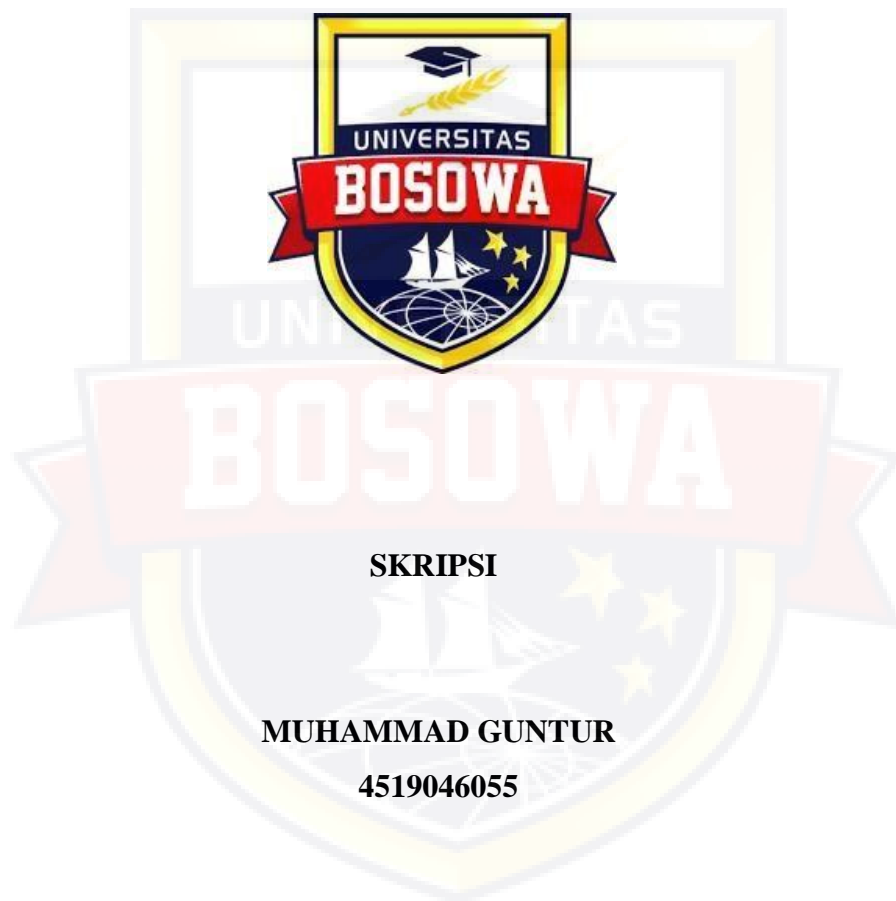


**OPTIMASI PRODUKSI ALAT MUAT DAN ALAT ANGKUT
DI PT. DARMA HENWA SITE KECAMATAN BENGALON
PROVINSI KALIMANTAN TIMUR**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA
MAKASSAR**

2023

**OPTIMASI PRODUKSI ALAT MUAT DAN ALAT ALAT ANGKUT
DI PT DARMA HENWA SITE KECAMATAN BENGALON
PROVINSI KALIMANTAN TIMUR**

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Program Sarjana Strata Satu (S1)
Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Bosowa

Disusun dan Diajukan Oleh:

MUHAMMAD GUNTUR

4519046055

**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA
MAKASSAR**

2023

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Judul Skripsi : Optimasi Produksi Alat Muat dan Alat Angkut di PT Darma Henwa Site Kecamatan Bengalon Provinsi Kalimantan Timur.

Nama Penulis : Muhammad Guntur
NIM : 4519046055


Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan pada Seminar Hasil.


Makassar, 07 Agustus 2023

Mengetahui,


Pembimbing I

Pembimbing II


Enni Tri Mahyuni, S.T., MT.
NIDN : 0912127306


A. Al'faizah Ma'rief, S.T., M.T
NIDN : 0920108503

Menyetujui,
Ketua Prodi/Jurusan
Teknik Pertambangan Universitas Bosowa

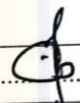
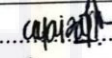
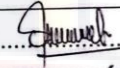
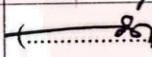

Enni Tri Mahyuni, S.T., MT.
NIDN : 0912127306

PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

Judul Skripsi : Optimasi Produksi Alat Muat dan Alat Angkut di PT Darma
Henwa Site Kecamatan Bengalon Provinsi Kalimantan Timur

Nama Penulis : Muhammad Guntur
Stambuk : 4519046055
Disetujui Tanggal : 07 Agustus 2023

TIM PENGUJI

Ketua	:	Enni Tri Mahyuni, S.T., M.T	(..... )
Sekretaris	:	A. Al'faizah Ma'rief, S.T., M.T	(..... )
Penguji 1	:	Hedianto, S.T., M.T	(..... )
Penguji 2	:	Moh. Khaidir Noor, S.T., M.T	(..... )

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Bosowa



Dr. H. Nasrullah, S.T., M.T

NIDN : 0908077301

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Guntur
NIM : 45 19 046 055
Jurusan : Teknik Pertambangan

Menyatakan dengan sebenar – benarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar – benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 3 Agustus 2023

Yang Menyatakan,



Muhammad Guntur

ABSTRAK

MUHAMMAD GUNTUR. “Optimasi Produksi Alat Muat Dan Alat Angkut di PT Darma Henwa Site Kecamatan Bengalon Provinsi Kalimantan Timur”.
(**Enni Tri Mahyuni S.T M.T dan A. Al’faizah Ma’rief ST. M.T**).

Produktivitas pertambangan PT Darma Henwa mencapai target produksi. Alat gali – muat yang digunakan adalah Liebherr 996 dengan kapasitas bucket 32 – 34 m³, sedangkan untuk alat angkut yaitu Dump truck 785 dengan kapasitas vessel 91 ton. Kombinasi alat dari keduanya sudah memenuhi target produktivitas pertambangan PT Darma Henwa. Produktivitas alat gali muat didapat sebesar 4.738.050 bcm/bulan dengan efisiensi kerja 80%. Produktivitas alat angkut sebesar 46.854 bcm/bulan, 183.582 bcm/bulan bcm untuk penggunaan 8 unit alat angkut dengan efisiensi kerja 80%. Kombinasi keduanya didapat swell faktor sebesar 0.9. Target produksi ini juga dipengaruhi oleh hambatan – hambatan yang tidak dapat dihindari. Setelah melakukan pengurangan waktu hambatan dapat meningkatkan waktu efisiensi kerja efektif yang menghasilkan efisiensi kerja alat gali muat 80% dan alat angkut sebesar 80%.

Kata Kunci : Alat Angkut, Alat Gali Muat, Efisiensi Kerja, Produktivitas.

ABSTRACT

MUHAMMAD GUNTUR *“Optimizing the Production of Loading Equipment and Transport Equipment at PT Darma Henwa Site, Bengalon District, East Kalimantan Province”*. (**Enni Tri Mahyuni S.T M.T dan A. Al’faizah Ma’rief S.T M.T**)

PT Darma Henwa's mining productivity reached production targets. The digging and loading equipment used is a Liebherr 996 with a bucket capacity of 32 – 34 m³, while the transportation equipment is a Dump truck 785 with a vessel capacity of 91 tons. The combination of tools from both has met PT Darma Henwa's mining productivity targets. The productivity of the loading digging equipment was found to be 14.738.050 bcm/month with a work efficiency of 80%. The productivity of transportation equipment is 46.854 bcm, 183.582 bcm/month for the use of 8 units of transportation equipment with work efficiency of 80%. The combination of the two produces a swell factor of 0.9. This production target is also influenced by obstacles that cannot be avoided. After reducing the obstacle time, it can increase the effective working efficiency time which results in a working efficiency of loading and digging equipment of 80% and transportation equipment of 80%.

Keywords: Conveyance Equipment, Digging Equipment, Work Efficiency, Productivity.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT berkat rahmat, Hidayah, dan Karunia-Nya kepada kita semua sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian dengan judul “**Optimasi Produksi Alat Angkut Dan Alat Muat Di PT. Darma Henwa Site Bengalon Kalimantan Timur**”. Proposal penelitian ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mengerjakan skripsi pada program Sastra-1 di Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa Makassar.

Penulis menyadari dalam penyusunan proposal Penelitian ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. **Ibu Enni Tri Mahyuni, ST, MT,** selaku Ketua Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar dan selaku Dosen Pembimbing I atas bimbingan, saran dan motivasi yang diberikan.
2. **Ibu A. Al’Faizah Ma’rief., S.T., M.T.** selaku Dosen Fakultas Teknik Universitas Bosowa sekaligus pembimbing II.
3. Segenap Dosen Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
4. Orang tua, Keluarga, teman-teman Angkatan 2019 Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar, atas doa, bimbingan, serta kasih sayang yang selalu tercurah selama ini.

Penulis menyadari proposal penelitian ini tidak luput dari berbagai kekurangan. Penulis mengharapkan saran dan kritik demi kesempurnaan dan perbaikannya sehingga akhirnya proposal penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi bidang pendidikan dan penerapan di lapangan serta bisa dikembangkan lagi lebih lanjut.

Makassar, 31 Agustus 2023

Muhammad Guntur

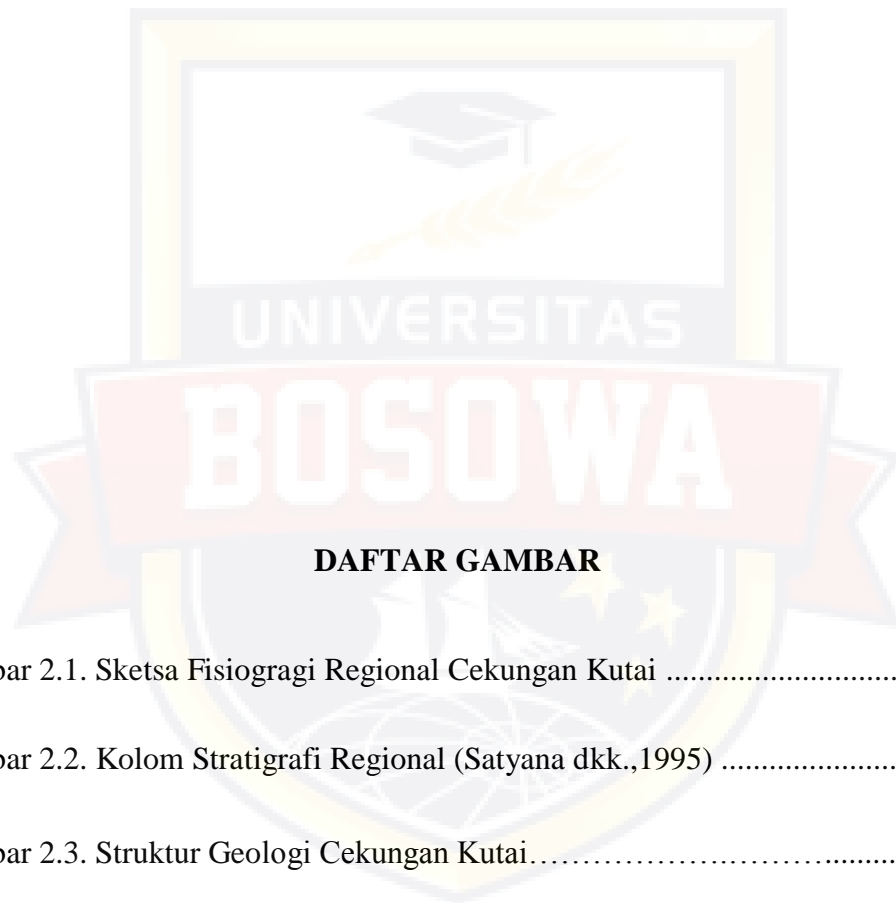
DAFTAR ISI

SAMPUL

HALAMAN	JUDUL
.....i	
PERSETUJUAN	PEMBIMBING
.....ii	
PENGESAHAN DEWAN PENGUJI	.....iii
PERNYATAAN KEASLIAN	SKRIPSI
.....iv	
ABSTRAK	
.....1	
ABSTRACK	.....2
KATA PENGANTAR	.....3
DAFTAR ISI	.....4
DAFTAR GAMBAR	.....7
DAFTAR TABEL	.....8
BAB 1 PENDAHULUAN	.....14
A. Latar Belakang	..... 14
B. Rumusan Masalah	..... 15
C. Batasan Masalah	..... 15
D. Tujuan Penelitian	..... 12
E. Manfaat Penelitian	..... 12
F. Penelitian Terdahulu	..... 12
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	.....20

A. Geologi Regional.....	20
1. Geomorfologi.....	20
2.	Statigrafi
.....	21
B.	Landasan teori
.....	27
C. Optimasi Usaha Penambangan	30
D.	Optimasi Kerja Alat
.....	31
E. Ketersediaan Alat Mekanis	31
F.	Kegiatan Penambangan
.....	31
G. Pembongkaran (<i>Breaking/Loosening</i>)	35
H.	Pemuatan (<i>Loading</i>)
.....	35
I.	Pengangkutan (<i>Hauling</i>)
.....	35
J. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Perbedaan Produktivitas	36
K. Alat-alat Tambang Utama	36
BAB III METODE PENELITIAN.....	47
A.	JENIS PENELITIAN
.....	47
B.	LOKASI PENELITIAN
.....	47

C.	TEKNIK	PENGUMPULAN	DATA
			.....49
D.		DIAGRAM	ALIR
			.....50
BAB	IV	HASIL	PENELITIAN
			DAN
			PEMBAHASAN
			.....51
A.			
HASIL			
			.....51
B. PEMBAHASAN			
			.....51
1.	Waktu Edar (<i>Cycle Time</i>)	Alat Muat	.....51
2.	Waktu Edar (<i>Cycle Time</i>)	Alat Angkut	.....52
3.	Faktor Pengisian Bucket	(Bucket Fill Faktor)	.....53
4.	Faktor Pengembangan	(Swell Faktor)	.....53
5.	Kondisi Tempat Kerja		.....54
6.	Produktivitas	Alat Muat	Dan
Angkut			Alat
			.....55
7.	Efisiensi Kerja		.....58
8.	Ketersediaan Alat		.....61
9.	Match Faktor		.....64
BAB V	PENUTUP	.....66	
A. KESIMPULAN	.....66		
B. SARAN	.....66		
DAFTAR PUSTAKA	.....68		



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Sketsa Fisiografi Regional Cekungan Kutai	20
Gambar 2.2. Kolom Stratigrafi Regional (Satyana dkk.,1995)	25
Gambar 2.3. Struktur Geologi Cekungan Kutai.....	26
Gambar 2.4 Posisi bucket Liebherr sementara menggali	29
Gambar 2.5 Top Loading (Sumber PT Darma Henwa,2022).....	41
Gambar 2.6 Bottom Loading (Sumber PT Darma Henwa, 2022)	42
Gambar 2.7 Pola Pemuatan Alat angkut dimuati alat gali muat	43
Gambar 2.8 Lokasi Penelitian (PT Darma Henwa,2022)	48

Gambar 2.9 Keadaan Dumping Point	54
--	----



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Waktu Edar (Cycle Time) Liebherr 996	52
Tabel 4.2 Waktu Edar (Cycle Time) Excavator sany 2050	52
Tabel 4.3 Waktu Edar Alat Angkut HD 465	53
Tabel 4.4 Waktu Edar Alat Angkut HD 830	53
Tabel 4.5 Tabel Efisiensi Alat Muat	58
Tabel 4.6 Tabel Efisiensi Alat Angkut	60

LAMPIRAN

LAMPIRAN I Produksi Alat Muat Liebherr 996	71
LAMPIRAN II Produksi Alat Muat Excavator Sany	73
LAMPIRAN III Produksi Alat Angkut HD 465	76
LAMPIRAN IV Produksi Alat Angkut HD 830	77
LAMPIRAN V Spesifikasi Alat	78



BAB I

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

PT Darma Henwa Site Bengalon Kalimantan Timur merupakan perusahaan yang bergerak di bidang jasa kontraktor penambangan umum. Hadir sebagai penyedia jasa kontraktor pertambangan di berbagai wilayah operasional yang memiliki reputasi yang sangat baik kombinas keunggulan operasional, manajemen asset yang efisien serta sumber daya manusia yang kompeten dan profesional menjadikan PT Darma Henwa Site Bengalon Kalimantan Timur menjadi salah satu perusahaan kontraktor pertambangan terkemuka di Indonesia. PT Darma Henwa Site memiliki 2 pit yang masih beroperasi yaitu pit B dan pit C penelitian ini dilakukan di pit B yang menerapkan metode penambangan terbuka (*open pit mining*), penelitian ini hanya meneliti satu pit saja yaitu di pit B.

Dalam melakukan pertambangan batubara terdapat beberapa jenis lapisan tanah yaitu lapisan pertama *topsoil* dan *sub soil*, lapisan kedua pasir dan *overburden*, dan lapisan terakhir tanah penutup (*overburden*) merupakan salah satu kegiatan yang dilakukan oleh kontraktor untuk mendapatkan batubara. Pengupasan lapisan tanah penutup (*overburden*) yang diawali dengan penggalian di *front loading* dan pengangkutan *ke disposal area* menggunakan peralatan mekanis,

berupa alat muat Liebherr 996 dengan volume *bucket* 92m² dan alat angkut HD 830 dengan volume *vessel* 92m² (Nurnilam, 2020).

Produktivitas merupakan serangkaian kegiatan untuk mencapai target yang optimal pada aktivitas operasional alat berat. Faktor-faktor seperti jam kerja, jam operasional alat, waktu edar alat, ukuran mangkuk (*bucket*) alat muat, faktor pengisian mangkuk (*bucket fill faktor*), efisiensi kerja serta faktor pengembangan material (*swell faktor*) merupakan faktor penting yang mempengaruhi nilai dari produktivitas alat (Ahmad Saifur Rahman,2022).

Berdasarkan uraian latar belakang diatas maka disusun penelitian tugas akhir dengan judul **“OPTIMASI PRODUKSI ALAT MUAT DAN ALAT ANGKUT DI PT DARMA HENWA SITE”**

B. RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan pernyataan di atas maka dalam penelitian ini merumuskan:

1. Berapa produksi alat muat dan alat angkut
2. Berapa MA,PA,UA,EU pada alat muat dan Alat Angkut
3. Berapa angka keserasian kerja (*match faktor*) pada pengupasan *overburden*.

C. BATASAN MASALAH

Dalam penelitian proposal ini, penulis membatasi masalah hanya pada:

1. Perhitungan produksi hanya berdasarkan data aktual yang diambil langsung dilapangan
2. Perhitungan MA,PA,UA,EU hanya berdasarkan data aktual yang diambil langsung dilapangan
3. Perhitungan keserasian alat muat dan alat angkut

D. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui:

1. Jumlah produksi alat muat dan alat angkut
2. Jumlah MA,PA,UA,EU alat muat dan alat angkut
3. Jumlah angka keserasian alat muat dan alat angkut

E. MANFAAT PENELITIAN

Adapun manfaat penelitian terhadap pemindahan *Overburden* di PT Darma Henwa Site adalah:

1. Penelitian ini dapat menjadi referensi dalam memahami tentang jumlah produksi, jumlah optimasi dan mengetahui jumlah angka keserasian didalam suatu perusahaan tambang yang berfokus pada bidang alat muat dan alat angkut
2. Sebagai tambahan ilmu yang bermanfaat buat penulis tentang produksi alat muat dan alat angkut yang baik untuk diterapkan didunia kerja nantinya

F. PENELITIAN TERDAHULU

- a. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Super A. (2019) dalam penelitiannya berjudul “*Optimalisasi Produksi Alat Angkut Dan*

Alat Muat Untuk Pemindahan Batubara Pada Operasi Penanganan Batubara 4 Satker Penbara Blok Timur Di PT. Bukit Asam Tbk, Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan". Jenis penelitian ini merupakan deskriptif, dengan menggunakan metode pendekatan kualitatif.

- b. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Yuyun F. (2019) dalam penelitiannya berjudul "*Optimalisasi Produksi Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Pada Pengupasan Overburden Dengan Menggunakan Metode Antrian Dan Kapasitas Produksi Di Pit 3 PT. Jambi Prima Coal, Kecamatan Mandiangin, Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi*". Jenis penelitian ini merupakan deskriptif, dengan menggunakan metode pendekatan kualitatif.
- c. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Muhammad N. (2017) dalam penelitiannya berjudul "*Optimalisasi Dan Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Pada Tambang Batu Granit Pada PT. Vitramar Property Air Mesum, Kecamatan Pangkalan Baru, Kabupaten Bangka Tengah*". Jenis penelitian ini merupakan deskriptif, dengan menggunakan metode pendekatan kualitatif.
- d. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Hj. Rezky A. (2016) dalam penelitiannya berjudul "*Produktivitas Alat Muat Dan Angkut Pada Pengupasan Lapisan Tanah Penutup Di Pit 8 Fleet Di PT. Jhonlin Baratama Joksita Satui Kalimantan Selatan*".

- e. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Marta B. (2018) dalam penelitiannya berjudul “*Optimasi Alat Muat Dan Alat Angkut Untuk Meningkatkan Produksi Limestone Setelah Indarung VI Berproduksi Di PT. Semen Padang*”. Jenis penelitian ini merupakan deskriptif, dengan menggunakan metode pendekatan kualitatif.
- f. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Sofwan Hadi (2020) dalam penelitiannya berjudul “*Pengamatan Pola Muat Terhadap Produktivitas Alat Gali Muat Pada Pengupasan Lapisan Tanah Penutup*”. Jenis penelitian ini merupakan deskriptif, dengan menggunakan metode pendekatan kuantitatif.
- g. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Dwi Mayanti (2010) dalam penelitiannya berjudul “*Kajian Teknis Produktivitas Alat Gali Muat Pada Tambang Batu Gamping di PT. Semen Tonasa Kabupaten Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan*”. Jenis penelitian ini merupakan deskriptif, dengan menggunakan metode pendekatan kuantitatif.
- h. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Irwan Edel (2016) dalam penelitiannya berjudul “*Kajian Teknis Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Pada Pencapaian Pengupasan Overburden 1.200.000 BCM di Pit Taman Tambang Air Laya Bulan September 2016 PT Bukit Asam (Perseto Tbk)*”. Jenis penelitian

ini merupakan deskriptif, dengan menggunakan metode pendekatan kuantitatif.

- i. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Afwan Assidiqi (2022) dalam penelitiannya berjudul *“Optimalisasi Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Pada Kegiatan Pengupasan Overburden Untuk Mencapai Target Produksi”*. Jenis penelitian ini merupakan deskriptif, dengan menggunakan metode pendekatan kuantitatif.
- j. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Muh Nasuhi (2017) dalam penelitiannya berjudul *“Optimalisasi Dan Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Pada Tambang Batu Granit PT Vitrama Properti di Desa Air Mesu, Kecamatan Pangkalan Baru, Kabupaten Bangka Tengah*. Jenis penelitian ini merupakan deskriptif, dengan menggunakan metode pendekatan kuantitatif.

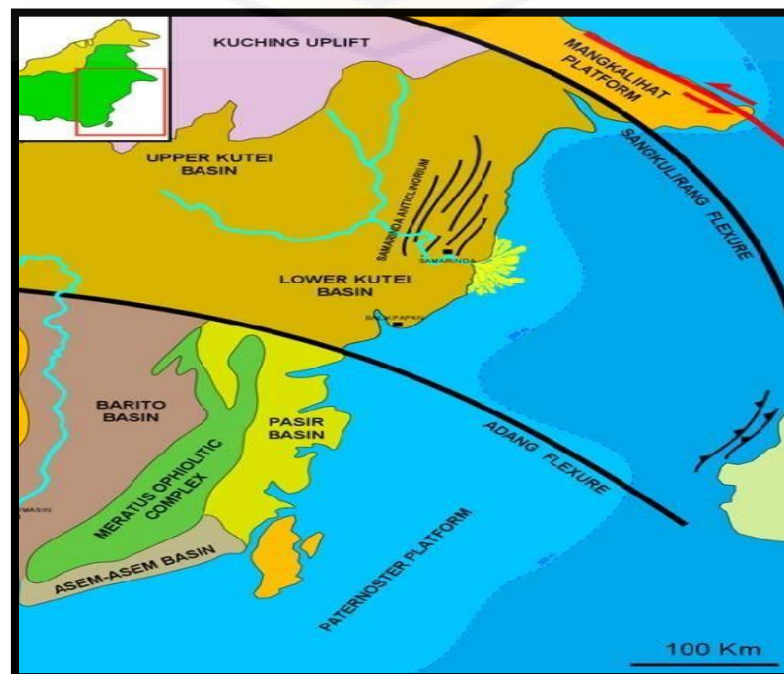
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. GEOLOGI REGIONAL

1. Geomorfologi

Cekungan Kutai merupakan salah satu cekungan di Indonesia yang menutupi daerah seluas $\pm 60.000 \text{ km}^2$ dan mengandung endapan berumur Tersier dengan ketebalan mencapai 14 km (Rose dan Hartono, 1971 *op.cit.* Mora dkk.,2001). Cekungan ini merupakan cekungan terbesar dan terdalam di Indonesia Bagian Timur. Cekungan Kutai terletak di tepi bagian timur dari Paparan Sunda, yang dihasilkan sebagai akibat dari gaya ekstensi di bagian selatan Lempeng Eurasia (Howes, 1977 *op.cit.* Allen & Chambers, 1998).



Gambar 2.1. Sketsa Fisiografi Regional Cekungan Kutai (Chambers dan Moss, 2000)

Cekungan (gambar 2.1) dibatasi di bagian utara oleh suatu daerah tinggian batuan dasar yang terjadi pada Oligosen (Chambers dan Moss, 2000), yaitu Tinggian Mangkalihat dan Sesar Sangkulirang yang memisahkannya dengan Cekungan Tarakan. Di bagian timur daerah cekungan ini, terdapat Delta Mahakam yang terbuka ke Selat Makasar. Di bagian barat, cekungan dibatasi oleh daerah Tinggian Kuching (*Central Kalimantan Ranges*) yang berumur Kapur (Chambers dan Moss, 2000). Di bagian tenggara cekungan ini, terdapat Paparan Paternoster yang dipisahkan oleh gugusan Pegunungan Meratus. Di bagian selatan cekungan ini, dijumpai Cekungan Barito yang dipisahkan oleh Sesar Adang.

2. STATIGRAFI

Menurut Allen dan Chambers (1998), Cekungan Kutai tersusun atas endapan-endapan sedimen berumur Tersier yang memperlihatkan endapan fase transgresi dan regresi laut, yaitu:

1. Fase Transgresi Paleogen

Fasa sedimentasi Paleogen dimulai ketika terjadi fasa tektonik ekstensional dan pengisian rift pada kala Eosen. Pada masa ini,

Cekungan Barito, Kutai, dan Tarakan merupakan zona *subsidence* yang saling berhubungan (Chambers & Moss, 2000), kemudian sedimentasi Paleogen mencapai puncak pada fasa pengisian pada saat cekungan tidak mengalami pergerakan yang signifikan, sehingga mengendapkan serpih laut dalam secara regional dan batuan karbonat pada Oligosen Akhir.

2. Fase Regresi Neogen

Tua-kehitaman. Tebal Formasi lebih kurang 2000 m. Fase ini dimulai pada Miosen Awal hingga sekarang, yang menghasilkan progradasi delta (*deltaic progradation*) yang masih berlanjut hingga sekarang. Sedimen regresi ini terdiri dari lapisan- lapisan sedimen klastik delta hingga laut dangkal dengan progradasi dari barat kearah timur dan banyak dijumpai lapisan batubara (*lignite*). Berdasarkan Peta Geologi Lembar Samarinda (Supriatna dkk., 1995, stratigrafi Cekungan Kutai dibagi menjadi (dari tua ke muda): Formasi Pamaluan, Formasi Bebuluh, Formasi Pulau Balang, Formasi Balikpapan, Formasi Kampung Baru

3. Formasi Pamaluan

Batupasir kuarsa dengan Sisipan Batulempung, Serpih, Batugamping dan Batulanau, berlapis sangat baik. Batupasir Kuarsa merupakan batuan utama, kelabu kehitaman – kecoklatan, berbutir halus – sedang, terpilah baik, butiran membulat – membulat tanggung, padat, karbonan dan gampingan. Setempat dijumpai

struktur sedimen silang siur dan perlapisan sejajar. Tebal lapisan antara 1-2 m. Batulempung dengan ketebalan rata-rata 45 cm. Serpih, kelabu kehitaman - kelabu tua, padat, dengan ketebalan sisipan antara 10 – 20 cm. Batugamping berwarna kelabu, pejal, berbutir sedangkasar, setempat berlapis dan mengandung foraminifera besar. Batulanau berwarna kelabu

4. Formasi Bebuluh

Batu gamping Terumbu dengan Sisipan Batugamping Pasiran dan Serpih. Batugamping berwarna kelabu, padat, mengandung foraminifera besar, berbutir sedang. Setempat batugamping menghablur, terkekar tak beraturan. Serpih, kelabu kecoklatan berselingan dengan batupasir halus kelabu tua kehitaman. Tebal formasi sekitar 300 m diendapkan selaras dibawah Formasi Pulau Balang.

5. Formasi Pulau Balang

Perselingan Batupasir *Greywacke* dan Batupasir Kuarsa Sisipan Batugamping, Batulempung, Batubara dan Tuf Dasit. Batupasir *Greywacke* berwarna kelabu kehijauan, padat, tebal lapisan antara 50 – 100 cm. Batupasir Kuarsa berwarna kelabu kemerahan, setempat tufan dan gampingan, tebal lapisan antara 15 -60 cm.

Batu gamping berwarna coklat muda kekuningan, mengandung foraminifera besar. Batugamping ini terdapat sebagai sisipan atau lensa dalam Batupasir Kuarsa, ketebalan lapisan 10 - 40 cm.

Batulempung, kelabu kehitaman, tebal lapisan 1 – 2 cm. Setempat berselingan dengan batubara, tebal ada yang mencapai 4 m. Tufa dasit, putih merupakan sisipan dalam batupasir kuarsa.

6. Formasi Balikpapan

Perselingan Batupasir dan Batulempung Sisipan Batulanau, Serpih, Batugamping dan Batubara. Batupasir Kuarsa, putih kekuningan, tebal lapisan 1 – 3 m, disisipi lapisan batubara, tebal 5 – 10 cm. Batupasir Gampingan, coklat, berstruktur sedimen lapisan sejajar dan silang siur, tebal lapisan 20 – 40 cm, mengandung foraminifera kecil disisipi lapisan tipis karbon. Batulempung, kelabu kehitaman, setempat mengandung sisa tumbuhan, oksida besi yang mengisi rekahan-rekahan, setempat mengandung lensa batupasir gampingan. Batulanau Gampingan, berlapis tipis, serpih kecoklatan, berlapis tipis. Batugamping Pasiran, mengandung foraminifera besar, moluska, menunjukkan umur Miosen Akhir bagian bawah - Miosen Tengah bagian atas, tebal formasi 1000 – 1500 m.

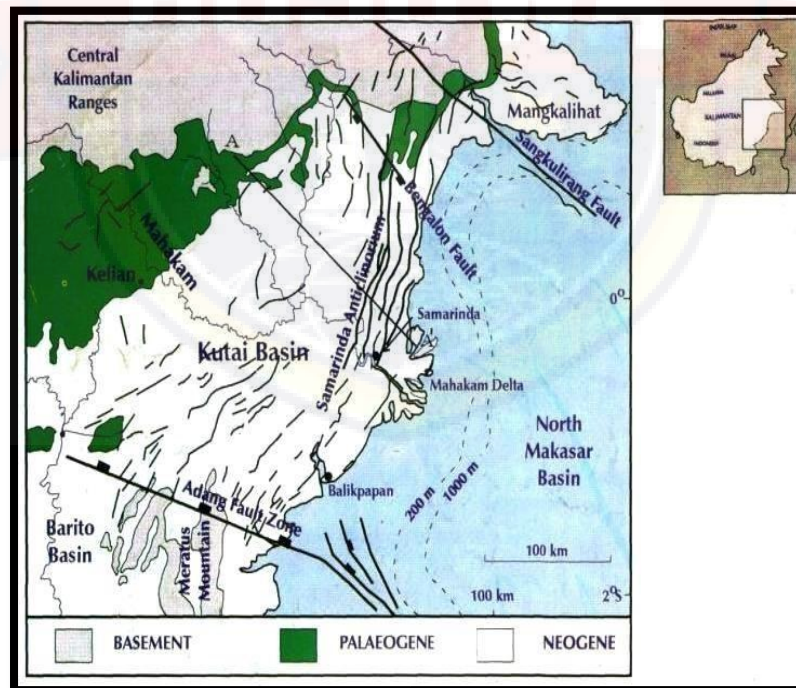
7. Formasi Kampung Baru

Batu pasir Kuarsa dengan Sisipan Batulempung, Serpih, Batulanau dan Lignit, pada umumnya lunak, mudah hancur. Batupasir kuarsa, putih setempat kemerahan atau kekuningan, tidak berlapis, mudah hancur, setempat mengandung lapisan tipis oksida besi atau kongkresi, tufan atau lanauan, dan sisipan batupasir konglomeratan atau konglomerat dengan komponen kuarsa,

Gambar 2.2. Kolom Stratigrafi Regional (Satyana dkk.,1995)

3. STRUKTUR GEOLOGI

Struktur tektonik yang berkembang pada Cekungan Kutai berarah timur laut-barat daya (NE-SW) yang dibentuk oleh Antiklinorium Samarinda, yang berada di bagian timur – tenggara cekungan (Supriatna dkk., 1995). Antiklinorium Samarinda tersebut memiliki karakteristik terlipat kuat, antiklin asimetris dan dibatasi oleh sinklin-sinklin yang terisi oleh sedimen silisiklastik Miosen (Satyana dkk., 1999). Secara umum, digambarkan bahwa sesar-sesar dan struktur yang mempengaruhi pembentukan Cekungan Kutai sebagai berikut;



Gambar 2.3. Struktur Geologi Cekungan Kutai (Allen dan Chambers, 1998)

Pulau Kalimantan merupakan tempat terjadinya kolisi dengan mikrokontinen, busur kepulauan, pengebakan lempeng *oceanic* dan intrusi granit, membentuk batuan menjadi dasar Cekungan Kutai selama Kapur Tengah sampai Eosen Awal (Moss, 1998 *op.cit* Chambers & Moss, 2000). Pada Eosen Tengah, Cekungan Kutai terbentuk oleh proses pemekaran yang melibatkan pemekaran selat Makasar bagian utara dan Laut Sulawesi (Chambers & Moss, 2000). Pada Eosen Akhir, sejumlah *half graben* terbentuk sebagai respon dari terjadinya fasa ekstensi regional.

Fasa ini terlihat juga di tempat lain, yaitu berupa pembentukan laut dan Selat Makasar. *Half graben* ini terisi dengan cepat oleh endapan *syn-rift* pada Eosen Tengah-Eosen Akhir dengan variasi dari beberapa fasies litologi. Tektonik inversi terjadi pada Miosen Awal, menyebabkan pengangkatan pada pusat cekungan yang terbentuk selama Eosen dan Oligosen, sehingga cekungan mengalami pendangkalan (Allen dan Chambers, 1998). Inversi berlanjut dan mempengaruhi cekungan selama Miosen Tengah dan Pliosen.

Inversi tersebut mempengaruhi daerah yang terletak di bagian timur Cekungan Kutai, sehingga mempercepat proses progradasi delta (Allen dan Chambers, 1998).

B. Landasan Teori

1. Cycle Time

a. Cycle Time

Cycle time merupakan faktor yang sangat menentukan besarnya nilai produktivitas alat gali muat. Secara teoritis rata-rata besar actual *cycle time* Liebherr 996 adalah 632.700m³/bulan. Sedangkan untuk Excavator sany 2050 1.933,140m³/bulan.

b. Waktu Digging (waktu gali)

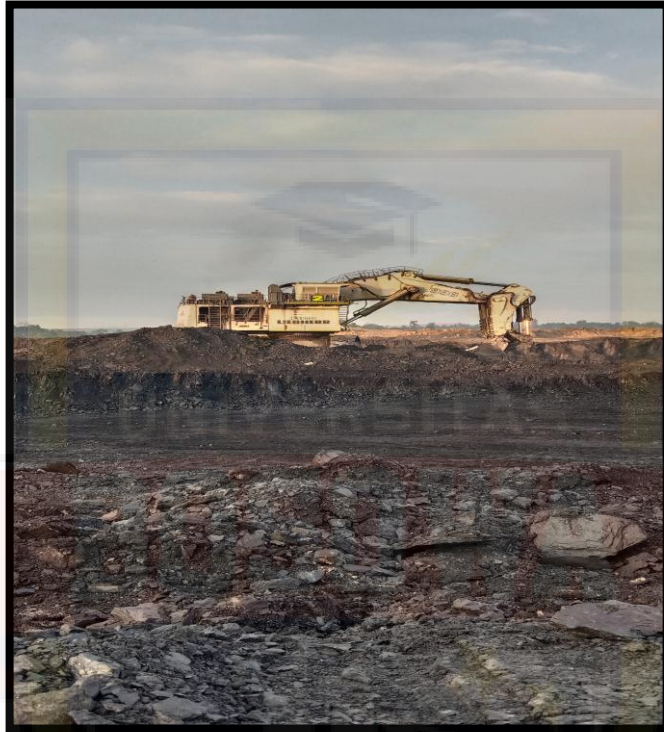
Waktu gali merupakan salah satu dari siklus waktu edar alat gali muat yang memakan waktu paling banyak sehingga besar nilainya tergantung jenis material yang akan digali. Oleh karena itu waktu gali sering bernilai besar ketika kondisi material yang tidak sesuai dengan yang diprediksi.

Material yang digali di area Pit B merupakan hasil blasting dan hasil *ripping*, sehingga tidak dapat ditebak hasilnya. Maka dari itu, apabila hasil *blasting* dan *ripping* bagus, waktu gali untuk alat gali muat akan dapat tereduksi, begitu pula sebaliknya.

c. Delay Alat Gali Muat

Permasalahan-permasalahan yang menyebabkan terjadinya *delay time* Liebherr 996 antara lain adalah:

1. Terjadinya pengalihan, yaitu posisi bucket alat gali muat sementara menggali dan menunggu alat angkut datang, hal ini dikarenakan alat gali muat akan mencuri waktu untuk melakukan pengisian ke alat angkut.



Gambar 2.4 Posisi bucket Liebhher sementara menggali dan menunggu alat angkut (PT Darma Henwa,2022)

2. Manuver kosong di pit. Waktu yang diperlukan alat angkut bermanuver biasanya lebih lama dibandingkan dengan alat gali muat melakukan penggalian dan ayun berisi sehingga menyebabkan terjadinya gantung oleh alat gali muat.
3. Menunggu alat angkut, hal ini dikarenakan belum adanya alat angkut yang berada di pit untuk melakukan proses pemuatan. Biasanya ketika tidak adanya alat angkut yang akan dimuati, alat gali muat melakukan

kegiatan pengumpulan material atau alat tersebut pindah posisi. Sedangkan untuk *bulldozer* biasanya memperbaiki kondisi *front loading* agar proses pemuatan berlangsung dengan optimal.

4. manuver kosong di pit. Waktu yang diperlukan alat angkut bermanuver biasanya lebih lama dibandingkan dengan alat gali muat melakukan penggalian dan ayun berisi sehingga menyebabkan terjadinya gantung oleh alat gali muat.
5. Menunggu alat angkut, hal ini dikarenakan belum adanya alat angkut yang berada di pit untuk melakukan proses pemuatan. Biasanya ketika tidak adanya alat angkut yang akan dimuati, alat gali muat melakukan kegiatan pengumpulan material atau alat tersebut pindah posisi. Sedangkan untuk *bulldozer* biasanya memperbaiki kondisi *front loading* agar proses pemuatan berlangsung dengan optimal.

C. Optimalisasi Usaha Penambangan

Menurut Batubara, tiga hal yang menyebabkan pentingnya optimalisasi dalam usaha penambangan yaitu:

1. Aktivitas penambangan yang tidak optimal akan berdampak sepanjang usaha penambangan.
2. Keadaan yang tidak optimal hanya dikoreksi secara tidak langsung, karena kondisi yang dihadapi di kemudian hampir tidak sama dengan kondisi yang ditemui sebelumnya.
3. Kondisi yang tidak optimal akan menyebabkan rendahnya tingkat ketercapaian produksi dan menurunnya tingkat keselamatan kerja.

D. Optimasi Kerja Alat

Optimalisasi kerja alat untuk meningkatkan produksi dapat dilakukan dengan mengoptimalkan efisiensi kerja alat yang berhubungan dengan kondisi mekanis alat.

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Optimalisasi alat mekanis yaitu:

1. Kondisi tempat kerja

Tempat kerja harus memenuhi syarat bagi pencapaian target produksi dan juga aman bagi penempatan alat beserta mobilitas pekerja yang berada disekitarnya.

2. Pola Pemuatan

Untuk memperoleh hasil yang sesuai dengan target produksi, maka pola pemuatan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi *cycle time* alat.

E. Ketersediaan Alat Mekanis

1) Ketersediaan Mekanis (*Mechanical Availability*)

Mechanical availability (MA) adalah cara untuk mengetahui kondisi alat yang sesungguhnya dari alat yang sedang digunakan. (Frudis dkk., 2016)

$$MA = \frac{W}{W+R+S} \times 100\% \dots\dots\dots(2.5)$$

2) Ketersediaan Fisik (*Phsiycal Availability*)

Physical availability (PA) adalah cara untuk mengetahui keadaan fisiks suatu alat yang sedang digunakan.

$$PA = \frac{W+S}{W+R+S} \times 100\% \dots\dots\dots(2.6)$$

3) Penggunaan Ketersediaan (*Use of Availability*)

Use of Availability (UA) biasanya dapat memperlihatkan seberapa efektif alat yang sedang tidak rusak untuk dapat dimanfaatkan, hal ini dapat dijadikan tolak ukur seberapa baik pemakaian peralatan.

$$UA = \frac{W}{W+S} \times 100\% \dots\dots\dots(2.7)$$

4) Penggunaan Efektif (*Effective Utilization*)

Effective utilization (EU) adalah cara untuk menunjukkan berapa persen seluruh waktu kerja yang dapat dimanfaatkan untuk kerja produktif.

$$EU = \frac{W}{W+R+S} \times 100\% \dots\dots\dots(2.8)$$

5) Keterampilan dan Pengalaman operator (*Skill Operator*)

Semakin baik kemampuan operator dalam mengoperasikan alat yang digunakan, maka akan memperkecil waktu edar dari peralatan tersebut.

F. Kegiatan Penambangan

Secara umum kegiatan penambangan batubara Bengalon Kalimantan Timur dibagi dalam beberapa tahap, yaitu sebagai berikut:

1. Pembersihan lahan

Pembersihan lahan adalah kegiatan pembersihan front kerja atau tempat kerja dari tumbuh tumbuhan baik itu semak belukar, pepohonan dan tumbuhan lainnya yang dapat mengganggu proses penambangan atau mengganggu alat-alat mekanis yang bekerja pada lokasi penambangan. Persiapan kegiatan pembersihan lahan harus memenuhi kriteria sebagai berikut:

- a. Lahan yang akan di bersihkan terlebih dahulu telah disurvei dan bebas dari kemungkinan sengketa lahan.

- b. Apabila terdapat pohon dengan diameter ≥ 30 cm dan kuantitas pohon cukup banyak maka disarankan menggunakan fasilitas chain saw terlebih dahulu.
- c. Apabila telah selesai proses penebangan pohon dengan chain saw selanjutnya digunakan *bulldozer* untuk tahap akhir pembersihan lahan.
- d. Dalam proses pembersihan lahan, *bulldozer* tidak diperbolehkan memotong tanah terlalu dalam yang akan mengakibatkan berkurangnya lapisan *top soil*.
- e. Material pohon dan sejenisnya sedapat mungkin harus dikumpulkan kedalam suatu tempat untuk memudahkan proses pemindahan.
- f. Luas area yang akan di bersihkan harus mematuhi batas yang telah dikeluarkan dalam *boundary design* yang dikeluarkan oleh departemen perencanaan.

2. Tahap penggalian dan pemuatan tanah penutup

Penggalian tanah penutup merupakan proses pembongkaran lapisan yang menutupi batubara agar excavator mudah untuk melakukan kegiatan pemuatan batubara. Pada proses pembongkaran pada tambang PT Darma Henwa Site Bengalon Kalimantan Timur dikerjakan dengan menggunakan PC excavator sany 2050.

3. Pengangkutan tanah penutup

Kegiatan ini adalah suatu proses pemindahan tanah penutup dari *loading point* menuju area penimbunan *disposal* dengan menggunakan alat angkut HD 830 yang digunakan dalam proses pengangkutan *overburden* dan *top soil* pada tambang.

4. Tahap pembongkaran overburden

Kegiatan pembongkaran overburden dilakukan dengan cara langsung menggunakan backhoe Liebherr 996.

5. Tahap pemuatan

Alat yang digunakan pada tahap pemuatan overburden di PT Darma Henwa adalah alat gali-muat PC excavator sany 2050 untuk overburden.

6. Tahap Pengangkutan

Kegiatan ini adalah suatu proses pemindahan overburden dari *loading point* dengan menggunakan alat angkut dump truck menuju *temporary stockpile*.

7. Tahap Penumpahan

Pada tambang di PT Darma Henwa Site Bengalon Kalimantan Timur Pit lokasi *dumping* overburden *fleet* 1 terletak 2,7 Km dari *loading point*.

Penambangan adalah pengambilan endapan bahan galian dari kulit bumi dan dibawa ke permukaan untuk dimanfaatkan atau diproses lebih lanjut.

Penambangan secara umum meliputi aktivitas dasar sebagai berikut.

G. Pembongkaran (*Breaking/Loosening*)

Pembongkaran atau *loosening* adalah suatu kegiatan yang meliputi pekerjaan untuk melepaskan batuan atau bijih dari batuan induknya. pembongkaran diperlukan alat-alat yang sesuai dan tepat untuk daerah yang akan dikerjakan. Pemilihan alat-alat tersebut tergantung pada faktor teknis dan ekonomis. Faktor teknis misalnya jenis, sifat fisik dan letak endapan, sedangkan faktor ekonomis misalnya harga alat dan biaya perawatan alat tersebut.

H. Pemuatan (*Loading*)

Setelah pembongkaran maka dilakukan pekerjaan selanjutnya, yaitu pemuatan. Pemuatan atau loading adalah serangkaian kegiatan atau pekerjaan yang dilakukan untuk mengambil dan memuat material bahan galian ke dalam alat angkut ke suatu tempat penampungan material (*stock yard*), ataupun *waste dump* dan alat yang digunakan adalah *Bucket Excavator*.

I. Pengangkutan (*Hauling*)

Pengangkutan adalah serangkaian pekerjaan yang dilakukan untuk mengangkut endapan bahan galian dari suatu operasi penambangan. Pengangkutan ini sangat mempengaruhi kegiatan penambangan, kadang-kadang untung dan rugi suatu perusahaan pertambangan

terletak pada lancaratau tidak nya pengangkutan. Alat angkut yang digunakan adalah *Dump Truck*.

J. Faktor-faktor yang mempengaruhi perbedaan produktivitas

Perbedaan nilai aktual dengan teoritis dikarenakan adanya faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya perbedaan nilai *cycle time*, maka dapat dijabarkan untuk setiap bagian dari *cycle time* tersebut.

1. *Loading Time* (Waktu Pemuatan) Faktor yang mempengaruhi terjadinya excavator terlalu lama menggali.
2. *Loading* muatan Berdasarkan hasil pengamatan, yang mempengaruhi adalah kecepatan alat angkut sehingga terjadi perbedaan waktu yang sangat signifikan antara aktual dan teoritis.
3. *Travel Empty Time* (Waktu Kembali) Seperti halnya pada *travel load time*, pada *travel empty time* kecepatan sangat berpengaruh untuk mereduksi *cycle time* pada alat angkut sehingga memperkecil nilai *cycle time* yang berpengaruh pada produktivitas.

K. Alat – alat Tambang Utama

A. Hydraulic Excavator

Mesin yang menggunakan tekanan hydraulic untuk menggerakkan bucket sehingga dapat menggali material.

Pada kegiatan penggalian batubara digunakan jenis Backhoe, yang merupakan alat gali yang menggunakan tekanan hydraulic untuk menggerakannya.

Penggalian yang dapat dilakukan oleh *Hydraulic Excavator* Antara lain:

1. Menggali di loading point, misalnya untuk melakukan pengupasan tanah penutup (*Stripping Overburden*).
2. Memuat (*Loading*) material ke sebuah alat angkut yaitu dump truck.
3. Membuang tanah penutup ke bagian belakang daerah yang sudah kosong (*Dumping of Top Soil into Spoil Bank*). Cara kerja ini di sebut *Back Filling Digging Method*.

Waktu edar alat gali muat yang diamati adalah yang dibutuhkan oleh alat ini untuk melakukan satu kali kegiatan penggalian yang meliputi:

1. Waktu untuk menggali
2. Waktu untuk swing isi
3. Waktu untuk dumping
4. Waktu untuk swing kosong

B. Dump Truck

Alat angkut ini banyak dipakai untuk mengangkut material-material seperti tanah, endapan bijih, batuan untuk bangunan dan lainnya pada jarak yang dekat sampai sedang. Dump truck cukup fleksibel, artinya dapat dipakai untuk mengangkut bermacam-macam barang dengan muatan, bentuk dan jumlahnya beranekaragam dan tidak tergantung pada jalur jalan. Alat angkut ini dapat di gerakkan dengan menggunakan motor bensin, diesel, butanedan propane.

Adapun waktu edar dump truck merupakan waktu yang dihitung sejak dump truck tersebut melakukan suatu kegiatan yang serupa dalam satu putaran. Waktu edar dump truck yang dihitung meliputi:

1. Waktu untuk memuat
2. Waktu dari front ke timbangan
3. Waktu untuk menunggu antrian di timbangan
4. Waktu untuk menunggu ditimbang
5. Waktu dari timbangan ke *Stock Pile*
6. Waktu untuk manuver *dumping*
7. Waktu untuk *dumping*
8. Waktu kembali kosong
9. Waktu menunggu untuk dimuat
10. Waktu untuk manuver muat

C. Faktor Yang Mempengaruhi Produksi Alat Mekanis

A) Faktor Material

Jenis dan kondisi material yang akan digali akan berpengaruh pada hasil produksi. Ada dua jenis yang mempengaruhi hasil produksi yaitu:

1. Berat jenis (Density)

Berat jenis adalah sifat yang dimiliki oleh setiap material. Kemampuan suatu alat berat untuk melakukan pekerjaan seperti mendorong, mengangkat, mengangkut dan lain sebagainya akan dipengaruhi oleh berat material tersebut.

2. Faktor Pengembangan Material

Pengembangan material adalah penambahan volume material atau tanah yang diganggu dari bentuk aslinya. Material di alam itu terdapat dalam

bentuk padat dan terkonsolidasi dengan baik sehingga hanya sedikit bagian-bagian yang kosong atau yang terisi oleh udara di antara butir-butirnya, terutama kalau butir tersebut halus sekali. Tetapi bila material tersebut digali dari tempat aslinya akan terjadi pengembangan volume.

Untuk material yang ada di alam kita mengenal istilah:

a. Kekuatan asli (*Bank*)

Keadaan material yang masih alami dan belum mengalami gangguan.

Dalam keadaan seperti ini, butiran-butiran yang dikandunginya masih terkonsolidasi dengan baik.

b. Keadaan Gembur (*Loose*)

Material yang telah digali dari tempat aslinya, akan mengalami perubahan volume yaitu pengembangan. Hal ini disebabkan adanya penambahan hingga udara di antara butir-butir tanah.

c. Keadaan padat (*compact*)

Keadaan ini akan dialami oleh material yang mengalami proses pemadatan atau pemampatan. Perubahan volume terjadi karena adanya penyusutan rongga udara di antara partikel-partikel tersebut.

Produksi alat mekanis dapat dilihat dari kemampuan alat tersebut dalam penggunaannya dilapangan. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi produksi alat mekanis adalah seperti dibawah ini.

B) Faktor Pengembangan Material

Pengembangan material adalah perubahan volume material apabila material tersebut diubah dari bentuk aslinya. Di alam material didapati dalam keadaan padat sehingga hanya sedikit bagian-bagian yang kosong yang terisi udara diantara butir-butirnya. Apabila material tersebut digali dari tempat aslinya, maka akan terjadi pengembangan volume.

Faktor pengembangan adalah pengembangan volume suatu material setelah digali. Di alam material dijumpai dalam keadaan padat sehingga hanya sedikit bagian kosong yang terisi dengan udara diantara butir-butirnya. Apabila material digali maka akan terjadi pengembangan volume yang dikenal dengan istilah faktor pengembangan berdasarkan densitas (kerapatan).

C) Faktor pengisian bucket

Mangkuk (*bucket*) alat gali-muat sudah terisi penuh dan siap ditumpahkan.

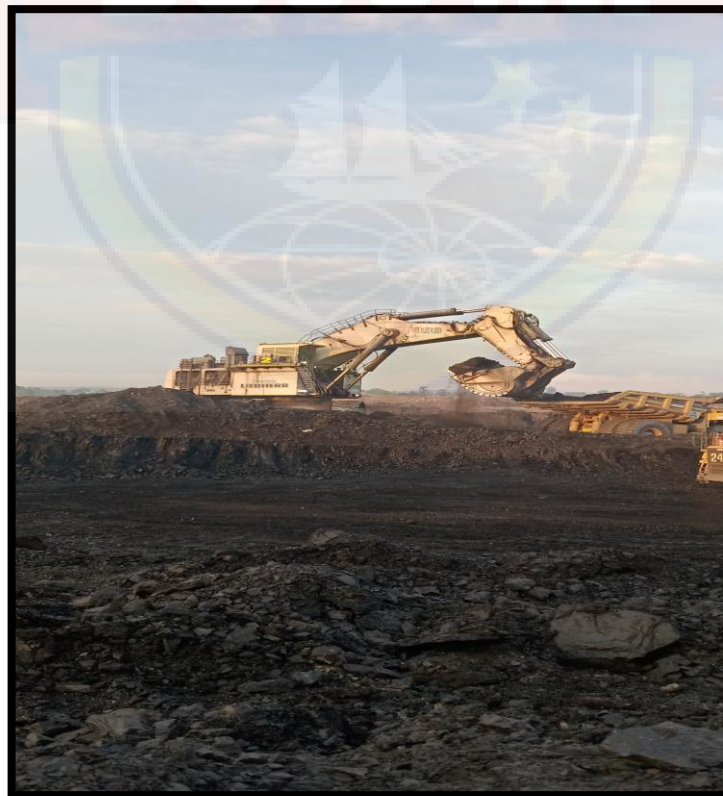
Setelah alat angkut terisi penuh segera keluar dan dilanjutkan dengan alat Faktor pengisian bucket adalah perbandingan antara kapasitas nyata bucket alat gali-muat dengan kapasitas baku mangkuk (sesuai spesifikasi) alat gali-muat.

D) Pola Pemuatan

Untuk memperoleh hasil yang sesuai dengan sasaran pemindahan batubara maka pola pemuatan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi waktu edar alat. Pola pemuatan yang digunakan tergantung

pada kondisi lapangan serta alat mekanis yang digunakan dengan asumsi bahwa setiap alat angkut yang datang, angkut lainnya sehingga tidak terjadi waktu tunggu pada alat angkut maupun alat gali-muatnya. Pola Pemuatan dapat dilihat dari beberapa keadaan yang ditunjukkan alat gali-muat dan alata angkut yaitu:

1. Pola pemuatan yang didasarkan pada keadaan alat gali-muat yang berada lebih tinggi dari alat angkut atau sama tinggi (Gambar 2.4) dan (Gambar 2.5).
 - a. *Top Loading*, yaitu alat gali muat melakukan penggalian dengan menempatkan dirinya diatas jenjang atau lebih tinggi dari alat angkut.



Gambar 2.5 Top Loading (PT Darma Henwa,2022)

- b. *Bottom Loading*, yaitu alat gali muat melakukan penggalian dengan menempatkan dirinya dijenjang yang sama atau sama tinggi dengan posisi alat angkut.



Gambar 2.6 Bottom Loading (Sumber PT Darma Henwa, 2022)

2. Pola pemuatan berdasarkan jumlah penempatan posisi alat angkut untuk dimuati terhadap posisi alat gali-muat

Single back up, yaitu alat angkut memposisikan diri untuk dimuati pada *Digger* sedangkan alat angkut berikutnya menunggu alat angkut pertama dimuati sampai penuh, setelah alat angkut pertama berangkat alat angkut kedua memposisikan diri untuk dimuati sedangkan truk ketiga menunggu, dan begitu seterusnya.



Gambar 2.7 Pola Pemuatan Alat angkut dimuati alat gali muat (PT Darma Henwa, 2022)

E) Waktu Edar Alat Angkut

Waktu edar adalah waktu yang diperlukan oleh alat mekanis untuk menyelesaikan satu siklus, dari mulai kerja sampai dengan selesai dan bersiap-siap memulainya kembali.

1. Waktu Edar Alat Muat Waktu edar alat muat dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Produktivitas = \frac{KB \times Sf / Ff \times E \times 60 \text{menit}}{Ct} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

Produktivitas = Produksi alat muat (Jam)

Kb = Kapasitas Bucket (m³)

Sf = Swell Faktor (%)

Ff = Fill Factor (%)

Ek = Efisiensi Kerja (%)

Ct = Cycle Time (menit)

2. Waktu Edar Alat Angkut Waktu edar alat angkut dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Produktivitas = \frac{Kv \times Sf \times Ff \times E}{Ct} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan:

Produktivitas = Produksi alat angkut (menit)

Kv = Kapasitas Vessel (m³)

SF = Swell Factor (%)

- Ff = Fill Factor (%)
- E = Efisiensi Kerja (%)
- Ct = Cycle Time (menit)

F) Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja merupakan penilaian terhadap pelaksanaan suatu pekerjaan atau merupakan perbandingan antara waktu yang dipakai untuk bekerja dengan waktu yang tersedia. Efisiensi kerja akan mempengaruhi kemampuan produksi dari suatu alat. Faktor yang mempengaruhi efisiensi kerja adalah kondisi tempat kerja, kondisi cuaca, faktor manusia serta waktu tunda. Adapun persamaan yang dapat digunakan untuk menghitung efisiensi kerja adalah sebagai berikut:

$$Ek \frac{We}{Wt} X 100\% \dots\dots\dots(2.3)$$

$$We = Wt - Wtd - Whd \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan:

We = Waktu kerja efektif (menit)

Wt = Waktu kerja yang tersedia (menit)

Wtd = Waktu hambatan yang tidak dapat dihindari (menit)

Whd = Waktu hambatan yang dapat dihindari (menit)

Ek = Efisiensi kerja (%)

G) Waktu Edar Alat Muat

Kemampuan produksi alat dapat digunakan untuk menilai kinerja dari alat muat dan alat angkut. Semakin baik tingkat penggunaan alat maka semakin besar produksi yang dihasilkan alat tersebut.

a. Produksi Alat Muat

Perhitungan produksi alat muat dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$Produktivitas = \frac{Q \times C_{tm} \times C \times Bff \times 3600}{Ct} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan:

Q = Produktivitas alat muat (bcm/jam).

C_{tm} = Cycle Time alat muat (detik).

C = Kapasitas bucket alat muat (m³).

BFF = Faktor pengisian alat muat (%).

EFF = Efisiensi kerja (%).

SF = Faktor pengembangan.

b. Produksi Alat Angkut

Perhitungan produksi alat angkut dapat dinyatakan sebagai berikut;

$$Produktivitas = \frac{N \times K_v \times Bff \times Eff \times Sf}{Ct} \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan:

N = Produktivitas alat angkut (ton/jam)

CT = Waktu edar alat angkut (detik)

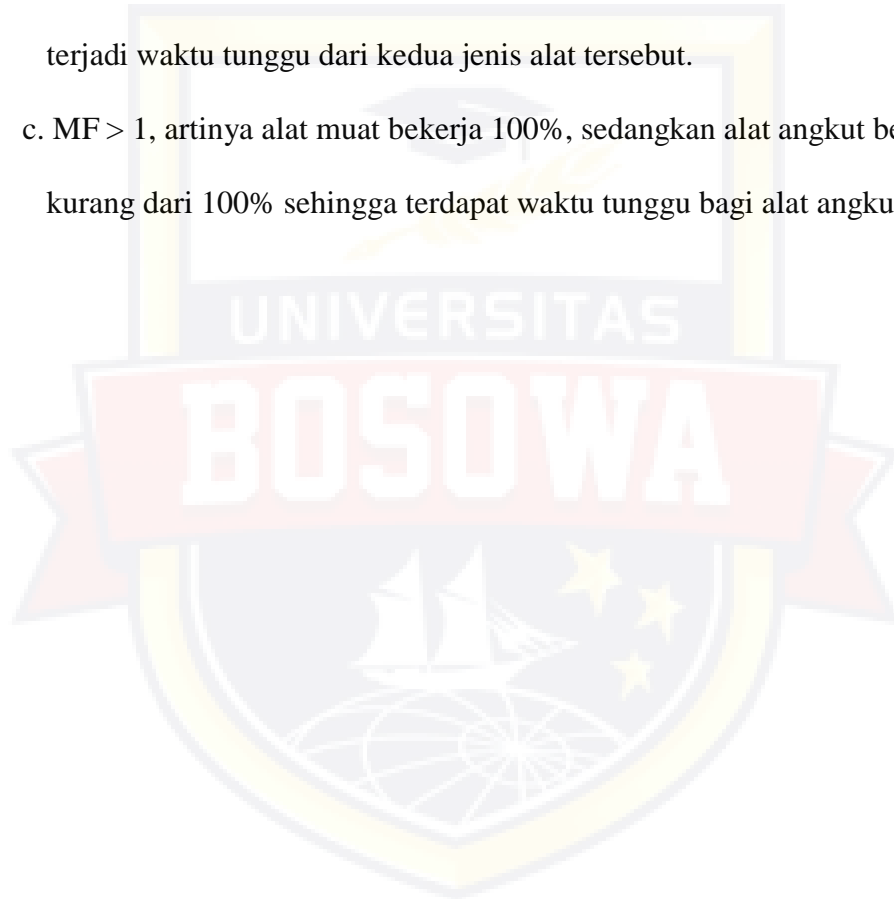
K_v = Kapasitas Vessel (m³).

BFF = Faktor pengisian (%).

EFF = efektifitas kerja (%).

SF = Swell Factor

- a. $MF > 1$, artinya alat muat bekerja 100%, sedangkan alat angkut bekerja 80% sehingga terdapat waktu tunggu bagi alat muat karena menunggu alat angkut yang belum datang.
- b. $MF = 1$, artinya alat muat dan alat angkut bekerja 100%, sehingga tidak terjadi waktu tunggu dari kedua jenis alat tersebut.
- c. $MF < 1$, artinya alat muat bekerja 100%, sedangkan alat angkut bekerja kurang dari 100% sehingga terdapat waktu tunggu bagi alat angkut.



BAB III

METODE PENELITIAN

A. JENIS PENELITIAN

Dalam melakukan penelitian menggunakan judul optimasi produksi alat muat dan alat angkut pada PT. Darma Henwa Site Bengalon Kalimantan Timur, dimana menjelaskan fakta yang terjadi di lapangan menggunakan teori yang mendukung yang dijadikan sebagai landasan pada pembahasan dan menggali data yang sesuai dengan keadaan di lapangan serta memahami permasalahan kemudian merumuskan dan mengumpulkan informasi yang akan dipertimbangkan menjadi penyelesaian masalah.

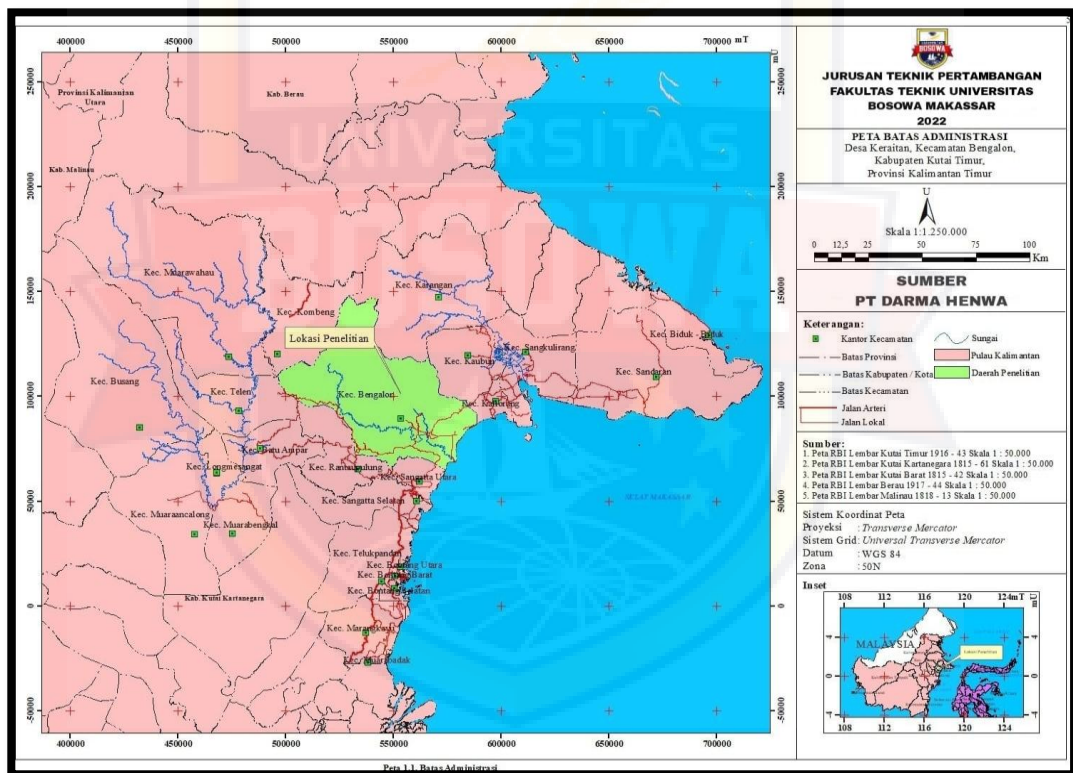
Rancangan dalam penelitian ini dilakukan dengan pendekatan kuantitatif, pendekatan kuantitatif penelitian yang menggunakan format terstruktur seperti rumus.

- a. Cycle Time
- b. Faktor pengisian
- c. Kemampuan produksi alat mekanis
- d. Swell factor
- e. Efisiensi kerja

B. LOKASI PENELITIAN

PT. Darma Henwa Site terletak di Bengalon Kalimantan Timur Secara astronomis Kalimantan Timur terletak antara 113°44' Bujur

Timur dan 119°00' Bujur Timur serta diantara 2°33' Lintang Utara dan 2°25' Lintang Selatan. Kecamatan Bengalon sendiri merupakan salah satu kecamatan yang ada di Kalimantan timur, berdasarkan posisi geografisnya Kecamatan Bengalon sebelah utara berbatasan dengan Kecamatan Kaliorang, sebelah Timur berbatasan Selat Makassar, Selatan berbatasan dengan Kecamatan Sangatta Utara dan sebelah Barat berbatasan Kecamatan Kongbeng. Adapun gambar peta tersebut.



Gambar 2.8 Lokasi penelitian (PT Darma Henwa,2022)

C. TEKNIK PENGUMPULAN DATA

1. Observasi

Merupakan bagian dari metode penelitian kuantitatif dengan melakukan survei lapangan atau pengamatan secara langsung melihat keadaan dan kondisi di PT. Darma Henwa Site Bengalon Kalimantan Timur.

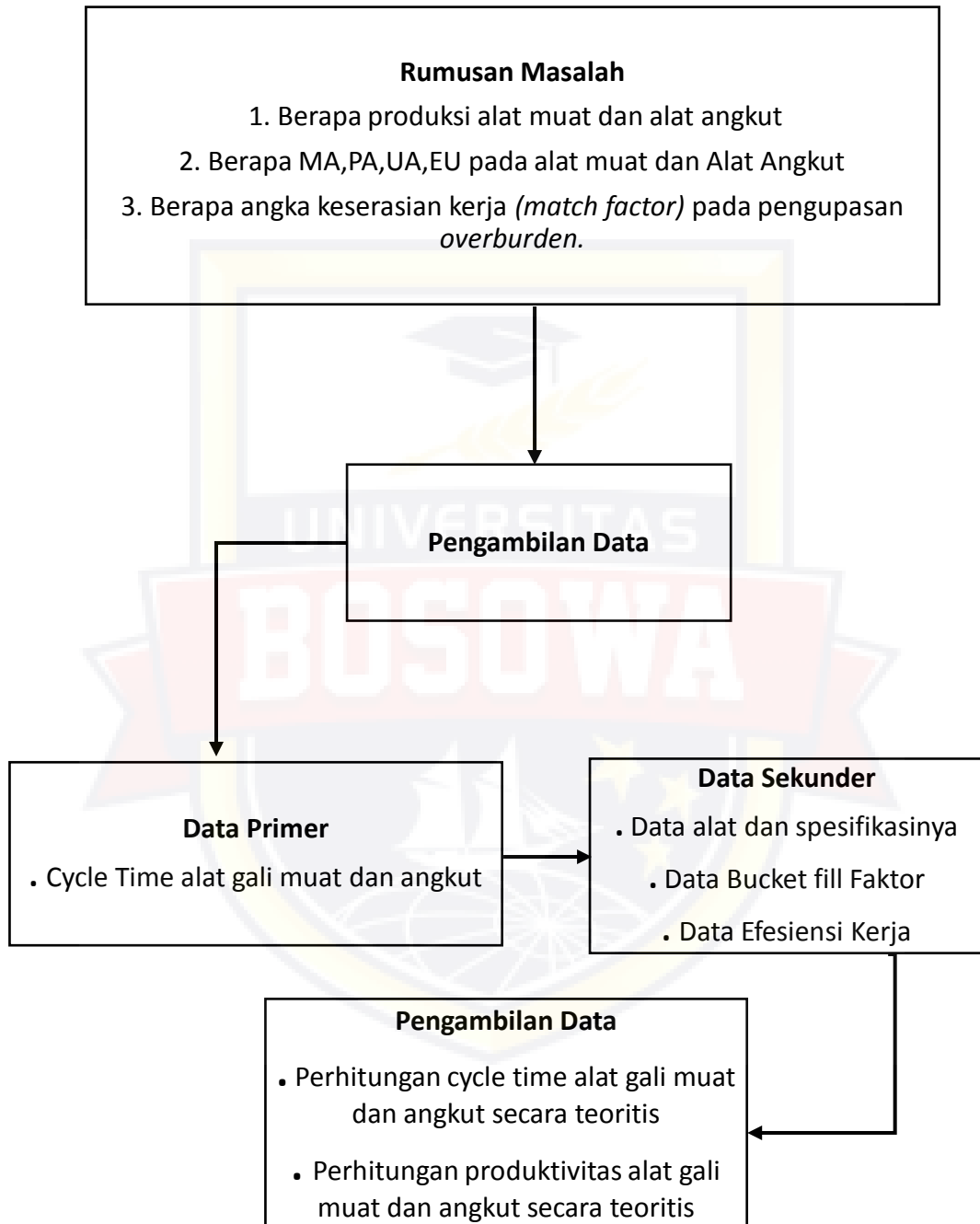
2. Wawancara

Wawancara dilakukan dengan menggunakan konsep tidak terstruktur agar harapan data yang didapatkan bisa lebih luas dan objek wawancara adalah pihak terkait di sekitar kawasan di PT. Darma Henwa Site Bengalon Kalimantan Timur.

3. Dokumentasi

Dokumentasi adalah data yang didapat berisi gambar, foto serta rekaman yang didapat di lapangan.

D. DIAGRAM ALIR



BAB VI

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. HASIL

Hasil produksi alat muat excavator Liebherr 996 dari hasil perhitungan didapatkan sebesar 4.738.050 bcm/bulan dan excavator sany 2050 adalah sebesar 2.576.820 bcm/bulan. Sedangkan hasil produksi alat angkut HD 465 adalah sebesar 46.854 bcm/bulan sedangkan HD 830 adalah sebesar 183.582 bcm/bulan. Sedangkan hasil optimasi ketersediaan alat dari hasil perhitungan yang berdasar pada data aktual didapatkan untuk alat muat excavator Liebherr 996 adalah MA 80%, PA 92%, UA 80%, EU 87% dan excavator Sany 2050 adalah MA 80%, PA 92%, 80%, EU 87% sedangkan untuk alat angkut HD 465 MA 79%, PA 92%, UA 86%, EU 79% dan HD 830 MA 79%, PA 92%, UA 86%, EU 79%. Dan hasil perhitungan match factor untuk excavator Liebherr 996 mengisi HD 830 didapatkan hasil 0,632 dan excavator Sany 2050 mengisi HD 465 didapatkan hasil 1,347.

B. PEMBAHASAN

1. Waktu Edar (*Cycle Time*) Alat Gali Muat

Waktu edar alat adalah jumlah waktu yang diperlukan untuk siklus kerja suatu alat. Pada penelitian ini, waktu edar alat gali muat terdiri atas empat bagian, yaitu waktu menggali material (*Digging time*), waktu

ayun bermuatan (*Swing Load*), waktu tumpah (*Dumping Time*), dan waktu ayun kosong (*Swing Empty*). Selain cycle time, juga terdapat waktu tunda (*Delay Time*). Besar nilai *cycle time* yang terdapat pada alat gali muat dan total waktu edar alat gali muat dapat di lihat pada tabel 4.1 dan tabel 4.2.

Tabel 4.1 Rata-rata Cycle Time Liebherr 996 (Muh Guntur,2022)

Digging (menit)	Swing Isi (menit)	Dumping (menit)	Swing Kosong (menit)	Cycle Time
0,142	0,128	0,191	0,282	0,744

Tabel 4.2 Rata- rata Cycle Time Ex Sany 2050 (Muh Guntur,2022)

Digging (menit)	Swing Isi (menit)	Dumping (menit)	Swing Kosong (menit)	Cycle Time
0,086	0,070	0,067	0,118	0,342

2. Waktu Edar (Cycle Time) Alat Angkut

Waktu edar (*cycle time*) alat angkut adalah waktu edar rata-rata yang ditempuh oleh alat angkut mulai dari saat dimuati oleh Liebherr sampai untuk dimuati kembali dalam keadaan kosong. Waktu edar alat angkut ini terdiri dari empat bagian yaitu *spotting* isi, loading muatan, hauling muatan, dan *hauling* kosong.

Total waktu edar (*cycle time*) rata-rata alat angkut dapat dilihat pada tabel 4.3 dan table 4.4.

Tabel 4.3. Waktu Edar Alat Angkut HD 465 (Muh Guntur,2022)

Manuver (menit)	Loading Muatan (menit)	Hauling Muatan (menit)	Cycle Time (menit)
0,452	2.62	18.56	21,63

Tabel 4.4. Waktu Edar Alat Angkut HD 830 (Muh Guntur,2022)

Manuver (menit)	Loading Muatan (menit)	Hauling Muatan (menit)	Cycle Time (menit)
0,446	2.35	21.50	24,29

3. Faktor Pengisian Bucket (Bucket Fill Factor)

Faktor pengisian (*fill factor*) merupakan suatu faktor yang menunjukkan besarnya kapasitas nyata dengan kapasitas baku dari mangkuk (*bucket*) alat muat. Hasil pengamatan dilapangan didapatkan fill factor sebesar 85%.

4. Faktor Pengembangan (Swell Factor)

Faktor pengembangan merupakan suatu faktor yang menunjukkan besarnya volume pengembangan suatu material setelah digali dari tempatnya berdasarkan volume asli sebelum digali. Hasil *swell factor* yang diberikan oleh perusahaan adalah sebesar 0,9%

5. Kondisi Tempat Kerja

Tinjauan terhadap kondisi tempat kerja bertujuan untuk mengetahui apakah kondisi tersebut sudah mendukung atau belum untuk kegiatan produksi material *overburden*.

a. Kondisi Loading Point

Pada area pengamatan, kondisi *loading point* terdiri dari perselingan antara material setelah *blasting* dan *ripping*. Pemukaan kerja alat muat dan alat angkut cukup stabil meskipun masih bergelombang, tetapi apabila pada kondisi setelah hujan, struktur tanah menjadi labil dan sangat bergelombang dikarenakan material penyusun lapisan penutup bersifat plastis

b. Dumping Point

Pada area dumping point struktur tanahnya masih agak labil, hal ini lebih dikarenakan oleh faktor material penyusun *dumping point* tersebut.



Gambar 2.9 Keadaan Dumping Point (PT Darma Henwa 2022)

6. **Produktivitas Aktual Alat gali Muat dan Alat Angkut**

Produktivitas alat muat dan alat angkut pada tambang batubara ini dapat diketahui dengan melakukan perhitungan dari kemampuan alat muat dan alat angkut berdasarkan data-data pendukung yang telah diperoleh sebelumnya.

Produktivitas aktual alat muat dan alat angkut adalah besarnya produksi yang dapat dicapai dalam kenyataan kerja alat muat dan alat angkut berdasarkan kondisi yang dapat dicapai saat ini.

a. Produktivitas Liebherr 996 PC 8020

Operasi penggalian *overburden*, menggunakan 1 buah alat gali muat yaitu Liebherr 996. Besar produktivitas untuk masing-masing alat gali muat sebesar 4.738.050 Bcm/bulan.

$$E_k = 80 \%$$

$$S_f = 0,9 \%$$

$$K_b = 32 \text{ m}^3$$

$$F_f = 85 \%$$

$$C_{Tm} = 0,744$$

$$P_m = \frac{0,80 \times 0,9 \times 32 \times 85}{0,744} \times 60$$

$$P_m = 157.935 \text{ bcm/jam}$$

Jika jam kerja efektif dalam 1 bulan adalah 30 hari, Maka :

$$P_m = 157.935 \text{ bcm/jam} \times 30 = 4.738.050 \text{ bcm/bulan}$$

b. Produktivitas Excavator sany 2050

Operasi penggalian material tanah penutup, menggunakan 1 unit alat gali muat yaitu Excavator sany 2050 Besar produktivitas untuk alat angkut sebesar 2.576.870m³/bulan.

$$E_k = 80 \%$$

$$S_f = 0,9 \%$$

$$K_b = 8,0 \text{ m}^3$$

$$F_f = 85 \%$$

$$C_{Tm} = 0,342$$

$$P_m = \frac{0,80 \times 0,9 \times 8 \times 85}{0,342} \times 60$$

$$P_m = 85.894 \text{ bcm/jam}$$

Jika jam kerja efektif dalam 1 bulan adalah 30 hari, Maka :

$$P_m = 85.894 \text{ bcm/jam} \times 30 = 2.576.820 \text{ bcm/bulan}$$

c. Produktivitas HD 465

$$E_k = 80 \%$$

$$S_f = 0,9 \%$$

$$K_v = 23 \text{ m}^3$$

$$F_f = 85 \%$$

$$C_{ta} = 21.63 \text{ menit}$$

$$N = 8 \text{ kali pengisian}$$

$$P_a = \frac{0,80 \times 0,9 \times 23 \times 0,85 \times 8}{21.63} \times 60$$

$$P_a = 312,36 \text{ Bcm/Jam}$$

Jika jam kerja efektif dalam 1 bulan adalah 30 hari maka :

$$P_a = 312,36 \text{ bcm/jam} \times 30 \text{ hari} \times 5 \text{ HD} = 46.854 \text{ bcm/bulan}$$

d. Produktivitas HD 830

$$E_k = 80 \%$$

$$S_f = 0,9 \%$$

$$K_v = 92 \text{ m}^3$$

$$F_f = 85 \%$$

$$C_{ta} = 24.29 \text{ menit}$$

$$N = 4 \text{ kali pengisian}$$

$$P_a = \frac{0,80 \times 0,9 \times 92 \times 0,85 \times 4}{24.29} \times 60$$

$$P_a = 556,31 \text{ Bcm/Jam}$$

Jika jam kerja efektif dalam 1 bulan adalah 30 hari maka :

$$P_a = 556,31 \text{ bcm/jam} \times 30 \text{ hari} \times 11 \text{ HD} = 183.582 \text{ bcm/bulan}$$

7. Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja merupakan penilaian terhadap pelaksanaan suatu pekerjaan atau merupakan perbandingan antara waktu yang dipakai untuk bekerja dengan waktu yang tersedia. Efisiensi kerja akan mempengaruhi kemampuan produksi dari suatu alat. Faktor yang mempengaruhi efisiensi kerja adalah kondisi tempat kerja, kondisi cuaca, faktor manusia serta waktu tunda.

Tabel 4.5 Efisiensi Kerja Alat Muat

Waktu Kerja	Alat Gali-Muat Liebherr 996 Hari/Menit	Alat Gali Muat Excavator Sany 2050 Hari/Menit
Total jam kerja/hari	600 (10 jam)	600 (10 jam)
<i>Repair Time (R)</i>		
1. Rusak dan Perbaikan	45	
2. Delay		45
Total <i>repair</i> /hari	45 menit	
Total <i>Delay</i> /hari		45 menit
Total <i>repair</i> /bulan	23,25 jam	23,25 jam
<i>Standby time (S)</i>		
1. Non produktif	30	30
2. Isi bahan bakar	5	5
3. Pemanasan mesin	5	5
4. P2h (Pemeriksaan dan	5	5

perawatan harian)		
5. Pindah lokasi kerja	5	5
6. Terlambat kerja	5	10
7. Berhenti sebelum istirahat	5	5
8. Selesai sebelum waktu pulang	5	5
9. Kebutuhan operator	5	5
10. Hujan	0	0
Total Standby/hari	70	75
Total Standby/bulan	36,16 jam	38,75 jam
Working hours/hari	485 menit	480 menit
Working hours/bulan	248,48 jam	246 jam

Efisiensi kerja adalah penilaian terhadap pelaksanaan suatu pekerjaan atau merupakan perbandingan antara waktu yang dipakai untuk bekerja dengan waktu yang tersedia. Waktu efisiensi kerja dihitung dengan rumus:

$$Ek = \left(\frac{We}{Wt} \right) \times 100\%$$

1) Excavator Liebherr 996

Diketahui :

Waktu bekerja : 29.100 detik (485 menit)

Waktu hambatan : 6.900 detik (115 menit)

Waktu tersedia : 36.000 detik (600 menit)

$$Ek = \frac{29.100}{36.000} \times 100 \%$$

$$Ek = 80\%$$

2) Excavator Sany 2050

Diketahui :

Waktu bekerja : 28.800 detik (480 menit)

Waktu hambatan : 7.200 detik (120 menit)

Waktu tersedia : 36.000 detik (600 menit)

$$Ek = \frac{28.800}{36.000} \times 100 \%$$

$$Ek = 80\%$$

Tabel 4.6 Effisiensi alat angkut

Waktu Kerja	Alat Angkut HD 465 Hari/Menit	Alat Angkut HD 830 Hari/Menit
Total jam kerja/hari	600 (10 jam)	600 (10 jam)
<i>Repair Time (R)</i>		
3. Rusak dan Perbaikan	45	
4. Delay		50
Total <i>repair</i> /hari	45 menit	
Total <i>Delay</i> /hari		45 menit
Total <i>repair</i> /bulan	23,25 jam	23,83 jam
<i>Standby time (S)</i>		
11. Non produktif	30	30
12. Isi bahan bakar	5	5
13. Pemanasan mesin	5	5
14. P2h (Pemeriksaan dan perawatan harian)	5	5
15. Pindah lokasi kerja	5	5
16. Terlambat kerja	5	10
17. Berhenti sebelum istirahat	5	5
18. Selesai sebelum waktu pulang	5	5
19. Kebutuhan operator	5	5

20. Hujan	0	0
Total <i>Standby</i> /hari	70	75
Total <i>Standby</i> /bulan	36,16 jam	38,75 jam
<i>Working hours</i> /hari	485 menit	480 menit
<i>Working hours</i> /bulan	248,48 jam	246 jam

1) **HD 465**

Diketahui :

Waktu bekerja : 29.100 detik (485 menit)

Waktu hambatan : 6.900 detik (115 menit)

Waktu tersedia : 36.000 detik (600 menit)

$$Ek = \frac{29.100}{36.000} \times 100 \%$$

$$Ek = 80\%$$

2) **HD 830**

Diketahui :

Waktu bekerja : 29.100 detik (480 menit)

Waktu hambatan : 6.900 detik (120 menit)

Waktu tersedia : 36.000 detik (600 menit)

$$Ek = \frac{29.100}{36.000} \times 100 \%$$

$$Ek = 80\%$$

8. Ketersediaan Alat

A. Alat Muat Excavator Liebherr 996

Kesediaan Mekanis (*Mechanical Availability*)

$$MA = \frac{W}{W + R + S} \times 100\%$$

$$MA = \frac{248,48 \text{ jam}}{248,48 + 23,25 + 36,16 \text{ jam}} \times 100\% = 80\%$$

Kesediaan Fisik (*Phsiycal Availability*)

$$PA = \frac{W+S}{W+R+S} \times 100\%$$

$$PA = \frac{248,48 + 36,16 \text{ jam}}{248,48 + 23,25 + 36,16 \text{ jam}} \times 100\% = 92\%$$

Penggunaan Kesediaan (*Use of Availability*)

$$UA = \frac{W}{W+S} \times 100\%$$

$$UA = \frac{248,48 \text{ jam}}{248,48 + 36,16 \text{ jam}} \times 100\% = 87\%$$

Penggunaan Efektif (*Effective Utilization*)

$$EU = \frac{W}{W+R+S} \times 100\%$$

$$EU = \frac{248,48 \text{ jam}}{248,48 + 23,25 + 36,16 \text{ jam}} \times 100\% = 80\%$$

B. Alat Muat Excavator Sany 2050

Kesediaan Mekanis (*Mechanical Availability*)

$$MA = \frac{W}{W + R + S} \times 100\%$$

$$MA = \frac{248,48 \text{ jam}}{248,48 + 23,25 + 36,16 \text{ jam}} \times 100\% = 80\%$$

Kesediaan Fisik (*Phsiycal Availability*)

$$PA = \frac{W+S}{W+R+S} \times 100\%$$

$$PA = \frac{248,48 + 36,16 \text{ jam}}{248,48 + 23,25 + 36,16 \text{ jam}} \times 100\% = 92\%$$

Penggunaan Kesediaan (*Use of Availability*)

$$UA = \frac{W}{W+S} \times 100\%$$

$$UA = \frac{248,48 \text{ jam}}{248,48 + 36,16 \text{ jam}} \times 100\% = 87\%$$

Penggunaan Efektif (*Effective Utilization*)

$$EU = \frac{W}{W+R+S} \times 100\%$$

$$EU = \frac{248,48 \text{ jam}}{248,48 + 23,25 + 36,16 \text{ jam}} \times 100\% = 80\%$$

Nilai *mechanical availability*, *physical availability* dan *use of availability* yang mengartikan kondisi *excavator* dalam keadaan baik.

C. Alat Angkut HD 465

Kesediaan Mekanis (*Mechanical Availability*)

$$MA = \frac{W}{W + R + S} \times 100\%$$

$$MA = \frac{246 \text{ jam}}{246 + 23,25 + 38,75 \text{ jam}} \times 100\% = 79\%$$

Kesediaan Fisik (*Phsiycal Availability*)

$$PA = \frac{W+S}{W+R+S} \times 100\%$$

$$PA = \frac{246 + 38,75 \text{ jam}}{246 + 23,25 + 38,75 \text{ jam}} \times 100\% = 92\%$$

Penggunaan Kesediaan (*Use of Availability*)

$$UA = \frac{W}{W+S} \times 100\%$$

$$UA = \frac{246 \text{ jam}}{246+38,75 \text{ jam}} \times 100\% = 86\%$$

Penggunaan Efektif (*Effective Utilization*)

$$EU = \frac{W}{W + R + S} \times 100\%$$

$$EU = \frac{246 \text{ jam}}{246+23,25+38,75 \text{ jam}} \times 100\% = 79\%$$

D. Alat Angkut HD 830

Kesediaan Mekanis (*Mechanical Availability*)

$$MA = \frac{W}{W + R + S} \times 100\%$$

$$MA = \frac{246 \text{ jam}}{246 + 23,25 + 38,75 \text{ jam}} \times 100\% = 79\%$$

Kesediaan Fisik (*Physical Availability*)

$$PA = \frac{W+S}{W+R+S} \times 100\%$$

$$PA = \frac{246 + 38,75 \text{ jam}}{246 + 23,25 + 38,75 \text{ jam}} \times 100\% = 92\%$$

Penggunaan Kesediaan (*Use of Availability*)

$$UA = \frac{W}{W+S} \times 100\%$$

$$UA = \frac{246 \text{ jam}}{246 + 38,75 \text{ jam}} \times 100\% = 86\%$$

Penggunaan Efektif (*Effective Utilization*)

$$EU = \frac{W}{W + R + S} \times 100\%$$

$$EU = \frac{246 \text{ jam}}{246 + 23,25 + 38,75 \text{ jam}} \times 100\% = 79\%$$

Nilai *mechanical availability*, *physical availability* dan *use of availability* yang mengartikan kondisi *dump truck* dalam keadaan baik.

9. Match Factor

A. Match Factor Excavator Sany 2050 dengan HD 465

Match factor yaitu penilaian yang dilakukan pada saat alat digunakan dengan melakukan pengamatan terhadap waktu edar baik alat gali muat maupun alat angkut sehingga bila terjadi penyimpangan dapat segera diatasi. *Match factor* dapat dihitung dengan.

$$Mf = \frac{Na \times CTm \times N}{CTa \times Nm}$$

Diketahui :

$$Na = 5 \text{ HD}$$

$$CTm = 0,342 \text{ menit}$$

$$N = 8$$

$$CTa = 21,63 \text{ menit}$$

$$Nm = 1$$

$$Mf = \frac{5 \times 0,342 \times 8}{21,63 \times 1}$$

$$Mf = 0,632 = < 1$$

Jadi nilai MF < 1 berarti adanya waktu tunggu pada alat gali muat.

B. Match Factor Excavator Liebherr 996 dengan HD 830

$$Mf = \frac{Na \times CTm \times N}{CTa \times Nm}$$

Diketahui :

$$Na = 11 \text{ HD}$$

$$CTm = 0,744 \text{ menit}$$

$$N = 4$$

$$CTa = 24,29 \text{ menit}$$

$$Nm = 1$$

$$Mf = \frac{11 \times 0,744 \times 4}{24,29 \times 1}$$

$$Mf = 1,347 = > 1$$

Jadi nilai MF >1 Alat angkut yang sering mengantri, sehingga adanya waktu tunggu yang terjadi untuk alat angkut.

BAB V

PENUTUP

A. KESIMPULAN

1. Hasil produksi alat muat excavator Liebherr 996 dari hasil perhitungan didapatkan sebesar 4.738.050 bcm/bulan dan excavator sany 2050 adalah sebesar 2.576.820 bcm/bulan. Sedangkan hasil produksi alat angkut HD 465 adalah sebesar 46.854 bcm/bulan sedangkan HD 830 adalah sebesar 183.582 bcm/bulan.
2. Hasil optimasi ketersediaan alat dari hasil perhitungan yang berdasar pada data aktual didapatkan untuk alat muat excavator Liebherr 996 adalah MA 80%, PA 92%, UA 80%, EU 87% dan excavator Sany 2050 adalah MA 80%, PA

92%, 80%, EU 87% sedangkan untuk alat angkut HD 465 MA 79%, PA 92%,

UA 86%, EU 79% dan HD 830 MA 79%, PA 92%, UA 86%, EU 79%

3. Hasil perhitungan match factor untuk excavator Liebherr 996 mengisi HD 830 didapatkan hasil 0,632 dan excavator Sany 2050 mengisi HD 465 didapatkan hasil 1,347.

B. SARAN

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan yang dilakukan dengan mengacu pada rumusan masalah yang ada, maka diberikan beberapa saran dalam bentuk rekomendasi bagi perusahaan, yaitu sebagai berikut:

1. Perusahaan harus menerapkan perbaikan alat secepatnya agar waktu kerja tidak terbuang sia-sia.
2. Menerapkan pola pemuatan *top loading* secara kontitu guna menambah efektivitas kinerja operator.
3. Nilai *match factor* harus diperhatikan agar tidak terjadi waktu tunggu yang berlebihan karena kurang atau lebihnya alat berat yang digunakan.



DAFTAR PUSTAKA

- Afni Nelfi (2019) dalam penelitiannya berjudul “ *Keserasian Alat Muat Dan Alat Angkut Untuk Menunjang Target Produksi Batubara Bulan September Sebesar 90.000 Ton/Bulan di PT Anugerah Bumi Lestari Site PT Duta Alam Sumatera, Merapi Barat, Kabupaten Lahat, Sumatera Selatan*”. *Jurnal Sains Dan Teknologi Volume, 19 Nomor 2, Desember 2019.*
- Anisari, R. (2012) dalam penelitiannya berjudul “ *Keserasian Alat Muat dan Angkut Untuk Kecapaian Target Produksi Pengupasan Batuan Penutup Di PT. Unirich Mega Persada Sie Hajak Kabupaten Barito Utara Kalimantan Tengah*”. *Jurnal Intekna. Tahun XII, No. 1.*
- Agung M (2020) dalam penelitiannya berjudul “ *Analisis Kebutuhan Alat Gali Dan Angkut Pada Blok Ulin PT Indrabakti Mustika Kec, Langgikima Kab. Konawe Utara*”. *Jurnal Geomining, Volume, 3 Nomor 1, Juni 2020.*
- Gindang Rain Pratama. (2014) dalam penelitiannya berjudul “ *Kajian Teknis Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Gali Angkut Pada Pemandahan*

Overburden Di PT. Kalimantan Prima Persada Site Mass Asam-Asam Provinsi Kalimantan Selatan”.

Hadi, E.R. (2015) dalam penelitiannya berjudul “ *Kajian Teknis Alat Muat dan Alat Angkut Mengoptimalkan Produksi Pengupasan Lapisan Tanah Penutup Di Pit UW PT. Borneo Alam Semesta Kecamatan Jorong Kabupaten Tanah Laut Provinsi Kalimantan Selatan*”. Nama jurnal *Teknologi Pertambangan. Volume. 1 Nomor. 1.*

Hj. Rezky A. (2016) dalam penelitiannya berjudul “*Produktivitas Alat Muat Dan Angkut Pada Pengupasan Lapisan Tanah Penutup Di Pit 8 Fleet Di PT. Jhonlin Baratama Jobsite Satui Kalimantan Selatan*”

Hambali, Nurhakim Riswan. (2017) dalam penelitiannya berjudul “*Evaluasi Produksi Alat Gali Muat dan Alat Angkut Sebagai Upaya Pencapaian Target Produksi Pada PT. Pama Persada Nusantara Distrik KCMB*”. *Jurnal Himasapta. Volume. 2, Nomor. 1.*

Hj. Resky (2016) dalam penelitiannya berjudul “ *Produktivitas Alat Muat Dan Alat Angkut Pada Pengupasan Lapisan Tanah Penutup Di PIT 8 Fleet D PT. Jhonlin Baratama Jobsite Satui Kalimantan Selatan*”. *Jurnal Intekna, Volume, 16, No. 1, mei 2016.*

Irwan Edel Frudis (2016) dalam penelitiannya berjudul “ *Kajian Teknis Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Pada Pencapaian Pengupasan Overburden 1.120.000 BCM di Pit Taman Tambang Air Laya Bulan September 2016 PT Bukit Asam (Persero) Tbk*”. *Jurnal Mineral, Maret 2018, Volume. 3.*

Ilahi R (2013) dalam penelitiannya berjudul “ *Kajian Teknis Produktivitas Alat Gali Muat (excavator) Dan Alat Angkut (dump truck) Pada Pengupasan Lapisan Tanah Penutup Di Pit Bankp Barat PT Bukit Asam (Persero) Tbk*”. *Jurnal ilmu Teknologi, Volume, 2 Nomor, 3 September 2014.*

Maulana (2021) dalam penelitiannya berjudul “ *Optimalisasi Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Pada PT Borneo Alam Semesta, Desa Swarangan, Tanah Laut, Kalimantan Selatan*”. *Jurnal Himasapta, Volume, 6, Nomor, 1 April 2021.*

- Muhammad N. (2017) dalam penelitiannya berjudul “*Optimalisasi Dan Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Pada Tambang Batu Granit Pada PT. Vitramar Property Air Mesum, Kecamatan Pangkalan Baru, Kabupaten Bangka Tengah.*”.
- Marta B. (2018) dalam penelitiannya berjudul “*Optimasi Alat Muat Dan Alat Angkut Untuk Meningkatkan Produksi Limestone Setelah Indarung VI Berproduksi Di PT. Semen Padang*”
- M.Ashary Firdaus (2020) dalam penelitiannya berjudul “*Evaluasi Produktivitas Alat Gali Muat Terhadap Pencapaian Target Produksi Overburden di PT Rimau Energi Mining, Site Desa Putut Tawuluh, Kec. Dusun Timur, Kab, Barito Timur, Provinsi Kalimantan Tengah*”. *Jurnal Himasapta Volume, 5 Nomor 3, Desember 2020.*
- M.Faisal (2020) dalam penelitiannya berjudul “*Analisis Kegiatan Produktivitas Terhadap Fuel Ratio Alat Angkut Dan Alat Muat Pada Pit 2 di PT Pro Sarana Cipta*”. *Jurnal Himasapta Volume, 5 Nomor 2, Agustus 2020.*
- Nurnilam Oemiati (2020) dalam penelitiannya ini berjudul “*Analisa Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Pada Pengupasan Lapisan Tanah Penutup (overburden).*”
- Oemiati N, (2019) dalam penelitiannya berjudul “*Analisa Produktivitas Alat Muat Dan Angkut Pada Pengupasan Lapisan Tanah Penutup (Overburden).* *Jurnal Bear UM- Palembang. Volume, 4 Nomor, 1 Maret 2020.*
- Sofwan H. (2020) dalam penelitiannya berjudul “*Pengamatan Pola Muat Terhadap Produktivitas Alat Gali Muat Pada Pengupasan Lapisan Tanah Penutup.* *Jurnal Poros Teknik Volume 12, Nomor, 2, Desember 2020.*
- Wijaya AR (2019) dalam penelitiannya berjudul “*Kinerja Alat Muat Dan Angkut Pada Pengupasan Overburden PT Bumi Merapi Energi.* *Jurnal Pertambangan, Volume, 3, Nomor 4, Mei 2019.*

Yuyun F. (2019) dalam penelitiannya berjudul “*Optimalisasi Produksi Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Pada Pengupasan Overburden Dengan Menggunakan Metode Antrian Dan Kapasitas Produksi Di Pit 3 PT. Jambi Prima Coal, Kecamatan Mandiangin, Kabupaten Sarolangun, Provinsi Jambi*”



Lampiran I

Tabel

data
Cycle
time

Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Cycle Time
13.82	26.95	12.31	19.43	72.51
8.6	4.15	5.21	7.52	25.48
13.4	11.89	3.31	6.21	34.81
20.15	3.43	3.03	4.84	31.45
18.31	9.46	3.35	8.3	39.42
15.68	10.44	5.3	5.49	36.91
14.99	11.05	5.42	8.63	40.10
17.24	11.05	4.11	11.83	44.23
29.23	8.15	4.29	5.93	47.6
18.1	9.33	3.51	7.54	38.48
21.55	8.63	4.09	6.37	40.64
21.52	11.07	9.24	5.1	46.93
15.07	9.68	4.13	7.8	36.68
20.45	9.65	4.90	7.43	42.43

Liebhher 996

17.64	13.84	8.82	10.16	50.46
-------	-------	------	-------	-------

21.26	7.38	6.15	6.35	41.14
18.21	7.86	3.81	7.27	37.15
20.29	28.01	5.51	10.46	64.27
19.84	11.55	5.78	7.17	44.34
21.38	7.5	5.8	10.14	44.82
28.65	3.64	3.11	3.19	38.59
21.97	6.61	5.45	9.1	43.13
7.82	10.21	10.59	5.68	34.3
19.99	11.25	6.04	7.62	44.91
14.35	29.25	5.6	11.06	46.34
23.94	8.08	3.99	10.33	12.17
21.45	11.61	9.82	22.95	18.18
6.64	4.35	10.89	20.47	73.72
7.14	4.73	07 94	19.5	82.115
14.70	11.60	7.58	16.86	96.05
22.21	13.02	3.18	6.89	45.3
18.29	12.75	4,00	7.44	42.48
08 00	4.11	4.73	23.84	32.68
3.41	7.36	21.12	8.73	40.62
5.32	4.48	18.43	10.91	39.14
10.91	6.94	7.74	6.02	31.61
12.03	8.11	9.87	10.64	40.64
7.34	22.89	3.64	8.44	42.31
18.59	7.81	3.46	7.68	37.54
18.14	7.46	3.37	7.94	36.91
19.29	7.06	4.71	8.41	39.47
19.04	5.52	11.88	23.83	60.27
8.18	9.22	33.3	4.81	55.51
15.10	9.99	10.06	10.19	45.34
6.48	17.93	4.31	4.25	32.97
17.87	11.97	3.54	4.48	37.86
17.79	10.06	4.38	6.17	38.4
15.66	13.52	3.61	9.21	42
14.77	10.43	3.43	8.93	37.56
35.67	8.27	5.52	5.8	55.26
18.04	12.03	4.13	6.47	40.68

9.33	20.96	4.49	14.29	49.07
16.81	8.71	4.19	11.37	41.08
14.96	9.97	6.27	7.3	38.5
18.75	10.02	4.08	6.94	39.79
21.34	8.32	5.31	6.57	41.54
22.42	10.07	9.46	5.14	47.09
17.27	11.34	5.63	8.60	42.85
16.42	21.34	5.16	9.38	52.3
13.8	8.03	4.67	9.91	36.41
15.96	7.43	5.43	10.32	39.14
24.29	5.57	3.93	9.43	43.22
20.23	4.45	3.78	6.05	34.51
17.45	8.56	9.68	6.7	42.39
18.03	9.23	5.44	8.63	41.33
9.92	15.06	8.11	20.55	53.64
8.37	4.85	7.1	24.85	45.17
10.33	5.79	5.45	23.96	45.53
7.04	6.05	6.69	23.56	43.34
8.55	8.8	13.55	4.61	35.51
7.03	5.52	28.16	4.12	44.83
8.54	7.68	11.51	16.94	44.67

Lampiran II

Tabel data cycle time Excavator 2050

Digging	Swing isi	Dumping	Swing kosong	Cycle Time
6.85	22.23	2.67	4.03	35.78
10.59	3.82	3.66	4.06	22.13
10.02	6.67	3.17	4	23.86
8.79	4.41	4.18	4.63	22.01
10.51	3.7	3.83	4.94	22.98
10.02	5.09	4.78	10.4	30.29
3.56	5.46	3.49	4.26	16.77
8.92	4.86	3.85	5.38	23.01
6.33	4.8	5.04	8.64	24.81
3.51	4.63	11.04	3.89	23.07
5.44	8.23	4.38	4.47	22.52
3.33	5.44	8.23	4.38	21.38
4.47	3.82	8.94	5.12	22.35
3.37	14.37	7.28	13.95	38.97
3.75	4.93	6.08	5.74	20.5
5.96	10.22	5.01	3.93	25.12
4.39	7.84	6.65	6.27	25.14
9.41	15.24	3.76	4.87	33.28
8.7	3.81	3.46	4.27	20.24
8.55	5.24	2.84	3.63	20.26
11.01	3.21	4.11	3.66	21.99
9.29	3.87	3.34	3.34	19.84
8.91	4.93	4.13	4.58	22.55
8.46	4.33	5.42	4.1	22.31
9.15	4.23	3.88	3.93	21.20

11.94	26.33	3.51	9.49	51.27
5.42	5.07	3.51	5.24	19.87
10.61	4.43	3.15	10.35	28.54
5.15	3.62	6.57	5.17	20.51
5.26	2.61	4.44	5.01	17.41
4.78	3.56	5.82	5.09	20.06
5.87	4.48	6.65	5.97	22.97
6.18	4.07	5.02	6.29	21.56
14.62	5.78	9.31	4.19	33.9
3.82	3.52	6.71	3.24	17.29
3.93	5.5	9.86	6.98	26.27
2.07	5.99	7.64	3.61	19.31
3.45	4.00	7.84	3.97	19.26
3.59	3.76	6.85	4.96	19.16
4.01	3.73	4.83	6.24	18.81
5.07	4.61	7.58	4.74	22.00
4.69	4.72	5.17	4.51	19.09
5.83	4.12	5.00	6.69	21.64
6.32	12.24	3.14	2.41	24.11
4.00	7.27	6.41	6.00	23.68
6.54	7.09	3.96	4.18	21.77
7.48	4.44	4.52	6.29	22.73
5.94	5.14	3.87	5.12	20.07
7.01	14.77	3.42	5.28	30.48
6.02	6.72	4.48	5.12	22.33
4.41	10.71	6.65	6.62	28.39
3.91	5.05	9.64	3.99	22.59
2.69	4.6	7.96	3.58	18.83
2.07	3.52	9.55	4.36	20.13
5.02	4.76	5.00	4.41	19.19
7.49	5.00	4.68	4.68	21.85
8.85	18.67	2.22	6.69	36.43
4.37	6.92	7.25	4.61	23.14
7.00	3.74	3.24	4.33	18.31
4.58	4.03	4.93	6.79	20.06
6.02	3.39	4.55	5.77	19.73
4.78	04.82	4.16	5.48	14.42

4.65	5.3	8.44	7.42	25.81
5.22	5.08	3.66	4.62	18.58
06.86	11.68	2.82	4.42	16.1
5.38	4.36	4.83	5.74	20.30
2.79	7.06	4.24	02.81	14.09
4.48	9.35	4.15	2.33	20.31
05.84	5.37	4.35	5.53	15.25
5.27	12.24	3.54	2.73	23.78
3.55	8.42	5.05	2.79	19.81
3.52	11.22	3.82	6.49	21.23
9.11	12.28	3.96	04.88	25.35
3.92	8.94	4.27	3.97	21.11
8.09	6.24	4.73	3.46	22.52
5.27	5.42	2.71	5.99	19.39
06.82	4.93	2.93	7.27	15.13
05.82	6.05	3.12	11.09	20.26
3.54	5.01	5.15	11.04	24.83
5.61	4.15	4.06	3.44	17.26
5.63	5.32	3.78	7.05	21.77
4.48	5.63	4.25	6.47	20.83
5.33	3.28	2.59	4.04	15.06
6.24	5.67	2.74	11.66	26.31
6.55	3.23	6.18	10.32	26.28
3.9	2.94	4.91	05.89	11.75
4.51	5.16	09.87	5.08	14.75
4.67	4.91	3.69	4.11	17.38
5.20	4.20	4.02	7.11	20.53

Lampiran III

Tabel data Cycle Time Alat Angkut HD 465

Spott isi (menit)	Loading Muatan (menit)	Hauling time (menit)	Cycle Time (menit)
15:43	3:01	14:14	32:67
16:03	2:23	17:42	35:68
19:34	5:53	17:08	41:95
48:66	3:28	12:43	64:37
19:59	2:21	9:02	30:82
32:86	2:22	20:19	22:41
31:26	2:09	18:02	51:37
31:33	2:16	20:09	53:58
31:73	2:04	29:15	63:28
33:56	2:17	19:48	55:21
24:54	1:51	27:17	53.22
27:15	2:63	18:56	48:34

LAMPIRAN IV

Tabel Data Cycle Time Alat Aangkut HD 830

Manuver (menit)	Loading muatan (menit)	Hauling muatan (menit)	Cycle Time (menit)
25.75	2.01	16.14	43.90
26.55	2.21	12.57	41.33
33.02	2.07	20.31	55.58
21.77	3.48	18.12	43.37
23.03	2.54	35.06	60.09
24.86	2.05	31.04	33.09
32.39	2.56	21.21	56.16
19.91	2.34	15.34	37.59
24.86	2.01	20.5	22.51
36.35	2.58	26.18	65.11
21.88	2.04	20.09	44.01
26.79	2.35	21.51	45.78

LAMPIRAN V

SPESIFIKASI ALAT

A. Spesifikasi Excavator Liebherr R996

1. *Operating weight* : 697 ton
2. Engine output : 2584 kW/3500 Hp
3. Kapasitas *bucket* : 34 m³
4. Kemampuan
 - a. Kecepatan *swing* : 0 – 3,6 rpm
 - b. Kecepatan jalan : 0 – 2,3 km per jam
5. Kemampuan penggalian
 - a. Jangkauan maksimum : 20,1 meter
 - b. Tinggi penumpahan maksimal : 10.9 meter
 - c. Jangkauan maksimal penggalian : 16,43 meter
 - d. Dalam penggalian *bucket* : 9 meter
 - e. *Maximal digging force* : 1760 kN
 - f. *Maximal break out force* : 1920 kN
6. Dimensi (ukuran)
 - a. Panjang total : 23907 mm
 - b. Lebar total : 11063 mm
 - c. Tinggi total : 9834 mm
7. *Track*
 - a. *Length track on ground* : 8100 mm

- b. *Length track* : 10846 mm
- c. *Undercarriage width* : 8778 mm
- d. *Undercarriage height* : 3261 mm

8. Mesin

- a. Model : QSK 60 Tier 2
- b. Tipe : 16 *cylinder, V engine*
- c. *Bore × stroke* : 159 × 190 mm

9. Sistem hidrolik

- a. Pompa hidrolik tambahan : 10 *variable flow axial piston pump*
- b. Pompa hidrolik *swing* : 4 *reversible swash plate pumps*
- c. Aliran pompa pelumas maksimum : 10 x 750 liter per menit
- d. Aliran pompa untuk *swing* : 4 x 535 liter per menit
- e. Tekanan pelumas maksimum : 350 bar

10. Kapasitas bahan bakar

- a. Bahan bakar penuh : 19690 liter
- b. Kapasitas pelumas hidrolik : 5800 liter
- c. Kapasitas pelumas hirolik mesin : 10000 liter