

PERANCANGAN DAN PENJADWALAN TAMBANG (*MINE SCHEDULING*) UNTUK MENCAPAI TARGET PRODUKSI BATUBARA PADA *PIT* MERPATI UTARA *BLOCK* TRINSING DI CV BUNDA KANDUNG DESA PARING LAHUNG KECAMATAN TEWEH TENGAH KABUPATEN BARITO UTARA KALIMANTAN TENGAH

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Persyaratan Memperoleh
Gelar Sarjana Strata 1 Pada Jurusan/Prodi
Teknik Pertambangan**



OLEH :

MELIANI ISMAYANTI SILALAH
DBD 114 074

**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN
JURUSAN/PRODI TEKNIK PERTAMBANGAN
2019**

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : MELIANI ISMAYANTI SILALAH

NIM : DBD 114 074

JURUSAN/PRODI : TEKNIK PERTAMBANGAN

Menyatakan bahwa penyusunan Skripsi ini adalah hasil penelitian saya sendiri, terkecuali kutipan-kutipan yang telah saya jelaskan sumbernya di daftar pustaka.

Apabila terdapat pelanggaran dalam Penulisan dan Penyusunan Skripsi ini, saya bersedia untuk menerima sanksi sesuai aturan dan ketentuan yang berlaku.

Palangka Raya, Oktober 2019

Penulis,

MELIANI ISMAYANTI SILALAH
NIM DBD 114 074

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

Perencanaan Dan Penjadwalan Tambang (*Mine Scheduling*) Untuk Mencapai Target Produksi Batubara Pada Pit Merpati Utara *Block* Trinsing Di CV Bunda Kandung Desa Paring Lahung Montalat Kecamatan Teweh Tengah Kabupaten Barito Utara Provinsi Kalimantan Tengah

Oleh :

MELIANI ISMAYANTI SILALAH
DBD 114 074

Telah dipertahankan di depan Tim Dosen Penguji pada tanggal 26 bulan September tahun 2019 Dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Tim Dosen Penguji :

- | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------|
| 1. <u>Ir.Yulian Taruna, M.Si</u>
NIP. 19580705 198903 1 019 | KETUA | |
| 2. <u>Hepryandi Luwyk Dj Usup, S.T.,M.T</u>
NIP. 19810211 200604 1 001 | SEKRETARIS | |
| 3. <u>Fahrul Indrajaya, S.T., M.T.</u>
NIP.19791215 200812 1 001 | ANGGOTA | |
| 4. <u>Lisa Virgiyanti, S.T., M.T.</u>
NIP. 19770904 200801 2 011 | ANGGOTA | |
| 5. <u>Noveriady ,S.T.,M.T.</u>
NIP.19861125 201903 1 007 | ANGGOTA | |

Mengetahui,

Fakultas Teknik
Universitas Palangkaraya
Dekan,

Jurusan/Program Studi Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya
Ketua,

Ir.WALUYO NUSWANTORO., MT
NIP. 19651119 199302 1 001

FAHRUL INDRAJAYA, ST., MT.
NIP.19791215 200812 1 001

HALAMAN PERSEMBAHAN

Lagi aku melihat di bawah matahari bahwa kemenangan perlombaan bukan untuk yang cepat, dan keunggulan perjuangan bukan untuk yang kuat, juga roti bukan untuk yang berhikmat, kekayaan bukan untuk yang cerdas, dan karunia bukan untuk yang cerdik cendekia, karena waktu dan nasib dialami mereka semua.

(Pengkotbah 9:11)

SKRIPSI INI SAYA PERSEMBAHKAN KEPADA:

- Yesus Kristus yang telah membantu dan menolong saya melewati semua proses yang Dia tahu saya bisa menyelesaikannya bersama-sama dengan Dia
- Orangtua dan saudari-saudari saya yang mendukung penuh dari awal hingga saya selesai.

Also Special Thanks:

My Jesus Christ

Orangtua ku yang teramat kusayang

My sisters (Ka Herta, Ka Wenni, Iyus)

Keluarga Besar dan Keluarga Rohani saya

Pemimpin rohani saya Ka Tasya dan Ka Elisabeth

Teman Seperjuangan Sinta , Sara , Meyna, Geges, Veggi, Ka Norce dll

Semua Tim Suporter terbaik untuk skripsiku terlebih “Christine Jerapah”

Dosen Pembimbing, Dosen Penguji ,Pembimbing Lapangan, Mapala “Dozer” dan semua orang yang terlibat membantu saya secara langsung maupun tidak

TO REMIND US:

Tidak ada satupun yang tidak dapat diselesaikan ketika Tuhan Yesus turut bekerja atas hidup kita bahkan semua sudah direncanakan-Nya dengan sangat teramat indah.

Ini hanyalah awal memasuki suatu proses yang baru lagi jangan pernah berhenti berharap, berusaha, bertekun, bersemangat dan terus menerus berdoa kepada-Nya.

Jangan takut dan khawatir tentang apapun juga Tuhan memelihara hidup kita teruslah bermimpi dan kejarlah mimpimu.

Terima kasih telah membaca skripsi ini Tuhan Memberkati

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadiran Tuhan Yesus Kristus karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis masih diberikan kesehatan jasmani dan rohani, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi adalah salah satu dari mata kuliah wajib dengan bobot 6 sks yang wajib ditempuh oleh setiap mahasiswa Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya sebagai bentuk penelitian mahasiswa terhadap perusahaan terkait guna memenuhi persyaratan untuk menyelesaikan program Strata-1. Melalui Skripsi ini diharapkan penulis dapat memperluas pengetahuan dan pemahaman mengenai disiplin ilmu disertai penerapannya secara nyata.

Pada kesempatan ini izinkanlah penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Tuhan Yesus yang telah menolong saya dalam setiap proses dan Orang Tua serta saudara yang selalu memberikan dukungan semangat kepada saya.
2. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, M.T. Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
3. Bapak Fahrul Indrajaya , ST., MT Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya.
4. Bapak Yossa Yonathan Hutajulu, ST., M.T. Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya.

5. Ibu Lisa Virgiyanti, ST., M.T. sebagai Monev Skripsi di Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.
6. Bapak Ir. Yulian Taruna, M.Si. sebagai Dosen Pembimbing Skripsi I .
7. Bapak Hepryandi L Dj Usup , S.T., M.T. sebagai Dosen Pembimbing Skripsi II.
8. Para Dosen Pengajar dan Staff Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
9. Seluruh sahabat dan teman yang telah banyak membantu dalam penyusunan Skripsi ini.

Dalam penulisan skripsi ini penulis menyadari masih banyak kekurangan pada teknis penulisan skripsi, mengingat akan keterbatasan kemampuan yang dimiliki oleh penulis. Untuk itu saya sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak untuk penulisan berikutnya.

Palangka Raya, Oktober 2019

Penulis

PERANCANGAN DAN PENJADWALAN TAMBANG (*MINE SCHEDULING*) UNTUK MENCAPAI TARGET PRODUKSI BATUBARA PADA PIT MERPATI UTARA *BLOCK TRINSING* DI CV BUNDA KANDUNG DESA PARING LAHUNG KECAMATAN TEWEH TENGAH KABUPATEN BARITO UTARA KALIMANTAN TENGAH

SARI

Perancangan yang baik akan berdampak kepada perencanaan semula serta target produksi yang akan dibuat dengan seaman mungkin dan menguntungkan perusahaan, sebaliknya tanpa perancangan yang baik maka yang didapat ialah kerugian karena tidak tercapainya target produksi. Penelitian ini bertujuan untuk membuat perancangan desain untuk mencapai target produksi perbulan sesuai dengan kemampuan alat di CV. Bunda Kandung. Penelitian ini dibuat dalam perancangan jangka panjang kemudian dibagi menjadi desain jangka pendek menjadi dua bulan dengan menggunakan software Minescape v5.7. Untuk membuat desain tambang dibutuhkan data berupa data topografi, data geologi dan *cropline*. Sementara untuk target produksi dibutuhkan data *digging, loading, swing, travel* dan *delay* pada alat berat yang digunakan untuk menghitung *cycle time* dan mendapat perkiraan target produksi perbulan sesuai dengan kemampuan alat yang ada di CV. Bunda Kandung.

Penelitian dilakukan pada pit merpati utara blok trinsing dengan luas 18,93 Ha dengan menggunakan metode penambangan *free digging* dengan kedudukan batubara 15° - 40° dan nilai kalori 5429kcal/kg. Parameter geometri penambangan yang direkomendasikan ialah Tinggi lereng keseluruhan (*Overall Slope Hight*) 80 meter, kemiringan lereng keseluruhan (*Overall Slope*) $\leq 35^{\circ}$, tinggi lereng Tunggal 10 meter, kemiringan Lereng Tunggal $60-62^{\circ}$, *Low wall* 35° dan Lebar Jenjang 3-5 meter. Dengan jumlah cadangan pada desain tahunan yaitu 5.008.603 BCM dan 1.077.513 Ton Batubara dengan *Stripping Ratio* 4,65 dan di bulan pertama 401611,35 BCM Overburden dan 38329,69 Ton Batubara dengan SR 10,47 serta di bulan kedua 226222 BCM Overburden dan 25499 Ton Batubara dengan SR 8,8 dan kapasitas Disposal 361.482.04 BCM yang didesain seluas 6,76 Ha untuk dua bulan.

Untuk target produksi digunakan Excavator Hitachi 470 dan 870 produktivitas Excavator Hitachi Zaxis 470 yaitu adalah 260 bcm/jam dan untuk produktifitas dengan menggunakan Excavator Hitachi Zaxis 870 yaitu 350 bcm/jam dengan waktu kerja efektif 17,13 jam perhari didapat target produksi yang sesuai dengan kemampuan alat 196511,00 BCM tanah penutup dan 38844,0 Ton batubara dibulan pertama serta 195078,00 BCM tanah penutup dan 40811,40 ton batubara dibulan kedua. Tercapainya target produksi dengan desain yang sesuai dengan kemampuan alat membuat perencanaan dan kondisi aktual diasumsikan sesuai dan mencapai target produksi.

Kata Kunci: Perencanaan, Penjadwalan, Desain, target, produksi.

ABSTRACT

Good design will have an impact on the original planning and production targets that will be made as safely as possible and profitable for the company. Conversely, without good design, the loss is due to not achieving the production targets. This research aims to make design designs to achieve monthly production targets in accordance with the ability of tools in the CV.Bunda Kandung. This research was made in long-term design and then divided into short-term designs into two months using Minescape v5.7 software. To create a mine design, data needed are topographic data, geological data and cropline. Meanwhile, for production targets data digging, loading, swing, travel and delay are required on the heavy equipment used to calculate cycle time and get an estimated monthly production target in accordance with the capabilities of the equipment in the CV.Bunda Kandung .

The research was conducted in Merpati Utara pit trinsing block with an area of 18.93 Ha using the free digging mining method with a coal position of 150 - 400 and a calorific value of 5429kcal / kg. Recommended mining geometry parameters are overall slope hight 80 meters, overall slope $\leq 35^\circ$, single slope height 10 meters, single slope 60-62 $^\circ$, Low wall 35 $^\circ$ and Level 3-5 width meters. With annual reserves of 5,008,603 BCM and 1,077,513 Tons of Coal with Stripping Ratio of 4.65 and in the first month 401611,35 BCM Overburden and 38329,69 Tons of Coal with SR 10,47 and in the second month 226222 BCM Overburden and 25499 Tons Coal with a SR of 8.8 and a Disposal capacity of 361,482.04 BCM which was designed covering an area of 6.76 Ha for two months.

For the production target used Hitachi Excavator 470 and 870 productivity Hitachi Zaxis 470 Excavator that is 260 bcm / hour and for productivity using the Hitachi Zaxis 870 Excavator that is 350 bcm / hour with an effective working time of 17.13 hours per day obtained production targets in accordance with the ability tools 196511.00 BCM ground cover and 38844.0 tons of coal in the first month and 195078.00 BCM ground cover and 40811.40 tons of coal in the second month. The achievement of production targets with designs that are in accordance with the capabilities of the tools to make plans and actual conditions are assumed achieve the target production.

Keywords: *Planning, Scheduling, Design, targets, production.*

DAFTAR ISI

JUDUL	i
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
SARI	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Maksud dan Tujuan	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Perencanaan Tambang	7
2.3 Perancangan Tambang	11
2.4 Penentuan dan Pemilihan <i>Pit</i> Potensial.....	15
2.5 Batas Penambangan (<i>Pit Limit</i>).....	16
2.6 Konsep Nisbah Kupas (<i>Stripping Ratio</i>).....	18
2.7 Konsep Perhitungan Volume Cadangan Metode Triangulasi ..	19
2.8 Kemajuan Tambang	20
2.9 Penjadwalan Produksi	25
2.10 Efisiensi Kerja	29
2.11 Produktivitas Alat.....	32
2.12 <i>Avaibility</i>	38

2.13	Penentuan Alat Mekanis.....	40
2.14	Taksiran Faktor Koreksi Produksi.....	42
2.14.1	Taksiran Faktor Koreksi Produksi	42
BAB III	METODE PENELITIAN	45
3.1	Gambaran Umum Daerah Penelitian	45
3.1.1	Lokasi dan Kesampaian Daerah	46
3.2	Kondisi Geologi	47
3.2.1	Fisiografi Regional	47
3.2.2	Statigrafi Regional.....	47
3.2.2	Kondisi Geologi Daerah Penelitian.....	49
3.3	Metode penelitian	51
3.4	Tata Laksana	51
3.3.1	Langkah Kerja	51
3.3.2	Alat dan bahan penelitian	52
3.5	Bagan Alir	53
3.6	Waktu Penelitian	54
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	55
4.1	Hasil	55
4.1.1	Rancangan tambang batubara berdasarkan <i>striping ratio</i> pada CV. Bunda Kandung	55
4.1.2	Perencanaan Penjadwalan Sesuai dengan Kemampuan Alat	61
4.2	PEMBAHASAN.....	65
4.2.1	Perencanaan tahun pertama	65
4.2.1.1	Pit Potensial	66
4.2.1.2	<i>Pit Limit</i>	66
4.2.1.3	Rancangan Geoteknik.....	67
4.2.1.4	Perancangan Jalan Tambang.....	68
4.2.1.5	Perancangan Lubang Bukaian Tambang (<i>Pit</i>)	70
4.2.1.6	Rancangan Disposal	74
4.2.1.7	Rencana Jumlah cadangan <i>Pit</i> Merpati Utara yang akan ditambang.....	74

4.2.2 Perencanaan Penjadwalan Sesuai dengan Kemampuan	
Alat	75
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	83
5.1 Kesimpulan	83
5.2 Saran	85
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Parameter Pengukur Efisiensi Kerja.....	31
Tabel 2.2	<i>Equipmet Utilization and Availability</i>	40
Tabel 3.1	Koordinat Geografis Batas IUP CV. BK Seluas 3.930 Ha .	45
Tabel 3.2	Waktu Penelitian	54
Tabel 4.1	Koordinat Boundary Pit Merpati Utara	55
Tabel 4.2	Total Volume Overburden dan Batubara pada Desain Pit Tahunan Merpati Utara Blok Trinsing	57
Tabel 4.3	Total Volume Overburden dan Batubara pada Pit Merpati Utara Pada Bulan November.....	58
Tabel 4.4	Total Volume Overburden dan Batubara pada Pit Merpati Utara Pada Bulan Desember	60
Table 4.5	Rencana Target Produksi pada Bulan November Melalui Perhitungan <i>Software Minescape 5.7</i>	62
Tabel 4.6	Rencana Target Produksi pada Bulan Desember Melalui Perhitungan <i>Software Minescape 5.7</i>	63
Tabel 4.7	Rencana Target Produksi pada Bulan November Sesuai Kemampuan Alat	64
Tabel 4.8	Rencana Target Produksi pada Bulan Desember Sesuai Kemampuan Alat	64
Tabel 4.9	Rencana Target Produksi pada Bulan November dan Desember Sesuai Kemampuan Alat	65
Tabel 4.10	Tabel Kemiringan VS Jalan	70
Tabel 4.11	Alat yang tersedia di pit Merpati Utara	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Metode Triangulasi (<i>triangular grouping</i>).....	20
Gambar 2.1	Contoh Rencana Perubahan Bentuk Tambang	24
Gambar 4.1	Lokasi Penelitian CV.Bunda Kandung.....	56
Gambar 4.2	Desain Long Term	57
Gambar 4.3	Penampang pit merpati utara	58
Gambar 4.4	Desain akhir bulan november pit merpati utara.....	59
Gambar 4.5	Desain <i>Sequence</i> bulan november pit merpati utara.....	59
Gambar 4.6	Penampang bulan november pit merpati utara	59
Gambar 4.7	Desain akhir bulan desember pit merpati utara	60
Gambar 4.8	Desain <i>Sequence</i> bulan desember pit merpati utara	61
Gambar 4.9	Penampang bulan november pit merpati utara	61
Gambar 4.10	Pit Limit pada Merpati Utara.....	66
Gambar 4.11	Lereng.....	68
Gambar 4.12	Jalan Ideal Penambangan.....	69
Gambar 4.13	Desain Long Term pada Merpati Utara	70
Gambar 4.14	<i>Batterblock</i> Desain Long Term	71
Gambar 4.15	Rancangan Disposal	74

DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN A PETA KESAMPAIAN DAERAH
- LAMPIRAN B PETA GEOLOGI DAERAH PENELITIAN
- LAMPIRAN C PETA SITUASI TAMBANG CV.BUNDA KANDUNG
- LAMPIRAN D DATA LOG BOR CV. BUNDA KANDUNG
- LAMPIRAN E DATA CURAH HUJAN
- LAMPIRAN F LIST UNIT DI CV BUNDA KANDUNG
- LAMPIRAN G DATA *MA* DAN *UA* PADA UNIT DI CV BUNDA KANDUNG
- LAMPIRAN H DATA CYCLE TIME ALAT GALI – MUAT OVERBURDEN
- LAMPIRAN I PRODUKTIVITAS ALAT GALI - MUAT
- LAMPIRAN J DATA CYCLE TIME ALAT ANGKUT OVERBURDEN
- LAMPIRAN K DATA PRODUKTIVITAS ALAT ANGKUT
- LAMPIRAN L PRODUKTIVITAS ALAT ANGKUT PADA BATUBARA
- LAMPIRAN M FLEET UNIT FOR NOVEMBER
- LAMPIRAN N TABEL BATTER BLOCK
- LAMPIRAN O RANCANGAN DESAIN TAMBANG
- LAMPIRAN P SAYATAN DAN PENAMPANG DESAIN TAMBANG
- LAMPIRAN Q DOKUMENTASI

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kalimantan Tengah merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang kaya akan bahan galian tambang seperti Batubara. Banyak perusahaan yang bergerak dan menanamkan investasinya dalam bidang penambangan Batubara. Salah satu perusahaan di Kalimantan Tengah yang bergerak dalam bidang ini ialah CV. Bunda Kandung yang terletak di desa Paring Lahung Kecamatan Montallat Kecamatan Teweh Tengah Kabupaten Barito Utara. CV. Bunda Kandung memiliki jumlah cadangan Batubara 11.516.476 Ton dalam dua belas tahun penambangan dengan nilai kalori 5429 kcal/kg dimana setiap bulannya memiliki target produksi 39000 sampai dengan 40000 ton .Untuk menambang cadangan tersebut CV.Bunda Kandung memerlukan Perencanaan dan rancangan yang sesuai dan aman.

Perencanaan tambang ialah penentuan suatu persyaratan teknik untuk mencapai sasaran dalam suatu kegiatan penambangan agar dapat menghasilkan bahan galian yang ingin ditambang, untuk melakukan suatu perencanaan dibutuhkan sebuah rancangan teknik untuk membuat suatu desain yang sesuai dengan penjadwalan tambang dengan waktu yang tersedia dengan kondisi aman serta menguntungkan. Perancangan yang baik akan berdampak kepada perencanaan semula serta target produksi yang akan dibuat dengan seaman mungkin dan menguntungkan perusahaan, sebaliknya tanpa perancangan yang baik maka yang didapat ialah kerugian karena tidak tercapainya target produksi.

Banyak aspek yang menjadi pendukung tercapainya suatu target produksi baik itu kondisi lereng dan ketersediaan alat dan lain-lain. Perencanaan dan perancangan yang baik akan menentukan untuk mencapai suatu target produksi Untuk itu diperlukan kegiatan permodelan, perhitungan cadangan dan rancangan penambangan sehingga dihasilkan perencanaan yang terjadwal dan kedepannya akan digunakan pada perencanaan tambang berikutnya pada CV Bunda Kandung . Berdasarkan hal itu, penulis membuat perancangan dan penjadwalan tambang untuk dua bulan yaitu bulan November sampai dengan Desember di CV.Bunda Kandung.

1.2 Rumusan Masalah

- a. Bagaimana model dan tahapan perancangan tambang pada *pit* Merpati Utara *block* Trinsing berdasarkan *Stripping Ratio* di CV. Bunda Kandung pada bulan November sampai dengan Desember?
- b. Bagaimana penjadwalan untuk penambangan batubara berdasarkan penyesuaian dengan kemampuan alat, untuk mencapai target produksi.

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Adapun Maksud dari penelitian ini adalah membuat perencanaan dan penjadwalan target produksi Batubara.

Tujuan dari penelitian yang dilakukan di CV.Bunda Kandung ini sebagai berikut :

- a. Mendapat model dan tahapan dari rancangan tambang pada *pit* Merpati Utara *block* Trinsing berdasarkan *Stripping Ratio* di CV. Bunda Kandung pada bulan November sampai dengan Desember.
- b. Merencanakan rancangan dan penjadwalan untuk penambangan batubara berdasarkan penyesuaian dengan kemampuan alat, untuk mencapai target produksi.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Bagi Mahasiswa
 - Memberikan tambahan wawasan dan ilmu pengetahuan yang belum diperoleh dari kegiatan perkuliahan.
 - Mendorong pengembangan ilmu pengetahuan yang akan memacu inovasi dan penemuan-penemuan baru.
2. Bagi Perusahaan
 - Memberikan alternatif dalam menyelesaikan suatu permasalahan terutama dalam merencanakan dan menjadwalkan penambangan yang optimal sesuai dengan *stripping ratio* yang ditentukan.

1.5 Batasan Masalah

Agar penulisan laporan tugas akhir ini tidak menyimpang dan mengambang dari tujuan yang semula direncanakan sehingga mempermudah mendapatkan data dan informasi yang diperlukan, maka penulis menetapkan batasan masalah sebagai berikut :

1. Untuk membuat geometri lereng dan jalan tambang yang di rekomendasikan dari pihak perusahaan.
2. Nisbah pengupasan (*striking ratio*), serta batas penambangan (*pit limit*) di tentukan oleh pihak perusahaan dan tidak memperhitungkan biaya produksi.
3. Penjadwalan produksi dibuat untuk memenuhi target produksi batubara dalam bulan November sampai dengan Desember.
4. Rancangan desain tambang dibuat untuk proses produksi 2 bulan, yaitu bulan November sampai dengan Desember.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Achmad Syafriansyah, 2017. Mengenai Perencanaan dan Penjadwalan Tambang (*Mine Scheduling*). Berdasarkan kesimpulan hasil penelitian yang dilakukan di PT. Sumber Rejeki Ekonomi ialah perancangan tambang berdasarkan *striping ratio* pada PT. Sumber Rejeki Ekonomi. Dalam perancangan tambang berdasarkan *striping ratio* pada PT. Sumber Rejeki Ekonomi dengan area *pit potensial* terdapat pada blok 2 lapisan batubara *seam G* serta perancangan batas akhir penambangan (*pit limit*) menggunakan *software minescape 5.7* dengan mengikuti parameter geometri rancangan lereng pada departemen *engineering* PT. Sumber Rejeki Ekonomi *higwall* dan *sidewall* sebesar 60° dan *lowwall* sebesar 30° didapat rencana luas bukaan atas sebesar 4,1 ha dari *elevasi* paling atas, 40 mdpl sampai ke *elevasi* paling bawah, 0 mdpl total volume batubara sebesar $53,890 \text{ m}^3$ dan total volume tanah penutup $325,754 \text{ bcm}$ dengan rencana *striping ratio* 6:1 .

Begitu juga dengan perencanaan Kemajuan Penambangan dan Jadwal Produksi rencana tahapan kemajuan penambangan pada bulan oktober 2016 terbagi kedalam 5 tahapan yaitu pada Minggu ke-I sampai minggu ke-V dengan rata-

rata target produksi setiap minggunya \pm sebesar 65,151 bcm tanah penutup dan 10,778 m³ batubara.

Pada penelitian terdahulu juga dilakukan oleh Aldi Ahmad Zainassolihin,2015. Mengenai Perencanaan dan Penjadwalan Tambang (*Mine Scheduling*) untuk mencapai target produksi batubara 25.000 ton/bulan di T. Berdasarkan kesimpulan hasil penelitian yang dilakukan di PT Milagro Indonesia Mining adalah sebagai berikut:

A. Rencana Produksi

Kemampuan produksi alat mekanik pada bulan Mei 2015 yang dimiliki PT Milagro Indonesia Mining diantaranya 2 (dua) unit excavator backhoe komatsu PC-400, 2 (dua) unit excavator backhoe komatsu PC- 300 dan 9 (Sembilan) unit Dump Truck Nissan CWB45A. Berdasarkan kondisi aktual di lapangan pengupasan overburden yang dihasilkan oleh alat angkut adalah sebesar 177.800 BCM/bulan dan batubara sebesar 25.200 Ton/bulan. Perencanaan produksi ini mengacu ke produktivitas pada bulan Mei 2015. Akan dijadikan sebagai panduan untuk menentukan batas kemajuan penambangan dilakukan selama periode tiga bulan (Three Month Rolling Plan), yaitu pada bulan Juni, Juli dan Agustus 2015, rencana produksi untuk overburden 175.000 BCM/bulan dan batubara sebesar 25.000 Ton/bulan.

B. Pentahapan kemajuan penambangan untuk mencapai target produksi 25.000

Ton/bulan adalah sebagai berikut :

- Bulan Juni 2015, merupakan bukaan awal dengan mengupas topografi paling atas di elevasi 130 mdpl sampai dengan batas penggalian di elevasi 100 mdpl dengan bukaan blok model penambangan B06 sampai B20 dan luasan boundary pit 3.785 m².
- Bulan Juli 2015, penggalian countinuous difokuskan untuk menurunkan kedalaman dari elevasi 100 mdpl hingga elevasi 85 mdpl dengan bukaan blok model penambangan B04 sampai B20 dengan luasan boundary pit 4.197 m².
- Bulan Agustus 2015, penggalian countinuous kearah strike batubara dan menurunkan kedalaman dari elevasi 85 mdpl hingga elevasi 70 mdpl dengan bukaan blok model penambangan B02 sampai B20 dan luasan boundary pit 4.245m².

2.2. Perencanaan Tambang

Perencanaan (*planning*) adalah penentuan persyaratan teknik untuk mencapai tujuan dan sasaran kegiatan yang sangat penting serta urutan teknis pelaksanaannya. Oleh sebab itu perencanaan merupakan gagasan

pada saat awal kegiatan untuk menetapkan apa dan mengapa harus dikerjakan, oleh siapa, kapan, di mana dan bagaimana melaksanakannya (Partanto Prodjosumarto, 2004 :1).

Perencanaan tambang (*mine planning*) dapat mencakup kegiatan-kegiatan prospeksi, eksplorasi, studi kelayakan (*feasibility study*) yang dilengkapi dengan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL), Persiapan Penambangan dan konstruksi prasarana (*infrastructure*) serta sarana (*facilities*) penambangan, kesehatan dan keselamatan kerja (K3), pengelolaan dan pemantauan lingkungan hidup. Bila industri pertambangan yang bersangkutan melakukan kegiatan terpadu, maka akan mencakup pula pengolahan (*mineral dressing / mineral beneficiation*), peleburan (*smelting*), pemurnian (*refining*) dan pemasaran (*marketing*) (Partanto Prodjosumarto, 2004 :1).

Ada berbagai macam perencanaan, antara lain :

1. Perencanaan jangka panjang

Perencanaan jangka panjang yaitu suatu perencanaan kegiatan yang jangka waktunya lebih dari lima tahun secara berkelanjutan.

2. Perencanaan jangka menengah

Perencanaan jangka menengah yaitu suatu perencanaan kerja untuk jangka waktu antara satu sampai lima tahun

3. Perencanaan jangka pendek

Perencanaan jangka pendek yaitu suatu perencanaan aktivitas untuk jangka waktu kurang dari setahun demi kelancaran perencanaan jangka menengah dan jangka panjang.

4. Perencanaan penyangga atau alternatif

Perencanaan penyangga atau alternatif merupakan perencanaan sampingan jika kemudian hari terjadi hal-hal tak terduga atau ada perubahan dan informasi sehingga dapat menyebabkan kegagalan.

Agar perencanaan tambang dapat dilakukan dengan lebih mudah, masalah ini biasanya dibagi menjadi tugas-tugas sebagai berikut :

1. Penentuan batas dari *pit*

Batas akhir penambangan (*pit limit*) merupakan batas wilayah layak tambang dari cadangan batubara. *Pit Limit* penambangan menentukan berapa besar cadangan batubara yang akan ditambang yang akan memaksimalkan nilai bersih total dari batubara tersebut. Penentuan batas akhir dari *pit* penambangan belum memperhitungkan waktu dan biaya.

2. Perancangan *sequence*

Perancangan *sequence* penambangan batubara merupakan tahapan penting dalam suatu perancangan geometri penambangan. Rancangan *sequence* penambangan menentukan lokasi awal penambangan hingga batas akhir dari kegiatan penambangan. Perancangan *sequence* atau tahap-tahap penambangan ini membagi *pit limit* menjadi unit-unit perencanaan yang lebih kecil dan lebih mudah dikelola. Hal ini akan membuat masalah perancangan tambang tiga dimensi yang kompleks menjadi lebih sederhana.

3. Penjadwalan produksi

Rancangan *sequence* penambangan batubara yang telah dirancang, selanjutnya diestimasi berdasarkan urutan waktu dan target produksi. Penjadwalan produksi akan menyajikan jumlah tanah penutup dan batubara yang akan ditambang berdasarkan periode tertentu.

4. Pemilihan alat

Berdasarkan pet-peta rencana penambangan dan penimbunan lapisan penutup dari tahap empat (4) dapat dibuat profil jalan angkut untuk setiap periode waktu. Dengan mengukur profil jalan

angkut ini, kebutuhan armada alat angkut dan alat muatnya dapat dihitung untuk setiap periode (setiap tahun). Jumlah alat bor untuk peledakan serta alat- alat bantu lainnya ikut diperhitungkan.

5. Perhitungan biaya-biaya operasi dan kapital

Dengan menggunakan tingkat produksi untuk peralatan yang dipilih, dapat dihitung jumlah gilir kerja (*operating shift*) yang diperlukan untuk mencapai sasaran produksi. Jumlah dan jadwal kerja dari personil yang dibutuhkan untuk operasi, perawatan dan pengawasan dapat ditentukan.

2.3. Perancangan Tambang

Di Industri pertambangan juga dikenal rancangan tambang (*mine design*) yang mencakup pula kegiatan-kegiatan seperti yang ada pada perencanaan tambang, tetapi semua data dan informasinya sudah rinci (permodelan geologi, pit potensial, pit limit, geoteknik, *stripping ratio*, dan data pendukung lainnya). (Partanto Prodjosumarto, 2004 :1). Pada umumnya ada dua tingkat rancangan, yaitu:

- a. Rancangan konsep (*conceptual design*), yaitu suatu rancangan awal atau titik tolak rancangan yang dibuat atas dasar analisis dan perhitungan secara garis besar dan baru dipandang dari beberapa segi yang terpenting, kemudian akan dikembangkan agar sesuai dengan keadaan (*condition*) nyata di lapangan.

Rancangan rekayasa atau rekacipta (*engineering design*), adalah suatu rancangan lanjutan dari rancangan konsep yang disusun dengan rinci dan lengkap berdasarkan data dan informasi hasil penelitian laboratorium serta literatur dilengkapi dengan hasil-hasil pemeriksaan keadaan lapangan. Rancangan rekayasa tersebut biasanya juga diperjelas menjadi rancangan bulanan, mingguan dan harian.

Suatu perancangan tambang mengacu pada beberapa parameter desain sebagai berikut :

a. SR (*Stripping Ratio*)

Secara umum, *Stripping Ratio* (SR) didefinisikan sebagai perbandingan jumlah volume tanah penutup yang harus dipindahkan untuk mendapatkan satu ton batubara.

b. *Pit Limit*

Pit limit merupakan batas akhir dari penambangan yang dipengaruhi oleh parameter SR, geoteknik dan kondisi geologi batubara.

c. Geoteknik

Rancangan lereng merupakan kumpulan lereng-lereng tunggal yang membentuk lereng keseluruhan (*overall pit slope*). Lereng terdiri dari *toe* , muka lereng, *crest* dan lebar jenjang. Rancangan geoteknik yang akan dipakai mengacu pada rekomendasi.

Didalam kajian geoteknik untuk perancangan tambang, terdapat beberapa geometri rancangan yang harus sesuai dengan rekomendasi geoteknik, yaitu:

- a. Tinggi Jenjang, yaitu maksimum tinggi dari jenjang yang diperbolehkan untuk di desain sesuai dengan hasil kajian geoteknik sehingga jenjang menjadi stabil/aman.
- b. Kemiringan Jenjang, yaitu sudut kemiringan jenjang yang diperbolehkan untuk didesain sesuai dengan hasil kajian geoteknik. Untuk desain pit bahan galian batubara, jenjang dibagi kepada 3 jenis jenjang yaitu *lowwall*, *sidewall*, dan *highwall* dengan besar sudut yang berbeda setiap jenisnya.
- c. Lebar berm, yaitu jarak antara kaki jenjang atas (*toe*) dengan kepala jenjang bawah (*crest*) yang didesain pada elevasi yang sama.
- d. Tinggi Lereng Keseluruhan (*Overall Bench Height*), adalah tinggi total dari jenjang dari permukaan topografi sampai kedalaman terbawah dari desain tambang (*pit bottom*).
- e. Kemiringan Lereng Keseluruhan (*Overall Slope*), adalah sudut total dari jenjang sampai kedalaman terbawah dari desain tambang (*pit bottom*).

Perancangan lereng tambang pada CV. Bunda Kandung digunakan dengan mengacu Keputusan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 1827 K/30/MEM/2018 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik :

- (i) pengaturan lereng akhir penambangan sesuai dengan dokumen studi kelayakan yang telah disetujui;
- (ii) dalam hal lereng akhir penambangan tidak sesuai dengan rencana, dilakukan berdasarkan hasil kajian teknis untuk memastikan kestabilan lereng dan batas akhir penambangan;
- (iii) dalam hal proses pembentukan lereng akhir penambangan menggunakan peledakan dicegah terjadinya overbreak akibat peledakan dan baris terakhir lubang ledak sekurang-kurangnya berjarak 2 (dua) kali tinggi lereng tunggal dari rencana lereng akhir penambangan atau berdasarkan hasil kajian teknis;
- (iv) pemantuan kestabilan lereng akhir penambangan dilakukan secara terus menerus dengan menggunakan alat pantau yang memadai;
- (v) Kepala Teknik Tambang menetapkan kriteria hasil pemantauan kestabilan lereng akhir penambangan dan langkah tindak lanjut;

- (vi) dalam hal untuk tujuan tertentu kendaraan digunakan disediakan akses paling kurang satu setengah kali lebar alat yang digunakan;
- (vii) akses dilengkapi dengan tanggul pengaman dengan tinggi paling kurang $\frac{3}{4}$ (tiga perempat) roda terbesar kendaraan yang digunakan;
- (viii) pada crest lereng diberikan tanggul pengaman yang berfungsi untuk menahan batuan yang jatuh dengan tinggi paling kurang 1 (satu) meter ditambah 4% (empat persen) dari tinggi lereng;
- (ix) lebar bukaan tambang paling kurang 1 (satu) kali total tebal lapisan termasuk interburden ditambah dengan kedalaman akhir dibagi tangen sudut keseluruhan (*overall slope angle*) hasil kajian kemantapan lereng, dikali 2 (dua);

2.4. Penentuan dan Pemilihan *Pit* Potensial

Penentuan dan pemilihan pit potensial merupakan langkah awal dalam melakukan evaluasi cadangan batubara. Penentuan pit potensial ini diperlukan untuk dapat memperkirakan / memprediksi suatu areal sumberdaya batubara yang potensial untuk nantinya akan dikembangkan menjadi suatu lokasi pit penambangan (Sari Melati,2010:1).

Pemilihan daerah penambangan tentunya harus didasarkan pada hasil kajian geologi tambang akan diperoleh daerah penambangan tersebut.

Beberapa faktor yang menyebabkan suatu daerah dapat dikategorikan potensial adalah :

- a. Penyebaran batubara yang merata.
- b. Jumlah cadangan yang besar.
- c. Lapisan batubara yang tebal.
- d. Kualitas batubara yang baik.
- e. Perhitungan cadangan tertambang pada daerah tambang tersebut dapat menghasilkan nisbah kupas yang bervariasi. Besarnya nisbah kupas pada tambang-tambang ini disebabkan antara lain oleh kondisi topografi dan hilangnya penyebaran lapisan batubara pada daerah tersebut.
- f. Daerah yang mempunyai nisbah $>12 : 1$ dianggap tidak ekonomis untuk ditambang saat ini. Lapisan penutup di atas lapisan batubara maupun antara lapisan batubara pada umumnya terdiri dari *siltstone*, *mudstone* kadang-kadang dengan *shally coal* dan *sandstone*.
- g. Kemiringan lapisan batubara berkisar antara 8-35 derajat.

2.5. Batas Penambangan (*Pit Limit*)

Rancangan batas *pit* tergantung faktor-faktor yang umumnya tidak dapat diatur oleh perancang --batas-batas geometri, sebaran batubara, topografi, sudut lereng maksimum yang aman, dan sebagainya sementara ekonomi rencana penambangan tergantung penentuan rasio penambangan, laju produksi, peralatan, dan hal lainnya yang dapat ditentukan perancang

(Sari Melati,2010:2).

Ketersediaan data eksplorasi penting untuk *development* tambang dan meningkatkan keyakinan tentang keberadaan dan nilai endapan bahan galian. Keputusan-keputusan mengenai ukuran pit dan tata letak, tingkat produksi, dan diagram alir pengolahan bahan galian sangat tergantung pada input data eksplorasi. Keberhasilan kegiatan eksplorasi dalam pemboran dan informasi sampling, berguna untuk menetapkan parameter operasi penambangan, rancangan geoteknik, kondisi geohidrologi, dan pengolahan bahan galian atau peleburan bijih.

Pit limit adalah luas vertikal dan lateral *open pit* di mana pelaksanaan kegiatan penambangan masih ekonomis. Biaya pengupasan overburden atau *waste* vs batubara berharga biasanya faktor utama dalam penentuan batas pit. Faktor lain yang berpengaruh adalah infrastruktur di permukaan, seperti kota, sungai, batas izin usaha pertambangan, dll.

Penambangan biasanya dimulai dari bagian endapan yang paling dekat dengan permukaan bumi, maka *cropline* akan menjadi batas penambangan di bagian *low wall*. Kedalaman *suboutcrop* menyatSR akan kedalaman yang harus dibongkar sebelum batubara tersingkap (*exposed*). SR yang harus dibongkar tersebut biasanya dikenal sebagai *preproduction stripping* (pengupasan pra produksi).

Beberapa hal penting yang harus diperhatikan dalam membuat rancangan bukaan tambang adalah geometri jenjang termasuk di dalamnya kemiringan lereng (*slope*), lebar jenjang (*bench width, berm*), tinggi jenjang (*bench height*), dan jalan masuk untuk operasional (*ramp*).

Batas penambangan (*pit limit*) sangat menentukan jumlah produksi dan umur serta ekonomi suatu perusahaan tambang. Parameter yang mempengaruhi batas penambangan (*pit limit*) untuk menghitung cadangan tertambang (*mineable*) antara lain :

- a. Nisbah Pengupasan (*Stripping Ratio = SR*), nisbah pengupasan yang diterapkan dalam perencanaan penambangan batubara dihitung dengan pendekatan *Break Even Stripping Ratio* (BESR).
- b. Geometri Lereng Penambangan, digunakan sebagai batasan perhitungan cadangan tertambang yang ditetapkan berdasarkan hasil penyelidikan geoteknik yang dilakukan di daerah penelitian.
- c. Kondisi Topografi dan Geologi, mempertimbangkan penyebaran cadangan batubara terhadap bentuk alam yang ada.

2.6. Konsep Nisbah Kupas (*Stripping Ratio*)

Seperti yang telah diuraikan sebelumnya, bahwa ketebalan lapisan batubara dan ketebalan tanah penutup (*overburden*) merupakan factor utama yang mengontrol kelayakan suatu pembukaan tambang batubara.

Pengetahuan jumlah (kuantitas) batubara dan jumlah batuan penutup yang harus dipindahkan untuk mendapatkan per unit batubara sesuai dengan metoda penambangan merupakan konsep dasar dari Nisbah Kupas (*Stripping Ratio*). (Partanto Prodjosumarto, 2004 :11).

Salah satu cara menggambarkan efisiensi geometri (*geometrical efficiency*) dalam kegiatan penambangan adalah dengan istilah “*Stripping Ratio*” atau nisbah pengupasan. *Stripping Ratio* (SR) menunjukkan jumlah *overburden* yang harus dipindahkan untuk memperoleh sejumlah batubara yang diinginkan. Ratio ini secara umum digambarkan sebagai berikut :

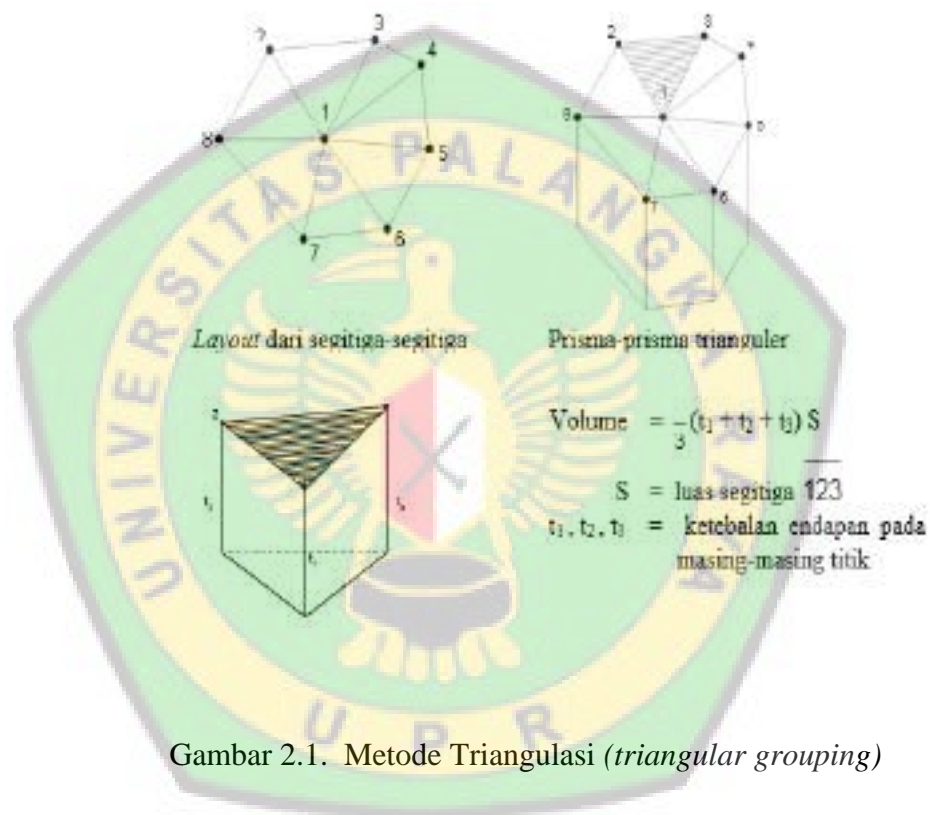
$$SR = \frac{\text{Overburden}}{\text{Coal}}$$

2.7. Konsep Perhitungan Volume Cadangan Metode Triangulasi

Triangulasi adalah suatu metode yang menghubungkan sekumpulan triangle secara grafis untuk menggambarkan suatu *surfaces* dan/atau volume. **Metode triangulasi** dilakukan dengan konsep dasar menjadikan titik yang diketahui menjadi titik sudut suatu prisma segitiga. Prisma segitiga diperoleh dengan cara menghubungkan titik-titik yang diketahui tanpa berpotongan.

Pada Minescape *Triangle file* adalah sumber data grafis yang penting, dan menyediakan fasilitas untuk menggambarkan model yang berhubungan

dengan geologi dan segala isinya. Memiliki ruang dan memori yang efisien dan juga menawarkan kemampuan *outstanding graphical rendering*. Data hasil triangulasi dapat disimpan sebagai *surface*. *Output* dapat dibuat kontur atau digunakan untuk menghitung volume.



Gambar 2.1. Metode Triangulasi (*triangular grouping*)

2.8. Kemajuan Tambang

Merancang bentuk-bentuk penambangan (*Mineable Geometries*) untuk menambang habis *overburden* mulai dari titik masuk awal hingga kebatas akhir penambangan. Perancangan tahapan-tahapan penambangan ini membagi *pit* penambangan menjadi unit-unit perencanaan yang lebih kecil dan mudah dikelola

(*Monthly Plan, Weekly Plan, dan Daily Plan*) (Partanto Prodjosumarto, 2004 :13). Pada tahap ini elemen waktu sudah mulai dimasukkan kedalam rancangan penambangan karena urutan penambangan mulai dipertimbangkan.

Ada beberapa langkah dalam membuat suatu tahapan penambangan (*MineSequence*) :

1. Menghitung kembali volume pit dan disposal berdasarkan data situasi akhir penambangan.
2. Membuat *database* cadangan pada areal pit.
3. Menghitung jadwal produksi/kapasitas alat untuk masing-masing periode.
4. Membuat penjadwalan (*Mine Scheduling*).
5. Melakukan simulasi perhitungan volume dan menentukan batas penggalian.
6. Membuat desain situasi penambangan untuk periode-periode tersebut.

Tahapan penambangan (*pushback*) adalah bentuk-bentuk penambangan (*mineable geometries*) yang menunjukkan bagaimana suatu pit akan ditambang, dari titik masuk awal hingga ke bentuk akhir pit. Nama-nama lain adalah *phases, slices, stages*.

Tujuan utama dari pentahapan ini adalah untuk membagi seluruh volume yang ada dalam pit ke dalam unit-unit perencanaan yang lebih kecil

sehingga lebih mudah ditangani. Dengan demikian, problem perancangan tambang tiga dimensi yang amat kompleks dapat disederhanakan. Elemen waktu dapat mulai diperhitungkan dalam rancangan ini karena urutan penambangan tiap-tiap *pushback* merupakan pertimbangan penting.

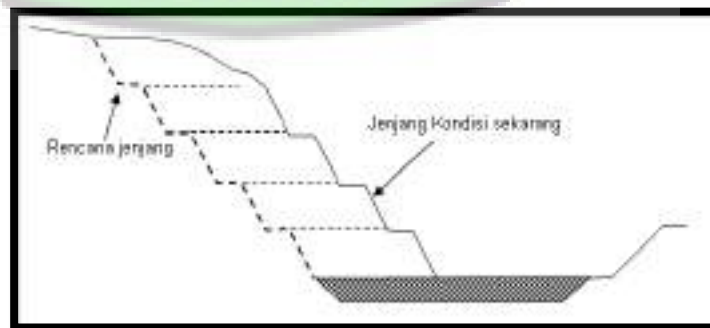
Arah kemajuan penambangan adalah dari daerah singkapan ke arah tegak lurus jurus lapisan batubara sampai lereng akhir penambangan, kemudian bergerak maju ke daerah penambangan tahun berikutnya mengikuti penyebaran lapisan batubara. Tahapan penambangan ini biasanya dirancang mengikuti urutan penambangan dengan algoritma *floating cone* untuk berbagai skenario harga komoditas. Bentuk tahapan penambangan ini tidak akan persis sama dengan geometri yang dihasilkan *floating cone* karena kendala operasi seperti lebar tahapan penambangan minimum. 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 (Arif dan Adisoma, 2002)

Pushback sering disebut juga *sequences*, *expansions*, *phases*, *working pit*, *slices* ataupun *stage*, adalah tahapan awal perencanaan tambang dimana dilakukan pembagian pit menjadi unit yang lebih kecil dengan tujuan untuk mempermudah pengaturan penambangan. Dalam kalimat yang berbeda dapat juga diartikan bentuk-bentuk penambangan

yang menunjukkan bagaimana suatu pit akan ditambang, dari bentuk awal hingga akhir pit. Contoh ilustrasi *pushback* dapat dilihat pada gambar.

Langkah-langkah dalam membuat push back adalah :

- a. Pertama adalah menentukan design pit total (*ultimate pit limit*)
- b. Menentukan dulu tujuan dari pertambahan pit yang akan dibuat, pada dasarnya akan mengacu kepada Stripping Ratio dan target tonase produksi, kecenderungan yang digunakan adalah mengacu kepada keseragaman *stripping ratio* / target *tonase* atau perubahan yang beraturan.
- c. Pembentukan *design push back*. Hal yang harus diperhatikan adalah lebar jenjang kerja minimal, *slope* dan ketinggian jenjang serta lebar jalan. Lebar *pushback* sangat ditentukan oleh ukuran unit operasi yang dipergunakan. Untuk unit kecil minimal lebar *pushback* adalah 80ft sedangkan untuk unit besar (*truck* kelas 150-200 ton) lebar *pushback* antara 135 – 150 ft .



Gambar 2.2
Contoh Rencana Perubahan Bentuk Tambang (*Pushback*)

Terdapat beberapa kriteria dalam melakukan perancangan tahapan penambangan yaitu sebagai berikut :

- a. Harus cukup lebar agar peralatan tambang dapat bekerja baik. Untuk truk dan ekskavator besar, lebar *pushback* minimum adalah 100-130 meter. Untuk *loader* dan truk berukuran sedang 60 meter sudah cukup lebar. Jumlah ekskavator yang diperkirakan akan bekerja bersama-sama pada sebuah *pushback* juga mempengaruhi lebar minimum ini.
- b. Tak kurang pentingnya untuk memperlihatkan paling tidak satu jalan angkut untuk setiap *pushback*, untuk memperhitungkan jumlah material yang terlibat dan memungkinkan akses ke luar. Jalan angkut ini harus menunjukkan pula akses ke seluruh permukaan kerja.
- c. Perlu diperhatikan bahwa penambahan jalan pada suatu *pushback* akan mengurangi lebar daerah kerja (sebanyak lebar jalan) di bawah lokasi jalan tersebut. Jika beberapa jalan atau *switchback* akan dimasukkan ke suatu *pushback*, lebar awal di sebelah atas harus ditambah untuk memberi ruangan ekstra.
- d. Perlu diperhatikan pula bahwa kondisi tambang tidak akan pernah sama bentuknya dengan rancangan tahap-tahap penambangan (*phase design*). Ini karena dalam kenyataannya, beberapa *pushback* akan aktif pada waktu yang sama (dikerjakan secara bersamaan).

2.9. Penjadwalan Produksi

Penjadwalan produksi adalah pengaturan waktu dari suatu kegiatan operasi penambangan. Adapun tujuan dari penjadwalan produksi adalah sebagai berikut:

- Agar dapat menepati waktu jatuh tempo.
- Dapat memaksimalkan penggunaan fasilitas seperti mesin.
- Dapat meminimumkan proses kerja dan siklus waktu.

Penjadwalan produksi merupakan gambaran tentang jumlah produksi yang dihasilkan dalam setiap tahapan penambangan berdasarkan waktu dan rancangan penambangan tahunan/bulanan. Dimana, penjadwalan produksi mempunyai peran penting dalam proses kegiatan penambangan dalam menentukan jumlah *overburden* dan batubara yang akan ditambang dalam periode waktu yang telah direncanakan. Sehingga, akan menjadi acuan untuk menentukan jumlah alat yang akan digunakan jika melakukan penjadwalan tahap pertama dan akan melakukan penilaian terhadap kondisi alat yang akan digunakan pada penjadwalan selanjutnya untuk memenuhi target produksi yang telah ditentukan.

Fokus penjadwalan produksi adalah perencanaan jangka panjang dan akan menghasilkan suatu jadwal produksi yang kemudian menentukan kebutuhan peralatan untuk mengoperasikan jadwal tersebut. Pada penjadwalan jangka pendek fokusnya mungkin berbeda, dengan kendala jumlah peralatan, kita menentukan jadwal yang terbaik. Selama proses penjadwalan, evaluasi beberapa alternatif sering dilakukan. Data masukan dasar adalah pernyataan tonase dari

tahap-tahap penambangan yaitu tabulasi ton dan kadar per jenjang dari material yang akan ditambang untuk tiap tahap.

Untuk dapat melakukan penjadwalan produksi, maka harus diketahui berapa sasaran produksi yang diminta oleh kontraktor akan material tersebut. Setelah ditetapkan sasaran produksi, kemudian dilakukan penjadwalan produksi.

Dalam melakukan penjadwalan produksi, faktor-faktor yang harus diperhitungkan adalah :

- a. Curah hujan : hari-hari hujan yang akan mengganggu jalannya produksi juga harus diperhatikan.
- b. *Work shop* untuk *repair* alat harus diperhatikan ada atau tidak.

Secara ideal (yaitu efisiensi 100%) yang diinginkan terhadap alat-alat mekanis adalah, bahwa:

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

Tetapi kenyatannya atau kondisi di lapangan hal ini tidak mungkin dapat diterapkan, karena alasan-alasan :

- a. Keadaan alat (*mechanical condition*)
- b. Keadaan medan kerjanya (*operating condition*)
- c. Sifat-sifat manusiannya sendiri.

Meskipun demikian efektifitas penggunaan alat dapat diusahakan setinggi mungkin dengan cara :

- a. Mempekerjakan alat dengan jumlah seminimal mungkin pada kapasitas kerja semaksimal mungkin.
- b. Mempekerjakan alat sepanjang waktu/hari kerjanya selama alat tersebut tidak rusak (sehingga menghilangkan waktu berhenti - *idle time* – waktu hambatan).

Penjadwalan produksi juga merupakan bagian yang sangat penting dalam proses penambangan, dimana target dari penjadwalan produksi adalah menentukan keuntungan yang paling optimal dengan menentukan pengaturan produksi per periode waktu tertentu. Penjadwalan produksi dilakukan secara konvensional dengan uji coba berkali-kali, membuat berbagai skenario produksi dan menentukan skenario yang paling menguntungkan berdasarkan nilai uang sekarang. Secara mudah adalah semakin cepat kita menghasilkan untung maka nilai uang akan semakin baik, maka penjadwalan produksi akan mengarah bagaimana cara mendapatkan bahan galian secepat mungkin. Suatu penjadwalan produksi tambang menyatakan ton batubara, kadar, dan pemindahan material total yang akan dihasilkan oleh tambang tersebut dalam periode waktu (tahun atau bulan). Sasarannya adalah menghasilkan suatu jadwal untuk mencapai beberapa sasaran/kriteria ekonomi seperti memaksimumkan *Net Present Value* (NPV) atau *Rate of Return* (ROR). Kriteria lain misalnya menghasilkan sejumlah material dengan biaya semurah mungkin dan lain-

lain. Data masukan dasar penjadwalan produksi adalah volume dari tahap-tahap penambangan, yaitu tabulasi ton dan kadar per jenjang dari material yang akan ditambang untuk tiap tahapan. Fokus dalam perencanaan jangka panjang adalah menyusun jadwal produksi dan menentukan kebutuhan peralatan untuk mengoperasikan jadwal tersebut. Selama proses penjadwalan, evaluasi beberapa alternatif sering dilakukan (Arif dan Adisoma, 2002 : 1).

Asumsi awal yang diperlukan untuk mengembangkan suatu jadwal :

- a. Tingkat produksi bijih atau batubara untuk tiap periode waktu
 - Dapat ditentukan dengan studi perbandingan tingkat produksi
 - Tingkat produksi dapat berubah atau meningkat dengan waktu
 - b. *Stripping Ratio* untuk tiap periode waktu, beberapa jadwal sering dibuat untuk mengevaluasi strategi *Stripping Ratio* yang berbeda.
 - c. Dua butir di atas hingga tingkat tertentu akan mempengaruhi jadwal pengupasan tanah/material penutup (Arif dan Adisoma, 2002 : 1-2)
- menghasilkan gambar atau peta-peta rencana penambangan dibuat untuk setiap periode waktu. Peta-peta ini menunjukkan dari bagian mana di dalam tambang datangnya tanah penutup dan batubara untuk tahun tersebut. Rencana penambangan tahunan ini sudah cukup rinci, di dalamnya sudah termasuk pula jalan angkut dan ruang kerja alat, sedemikian rupa sehingga merupakan bentuk yang dapat ditambang.

2.10. Efisiensi Kerja

Menurut Sedarmayanti (2001), pengertian efisiensi kerja adalah perbandingan terbaik antara suatu pekerjaan yang dilakukan dengan hasil yang dicapai oleh pekerjaan tersebut sesuai dengan yang ditargetkan baik dalam hal mutu maupun hasilnya yang meliputi pemakaian waktu yang optimal dan kualitas cara kerja yang maksimal.

Perbandingan dilihat dari :

a. Segi hasil

Suatu pekerjaan disebut lebih efisien bila dengan usaha memberikan hasil yang maksimal mengenai pekerjaan tersebut.

b. Segi usaha

Suatu pekerjaan dapat dikatakan efisien bila suatu hasil tertentu tercapai dengan usaha minimal. Usaha tersebut terdiri dari lima unsur yaitu : pikiran, tenaga, waktu, ruang, dan benda (termasuk biaya).

Menurut Sinungan (2005), menyatakan bahwa efisiensi kerja adalah perbandingan yang paling harmonis antara pekerjaan yang dilakukan dengan hasil yang diperoleh ditinjau dari segi waktu yang digunakan, dana yang dikeluarkan, serta tempat yang dipakai. Secara umum efisiensi kerja adalah perbandingan terbaik antara suatu usaha dengan hasil yang tercapai. Efisiensi kerja adalah perbandingan terbaik antara suatu pekerjaan yang dilakukan dengan hasil yang dicapai oleh pekerjaan itu

sesuai dengan yang di targetkan baik dalam hal kualitas maupun kuantitas.

Efisiensi kerja merupakan salah satu elemen produksi yang harus di perhitungkan di dalam upaya mendapatkan harga produksi alat per satuan waktu yang akurat. Sebagian besar nilai efisiensi kerja diarahkan terhadap operator, yaitu orang yang menjalankan atau mengoperasikan unit alat.

Dengan memperhitungkan hambatan-hambatan tersebut, maka jam kerja efektif dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Efisiensi Kerja} = \frac{\text{Waktu Kerja Efektif}}{\text{Waktu Produktif}} \times 100 \%$$

Dengan mengetahui hambatan-hambatan yang dapat dihindari maupun hambatan yang tidak dapat dihindari, maka didapat waktu kerja efektif.

Efisiensi kerja sangat berpengaruh terhadap tercapainya suatu produksi. Tinggi rendahnya efisiensi kerja sangat tergantung pada faktor motivasi dan disiplin kerja operator, sedangkan produktifitas kerja sangat tergantung kepada keadaan tempat kerja, keadaan material yang digali dan dimuat serta pengalaman operator itu sendiri.

Walaupun demikian, apabila ternyata efisiensi kerjanya rendah belum tentu penyebabnya adalah ketidak disiplin dari operator yang bersangkutan. Mungkin ada penyebab lain yang tidak dapat dihindari, antara lain

cuaca, kerusakan mendadak, kabut dan lain-lain. Tingkat kinerja tersebut sangat dipengaruhi oleh kondisi alat, perawatan alat, kondisi medan kerja dan keahlian operator. Tabel berikut ini mungkin dapat dipakai sebagai acuan untuk membatasi porsi pekerjaan operasional dan mekanik.

Mungkin setiap perusahaan memberikan definisi yang berbeda tentang pengertian waktu tertunda, terhenti dan sebagainya; namun table tersebut dapatlah kiranya disesuaikan dengan kondisi di lapangan masing- masing.

Tingkat kinerja tersebut sangat dipengaruhi oleh kondisi alat, perawatan alat, kondisi medan kerja dan keahlian operator. Tabel berikut ini mungkin dapat dipakai sebagai acuan untuk membatasi porsi pekerjaan operasional dan mekanik. Mungkin setiap perusahaan memberikan definisi yang berbeda tentang pengertian waktu tertunda, terhenti dan sebagainya; namun tabel tersebut dapatlah kiranya disesuaikan dengan kondisi di lapangan masing - masing.

Tabel 2.1 Parameter Pengukur Efisiensi Kerja

Terjadwal (<i>Scheduled</i>)			
Tersedia (<i>Avaiable</i>)		Perawatan (<i>Maintenance</i>)	
Operasi Berlangsung (<i>Operation</i>)		Perbaikan Mendadak (<i>UM</i>)	Perawatan Terjadwal (<i>SM</i>)
Kerja (<i>Working</i>)	Tertunda (<i>Delayed</i>)		

Kerja Lancar	<i>Safety Talk</i>	Diminta <i>standby</i>	Tunggu Suku Cadang	Waktu Perbaikan
	<i>Refuelling</i>	Tidak ada operator	Waktu Perbaikan	Tunggu Suku cadang
	P2H	Makan dan Istirahat		
	<i>Sliperry</i>	Hujan lebat, kabut, dll		
		Sholat Jumat		

2.11 Produktivitas Alat

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

Di samping itu, dengan bertambahnya jam operasi alat akan mengurangi kemampuannya yang pada akhirnya akan menurunkan kinerja alat, sehingga biaya operasi dan perawatan akan meningkat. Untuk mengetahui kemampuan suatu alat sudah menurun perlu dilakukan pengontrolan secara kontinu terhadap kapabilitasnya yang diestimasi melalui perhitungan produksi alat tersebut.

Secara umum perhitungan untuk memperkirakan produksi alat-alat mekanis/berat dapat dirumuskan sebagai berikut :

a. Produktivitas Alat Gali-muat

$$P_m = \frac{KB \times FF \times SF \times (E \times 3600)}{C_{tm}}$$

Keterangan :

P_m = Produktivitas Alat Gali-muat (BCM/jam)

KB = Kapasitas *Bucket* (m^3)

FF = Faktor Pengisian (%)

SF = Faktor Pengembangan (%)

E = Efisiensi Kerja (%)

C_{Tm} = Waktu Edar Alat Gali-muat (detik)

b. Produktivitas Alat Angkut

$$P_a = \frac{n \times KB \times FF \times SF \times (E \times 3600)}{C_{ta}}$$

Keterangan :

P_a = Produktivitas Alat Angkut (BCM/jam)

N = Jumlah Pengisian

KB = Kapasitas *Bucket* (m^3)

FF = Faktor Pengisian (%)

SF = Faktor Pengembangan (%)

E = Efisiensi Kerja (%)

c. Waktu Edar Alat

Operasional menggunakan *excavator* sebagai alat gali-muat dan truk sebagai alat angkutnya. Untuk mencapai suatu sistem kerja yang efisien

dan mencapai tingkat produksi yang optimal dengan biaya yang ekonomis maka perhitungan waktu edar alat gali-muat dan waktu muat dari alat angkut ini mutlak untuk diketahui.

a) Waktu Edar Alat Gali Muat

Waktu yang dibutuhkan oleh alat gali-muat (*excavator*) untuk melakukan penggalian dan memuat material yang digali tersebut kedalam alat angkut sampai muatan truk tersebut penuh sesuai dengan kapasitasnya. Waktu muat ini terdiri dari beberapa waktu edar gali-muat, dimana elemen dari waktu edar gali-muat tersebut antara lain:

- Waktu menggali material yaitu waktu *bucket* diposisikan menggali material sampai *bucket* dalam keadaan penuh. Waktu ini sangat ditentukan oleh jenis material dan jenis penggalian (penggalian langsung atau penggalian tidak langsung).
- Waktu memutar (*swing*) saat bermuatan yaitu waktu yang dihitung sejak *bucket* penuh dan siap memutar ke arah *dump body* truk sampai posisi *bucket* siap menumpahkan. Lamanya waktu ini ditentukan oleh posisi truk, bila posisi truk yang dimuati jauh maka waktu memutar ini akan lebih lama.
- Waktu menumpahkan material kedalam truk yaitu waktu yang dimulai dari *bucket* siap menumpahkan material kedalam truk sampai *bucket* selesai menutup dan siap kembali memutar untuk menggali.

- Waktu memutar (*swing*) saat muatan kosong Waktu memutar *bucket* dalam keadaan kosong dimulai dari selesai proses menumpahkan material sampai *bucket* siap menggali material lagi.

Waktu diatas akan diulang berulang kali sampai muatan truk penuh.

Jumlah dari semua elemen waktu diatas sampai truk bermuatan penuh merupakan waktu muat (*Loading time*) bagi alat gali-muat tersebut.

Perhitungan waktu edar dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$C_{tm} = D_t + SE + D + SL$$

Keterangan:

C_{tm} : waktu edar / *cycle time* (detik)

D_t : *dumping time* (detik)

SE : *swing empty time* (detik)

D : *digging time* (detik)

SL : *swing load time* (detik)

b) Waktu Edar Alat Angkut

Waktu edar truk (*cycle time*) adalah waktu yang digunakan truk menyelesaikan satu siklus pengangkutan yang terdiri dari memuat material oleh alat gali-muat dan mengangkutnya ke lokasi pembuangan, membuang material tersebut, serta kembali ke alat gali muat untuk dimuati kembali.

Adapun elemen dari waktu edar ini adalah :

- Waktu *loading* truk yaitu waktu ini dihitung mulai dari truk selesai manuver mundur dan siap di isi sampai truk penuh dan mulai berangkat untuk mengangkut material ke lokasi pembuangan. Waktu muat ini akan dapat lebih efisien bila alat gali-muatnya berukuran seimbang dengan kapasitas truk, kondisi *loading point* yang baik dan luas, keahlian operator alat gali-muat yang bagus dan jenis material yang digali tidak keras.
- Waktu angkut bermuatan ke *dump area* yaitu waktu yang dimulai sejak truk meninggalkan lokasi pemuatan menuju ke lokasi pembuangan sampai truk siap untuk *manuver* (pada posisi siap mundur di lokasi pembuangan). Lama waktu ini sangat berpengaruh pada kondisi jalan sehingga kecepatan truk dapat optimal dan jauh dekatnya lokasi.
- Waktu *manuver* di *dump area* yaitu waktu yang diperlukan truk untuk memposisikan posisinya di disposal yang dihitung dari mulai mundurnya truk sampai truk berhenti dan siap membuang muatan.
- Waktu membuang material yaitu waktu yang digunakan untuk membuang muatan truk yang dimulai dari saat truk berhenti manuver dan siap mengangkat *dump body* sampai truk siap hendak bergerak maju setelah muatan selesai dibuang.

- Waktu angkut kosong yaitu waktu truk kembali ke lokasi alat gali-muat untuk di isi lagi muatannya. Adapun perhitungan lama waktunya sama seperti waktu angkut truk saat bermuatan.
- Waktu manuver di *loading point* merupakan perhitungan waktu yang sama seperti waktu manuver truk di *dump area*.
- Waktu Antrian yaitu waktu truk pada saat menunggu antrian untuk melakukan pemuatan. Waktu ini juga tergantung pada jenis alat pemuat, posisi alat pemuat dan kemampuan alat pengangkut untuk berputar.

Perhitungan waktu edar dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$Cta = Lt + Tl + Md + Dt + Te + Ml + T$$

Keterangan:

Cta : waktu edar / *cycle time* (menit)

Lt : *loading time* (menit)

Tl : *travel Load* (menit)

Md : *manuver on disposal* (detik)

Dt : *dumping time* (detik)

Te : *travel empty* (menit)

Ml : *manuver on loading point* (detik)

T : (menit)

2.12 Availability

Faktor yang sangat penting dalam melakukan penjadwalan suatu alat ialah Faktor *Availability* dari setiap unit alat. Dengan mempertimbangkan “*availability factor*” maka bisa bijaksana untuk menjadwalkan alat. Mesin yang lebih tua, yang memerlukan waktu perbaikan lebih lama, harus di jadwalkan lebih sedikit dalam pekerjaan. Secara umum cara untuk menghitung *Equipment Availability*, yaitu :

a) *Physical availability* akan menunjukkan catatan (sejarah) alat.

Dan menunjukkan apa yang sudah dilakukan selama waktu-waktu yang lampau. *Physical availability* merupakan *factor availability* yang penting untuk menyatakan unjuk kerja *mechanical* alat dan juga sebagai petunjuk terhadap efisiensi mesin dalam program penjadwalan.

Nilai *physical availability* biasanya lebih besar daripada nilai *mechanical availability*, tetapi nilai keduanya bisa sama, apabila *stand by hours* = 0. Jika nilai *physical availability* mendekati nilai *mechanical availability*, berarti efisiensi operasi meningkat.

Baik *mechanical availability* maupun *physical availability*, keduanya tidak menunjukkan waktu yang sebenarnya dari alat yang siap pakai (*available*) dan benar-benar dipakai (*actual used*). Untuk mengetahui berapa persen dari waktu yang sebenarnya alat tersebut bekerja, digunakan *factor use of availability*.

$$\text{Physical availability} = \frac{W+S}{W+R+S} \times 100\%$$

b). *Used of Availability* (UA)

Menunjukkan berapa persen waktu yang dipergunakan oleh suatu alat untuk beroperasi pada saat alat tersebut dapat di pergunakan (*Avaibility*).

$$\text{Used of Availability} = \frac{W}{W+R} \times 100\%$$

Dari *used of availability* dapat diketahui:

- Apakah suatu pekerjaan (*operation*) berjalan dengan efisien atau tidak.
- Apakah pengelolaan alat (*tools of management*) berjalan dengan baik atau tidak.

c). *Effective Utilization* (EU)

Menunjukkan berapa persen dari seluruh waktu kerja yang tersedia dapat dipergunakan untuk kerja efektif. *Efective Utilization* sebenarnya sama dengan pengertian efisiensi kerja.

$$\text{Effective utilization} = \frac{W}{W+R+S} \times 100\%$$

Effective utilization sangat mirip dengan *used of availability* dan berbeda hanya dalam hubungan *hours worked* dengan *total hours* dibandingkan dengan *available hours*.

Contoh perhitungan *availability* alat dapat dilihat pada tabel 2.3 dibawah ini :

Tabel 2.2 *Equipmet Utilization and Availability*

Tujuan	<i>Physical Availability</i>	<i>Used of Availability</i>	<i>Effective Availability</i>
	Total ketersediaan operasi termasuk waktu yang hilang karena berbagai alasan	Manajemen alat untuk menggunakan alat yang efektif	Persentase total untuk penggunaan jam kerja dengan total jam
Persamaan W : Working Hours R : Repair Hours S : Stand by hours T : Total hours	$\frac{W+S}{W+R+S} \times 100\%$	$\frac{W}{W+R} \times 100\%$	$\frac{W}{W+R+S} \times 100\%$
Contoh : W = 300 R = 100 S = 200 T = 600	$\frac{300 + 200}{600} \times 100\%$ $= 83 \%$	$\frac{300}{300 + 200} \times 100\%$ $= 60\%$	$\frac{300}{600} \times 100\%$ $= 50 \%$

2.13 Penentuan Alat Mekanis

a. Faktor Keselarasan Kerja (*Match Factor*)

Untuk mendapatkan hubungan kerja yang serasi antara alat gali – muat dan alat angkut, maka produksi alat gali – muat harus sesuai dengan produksi alat angkut. Faktor keserasian alat gali – muat dan alat angkut yang dinyatakan dengan *match factor*. Faktor keselarasan kerja ini didasarkan pada konsep *rule of thumb* antara alat gali muat dengan alat angkut yaitu jumlah *passing* optimal yang dibutuhkan *bucket* alat gali muat untuk memenuhi vessel alat angkut (Hartman dan Howard L. 1992). Dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Produksi alat gali muat} = \text{Produksi alat angkut}$$

Sehingga perbandingan antara alat angkut dan alat gali muat mempunyai nilai sama dengan satu.

$$1 = \frac{\text{produksi alat angkut}}{\text{produksi alat gali - muat}}$$

$$1 = \frac{\frac{3600}{C_{ta}} \times n \times C_b \times F_f \times S_f \times MA \times EU \times Na}{\frac{3600}{C_{tm}} \times C_b \times F_f \times S_f \times MA \times EU \times Nm}$$

$$1 = \frac{n \times C_{tm} \times Na}{C_{ta} \times Nm}$$

C_{tm} merupakan waktu yang dibutuhkan oleh alat gali muat untuk mengisi penuh satu unit alat angkut (C_{tm}). Sehingga persamaannya menjadi:

$$MF = \frac{C_{tm} \times Na}{C_{ta} \times Nm}$$

Sedangkan untuk *dump truck* dengan kapasitas yang berbeda persamaannya menjadi:

$$MF = \frac{[C_{ta2} \times (C_{tm1}) \times Na1] + [C_{ta1} \times (C_{tm2}) \times Na2]}{C_{ta} \times Nm}$$

Keterangan:

MF = Faktor keselarasan (*match factor*)

Na = Jumlah *dump truck* dalam kondisi bekerja (unit)

Nm = Jumlah alat gali muat *excavator* dalam kondisi bekerja (unit)

n = Banyaknya pengisian tiap satu alat angkut

C_{ta} = Waktu edar alat angkut (detik)

C_{tm} = Waktu edar alat gali muat (detik)

CT_m = Lamanya waktu pemuatan ke alat angkut, yaitu jumlah pemuatan dikalikan dengan waktu edar alat gali muat ($n C_{tm}$)

Faktor yang perlu diperhatikan dalam menghitung keserasian antara alat gali dan alat angkut adalah jumlah alat gali muat dan alat angkut yang dipakai, waktu edar dari alat gali muat, jumlah pemuatan alat gali muat ke dalam alat angkut, serta waktu edar dari alat angkut. Sejumlah alat angkut yang bekerja melayani sejumlah alat muat dapat dikatakan serasi apabila produksi alat muat sama dengan produksi alat angkut. Bila hasil perhitungan dari *Match Factor* diperoleh :

- $MF < 1$, 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.

2.14. Taksiran Faktor Koreksi Produksi

2.14.1 Kondisi Jalan Tambang

Salah satu sasaran yang penting dalam kelangsungan operasi penambangan terutama dalam pergerakan alat-alat mekanis berupa alat muat, alat angkut dan alat gali adalah kondisi

jalan tambang yang digunakan. Jalan tambang yang dimaksud disini adalah jalan angkut yang menghubungkan antara lokasi penggalian dengan lokasi penimbunan. Melihat dari fungsi jalan tambang sebagai jalan angkut utama, maka kondisi jalan tambang perlu diperhatikan untuk kelancaran kegiatan pengangkutan.

a. Lebar Jalan Angkut

Lebar jalan harus diperhitungkan dengan cermat. Perhitungan lebar jalan lurus dan belok (tikungan) berbeda, karena pada posisi membelok kendaraan membutuhkan ruang gerak lebih lebar akibat jejak ban depan dan belakang yang ditinggalkan di atas jalan melebar. Disamping itu, perhitungan lebar jalan juga harus memperhatikan jumlah lajur, yaitu lajur tunggal atau lajur ganda.

b. Lebar Jalan Angkut Pada Jalan Lurus

Lebar minimum lajur ganda atau lebih, menurut *Aasho Manual Rural High Way Design*, harus ditambah dengan setengah lebar alat angkut pada bagian kiri dan kanan jalan. Cara sederhana menentukan lebar jalan yaitu menggunakan *rule of thumb*. Seandainya lebar kendaraan dan jumlah lajur yang direncanakan

masing-masing adalah W_t dan n , maka lebar jalan angkut pada jalan lurus dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$L = n.W_t + (n+1) (1/2.W_t) \text{ atau } L = L_{\min} \times W_t$$

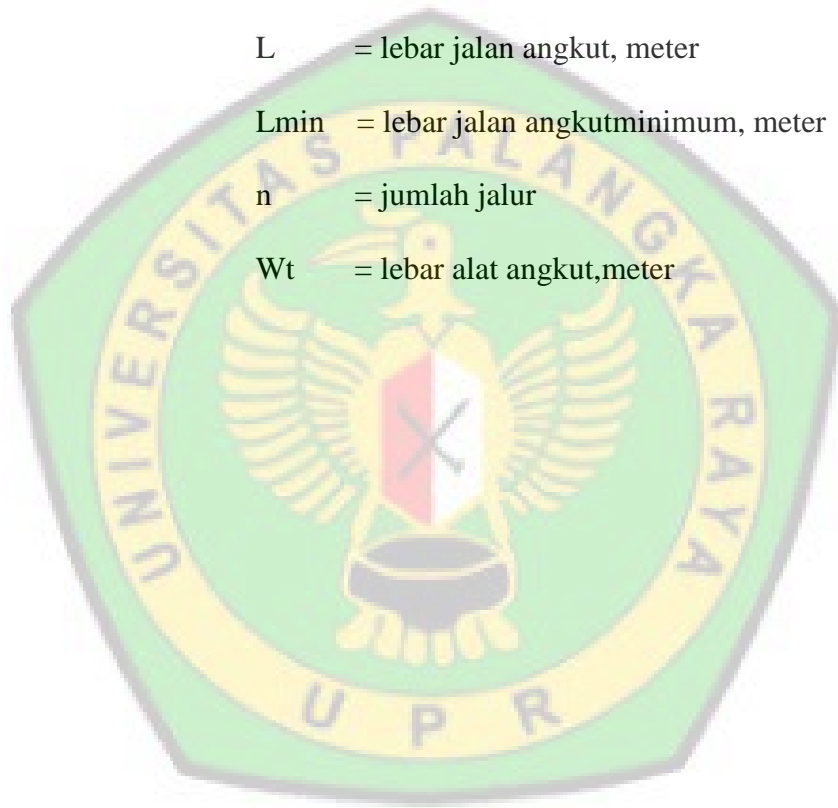
Keterangan :

L = lebar jalan angkut, meter

L_{\min} = lebar jalan angkut minimum, meter

n = jumlah jalur

W_t = lebar alat angkut, meter





Cara sederhana menentukan lebar jalan yaitu menggunakan *rule of thumb*. Seandainya lebar kendaraan dan jumlah lajur yang direncanakan masing-masing adalah W_t dan n , maka lebar jalan angkut pada jalan lurus dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$L = n.W_t + (n+1) (1/2.W_t) \text{ atau } L = L_{\min} \times W_t$$

Dimana:

L = lebar jalan angkut, meter

L_{\min} = lebar jalan angkut minimum, meter

n = jumlah lajur

W_t = lebar alat angkut, meter



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Gambaran Umum Daerah Penelitian

Secara administratif daerah penelitian terletak di Desa Paring Lahung, Kecamatan Montallat, Kabupaten Barito Utara, Propinsi Kalimantan Tengah. Wilayah tersebut secara geografis berada pada koordinat seperti Tabel 3.1. dibawah ini :

Tabel 3.1. Koordinat Geografis Batas IUP CV. BK Seluas 3.930 Ha

No	Garis Bujur			Garis Lintang		
	0	,	''	0	,	''
1	114	45	30.65	01	08	02.87
2	114	45	30.65	01	09	28.19
3	114	41	57.10	01	09	28.19
4	114	41	57.10	01	09	23.09
5	114	39	29.98	01	09	23.09
6	114	39	29.98	01	09	28.19
7	114	38	30.74	01	09	28.19
8	114	38	30.74	01	09	17.32
9	114	38	06.85	01	09	17.32
10	114	38	06.85	01	09	06.88
11	114	37	45.79	01	09	06.88
12	114	37	45.79	01	08	53.31
13	114	37	21.77	01	08	53.31
14	114	37	21.77	01	08	39.44
15	114	36	55.72	01	08	39.44
16	114	36	55.72	01	08	26.93
17	114	36	34.41	01	08	26.93
18	114	36	34.41	01	08	15.42
19	114	36	14.45	01	08	15.42
20	114	36	14.45	01	08	06.97
21	114	35	55.50	01	08	06.97
22	114	35	55.50	01	08	02.87

Sumber : SK IUP CV. Bunda Kandung,2010

3.1.1. Lokasi Kesampaian Daerah

Untuk mencapai lokasi penelitian dapat ditempuh dengan 2 alternatif yaitu :

- Dari Palangka Raya menuju Muara Teweh dapat ditempuh dengan menggunakan kendaraan roda empat (mobil) dengan waktu tempuh ± 8 jam perjalanan, selanjutnya dari Muara Teweh menuju ke lokasi penelitian yaitu CV. Bunda Kandung Desa Paring Lahung Kecamatan Montallat dengan jarak tempuh ± 120 km dengan waktu tempuh sekitar 2 jam perjalanan dengan menggunakan kendaraan roda empat (mobil).
- Dari Palangka Raya menuju Desa Buhut dapat ditempuh dengan menggunakan kendaraan roda empat (mobil) maupun kendaraan roda empat (mobil) dengan waktu tempuh ± 7 jam perjalanan, selanjutnya dari Desa Buhut menuju ke lokasi penelitian yaitu CV. Bunda Kandung Desa Paring Lahung Kecamatan Montallat yang melalui jalan hauling yang beroperasi selama 24 jam sehingga waktu tempuh perjalanan menuju desa lokasi penelitian tersebut memakan waktu ± 3 jam perjalanan dengan jarak tempuh hanya sejauh 50 km.

3.2. Kondisi Geologi

3.2.1 Fisiografi Regional

Wilayah Fisiografi pada daerah penelitian merupakan dataran rendah yang membentang luas, rupa dari dataran ini sebagian tertutup endapan gambut pada wilayah berhutan lebat dan daratan. Daerah yang mengalami patahan ini memiliki ketinggian dataran yaitu 100 meter diatas permukaan laut yaitu merupakan dataran perbukitan Serta perairan sungai yang cukup luas pada daerah penelitian.

3.2.2 Stratigrafi Regional

Berdasarkan kerangka tektonik regional Kalimantan, daerah Provinsi Kalimantan Tengah termasuk dalam cekungan Barito yang terletak disisi tenggara lempeng mikro Sunda. Bagian Utara dipisahkan dengan cekungan Kutai oleh “*Paternoster Fault System*” dan “*Barito – Kutai Crose Heigh*”. Sebelah Timur dipisahkan dengan Cekungan Asam-Asam dan Cekungan Pasir oleh Pegunungan Meratus. Disebelah Selatan merupakan batas tidak tegas dengan Cekungan Jawa Timur dan disebelah Barat oleh tinggian Sunda.

Pembagian Stratigrafi Cekungan Barito dari tua ke muda adalah sebagai berikut :

- 1) Batuan Dasar Pra-Tersier, terdiri dari batuan metasedimen dan batuan beku.

- 2) Formasi Tanjung, bagian bawah didominasi oleh batupasir dan konglomerat dengan interkalasi batubara, bagian tengah selang-seling batupasir, batulanau dan batulempung serta bagian atas terdiri dari batulempung gampingan dengan interkalasi batugamping dan batubara.
- 3) Formasi Montalat, terdiri dari batu pasir kwarsa, agak padat, sisipan batulempung dan batubara.
- 4) Formasi Berai, bagian bawah terdiri dari selang-seling batugamping dengan napal, bagian tengah-tengah berupa bagian batugamping masif berupa kerangka dari suatu terumbu dan pada bagian bawah terdiri dari selang-seling batugamping dengan batulempung dan batubara.
- 5) Formasi Warukin, bagian bawah selang-seling antara batupasir dengan batulempung dan interkalasi gamping, bagian tengah selang-seling batupasir, batulempung dan batubara.
- 6) Formasi Dahor, terdiri dari batupasir, batulanau dengan interkalasi batulempeng dan batubara serta fragmen batuan yang lebih tua.

Menurut Supriatna S. dkk. (1995) dan Sutrisno dkk (1994) stratigrafi batuan berumur Tersier Cekungan Barito bagian Utara secara berurutan dari tua ke muda adalah sebagai berikut.

Formasi Tanjung merupakan batuan Tersier paling tua dan sebagai formasi pembawa batubara. Struktur Geologi Daerah penelitian. Secara umum perlapisan batuan di Kab. Barito Selatan dan Barito Utara membentuk perlipatan yang berarah Barat daya-Timur laut sampai Selatan Utara. Di beberapa tempat perlipatan-perlipatan tersebut mengalami penunjaman dan pencuatan, bahkan ada yang tergeserkan akibat pengaruh sesar.

3.2.3 Kondisi Geologi Daerah Penelitian

a. Morfologi daerah Penelitian

Topografi dan morfologi daerah Kabupaten Barito Utara terdiri dari sebelah Selatan ke Timur merupakan dataran agak rendah sedangkan ke arah Utara dengan bentuk daerah lipatan, patahan yang dijajari oleh pegunungan *Muller/Schwaner*. Bagian wilayah dengan kelerengan 0-2% terletak dibagian selatan tepi sungai Barito yaitu kecamatan Montallat dan Teweh Tengah seluas 165 km² (29,2%). Bagian wilayah dengan kemiringan 2-15% tersebar di semua kecamatan seluas 4.785 km² (21,5%). Kemiringan 15-40% tersebar di semua kecamatan seluas 4.275 km² (51,5%) dan bagian wilayah dengan kemiringan di atas 40% seluas 2.075 km² (25%).

b. Litologi daerah Penelitian

Pada daerah penelitian lithologi batuan yang ada pada lokasi didominasi oleh batupasir dan konglomerat dengan interkalasi batubara, bagian tengah selang-seling batupasir, batulanau dan batulempung serta bagian atas terdiri dari batulempung gampingan dengan interkalasi batugamping dan batubara.

c. Struktur Geologi Regional

Struktur geologi yang di jumpai di daerah ini berupa sesar, perlipatan dan kelurusan yang secara umum berarah baratdaya-timurlaut dan baratlaut-tenggara. Sesar terdiri dari sesar normal, sesar geser dan sesar naik yang melibatkan batuan sedimen yang berumur Tersier dan pra-Tersier. Kelurusan-kelurusan ini diduga merupakan jejak/petunjuk sesar dan kekar yang berarah sejajar dengan struktur umum. Lipatan-lipatan berupa sinklin dan antiklin seperti halnya sesar dan kelurusan, juga berarah sejajar dengan struktur regional, timurlaut-baratdaya. Mengingat litologi di daerah ini didominasi oleh batuan yang berumur tersier, diduga kehadiran sesar, kelurusan dan lipatan berhubungan erat dengan kegiatan tektonik yang terjadi pada zaman itu (Tersier).

3.3 Metode Penelitian

Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode Kuantitatif Deskriptif, yaitu dengan melakukan perhitungan dengan penyusunan rumus-rumus pada *microsoft excel* terhadap data yang digunakan dan menjabarkan data-data tersebut dengan menggunakan pemodelan

3.4. Tata Laksana Penelitian

3.4.1 Langkah Kerja

Bagian pertama yang dilakukan penulis adalah melakukan pengambilan data yang di perlukan dalam penyusunan penelitian ini berupa data. Data – data tersebut di dapatkan dari areal tambang CV. Bunda Kandung. Adapun beberapa data yang di kumpulkan adalah:

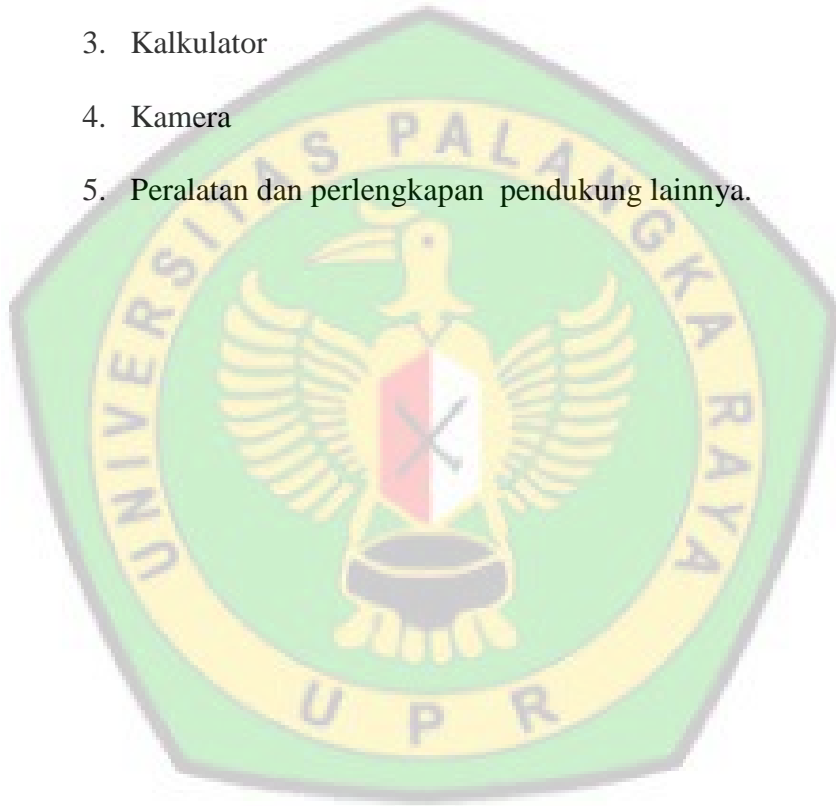
1. Data Pemetaan Geologi
2. Data pemetaan topografi
3. Data pengeboran
4. Ketersediaan alat yang digunakan
5. Data UA dan MA.
6. Rekomendasi Geotek
7. Data Curah Hujan

Dari lima data tersebut kemudian penulis melakukan permodelan menggunakan bantuan beberapa perangkat lunak untuk mempermudah proses pengerjaan.

3.4.2 Alat dan Bahan Penelitian

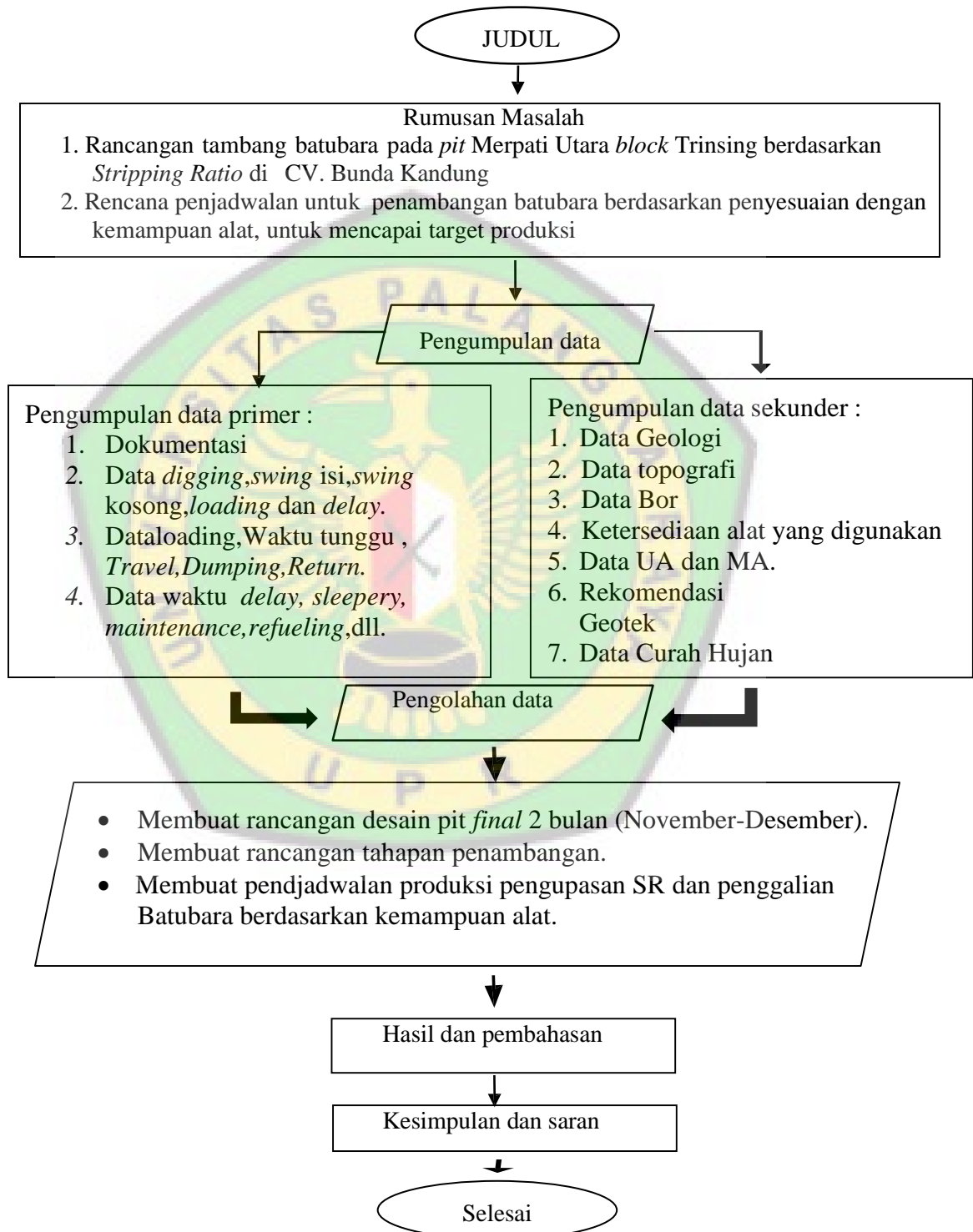
Peralatan yang digunakan dalam kegiatan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Alat tulis
2. Laptop
3. Kalkulator
4. Kamera
5. Peralatan dan perlengkapan pendukung lainnya.



3.5 Bagan Alir

DIARAM ALIR PENELITIAN



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang didapat dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Dalam perancangan tambang berdasarkan *striping ratio* pada CV. Bunda Kandung dengan area *pit potensial* terdapat pada pit Merpati Utara dengan lapisan batubara pada *seam J* serta perancangan batas akhir penambangan (*pit limit*) menggunakan *software minescape 5.7* dengan mengikuti parameter geometri rancangan lereng pada departemen *engineering CV. Bunda Kandung higwall* dan *sidewall* sebesar 60° dan *lowwall* sebesar 35° didapat rencana luas bukaan atas selama satu tahun sebesar 18,93 Ha dari *elevasi* paling atas, 70 mdpl sampai ke elevasi paling bawah 20 mdpl total volume batubara yang dihitung menggunakan metode triangulasi dan didapat volume batubara sebesar 1.077.513 Ton dan total volume tanah penutup 5.008.603 BCM dengan rencana *striping ratio* 4,6 dengan arah penambang pada lubang bukaan tambang dari timur ke barat. Sementara Rencana Jumlah cadangan *Pit Merpati Utara* yang akan ditambang pada bulan November dari perhitungan *software minescape 5.7* dengan luasan wilayah 3,04 Ha didapatkan jumlah cadangan Batubara sebesar 38329,69 Ton dengan tanah penutup (*Overburden*) sebesar 401611,35 BCM dengan *Stripping Ratio* sebesar 10,47 dengan arah penambangan dari utara ke selatan.

Dan pada bulan kedua atau Desember Rencana dengan perhitungan *software minescape 5.7* dengan luasan wilayah Ha didapatkan jumlah cadangan sebesar 25499 Ton dengan tanah penutup (*Overburden*) sebesar 226222 BCM dengan *Stripping Ratio* sebesar 8,8 dengan arah penambangan dari utara ke selatan.

2. Adapun rincian target produksi perbulan di CV. Bunda Kandung adalah sesuai dengan kemampuan dan jumlah alat yang ada ialah:

- Untuk bulan November sesuai dengan kemampuan alat dan waktu kerja dijadwalkan target produksi sebesar 196511,00 BCM tanah penutup dan 38844,0 Ton batubara.
- Untuk bulan Desember sesuai dengan kemampuan alat dan waktu kerja dijadwalkan target produksi sebesar 195078,00 BCM tanah penutup dan 40811,40 ton batubara.

Akumulasi dari target produksi sesuai dengan Penjadwalan selama dua bulan di bulan November sampai dengan Desember yang direncanakan dengan menggunakan dua *fleet* sebesar 391589,00 BCM overburden dan 79655,40 Ton Batubara. Setiap rencana rancangan dan penjadwalan yang dibuat diasumsikan mencapai target produksi karena rancangan disesuaikan dengan kemampuan alat .

5.2 SARAN

Adapun saran yang didapat diberi selama penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Penulis berharap untuk setiap perencanaan dan perancangan pit dari *team engineer* yang sudah dibuat agar dilaksanakan untuk mencapai target produksi dan adanya koordinasi yang baik antar perancang desain dengan pengawas lapangan sehingga kinerja dan produksi dapat dilakukan dengan baik.
2. *Maintenance* alat harus lebih diperhatikan sehingga tidak menghambat target produksi yang sudah direncanakan jika memungkinkan penulis menyarankan untuk pengadaan alat agar target produksi yang sudah dibuat tercapai secara maksimal.
3. Perlu dilakukan *monitoring* kestabilan lereng agar faktor keamanan dapat di pertahankan dan sesuai dengan desain yang sudah dirancang dengan aman dan ekonomis bagi perusahaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief., I dan Adisoma, G , 2002. "*Buku Ajar Perencanaan Tambang*", Departemen Teknik Pertambangan. Bandung: ITB.
- Arif, Irwandy (2014) "*Batubara Indonesia*", Jakarta: Kompas Gramedia.
- Bargawa, Sulistyana Waterman (2018) "*Perencanaan Tambang Edisi Kedelapan*", Yogyakarta: Kilau Buku.
- Keputusan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 1827 KJ30/Mem/2018 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik.
- Nur, Arifin, Zainal, (2012), "*Pembuatan Model Penjadwalan Penambangan Batubara Berdasarkan Desain Pit Pada Desa Tanpa Kecamatan Paku Kabupaten Barito Timur Provinsi Kalimantan Tengah*", Skripsi, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Palangka Raya, Palangkaraya.
- Prodjosumarto, Partanto, (2004), "*Diktat Perencanaan Tambang Terbuka*", Universitas Islam Bandung, Bandung.
- S. Supriatna, Sukardi, Rustandi. 1995, Peta Geologi Lembar Barito Utara, Kalimantan Skala 1 : 250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- Saragih, Rizky. 2018. Analisis Rancangan Teknis Penambangan Dan Mine Scheduling Untuk Mencapai Target Coal Getting Pada Pt. Triaryani Kabupaten Tabalong Provinsi Kalimantan Selatan. Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Palangkaraya. Palangkaraya.
- Studi Kelayakan CV. Bunda Kandung (20017), Kalimantan Tengah.
- Sutrisno dkk (1994) stratigrafi batuan berumur Tersier Cekungan Barito bagian Utara ,Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Syafriansyah, Achmad ,(2017) "*Perencanaan dan Penjadwalan Tambang (Mine Scheduling) di PT .Sumber Rejeki Ekonomi Desa Lemo Kecamatan Teweuh Tengah Kabupaten Barito Utara Provinsi Kalimantan Tengah*", Skripsi, Universitas Palangkaraya, Palangkaraya.
- Tebay Denny (2011), "*Rancangan Teknis Penambangan Batubara Blok Siambul PT. Riau Bara Harum Desa Kelesa, kabupaten Indragiri Hulu Provinsi Riau*" UPN "Veteran" Yogyakarta, Yogyakarta.
- Zainassolihin, Ahmad, Aldi, (2015), "*Penjadwalan Tambang (Mine Scheduling) Untuk Mencapai Target Produksi Batubara 25.000 Ton/Bulan Di PT. Milagro Indonesia Mining Desa Bukit Merdeka Kecamatan Samboja Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur*", Skripsi, Universitas Islam Bandung, Bandung.