

**EVALUASI KINERJA *SHOVEL* KOMATSU PC3000E-6 PADA  
KEGIATAN PENGUPASAN *OVERBURDEN* DI PIT 2  
TAMBANG BANKO BARAT PT. BUKIT ASAM, Tbk.  
PROVINSI SUMATERA SELATAN**

**SKRIPSI**



**OLEH :**

**DESTRYNA NATALIA SIHOMBING**  
**DBD 115 001**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN/ PRODI TEKNIK PERTAMBANGAN  
2020**

**EVALUASI KINERJA *SHOVEL* KOMATSU PC3000E-6 PADA  
KEGIATAN PENGUPASAN *OVERBURDEN* DI PIT 2  
TAMBANG BANKO BARAT PT. BUKIT ASAM, Tbk.  
PROVINSI SUMATERA SELATAN**

**SKRIPSI**

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



**OLEH :**

**DESTRYNA NATALIA SIHOMBING**

**DBD 115 001**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN/ PRODI TEKNIK PERTAMBANGAN  
2020**

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : DESTRYNA NATALIA SIHOMBING

NIM : DBD 115 001

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, 17 Februari 2020

Penulis,



**DESTRYNA NATALIA SIHOMBING**  
**NIM. DBD 115 001**

## HALAMAN PENGESAHAN

### SKRIPSI

#### EVALUASI KINERJA *SHOVEL* KOMATSU PC3000E-6 PADA KEGIATAN PENGUPASAN *OVERBURDEN* DI PIT 2 TAMBANG BANKO BARAT PT. BUKIT ASAM, TBK PROVINSI SUMATERA SELATAN

Oleh :

**DESTRYNA NATALIA SIHOMBING**  
**DBD 115 001**

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada tanggal Senin, 17 Februari 2020  
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

#### Tim Dosen Penguji :

1. **HEPRYANDIL D. DJ. USUP, S.T., M.T**  
NIP. 19810211 200604 1 001

KETUA

2. **NENY SUKMAWATIE, S.Hut., M.P**  
NIP. 19760614 200801 2 020

SEKRETARIS

3. **FAHRUL INDRAJAYA, S.T., M.T**  
NIP. 19791215 200812 1 001

ANGGOTA

4. **LISA VIRGIYANTI, S.T., M.T**  
NIP. 19770904 200801 2 011

ANGGOTA

5. **NOVERIADY, S.T., M.T**  
NIP. 19861125 201903 1 007

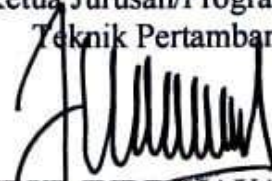
ANGGOTA

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik



**IR. WALUYO NUSWANTORO, M.T**  
NIP. 19651119 199302 1 001

Menyetujui,  
Ketua Jurusan/Program Studi  
Teknik Pertambangan



**FAHRUL INDRAJAYA S.T., M.T**  
NIP. 19791215 200812 1 001

## HALAMAN PERSEMBAHAN

In nomine Patris et Filii et Spiritus Sancti. Amen

### Special Thanks To :

Allah Bapa Tri Tunggal Maha Kudus

Atas Anugerah-Nya yang selalu menyertai, memberkati serta menjadi tempat terbaik untuk mencurahkan setiap bahagia dan keluh kesah yang saya hadapi.

Keluarga ku :

Ayahku tercinta, Nius Sihombing atas setiap rasa sabar, pengertian, dan pemecah masalah terbaik sepanjang hidupku. Ibuku tersayang, Romma Rosalina Situmorang atas banyak pengajaran, kasih sayang, serta pemberi semangat yang tidak ada habisnya. Saudaraku terkasih, Marulitua Ighnatius, Niyel Marius, Nugraha Agustinus dan Mutiara Yohanna untuk kehadiran kalian dalam banyak cerita yang tidak tergantikan dengan apapun.

Teman - Teman ku :

Mar'atus, Permata, Aprilya, Naomi, Sri Dian, Riana, Artha, Elis Malinda, Tiara, Regita, Efa, Goldson, Xandro, Marito, Josua, Joel, Anju, Agung, Jenrinaldo, Pantun, Sam, David, Martin, Johan, Joko, Syalom, Yosafat, Handrian, Sahrul. Terkhusus untuk I Made Bhismahayana Adnyana, terimakasih banyak atas pengertian dan pengorbananmu untuk menjadi seorang sahabat yang tetap setia.

Vibung :

Dini Hartina Nainggolan, Adesefina Alauria, Elistia Tri Falupi, Yohannes Boy Saputra, Andreyan Aditya. Meneduhkan di kala gelisah, dekat dikala susah, mengobati dikala sakit, dan mesra dikala bahagia. Terimakasih atas waktu, tenaga, material yang kalian luangkan untuk mengukir kisah bersama di bangku perkuliahan.

Terspesial untuk Andrew Claudeo Fernando Simamora, terimakasih telah menemani, mendukung dan memberi semangat serta menjadi partner disegala situasi.

PT. Bukit Asam, Tbk :

Bapak El Rizal Salman, yang tetap menjadi rendah hati untuk mengajari saya dan memperhatikan saya selama Kerja Praktik dan Tugas Akhir. Abang Rico Wanardijaya yang dengan sabar mendengar dan memberi petunjuk kepada saya selama di lapangan maupun selama penyusunan skripsi ini.

Diriku sendiri, terimakasih untuk tetap bertahan dan bangkit sampai sejauh ini. Terimakasih untuk tidak menyerah dan memilih menghadapi tanpa menghindar. Tetaplah semangat dan bahagia karena masih banyak hal luar biasa yang akan menanti di masa yang akan datang.

Untuk semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu-persatu yang telah membantu, memberikan dukungan dan masukan bahkan yang terlibat dalam pengerjaan Skripsi ini.

*Bahagia itu tidak dicari, tapi diciptakan - dms*

## SARI

Penelitian ini didasari oleh ketidaktercapaian target produksi *overburden* yang sudah ditetapkan pada bulan tersebut. Tidak tercapainya target produksi tersebut disebabkan oleh produktivitas peralatan tambang utama yaitu *shovel* komatsu PC3000E-6. Penelitian dilakukan pada Pit 2 Tambang Banko Barat PT. Bukit Asam, Tbk, Desa Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan.

Penelitian dilakukan dengan menerapkan metode penelitian statistik deskriptif pada pengolahan data. Untuk metode analisis data yang digunakan adalah metode kuantitatif dan metode kualitatif. Adapun metode analisis data yang dilakukan penulis dalam penelitian ini yaitu untuk menghitung produktivitas alat gali muat serta menghitung aktual parameter-parameter produksi seperti *Mechanical Availability* (MA), *Physical Availability* (PA), *Utilization Availability* (UA), dan *Effective Utilization* (EU) dengan standar baik = 83 %, normal sedang = 75 %, kurang baik = 67 % dan buruk = 58 %. Hasil perhitungan *factor availability* akan di evaluasi dengan standar alat. Sedangkan penelitian deskriptif digunakan untuk menggambarkan dan menginterpretasi kondisi aktual lapangan di Pit 2 Banko Barat.

Standar maksimal tekanan tanah untuk *bucket* dari *shovel* adalah 200 Mpa. SE-3001 didominasi oleh material lunak dengan tekanan tanah  $\pm 1-50$  Mpa. SE-3002 didominasi oleh material dengan kekerasan medium dengan tekanan tanah  $\pm 50-100$ . SE-3003 didominasi oleh material keras dan sukar digali dengan tekanan tanah  $\pm 100-700$  Mpa, dengan bantuan peledakan. Nilai MA dan PA pada setiap *shovel* termasuk dalam kategori baik dengan persentase diatas 83 %. Sedangkan untuk EU dan UA pada setiap *shovel* termasuk dalam kategori buruk dengan persentase 58 % dan dibawah 58 %.

Nilai ketercapaian target produksi *overburden* sebesar 876.000 BCM, dengan realisasi produksi sebesar 669.187,42 BCM yaitu ketercapaian produksi *overburden* adalah 76,39 % dari rencana awal. Sehingga hasil deviasi produksi sebesar 206.812,58 BCM atau 23,61 %.

**Kata Kunci :** *Shovel*, *Factor Availability*, Produktivitas, *Overburden*

## ***ABSTRACT***

This research is based on the production unless overburden that have been set for the month. This production unless is not achieved due to the productivity of the main mining equipment namely shovel komatsu PC3000E-6. Research conducted at Pit 2 Banko Barat Mine, PT. Bukit Asam, Tbk Tanjung Enim Village, Lawang Kidul District, Muara Enim, South Sumatera Province.

This research was conducted by applying descriptive statistical reearch methods in data processing. For data analysis methods used are quantitative and qualitative methods. The data analysis method used in this research is to calculate the productivity of the digging tool and to calculate other parameter production like Mechanical Availability (MA), Physical Availability (PA), Utilization Availability (UA), and Effective Utilization (EU) with standar good = 83 %, medium normal = 75 %, not good = 67 %, and bad = 58 %. Factor Availability calculation result will be evaluated with the standard value. Descriptive research is used to describe conditions of the field in the Pit 2 Banko Barat.

Maximum standard ground pressure for bucket of shovel is 200 Mpa. SE-3001 is dominated by soft material with ground pressure  $\pm$  1-50 Mpa. SE-3002 is dominated by medium material with ground pressure  $\pm$  50-100 Mpa. SE-3003 is dominated by hard material with ground pressure  $\pm$  100-700 Mpa, with blasting. Value of MA and PA on each shovel are included in good categories with a percentage above 83 %. For value of EU and UA on each shovel are included in bad categories with percentage 58 % or above 58 %.

The value of the production target is 876.00 BCM, with the realization of production is 669.187,42 BCM, namely the production of overburden is 76 % of the plan. Resulting in a production deviation is 206.812,58 BCM or 23,61 %.

**Keywords** : *Shovel, Factor Availability, Productivity, Overburden*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan Berkat dan Anugerah-Nya sehingga laporan Skripsi ini dapat diselesaikan “**Evaluasi Kinerja Shovel Komatsu PC3000E-6 Pada Kegiatan Pengupasan Overburden Di Pit 2 Tambang Banko Barat PT. Bukit Asam, Tbk. Provinsi Sumatera Selatan.**” Skripsi ini dilaksanakan pada tanggal 08 April – 17 Mei 2019.

Laporan Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Skripsi di Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Palangka Raya. Penulis mengucapkan terimakasih atas semua fasilitas, bantuan, bimbingan dan saran yang telah penulis terima.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro M.T., Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya
2. Bapak Fahrul Indrajaya,S.T.,MT dan Yossa Yonathan Hutajulu, S.T.,M.T. selaku Ketua dan Sekretaris Jurusan/Prodi Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya
3. Ibu Lisa Virgiyanti, St., MT selaku Monev Skripsi di Jurusan/Prodi Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya
4. Bapak Hepryandi Luwik Djanas Usup,S.T.,M.T dan Ibu Neny Sukmawatie, S.Hut., M.P selaku Dosen Pembimbing Skripsi.
5. Bapak Fahrul Indrajaya, ST., MT, selaku Dosen Penguji I
6. Ibu Lisa Virgiyanty, ST., MT, selaku Dosen Penguji II

7. Bapak Noveriady, ST., MT, selaku Dosen Penguji III
8. Untuk semua Dosen yang telah memberikan ilmunya dan semua Staff dan karyawan Jurusan Teknik Pertambangan.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan. Untuk itu penulis menerima kritik dan saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak demi perbaikan di masa yang akan datang. Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih.

Palangka Raya, Februari 2020

**DESTRYNA N SIHOMBING**

DBD 115 001

## DAFTAR ISI

	Hal
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iv
<b>SARI</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiv
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	3
1.3.1 Maksud Penelitian.....	3
1.3.2 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penulisan.....	4
<b>BAB II KAJIAN PUSTAKA</b>	
2.1 Penelitian Terdahulu .....	5
2.2 Kegiatan Penambangan .....	6
2.2.1 Pembersihan Lahan ( <i>Land Clearing</i> ).....	7
2.2.2 Pengupasan Tanah Pucuk ( <i>Top Soil</i> ).....	8
2.2.3 Pengupasan Overburden.....	10
2.2.4 Pemuatan ( <i>Loading</i> ) dan Pengangkutan ( <i>Hauling</i> ).....	13
2.2.5 <i>Dumping</i> .....	17
2.3 Alat Gali Muat.....	19
2.3.1 <i>Shovel</i> .....	19
2.3.2 <i>Excavator</i> .....	22
2.4 Alat Penunjang Tambang .....	23
2.4.1 <i>Bulldozer</i> .....	23
2.4.2 <i>Grader</i> .....	24
2.4.3 <i>Compactor</i> .....	25
2.5 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produksi .....	27
2.5.1 Lokasi Kerja .....	27
2.5.2 Waktu Edar Alat Gali Muat .....	28
2.5.3 Peralatan .....	30
2.5.4 Efisiensi Kerja .....	30
2.5.5 Cuaca .....	33
2.5.6 Keadaan Jalan Angkut .....	34

2.6	Produksi Alat Mekanis .....	35
2.7	Produktivitas Alat Gali Muat .....	35
2.8	Waktu Edar ( <i>Cycle Time</i> ).....	36
2.9	Faktor Pengisian ( <i>Fill Factor</i> ).....	37
2.10	Faktor Pengembangan ( <i>Swell Factor</i> ).....	38
2.11	Effisiensi Kerja.....	40
2.12	Faktor <i>Availability</i> .....	40
2.13	Alur Penambangan Elektrifikasi .....	42

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1	Gambaran Umum Wilayah Penelitian.....	43
3.1.1	Profil Perusahaan .....	43
3.1.2	Lokasi dan Kesampaian Daerah.....	44
3.1.3	Iklim dan Curah Hujan.....	46
3.2	Kondisi Geologi Stratigrafi .....	48
3.2.1	Fisiologi.....	48
3.2.2	Stratigrafi.....	49
3.2.3	Morfologi Daerah Penelitian.....	51
3.3	Alat dan Bahan .....	52
3.4	Tata Laksana .....	52
3.4.1	Langkah Kerja.....	52
3.4.2	Metode Penelitian.....	54
3.4.2.1	Metode Pengambilan Data.....	54
3.4.2.2	Metode Pengolahan Data.....	55
3.5	Tempat dan Waktu Penelitian .....	57
3.5.1	Tempat Penelitian.....	57
3.5.2	Waktu Penelitian .....	58
3.6	Diagram Alir Penelitian .....	59

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1	Hasil Penelitian .....	60
4.1.1	Kondisi Aktual Lapangan .....	60
4.1.1.1	Kondisi Aktual Lapangan SE-3001 .....	60
4.1.1.2	Kondisi Aktual Lapangan SE-3002.....	62
4.1.1.3	Kondisi Aktual Lapangan SE-3003.....	62
4.1.2	Perhitungan Ketersediaan Alat dan Produktivitas.....	63
4.1.2.1	Perhitungan Ketersediaan Alat .....	63
4.1.2.1.1	<i>Mechanical Availability (MA)</i> .....	63
4.1.2.1.2	<i>Physical Availability (PA)</i> .....	65
4.1.2.1.3	<i>Effective Utilization (EU)</i> .....	66
4.1.2.1.4	<i>Use of Availability (UA)</i> .....	67
4.1.2.2	Produktivitas <i>Shovel</i> Komatsu PC3000E-6 .....	69
4.1.2.2.1	Produktivitas SE-3001 .....	69
4.1.2.2.2	Produktivitas SE-3002 .....	70
4.1.2.2.3	Produktivitas SE-3003 .....	70

4.1.2.2.4. Ketercapaian Terget Produksi dan Produksi Aktual <i>Overburden</i> .....	71
4.1.3 Evaluasi Kinerja <i>Shovel</i> Komatsu PC3000E-6 .....	73
4.1.3.1 Hasil Evaluasi <i>Availability</i> .....	73
4.1.3.2 Hasil Evaluasi Produktivitas .....	74
4.1.3.3 Faktor Penghambat Produksi .....	76
4.2 Pembahasan.....	79
4.2.1 Kondisi Aktual Lapangan .....	79
4.2.2 Ketersediaan Alat dan Produktivitas <i>Shovel</i> .....	81
4.2.2.1 Ketersediaan Alat.....	81
4.2.2.1.1. <i>Mechanical Availability</i> (MA).....	82
4.2.2.1.2. <i>Physical Availability</i> (PA) .....	84
4.2.2.1.3. <i>Effective Utilization</i> (EU) .....	85
4.2.2.1.4. <i>Use of Availability</i> (UA).....	87
4.2.2.2 Produktivitas Alat .....	88
4.2.2.3 Evaluasi Alat.....	89
4.2.2.4 Upaya Peningkatan Operasional Alat Gali Muat... 94	

## **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan.....	98
5.2 Saran.....	99

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
2.1. <i>Top loading</i> (a) dan <i>bottom loading</i> (b) .....	14
2.2. Pola pemuatan berdasarkan posisi pemuatan .....	16
2.3. Bagan alir ikhtisar sistem kerja pemindahan tanah .....	18
2.4. Pergerakan penggalian dari konfigurasi, (a) <i>backhoedan</i> (b) <i>power shovel</i> .....	20
2.5. <i>Shovel</i> Komatsu PC3000E-6 .....	21
2.6. <i>Bulldozer</i> .....	24
2.7. <i>Grader</i> .....	25
2.8. <i>Compactor</i> .....	26
2.9. Alur Proses Penambangan Sistem Elektrifikasi.....	42
3.1. Wilayah IUP PT. Bukit Asam, Tbk .....	45
3.2. Diagram Alir Penelitian .....	59
4.1. Kondisi Aktual Lapangan SE-3001 .....	61
4.2. Kondisi Aktual Lapangan SE-3002 .....	62
4.3. Kondisi Aktual Lapangan SE-3003 .....	62
4.4. Ketercapaian <i>Availability</i> .....	73
4.5. Ketercapaian Produksi Alat <i>Shovel</i> .....	74
4.6. Penyempitan Jalan.....	77
4.7. Kabut dan Debu.....	77
4.8. Material Lumpur .....	78

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
2.1. Klasifikasi Kuat Tekan Batuan .....	12
2.2. Spesifikasi <i>Shovel</i> Komatsu PC3000E-6 .....	21
2.3. Menentukan Effisiensi Kerja Secara Teoritis .....	32
2.4. Faktor <i>Density</i> Beberapa Material .....	39
3.1. Wilayah Kuasa Penambangan PT. Bukit Asam, Tbk .....	46
3.2. Data Curah Hujam Bulan April.....	47
3.3. Waktu Penelitian.....	58
4.1. Pencapaian Target Produksi <i>Overburden</i> .....	72
4.2. Hasil Evaluasi <i>Availability Factor</i> .....	73
4.3. Hasil Evaluasi Produksi <i>Shovel</i> .....	74
4.4. Parameter dan Hasil Kerja Alat <i>Shovel</i> .....	75
4.5. Standar Effisiensi Kerja .....	75
4.6. Faktor Penghambat Produksi .....	76
4.7. Cara Mengatasi Hambatan Produksi.....	78

## DAFTAR LAMPIRAN

- A. Jadwal Kerja PT. Bukit Asam, Tbk
- B. Jam Kerja Alat *Shovel*
- C. Waktu Edar ( *Cycle Time* ) Alat Gali Muat
- D. Faktor Efisiensi Alat-Alat Mekanis
- E. *Swell Factor* dan *Density Insitu*
- F. Perhitungan *Faktor Availability* ( MA, PA, UA, EU )
- G. Perhitungan Produktivitas Alat Gali Muat
- H. Peta Kesampaian Daerah
- I. Peta Geologi Regional

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Penambangan dengan metode tambang terbuka (*open pit*) selalu identik dengan pencapaian produktivitas. Dalam mencapai target produksi harus mempertimbangan aspek pemilihan alat utama maupun alat penunjang. Pemilihan alat yang tepat dan sesuai dengan medan kerja akan mempermudah dalam pencapaian target produksi.

PT Bukit Asam, Tbk pada penambangan di wilayah Banko Barat menerapkan sistem Penambangan Elektrifikasi yang dioperasikan oleh PT. Bukit Asam, Tbk, sejak bulan Desember 2016. Penambangan Elektrifikasi disebut juga dengan *penambangan swakelola* yaitu penambangan yang dikerjakan dan dikelola oleh perusahaan itu sendiri. Penambangan ini diterapkan pada PIT 2 dan PIT 3 Timur pada Penambangan Banko Barat.

Alat *Shovel* Komatsu PC3000-6 ini merupakan alat gali muat yang tidak digerakkan dengan bahan bakar melainkan melalui listrik. Listrik yang disalurkan ke alat gali muat berasal dari PLTU PT. Bukit Asam sendiri, yaitu PLTU Banko.

Pembelajaran tentang *Shovel* Komatsu PC3000E-6 ini memiliki potensi yang besar dalam kemajuan dunia tambang. Disisi lain *Shovel* Komatsu PC3000E-6 ini merupakan teknologi terbaru di dalam dunia pertambangan. Oleh sebab itu, penulis menjadikan alat gali muat ini menjadi topik Tugas Akhir dengan judul “ **Evaluasi Kinerja *Shovel* Komatsu PC3000E-6 Pada**

**Kegiatan Pengupasan *Overburden* di Pit 2 Tambang Banko Barat PT. Bukit Asam, Tbk Provinsi Sumatera Selatan**". Pemilihan judul ini didasari oleh ketidaktercapaian target produksi *overburden* yang sudah ditetapkan pada bulan sebelumnya. Tidak tercapainya target produksi tersebut disebabkan oleh produktivitas peralatan tambang utama yaitu alat *shovel* komatsu PC3000E-6 dalam mendukung proses penambangan. Produktivitas alat berat yang kurang maksimal dapat merugikan perusahaan. Untuk itu, penelitian ini ditujukan untuk mengidentifikasi kinerja alat *shovel* komatsu PC3000E-6 untuk menghindari ketidaktercapaian target produksi dan menjadi beban di bulan berikutnya.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas, adapun rumusan masalah yang penulis simpulkan, yaitu sebagai berikut :

1. Bagaimana kondisi aktual lapangan ?
2. Berapa nilai faktor *availability* dan berapa produktivitas dari *shovel* komatsu PC3000E-6 ?
3. Bagaimana hasil evaluasi kinerja *Shovel* Komatsu PC3000E-6 ?

### 1.3 Maksud dan Tujuan

#### 1.3.1. Maksud

Maksud dari penulisan Penelitian skripsi ini adalah untuk melakukan “ Evaluasi Kineja *Shovel* Komatsu 3000E-6 pada Kegiatan Pengupasan *Overburden* di PIT 2 Banko Barat PT. Bukit Asam, Tbk Provinsi Sumatera Selatan.”

#### 1.3.2. Tujuan

Tujuan dari penelitian skripsi ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui dan mendeskripsikan kondisi aktual di lapangan ;
2. Menghitung nilai faktor *availability* dan produktivitas dari alat *shovel* komatsu PC3000E-6 ;
3. Mengevaluasi kinerja *Shovel* Komatsu PC3000E-6.

### 1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan Penulisan Penelitian Skripsi ini dibatasi oleh, yaitu:

1. Penelitian ini dilakukan pada kegiatan pengupasan *overburden* pada bulan April 2019
2. Laporan ini hanya membahas mengenai alat gali muat *Shovel* Komatsu PC3000E-6.
3. Hanya membahas produktivitas pada alat gali muat *overburden*.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat Penulisan Laporan Penelitian Skripsi ini, yaitu:

1. Bagi Penulis

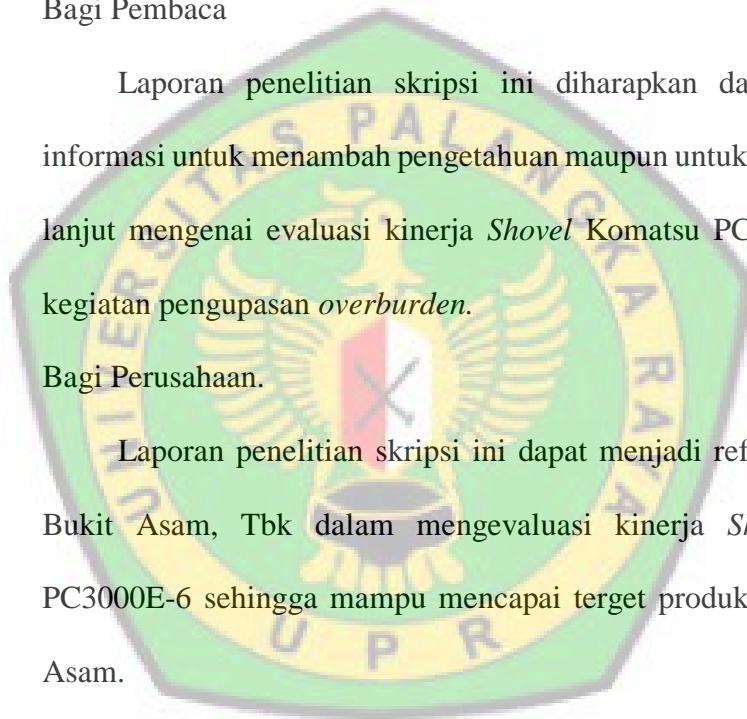
Penelitian skripsi ini mampu menjadi ilmu yang sangat bermanfaat bagi peneliti, karena peneliti semakin mengetahui sistem baru yang diterapkan oleh PT. Bukit Asam yaitu sistem elektrifikasi.

2. Bagi Pembaca

Laporan penelitian skripsi ini diharapkan dapat menambah informasi untuk menambah pengetahuan maupun untuk penelitian lebih lanjut mengenai evaluasi kinerja *Shovel* Komatsu PC 3000E-6 pada kegiatan pengupasan *overburden*.

3. Bagi Perusahaan.

Laporan penelitian skripsi ini dapat menjadi referensi bagi PT. Bukit Asam, Tbk dalam mengevaluasi kinerja *Shovel* Komatsu PC3000E-6 sehingga mampu mencapai terget produksi di PT. Bukit Asam.



## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Vertika, Fista Fitri (2016), menyatakan bahwa berdasarkan penelitian yang dilakukan disimpulkan bahwa faktor keserasian (*match factor*) aktual peralatan elektrifikasi pada bulan November 2016 yaitu 0,73 yang artinya terdapat waktu tunggu bagi alat gali muat. Pada tahun 2017 rencana jumlah peralatan yang di Pit 2 Tambang Banko digunakan 3 unit *excavator shovel* Komatsu PC 3000E-6 dengan 27 unit *dump truck Belaz 75135* untuk mencapai target produksi. Rencana biaya operasi peralatan elektrifikasi yang digunakan pada Tahun 2017 di Tambang Banko Barat adalah sebesar Rp327.626.000.000-, termasuk PPN 10%.

Septianto, Doni Resi (2017), menyatakan bahwa target produksi pada bulan Mei belum tercapai sehingga diperlukan beberapa upaya pengoptimalan alat yaitu dengan perbaikan waktu kerja efektif, memperkecil waktu edar alat angkut, perbaikan geometri jalan.

Utama, Satria Putra (2017), menyatakan bahwa dalam penelitiannya dapat disimpulkan bahwa untuk meningkatkan hasil produksi dapat dilakukan dengan cara melakukan perbaikan-perbaikan dari hambatan-hambatan yang terjadi selama proses produksi, geometri serta efisiensi kerja. Sehingga produksi dapat optimal dan lebih baik dari produksi sebelumnya. Upaya-upaya pengoptimalan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan target produksi dengan memperkecil waktu edar alat angkut dengan melakukan

perawatan jalan secara berkala dan pelebaran jalan angkut, terutama pada bagian-bagian jalan yang menghambat laju dari alat angkut sehingga mengganggu produksi dan mengurangi angka produktivitas alat angkut.

## 2.2 Kegiatan Penambangan

Pertambangan adalah sebagian atau seluruh tahapan kegiatan dalam rangka penelitian, pengelolaan, dan pengusahaan mineral atau batubara yang meliputi penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengolahan dan pemurnian, pengangkutan dan penjualan, serta kegiatan pascatambang sesuai dengan UU No. 4 Tahun 2009. Pertambangan batubara adalah pertambangan endapan karbon yang terdapat di dalam bumi, termasuk bitumen padat, gambut, dan batuan aspal. Penambangan adalah bagian kegiatan usaha pertambangan untuk memproduksi mineral dan/atau batubara dan mineral ikutannya.

Dalam kamus besar bahasa Indonesia, yang dimaksud dengan menambang adalah menggali (mengambil) barang tambang dari dalam tanah.

Menurut Sukandarrumidi (2008), Dalam kegiatan Pertambangan batubara terdapat dua cara penambangan batubara yaitu cara tambang dalam (*underground mining*) dan cara tambang terbuka (*surface mining*). Dalam tambang terbuka memiliki beberapa cara penambangan salah satunya (*open pit mining*).

Menurut Arif Irwandy (2002), tambang terbuka (*open pit mining*) adalah bukaan di permukaan bumi untuk endapan batubara atau bijih yang

terletak pada suatu daerah yang datar atau lembah dengan medan kerja digali ke arah bawah sehingga akan membentuk semacam cekungan atau *pit*.

Tahapan kegiatan penambangan meliputi :

1. Pembersihan lahan (*land clearing*)
2. Pengupasan *top soil*
3. Pengupasan *overburden*
4. Penggalian batubara
5. Pemuatan (*loading*) dan pengangkutan (*hauling*)
6. *Dumping*

#### **2.2.1 Pembersihan Lahan (*Land Clearing*)**

*Land Clearing* adalah proses pembersihan lahan yang dilakukan sebelum aktivitas penambangan dimulai. Pekerjaan ini meliputi penebangan dan pengumpulan pohon yang tumbuh pada permukaan daerah yang akan ditambang serta menyingkirkan bebatuan yang ada di lahan tersebut dengan tujuan untuk membersihkan daerah tambang tersebut dari tumbuh – tumbuhan dan bebatuan sehingga kegiatan penambangan dapat dilakukan dengan mudah tanpa harus terganggu karena adanya tumbuhan dan bebatuan yang ada di daerah penambangan. Kegiatan pembersihan ini biasanya dilakukan dengan menggunakan *Bulldozer*.

Proses pengerjaan *land clearing* meliputi (Tenrieajeng, 2003) :

a. *Underbrushing*

*Underbrushing* adalah sebuah kegiatan yang lebih menjerus kepada pembabatan pepohonan yang berdiameter maksimum 30 cm dengan tujuan untuk mempermudah pelaksanaan penumbangan pepohonan yang lebih besar.

b. *Felling / cutting*

Adalah kegiatan penumbangan pepohonan yang berdiameter lebih dari 30 cm. Dalam spesifikasi pekerjaan yang tersedia, biasanya disebutkan persyaratan – persyaratan tertentu, seperti misalnya pohon harus ditumbangkan berikut tunggul (bonggolnya) dengan mengupayakan kerusakan *top soil* sekecil mungkin, kayu-kayu yang produktif harus dipotong menjadi 2 atau 4 bagian yang kelak dapat dimanfaatkan bagi keperluan transmigran dan sebagainya.

c. *Pilling*

Kegiatan pengumpulan kayu-kayu yang kemudian dikumpulkan menjadi tumpukan-tumpukan kayu pada jarak tertentu.

### 2.2.2 Pengupasan Tanah Pucuk (*Top Soil*)

Pengupasan tanah pucuk merupakan kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup yaitu pemindahan suatu lapisan tanah atau batuan yang berada diatas cadangan bahan galian, agar bahan galian tersebut

menjadi tersingkap. Kegiatan ini harus dilakukan dengan sarana, prasana dan perencanaan yang baik agar tidak merusak kandungan humus yang berada di tanah tersebut untuk keperluan pasca tambang saat kegiatan penambangan telah selesai. Kegiatan ini merupakan langkah penting dalam kegiatan penambangan khususnya pada tambang terbuka karena harus membuka sangat banyak lahan serta lapisan tanah penutup.

Tanah pucuk (*top soil*) adalah bagian dari lapisan tanah yang letaknya paling atas dan kaya akan unsur hara dan humus. Tanah pucuk umumnya memiliki ketebalan  $\pm 0,5$  m. *Top soil* yang dikupas selanjutnya dipindahkan ke tempat penyimpanan sementara atau langsung dipindahkan ke timbunan, guna untuk keperluan reklamasi sehingga kondisi permukaan tanah bisa dilakukan penanaman kembali. Setelah dipindahkan ke timbunan maka *top soil* ini harus dirawat untuk mempertahankan fungsinya yaitu tempat untuk tumbuhnya tanaman dengan cara ditanami tumbuhan – tumbuhan kecil seperti rumput, dan kacang – kacangan.

Kegiatan pengupasan tanah pucuk ini dilakukan pada kondisi tanah awal yang asli (belum pernah digali) dengan bantuan alat-alat mekanis berupa *bulldozer*, *backhoe*, dan *truck*. Pengupasan *top soil* ini dilakukan sampai pada batas lapisan *sub soil*, yaitu pada kedalaman dimana telah sampai di lapisan batuan penutup. Tanah pucuk yang telah terkupas selanjutnya ditimbun dan dikumpulkan serta dirawat pada

lokasi tertentu yang dikenal dengan istilah *top soil bank*. Untuk selanjutnya tanah pucuk yang terkumpul di *top soil bank* yang pada saatnya nanti akan dipergunakan sebagai pelapis teratas pada lahan *disposal*. Penebaran kembali tanah pucuk dilakukan dengan ketebalan antara 20 – 30 cm diatas lahan yang telah di tata dan dirapikan agar bebas erosi.

### 2.2.3 Pengupasan *Overburden*

Pengupasan tanah penutup (*overburden*) merupakan kegiatan memindahkan lapisan tanah yang menutupi daripada bahan galian tambang yang ingin kita dapatkan, sehingga bahan galian dapat tersingkap dan dapat dilakukan penambangan bahan galian.

Tujuan pengupasan *overburden* adalah untuk membuang material atau tanah penutup di atas endapan bahan galian tambang sehingga hasil bahan galian tambang dapat diambil dengan bersih dan tidak tercampur tanah atau pengotor lainnya, mengurangi biaya pengolahan dan mempermudah kegiatan penambangan. Berikut pola teknis dari pengupasan *overburden*:

#### 1. *Back Filling Digging Method*

Definisi dari *back filling digging method* adalah memindahkan tanah penutup ke daerah yang sudah selesai dilakukan penambangan. Kegiatan ini dilakukan dengan bantuan alat berat seperti *excavator*, *backhoe*, dan *dump truck*. Cara ini cocok dilakukan untuk *overburden* yang bersifat:

- a. Tidak diselanggi oleh endapan batubara bercabang (hanya ada satu lapis).
- b. Material atau batuannya lunak.
- c. Letaknya mendatar (horizontal).

## 2. *Benching System*

Cara pengupasan lapisan tanah penutup dengan sistem jenjang (*benching*) ini yaitu pengupasan lapisan tanah penutup yang disertai pembuatan jenjang. Sistem ini cocok untuk :

- a. Tanah penutup yang tebal.
- b. Material cukup keras
- c. Bahan galian atau lapisan endapan yang juga tebal.

## 3. *Drag Scraper System*

Cara ini biasanya langsung diikuti dengan pengambilan bahan galian setelah tanah penutup dibuang, tetapi bisa juga tanah penutupnya dihabiskan terlebih dahulu, kemudian baru bahan galiannya ditambang. Sistem ini cocok untuk tanah penutup yang materialnya lunak dan lepas (*loose*).

Tenrianjeng (2003) mengelompokkan material yang akan digali berdasarkan kekerasannya. Pengelompokkan tersebut bertujuan untuk menyesuaikan alat mekanis dan metode yang akan digunakan untuk proses pengupasan material penutup dari bahan galian tambang yang akan diambil. Pengelompokkan tersebut yaitu sebagai berikut.

1. Lunak (*soft*) atau mudah digali (*easy digging*), misalnya: tanah atas atau *top soil*, pasir (*sand*), lempung pasir (sandy *clay*), dan pasir lempungan (*clayed sand*).
2. Agak keras (*medium hard digging*), misalnya: tanah liat atau lempung (*clay*) yang basah dan lengket dan batuan yang sudah lapuk (*weathered rock*).
3. Sukar digali atau keras (*hard digging*) misalnya: batu sabak (*slate*), material yang kompak (*compacted material*), batuan sedimen (*sedimentary rock*), konglomerat (*conglomerat*), dan breksi (*breccia*).
4. Sangat sukar digali atau sangat keras (*very hard digging*) atau batuan segar (*fresh rock*) yang memerlukan pemboran dan peledakan sebelum dapat digali, misalnya: batuan beku segar (*fresh igneous rock*) dan batuan malihan segar (*fresh metamorphic rock*).

Klasifikasi	Kuat Tekan (Mpa)
Sangat Keras	250-700
Keras	100-250
Keras Sedang	50-100
Lunak	25-50
Sangat Lunak	1-25

Tabel 2.1. Klasifikasi Kuat Tekan Batuan (Bieniaswski,1973)

#### 2.2.4 Pemuatan (*Loading*) dan Pengangkutan (*Hauling*)

Kegiatan pemuatan bertujuan untuk memindahkan material hasil dari pembongkaran kedalam alat angkut. pengangkutan di lakukan dengan sistem siklus, artinya truck yang telah dimuati langsung berangkat tanpa harus menunggu truck yang lain dan setelah membongkar muatan langsung kembali ke lokasi penambangan untuk diisi muatan kembali.

Menurut Partanto dalam Ensiklopedia Pertambangan Edisi 3 (2000), pemuatan adalah kegiatan untuk mengambil dan memuat material ke dalam alat angkut, atau ke suatu tempat penimbunan material (*stockyard*), ke dalam suatu penampungan atau pengatur aliran material (*hopper, bin, feeder*, dan sebagainya).

Proses pemuatan material hasil galian dilakukan oleh alat muat (*loading equipment*) seperti *powershovel, backhoe, dragline*, yang dimuatkan pada alat angkut (*hauling equipment*). Ukuran dan tipe dari alat muat yang dipakai harus sesuai dengan kondisi lapangan dan keadaan alat angkutnya (Indonesianto, 2005). Pola pemuatan pada operasi pengangkutan di tambang terbuka dikelompokkan berdasarkan keadaan yang ditunjukkan oleh alat gali muat dan alat angkut, yaitu :

1. Cara pemuatan material, cara pemuatan material oleh alat muat ke dalam alat angkut ditentukan oleh kedudukan alat muat terhadap

material dan alat angkut. Cara pemuatan material dibagi menjadi dua, yaitu :

a. *Top Loading*

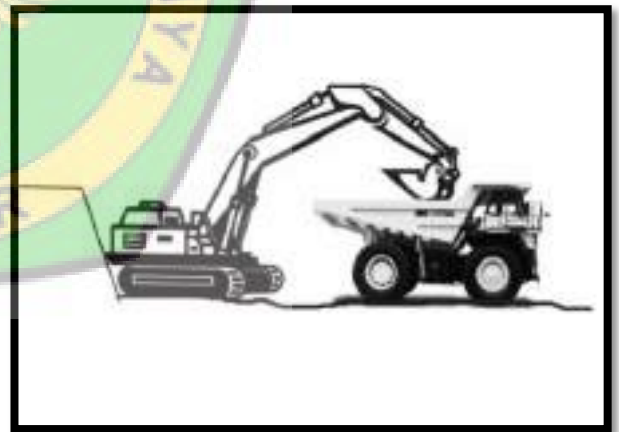
Kedudukan alat muat berada diatas tumpukkan material atau berada diatas jenjang. Cara ini hanya dipakai pada alat muat *backhoe*, selain daripada itu operator lebih leluasa untuk melihat bak dari alat angkut dan menempatkan material, seperti yang diilustrasikan pada Gambar 2.2 (a).

b. *Bottom Loading*

Kedudukan alat muat berada sejajar atau sama dengan alat angkut. Cara ini dipakai pada alat muat *Power Shovel* (Gambar 2.2 (b)).



(a)



(b)

Gambar 2.1 *Top loading* (a) dan *Bottom loading* (b)

## 2. Posisi pemuatan

Posisi pemuatan dari alat muat terhadap *front* penggalian dan posisi alat angkut terhadap alat muat. Dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu :

### a. *Frontal cuts*

*Back hoe* berhadapan dengan muka jenjang atau *front* penggalian. Pada pola ini *back hoe* memuat pertama pada *dump truck* sebelah kanan sampai penuh dan berangkat, setelah itu dilanjutkan pada *dump truck* sebelah kiri.

### b. *Drive by Cut*

*Back hoe* bergerak melintang dan sejajar dengan *front* penggalian. Pola ini ditetapkan jika lokasi pemuatan memiliki dua akses dan berdekatan dengan lokasi penimbunan.

### c. *Paralel cut*

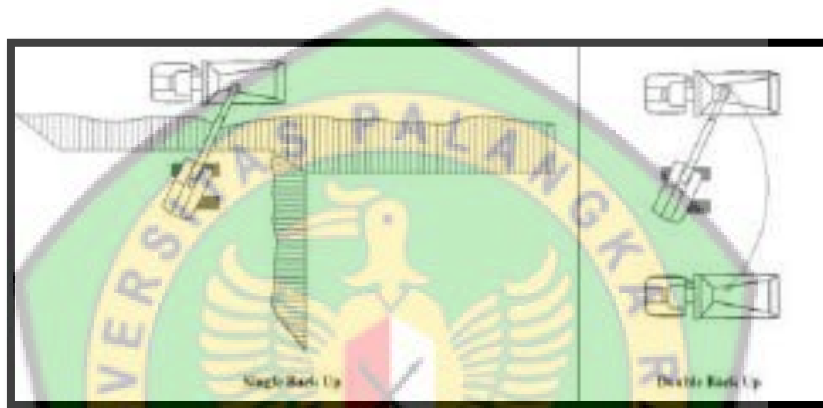
*Paralel cut* terdiri dari dua metode berdasarkan cara pemuatannya, yaitu:

#### 1. *Single Spotting* atau *Single Truk Back Up*

Truk kedua menunggu selagi alat muat memuat ke truk pertama, setelah truk pertama berangkat, truk kedua berputar dan mundur. Saat truk kedua dimuat, truk ketiga datang dan melakukan *manuver*, dan seterusnya.

## 2. *Double Spotting* atau *Double Truck Back Up*

Truk memutar dan mundur ke salah satu sisi alat muat selagi alat muat memuati truk pertama. Begitu truk pertama berangkat, alat muat mengisi truk kedua dimuati, truk ketiga datang dan langsung berputar dan mundur ke arah alat muat, demikian seterusnya.



Gambar 2.2. Pola pemuatan berdasarkan posisi pemuatan.

Adapun hal yang mempengaruhi produksi (*output*) alat muat (*loading equipment*) adalah:

1. Jenis/tipe dan kondisi alat muat, termasuk kapasitasnya
2. Jenis/macam material yang akan dikerjakan
3. Kapasitas dari alat angkut (*hauling equipment*)
4. Pola pemuatan yang digunakan
5. Pengalaman dan kemampuan operator

*Hauling* merupakan pekerjaan pengangkutan material hasil galian. Untuk material lapisan tanah penutup (*overburden*) diangkut ke *waste dump*, sedangkan untuk batubara diangkut menuju *stockpile*

dengan menggunakan alat angkut (*hauling equipment*) (Indonesianto, 2005). Pengangkutan dapat dilakukan dengan menggunakan *dump truck*, motor *scrapper* ataupun *wheel loader* serta *bulldozer* apabila jarak angkut kurang dari 100 meter (Tenriajeng, 2003).

Kegiatan *hauling* dilakukan dengan menggunakan pola tertentu. Pola tersebut menyesuaikan dengan kondisi lapangan serta alat mekanis yang digunakan dengan asumsi bahwa setiap alat angkut yang datang, mangkuk (*bucket*) alat gali muat sudah terisi penuh dan siap ditumpahkan. Produksi (*output*) dari pekerjaan pengangkutan ini dipengaruhi oleh:

1. Kondisi jalan angkut
2. Kemampuan operator alat angkut
3. Hal-hal lain yang berpengaruh terhadap kecepatan dari alat angkut (*hauling equipment*)

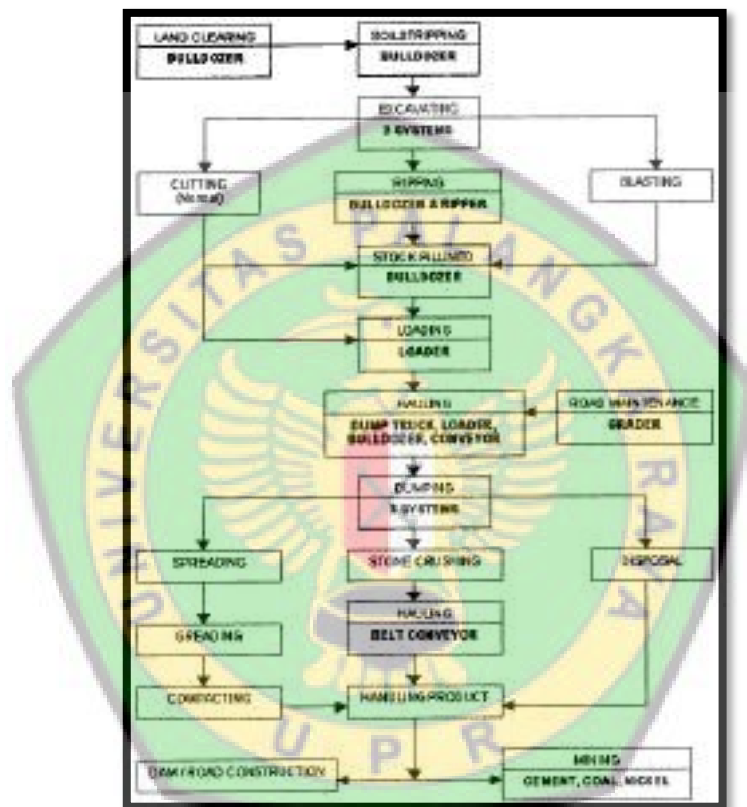
### 2.2.5 Dumping

Menurut Indonesianto (2005), *dumping* merupakan kegiatan penimbunan material yang dipengaruhi oleh kondisi tempat penimbunan, mudah atau tidaknya *manuver* alat angkut tersebut selama melakukan penimbunan.

Untuk material tanah penutup (*overburden*) ditimbun di lokasi penimbunan (*waste dump*), sedangkan untuk batubara ditimbun di *stockpile* (Indonesianto, 2005).

Pekerjaan penimbunan dipengaruhi oleh:

1. Cara melakukan penimbunan (*side dump, rear dump, atau bottom dump*).
2. Kondisi dari material yang akan ditumpahkan (*fragmentasi dan kelengketannya*).



Gambar 2.3. Bagan alir ikhtisar sistem kerja pemindahan tanah (Tenriajeng, 2003)

### 2.3. Alat Gali Muat

Dalam kegiatan pemindahan tanah mekanis terutama pada kegiatan penambangan terdapat beberapa jenis alat gali muat yang umum dipakai antara lain alat pemuatan (*shovel*), alat angkut (*dumptruck*), dan alat pendukung seperti *bulldozer*, *grader*, *compactor* dan *bucket wheel excavator*. Peralatan utama yang digunakan pada penambangan yang bertujuan untuk memindahkan tanah, dan mengambil bahan galian. Pada Pit 2 Tambang Banko Barat alat tambang utamanya adalah berupa *Shovel* sebagai alat gali muat. Kegiatan pengupasan *overburden* pada Pit 2 Tambang Banko Barat menggunakan alat gali muat *Shovel* Komatsu PC3000E-6.

#### 2.3.1 *Shovel*

PC3000E-6 adalah *hydraulic excavator* ukuran besar dengan kapasitas *bucket* 16 m<sup>3</sup>. Keunggulan utama dari PC3000E-6 yaitu menggunakan motor listrik pengganti mesin diesel sebagai penggerak utama unit, sehingga biaya operasional lebih efisien. Selain itu dengan pengalaman dan pengembangan teknologi berkelanjutan di bidang sumber daya manusia, desain, proses dan sistem produksi yang mumpuni dari Komatsu, membuat PC3000E-6 memenuhi standar mutu dan kualitas internasional sehingga membuat PC3000E-6 menjadi tonggak sejarah baru *electric excavator* di Indonesia.

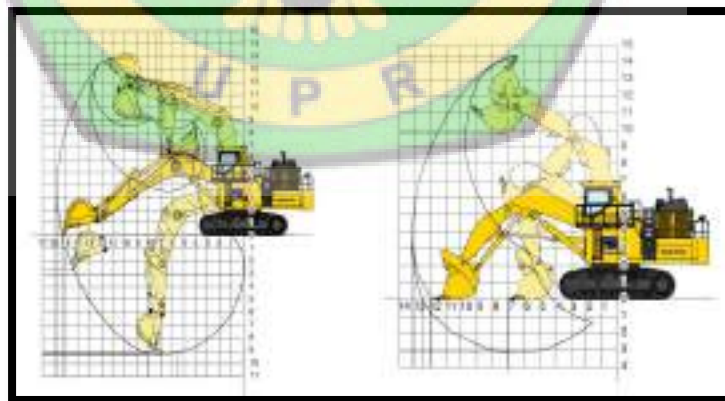
Berbeda dengan *hydraulic excavator* yang berbahan bakar solar, PC3000E-6 beroperasi menggunakan *electric* motor dari Siemens berkekuatan 900 kW dan 6000 volt yang telah teruji kualitasnya

sehingga mampu menggerakkan alat ini untuk pengerjaan yang berat sekalipun. Selain itu, alat ini juga dilengkapi dengan sistem hidrolik canggih yang mampu menghasilkan kerja hidrolik yang handal dan bertenaga.

Alat ini didesain dengan struktur lebih kuat yang dikembangkan dari pengalaman di lapangan serta analisa komponen yang cermat dan tepat sehingga penggunaannya lebih tahan lama. PC3000E-6 memiliki kabin yang memberikan kenyamanan penuh kepada penggunanya, lebih kedap suara, sistem kabin dengan sirkulasi udara yang baik, serta memiliki kaca depan yang lebih besar. Kursi operator dilengkapi dengan suspensi yang dapat diatur dan disesuaikan dengan kondisi operator, serta memiliki posisi lebih tinggi untuk memberikan pandangan lebih luas ke sekeliling area kerja.

( a )

( b )



Gambar 2.4. Pergerakan penggalian dari konfigurasi, (a) *backhoe* dan

(b) *power shovel*

Gambar 2.5 *Shovel* Komatsu PC3000E-6

<b>Shovel Spesification</b>				
		Machine Model	PC3000E-6	
		Serial Number	3001 and up	
		Bucket capacity	m3 16	
Operating Weight		kg	251.200	
Horsepower		kW	900	
PERFORMANCE	Swing Speed	RPM	4,6	
	Max. Travel speed	km/h (MPH)	2,4 (1,5)	
DIMENSIONS	ENGINE ( Electric Motor )		Siemens (6.6 kV)	
	Model		1LA452	
	No. of cylinders		mm	
	Piston displacement		ltr ( cu.in )	
	HYDRAULIC SYSTEM		3 × variabel	
	Hydraulic Pump		Piston	
	Max. Oil Flow		ltr.	2.730
	Max. Oil Pressure (implement )		kg/cm2	316
	TRACK SHOES			
	Width/ Ground Pressure		mm	800
	CAPACITY ( Refilled )			
	Fuel tank		ltr.(U.S.Gal)	
	Hydraulic oil tank			2900 (765)
	MACHINE SPEC			
	Boom		mm	6.000
Arm		mm	4.300	
Bucket		m3	16	

Tabel 2.2 Spesifikasi *Shovel* Komatsu PC-3000E-6

### 2.3.2 Excavator

*Excavator* pada umumnya dioperasikan dengan memanfaatkan tenaga hidrolik sehingga disebut juga *hydraulic excavator*. Penugasan dari *excavator* terbagi menjadi dua yakni *backhoe* dan *power shovel* (Peurifoy, R.L, 2006).

Konfigurasi *backhoe* utamanya digunakan untuk penggalian yang mengarah ke bawah dari permukaan tanah. Dengan kemampuan ini *backhoe* dapat melakukan penggalian paritan dan dasar *pit*. Dalam konfigurasi ini, *backhoe* memiliki ukuran *boom* lebih panjang, *cycle time* yang lebih pendek dikarenakan pergerakan *swing* lebih cepat, namun dengan ukuran kapasitas *bucket* kecil (Tenriajeng, A.T, 2003).

Dalam konfigurasi lainnya yaitu *power shovel* utamanya digunakan untuk penggalian material keras dengan mengarah ke atas dan pemuatan material pada alat angkut. Dalam konfigurasi ini, *power shovel* memiliki *boom* yang lebih pendek, *cycle time* lebih lama namun kapasitas *bucket* yang lebih besar (Tenriajeng, A.T, 2003). Pergerakan penggalian dari kedua konfigurasi *hydraulic excavator* hanya dibedakan dari arah menggalnya yaitu untuk *backhoe* mengarah ke bawah sedangkan untuk *power shovel* mengarah ke atas.

## 2.4. Alat Penunjang Tambang

Alat penunjang tambang disingkat APT adalah alat pelengkap atau alat pembantu dalam proses penambangan agar kegiatan penambangan dapat berjalan lancar. Pada Pit 2 Tambang Banko Barat alat penunjang tambang nya adalah *Bulldozer* sebagai alat gali, dorong, muat, angkut serta untuk perbaikan jalan, *Grader* sebagai alat pemerataan jalan, dan *Compactor* sebagai alat pemadat jalan. Peralatan– peralatan tersebut rata – rata digunakan untuk menjaga kualitas jalan pada front penambangan serta jalan tambang.

### 2.4.1. *Bulldozer*

*Bulldozer* merupakan salah satu alat berat yang mempunyai roda rantai dan mesin penggerak utama traktor yang dilengkapi dengan *blade* di depan dan *ripper* di belakang (Gambar 3.6). Alat ini digunakan pada pekerjaan serbaguna seperti menggali, mendorong, menggosur, meratakan, menarik beban, menimbun, dan lain-lain (Tenriajeng, A.T, 2003).

Dalam proyek pemindahan tanah, *bulldozer* umumnya digunakan pada pekerjaan sebagai berikut (Tenriajeng, A.T, 2003).

1. Pembersihan lahan (*land clearing*) dari kayu-kayu, pohon, maupun bebatuan.
2. Pembukaan jalan kerja (*pioneering*) di pebukitan maupun daerah bebatuan
3. Menarik *scraper*
4. Menghamparkan tanah isian/ tanah pucuk
5. Pemeliharaan jalan kerja

6. Menimbun kembali *trencher*
7. Merapikan bentuk timbunan
8. Melakukan penggaruan (untuk *dozer* dilengkapi *ripper*)



Gambar 2.6. *Bulldozer*

#### 2.4.2. *Grader*

*Grader* adalah alat yang biasa digunakan sebagai penunjang aktivitas penambangan yang dilengkapi dengan *blade*. Alat ini digunakan untuk pekerjaan pemeliharaan karena hasil galian tanah dari *blade*-nya yang sedikit sehingga cocok untuk pekerjaan pemerataan jalan (Tenriajeng, A.T, 2003). Alat ini termasuk dalam alat penunjang kegiatan penambangan. Dengan kerja dari alat ini maka akan mempengaruhi keadaan jalan angkut sehingga akan berpengaruh juga terhadap produktivitas dari alat angkut (Gambar 2.7).



Gambar 2.7. Grader

### 2.4.3 *Compactor*

*Compactor* digunakan untuk memadatkan tanah atau material sedemikian hingga tercapai tingkat kepadatan yang diinginkan (Tenriajeng, A.T, 2003). Jenis rodanya bisa terbuat dari besi seluruhnya atau ditambahkan pemberat berupa air atau pasir, bisa terbuat dari karet (berupa roda ban) dengan bentuk *sheep foot*, ada juga yang ditarik dengan alat-alat penarik seperti *bulldozer*, atau bisa menggunakan mesin penarik sendiri (Gambar 2.8). *Compactor* tergolong dalam alat penunjang kegiatan penambangan, biasanya alat ini bekerja berpasangan dengan *grader* dalam hal melakukan pembukaan ataupun kegiatan perawatan jalan. Pada dasarnya tipe dan jenis *compactor* adalah sebagai berikut.

1. *Smooth steel rollers* (penggilas besi dengan permukaan halus). Jenis ini dibedakan lagi menjadi beberapa macam, jika ditinjau dari cara

pengaturan rodanya, maka terdapat *three wheel rollers* dan *tandem rollers*

2. *Pneumatic tired rollers* (penggilas roda ban angin).
3. *Sheep foot type rollers*
4. *Vibratory plate compactor* (alat pemadat-getaran)
5. *Vibratory rollers* (penggilas getar)



Gambar 2.8. *Compactor*

## 2.5. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produksi Alat Pemindahan Tanah Mekanis

Dalam menentukan kemampuan produksi alat gali muat dan alat angkut yang digunakan dalam kegiatan penambangan perlu diperhatikan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap produksi alat-alat tersebut. Faktor-faktor tersebut adalah:

### 2.5.1 Lokasi Kerja

#### a. Ketinggian.

Efisiensi dan kinerja alat dipengaruhi juga oleh ketinggian, kinerja alat berkurang 3% setiap naik 1000 ft dari permukaan air laut. Hal itu disebabkan semakin berkurangnya jumlah oksigen di tempat yang lebih tinggi sehingga mesin tidak bekerja secara optimal. Hal ini tentunya akan menyebabkan menurunnya produktivitas alat.

#### b. Kemiringan Jalan

Keadaan jalan akan mempengaruhi daya angkut dan alat angkut yang dipakai. Bila jalan baik tentunya kapasitas angkut akan baik pula. Begitu pula dengan kondisi kemiringan jalan, kemiringan akan mempengaruhi waktu pengangkutan yang diperlukan untuk satu kali edar (*cycle time*). Kesalahan pada saat penentuan kemiringan jalan akan menambah ongkos pengangkutan karena material yang dipindahkan tidak sesuai dengan yang direncanakan.

### 2.5.2. Waktu Edar Alat Gali

Waktu edar atau *Cycle Time* adalah waktu yang digunakan oleh alat mekanis untuk melakukan satu siklus kegiatan. Setiap alat memiliki komponen waktu edar yang berlainan. Besar kecilnya waktu edar tergantung pada jumlah komponen yang ada dan waktu yang diperlukan oleh masing-masing komponen tersebut.

Waktu edar alat gali muat yaitu waktu yang dibutuhkan alat gali muat dalam melakukan pemuatan material ke dalam alat angkut dalam satu siklus yang terdiri dari waktu menggali, waktu mengayun isi, waktu menumpahkan material, dan waktu mengayun kosong (Subhan, 2014). Sedangkan waktu edar alat angkut yaitu waktu yang dibutuhkan alat angkut untuk proses pengangkutan material yang meliputi waktu pengisian, waktu perjalanan isi, waktu penumpahan, waktu perjalanan kosong, dan waktu manuver (Zailani, 2014).

Untuk mengetahui waktu edar alat gali muat dan alat angkut diperoleh dengan cara pengamatan di lapangan, yaitu :

#### 1. Waktu edar alat gali muat

Dalam *Specifications & Application Handbook Edition 31*

(2013), waktu edar alat gali muat diperoleh dari persamaan berikut:

$$CT \text{ Loading} = T_{\text{excavate}} + T_{\text{swing loaded}} + T_{\text{dumping}} + T_{\text{swing empty}}$$

Keterangan :

*CT Loading* = waktu edar alat gali muat (detik)

*Texcavate* = waktu menggali material (detik)

*Tswing loaded* = waktu putar dengan bucket terisi (detik)

*Tdumping* = waktu menumpahkan muatan (detik)

*Tswing empty* = waktu putar dengan bucket kosong (detik)

Sedangkan faktor-faktor yang mempengaruhi waktu edar alat mekanis antara lain :

- a. Berat alat, adalah berat muatan ditambah berat alat dalam keadaan tanpa muatan yang akan berpengaruh terhadap kelincahan gerak alat yang otomatis berpengaruh dalam kecepatan kerja alat.
- b. Kondisi tempat kerja, tempat kerja yang luas dan kering akan meningkatkan kelancaran dan keleluasaan gerak alat dan akan memperkecil waktu edar, sebaliknya jalan yang rusak akan menghambat kerja alat dan membuat waktu edar meningkat.
- c. Kondisi dan jarak jalan angkut, meliputi kemiringan dan lebar jalan angkut baik di jalan lurus maupun di tikungan sangat berpengaruh terhadap lalu lintas jalan angkut. Jarak jalan angkut juga mempengaruhi, karena semakin jauh jarak jalan maka waktu edar alat angkut akan semakin besar. Jadi jalan angkut harus dibuat secara efisien dalam jarak dan kemiringan untuk mengoptimalkan waktu edar.
- d. Keterampilan dan pengalaman operator, pengalaman kerja yang lama otomatis akan membuat operator terbiasa selain itu pelatihan untuk operator akan meningkatkan kinerja dan pengetahuannya akan alat kerjanya. Karena semakin baik kemampuan operator dan

semakin lincah operator mengoperasikan peralatan maka akan memperkecil waktu edar dari peralatan tersebut.

### **2.5.3 Peralatan**

Perencanaan pemilihan alat sangat penting agar alat dapat bekerja optimal sehingga produksi dapat tercapai. Peralatan harus selalu diperhatikan dan dirawat, karena jika terjadi kerusakan pada alat maka akan mempengaruhi produktivitas. Kemampuan alat merupakan faktor yang menunjukkan kondisi alat-alat mekanis yang digunakan dalam melakukan pekerjaan dengan memperhatikan kehilangan waktu selama waktu kerja dari alat yang tersedia. Kemampuan alat merupakan salah satu hal yang mempengaruhi produksi, karena hal tersebut berpengaruh dalam kinerja alat dan cocok atau tidaknya alat digunakan di lokasi tersebut. Karena suatu alat tidak bisa digunakan di semua tempat, selain alat yang akan digunakan juga disesuaikan dengan target produksi agar produksi yang di inginkan tercapai.

### **2.5.4 Effisiensi Kerja**

Effisiensi kerja adalah penilaian terhadap pelaksanaan suatu pekerjaan atau merupakan perbandingan antara waktu yang dipakai untuk bekerja dengan waktu yang tersedia (Ilahi,2004). Effisiensi kerja dipengaruhi oleh faktor efisiensi waktu, efisiensi alat, kinerja operator, dan ketersediaan alat (Tanriajeng, 2003). Sedangkan menurut Hartman (2002), terdapat 3 komponen waktu efisiensi kerja yaitu :

### 1. Waktu Kerja

Waktu kerja merupakan waktu yang digunakan alat untuk beroperasi, dimulai dari awal hingga akhir. Pada waktu kerja terdapat beberapa variabel yaitu waktu efektif dan waktu *delay*. Waktu efektif merupakan waktu yang benar-benar digunakan peralatan untuk beroperasi. Sedangkan waktu *delay* merupakan waktu hambatan seperti waktu pengisian bahan bakar, pemeriksaan mesin, pemindahan alat, menunggu perbaikan jalan, dan kondisi cuaca (Hartman, 2002).

### 2. Waktu *Standby*

Waktu *standby* merupakan waktu dari peralatan mekanis yang tidak dapat digunakan, namun alat tidak rusak dan dapat beroperasi (Hartman, 2002)

### 3. Waktu *Repair*

Waktu *repair* merupakan waktu perbaikan peralatan mekanis pada saat jam operasi penambangan berlangsung, termasuk waktu perawatan dan waktu menunggu suku cadang (Hartman, 2002).

Menurut Hartman (2002), efisiensi kerja dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Efisiensi Shovel Elektrik (Eff)} = \frac{\text{Waktu kerja efektif}}{\text{Waktu Kerja Tersedia}} \times 100 \%$$

Kondisi Medan	Effisiensi Kerja (%)
Baik	83
Sedang	75
Agak Buruk	67
Buruk	58

Tabel 2.3 Menentukan Efisiensi kerja secara teoritis (*Spesification and Application Handbook Komatsu Edition 31*)

Besarnya waktu yang tersedia ini dalam kenyataannya belum dapat digunakan seluruhnya untuk produksi (kurang dari 100%). Hal ini disebabkan karena adanya hambatan-hambatan yang terjadi selama alat mekanis tersebut berproduksi. Sehingga karena hal-hal tersebut, sangat jarang dalam satu jam operator betul-betul bekerja selama 60 menit. Berdasarkan pengalaman, jika waktu kerja efektif yang digunakan sebesar 83% maka sudah dapat dianggap sama dengan efisiensi kerja baik sekali (Tabel 2.3)

Beberapa faktor yang mempengaruhi penilaian terhadap efisiensi kerja antara lain :

1. Waktu kerja nyata yang terjadi

Waktu kerja penambangan adalah jumlah hari kerja yang digunakan untuk melakukan kegiatan penambangan yang meliputi penggalian, pemuatan, pengangkutan, dan peremukuan. Efisiensi kerja semakin besar apabila banyaknya waktu kerja nyata untuk penambangan semakin mendekati jumlah waktu yang tersedia.

## 2. Hambatan – hambatan yang terjadi

Dalam kenyataan di lapangan akan terjadi hambatan-hambatan baik yang dapat dihindari ataupun yang tidak dapat dihindari misalnya kerusakan alat dan kinerja operator, berpengaruh terhadap besar kecilnya efisiensi kerja.

## 3. Jam perawatan (*repair hours*)

Waktu kerja yang hilang karena menunggu saat perbaikan termasuk juga waktu untuk penyediaan suku cadang (*spare parts*), perawatan rutin, pengisian bahan bakar, *service* berkala dan sebagainya.

### 2.5.5 Cuaca

Kondisi cuaca akan sangat berpengaruh pada lokasi penambangan, pada cuaca hujan dimana keadaan lokasi akan membuat lapisan tanah menjadi lengket dan jalan menjadi licin, sehingga alat – alat tidak dapat bekerja dengan baik. Sebaliknya pada musim panas akan membuat lapangan berdebu, hal ini akan membuat pandangan para operator terhambat. Jika turun hujan maka aktivitas penambangan dihentikan. Hal ini menyebabkan kehilangan waktu kerja efektif dari alat, sehingga hal ini tentu saja mempengaruhi produktivitas.

### 2.5.6 Keadaan Jalan Angkut

Jalan merupakan hal yang sangat penting karena berpengaruh terhadap kegiatan pengangkutan overburden dan batubara. Jalan yang digunakan dari front ke area disposal harus dibuat sesingkat mungkin untuk mengurangi cycle time alat angkut, sehingga dapat meningkatkan produktivitas alat. Lebar jalan utama pengangkutan juga harus diperhitungkan. Standar lebar jalan diperhitungkan berdasarkan 3,5 kali lebar alat angkut terbesar yang melewati jalan tersebut. Hal ini bertujuan untuk menghindari ketidاكلancaran dalam aktivitas penambangan seperti ketika satu *truck* berhenti menunggu *truck* lain lewat atau kemacetan jalan (*crowded*), yang dimana dapat memperkecil produktivitas dari alat angkut.

Beberapa geometri jalan yang penting diperhatikan untuk menunjang aktivitas produksi adalah sebagai berikut :

1. Lebar jalan angkut

Lebar jalan angkut sesuai Rekomendasi Keselamatan Kerja adalah 3x lebar unit dan ditambah tanggul jalan.

2. Kemiringan Jalan

Kemiringan jalan angkut merupakan salah satu faktor yang perlu dikaji terhadap kondisi jalan tambang karena kemiringan jalan angkut mempengaruhi kemampuan alat angkut, baik saat pengereman maupun dalam mengatasi tanjakan (Indonesianto, 2005). Kemiringan jalan angkut dinyatakan dalam persen (%).

Kemiringan 1%, diartikan bahwa jalan angkut tersebut naik atau turun 1 ft pada setiap 100 meter atau 100 ft jarak mendatar.

## 2.6. Produksi Alat Mekanis

Produksi alat gali muat adalah tingkat pencapaian hasil alat gali muat dalam satuan waktu tertentu yang dihitung dengan mengalihkan total produktivitas alat per jam dengan banyaknya alat yang bekerja dan banyaknya jam kerja alat gtersebut. Produksi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Produksi} = Q_m \times \text{WH alat} \times n$$

Keterangan :

$Q_m$  : Produktivitas alat (bcm/jam)

WH : Waktu kerja alat ( Jam )

n : Jumlah alat yang digunakan

## 2.7. Produktivitas Alat Gali Muat

Produktivitas adalah banyaknya material yang dapat dihasilkan oleh alat tersebut dalam periode waktu tertentu. Untuk menghitung produktivitas alat mekanis digunakan rumus sebagai berikut :

$$Q = K_b \times \frac{3600}{ct} \times FF \times SF \times Eff$$

Keterangan :

Q : Produktivitas alat gali muat (  $m^3/jam$  )

Ct : Waktu edar alat gali muat ( detik )

Kb : Kapasitas Bucket (  $m^3$  )

FF : *Fill Factor* ( % )

SF : *Swell Factor* ( % )

Eff : Efisiensi Kerja ( % )

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

Waktu edar adalah waktu yang diperlukan oleh suatu alat untuk melakukan kegiatan tertentu dari awal sampai akhir dan siap untuk memulai lagi. Waktu edar alat gali muat terdiri dari :

1. Waktu gali-isi *bucket* ( *digging* ), terdiri dari menurunkan *bucket*, menggali dan mengisi *bucket*.
2. Waktu mengayun-muat ( *swing load* ), yaitu gerakan memutar *bucket* dalam keadaan terisi material menuju bak *hauler*.
3. Waktu penumpahan material ( *dump bucket* ) ke dalam *hauler*.
4. Waktun mengayun-kosong ( *swing empty* ), yaitu gerakan mengayun-kosong ke area material padatan akan pengisian kembali.

Perhitungan waktu siklus alat gali muat dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$C_{tm} = S1 + S2 + S3 + S4 \dots\dots\dots$$

Keterangan :

Ctm : Total Waktu Siklus Alat Muat ( detik )

S1 : Waktu menggali dan pengisian *bucket* ( detik )

S2 : Waktu putar ( *swing* ) dengan muatan material ( detik )

S3 : Waktu untuk menumpahkan material ke bak ( detik )

S4 : Waktu putar ( *swing* ) kosong ( detik )

## 2.9. Faktor Pengisian ( *Fill Factor* )

Faktor pengisian merupakan perbandingan antara kapasitas nyata suatu alat dengan kapasitas teoritis alat tersebut. Besarnya faktor pengisian suatu alat muat sangat dipengaruhi beberapa faktor seperti : ukuran butir material, kondisi material dan jumlah *stock* material yang sedang dikerjakan ( *angle of refuse* ), keterampilan dan pengalaman operator.

Penentuan faktor pengisian ( *fill factor* ) dari *bucket* alat muat, dapat dilakukan dengan cara pengamatan dan perbandingan langsung pada saat pemuatan, dimana terlihat adanya variasi pengisian pada *bucket*. *Fill Factor* merupakan unsur yang berpengaruh pada waktu pengisian *bucket*, karena di dalam pengisian biasanya tidak selamanya penuh 100% - 110 %.

$$FF = \frac{V_{nyata}}{V_{teoritis}} \times 100 \%$$

Keterangan :

FF : *Fill Factor* ( % )

Vnyata : Volume *bucket* nyata ( m<sup>3</sup> )

Vteoritis : Volume baku *bucket* ( m<sup>3</sup> )

## 2.10. Faktor Pengembangan ( *Swell Factor* )

“*Swell*” adalah pengembangan volume suatu material setelah digali dari tempatnya. Di alam, material didapati dalam keadaan padat dan terkonsolidasi dengan baik, sehingga hanya sedikit bagian-bagian kosong (*void*) yang terisi udara di antara butir-butirnya.

Apabila material digali dari tempat aslinya, maka akan terjadi pengembangan volume ( *swell* ). Untuk menyatakan berapa besarnya pengembangan volume itu dikenal dua istilah, yaitu :

- Faktor Pengembangan ( *Swell Factor* )
- Persen Pengembangan ( *Percent Swell* )

Pengembangan volume suatu material perlu diketahui, karena yang diperhitungkan pada penggalian selalu didasarkan pada kondisi material sebelum digali yang dinyatakan dalam “*bank volume*” atau “*in place*” atau “*volume insitu*”. Sedangkan material yang ditangani (dimuat untuk diangkut) selalu material yang telah mengembang ( *loose volume* ).

Rumus untuk menghitung “ *swell factor* “ ( *SF* ) dan *percent swell* ada dua, yaitu :

- Rumus *Sf* dan % *Swell* berdasarkan volume :

$$\% \text{ swell} = \frac{\text{loose volume} - \text{bank volume}}{\text{bank volume}} \times 100 \%$$

$$\text{SF} = \frac{\text{loose weight}}{\text{weight in bank}} \times 100 \%$$

- Rumus *SF* dan % *swell* berdasarkan senditas ( kerapatan ) :

$$\% \text{ swell} = \frac{\text{density bank} - \text{density loose}}{\text{density loose}} \times 100 \%$$

$$SF = \frac{\text{density loose}}{\text{density bank}} \times 100 \%$$

Angka-angka faktor pengembangan ( *swell factor* ) setiap klasifikasi tanah atau material berbeda sesuai dengan jenis materialnya seperti pada tabel berikut :

Macam Material	Density Insitu (lb/cu yd)	Swell Factor (%)
Bauksit	2700 – 4325	75
Tanah liat kering	2300	85
Tanah liat basah	2800 – 3000	80 – 82
Antrasit	2200	74
Batubara bituminous	1900	74
Bijih tembaga	3800	74
Tanah biasa kering	2800	85
Tanah biasa basah	3370	85
Tanah biasa bercampur pasir dan kerikil	3100	90
Kerikil kering	3250	89
Kerikil basah	3600	88
Granit pecah – pecah	4500	56 – 67
Hematit pecah – pecah	6500 – 8700	45
Bijih besi pecah – pecah	3600 – 5500	45
Batu kapur pecah – pecah	2500 – 4200	57 – 60
Lumpur	2160 – 2970	83
Lumpur sudah ditekan	2970 -3510	83
Pasir kering	2200 – 3250	89
Pasir basah	3300 – 3600	88
Serpilh ( <i>shale</i> )	3000	75
Batu sabak ( <i>slate</i> )	4590 – 4860	77

Tabel 2.4 Faktor Density Beberapa Material

### 2.11. Effisiensi Kerja

Effisiensi kerja merupakan persentase waktu yang terbuang atau tidak maksimal dilakukan selama kegiatan produksi berlangsung dalam kurun waktu tertentu. Effisiensi kerja suatu alat dapat dihitung dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Eff} = \frac{\text{Waktu kerja efektif}}{\text{Waktu kerja tersedia}} 100 \%$$

### 2.12. Faktor Availability

MA, PA, UA, dan UE merupakan rumus yang digunakan untuk perencanaan perbaikan unit alat berat ( *Heavy Equipment* ) dan kendaraan bermesin, berikut kegunaan rumus tersebut untuk menghitung produktivitas alat berat di tambang :

#### 1. *Mechanical Availablility* ( Ketersediaan Mekanis )

Merupakan perhitungan hilangnya waktu kerja alat berat yang diakibatkan oleh kerusakan mekanis seperti kerusakan mesin atau bisa juga diakibatkan oleh perawatan *service* berkala unit alat berat.

Untuk menghitung ketersediaan mekanis alat berat dapat digunakan rumus berikut .:

$$\text{MA} = \frac{W}{(w+r)} \times 100 \%$$

2. *Physical Availability* ( Ketersediaan Fisik )

Merupakan perhitungan hilangnya waktu kerja alat berat yang diakibatkan oleh hal selain kerusakan mekanis diatas, seperti hilangnya waktu kerja yang diakibatkan oleh hujan, jalan licin dan lainnya yang diakibatkan oleh alam. Untuk menghitung ketersediaan fisik alat berat tersebut dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$PA = \frac{w + s}{(w + r + s)} \times 100 \%$$

3. *Effective Utilization* ( Waktu Kerja Efektif )

Merupakan penghitungan waktu kerja tersedia yang dapat dimanfaatkan untuk produktifitas alat berat. Untuk menghitung waktu kerja efektif alat berat dapat digunakan rumus berikut :

$$EU = \frac{w}{(w + r + s)} \times 100 \%$$

4. *Use Of Availability* ( Ketersediaan Pemakaian )

Merupakan perhitungan waktu alat berat tersebut digunakan untuk beroperasi, pada saat unit tersebut bisa dipergunakan. Untuk menghitung waktu ketersediaan pemakaian dapat digunakan rumus berikut :

$$UA = \frac{w}{(w + s)} \times 100 \%$$

Keterangan :

w = Total waktu yang digunakan untuk operasi unit

r = Total Waktu yang hilang diakibatkan oleh kerusakan Unit

s = Total Waktu Stand by unit

### 2.13. Alur Penambangan Elektrifikasi

Penambangan Elektrifikasi sebenarnya memiliki sistem kerja yang sama seperti penambangan konvensional lain, dengan menggunakan alat gali-muat dan alat angkut. Namun, perbedaannya terdapat pada bahan bakar pada alat-alat yang beroperasi di aktivitas ini. Berikut ini adalah gambaran alur penambangan elektrifikasi. Pada Gambar 2.9 menunjukkan alur penambangan dengan menggunakan sistem elektrifikasi.



(Sumber :Satuan Kerja Penambangan *Elektrifikasi* PTBA)

Gambar 2.9. Alur Proses Penambangan Sistem *Elektrifikasi*

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. Gambaran Umum Wilayah Penelitian**

##### **3.1.1. Profil Perusahaan**

PT. Bukit Asam, Tbk. Memulai kegiatan eksplorasi pada tahun 1915 sampai tahun 1918 dan mulai memproduksi pada tahun 1919. Sejarah pertambangan batubara di Tanjung Enim dimulai sejak zaman kolonial Belanda pada tahun 1919 dengan menggunakan metode penambangan terbuka (*open pit mining*) di wilayah operasi pertama, yaitu di Tambang Air Laya (TAL). Selanjutnya mulai tahun 1923 beroperasi dengan metode penambangan bawah tanah (*underground mining*) hingga tahun 1940, sedangkan produksi untuk kepentingan komersial dimulai pada tahun 1938.

Seiring dengan berakhirnya kekuasaan kolonial Belanda di tanah air, para karyawan Indonesia kemudian berjuang menuntut perubahan status tambang menjadi Pertambangan Nasional. Pada 1950, Pemerintah RI kemudian mengesahkan pembentukan Perusahaan Negara Tambang Arang Bukit Asam (PN TABA).

Pada 1981, PN TABA kemudian berubah status menjadi Perseroan Terbatas dengan nama PT Tambang Batubara Bukit Asam, Tbk, yang selanjutnya disebut Perseroan. Dalam rangka meningkatkan pengembangan industri batu bara di Indonesia, pada 1990 Pemerintah

menetapkan penggabungan Perum Tambang Batubara dengan Perseroan.

Sesuai dengan program pengembangan ketahanan energi nasional, pada tahun 1993 Pemerintah menugaskan Perseroan untuk mengembangkan usaha Briket Batubara. Pada 23 Desember 2002, Perseroan mencatatkan diri sebagai perusahaan publik di Bursa Efek Indonesia dengan kode “PTBA”.

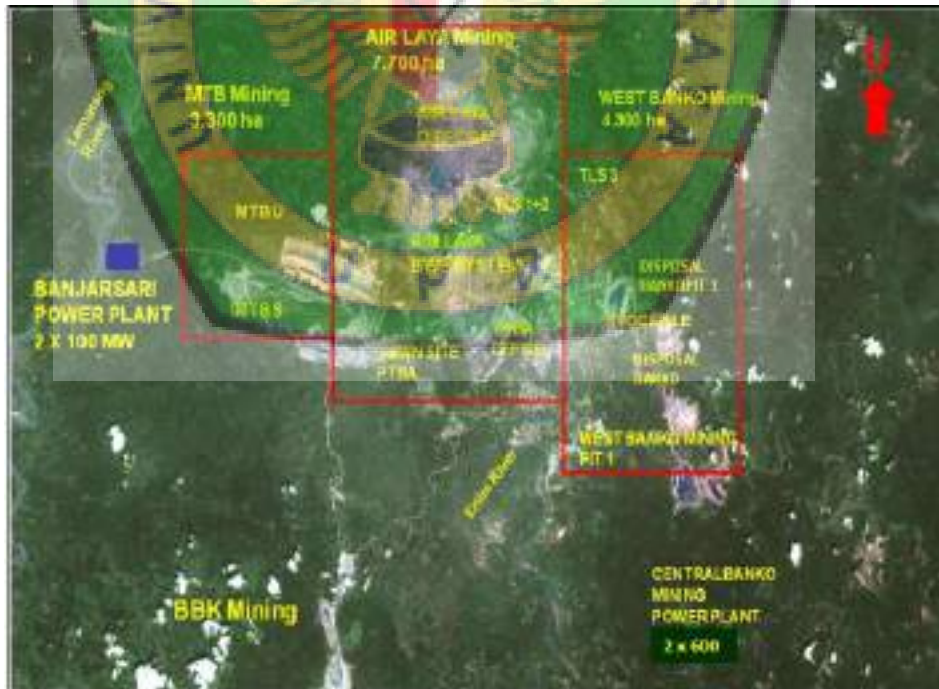
### **3.1.2. Lokasi dan Kesampaian Daerah**

Daerah pertambangan batubara PT Bukit Asam, Tbk. terletak di Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Secara geografis terletak pada posisi  $3^{\circ}42'30''$  LS –  $4^{\circ}47'30''$  LS dan  $103^{\circ}45'00''$  BT –  $103^{\circ}50'10''$  BT.

Wilayah penambangan terbagi atas 4 blok penambangan, yaitu blok penambangan Banko Barat yang terletak disebelah timur Tanjung Enim dengan luas  $\pm 4.500$  Ha, blok Tambang Air Laya di sebelah utara Tanjung Enim dengan luas  $\pm 7.621$  Ha dan blok Muara Tiga Besar disebelah utara kota Lahat dengan luas  $\pm 3.300$  Ha, dan Banko Tengah.

Lokasi PT Bukit Asam, Tbk. yang berada di Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan dapat dicapai dari Palangka Raya melalui rute:

1. Dari Bandara Tjilik Riwut Palangka Raya menuju Bandara Soekarno Hatta Jakarta menggunakan pesawat udara dengan waktu tempuh 1 Jam 40 Menit.
2. Dari Bandara Soekarno Hatta Jakarta menuju Bandara Sultan Mahmud Badaruddin II Palembang menggunakan pesawat udara dengan waktu tempuh 45 Menit.
3. Dari Palembang menuju Tanjung Enim menggunakan kendaraan roda empat dengan waktu tempuh 5 Jam.
4. Dari Talang Jawa (Tanjung Enim) menuju Penambangan Banko Barat menggunakan bus perusahaan atau mobil operasional dengan waktu tempuh 45 menit.



Gambar 3.1 Wilayah IUP PT. Bukit Asam, Tbk.

(Sumber: Satker Geologi PT. Bukit Asam, Tbk.)

No.	Lingkup Area Penambangan	Luas (Ha)
1	Air Laya	7.700
2	Muara Tiga Besar	3.300
3	Banko Barat	4.300
4	Banko – Suban Jerji	7.699
5	Bukit Kendi	881,7
6	Kungkulan – Air Selero	10.300
7	Arahan Banjar Sari	16.180

(Sumber : Bagian Perencanaan PTBA)

**Tabel 3.1** Wilayah Kuasa Penambangan PTBA – UPTE

### 3.1.3. Iklim dan Curah Hujan

Daerah Tanjung Enim memiliki iklim yang sama dengan iklim di Indonesia pada umumnya, yaitu iklim tropis dengan kelembaban dan temperatur yang tinggi, yang memiliki dua musim yaitu musim kemarau dan musim hujan. Daerah penambangan batubara Banko Barat memiliki iklim tropis dengan kelembaban dan temperatur tinggi, yaitu berkisar antara 15<sup>0</sup> C sampai dengan 38<sup>0</sup> C, sedangkan kelembapan udara rata-rata berkisar 57% sampai 85%.

Dengan metode penambangan terbuka maka seluruh aktivitas pekerjaan berhubungan langsung dengan udara bebas, sehingga iklim

dan cuaca sangat berpengaruh terhadap operasional. Pada umumnya daerah penambangan Banko Barat terdiri atas dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau dengan curah hujan harian pada bulan April adalah sebagai berikut:

Banko Barat								
Rencana (mm)	C.Hujan Mm	%	Rencana (Jam)	Jam Hujan (jam)	%	Rencana (Kali)	Frekwensi (Kali)	%
	0,00			0,00			0,00	
	4,70			2,83			1,00	
	6,20			2,92			2,00	
	0,00			0,00			0,00	
	0,00			0,00			0,00	
	39,30			1,20			1,00	
	20,10			2,53			3,00	
	142,60			9,23			5,00	
	12,50			3,67			3,00	
	11,90			0,83			2,00	
	0,50			0,17			1,00	
	16,90			1,20			3,00	
	5,40			0,88			3,00	
	0,00			0,00			0,00	
	0,00			0,00			0,00	
	0,00			0,00			0,00	
	0,00			0,00			0,00	
	0,00			0,00			0,00	
	0,00			0,00			0,00	
	0,00			0,00			0,00	
	0,00			0,00			0,00	
	15,80			2,40			5,00	
	2,40			0,10			1,00	
	5,80			0,25			1,00	

	7,00			3,83			2,00	
	6,90			2,50			2,00	
	61,70			7,50			2,00	
	12,50			3,30			8,00	
	0,00			0,00			0,00	
	0,00			0,00			0,00	
	0,00			0,00			0,00	
	372,20			45,35			45,00	

(Sumber: Satuan Kerja Hidrologi PT. Bukit Asam, Tbk.)

Tabel 3.2 Data Curah Hujan Bulan April

### 3.2. Kondisi Geologi dan Stratigrafi

#### 3.2.1 Fisiografi

Daerah penyelidikan termasuk dalam Cekungan Sumatera Selatan, yang dipengaruhi oleh sistem penunjaman lempeng yang terdapat di sebelah barat Pulau Sumatera, yaitu antara Lempeng Eurasia dengan Lempeng India-Australia.

Berdasarkan konsep tektonik lempeng, kedudukan cekungan batubara. Batubara tersier di Indonesia bagian barat berkaitan dengan sistem busur kepulauan. Dalam sistem ini dikenal adanya cekungan busur belakang, cekungan busur depan, dan cekungan intramontana atau cekungan antar busur.

Masing - masing cekungan tersebut memiliki karakteristik endapan batubara antara satu dengan yang lainnya. Sedangkan menurut Koesoemadinata dkk (1978), semua cekungan batubara tersier di

Indonesia digolongkan cekungan paparan karena berhubungan dengan kerak benua pada semua sisinya.

Pada peta geologi regional terdapat bahwa Bagian Utara lebih rendah dari pada bagian Selatan dimana air sungai mengalir dari selatan ke utara.

### 3.2.2 Stratigrafi

Geologi regional daerah PT. Bukit Asam (Persero), Tbk, termasuk ke dalam Sub Cekungan Palembang yang merupakan bagian dari Cekungan Sumatera Selatan dan terbentuk pada zaman *tersier*. Sub Cekungan Sumatera Selatan yang diendapkan selama zaman *kenozoikum* terdapat urutan litologi, yaitu Kelompok Palembang. Kelompok Palembang terdiri dari Formasi Gunung Api Muda, Formasi Andesit, Formasi Kasai, Formasi Muara Enim dan Formasi Air Benakat.

Endapan Tersier pada Cekungan Sumatera Selatan dapat dipisahkan menjadi beberapa formasi, yaitu antara lain:

#### 1. Formasi Gunung Api Muda

Di daerah penelitian penelitian penyebaran satuan batuan ini hanya sedikit terdapat di sebelah timur laut bukit merdanau, bagian hulu sungai lengi. Proses pelapukan sangat kuat dan daerah ini menjadi daerah hutan dan semak belukar. Litologi terdiri dari breksi dan tufa. Breksi terutama terdiri dari komponen andesit, batu apung, dan massa dasar tufa pasir. Tufa berwarna kelabu, putih

kekuningan dengan komposisi terdiri dari mineral gelas, feldspar, hornblende dan sebagainya.

## 2. Formasi Andesit

Batuan ini menerobos batuan formasi muara enim yang mengandung batubara (*muara enim coal formation*), sehingga dapat meningkatkan mutu batubara tersebut. Singkapan nya terdapat di bukit asam dan di bukit malaluteh sebelah barat pulau panggung. Di bukit malaluteh andesit tersebut menerobos batuan formasi kasai. Kenampakan di lapangan berupa bongkah (*in-situ*) berserakan berukuran 3 - 4m. Diduga andesit berwarna kelabu tua , pejal, tekstur porfiritik. Komposisi mineralnya terdiri dari hornblende, piroksin, plagioklas dan mineral gelap lainnya. Batuan terobosan ini berumur plistosen

## 3. Formasi Kasai

Formasi Kasai diendapkan selaras diatas formasi Muara Enim. Formasi ini tersusun oleh batubara tufaan yang dicirikan bewarna putih, batu lempung dan sisipan batubara tipis seperti yang tersingkap didaerah suban. Lingkungan pengendapan formasi ini adalah darat sampai transisi.

## 4. Formasi Muara Enim

Formasi Muara Enim diendapkan selaras diatas formasi bekanat. Formasi ini berumur miosen atas yang tersusun oleh

batupasir lempungan dan batubara. Formasi ini merupakan pengendapan lingkungan laut neritik sampai rawa, dengan ketebalan berkisar antara 150 – 750 meter.

#### 5. Formasi Air Bekanat

Formasi Air Bekanat diendapkan selaras diatas Formasi Gumai yang berumur miosen tengah tersusun oleh batu lempung pasiran dan batupasir Glaukonitan. Formasi Air Bekanat diendapkan pada lingkungan laut neritik dan berangsur menjadi laut dangkal, dengan ketebalan antara 100 – 800 meter.

#### 3.2.3 Morfologi Daerah Penelitian

Secara umum daerah tambang PT. Bukit Asam, Tbk mempunyai topografi yang bervariasi mulai dari dataran rendah hingga perbukitan. Dataran rendah menempati sisi bagian selatan, yaitu daerah yang terdapat aliran sungai – sungai kecil yang bermuara di Sungai Lawai dan Sungai Lematang dengan ketinggian  $\pm 50$  m diatas permukaan laut. Daerah perbukitan 8 terdapat dibagian Barat dengan elevasi tertinggi  $\pm 282$  meter diatas permukaan laut. Pada kedua daerah ini banyak dijumpai vegetasi yang sebagian besar merupakan tumbuhan hutan tropika dan semak belukar.

### 3.3. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan selama kegiatan Tugas Akhir di PT. Bukit Asam ,

Tbk. yaitu:

1. Alat Tulis;
2. Buku Catatan;
3. Kamera;
4. Laptop;
5. Kalkulator;
6. *Stopwatch*;

Sementara, bahan yang digunakan selama kegiatan Tugas Akhir di PT.

Bukit Asam , Tbk. yaitu:

1. Teori dan Literatur mengenai permasalahan yang diangkat dalam kegiatan Tugas Akhir ;
2. Data Pendukung dari PT. Bukit Asam , Tbk.

### 3.4. Tata Laksana

#### 3.4.1. Langkah Kerja

Penelitian dilakukan di PT. Bukit Asam, Tbk. Penelitian ini dilakukan mulai tanggal 08 April – 17 Mei 2019.

1. Observasi Lapangan, yaitu survei langsung ke lokasi penelitian guna mengetahui kondisi aktual lapangan, yaitu *cycle time* alat gali muat, hambatan jam kerja, *fill factor*(FF).
2. Pengambilan data primer, yaitu pengambilan data parameter – parameter produksi. Data sekunder, yaitu data yang

dikumpulkan berdasarkan literatur dan berbagai referensi, seperti profil perusahaan, peta – peta perusahaan, data kondisi geologi, data iklim dan curah hujan, dan pengambilan literatur dari beberapa sumber pustaka yang berkaitan dengan kegiatan penelitian.

3. Pengolahan data, setelah data terkumpul dilakukan pengolahan data dengan tahapan sebagai berikut :

Menghitung produktivitas alat gali muat serta menghitung aktual parameter – parameter produksi seperti *Mechanical Availability Index Percent (MA)*, *Physical Availability Percent (PA)*, *Utilization Availability Percent (UA)*, dan *Effective Utilization (EU)*. Menghitung *fill factor (FF)*, mengevaluasi kinerja *shovel* untuk memberikan upaya peningkatan kinerja *shovel*.

3. Menganalisis faktor-faktor apa saja yang menyebabkan ketidaktercapaian produksi pada bulan April 2019.
4. Setelah semua data primer maupun data sekunder didapatkan, langkah selanjutnya adalah melakukan pengolahan data. Pengolahan data-data tersebut dilakukan dengan menghitung produktivitas alat gali muat, menghitung faktor availability dari alat tersebut, yaitu dengan cara perhitungan statistik dari beberapa data yang telah diambil, kemudian mengambil hasil rata-rata dari data tersebut. Data statistik tersebut dihitung

berdasarkan data-data seperti kapasitas *bucket*, *swell factor*, *cycle time*, dan data pendukung lainnya. Untuk perhitungan *factor availability* digunakan beberapa data seperti total waktu yang digunakan untuk operasi unit, waktu *repair*, dan waktu *stand by*.

5. Kesimpulan dan Saran, merupakan hasil evaluasi yang dilakukan dalam penelitian yang diangkat dari rumusan masalah serta memberikan masukan dan saran untuk pihak perusahaan dalam meningkatkan produksi untuk bulan selanjutnya serta dapat mencapai target.

### 3.4.2. Metode Penelitian

#### 3.4.2.1. Metode Pengambilan Data

Metode pengambilan data yang akan digunakan sebagai referensi penyusunan laporan skripsi antara lain :

- a. Metode Langsung (*Direct*)

Metode langsung merupakan metode yang dilakukan dengan melakukan analisa langsung pada lapangan, metode ini diterapkan untuk mengumpulkan data – data primer yang terdiri dari :

- *Digging*
- *Swing Load*
- *Dump Bucket*
- *Swing Empty*

#### b. Metode Tidak Langsung (*Indirect*)

Metode ini dilakukan untuk mengumpulkan data – data sekunder, yang terdiri dari :

- Profil perusahaan
- data curah hujan
- *handbook* alat mekanis
- rencana dan realisasi penambangan
- ketersediaan alat gali muat
- jadwal kerja perusahaan
- Peta Sekuen Timbunan Bulan April

#### 3.4.2.2. Metode Pengolahan Data

Metode pengolahan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode statistik deskriptif. Metode statistik deskriptif merupakan metode yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian suatu gugus data sehingga memberikan informasi yang berguna. Beberapa contoh statistik deskriptif yang sering muncul adalah tabel, diagram, grafik. Beberapa data tabel yang digunakan dalam penelitian ini, misalnya : tabel curah hujan, tabel spesifikasi alat *shovel*, tabel kuat tekan batuan, dan lain-lain. Sedangkan grafik yang digunakan dalam penelitian ini, misalnya : grafik *factor availability* pada April 2019.

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif dan metode deskriptif.

Adapun metode analisis data yang dilakukan oleh penulis dalam penelitian ini yaitu, menghitung produktivitas alat gali muat serta menghitung aktual parameter-parameter produksi seperti *Mechanical Availability Index Percent* (MA), *Physical Availability Percent* (PA), *Utilization Availability Percent* (UA), dan *Effective Utilization* (EU). Selain itu, penelitian ini juga menghitung *fill factor* (FF).

Sedangkan penelitian deskriptif merupakan metode penelitian yang berusaha menggambarkan dan menginterpretasi objek sesuai dengan apa adanya. Penelitian ini juga sering disebut noneksperimen, karena pada penelitian ini peneliti tidak melakukan kontrol dan manipulasi variabel penelitian. Penelitian deskriptif pada umumnya dilakukan dengan tujuan utama, yaitu menggambarkan secara sistematis fakta dan karakteristik objek dan subjek yang diteliti secara tepat. Dengan demikian, penulis mendeskripsikan apa saja yang terjadi di lapangan berdasarkan data yang diperoleh dari penelitian, selain itu, data yang tela diolah akan dibahas lebih lanjut agar hasil penelitian dapat dengan mudah dipahami oleh pembaca.

### 3.5 Tempat dan Waktu Penelitian

#### 3.5.1 Tempat Penelitian

Adapun tempat pelaksanaan Skripsi ini adalah pada PT. Bukit Asam Tbk. Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan.

#### 3.5.2 Waktu Penelitian

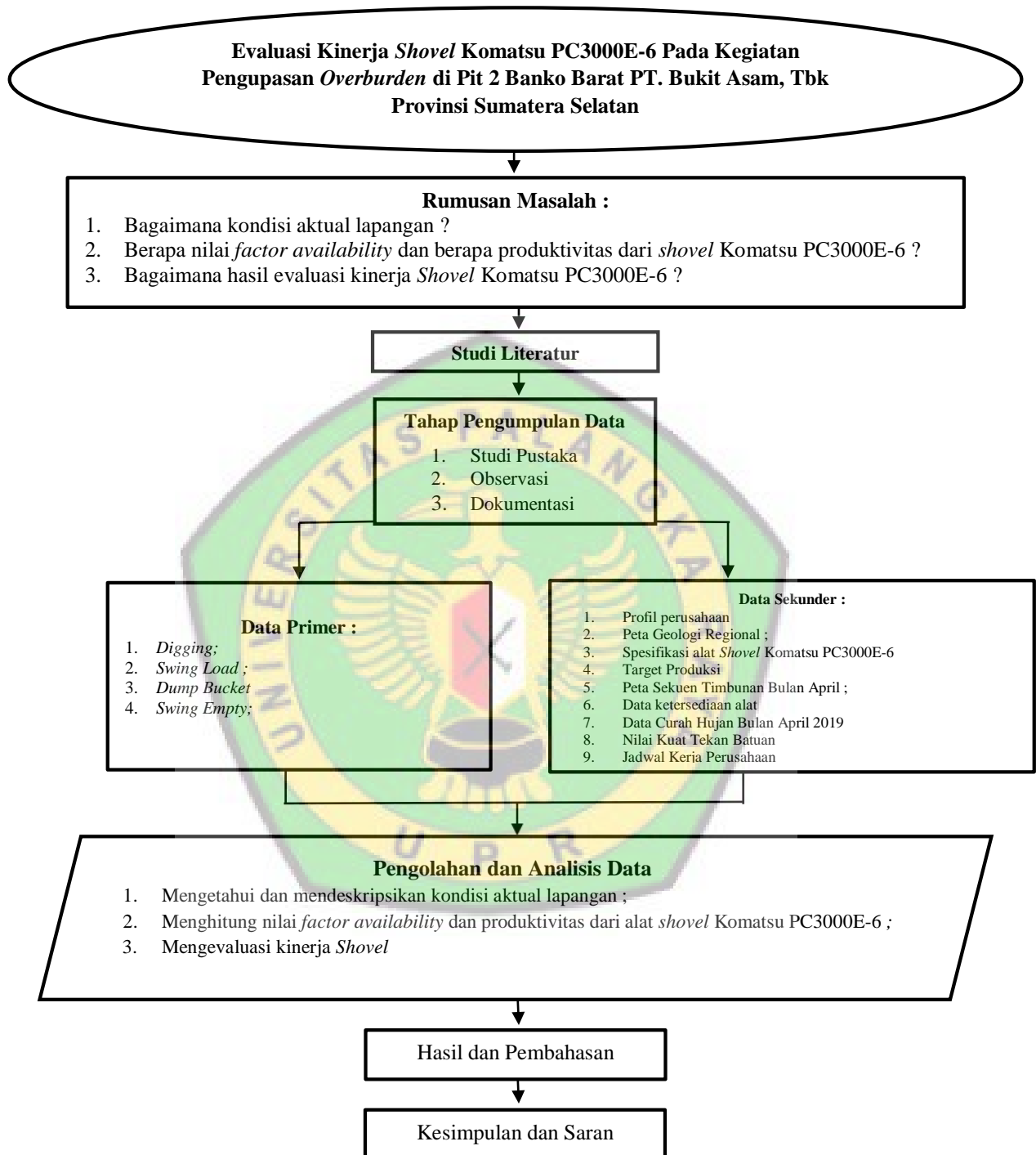
Adapun waktu pelaksanaan kegiatan Skripsi ini adalah selama  $\pm$  2 bulan dari **08 April -17 Mei 2019**, dengan rincian kegiatan sebagai berikut :







### 3.6 Diagram Alir Penelitian



**Gambar 3.2** Diagram Alir Penelitian

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Penelitian

Berdasarkan pengumpulan dan pengolahan data yang telah dilakukan oleh penulis dilapangan, maka dapat diperoleh hasil Evaluasi Kinerja *Shovel* Komatsu PC3000E-6 Pada Kegiatan Pengupasan *Overburden* di Pit 2 Tambang Banko Barat, PT. Bukit Asam, Tbk sebagai berikut.

##### 4.1.1. Kondisi Aktual Lapangan

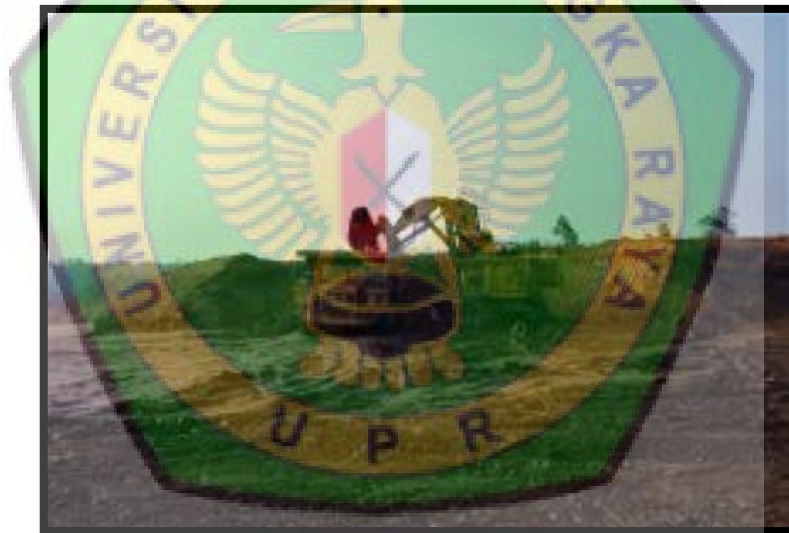
Kondisi lapangan pada Pit 2 Banko Barat didominasi oleh Formasi Muara Enim, yang secara umum terdiri dari batulempung, batulanau, dan batupasir tufaan dengan sisipan batubara. Namun, peletakan *shovel* pada pit 2 Banko Barat dibagi menjadi 3 bagian yang mempunyai karakteristik material yang berbeda-beda. Standar maksimal tekanan tanah untuk *bucket* alat *shovel* adalah 200 Mpa.

##### 4.1.1.1. Kondisi Aktual Lapangan SE-3001

Kondisi aktual lapangan SE-3001 didominasi oleh material lunak yang bernilai  $\pm 1 - 50$  Mpa. Jenis material pada bagian SE-3001 berupa *top soil* yang masih lunak.



(a)



(b)

Gambar 4.1 (a) Kondisi Material Lunak, (b) Kondisi Aktual Lapangan SE-3001

#### 4.1.1.2. Kondisi Aktual Lapangan SE-3002

Kondisi aktual lapangan SE-3002 didominasi oleh material dengan kekerasan medium ( *medium hard digging* ) yang bernilai  $\pm 50 - 100$  Mpa.



Gambar 4.2 Kondisi Aktual Lapangan SE-3002

#### 4.1.1.3. Kondisi Aktual Lapangan SE-3003

Kondisi aktual lapangan SE-3003 didominasi oleh material dengan kekerasan material yang keras atau sukar digali (*hard digging*) yang bernilai  $\pm 100 - 700$  Mpa.



Gambar 4.3 Kondisi Aktual Lapangan SE-3003

## 4.1.2 Perhitungan Ketersediaan Alat dan Produktivitas *Shovel*

### 4.1.2.1. Perhitungan Ketersediaan Alat

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

- MA SE-3001

Diketahui :

w: 417 ..... ( Lampiran B )

r : 12 .....( Lampiran B )

s : 291 .....( Lampiran B )

Ketersediaan mekanis alat *shovel* dapat dihitung dengan

rumus berikut :

$$MA = \frac{w}{(w+r)} \times 100 \%$$

$$MA = \frac{417}{(417+12)} \times 100 \%$$

$$MA = \frac{417}{429} \times 100 \%$$

$$MA = 0,9720 \times 100 \%$$

$$MA = 97,2 \%$$

- MA SE-3002

Diketahui :

w: 371 .....( Lampiran B )

r : 10 .....( Lampiran B )

s : 339 .....( Lampiran B )

Ketersediaan mekanis alat *shovel* dapat dihitung dengan

rumus berikut :

$$MA = \frac{w}{(w+r)} \times 100 \%$$

$$MA = \frac{371}{(371+10)} \times 100 \%$$

$$MA = \frac{371}{381} \times 100 \%$$

$$MA = 0,9737 \times 100 \%$$

$$MA = 97,37 \%$$

- **MA SE-3003**

Diketahui :

w: 349 ..... ( Lampiran B )

r : 18,5 .....( Lampiran B )

s : 352,5 .....( Lampiran B )

Ketersediaan mekanis alat *shovel* dapat dihitung dengan

rumus berikut :

$$MA = \frac{w}{(w+r)} \times 100 \%$$

$$MA = \frac{349}{(349+18,5)} \times 100 \%$$

$$MA = \frac{349}{367,5} \times 100 \%$$

$$MA = 0,9496 \times 100 \%$$

$$MA = 94,96 \%$$

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

- **PA SE-3001**

Ketersediaan fisik alat *shovel* dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$PA = \frac{W+s}{(W+r+s)} \times 100 \%$$

$$PA = \frac{417+291}{(417+12+291)} \times 100 \%$$

$$PA = \frac{708}{720} \times 100 \%$$

$$PA = 0,9834 \times 100 \%$$

$$PA = 98,34 \%$$

- **PA SE-3002**

Ketersediaan fisik alat *shovel* dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$PA = \frac{W+s}{(W+r+s)} \times 100 \%$$

$$PA = \frac{371+339}{(371+339+10)} \times 100 \%$$

$$PA = \frac{710}{720} \times 100 \%$$

$$PA = 0,9861 \times 100 \%$$

$$PA = 98,61 \%$$

- **PA SE-3003**

Ketersediaan fisik alat *shovel* dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$PA = \frac{W+s}{(W+r+s)} \times 100 \%$$

$$PA = \frac{349+352,5}{(349+352,5+18,5)} \times 100 \%$$

$$PA = \frac{701,5}{720} \times 100 \%$$

$$PA = 0,9743 \times 100 \%$$

$$PA = 97,43 \%$$

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

- **EU SE-3001**

Waktu kerja efektif alat *shovel* dapat dihitung dengan rumus

berikut :

$$EU = \frac{w}{(w+r+s)} \times 100 \%$$

$$EU = \frac{417}{(417+12+291)} \times 100 \%$$

$$EU = \frac{417}{720} \times 100 \%$$

$$EU = 0,5792 \times 100 \%$$

$$EU = 57,92 \%$$

- **EU SE-3002**

Waktu kerja efektif alat *shovel* dapat dihitung dengan rumus

berikut :

$$EU = \frac{w}{(w+r+s)} \times 100 \%$$

$$EU = \frac{371}{(371+339+10)} \times 100 \%$$

$$EU = \frac{371}{720} \times 100 \%$$

$$EU = 0,5153 \times 100 \%$$

$$EU = 51,53 \%$$

- **EU SE-3003**

Waktu kerja efektif alat *shovel* dapat dihitung dengan rumus

berikut :

$$EU = \frac{W}{(W+r+s)} \times 100 \%$$

$$EU = \frac{349}{(349+352+18,5)} \times 100 \%$$

$$EU = \frac{349}{720} \times 100 \%$$

$$EU = 0,484 \times 100 \%$$

$$EU = 48,48 \%$$

#### 4.1.2.1.4. *Use of Availability* ( UA )

- **UA SE-3001**

Ketersediaan pemakaian alat *shovel* dapat dihitung dengan

rumus berikut :

$$UA = \frac{W}{(W+s)} \times 100 \%$$

$$UA = \frac{417}{(417+291)} \times 100 \%$$

$$UA = \frac{417}{708} \times 100 \%$$

$$UA = 0,5890 \times 100 \%$$

$$UA = 58,90 \%$$

- **UA SE-3002**

Ketersediaan pemakaian alat *shovel* dapat dihitung dengan

rumus berikut :

$$UA = \frac{w}{(W+s)} \times 100 \%$$

$$UA = \frac{371}{(371 + 339)} \times 100 \%$$

$$UA = \frac{371}{710} \times 100 \%$$

$$UA = 0,5225 \times 100 \%$$

$$UA = 52,25 \%$$

- **UA SE-3003**

Ketersediaan pemakaian alat *shovel* dapat dihitung dengan

rumus berikut :

$$UA = \frac{W}{(W+s)} \times 100 \%$$

$$UA = \frac{349}{(349 + 352,5)} \times 100 \%$$

$$UA = \frac{349}{701,5} \times 100 \%$$

$$UA = 0,4975 \times 100 \%$$

$$UA = 49,75 \%$$



#### 4.1.2.2. Produktivitas *Shovel* Komatsu PC3000E-6

##### 4.1.2.2.1. Produktivitas SE-3001

Untuk menghitung produktivitas *Shovel* Elektrik untuk memuat *overburden*:

$$Q = \frac{Kb \times Eff \times FF \times Sf \times 3600}{CT}$$

Diketahui:

Kapasitas *Bucket* (*Kb*) = 16 m<sup>3</sup> (Lampiran)

*Fill Factor* (FF) = 0,8 (Lampiran)

*Swell Factor* (*Sf*) = 0,72 (Lampiran)

Effisiensi *Shovel Elektrik* (*Eff*) = 0,67 (Lampiran)

*Cycle Time* (CT) = 39,74 detik (Lampiran)

$$Q = \frac{16 \times 0,67 \times 0,8 \times 0,72 \times 3600}{39,74}$$

$$Q = \frac{22.228,992}{39,74}$$

$$Q = 559,36 \text{ BCM/Jam}$$

Hasil produktivitas alat gali muat *Shovel Electric* Komatsu PC3000 (SE3001) untuk *overburden* adalah 559,36 BCM/Jam.

#### 4.1.2.2.2. Produktivitas SE-3002

Untuk menghitung produktivitas Shovel Elektrik untuk memuat *overburden*:

$$Q = \frac{Kb \times Eff \times FF \times Sf \times 3600}{CT}$$

Diketahui:

Kapasitas *Bucket* (*Kb*) = 16 m<sup>3</sup> (Lampiran)

*Fill Factor* (*FF*) = 0,8 (Lampiran)

*Swell Factor* (*Sf*) = 0,72 (Lampiran)

Effisiensi *Shovel Elektrik* (*Eff*) = 0,67 (Lampiran)

*Cycle Time* (*CT*) = 32,35 detik (Lampiran)

$$Q = \frac{16 \times 0,67 \times 0,8 \times 0,72 \times 3600}{32,35}$$

$$Q = \frac{22.228,992}{32,35}$$

$$Q = 687,14 \text{ BCM/Jam}$$

Hasil produktivitas alat gali muat *Shovel Electric* Komatsu PC3000 (SE3002) untuk *overburden* adalah 687,14 BCM/Jam.

#### 4.1.2.2.3. Produktivitas SE-3003

Untuk menghitung produktivitas Shovel Elektrik untuk memuat *overburden*:

$$Q = \frac{Kb \times Eff \times FF \times Sf \times 3600}{CT}$$

Diketahui:

Kapasitas *Bucket* (*Kb*) = 16 m<sup>3</sup> (Lampiran)

*Fill Factor* (*FF*) = 0,8 (Lampiran)

*Swell Factor* (*Sf*) = 0,72 (Lampiran)

Effisiensi *Shovel Elektrik* (*Eff*) = 0,67 (Lampiran)

*Cycle Time* (*CT*) = 42,86 detik (Lampiran)

$$Q = \frac{16 \times 0,67 \times 0,8 \times 0,72 \times 3600}{42,86}$$

$$Q = \frac{22.228,992}{42,86}$$

$$Q = 518,64 \text{ BCM/Jam}$$

Hasil produktivitas alat gali muat *Shovel Electric* Komatsu PC3000 (SE3003) untuk *overburden* adalah 518,64 BCM/Jam.

#### 4.1.2.2.4. Ketercapaian Target Produksi Dan Produksi Aktual *Overburden*

Diketahui:

- Target Produksi Bulan April = 876.000 BCM/Bulan
- Jam Kerja Efektif
  - SE-3001 = 417 Jam/Bulan
  - SE-3002 = 371 Jam/Bulan
  - SE-3003 = 349 Jam/Bulan
- Produktivitas SE PC3001 = 559,36 BCM/Jam
- Produktivitas SE PC3002 = 687,14 BCM/Jam
- Produktivitas SE PC3003 = 518,64 BCM/Jam

**Produksi = Produktivitas Alat Gali Muat x Jam Kerja Efektif**

- Untuk PC 3000 (SE 3001)

$$\begin{aligned} \text{Hasil Produksi} &= \text{Produktivitas Alat Muat} \times \text{Jam Kerja Efektif} \\ &= 559,36 \text{ BCM/Jam} \times 417 \text{ Jam/Bulan} \\ &= 233.253,12 \text{ BCM/Bulan} \end{aligned}$$

- Untuk PC 3000 (SE 3002)

$$\begin{aligned} \text{Hasil Produksi} &= \text{Produktivitas Alat Muat} \times \text{Jam Kerja Efektif} \\ &= 687,14 \text{ BCM/Jam} \times 371 \text{ Jam/Bulan} \\ &= 254.928,94 \text{ BCM/Bulan} \end{aligned}$$

- Untuk PC 3000 (SE 3003)

$$\begin{aligned} \text{Hasil Produksi} &= \text{Produktivitas Alat Muat} \times \text{Jam Kerja Efektif} \\ &= 518,64 \text{ BCM/Jam} \times 349 \text{ Jam/Bulan} \\ &= 181.005,36 \text{ BCM/Bulan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Hasil Total Produksi} &= 233.253,12 + 254.928,94 + 181.005,36 \\ &= 669.187,42 \text{ BCM/Bulan} \end{aligned}$$

Jadi, dari perhitungan di atas didapatkan bahwa hasil pengupasan *overburden* bulan April 2019 adalah 669.187,42 BCM/Bulan sehingga **tidak mencapai** target produksi.

Rencana (BCM)	Realisasi		Working Hour (WH)	Total (BCM)
	Unit	Produktivitas		
876.000	SE PC3001	559,36	417	233.253,12
	SE PC3002	687,14	371	254.928,94
	SE PC3003	518,64	349	181.005,36
<b>TOTAL</b>				<b>669.187,42</b>

Tabel 4.1 Pencapaian Target Produksi *Overburden*

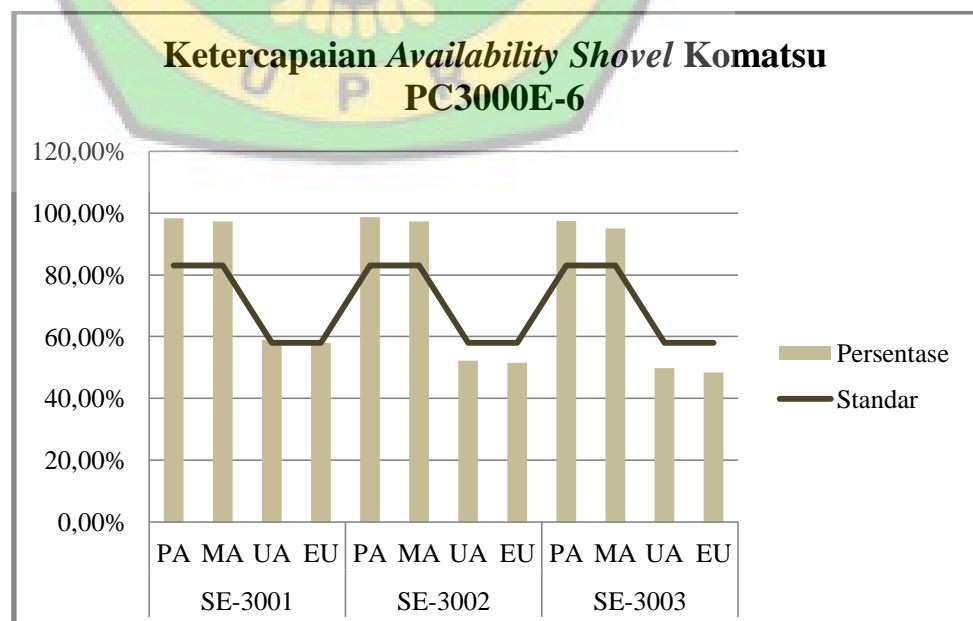
#### 4.1.3. Evaluasi Kinerja *Shovel* Komatsu PC3000E-6

Berdasarkan perhitungan nilai *availability* dan produktivitas, maka didapatkan hasil evaluasi kinerja *shovel* komatsu PC3000E-6, sebagai berikut :

##### 4.1.3.1. Hasil Evaluasi *Availability Shovel* Komatsu PC3000E-6

Hasil Evaluasi Availability Shovel			
Shovel	Availability	Persentase	Hasil
SE-3001	PA	98,34%	Baik
	MA	97,20%	Baik
	UA	58,90%	Buruk
	EU	57,92%	Buruk
SE-3002	PA	98,61%	Baik
	MA	97,37%	Baik
	UA	52,25%	Buruk
	EU	51,53%	Buruk
SE-3003	PA	97,43%	Baik
	MA	94,96%	Baik
	UA	49,75%	Buruk
	EU	48,48%	Buruk

Tabel 4.2 Hasil Evaluasi *Availability Factor*

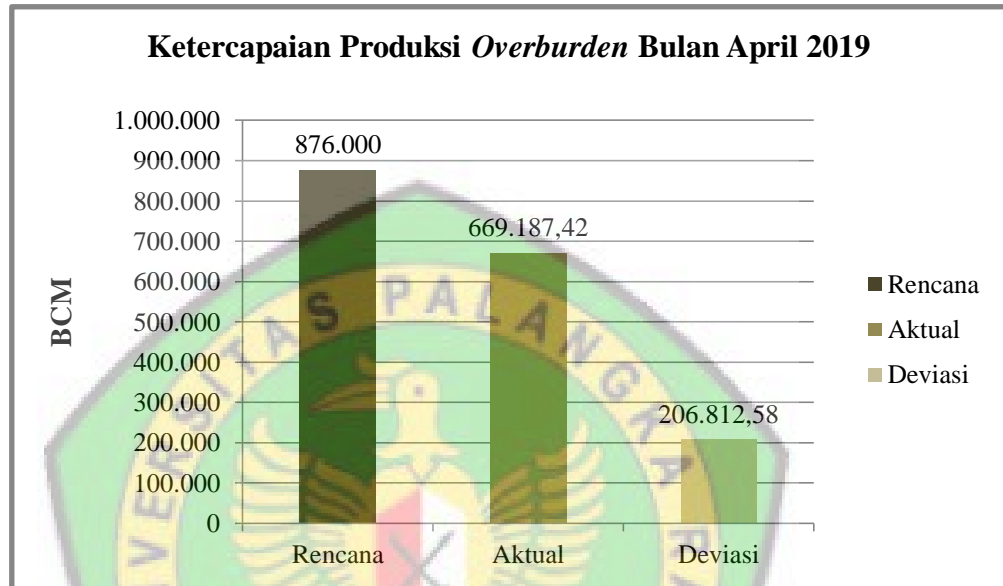


Gambar 4.4 Ketercapaian *availability Shovel* Komatsu PC3000E-6

#### 4.1.3.2 Hasil Evaluasi Produksi *Shovel* Komatsu PC3000E-6

Hasil Evaluasi Produksi			
<i>Shovel</i> Komatsu	Rencana	Aktual	Deviasi
PC3000E-6	876.000	669.187,42	206.812,58

Tabel 4.3 Hasil Evaluasi Produksi *Shovel*



Gambar 4.6 Ketercapaian Produksi *Shovel* Komatsu PC3000E-6 antara rencana dan aktual bulan April 2019

Alat Shovel Komatsu PC3000E-6	Parameter	Hasil		
	1. Kondisi Aktual Lapangan	1. SE 3001 didominasi oleh material lunak dengan kekerasan material $\pm 1 - 50$ Mpa		
		2. SE 3002 didominasi oleh material sedang dengan kekerasan material $\pm 50 - 100$ Mpa		
		3. SE 3003 didominasi oleh material keras dengan kekerasan material $\pm 100 - 700$ Mpa		
	2. Faktor <i>Availability</i>	SE-3001	SE-3002	SE-3003
	Mechanical Availability	97,20%	97,37%	94,96%
	Physical Availability	98,34%	98,61%	97,43%
	Effective Utilization	57,92%	51,53%	48,48%
	Use of Availability	58,90%	52,25%	49,75%
	3. Produktivitas	Produksi		
Cycle time = 39,74 detik	233.253,12			
Cycle time = 32,35 detik	254.928,94			
Cycle time = 42,84 detik	181.005,36			
Total	<b>669.187,42 BCM</b>			

Tabel 4.4 Parameter dan Hasil Kerja Alat *Shovel* Komatsu PC3000E-6

Standar Effisiensi Kerja	
Baik	83%
Cukup Baik	75%
Kurang Baik	67%
Buruk	58%

Tabel 4.5 Standar Effisiensi Kerja

#### 4.1.3.3 Faktor Penghambat Produksi

Hambatan merupakan gangguan yang disebabkan karena adanya hal-hal yang mengganggu proses kerja dilapangan. Hambatan ini tentu berdampak pada durasi waktu kerja yang direncanakan. Waktu hambatan tersebut dapat mengurangi produktivitas dikarenakan banyaknya waktu yang terbuang. Selain waktu untuk produksi tertentu hal ini harus benar-benar diperhatikan agar tidak terlalu menimbulkan kerugian dengan tidak tercapainya target produksi sehingga membebankan ke bulan selanjutnya. Berikut hambatan-hambatan yang sering terjadi di Pit 2 Tambang Banko Barat

:

No	Hambatan	Jenis Hambatan	No	Hambatan	Jenis Hambatan
1	Kondisi Front	Front amblas-amblas	5	Man	Disposal <i>undulating</i>
		Front sempit			Perbaikan disposal
		Front undulating			Disposal <i>crowded</i>
		Surface floor tidak standar			<i>Attitude</i>
		Tinggi jenjang tidak standar			No operator
		Perbaikan front			Kompetensi Operator
		Bench longsor			
2	Kondisi Material	<i>Blast keras</i>	6	Kondisi Unit	<i>Breakdown Schedule</i>
		Keras <i>Non-blast</i>			<i>Breakdown Unschedule</i>
		Material pasiran			<i>Problem Electric</i>
		No material			<i>Incident</i>
		<i>Free Dig</i>	7	<i>Delay Time</i>	<i>Waiting for blasting</i>
		Material lunak			Evakuasi <i>blasting</i>
		Material lumpur			<i>Start rest time</i>
		Material <i>top soil</i>			<i>Stop rest time</i>
3	Kondisi Jalan	Debu			<i>Start operasi</i>
		Jalan <i>undulating</i>			Travel pindah front
		Penyempitan jalan			<i>Waiting fuel</i>

		<i>Slippery</i>			<i>Unit support kurang</i>
		Perbaikan jalan	8	<i>Weather</i>	Hujan
4	Kondisi Disposal	Disposal sempit			Kabut

( Sumber : Database satker Penambangan Elektrifikasi Banko Barat PT. Bukit Asam )

Tabel 4.6. Faktor Penghambat Produksi



Gambar 4.7 Penyempitan Jalan



Gambar 4.8 Kabut dan Debu



Gambar 4.9 Material Lumpur

No	Jenis Hambatan	Cara Mengatasi
1.	Front Amblas, Front Sempit	Faktor pengawasan sebaiknya semakin diperhatikan terutama komunikasi antara pengawas lapangan dengan operator.
		Pemilihan lokasi penggalian yang tepat merupakan cara untuk mengatasi alat amblas dan meningkatkan nilai lose time yang banyak.
		Perawatan front oleh alat penunjang. Untuk itu disarankan agar ditambahkan alat grader pada Pit 2 Banko Barat
2.	Kondisi Jalan	Sebaiknya jalan hauling dibuat sesuai dengan Standar Operasional Prosedur yaitu $3,5 \times$ lebar alat.
		Penyiraman yang dilakukan oleh water tank semakin ditingkatkan lagi, untuk mengurangi banyaknya debu di area kerja <i>shovel</i> maupun jalan hauling menuju disposal.
3.	Kondisi Unit	<i>Breakdown schedule</i> yang tidak sesuai menyebabkan rendahnya nilai dari beberapa parameter faktor availability, sebaiknya diminimalkan lagi, untuk memaksimalkan kinerja unit.
		<i>Problem Electric</i> yang memakan waktu cukup lama sebaiknya diminimalkan kembali oleh pihak PLTU Banko Barat
4.	<i>Delay Time</i>	<i>Waiting for blasting</i> , Evakuasi <i>blasting</i> , <i>Start rest time</i> , <i>Stop rest time</i> , <i>Start operasi</i> , merupakan beberapa faktor yang menghasilkan <i>delay time</i> yang lumayan menguranni jam operasional. Sehingga penepatan waktu yang baik akan mengurangi nilai dari <i>delay time</i> tersebut.

Tabel 4.7. Cara Mengatasi Hambatan Produksi

## 4.2. Pembahasan

### 4.2.1. Kondisi Aktual Lapangan

- SE-3001

Kondisi aktual lapangan SE-3001 didominasi oleh material lunak yang bernilai  $\pm 1 - 50$  Mpa. Jenis material pada bagian SE-3001 berupa *top soil*. *Top soil* biasanya mengandung bahan-bahan alami yang bersifat menyuburkan tanah, seperti dedaunan, ranting-ranting kayu yang telah mati. Ada banyak kandungan bahan alami yang terdapat atau yang menyusun *top soil* ini. Beberapa zat atau bahan yang terkandung di dalam *top soil* antara lain adalah tanah lempung, kompos, dan pasir. Dalam proses pengupasan lapisan tanah pada SE-3001 tidak perlu adanya bantuan pengeboran dan peledakan.

Keadaan aktual lapangan seperti ini, sering terjadi alat angkut yang amblas, karena komposisi tanah yang sangat subur dan tidak kuat terhadap tekanan berat. Namun, untuk alat *shovel* sendiri keadaan material *top soil* masih memungkinkan alat gali muat untuk beroperasi dengan baik. Dalam keadaan seperti ini, operator diharapkan mampu memilih lokasi kerja yang aman untuk alat berat agar tidak memunculkan keadaan bahaya bagi alat maupun untuk operator.

Pada kondisi aktual di lapangan, lokasi SE-3001 merupakan kondisi lapangan yang baik untuk alat *shovel* sementara untuk alat angkutnya tidak termasuk kedalam kondisi aman. Pada keadaan aktual di lapangan sering terjadinya alat angkut yang amblas, sehingga meningkatkan nilai *loss time*.

- SE-3002

Jenis material pada SE-3002 berupa lempung dan batupasir tufaan. Sehingga pada proses penggalian material tidak diperlukan bantuan pengeboran dan peledakan. Namun, durasi waktu untuk penggalian lebih lama dibandingkan dengan SE-3001 karena kekerasan material yang digali cukup kuat.

Lokasi SE-3002 merupakan lokasi yang tepat dan baik untuk melakukan kegiatan operasional karena lokasi kerja yang aman. Kemampuan alat yang mampu menggali tanpa pengeboran dan peledakan, dan lokasi aman untuk berat alat karena mengandung komposisi material tanah yang sedang untuk menahan bobot dari alat.

Lokasi SE-3002 merupakan kondisi ideal untuk melakukan kegiatan pengupasan *overburden*. Pada kondisi aktual di lapangan, *shovel* mampu bekerja dengan baik dengan kondisi lapangan SE-3002. Kondisi material yang kekerasannya sedang, mampu menahan bobot alat gali muat maupun alat angkut.

- SE-3003

Jenis material pada SE-3003 berupa lempung yang sifatnya keras. Pada lokasi ini diperlukan adanya bantuan pengeboran dan peledakan. Selain mempermudah dalam kinerja alat untuk beroperasi peledakan juga ditujukan untuk memenuhi target produksi.

Lokasi SE-3003 merupakan daerah yang termasuk sukar selain dari jenis materialnya, lokasi SE-3003 berada tepat di dekat penggalian

batubara. Cakupan *shovel* untuk beroperasi semakin tidak bebas, karena adanya aktivitas *coal getting* di sekitar daerah pengupasan *overburden* tersebut. Kendala lain dalam penggalian adalah lokasi *sump* yang berada di sekitaran penggalian *overburden* SE-3003. Pada bulan April 2019, curah hujan yang tinggi mengakibatkan terendamnya lokasi operasi SE-3003. Akibat dari banjir tersebut, alat SE-3003 menghasilkan nilai *stand by* yang cukup tinggi karena berhenti operasi untuk sementara waktu.

Lokasi SE-3003 tidak termasuk keadaan lokasi kerja yang baik. Selain pengaruh dari keadaan material, adanya aktivitas *coal getting* menjadi salah satu faktor tidak bebasnya *shovel* untuk bergerak.

#### **4.2.2. Ketersediaan Alat dan Produktivitas *Shovel***

##### **4.2.2.1. Ketersediaan Alat *Shovel***

Pada kegiatan penambangan di Pit 2 Tambang Banko Barat menerapkan sistem elektrifikasi sebagai penggerak utama alat gali muat *Shovel* Komatsu PC3000E-6. Dalam hal ini, peneliti menghitung nilai ketersediaan alat agar bisa dievaluasi untuk memberikan masukan terhadap kinerja alat tersebut. Dalam kegiatan pengupasan *overburden* alat gali muat memiliki 4 faktor availability, yaitu *Physical Availability* ( PA ), *Mechanical Availability* ( MA ), *Effective Utilization* ( EU ), dan *Use of Availability* ( UA ). Standar *factor availability* adalah baik : 83

%, normal sedang : 73 %, kurang baik : 67 %, dan buruk : 58 %. Berikut adalah pembahasan mengenai masing-masing faktor tersebut.

#### 4.2.2.1.1. *Mechanical Availability* ( Ketersediaan Mekanis )

- MA SE-3001

Dari hasil pengumpulan dan pengolahan data penulis pada bulan April 2019 diketahui realisasi *Mechanical Availability* ( MA ) sebesar 97,2 %. Hasil tersebut dapat diketahui dari nilai  $w = 417$  jam,  $r = 12$  jam,  $s = 291$  jam yang telah dihitung menggunakan rumus MA. Persentasi yang mencapai angka 97,2 % sebaiknya dipertahankan untuk meningkatkan ketersediaan mekanis SE-3001. Maka hasil tersebut merupakan realisasi kategori baik, karena persentasinya diatas 83 %. Jumlah waktu operasi pada ketiga unit yang paling tinggi terdapat pada unit SE-3001, dan memiliki nilai *standby* dan *repair* yang lebih kecil dibandingkan unit lain. Hal tersebut yang menghasilkan nilai faktor availabilitynya semakin baik. Semakin tinggi nilai  $w$  suatu unit dan rendah nilai *stand by* dan *repair* suatu unit, akan menghasilkan nilai availability yang tergolong dalam kategori baik.

- MA SE-3002

Dari hasil pengumpulan dan pengolahan data penulis pada bulan April 2019 diketahui realisasi *Mechanical Availability* ( MA ) sebesar 97,37 %. Hasil tersebut dapat diketahui dari nilai  $w = 371$  jam,  $r = 10$  jam,  $s = 339$  jam yang telah dihitung menggunakan rumus MA. Persentasi yang mencapai angka 97,37 % sebaiknya dipertahankan untuk meningkatkan ketersediaan mekanis SE-3002. Maka hasil tersebut merupakan realisasi kategori baik, karena persentasinya diatas 83 %. Nilai persentase yang tinggi pada SE-3002 dibandingkan dengan SE-3001 yang didominasi oleh material lunak dipengaruhi oleh perbedaan waktu operasi, nilai *stand by* dan *repair* yang berbeda dari unit tersebut. Semakin tinggi nilai *stand by* dan nilai *repair* pada suatu unit, maka semakin kecil nilai persentase dari nilai faktor availabilitynya. Namun, harus dibandingkan juga dengan banyaknya waktu operasi dari alat tersebut. Semakin tinggi nilai  $w$  pada suatu unit, dan rendah nilai  $r$  dan  $s$  maka semakin tinggi nilai persentase akhir untuk nilai faktor availabilitynya.

- MA SE-3003

Dari hasil pengumpulan dan pengolahan data penulis pada bulan April 2019 diketahui realisasi *Mechanical*

*Availability* ( MA ) sebesar 94,96 %. Hasil tersebut dapat diketahui dari nilai  $w = 349$  jam,  $r = 18,5$  jam,  $s = 352,5$  jam yang telah dihitung menggunakan rumus MA. Persentasi yang mencapai angka 94,96 % sebaiknya dipertahankan untuk meningkatkan ketersediaan mekanis SE-3003. Maka hasil tersebut merupakan realisasi kategori baik, karena persentasinya diatas 83 %.

Nilai UA dan EU pada hasil akhir menyatakan kategori buruk karena tidak mencapai persentase yang tinggi. Hal tersebut terjadi karena tingginya nilai *stand by* dan *repair* pada ketiga unit tersebut. Nilai UA dan EU sangat rendah dengan persentase dibawah dari standar kondisi alat yang baik.

#### 4.2.2.1.2. *Physical Availability* ( Ketersediaan Fisik )

- PA SE-3001

Dari hasil pengumpulan dan pengolahan data penulis pada bulan April 2019 diketahui realisasi *Physical Availability* ( PA ) sebesar 98,34 %. Hasil tersebut dapat diketahui dari data  $w$ ,  $r$ ,  $s$  yang telah dihitung menggunakan rumus PA. Maka hasil tersebut merupakan realisasi kategori baik, karena persentasinya diatas 83 %.

- PA SE-3002

Dari hasil pengumpulan dan pengolahan data penulis pada bulan April 2019 diketahui realisasi *Physical Availability* ( PA ) sebesar 98,61 %. Hasil tersebut dapat diketahui dari data w, r, s yang telah dihitung menggunakan rumus PA. Maka hasil tersebut merupakan realisasi kategori baik, karena persentasinya diatas 83 %.

- PA SE-3003

Dari hasil pengumpulan dan pengolahan data penulis pada bulan April 2019 diketahui realisasi *Physical Availability* ( PA ) sebesar 97,43 %. Hasil tersebut dapat diketahui dari data w, r, s yang telah dihitung menggunakan rumus PA. Maka hasil tersebut merupakan realisasi kategori baik, karena persentasinya diatas 83 %.

#### 4.2.2.1.3. *Effective Utilization* ( Waktu Kerja Efektif )

- EU SE-3001

Dari hasil pengumpulan dan pengolahan data penulis pada bulan April 2019 diketahui realisasi *Effective Utilization* ( EU ) sebesar 58,90 %. Hasil tersebut dapat diketahui dari data w, r, s yang telah dihitung menggunakan rumus EU. Maka hasil tersebut merupakan realisasi kategori buruk, karena persentasinya diatas 58 %. Hal tersebut dapat

terjadi karena adanya waktu *stand by* yang sangat lama pada alat.

- EU SE-3002

Dari hasil pengumpulan dan pengolahan data penulis pada bulan April 2019 diketahui realisasi *Effective Utilization* ( EU ) sebesar 52,25 %. Hasil tersebut dapat diketahui dari data w, r, s yang telah dihitung menggunakan rumus EU. Maka hasil tersebut merupakan realisasi kategori buruk, karena persentasinya dibawah 58 %. Hal tersebut dapat terjadi karena adanya waktu *stand by* yang sangat lama pada alat.

- EU SE-3003

Dari hasil pengumpulan dan pengolahan data penulis pada bulan April 2019 diketahui realisasi *Effective Utilization* ( EU ) sebesar 49,75 %. Hasil tersebut dapat diketahui dari data w, r, s yang telah dihitung menggunakan rumus EU. Maka hasil tersebut merupakan realisasi kategori buruk, karena persentasinya dibawah 58 %. Hal tersebut dapat terjadi karena adanya waktu *stand by* yang sangat lama pada alat.

#### 4.2.2.1.4. *Use of Availability* ( **Ketersediaan Pemakaian** )

- UA SE-3001

Dari hasil pengumpulan dan pengolahan data penulis pada bulan April 2019 diketahui realisasi *Use of Availability* ( UA ) sebesar 57,92 %. Hasil tersebut dapat diketahui dari data w, r, s yang telah dihitung menggunakan rumus UA. Maka hasil tersebut merupakan realisasi kategori buruk, karena persentasinya dibawah 58 %.

- UA SE-3002

Dari hasil pengumpulan dan pengolahan data penulis pada bulan April 2019 diketahui realisasi *Use of Availability* ( UA ) sebesar 51,53 %. Hasil tersebut dapat diketahui dari data w, r, s yang telah dihitung menggunakan rumus UA. Maka hasil tersebut merupakan realisasi kategori buruk, karena persentasinya dibawah 58 %.

- UA SE-3003

Dari hasil pengumpulan dan pengolahan data penulis pada bulan April 2019 diketahui realisasi *Use of Availability* ( UA ) sebesar 48,48 %. Hasil tersebut dapat diketahui dari data w, r, s yang telah dihitung menggunakan rumus UA. Maka hasil tersebut merupakan realisasi kategori buruk, karena persentasinya dibawah 58 %.

#### 4.2.2.2. Produktivitas Alat *Shovel* Komatsu PC3000E-6

Pada kegiatan penambangan di Pit 2 Tambang Banko Barat ditentukan besaran rencana produksi yang harus dicapai. Dari pengumpulan data dan pengolahan data penulis pada Bulan April 2019, diketahui rencana produksi *overburden* sebesar 876.000 BCM, dengan realisasi produksi sebesar 669.187,42BCM, yaitu ketercapaian produksi *overburden* adalah 76,39 % dari rencana awal. Maka produksi *overburden* pada Bulan April 2019 tidak tercapai dengan nilai deviasi *overburden* sebesar 206.812,58 BCM atau 23,61 % dari rencana awal.

Hasil realisasi 669.187,42 BCM diperoleh dari 3 alat *shovel* yakni SE-3001, SE-3002, SE-3003. Produktivitas dari masing-masing alat gali muat juga berbeda. Hal tersebut diakibatkan oleh nilai *cycle time* yang berbeda juga. Pada SE-3001 didapatkan produktivitas sebesar 559,36 BCM/jam dengan nilai *cycle time* sebesar 39,74 detik. Hasil tersebut kemudian dikalikan dengan jam kerja efektif sebesar 417 jam. Maka hasil produksi SE-3001 pada bulan April 2019 adalah sebesar 233.253,12 BCM.

Pada SE-3002 didapatkan produktivitas sebesar 687,14 BCM/jam dengan nilai *cycle time* sebesar 32,35 detik. Hasil

tersebut kemudian dikalikan dengan jam kerja efektif sebesar 371 jam. Maka hasil produksi SE-3002 pada bulan April 2019 adalah sebesar 254.928,94 BCM.

Pada SE-3003 didapatkan produktivitas sebesar 518,64 BCM/jam dengan nilai *cycle time* sebesar 42,86 detik. Hasil tersebut kemudian dikalikan dengan jam kerja efektif sebesar 349 jam. Maka hasil produksi SE-3003 pada bulan April 2019 adalah sebesar 181.005,36 BCM.

Hasil produksi dari ketiga alat tersebut kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan hasil produksi *overburden* Pit 2 Banko Barat, yaitu 669.187,42 BCM pada bulan April 2019. Hasil deviasi diperoleh dari produksi rencana dikurang dengan produksi aktual, menghasilkan nilai 206.812,58 BCM.

#### 4.2.2.3. Evaluasi Alat *Shovel* Komatsu PC3000E-6

- SE-3001

Pada hasil kinerja alat, peneliti fokus membahas mengenai *effective utilization*, dan *use of availability*, karena kinerjanya termasuk dalam kategori buruk. Hal ini disebabkan oleh tingginya jam *stand by* dan jam *break down* pada setiap alat. Nilai *Stand by* didapatkan dari beberapa hambatan yaitu waktu tunggu alat angkut yang lama. Alat angkut memiliki nilai *waiting* yang tinggi karena tidak tepatnya penerapan SOP

jalan pada Pit 2 Banko Barat. Di sisi lain, *front* kerja yang tidak aman dan nyaman menyebabkan alat gali muat tidak bekerja secara optimal. Pada *front* kerja SE-3001 kondisi lapangannya termasuk kondisi yang tidak ideal, karena materialnya sangat lunak. Hal tersebut menyebabkan seringnya alat angkut amblas dan meningkatkan nilai *loss time* yang tinggi. Namun, untuk nilai *Mechanical Availability* dan nilai *Physical Availability*nya memiliki nilai persentase yang baik. Sedangkan, untuk nilai *Use of Availability* dan *Effective Utilization* memiliki nilai persentase yang rendah dan termasuk kategori buruk. Hal tersebut berasal dari waktu *repair* dan *stanby* yang termasuk tinggi. Kondisi tersebut berasal dari alat *shovel* tersebut.

- SE-3002

Pada *front* kerja SE-3002 kondisi lapangannya termasuk kondisi ideal untuk bekerja. Kekerasan material yang kuat untuk menopang alat angkut dan alat *shovel* mempermudah dalam pengupasan *overburden*. Alat *Shovel* tidak memerlukan adanya bantuan peledakan karena alat tersebut mampu menggali sendiri material pada lapangan SE-3002. *Front* kerja yang luas, memampukan *shovel* untuk bekerja bebas.

Namun, pada kondisi fisik *shovel* SE-3002 yang kurang baik menyebabkan waktu kerja efektif yang sedikit.

Perbaikan dan perawatan pada SE-3002 menyebabkan tingginya waktu perbaikan dan waktu *standy*. Hal tersebut bisa mengurangi nilai produksi dari alat tersebut.

- SE-3003

*Front* kerja SE-3003 berada di dekat pengambilan batubara yang mengakibatkan cakupan kerja *shovel* tidak luas dan tidak bebas bergerak. Kekerasan material yang keras pada *front* ini menyebabkan kinerja *shovel* sedikit lambat dan membutuhkan bantuan dari peledakan. Selain mempercepat kinerja *shovel*, kegiatan peledakan diharapkan memenuhi target produksi. Kondisi lapangan SE-3003 tidak termasuk dalam kategori ideal. Namun mampu melakukan kegiatan produksi.

Waktu kerja pada *front* ini termasuk rendah, yang menyebabkan produksinya tidak banyak. Hal tersebut berasal dari nilai *repair* dan *standby* alat yang cukup tinggi. Waktu *repair* tersebut merupakan perbaikan dan perawatan dari alat *shovel*.

Kemudian tidak tercapainya produktivitas alat gali muat juga dapat mempengaruhi hasil produksi. Ketidaktercapaian produktivitas alat gali muat pada Pit 2 Banko Barat khususnya dipengaruhi oleh *grade* jalan yang tidak sesuai dengan standar,

kurangnya alat penunjang. Pada kegiatan penambangan, selain memerlukan alat gali muat dan angkut untuk kegiatan produksi, juga harus disertai dengan alat penunjang. Alat penunjang pada Pit 2 Banko Barat sangat minim terutama alat *grader*. Pada Pit 2 Banko Barat alat *grader* penggunaannya satu alat untuk 2 Pit, yaitu Pit 2 Banko Barat dan Pit 3 Timur Banko Barat, sehingga *grader* tidak maksimal dalam bekerja. *Grader* sendiri berfungsi untuk meratakan jalan *front* kerja penambangan, baik pada jalan *hauling* maupun *loading point*. Keadaan *front* yang lunak pada alat SE-3001 menyebabkan alat angkut amblas. Ketika alat angkut amblas, maka alat gali muat berhenti berproduksi untuk membantu alat angkut tersebut. Pada saat *grader* meratakan *front* alat gali muat juga berhenti berproduksi.

Faktor pengawasan dilapangan termasuk hal yang sangat penting pada kegiatan produksi. Akan tetapi penulis menemukan bahwa pengawasan lapangan sangat minim. Pada Pit 2 Banko Barat hanya memiliki 1 (satu) pengawas dari PT. SBS (kontraktor) dan 3 (*supervisor*) dari PT. Bukit Asam Tbk (*owner*). Hal ini menyebabkan kurangnya pengawasan pada setiap alat gali muat dalam pengupasan *overburden* maupun pengangkutan ke *disposal area* sehingga dapat mengakibatkan ketidaktercapaian rencana produksi.

Kondisi cuaca, terjadinya hujan yang durasinya cukup lama sehingga menghambat operasi dikarenakan alat tidak beroperasi saat hujan. Setelah hujan pun jalan perlu kembali di rawat agar tidak terjadi *slippery*.

Perawatan pada *front* penambangan ini menyebabkan *loss time* dikarenakan pada saat *front* dirawat dengan *bulldozer*, *belaz* tidak dapat melakukan manuver untuk *loading* sehingga menghambat operasi penambangan.

*Unscheduled Breakdown*, permasalahan pada kabel listrik *Shovel* Komatsu PC3000E-6 ataupun aliran listrik yang terputus membuat *Shovel* tidak dapat beroperasi sama sekali sehingga produksi terhenti. Di sisi lain, ketika PLTU dalam waktu perawatan maupun perbaikan, maka aliran listrik pada *shovel* akan diputus sementara.

*Front* Amblas-amblas merupakan hambatan yang menghasilkan waktu tunggu yang sangat banyak. Ketika pengamatan di lapangan, saat *Shovel* loading ke alat angkut dengan kondisi tanah yang lunak dan massa *belaz* sangat berat menyebabkan alat angkut amblas. Untuk mengeluarkan alat angkut dari kubahan amblasannya, *bucket shovel* digunakan untuk mendorong alat angkut keluar dari tanah amblas tersebut. Ketika alat angkut dalam keadaan amblas dan sudah *loading* material, maka alat angkut akan melakukan *dumping*

di *front* tersebut. Sehingga, hal tersebut mampu membuat *loss time* yang sangat tinggi.

Jalan *Hauling* yang sempit sehingga menghasilkan *loss time* yang banyak. Keadaan tersebut terjadi karena ukuran jalan *hauling* tidak sesuai dengan Standart Operasional Prosedur yaitu  $3,5 \times$  Lebar alat. Sementara pada kenyataan di lapangan hanya berkisar  $2,5 \times$  Lebar alat di beberapa bagian jalan *hauling*, sehingga ketika alat angkut berpapasan dengan alat angkut yang lain maka salah satu dari alat angkut tersebut harus berhenti.

*Skill Operator* yang masih dibawah standar, dikarenakan jam terbang dari operator yang masih rendah sehingga dalam pengoperasian alat masih banyak gerakan-gerakan alat yang tidak perlu, menyebabkan penambahan waktu edar alat.

#### 4.2.2.4. Upaya Peningkatan Operasional Alat Gali Muat

Peningkatan operasional dari alat mekanis dapat dilakukan dengan beberapa upaya untuk mengatasi hambatan-hambatan yang terjadi selama pengamatan lapangan dilakukan. Upaya yang dapat dilakukan antara lain adalah sebagai berikut :

##### 1. Peningkatan Effisiensi Kerja

Peningkatan effisiensi kerja didapatkan dengan mengurangi waktu hambatan yang sering terjadi di

lapangan. Hambatan pada kategori *delay time* yang dapat dihilangkan seperti *Start Operasi*, *Stop Operasi*, *Start Rest Time*, dan *Stop Rest Time*. Setelah waktu hambatan tersebut dikurangi maka didapatkan efisiensi kerja yang lebih bagus.

## 2. Peningkatan nilai EU dan UA

Peningkatan nilai EU dan UA adalah dengan mengupayakan agar waktu kerja efektif semakin tinggi dan jam *breakdown* maupun *stand by* semakin berkurang. Hal-hal yang berkaitan dengan banyaknya waktu tunggu, diharapkan lebih diperhatikan lagi untuk meningkatkan ketercapaian produksi.

## 3. Pengawasan

Peningkatan pengawasan dari penanggung jawab lapangan sebaiknya lebih diperhatikan untuk mengurangi resiko alat angkut atau *front* yang amblas. Pada keadaan aktual di lapangan, sering terjadi *miss* komunikasi diantara pengawas dan operator. Koordinasi dari pihak pengawas biasanya dilakukan dari anjungan yang melihat dari jarak yang cukup jauh, sehingga tidak memperhatikan aktual lapangan, apakah material lunak atau tidak.

Sementara operator harus mematuhi arahan dari pengawas yang mengharuskan bekerja pada material lunak, dan terjadilah alat angkut amblas. Koordinasi yang baik antara pengawas lapangan dengan operator akan mengurangi dampak resiko yang tidak diinginkan. Ketika pengamatan di lapangan, pengawas jarang terlihat di area dekat *front* sehingga beberapa alat angkut menjadi amblas dan mengakibatkan *loss time* yang sangat banyak. Sebaiknya pegawai lapangan lebih memperhatikan lagi kegiatan produksi *overburden*. Sebaiknya pengawas lebih memperhatikan lagi di tempat-tempat seperti dekat *front* untuk mengoptimalkan hasil kinerja dari *shovel* tersebut. Peningkatan jumlah pengawas diharapkan mampu menaikkan produktivitas dari alat gali muat tersebut.

#### 4. Penambahan Alat Penunjang

Menambahkan alat penunjang produksi dalam upaya mencapai target juga sangat penting. Hal ini agar fungsi alat-alat produksi dapat berkerja secara maksimal. Dalam hal ini penulis mengharapkan adanya penambahan *grader* pada Pit 2 Banko Barat. Pada keadaan aktual di lapangan tersedia 1 *grader* yang digunakan secara bergantian antara Pit 2 Banko Barat dan Pit 3 Timur. Sementara jarak antara Pit 2 dan Pit 3 lumayan jauh.

Pergantian penggunaan alat *grader* yang cukup penting dalam perbaikan jalan *hauling* membuat kurang optimalnya kinerja alat gali muat dan alat angkut.



## BAB V

### PENUTUP

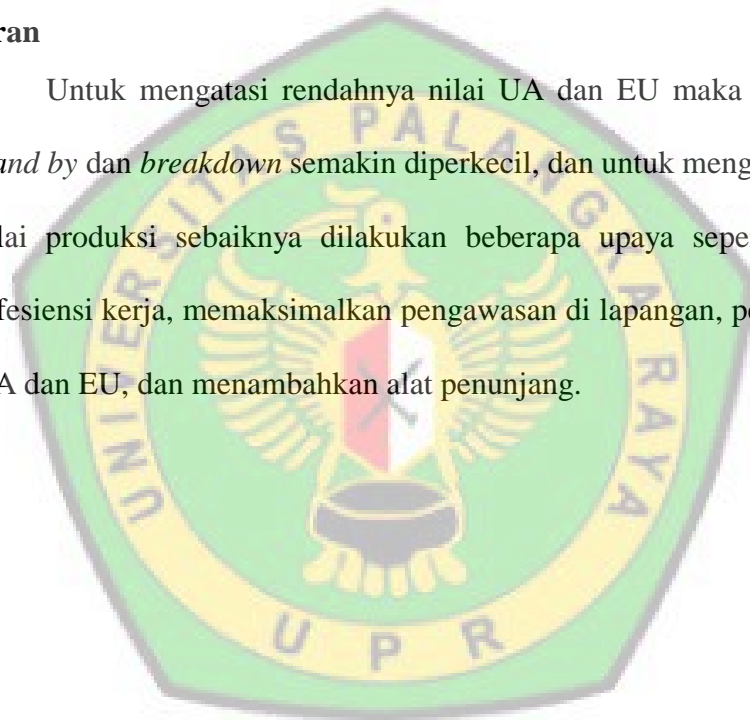
#### 5.1. Kesimpulan

1. Kondisi SE-3001 merupakan kondisi kerja yang baik untuk alat *shovel* tapi tidak untuk alat angkut. Lokasi tersebut belum termasuk kondisi baik untuk melakukan kegiatan produksi. Kondisi lapangan SE-3002 merupakan kondisi lapangan yang ideal, dengan *front* kerja yang aman. Kondisi Lapangan SE-3003 merupakan kondisi kerja yang kurang baik. Kerasnya material pada lapangan SE- 3003 mengharuskan adanya kegiatan peledakan. Selain kegiatan peledakan, cakupan *shovel* untuk bekerja tidak luas karena adanya kegiatan *coal getting* di sekitaran *shovel*.
2. Nilai MA dan PA pada setiap *shovel* termasuk kategori baik karena menunjukkan hasil akhir dengan persentase yang tinggi. Sementara untuk nilai UA dan EU termasuk kategori buruk karena persentase akhirnya sangat rendah. Hal ini dipengaruhi oleh tingginya nilai *repair* dan *standy* yang lumayan tinggi pada bulan tersebut. Nilai Ketercapaian target produksi terhadap realisasi di lapangan meliputi, rencana produksi *overburden* sebesar 876.000 BCM, dengan realisasi produksi sebesar 669.187,42 %, yaitu ketercapaian produksi *overburden* adalah 76,39 % dari rencana awal. Sehingga hasil deviasi produksi sebesar 206.812,58 BCM atau 23,61 %.
3. Nilai MA dan PA pada setiap unit, tergolong dalam kategori baik karena bernilai diatas standar yaitu diatas 83 %. Sedangkan untuk nilai UA dan

EU pada setiap unit *shovel* tergolong dalam kategori buruk karena berada tepat pada standar dan dibawah standar yaitu 58%. Hal tersebut dapat terjadi karena tingginya nilai *breakdown* dan *stand by* pada alat sehingga menghasilkan waktu kerja efektif yang sedikit dan ketersediaan pemakaian yang sedikit. Waktu kerja efektif yang sedikit sangat berpengaruh terhadap produksi.

## 5.2. Saran

Untuk mengatasi rendahnya nilai UA dan EU maka sebaiknya nilai *stand by* dan *breakdown* semakin diperkecil, dan untuk mengatasi rendahnya nilai produksi sebaiknya dilakukan beberapa upaya seperti peningkatan efisiensi kerja, memaksimalkan pengawasan di lapangan, peningkatan nilai UA dan EU, dan menambahkan alat penunjang.



## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2015. *Specification and Application Handbook, 31<sup>th</sup> Edition*, Komatsu, Ltd
- Anonim. 2015. *Belaz 75135 OJSC Handbook & HM400-2 Specification “Belarusian Autoworks”*, Belarusian Automobile Plant.  
*Annual Report*, PT. Bukit Asam, Tbk.
- Arif, Irwandy. 2014. *Batubara Indonesia*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Umum
- Bieniaswski, Z. T. 1989. *Engineering Rock Mass Classification*. New York: Wiley Interscience.
- Hartman, H. L. & Mutmansky J.M. 2002. *Introductory Mining Engineering*. Awiley Interscience Publication: New York.
- Haryanto, Sukandarrumidi. 2008. *Dasar-dasar Penulisan Proposal Penelitian*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Indonesianto, Y. 2005. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Yogyakarta: UPN “Veteran” Yogyakarta.
- Projosumarto, P. 2000. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Sudarsono, Arief, S. 2003. *Pengantar Preparasi dan Pencucian Batubara*. Bandung: Departemen Teknik Pertambangan ITB.
- Sukandarrumidi. 2009. *Batubara dan Pemanfaatannya*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Tenriajeng, A. T. 2003. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Jakarta: Universitas Gunadarma.