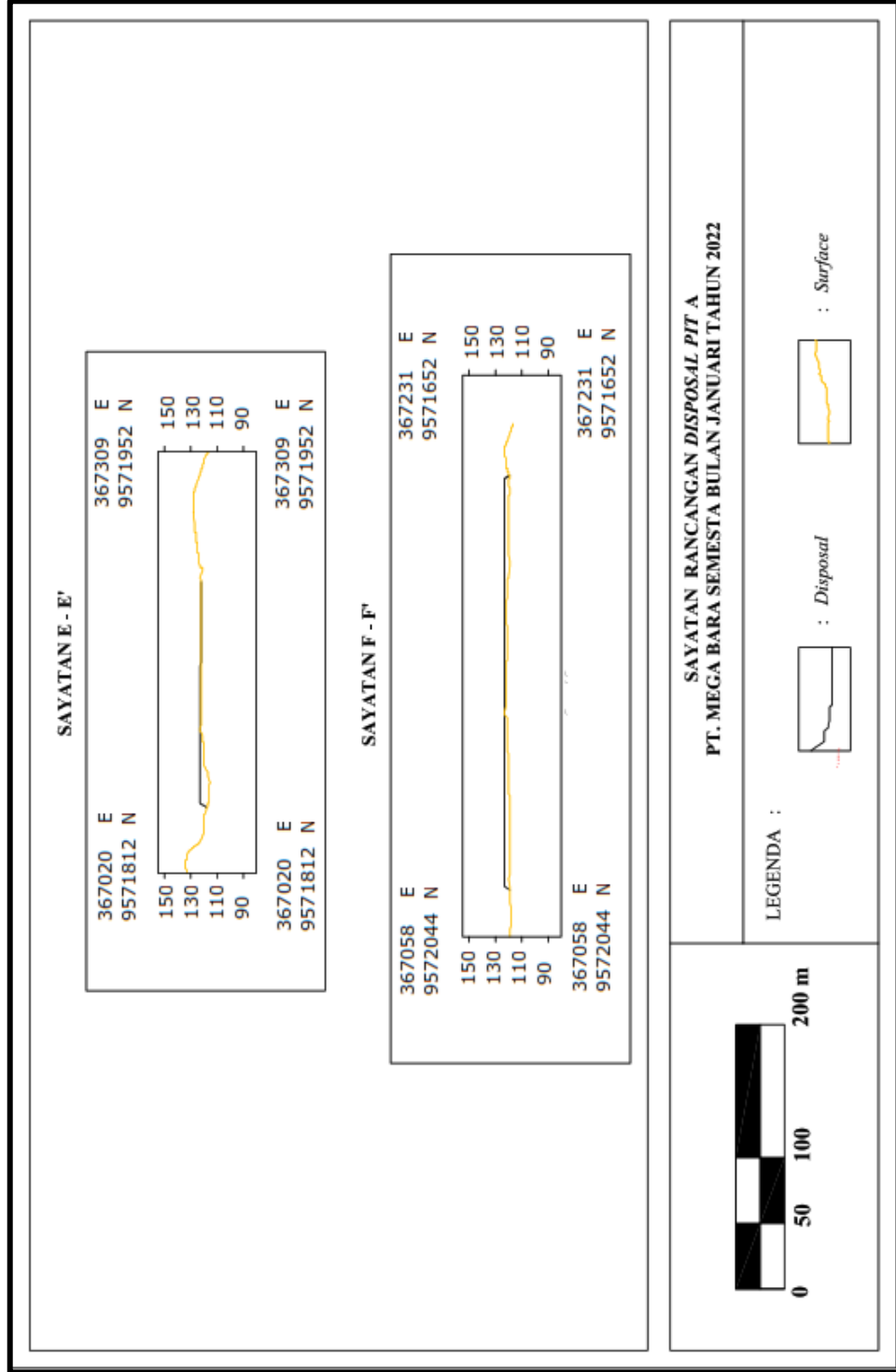


**LAMPIRAN R**  
**SAYATAN**

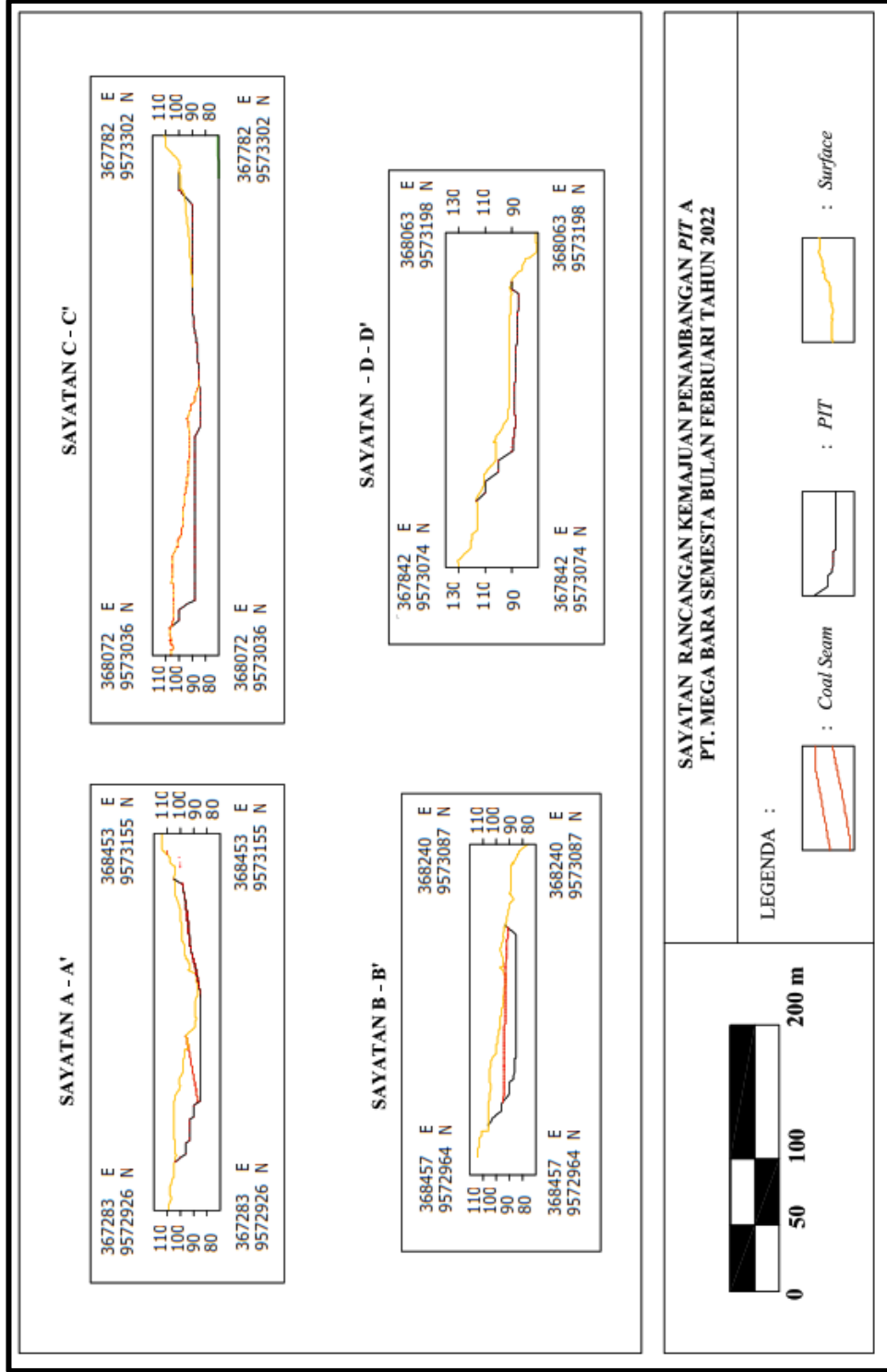
**R.1. SAYATAN RANCANGAN KEMAJUAN PENAMBANGAN BULAN JANUARI 2022**



**R.2. SAYATAN RANCANGAN DISPOSAL BULAN JANUARI TAHUN 2022**

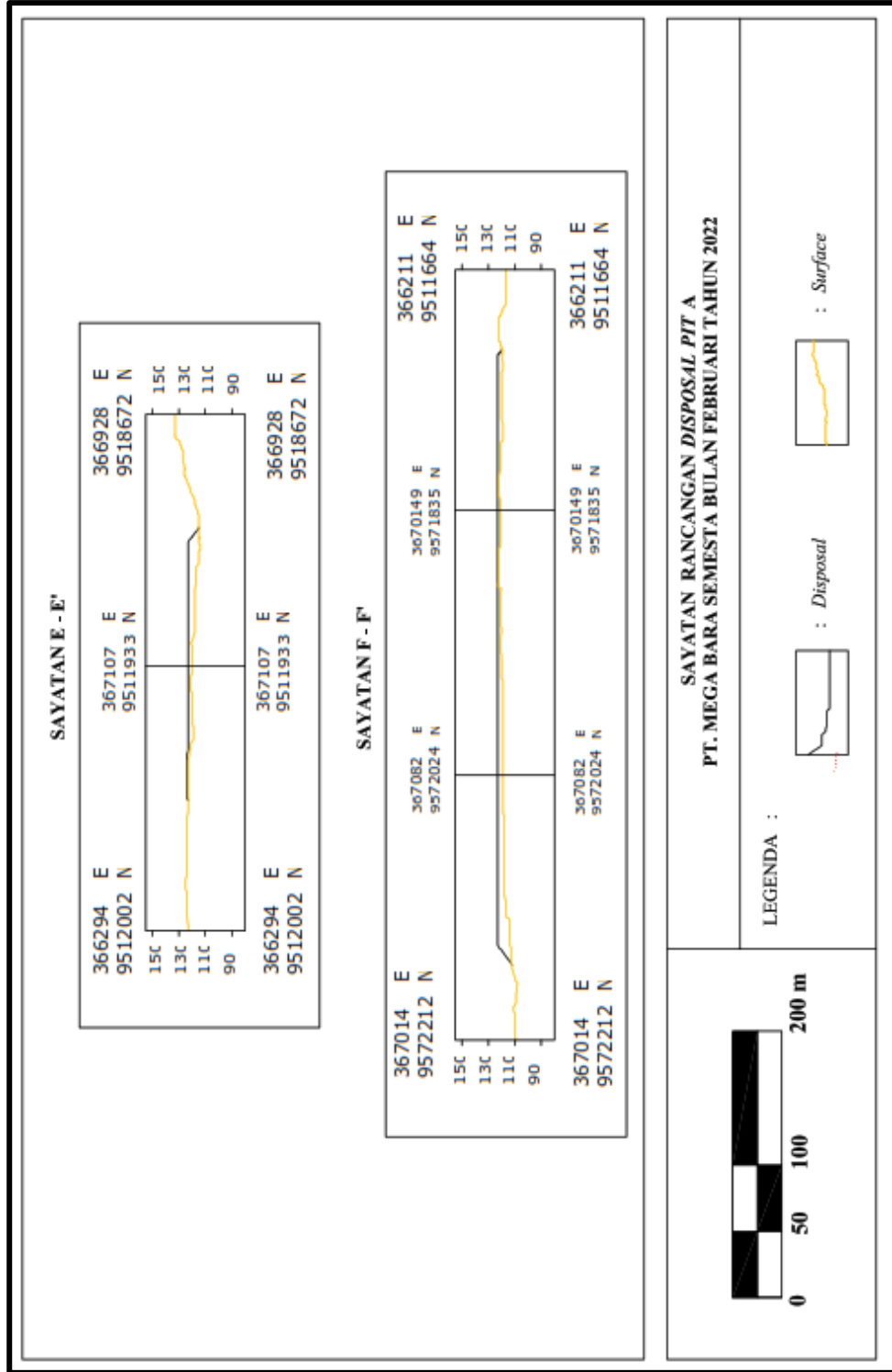


**R.3. SAYATAN RANCANGAN KEMAJUAN PENAMBANGAN BULAN FEBRUARI 2022**

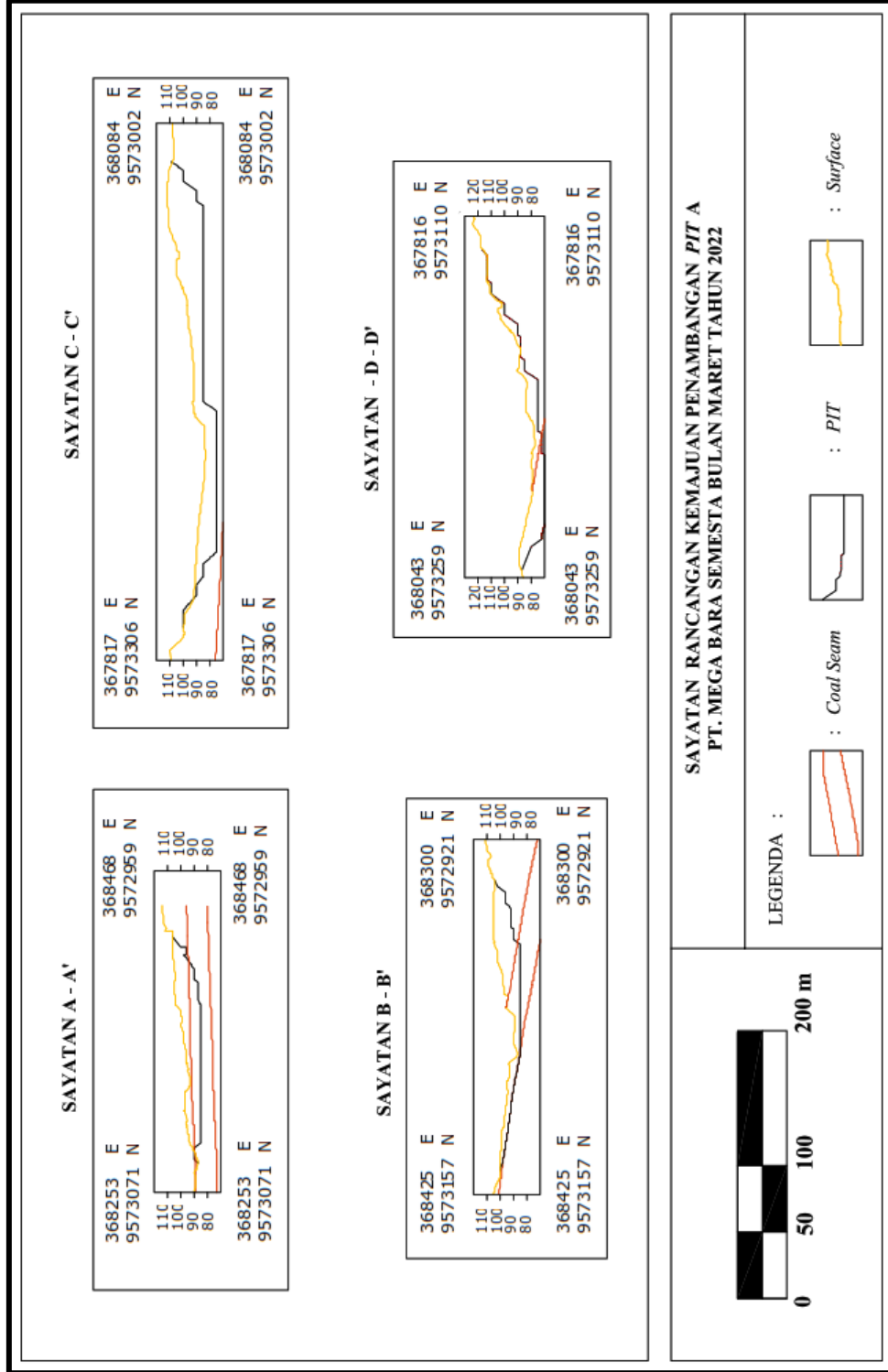




**R.4. SAYATAN RANCANGAN DISPOSAL BULAN FEBRUARI 2022**



**R.5. SAYATAN RANCANGAN KEMAJUAN PENAMBANGAN BULAN MARET 2022**



**R.6. SAYATAN RANCANGAN DISPOSAL BULAN MARET 2022**

