

**EVALUASI KINERJA UNIT CRUSHING PLANT TERHADAP TARGET
PRODUKSI BATUBARA PADA BULAN OKTOBER TAHUN 2022
DI PT BANYAN KOALINDO LESTARI KABUPATEN
MUSI RAWAS UTARA, SUMATERA SELATAN**

TUGAS AKHIR

*“Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam Menyelesaikan
Pendidikan Dari Program Studi S1 Teknik Pertambangan Dan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Dari Universitas Cendrawasih”*



Oleh:

MOHAMAD FAISAL HANDOKA

20180611044026

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN DAN GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS CENDERAWASIH
JAYAPURA
2023**

HALAMAN JUDUL

**“EVALUASI KINERJA UNIT *CRUSHING PLANT* TERHADAP TARGET
PRODUKSI BATUBARA PADA BULAN OKTOBER TAHUN 2022
DI PT BANYAN KOALINDO LESTARI KABUPATEN MUSI
RAWAS UTARA, SUMATERA SELATAN”**

TUGAS AKHIR



Disusun Oleh:

MOHAMAD FAISAL HANDOKA

20180611044026

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN DAN GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS CENDERAWASIH
JAYAPURA
2023**

LEMBAR PERSETUJUAN

**“EVALUASI KINERJA *UNIT CRUSHING PLANT* TERHADAP TARGET
PRODUKSI BATUBARA PADA BULAN OKTOBER TAHUN 2022
DI PT BANYAN KOALINDO LESTARI KABUPATEN MUSI
RAWAS UTARA, SUMATERA SELATAN”**

Disusun Oleh:

MOHAMAD FAISAL HANDOKA

20180611044026

Telah dinyatakan lengkap dan memenuhi syarat untuk diajukan dalam ujian
sidang skripsi semester genap tahun ajaran 2023 pada Program Studi Teknik
Pertambangan Universitas Cenderawasih

Disetujui Oleh:

Pembimbing I

Tanggal: 21 Februari 2023

Djuadrensi Patabang, ST.M.Eng
NIP:19690602 2003 121 001

Pembimbing II

Tanggal: 21 Februari 2023

Felice Deglardini Wopari ST.,M.T
NSK. 01/5//UN20/KP/2022

LEMBAR PENGESAHAN

**“EVALUASI KINERJA UNIT CRUSHING PLANT TERHADAP TARGET
PRODUKSI BATUBARA PADA BULAN OKTOBER TAHUN 2022
DI PT.BANYAN KOALINDO LESTARI KABUPATEN MUSI
RAWAS UTARA, SUMATERA SELATAN”**

Disusun Oleh:

MOHAMAD FAISAL HANDOKA
20180611044026

Telah diujikan dalam ujian skripsi pada tanggal 21 Februari 2023 dan dinyatakan lulus dari program studi S1 Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Cenderawasih

Dewan Penguji:

Pembimbing I	: <u>Djuadrensi Patabang, ST.,M.Eng</u>	(.....)
	NIP:19690602 2003 121 001	
Pembimbing II	: <u>Felice Deglardini Wopari, ST.,MT</u>	(.....)
	NSK. 01/5//UN20/KP/2022	
Penguji 1	: <u>Dr. Enos Karapa, M.T</u>	(.....)
	NIP: 19700470 2601 121 002	
Penguji 2	: <u>Bodian Panggabean, M. Eng</u>	(.....)
	NIP: 19750131 2005 011 00	
Penguji 3	: <u>Anton Yudi U. Putra, M.T</u>	(.....)
	NSK.	

Jayapura, 21 februari 2023

Disahkan oleh:

Mengetahui
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Cenderawasih

Ketua Jurusan
Teknik Pertambangan Dan
Geologi

Dr. Ir. Jhoni jonathan Numberi, M.Eng
NIP: 19640805 1991 031 007

Djuadrensi Patabang, ST.,M.Eng
NIP:19690602 2003 121 001

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mohamad Faisal Handoka

NIM : 20180611044026

Program Studi : S1 – Teknik Pertambangan

Fakultas : Teknik – Universitas Cenderawasih

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini merupakan hasil karya tulis ilmiah atau pemikiran saya sendiri dan bukan hasil karya intelektual orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti atau dibuktikan bahwa sebagian atau seluruh skripsi ini adalah hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima saksi atas perbuatan tersebut.

Jayapura, 21 Februari 2023

Mohamad Faisal Handoka

**“ANALISIS KINERJA UNIT CRUSHING PLANT TERHADAP TARGET
PRODUKSI BATUBARA PADA BULAN OKTOBER TAHUN 2022 DI
PT.BANYAN KOALINDO LESTARI KABUPATEN MUSI RAWAS
UTARA, SUMATERA SELATAN”**

Mohamad Faisal Handoka

ABSTRAK

PT. Banyan Koalindo Lestari merupakan perusahaan yang berfokus dibidang penambangan batubara dengan metode tambang terbuka (*open pit*) yang memiliki produksi batubara dengan nilai jual yang tinggi dari proses pengolahan. Selain itu Pengolahan yang diterapkan PT. Banyan Koalindo Lestari adalah preparasi atau pengecilan ukuran dari batubara, dimana metode ini digunakan untuk meningkatkan produksi dan nilai jual dari batubara. Pada proses ini dilakukan oleh *unit crushing plant*, dimana target produksi yang perlu dicapai dari proses pengolahan sebesar 93.000 ton/bulan. Oleh karena itu untuk mengetahui ketercapaian target produksi sehingga dilakukan evaluasi kinerja dari *unit crushing plant* berdasarkan produksi aktual, faktor-faktor yang menghambat produksi dan upaya optimalisasi dari produksi tidak tercapai.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tidak tercapainya produksi, faktor-faktor yang mempengaruhi dan evaluasi kinerja *unit crushing plant* serta pengoptimalan yang akan dilakukan setelah perbaikan dengan target produksi 3000 ton/hari.

Pengambilan data dilakukan pada area pengolahan atau *Coal Processing Plant* dengan memperhatikan alat-alat yang bekerja untuk mendukung berbagai aktivitas dari unit *crushing plant* terhadap target produksi 93.000 ton pada bulan oktober tahun 2022.

Hasil dari penelitian adalah target produksi dari *unit crushing plant* tidak tercapai yaitu sebesar 64.094,73 ton/bulan Sedangkan pada penambahan jam lembur 1-3 jam/hari dalam 22 hari sebesar 80.647 ton/bulan atau 2.602,4 ton/hari dari target produksi 93.000 ton/bulan atau 3.000 ton/hari yang disebabkan oleh faktor waktu hambatan yaitu keterlambatan saat memulai dan sebelum beroperasi, *breakdown unit* dan *standby hopper empty* yang menyebabkan *effisiensi* kerja *unit* menjadi sangat buruk atau 46% dengan waktu produktif 5,7 jam/hari dari jam kerja tersedia 10 jam/hari. Oleh karena itu perlunya optimalisasi untuk meningkatkan waktu produktif dari jam kerja normal 12 jam/hari dan setelah melakukan optimalisasi terhadap produksi *unit crushing plant* meliputi:1)*Effisiensi* kerja *unit* sebesar 73% dan waktu produktif sebesar 8,7 jam/hari.2)Waktu hambatan dapat diminimalisir dengan melakukan *Quality Control*.3)*Effisiensi* kerja dari *unit coal getting* sebesar 52% dengan waktu produktif 6,23 jam/1shift pada PIT Utara dan 55% dengan waktu produktif 6,51 jam/1shift.4)*Coal Getting* dapat memenuhi kebutuhan produksi *unit crushing plant* sebesar 4.854 ton/2shift.

Kata kunci : Pengolahan, Target produksi, Unit Crushing Plant dan optimalisasi

**"PERFORMANCE ANALYSIS OF THE UNIT CRUSHING PLANT ON THE
TARGET OF COAL PRODUCTION IN OCTOBER 2022 AT PT. BANYAN
KOALINDO LESTARI, MUSI RAWAS UTARA DISTRICT, SELATAN
SUMATERA "**

Mohamad Faisal Handoka

ABSTRACT

PT. Banyan Koalindo Lestari merupakan perusahaan yang fokus pada pertambangan batubara dengan menggunakan metode open pit yang menghasilkan batubara dengan nilai jual tinggi dari pengolahan. Selain itu, pengolahan yang diterapkan oleh PT. Beringin Koalindo Lestari adalah persiapan atau pengurangan ukuran batubara, dimana metode ini digunakan untuk meningkatkan nilai produksi dan penjualan batubara. Proses ini dilakukan oleh unit crushing plant, dimana target produksi yang perlu dicapai dari pengolahan adalah 93.000 ton/bulan. Oleh karena itu, untuk menentukan pencapaian target produksi, evaluasi kinerja unit crushing plant dilakukan berdasarkan produksi aktual, faktor-faktor yang menghambat produksi dan upaya optimalisasi produksi tidak tercapai.

This study aims to determine the failure to achieve production, influencing factors and analysis of the performance of the crushing plant unit and optimization that will be carried out after repairs with a production target of 3000 tons/day.

Data collection is carried out in the processing area or Coal Processing Plant by paying attention to the tools that work to support various activities from the crushing plant unit towards a production target of 93,000 tons in October 2022.

The results of the study were that the production target from the crushing plant unit was not achieved, namely 64,094.73 tons/month, while the addition of 1-3 hours/day overtime hours in 22 days amounted to 80,647 tons/month or 2,602.4 tons/day from a production target of 93,000 tons/month or 3,000 tons/day caused by time constraints, namely delays when starting and before operating, unit breakdown and empty standby hopper which causes the unit work efficiency to be very bad or 46% with a productive time of 5.7 hours/day from hour available 10 hours/day. Therefore it is necessary to optimize to increase productive time from normal working hours of 12 hours/day and after optimizing the production of crushing plant units including: 1) Unit work efficiency of 73% and productive time of 8.7 hours/day. 2) Time obstacles can be minimized by carrying out Quality Control. 3) Work efficiency of the coal getting unit is 52% with a productive time of 6.23 hours/1 shift at the North PIT and 55% with a productive time of 6.51 hours/1 shift. 4) Coal Getting can fulfill the production requirement for a crushing plant unit is 4,854 tons/2 shifts.

Key words : Processing, Production target, Crushing Plant Unit and optimization

HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

“Barang siapa yang keluar menuntut ilmu maka ia berada di jalan Allah hingga ia pulang”(HR.Tirmidzi)

Dengan Segala kerendahan hati karya ini saya persembahkan kepada :

1. Allah SWT dan Baginda Besar Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan kesehatan, kekuatan, dan kemampuan bagi penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua mama dan bapak yang selalu mendukung oka dalam keadaan apapun. Gelar sarjana ini menjadi langkah awal agar oka bisa jadi anak yang membanggakan mama sama bapak nantinya.
3. Abang uci, kak winda, kak ida, brother rizky, brother rahmat, brother alen, brother din, om dodo yang selalu support oka sampai sekarang, baik segi mental sampai kebutuhan selama kuliah.
4. Sahabat penulis yang sudah seperti saudara penulis Trio, Bobo, Riri, Mkael yang direpotkan selama 4 tahun ini dan juga telah membantu dalam membangunkan penulis untuk selalu berkuliah sehingga mendapat gelar sarjana.
5. Iqi, rey, sri teman-teman penulis yang sudah selalu membantu dan support selama ngekos di kotik dulu.
6. Teman-teman tambang angkatan 18 yang telah mensupport dan membantu penulis selama 4 tahun ini.
7. Ziyadatun ni'mah yang mensupport penulis selama ini.
8. Last but not least, I wanna thank me, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for having no days off I wanna thank me for, for never quitting, I wanna thank me for always

being a giver And tryna give more than I receive, I wanna thank me for tryna do
more right than wrong, I wanna thank me for just being me at all times.

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

Skripsi yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di perpustakaan Fakultas Teknik dan Universitas Cenderawasih, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan dan peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya. Usaha memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh skripsi haruslah seizin tertulis dari Dekan Fakultas Teknik Universitas Cenderawasih. Perpustakaan yang meminjamkan skripsi ini untuk keperluan anggotanya harus mengisi nama, dan tanda tangan peminjam serta tanggal pinjam.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkah limpahan dan kasih sayang-Nya lah sehingga penulis mampu menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir dengan judul **“Evaluasi Kinerja Unit *Crushing Plant* Terhadap Target Produksi Batubara Pada Bulan Oktober Tahun 2022 Di PT.Banyan Koalindo Lestari Kabupaten Musi Rawas Utara, Sumatera Selatan”** sebagai salah satu syarat untuk bisa melanjutkan ke tahap berikutnya yaitu Tugas Akhir (Skripsi)

Terselesainya penulisan Tugas Akhir ini, tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr Oscar Oswald Wambrau, SE.,MSc selaku Rektor Universitas Cenderawasih yang telah memberikan dukungan penuh bagi mahasiswa/mahasiswi yang akan melaksanakan praktek lapangan di perusahaan.
2. Bapak Dr. Ir. Jhon Numberi.,Eng selaku Dekan Fakultas Teknik yang telah mendukung dalam pelaksanaan praktek di perusahaan.
3. Bapak Djuarensi Patabang ST.,M.Eng selaku ketua jurusan Teknik Pertambangan dan Geologi serta dosen pembimbing I bagi penulis yang telah memberikan motivasi dan kesempatan untuk dapat mengembangkan potensi diri dalam melaksanakan kegiatan praktek lapangan dalam menyelesaikan tugas akhir.
4. Bapak Bevie M. Nahumury ST.,MT selaku ketua Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Cenderawasih yang telah merekomendasikan penulis untuk magang di PT.Banyan Koalindo Lestari.
5. Ibu Felice Deglardini Wopari, ST.,MT selaku dosen pembimbing II dan memberikan arahan serta support kepada penulis dalam proses penyelesaian Tugas Akhir.

6. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Cenderawasih atas bantuan dan support yang telah diberikan selama proses penulisan Tugas Akhir ini.
7. Bapak Erwin Rahmat Hidayat selaku Direktur Keuangan dan SDM yang telah menerima penulis untuk melakukan magang Tugas Akhir di PT.Banyan Koalindo Lestari.
8. Bapak Hendi Prihananto selaku Kepala Teknik Tambang (KTT) yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk melaksanakan pengambilan data Tugas Akhir di Site PT.Banyan Koalindo Lestari.
9. Agung Sutanto selaku kakak pembimbing yang telah membantu penulis dalam Tugas Akhir selama di site PT. Banyan Koalindo Lestari.
10. Karyawan PT. Banyan Koalindo Lestari yang tidak dapat penulis sebutkan namanya satu-persatu dan telah memberikan bantuan dan support selama magang.
11. Dean, Joasua, Angga, Abi dan Zaki teman seperjuangan magang di PT.Banyan Koalindo Lestari.
12. Kedua orang tua yang tak henti-hentinya memberikan dukungan dan doa kepada penulis.
13. Teman-teman seperjuangan Teknik Pertambangan Angkatan 2018 dan semua pihak yang telah membantu saya dalam penyusunan proposal Tugas Akhir.

Demikian Tugas Akhir ini dibuat, tentu masih banyak kekurangan dalam penulisannya. Untuk itu penulis berharap mendapat saran dan kritik yang membangun demi perbaikan proposal ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Jayapura, 21 Februari 2023

Mohamad Faisal Handoka

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	viii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI	x
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Permasalahan.....	2
1.2.1 Rumusan Masalah.....	2
1.2.2 Batasan Masalah	2
1.3 Tujuan Dan Manfaat Penelitian	2
1.3.1 Tujuan	2
1.3.2 Manfaat Penelitian	3
1.4 Lokasi Penelitian Dan Kesampaian Daerah	3
1.4.1 Lokasi Penelitian.....	3
1.4.2 Kesampaian Daerah	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Penambangan Batubara	6
2.1.1 Penggalian Batubara (<i>Coal Getting</i>).....	6
2.1.2 Pemuatan, Pengangkutan Dan Penimbunan Batubara	7
2.2 Pengolahan Bahan Galian.....	8
2.2.1 Peremuk/Pemecah (<i>Crushing</i>)	8
2.3 Ketersediaan Alat dan Unit Crushing Plant.....	8
2.4 Bagian-bagian Unit Crushing Batubara.....	10
2.4.1 Grizzly	12
2.4.2 Hooper	12
2.4.3 Pengumpan (Feeder Conveyor)	14
2.4.4 Pemisah (<i>Dyvergator</i>).....	14
2.4.5 Mesin Peremuk (Alat <i>Crusher</i>).....	15
2.4.6 <i>Tranfer Chute</i>	17
2.4.7 <i>Stacker Radial</i>	17
2.4.8 <i>Belt Conveyor</i>	18
2.5 Alat Angkut Dan Alat Support.....	22
2.5.1 <i>Wheel Loader</i>	22
2.5.2 Dump Truck.....	23
2.5.3 <i>Excavator</i>	25
2.6 Efisiensi Kerja	26
2.7 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi <i>Unit Crushing plant</i>	27
2.7.1 Faktor Pengembangan Material (<i>swell Facktor</i>)	29
2.7.2 Faktor Isian Mangkuk (<i>Bucket Fill Facktor</i>).....	31
2.8.3 Keserasian alat (<i>Match Factor</i>)	31

BAB III METODE PENELITIAN.....	33
3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian.....	33
3.2 Alat dan Bahan	33
3.3 Pengumpulan Data Primer Dan Data Sekunder	33
3.4 Teknik Pengambilan Data	34
3.5 Tahap Penelitian	35
3.6 Diagram Alir Penelitian.....	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Hasil.....	39
4.1.1 Produksi <i>Unit Crushing Plant</i>	39
4.1.2 Kegiatan Umpan Alat Angkut Dan Alat <i>Support</i>	42
4.1.3 Proses Kinerja <i>Unit Crushing Plant</i>	44
4.1.4 Waktu hambatan	58
4.1.5 Ketersediaan <i>Unit Crushing Plant</i>	61
4.2 Pembahasan	63
4.2.1 Ketercapaian Produksi <i>Unit Crushing Plant</i>	63
4.2.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produksi <i>Unit Crushing Plant</i>	66
4.2.3 Upaya Optimalisasi Produksi <i>Unit Crushing Plant</i>	70
BAB V PENUTUP.....	78
5.1 Kesimpulan.....	78
5.2 Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA	80
LAMPIRAN	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Peta Daerah Penelitian	4
Gambar 1. 2 Lokasi Kesampaian Daerah.....	5
Gambar 2. 1 Proses Preparasi Batubara Secara Umum	10
Gambar 2. 2 Alur Pengolahan PT.Banyan Koalindo Lestari	12
Gambar 2. 3 Dimensi <i>Hopper</i>	12
Gambar 2. 4 <i>Belt Feeder</i> Atau Pengumpan <i>Apron</i>	14
Gambar 2. 5 Bagian-Bagian Double Roll Crusher.....	15
Gambar 2. 6 Sistem Kerja Dari <i>Chute Conveyor</i> Mengikuti Gaya Gravitasi	17
Gambar 2. 7 Radial Stacker Conveyor.....	18
Gambar 2. 8 Luas Penampang Total Conveyor	20
Gambar 2. 9 Luas Penampang Bagian Bawah	21
Gambar 2. 10 Alat Berat Wheel Loader.....	23
Gambar 2. 11 Alat angkut UD Truck Quester dan Hino FM 260 JD	24
Gambar 2. 12 Alat Gali-Muat <i>Excavator Doosan DX300 Lca</i>	26
Gambar 4. 1 <i>Unit Crushing Plant</i> PT.Banyan Koalindo Lestari	49
Gambar 4. 2 Proses Pengolahan PT.Banyan Koalindo Lestari.....	49
Gambar 4. 3 <i>Hopper</i> dan <i>Grizzly</i>	50
Gambar 4. 4 <i>Belt Feeder Conveyor</i>	52
Gambar 4. 5 <i>Dyvergator</i> atau Pemisah	53
Gambar 4. 6 Mesin Peremuk atau <i>Double Roll Crusher</i>	54
Gambar 4. 7 <i>Tranfer Conveyor</i>	55
Gambar 4. 8 <i>Radial Stacker Conveyor</i>	56
Gambar 4. 9 <i>Stockpile</i> pada pengolahan	57
Gambar 4. 10 Grafik Produksi <i>Unit Crushing Plant</i>	63
Gambar 4. 11 Produksi <i>Unit Crushing Plant</i>	65
Gambar 4. 12 Produksi <i>Unit Crushing Plant</i> Dengan Jam Lembur	66
Gambar 4. 13 Siklus Pengolahan PT.Banyan Koalindo Lestari	67
Gambar 4. 14 Perbandingan Waktu Hambatan dan Waktu Produktif	70

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nilai Efisiensi (Partanto,1992).....	27
Tabel 2. 2 Faktor Pengembangan Material (Swell Facktor) Prodjosumarto, 200030	
Tabel 2. 3 Faktor Pengisian Bucket (Bucket Fill Facktor) Prodjosumarto, 1993 31	
Tabel 3. 1 Tahap Penelitian.....	35
Tabel 4. 1 Produksi Unit Crushing Plant pada bulan Oktober	39
Tabel 4.2 Jumlah Fedding dan Direct Dumping terhadap ketercapaian target produksi	42
Tabel 4. 3 Waktu Hambatan coal getting PIT Utara	60
Tabel 4. 4 Waktu Hambatan Coal Getting PIT Selatan	60
Tabel 4. 5 Waktu Hambatan Unit Crushing Plant.....	61
Tabel 4. 6 Ketersediaan unit crushing plant.....	65
Tabel 4. 7 Waktu Tersedia Unit Crushing Plant	66
Tabel 4. 8 Waktu Hambatan Setelah Perbaikan.....	70
Tabel 4. 9 Waktu Hambatan PIT Utara Setelah Perbaikan.....	72
Tabel 4. 10 Waktu Hambatan PIT Selatan Setelah Perbaikan	74

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Coal Getting Alat Angkut dan unit crushing plant	83
Lampiran B Cycle Time Alat	89
Lampiran C Spesifikasi Alat	103
Lampiran D Dokumentasi Lapangan	106

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT Banyan Koalindo Lestari merupakan perusahaan yang bergerak dalam dunia pertambangan yang berdiri sejak tahun 2006 dengan hanya berfokus dibidang penambangan batubara dengan metode tambang terbuka (*open pit*) dengan luas 10.980 Hektar. Pada daerah penambangan dilakukan oleh PT Banyan Koalindo Lestari memiliki potensi batubara yang bernilai ekonomis dengan total sumberdaya 88,9 juta ton dan cadangan sebesar 25,3 juta ton. Selain itu memiliki hasil produksi batubara berkualitas melalui beberapa proses, salah satunya dalam pengolahan.

Pengolahan yang diterapkan pada PT Banyan Koalindo Lestari adalah preparasi atau pengecilan ukuran dari batubara. Metode ini lakukan untuk meningkatkan produksi dan nilai jual dari batubara dengan melakukan proses pengecilan. Sebelum proses pengolahan dilakukan, pengambilan batubara dari pit utara dan selatan yang akan di bawa menggunakan alat angkut ke tempat Pengolahan untuk dilakukan proses pengecilan ukuran, dimana peremukan material sesuai dengan ukuran yang diinginkan.

Proses pengolahan dilakukan oleh *unit crushing plant* yang berada diarea *Coal Processing Plant* (CPP). Dalam proses pengecilann ukuran, dibutuhkan *supply* batubara dari *front* penambangan yang dilakukan oleh alat angkut atau disebut *coal getting*. Adapun target produksi dari perusahaan yang perlu dicapai dari proses pengolahan yang dilakukan yaitu 93.000 ton/bulan. Untuk mengetahui ketercapaian target produksi, dilakukan evaluasi kinerja *unit crushing plant* berdasarkan faktor-faktor yang menghambat target produksi, produksi aktual pada bulan oktober 2022 dan upaya optimalisasi yang dilakukan ketika target produksi tidak tercapai.

Berdasarkan uraian diatas maka penelitian ini diambil dengan judul “Evaluasi Kinerja *Unit Crushing plant* Terhadap Target Produksi Pada Bulan Oktober Tahun

2022 Di PT.Banyan Koalindo Lestari Kabupaten Musi Rawas Utara, Sumatera Selatan”

1.2 Permasalahan

1.2.1 Rumusan Masalah

Adapun masalah yang dilakukan dalam penelitian:

1. Berapakah produksi *unit crushing plant* pada bulan oktober tahun 2022?
2. Apakah faktor-faktor yang mempengaruhi produksi *unit crushing plant*?
3. Bagaimana produksi *unit crushing plant* setelah dioptimalkan?

1.2.2 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah dalam penelitian:

1. Kegiatan pelaksana penelitian hanya pada area *Coal Processing Plant* (CPP) PT.Banyan Koalindo Lestari.
2. Kegiatan penelitian tidak membahas mengenai biaya operasional dari produksi alat *coal getting* dan *unit crushing plant*.
3. Penelitian hanya membahas faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja *unit crushing plant* PT.Banyan Koalindo Lestari.
4. Pengambilan data dilakukan pada bulan oktober tahun 2022.

1.3 Tujuan Dan Manfaat Penelitian

1.3.1 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan berikut:

1. Mengetahui ketercapaian produksi *unit crushing plant* pada bulan oktober tahun 2022.
2. Menganalisa faktor-faktor yang menghambat produksi *unit crushing plant* dengan memperhatikan waktu hambatan dilapangan.
3. Mengetahui ketercapaian produksi *unit crushing plant* setelah dioptimalkan.

1.3.2 Manfaat Penelitian

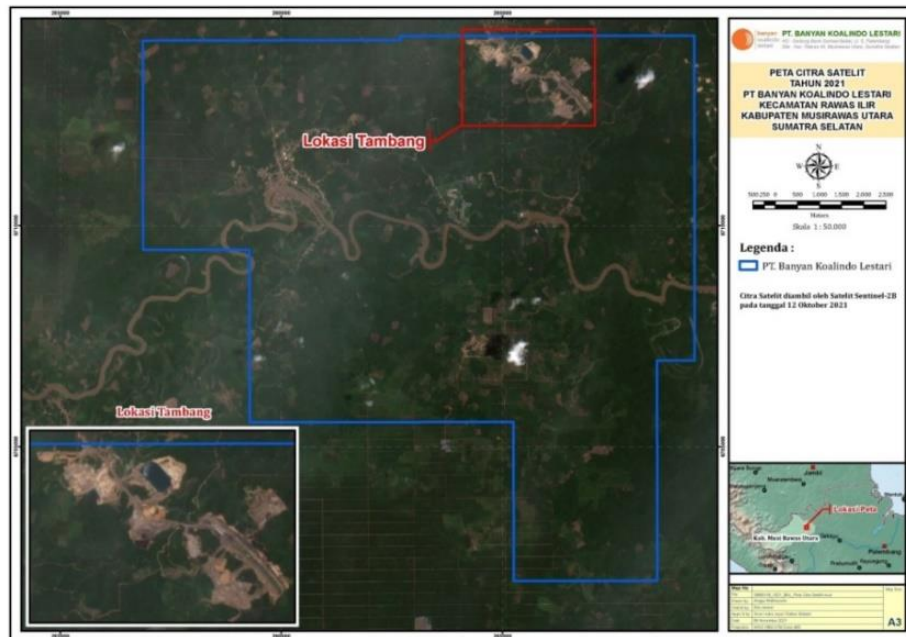
Manfaat yang diharapkan dari penelitian adalah:

1. Untuk menambah wawasan mengenai proses dari *unit crushing plant* dalam pengolahan batubara secara langsung bagi penulis, sekaligus tugas akhir sebagai syarat untuk menyelesaikan studi di jurusan Teknik pertambangan.
2. Memberi manfaat yang baik dan sebagai referensi kepada peneliti-peneliti selanjutnya.
3. Dapat menjadi solusi bagi perusahaan terhadap masalah yang terjadi terkhususnya dalam proses pengolahan.

1.4 Lokasi Penelitian Dan Kesampaian Daerah

1.4.1 Lokasi Penelitian

Luas Daerah PT.Banyan Koalindo Lestari berada dalam Kawasan Hutan Produksi Konversi seluas 309,50 Ha dan Kawasan Bukan Hutan seluas 10.670,5 Ha. Tambang PT Banyan Koalindo Lestari yang aktif saat ini berada di Kawasan Bukan Hutan, sedangkan Kawasan Hutan Produksi berada di selatan Sungai Rawas dan masih belum dilakukan kegiatan apapun baik itu kegiatan eksplorasi maupun kegiatan produksi (*greenfield*). Adapun jumlah tanda batas di sisi utara yang berhimpit/berbatasan langsung dengan PT. Gorby Energy dan di sisi timur yang berbatasan langsung dengan PT. Bara Sentosa Lestari.

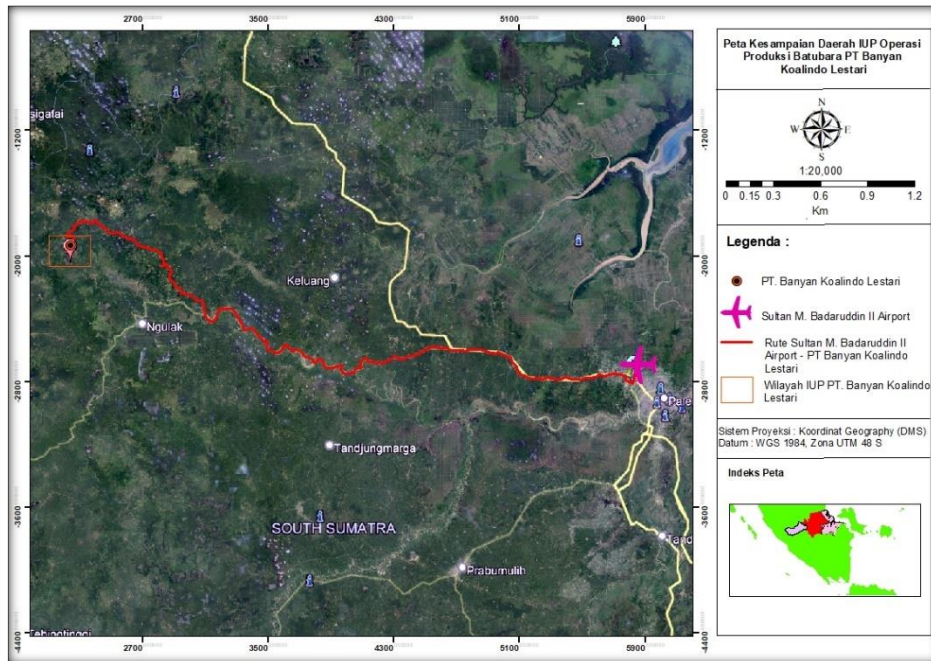


(Sumber: PT.Banyan Koalindo Lestari)

Gambar 1. 1 Peta Daerah Penelitian

1.4.2 Kesampaian Daerah

Tempat pelaksanaan penelitian tugas akhir berada di area *Coal Processing Plant* (CPP) di PT.Banyan Koalindo Lestari yang berlokasi di Kecamatan Musi Rawas Utara, Sumatera Selatan. Menuju ke daerah penelitian membutuhkan waktu ± 14 jam yang terdiri dari perjalanan lewat jalur udara/pesawat selama ± 7 jam dari jayapura, papua dengan pemberhentian 1x dan dilanjutkan ± 7 jam perjalanan dari Kota Palembang ditempuh dengan menggunakan jalur darat menuju site PT Banyan Koalindo Lestari.



(Sumber: ArcGis, Pengolahan Data Pribadi)

Gambar 1. 2 Lokasi Kesampaian Daerah

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penambangan Batubara

2.1.1 Penggalian Batubara (*Coal Getting*)

Coal getting merupakan kegiatan penggalian batubara yang sudah tersingkap setelah tanah penutupnya dibuang. *Coal getting* dilakukan dengan kombinasi alat gali muat berupa *excavator* dan alat angkut berupa *dump truck*. Sebelum penggalian batubara (*coal getting*), terlebih dahulu dilakukan kegiatan *coal cleaning* dimana kegiatan ini dimaksudkan untuk membersihkan pengotor pada permukaan batubara seperti sisa *overburden* yang tertinggal. “*Coal cleaning* perlu dilakukan untuk menghindari kontaminasi pada batubara yang diambil” (Samosir, O. I., dkk : 2019). Kegiatan *coal cleaning* biasanya menggunakan *excavator* dengan kapasitas *bucket* yang kecil. Selanjutnya, dilakukan proses pemberaian lapisan batubara untuk memudahkan kerja alat gali muat dalam menggali batubara. Proses pemberaian tersebut dapat dilakukan dengan metode gali bebas (*free digging*) dan garu (*ripping*).

Ripping atau menggaru adalah salah satu metode memecahkan batubara dengan menggunakan *dozer* yang dilengkapi oleh *ripper*. *Ripping* dilakukan apabila kondisi batubara keras dan tidak bisa digali langsung menggunakan *excavator type teeth bucket*. *Ripping* hanya sekedar membantu membongkar batubara dan untuk proses *loading* tetap menggunakan *excavator*.

Kemampugaruan (*rippability*) merupakan suatu ukuran apakah suatu massa batuan/material mudah digaru, sulit digaru atau bahkan tidak dapat digaru (Noviyanti, 2003). Mudah atau sukarnya batuan untuk *diripping* didasarkan atas sifat geologi dan geoteknik dari batuan tersebut dan untuk mengetahuinya maka perlu dilakukan uji lapangan baik data struktur, pelapukan dan air tanah. Hal ini juga dapat menentukan apakah penggalian batubara menggunakan proses *ripping* untuk batubara yang dapat digaru atau *blasting* jika batuan sukar untuk digaruk.

”Apabila tingkat kekerasan batuan di lokasi penambangan telah melampaui alat penggaruan (*ripping*) maka dapat dilakukan peledakan (*blasting*) untuk melakukan pemberaian material, pengklasifikasian kekerasan suatu batuan berdasarkan nilai kuat tekannya yang dimulai dari tingkat kekerasan yang sangat lunak sampai tingkat kekerasan yang sangat keras” (Bieniaswski 1973).

2.1.2 Pemuatan, Pengangkutan Dan Penimbunan Batubara

Menurut Muchjidin (2006), pemuatan batubara adalah kegiatan untuk mengambil dan memuat batubara ke dalam alat angkut, untuk dibawa ke suatu tempat penimbunan batubara (*dump station*). Dalam pemuatan batubara biasanya digunakan *backhoe* atau *dragline*. Menurut Tenriajeng (2003), pola pemuatan dapat ditentukan oleh kedudukan alat muat terhadap material dan alat angkut, yaitu *top loading* dan *bottom loading*. *Top Loading* merupakan pola pemuatan dimana alat muat berada di atas tumpukan material dengan posisinya yang lebih tinggi dari alat angkut, sedangkan *bottom loading* merupakan pola pemuatan dimana kedudukan/posisi antara alat angkut dan alat muat sama atau sejajar.

Menurut Indonesianto (2005), *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*). Pengangkutan dapat dilakukan dengan menggunakan *dump truck*, *motor scrapper*, *wheel loader* atau *bulldozer* untuk jarak angkut yang kurang dari 100 meter (Tenriajeng, 2003).

Penimbunan batubara di *stockpile* merupakan kegiatan penimbunan terakhir dari operasi penambangan sebelum batubara mendapatkan perlakuan selanjutnya seperti langsung dijual ke konsumen melalui kapal, kereta api atau peningkatan kualitas batubara seperti menuju pabrik pencucian atau di *blending*. Lokasi *stockpile* harus disesuaikan untuk mudah atau tidaknya *manuver* alat angkut tersebut selama melakukan penimbunan tersebut (Sukanto, 2004).

2.2 Pengolahan Bahan Galian

Pengolahan bahan galian adalah istilah umum yang digunakan untuk mengolah semua jenis bahan galian hasil tambang yang berupa mineral dan maseral, batuan, bijih atau bahan galian lainnya yang ditambang atau diambil dari endapan-endapan alam pada kulit bumi. Untuk dipisahkan menjadi produk-produk berupa satu macam atau lebih bagian mineral dan maseral yang dikehendaki, yang terdapatnya bersama-sama di alam. Pada proses pengolahan batubara disebut *coal processing plant* (CPP) untuk meningkatkan kualitas dengan melewati beberapa proses peremukan.

2.2.1 Peremuk/Pemecah (*Crushing*)

Crushing adalah proses reduksi/pengecilan ukuran dari bahan galian/bijih yang langsung dari tambang dan berukuran besar-besar. Proses pengecilan ukuran batubara dilakukan dengan cara meremukan batubara yang berasal dari *Run Of Mine* (ROM) atau *Raw coal* yang kemudian akan menjadi produk yang akan ditampung di *crushed coal*. *Raw Coal* adalah tempat penampungan sementara dari batubara mentah atau masih dalam bentuk bongkahan, sedangkan *crushed coal* adalah material batubara dalam bentuk produk atau siap untuk dijual. Ukuran pada area *raw coal* antara 500-600 mm diremukkan menjadi produk batubara pada area *crushed coal* yang berukuran +10 sampai -100 mm. Mesin peremuk yang digunakan pada daerah penelitian adalah *Singel Crusher* melalui satu tahap pengecilan batubara yaitu *Double Roll Crusher* dengan ukuran yang masuk untuk dihancurkan sebesar 500 mm dan ukuran yang keluar < 100 mm untuk di pasarkan.

Reduction ratio (RR) merupakan perbandingan ukuran terbesar umpan dengan ukuran terbesar produk (Laksono, 2012). Reduction Ratio (RR) yang baik pada *crusher* adalah 4-7.

2.3 Ketersediaan Alat dan Unit *Crushing Plant*

Ada beberapa pengertian yang dapat menunjukkan keadaan peralatan sesungguhnya dan efektivitas pengoperasiannya (Partanto, 1993), antara lain:

1. *Mechanical Availability (MA)*

Mechanical Availability adalah suatu nilai yang mencerminkan kondisi peralatan yang sesungguhnya dari alat yang digunakan. Dapat dikatakan sebagai salah satu cara untuk mengetahui kondisi peralatan yang sesungguhnya dari alat yang dipergunakan. Persamaannya adalah:

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

.....(*persamaan 2.1*)

Dimana:

W = Jumlah jam kerja, yaitu waktu yang dibebankan kepada suatu alat yang dalam kondisi yang dapat dioperasikan, artinya tidak rusak. Waktu ini meliputi pula tiap hambatan (*delay time*) yang ada.

R = Jumlah jam untuk perbaikan dan waktu yang hilang karena menunggu saat perbaikan termasuk juga waktu untuk penyediaan suku cadang serta waktu untuk perawatan *preventif*.

2. *Physical Availability (PA)*

Physical Availability adalah catatan ketersediaan mengenai keadaan fisik dari alat yang sedang dipergunakan. Dinyatakan sebagai nilai persentase yang mewakili ketersediaan keadaan fisik dari alat yang sedang dipergunakan. Persamaannya adalah:

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

.....(*persamaan 2.2*)

Dimana:

S = Jumlah jam suatu alat yang tidak dapat dipergunakan, akan tetapi alat tersebut tidak dalam keadaan rusak dan siap untuk dioperasikan.

3. *Use of Availability (UA)*

Use of Availability biasanya dapat memperlihatkan seberapa efektif alat yang sedang tidak rusak untuk dapat dimanfaatkan, hal ini dapat dijadikan suatu ukuran seberapa baik pengelolaan pemakaian peralatan, Persamaannya adalah:

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

.....(persamaan 2.3)

4. *Effective Utilization* (Eut)

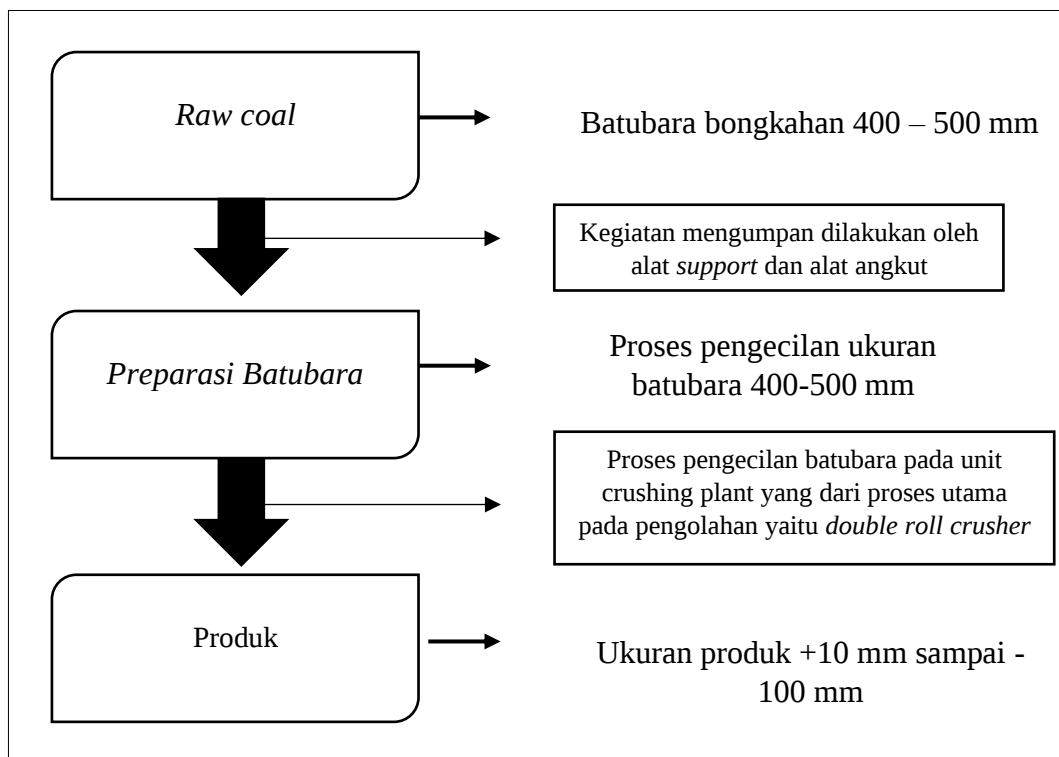
Effective Utilization merupakan cara untuk menunjukkan berapa persen dari seluruh waktu kerja yang tersedia yang dapat dimanfaatkan untuk kerja produktif. Persamaannya adalah:

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

.....(persamaan 2.4)

2.4 Bagian-bagian Unit Crushing Batubara

Proses preparasi batubara



(Sumber: Buku Pengolahan Bahan Galian Batubara PT.Ultima Nitra)

Gambar 2. 1 Proses Preparasi Batubara Secara Umum

Pada proses preparasi batubara melalui bagian-bagian dari *unit crushing plant* sehingga menghasilkan produk yang diinginkan. Secara garis besar proses dari preparasi batubara terdiri menjadi 3 yaitu :

1) Raw Coal

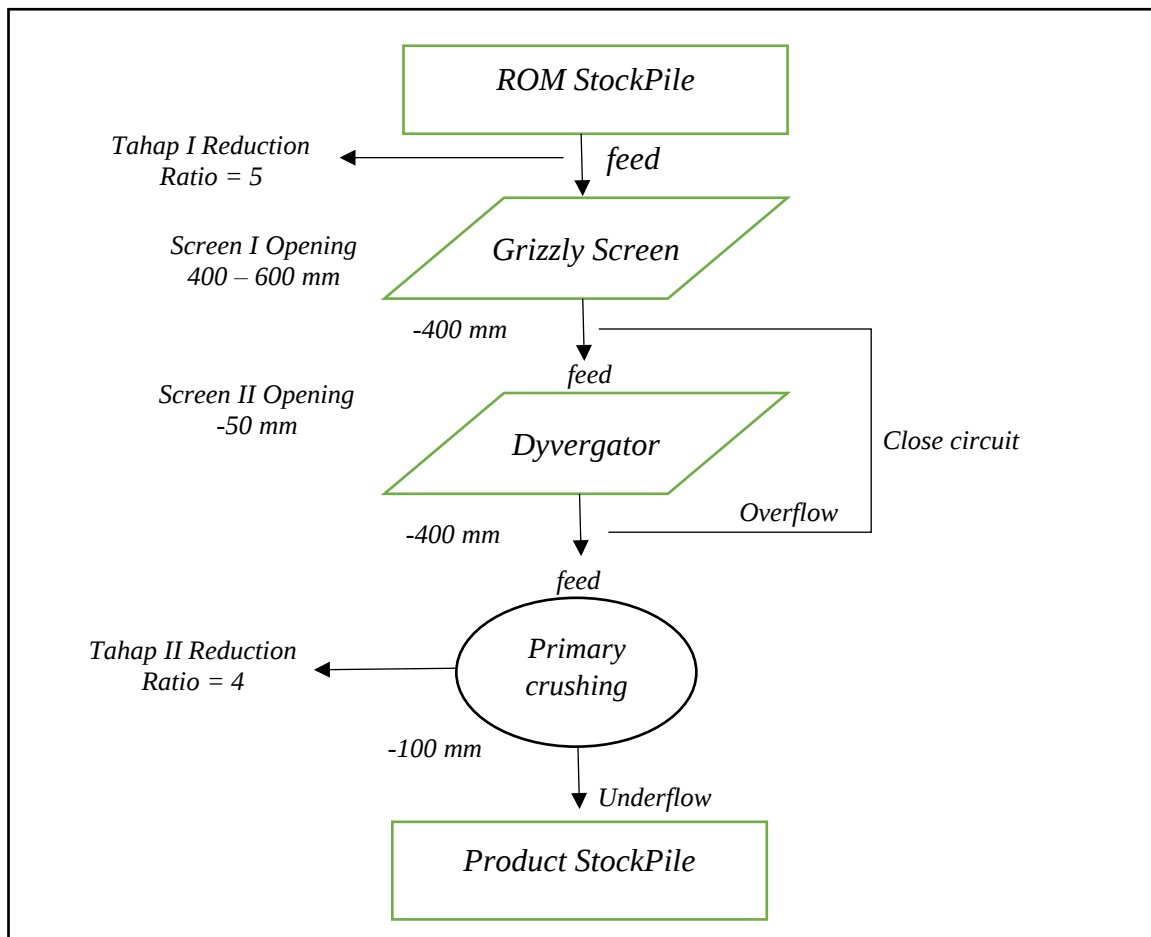
Raw coal adalah tempat dimana batubara yang berasal dari *frot* penambangan ditampung dan sebelum diolah. Pada bagian ini batubara yang di tampung masih berukuran $<400\text{-}500\text{ mm}$.

2) Preparasi Batubara

Preparasi batubara adalah tempat batubara diolah atau terjadinya proses pengecilan ukuran yang dilakukan oleh *unit crushing plant*. Pada bagian ini memerlukan waktu yang cukup lama karena melewati beberapa bagian dari tiap *unit crushing plant* dan masuk ke proses utama yaitu *double roll crusher*.

3) Produk

Produk adalah hasil dari proses *preparasi* batubara, dimana produk ini akan ditampung pada area *crushed coal* dengan ukuran yang terdiri dari $+10\text{ mm}$ sampai -100 mm .



(Sumber: Laporan Pengolahan PT.Banyan Koalindo Lestari)

Gambar 2. 2 Alur Pengolahan PT.Banyan Koalindo Lestari

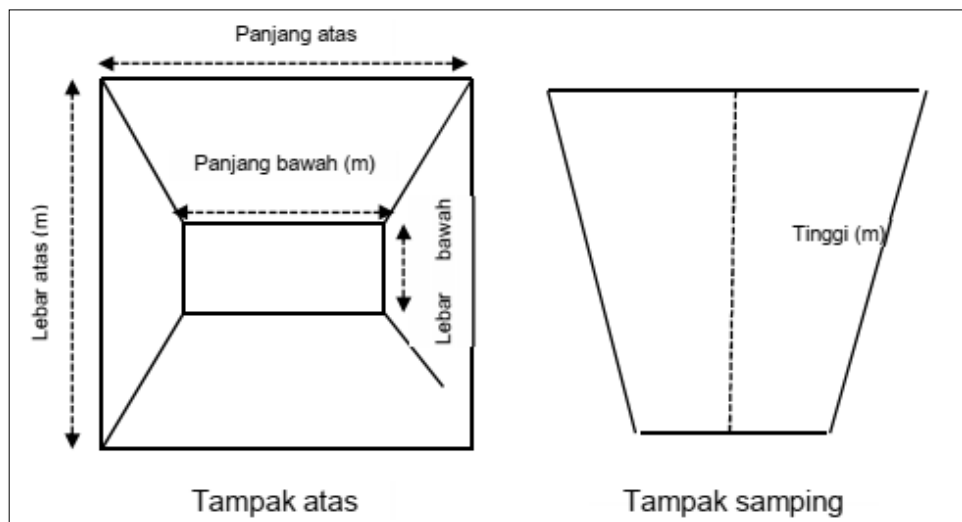
Pada alur pengolahan preparasi batubara PT.Banyan Koalindo Lestari, adapun bagian-bagian dari tiap *unit crushing plant* yang terdiri dari *grizzly*, *hopper*, *belt feeder*, *dyvergator*, *double roll crusher*, *transfer conveyor* dan *radial conveyor*.

2.4.1 Grizzly

Grizzly merupakan penyaringan batubara yang ada di tengah-tengah hooper. Grizzly berfungsi untuk menyaring batubara yang akan masuk didalam crusher dengan ukuran 500 mm yang kemudian akan dihancurkan oleh crusher.

2.4.2 Hooper

Hopper merupakan suatu alat yang berfungsi untuk menampung material dari tambang yang telah di dumping di run of mine (ROM) atau langsung dari direct dumping. Sebelum material tersebut dikecilkan oleh alat peremuk (crusher) batubara, material akan masuk melewati *hopper*. Bentuk *hopper* seperti pada gambar dibawah ini:



(Sumber: Resner 1971)

Gambar 2. 3 dimensi *Hopper*

Dengan menampung material terlebih dahulu, maka pemberian umpan pada crusher dapat dilakukan secara kontinu (Reisner, W, 1971). Adapun persamaan dari kapasitas hopper:

$$V = \frac{(P_2 \times A_2) + (P_1 \times A_1)}{2} \times T \quad \dots\dots\dots(\text{persamaan 2.5})$$

Sumber : *Introduction Mineral Processing, Kelly.*

Keterangan : V = Volume (m³)

P₁ = Panjang bawah (m)

P₂ = panjang atas (m)

A₁ = Lebar Bawah (m)

A₂ = Lebar Atas (m)

T = Tinggi (m)

Atau biasa menggunakan rumus trapezium terpancung, yaitu :

$$V_h = \frac{1}{3} t (L_{\text{atas}} + L_{\text{bawah}} + \sqrt{L_{\text{atas}} \times L_{\text{bawah}}}) \quad \dots(\text{persamaan 2.6})$$

Dimana V_h = Volume Hooper (m³)

T = tinggi (m)

L = Luas (m²)

Setelah volume *hooper* diketahui, maka kapasitas *hooper* tersebut adalah :

$$K = V_h \times B_i \quad \dots\dots\dots(\text{persamaan 2.7})$$

Dimana : K = Kapasitas *hooper* (ton)

V_h = Volume *hooper* (m³)

B_i = Bobot isi material berai (ton/m³)

2.4.3 Pengumpan (Feeder Conveyor)

Feeder terletak pada dasar dari *hooper* yang merupakan tempat jatuhnya material umpan. Kegunaan feeder yaitu untuk membawa dan mengumpalkan material dari *hooper* menuju ke alat peremuk (*crusher*). Penggunaan feeder bertujuan agar proses pengumpan dari *hooper* menuju ke alat peremuk dapat berlangsung dengan laju yang konstan sehingga dapat mencegah terjadinya penumpukan material karena memberikan umpan ke pada *crusher* secara teratur dan kontinyu. *Feeder* ada beberapa macam yang salah satunya *Belt Feeder* biasa yang berfungsi mengumpan material ke alat *crusher* yang dimana sebelum masuk itu akan melewati pemisah (*Dyvergator*) yang menyaring ukuran batubara yang berukuran 50 mm untuk langsung jatuh ke belt conveyor. *Belt Feeder* berada dibawah *hooper* dan digerakan oleh motor movement motor.



(Sumber: hendris agung, 2019)

Gambar 2. 4 *belt feeder* atau pengumpan *apron*

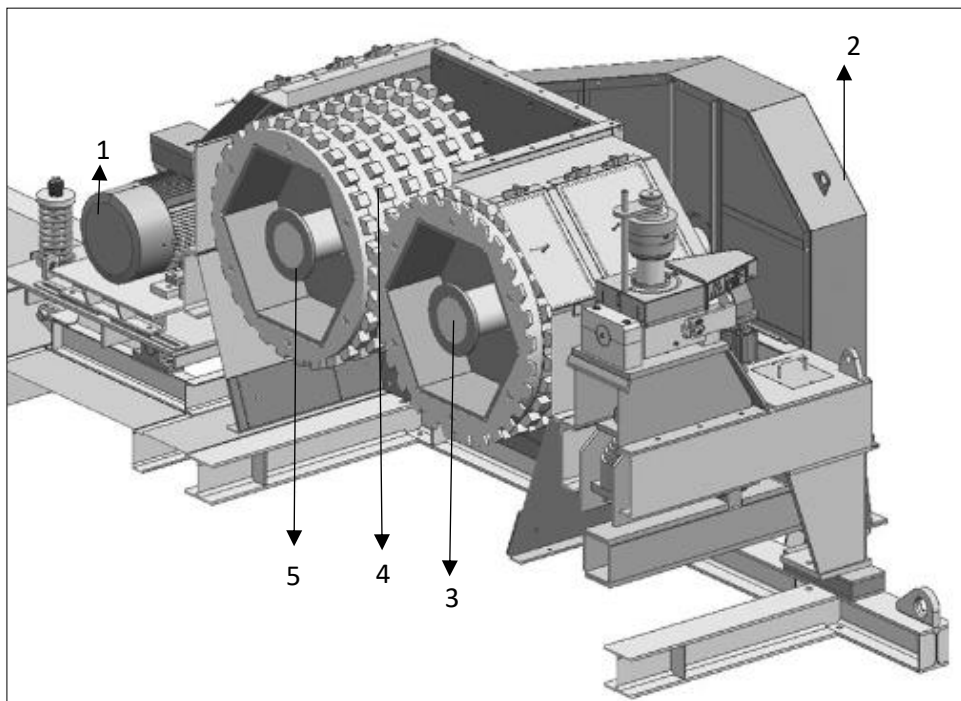
2.4.4 Pemisah (*Dyvergator*)

Dyvergator adalah pemisah yang memilah batubara berukuran kecil untuk langsung menuju ke tranfer conveyor dan yang berukuran bongkahan akan lanjut ke *crusher* untuk di hancurkan. *Dyvergator* berfungsi untuk memisahkan

batubara yang berukuran >100 mm yang akan masuk ke double roll crusher untuk di hancurkan dan yang <50 mm akan langsung masuk menuju *transfer conveyor* untuk lanjut ke proses selanjutnya.(keterangan gambar pada bab 4)

2.4.5 Mesin Peremuk (Alat Crusher)

Crushing adalah proses reduksi/pengecilan ukuran dari batubara yang langsung dari tambang dan berukuran besar-besar. Proses pengecilan ukuran batubara dilakukan dengan cara crusher, dari batubara (*Raw coal*) yang berukuran 400-500 mm diremukkan menjadi batubara (*Crushed coal*) yang berukuran 50 - 100 mm. Crusher yang digunakan berjenis *double roll crusher* yang mempunyai dua buah roller dengan sumbu yang sejajar pada bidang horizontal yang sama dan tiap roller bergerigi. *Double roll crusher* dapat dilihat seperti gambar dibawah ini:



(Sumber:buku pengolahan bahan galian, Oddy Ripandi,2017)

Gambar 2. 5 bagian-bagian *double roll crusher*

Bagian-bagian dari *Double Roll Crusher* :

- 1) Movement motorcycle adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi mekanik, dimana berfungsi menggerakkan roll crusher.

- 2) Fly wheel adalah besi berbentuk bulat yang berada di ujung *roller bearing* dan terdapat karet kopling yang menghubungkan dua *shaft* untuk menyalurkan 1 gerakan yang sama.
- 3) Wear plate adalah media yang berfungsi memindahkan tenaga dari mesin dinamo motor penggerak ke mesin yang digerakan.
- 4) Roller hammer adalah *roller* sejajar yang berfungsi menggiling material yang masuk di antara *roller*.
- 5) Roller bearing adalah bearing elemen *roll* sebagai tumpuan, memiliki fungsi untuk menompang beban berat dari *roll hammer*.

Jenis *crusher* ini memecahkan material dengan cara menghimpitkan material tersebut diantara dua silinder logam, dengan sumbu sejajar satu sama lain dan dipisahkan dengan spasi sama dengan ukuran produk yang diinginkan menggunakan kompresi untuk menghancurkan. Kapasitas roller tergantung pada kecepatan roller, lebar permukaan roller, diameter dan jarak antar roller yang satu dengan lainnya. Adapun persamaan kapasitas *double roll crusher* dinyatakan sebagai berikut :

$$Q = 188,5 \times D \times W \times \omega \times L \times \delta \dots\dots\dots(\text{persamaan 2.8})$$

Keterangan:

Q = Kapasitas roll crusher (ton/jam)

D = Diameter roll (m)

W = Lebar permukaan roll (m)

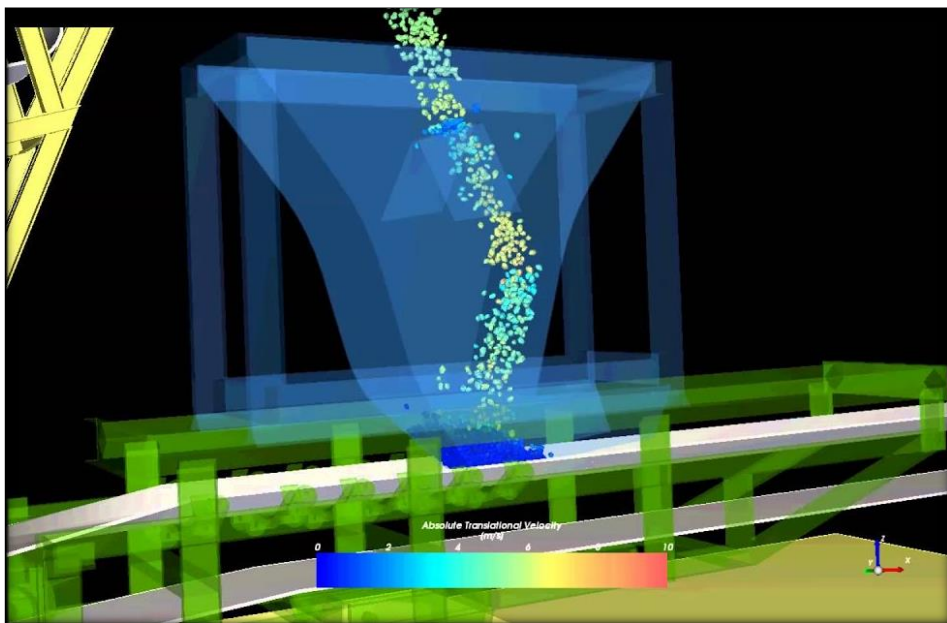
ω (omega) = Kecepatan putaran (menit)

L = Jarak antar roll (m)

δ = *Density* (ton)

2.4.6 *Transfer Chute*

Transfer Chute adalah salah satu komponen yang berada di ujung *belt conveyor* yang mengatur penumpahan material pada satu titik. *Transfer chute* berfungsi untuk memindahkan aliran batubara dari satu *conveyor* ke *conveyor* lainnya untuk mengurangi material mengalami *loose*. Sistem kerja dari transfer chute yaitu memindahkan material dari satu titik ke titik lainnya dengan gaya gravitasi. Sistem kerja dari *transfer chute* dapat dilihat pada (Gambar 2.6).



(Sumber: www.academia.com ,kinerja chute atau tough conveyor)

Gambar 2. 6 sistem kerja dari *chute conveyor* mengikuti gaya gravitasi

2.4.7 *Stacker Radial*

Stacker Radial adalah conveyor yang dibangun kedalam rangka kaku miring yang bertumpu pada roda dengan perputaran sampai 180^0 . Konfigurasi ini memungkinkan untuk berputar secara bebas saat menyalurkan material di atas Conveyor ke penyimpanan tumpukan dengan kecepatan 1.200 ton/jam. *Stacker radial conveyor* berfungsi untuk menyalurkan material ke area atau tempat yang dituju. Sistem kerja dari *stacker radial conveyor* yaitu pada tumpuan di bawah conveyor dapat berputar seluas 180^0 sehingga material yang ditumpahkan dari conveyor bisa ke berbagai arah.



(Sumber: www.academia.com ,bagian-bagian pada stacker radial)

Gambar 2. 7 *radial stacker conveyor*

2.4.8 Belt Conveyor

Belt conveyor adalah suatu perangkat transportasi yang berguna untuk memindahkan material ke suatu tempat pengolahan berikutnya yang bertujuan untuk mempermudah dan mempercepat kegiatan pengolahan. Dalam rangkaian pengolahan batubara alat *belt conveyor* digunakan untuk mendistribusikan batubara melewati beberapa proses pengolahan hingga menjadi produk akhir batubara di *stockpile*.

2.6.7.1 Sistem Kerja Belt Conveyor

Belt Conveyor digerakkan oleh motor penggerak yang dipasang pada head pulley. Sabuk akan kembali ke tempat semula karena dibelokkan oleh pulley awal dan pulley akhir. Material yang didistribusikan melalui pengumpan akan dibawa oleh sabuk berjalan dan berakhir pada head pulley.

Pada saat proses kerja di unit peremuk dimulai *Belt Conveyor* harus bergerak terlebih dahulu sebelum alat peremuk bekerja. Hal ini bertujuan mencegah terjadinya kelebihan muatan pada sabuk. *Belt Conveyor* sebagai salah satu bagian dari alat transportasi untuk mengangkut material produk akhir dari proses peremukan ke tempat pengolahan selanjutnya.

2.6.7.2 Kapasitas Sabuk Berjalan

Menurut buku “*Belt Conveyor For Bulk Material*”, kapasitas nyata dari sabuk berjalan dapat diketahui dengan perhitungan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q = \frac{3600}{1000} \times A \times V \times y \dots\dots\dots(\text{persamaan 2.9})$$

Keterangan:

Q = Kapasitas *Conveyor* (ton/jam)

A = Luas Penampang (m²)

V = Kecepatan *Belt* (m/s)

y = *Density* material (ton)

Selain itu, perhitungan kapasitas nyata *belt conveyor* dapat menggunakan rumus (Jika satuan kecepatan *belt* (m/menit)):

$$Q = \frac{60 \times W \times V}{1000} \dots\dots\dots(\text{persamaan 2.10})$$

Dimana nilai dari W menggunakan persamaan:

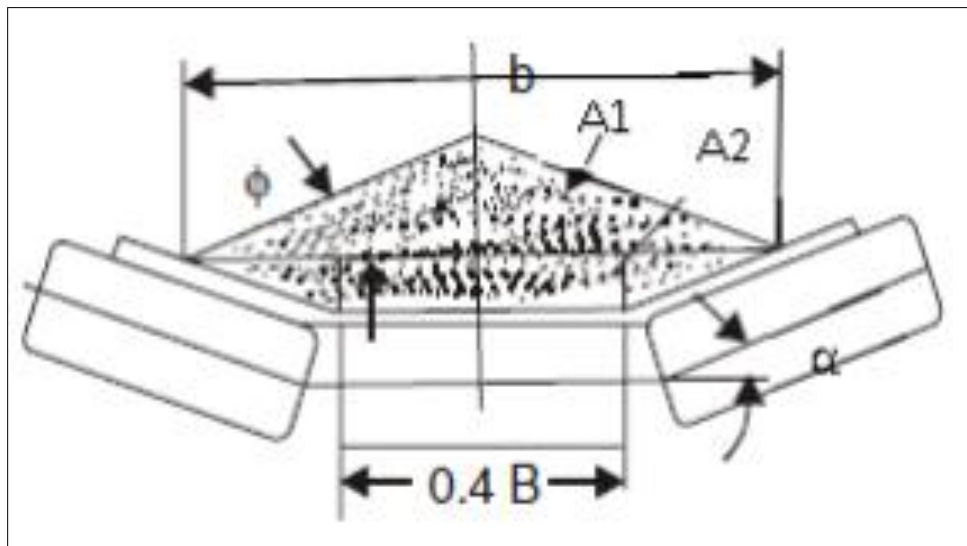
$$W = \frac{(P \times L \times T \times \text{Density}) \times 1000}{(P \times L)} \dots\dots\dots(\text{persamaan 2.11})$$

Q = Kapasitas nyata *belt conveyor*

W = Berat conto yang diambil (kg/m²)

V = Kecepatan nyata (m/menit)

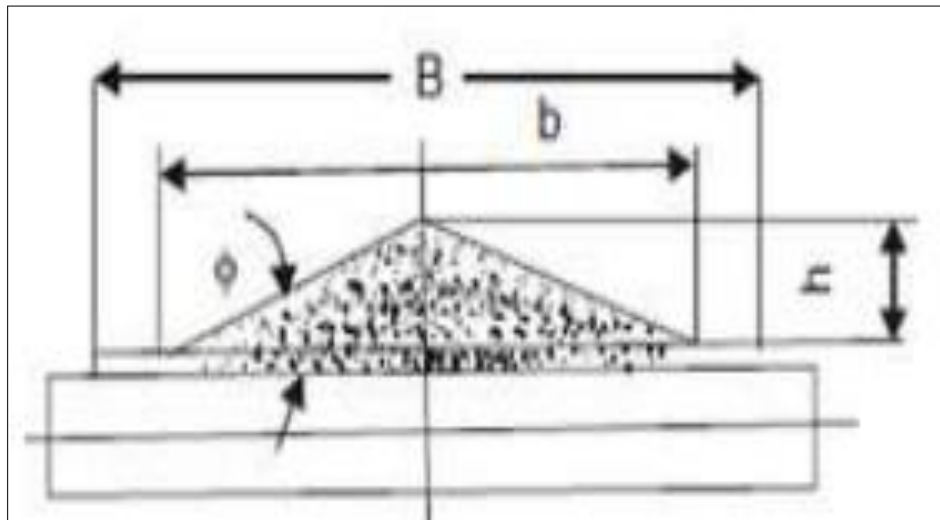
Untuk mengetahui luas penampang keseluruhan dari suatu *belt conveyor* yang berisi material angkut diatas adalah penjumlahan segitiga sama kaki yang terjadi akibat penumpukan material (yang dilambangkan dengan A1) pada sisi sebelah atas dan luas trapesium dibawahnya terjadi akibat posisi dudukan *carrying roll* (dilambangkan dengan A2). Gambar 2.8 berikut menunjukkan luas penampang dari *belt conveyor*.



(Sumber: Rekayasa Mesin, Erinofiardi 2012)

Gambar 2. 8 Luas Penampang Total *Conveyor*

Pada belt conveyor, material angkut dapat mengalir bebas dan dianggap membentuk segitiga sama kaki pada bagian atasnya (Gambar 2.9) dan membentuk trapesium pada bagian bawahnya, dimana A1 luas penampang atas dan A2 luas penampang bawah. Pada luas area dipengaruhi oleh lebar belt, sudut tumpukan material (*surchage*) dan sudut repose (sudut dari kemiringan dari *carrying roll*).



(Sumber: Rekayasa mesin, Erinofiardi 2012)

Gambar 2. 9 Luas Penampang Bagian Bawah

Untuk menghindari tumpahan, lebar dari sabuk (B) diambil pada sedikitnya 25% dari segitiga (b) Jadi $b = 0,8B$. Pada ketentuan tertentu $b = 0,9B - 0,05$ meter, untuk $B \leq 2$ meter. Oleh karena itu, asumsi $b = 0,8B$ lebih konservatif untuk $B > 500$ mm. Dimana B adalah lebar *belt* pada kondisi terpasang.

$$A1 = \frac{bh}{2} = \frac{1}{2} (0,8B \times 0,5(0,8B) \tan \theta) = 0,16B^2 \tan \theta$$

.....(persamaan 2.12)

Luas Bagian Bawah:

$$A2 = \frac{1}{2} (0,4B + 0,8B) \times 0,2B \tan \alpha = 0,12B^2 \tan \alpha$$

.....(persamaan 2.13)

Jadi Luas Total:

$$A_{\text{total}} = A1 + A2 \text{ (m}^2\text{)}$$

.....(persamaan 2.14)

Keterangan:

A1 = Luas Penampang Atas (mm)

A2 = Luas Penampang Bawah (mm)

θ = Sudut yang terbentuk (°)

h = Tinggi Bidang Miring (mm)

B = Lebar sabuk (mm)

2.5 Alat Angkut Dan Alat Support

2.5.1 Wheel Loader

Wheel loader adalah traktor dengan roda karet yang dilengkapi *bucket*. Effisien untuk daerah kerja kering rata dan kokoh karena memiliki mobilitas yang tinggi. *Wheel Loader* juga bergerak dengan articulated yang memberikan ruang gerak fleksibel yang tidak bisa dilakukan oleh *crawler loader*. *Wheel loader* merupakan alat yang dipergunakan untuk pemuatan material kepada dump truck dan sebagainya. Adapun persamaan waktu edar sebagai berikut:

$$CT_{loading} = T_{Gali} + T_{Angkut\ isi} + T_{Menumpah} + T_{Angkut\ Kosong} \dots(\text{persamaan 2.15})$$

Keterangan:

$CT_{loading}$	= waktu edar alat gali muat (detik)
T_{Gali}	= waktu menggali material (detik)
$T_{Angkut\ isi}$	= waktu manuver dengan bucket terisi untuk Loaded(detik)
T_{Loaded}	= waktu menumpahkan muatan (detik)
$T_{Angkut\ kosong}$	= waktu manuver dengan <i>bucket</i> kosong(detik)

Untuk produksi wheel loader digunakan persamaan:

$$Q = \frac{q \times 60 \times E}{CT} \dots\dots\dots(\text{persamaan 2.16})$$

Keterangan :

Q	= Produksi alat per jam (m^3/jam)
CT	= <i>Cycle Time</i> (menit)
q	= Produksi tiap siklus (m^3) = $q^1 \times k$
q^1	= Kapasitas bucket (m^3)
k	= faktor pengisian bucket
E	= Faktor efisiensi kerja total

Wheel loader memiliki kapasitas buket sebesar $5,5 m^3$ yang bekerja dengan gerakan dasar pada bucket dan gerakan *bucket* yang penting ialah menurunkan *bucket* diatas permukaan tanah, mendorong ke depan (memuat/menggusur),

mengangkat bucket, membawa dan membuang muatan. Alat ini biasa digunakan sebagai alat support pada proses pengolahan, dimana berfungsi sebagai feeding material dan memindahkan material dari satu tempat ke tempat lainnya.



(Sumber: Dokumentasi Lapangan)

Gambar 2. 10 Alat Berat *Wheel Loader*

2.5.2 Dump Truck

Dump truck merupakan alat berat yang berfungsi untuk mengangkut atau memindahkan material pada jarak menengah sampai jarak jauh (> 500m). Menurut Indonesianto (2005), produktivitas edar alat gali angkut dapat diperoleh dari persamaan berikut ini:

$$Q = \frac{n \times KB \times E \times FB \times SF \times 3600}{CT}$$

.....(persamaan 2.17)

Keterangan :

- Q = Produktivitas *dump truck* (ton/jam)
- n = Jumlah pengisian
- KB = Kapasitas *bucket*, m³
- E = *Effisiensi* kerja
- FB = *Factor bucket*

SF = swell factor

CT = waktu edar gali-muat excavator (detik)

Dalam *Specifications & Application Handbook Edition 31* (2013), waktu edar *dumptruck* dirumuskan sebagai berikut:

$$CT_{dumptruck} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 \dots\dots\dots(persamaan 2.18)$$

Keterangan:

$CT_{dumptruck}$ = waktu edar alat angkut (detik)

T_1 = loading time (detik)

T_2 = hauling time (detik)

T_3 = dumping time (detik)

T_4 = returning time (detik)

T_5 = spot and delay time (detik)

UD Truck Quester CWE370/CWE280 memiliki tipper vessel 26 m³ dan Hino FM 280 JD memiliki tipper vessel bucket yang biasa digunakan untuk mengangkut material alam seperti tanah, pasir, batu split, dan juga material olahan seperti beton kering pada proyek konstruksi. Umumnya material yang dimuat pada UD truck oleh alat pemuat seperti excavator backhoe atau loader. Untuk membongkar muatan material bak dump truck dapat terbuka dengan bantuan sistem hidrolik.



(Sumber: Dokumentasi Lapangan)

Gambar 2. 11 Alat angkut UD Truck Quester dan Hino FM 260 JD

2.5.3 Excavator

Excavator adalah alat berat yang dipergunakan untuk menggali dan mengangkut (loading and unloading) suatu material (tanah, batubara, pasir dan lain-lainnya). Berdasarkan sistem penggerakannya, excavator dibedakan menjadi dua yaitu :

- 1 Sistem Tali, pada saat sekarang jarang digunakan karena kurang efisien dalam operasionalnya.
- 2 Sistem Hidrolik dengan media utama fluida, banyak digunakan dan terus mengalami perkembangan yang disebabkan efisiensi yang lebih baik, operasional yang lebih mudah dan perawatan yang sederhana. Untuk selanjutnya excavator yang dimaksud oleh penulis adalah excavator dengan sistem penggerak hidrolik (hydraulic excavator).

Adapun persamaan yang digunakan untuk menghitung produktivitas *Excavator*:

$$Q = \frac{KB \times E \times FB \times SF \times 3600}{CT}$$

.....(persamaan 2.19)

Keterangan:

- Q = Produktivitas alat *Excavator* (ton/jam)
KB = Kapasitas *bucket*, m³
E = *Effisiensi* kerja
FB = *Faktor bucket*
SF = *swell factor*
CT = waktu edar gali-muat *excavator* (detik)

Dalam *Specifications & Application Handbook Edition 31* (2013), waktu edar *Excavator* diperoleh dari persamaan berikut ini:

$$CT_{loading} = T_{excavate} + T_{swing loaded} + T_{dumping} + T_{swing empty}$$

...(persamaan 2.20)

Keterangan:

- CT_{loading} = waktu edar alat gali muat (detik)
T_{excavate} = waktu menggali material (detik)

$T_{\text{swing loaded}}$ = waktu putar dengan *bucket* terisi/*swing Loaded*(detik)

T_{dumping} = waktu menumpahkan muatan (detik)

$T_{\text{swing empty}}$ = waktu putar dengan *bucket* kosong(detik)

Fungsi dari Excavator pada proses pengolahan adalah aktivitas pengumpan pada area *Run of mine* (ROM) dan aktivitas trimming, rehandling pada area stockpile.



(Sumber: Dokumentasi Lapangan)

Gambar 2. 12 Alat Gali-Muat *Excavator Doosan DX300 Lca*

2.6 Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja adalah perbandingan waktu kerja efektif terhadap waktu yang tersedia. Waktu yang digunakan adalah waktu untuk produksi berarti ada kehilangan waktu yang disebabkan oleh adanya hambatan-hambatan selama jam kerja. Pada umumnya efisiensi kerja dipengaruhi oleh keahlian operator, keadaan peralatan, keadaan medan kerja, cuaca dan keadaan material. Efisiensi kerja selalu berubah-ubah tergantung faktor-faktor diatas dan jarang sekali waktu yang tersedia digunakan dengan sebenar-benarnya. Dengan menghitung hambatan tersebut maka jam kerja efektif dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Yanto Indonesianto, 2006):

$$W_e = W_p - (W_n + W_u) \dots\dots\dots(\text{persamaan 2.21})$$

Keterangan :

W_e = Waktu kerja efektif

W_p = Waktu kerja produktif

W_n = Waktu hambatan yang disebabkan oleh factor alat

W_u = Waktu hambatan yang disebabkan oleh factor manusia

Waktu produktif efektif yang diperoleh digunakan untuk menghitung efisiensi kerja dengan persamaan (Yanto Indonesianto, 2006):

$$E = \frac{W_e}{W_p} \times 100\% \dots\dots\dots(\text{persamaan 2.22})$$

Dimana:

E = Efisiensi Kerja

W_e = Waktu Produktif Efektif Perhari (menit atau jam)

W_p = Waktu Kerja yang Tersedia (menit atau jam)

Tabel 2. 1 Nilai Efisiensi (Partanto,1992)

Sumber: Laporan PKL Pengolahan Bahan Galian)

Kondisi Kerja	Efisiensi Kerja
Baik	$\geq 0,83$
Sedang	0,75 - 0,83
Cukup	0,67 - 0,75
Buruk	0,58 - 0,67
Sangat Buruk	$\leq 0,57$

2.7 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produksi Unit *Crushing plant*

Hambatan-hambatan yang mempengaruhi proses peremukan batubara oleh *Unit crushing plant* antara lain:

1) Kerja Alat *Support*

Alat *support* merupakan peranan penting yang dibutuhkan pada area *Run of Mine* (ROM) untuk melakukan aktivitas umpan pada unit *crushing plant* atau disebut *feeding* dan area *stockpile* untuk melakukan *Trimming* dan *Rehenddling* pada area *stockpile* agar tidak penuh.

2) *Supply coal getting*

Supply coal getting merupakan salah satu peranan penting dalam proses pengolahan dikarenakan tanpa batubara yang dibawah oleh alat angkut maka proses pengolahan tidak dapat dilakukan.

3) Ukuran Material Umpan

Ukuran material umpan untuk mencapai produk yang baik pada peremuk disesuaikan dengan kapasitas ukuran maksimal material umpan pada alat peremuk. Jika ukuran material umpan melebihi ukuran maksimum akan menghambat material umpan lain untuk masuk.

4) *Reduction Ratio* (RR)

Faktor ini berhubungan erat dengan ukuran material mulai dari ukuran material umpan hingga ukuran material pada saat telah menjadi produk. Nilai RR merupakan perbandingan antara ukuran terbesar umpan dengan ukuran terbesar produk pada unit peremuk. Keberhasilan dalam proses peremuk dapat terlihat dari besar nilai *reduction ratio*, karena nilai *reduction ratio* ditentukan oleh kemampuan alat peremuk untuk mereduksi ukuran material yang akan diremuk. Dimana semakin besar nilai *reduction ratio* maka akan semakin lama pula waktu yang diperlukan oleh alat penghancur untuk mereduksi suatu material sehingga akan mempengaruhi besarnya hasil produksi pada alat tersebut. Nilai RR dapat dihitung dengan menggunakan persamaan rumus sebagai berikut:

$$RR = \frac{T_f}{T_p}$$

..... (persamaan 2.24)

Keterangan:

RR = Reduction Ratio

Tf = Ukuran terbesar material umpan (mm)

Tp = Ukuran terbesar material produk (mm)

5) Kapasitas alat

Kapasitas alat peremuk dipengaruhi oleh jumlah umpan yang masuk setiap jam, dan berat jenis umpan.

6) *Batupack*

Batupack merupakan material pengotor yang secara genesa proses pembentukannya dari tumbuh-tumbuhan pembentuk batubara telah mengalami campuran abu gunung api yang mengandung silika atau disebut dengan proses silisifikasi. *Batu pack* sering ditemukan dari lokasi penambangan pada material batubara yang sebelum atau sesudah dibongkar dari material induknya.

7) *Stockpile*

Stockpile batubara merupakan tempat penumpukan sementara batubara sebelum diolah dan dimanfaatkan kemudian hari. Pada *stockpile* terdapat dua tempat penampungan yaitu ROM dan *stockpile*. ROM *stockpile* merupakan tempat penampungan sementara batubara sebelum diolah. Pada area ini, batubara yang diambil dari front penambangan dibawah menggunakan alat angkut atau *coal getting*, dimana material batubara yang diangkut ditumpahkan pada ROM *stockpile*

2.7.1 Faktor Pengembangan Material (*swell Facktor*)

Pengembangan material adalah penambahan volume material atau tanah yang diganggu dari bentuk aslinya. Material dalam itu terdapat dalam bentuk padat dan terkonsolidasi dengan baik sehingga hanya sedikit bagian-bagian yang kosong atau terisi udara diantara butir-butirnya, terutama kalau butir tersebut halus. Tetapi kalau material tersebut digali dari tempat aslinya akan terjadi pengembangan volume. Pengembangan dan penyusutan material adalah

perubahan material apabila material tersebut digali atau dipindahkan dari tempat aslinya. Table faktor pengembangan material (swell factor) dapat dilihat pada table berikut ini:

Tabel 2. 2 Faktor Pengembangan Material (Swell Factor) Prodjosumarto, 2000

Sumber: Laporan PKL Pengolahan Bahan (Sumber: Laporan PKL

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	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 (shale)	3000	75
Batu sabak (slate)	4590 – 4860	77

2.7.2 Faktor Isian Mangkuk (*Bucket Fill Facktor*)

Besarnya faktor isian mangkuk (*bucket fill factor*) tergantung dari jenis material yang akan digali. *Fill Facktor* adalah angka perbandingan antara volume nyata atau kapasitas nyata mangkuk alat muat dengan volume atau kapasitas teoritis bucket alat muat sesuai dengan spesifikasi alat muat yang digunakan dapat dilihat pada sebagai berikut:

Tabel 2. 3 Faktor Pengisian Bucket (*Bucket Fill Facktor*) Prodjosumarto, 1993

(Sumber: Laporan PKL, Pengolahan Bahan Galian)

No	PEMUATAN	JENIS BAHAN DIANGKUT	Faktor Bucket (%)
1	Ringan	Tanah, clay agak lunak	1,1-1,2
2	Sedang	Pasir, tanah, lempung	1,0-1,1
3	Agak Sulit	Batu halus, lempung	0,8-0,9
4	Sulit	Bongkah, kerikil	0,7-0,8

2.8.3 Keserasian alat (*Match Factor*)

Faktor keserasian alat gali-muat dan alat angkut didasarkan pada produktivitas alat gali-muat dan produktivitas alat angkut, yang dinyatakan dalam *Match factor* (MF). Menurut Indonesianto (2005), secara perhitungan teoritis, produktivitas alat gali muat haruslah sama dengan produktivitas alat angkut, sehingga perbandingan antara alat angkut dan alat gali-muat mempunyai nilai satu, yaitu :

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

$$MF = \frac{\text{banyak pengisian} \times \text{jumlah alat angkut} \times \text{CT alat gali}}{\text{jumlah alat gali} \times \text{CT alat angkut}}$$

.....(persamaan 2.25)

Keterangan:

CT = cycle time

MF = match factor atau faktor keserasian

Bila hasil perhitungan diperoleh:

- a) $MF < 1$, artinya alat muat bekerja kurang dari 100%, sedang alat angkut bekerja 100% sehingga terdapat waktu tunggu bagi alat muat karena menunggu alat angkut yang belum datang.
- b) $MF = 1$, artinya alat muat dan 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.

Salah satu hal yang mempengaruhi produksi dari kebutuhan alat gali-muat dan alat angkut yang diinginkan dalam operasi penambangan adalah masalah ketersediaan alat. Ketersediaan alat adalah faktor yang menunjukkan kondisi alat-alat mekanis dalam melakukan pekerjaan dengan memperhatikan kehilangan waktu selama kerja. Kondisi peralatan mekanis dibagi menjadi:

- a) Kondisi peralatan 90%-100% berlaku untuk peralatan baru dan siap pakai, kemampuan minimal 70% dan belum mengalami perbaikan apapun serta dalam keadaan lengkap.
- b) Kondisi peralatan 70%- 89% berlaku untuk peralatan lama yang dalam keadaan yang siap beroperasi dengan kemampuan minimal 70% namun sudah dipakai lebih dari satu tahun atau seribu jam kerja.
- c) Kondisi peralatan 50%- 69% peralatan yang dalam keadaan rusak ringan operasi. Kemampuan alatnya minimal 60% dan sudah dioperasikan lebih dari dua tahun atau tiga ribu jam kerja.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian

Tempat Penelitian dilakukan pada *unit crushing plant* yang berada di area *Coal Processing Plant* (CPP) kabupaten musirawas utara, provinsi sumatera selatan milik PT Banyan Koalindo Lestari. Penelitian dilakukan selama 3 bulan terhitung sejak September-november 2022.

3.2 Alat dan Bahan

Dalam kegiatan penelitian alat dan bahan yang akan digunakan penulis di lokasi penelitian yang berada di PT. PT.Banyan Koalindo Lestari Di Kabupaten Musirawas, Provinsi Sumatera Selatan. Adapun alat dan bahan yang digunakan berikut :

- | | |
|----------------|---------------------|
| 1) Laptop | 5) peralatan safety |
| 2) flashdisk | 6) alat tulis |
| 3) Stopwatch | |
| 4) Kamera (Hp) | |

3.3 Pengumpulan Data Primer Dan Data Sekunder

Pengumpulan data didapatkan dengan cara melakukan pengamatan di lapangan dan mewawancarai pihak-pihak yang terkait dan berkompeten terhadap topik yang dibahas. Data yang diambil terbagi menjadi dua jenis yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh langsung melalui kegiatan observasi lapangan, dokumentasi kegiatan seperti pengambilan gambar, dan wawancara dengan pekerja yang terkait. Data primer merupakan data yang diambil dan dijadikan sebagai data pokok seperti jumlah alat pada unit crushing plant, hambatan-hambatan pada kegiatan crushing plant, data produksi alat angkut, data produksi aktual unit crushing plant, dan data ukuran material umpan serta ukuran material produk. Sedangkan data sekunder merupakan data yang berdasarkan pada literatur baik buku maupun laporan tahunan perusahaan dan data yang diarsipkan oleh perusahaan. Data sekunder berupa peta daerah penelitian, peta

topografi, spesifikasi unit crushing plant, spesifikasi alat angkut, target produksi unit crushing plant, jam kerja unit crushing plant dan alat angkut.

3.4 Teknik Pengambilan Data

Dalam upaya memperoleh gambaran yang nyata mengenai kegiatan produksi dan hasil produksi (bulan Oktober 2022) maka dilakukan pengamatan di lapangan, terutama dilakukan terhadap unsur-unsur yang berpengaruh pada proses produksi unit *crushing plant*, diantara lain:

- 1 Jumlah produksi aktual unit *crushing plant* sebagai hasil (produk) kegiatan peremukan batubara meliputi jumlah jam kerja dan tonase produksi.
- 2 Spesifikasi alat-alat yang digunakan baik pada unit *crushing plant* dan alat angkut serta support yang digunakan dalam kegiatan produksi.
- 3 Waktu kerja unit peremuk yang meliputi waktu hambatan alat (breakdown time) dan waktu standby alat.
- 4 Kapasitas alat angkut yang dilakukan oleh *dump truck* untuk menyuplai material batubara ke unit *crushing plant* yang meliputi *cycle time* dan produksi aktual tonase batubara yang diangkut.

Kegiatan penelitian difokuskan pada pengamatan terhadap kemampuan Unit *Crushing Plant* dan alat angkut untuk mencapai target produksi batubara sesuai dengan pengangkutan 100 hauling yang memiliki kapasitas 30 ton dari masing-masing dump truck. Target produksi sebesar 93.000 ton bulan oktober 2022 dari Unit *Crushing Plant*.

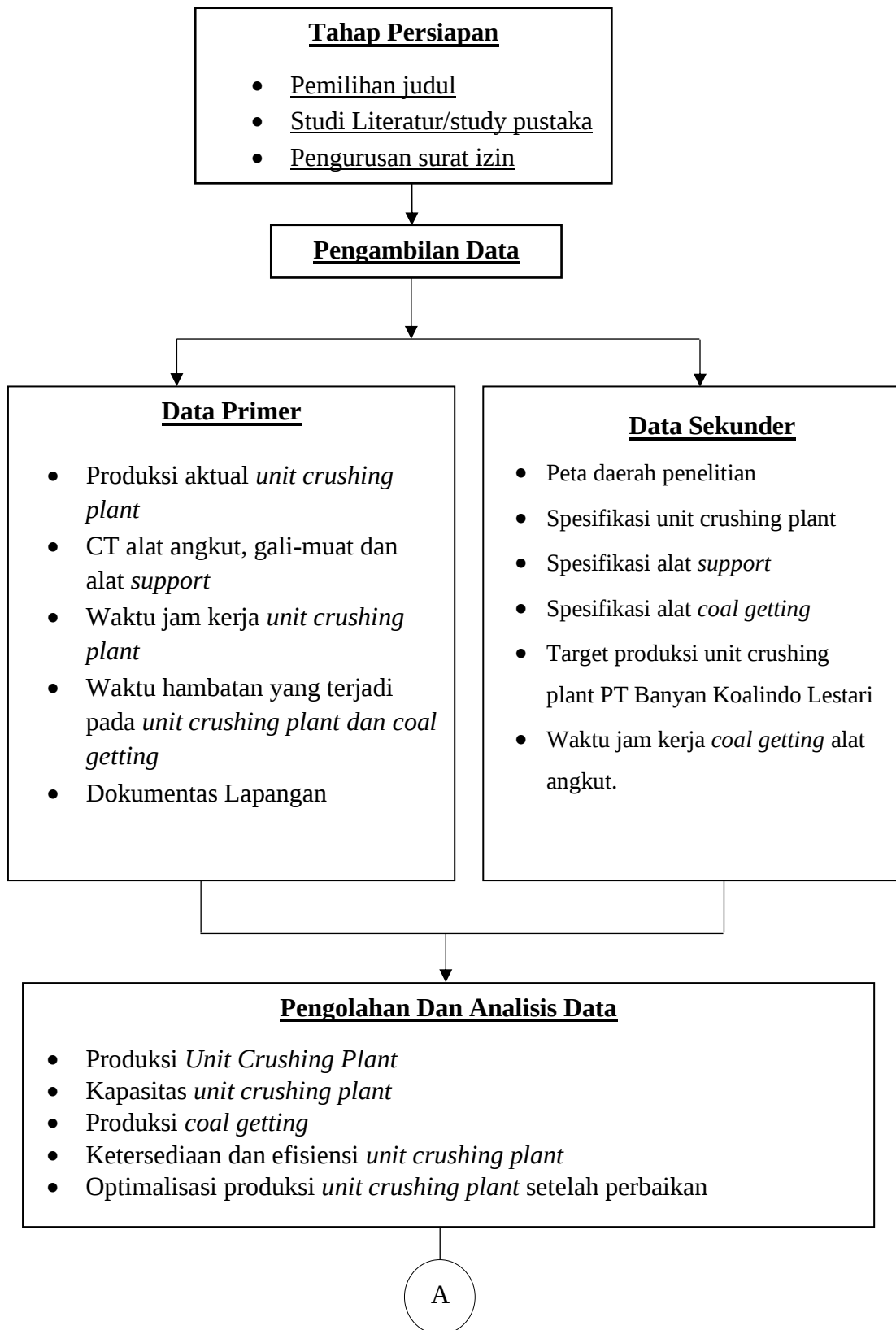
3.5 Tahap Penelitian

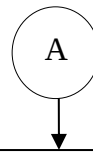
Tabel 3. 1 Tahap Penelitian

No	Kegiatan	Keterangan	Hasil
1	Persiapan	1. Mencari, mengumpulkan pustaka dan melakukan studi literatur tentang perencanaan kebutuhan alat gali-muat dan alat angkut. 2. Konsultasi dan ujian proposal penelitian 3. Surat izin penelitian yang dikeluarkan oleh Fakultas yang ditujukan kepada Pimpinan PT.Banyan Koalindo Lestari 4. Meminta ijin kepada pihak perusahaan dalam hal ini PT.Banyan Koalindo Lestari untuk sedianya menerima dalam permohonan izin praktek lapangan dan pengambilan data untuk keperluan Tugas akhir	1. Proposal 2. Surat izin permohonan penelitian 3. Surat izin melaksanakan pengambilan data yang dikeluarkan oleh pihak PT.Banyan Koalindo Lestari
2	Studi Pustaka	Membaca dan mencari referensi – referensi serta mengambil keputusan terkait judul yang akan menjadi bagian penting sebelum dan sesudah penelitian.	Buku, jurnal terkait judul yang akan diteliti.
3	Metode Penelitian	1. Observasi atau pengamatan langsung di lapangan 2. Dokumentasi kegiatan lapangan selama proses pengambilan data serta interview kepada pihak PT.Banyan Koalindo Lestari	Memahami metode yang serta alir penelitian.

4	Data Penelitian	1. Data Primer: • Produksi aktual <i>unit crushing plant</i> • CT alat <i>coal getting</i> dan alat <i>support</i> • Waktu jam kerja <i>coal getting</i> dan <i>unit crushing plant</i> • Waktu hambatan yang terjadi pada <i>unit crushing plant</i> dan <i>coal getting</i> saat beroperasi • Dokumentas Lapangan 2. Data Sekunder • Peta daerah penelitian • Spesifikasi <i>unit crushing plant</i> • Spesifikasi alat <i>support</i> • Spesifikasi alat <i>coal getting</i> • Target produksi unit crushing plant PT Banyan Koalindo Lestari	1. Memahami data yang akan diteliti 2. Mengambil data secara langsung dilapangan.
5	Pengolahan data	Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan rumus dan excel	1) Produksi aktual <i>unit crushing plant</i> 2) Produksi aktual <i>coal getting</i> 3) Effisiensi kerja

3.6 Diagram Alir Penelitian





Hasil:

- Mengetahui produksi dan kapasitas dari *unit crushing plant*
- Mengetahui produktivitas alat *support*.
- Mengetahui waktu hambatan yang terjadi pada *coal getting*
- Mengetahui waktu hambatan *unit crushing plant* serta mencari masalah yang terjadi.
- Mengetahui ketersediaan dan efisiensi *unit crushing plant*.
- Mengetahui *coal getting* dan produksi *unit crushing plant* setelah perbaikan

Kesimpulan & Saran

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Berdasarkan dari hasil penelitian bahwa target produksi *unit crushing plant* pada bulan oktober tidak tercapai. Tidak tercapainya produksi dikarenakan berbagai macam faktor yang menyebabkan *unit crushing plant* tidak berjalan secara maksimal. Oleh karena itu dapat dilihat data-data yang telah diambil selama penelitian selama bulan oktober tahun 2022.

4.1.1 Produksi Unit Crushing Plant

Hasil dari data produksi *unit crushing plant* pada bulan Oktober Tahun 2022 dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Produksi *Unit Crushing Plant* pada bulan Oktober

Hari/ Tgl-Thn	Jam Produktif (Jam)	Produksi Aktual (Ton)	Jam Lembur (Jam)	Produksi (Ton)	Produksi Tercapai (Ton)	Target Produksi (Ton)
Sabtu,01-2022	3,93	1843,6	2,5	938	2782	3000
Minggu,02-2022	5,3	2107,0	2	795	2902	3000
Senin, 03-2022	6,34	2322,4	2	733	3055	3000
Selasa, 04-2022	6,68	2417,7	2	724	3142	3000
Rabu, 05-2022	5,3	1926,8	2	727	2654	3000
Kamis, 06-2022	4,2	1818,7	2,3	866	2685	3000
Jum'at, 07-2022	5,8	2858,3	2,4	986	3844	3000
Sabtu, 08-2022	5,3	2040,3	2	770	2810	3000
Minggu,09-2022	4,05	1602,7	2	791	2394	3000
Senin, 10-2022	6,6	2347,1	2	711	3058	3000
Selasa, 11-2022	6,73	1900	2	565	2465	3000
Rabu, 12-2022	5	2315,2	3	961	3277	3000
Kamis, 13-2022	6,4	2959,9	2,3	925	3885	3000
Jum'at, 14-2022	2,5	1673,3	2	552	2225	3000
Sabtu, 15-2022	4,95	2049,9	2	828	2878	3000
Minggu,16-2022	5,83	2066,5	2	709	2775	3000
Senin, 17-2022	4,07	1879,1	2,43	923	2803	3000
Selasa, 18-2022	5,77	2083,5	2	722	2806	3000
Rabu, 19-2022	5,17	2054,8	2	795	2850	3000
Kamis, 20-2022	8,05	2933,2	0	0	2933	3000
Jum'at, 21-2022	7,32	2459,6	0	0	2460	3000

Sabtu, 22-2022	6,17	1809,6	0	0	1810	3000
Minggu, 23-2022	4,5	1282,2	0	0	1282	3000
Hari/ Tgl-Thn	Jam Produktif (Jam)	Produksi Aktual (Ton)	Jam Lembur (Jam)	Produksi (Ton)	Produksi Tercapai (Ton)	Target Produksi (Ton)
Senin, 24-2022	0	0	2	616	616	3000
Selasa, 25-2022	6,98	2479,5	0	0	2479	3000
Rabu, 26-2022	6,22	2355,8	0	0	2356	3000
Kamis, 27-2022	6,85	2.549,73	1,4	451,27	3001	3000
Jum'at, 28-2022	7,87	2487,5	0	0	2487	3000
Sabtu, 29-2022	7,63	2772,3	1	363	3136	3000
Minggu, 30-2022	8,13	2799,2	0	0	2799	3000
Senin, 31-2022	0	0	0	0	0	3000
Total	170,643	64.094,73	45,4	16.552,3	80.647	93000

Tabel diatas adalah hasil produksi yang hampir tercapai karena adanya waktu tambahan antara 1-3 jam/hari sehingga produksi yang diperoleh dari *unit crushing plant* sebesar 80.647 ton/bulan dari 93.000 ton/bulan. Dari 31 hari terdapat 22 hari yang menambah waktu lembur dan 9 hari yang tidak ada waktu lembur. Berdasarkan hasil data penelitian bahwa efisiensi kerja rata-rata dari waktu kerja produktif adalah sebagai berikut dengan persamaan 2.19.

$$\text{Dimana: } E = \frac{WE}{WP} \times 100\%$$

$$WE = 170,62 \text{ jam/bulan (Lampiran A1)}$$

$$WP = 372 \text{ jam/bulan (Lampiran A1)}$$

$$E = \frac{170,62}{372} \times 100\%$$

$$E = 46 \%$$

Didapatkan *effisiensi* kerja dari *unit crushing plant* 46% yang dikatakan buruk dalam beroperasi sehingga produksi tidak tercapai. Data yang diambil penulis berdasarkan data normal dengan waktu kerja tersedia selama 12 jam/hari. Sedangkan dengan penambahan waktu lembur sehingga *effisiensi* kerja *unit crushing plant* meliputi:

$$\text{Dimana: } E = \frac{WE+WL}{WP} \times 100\%$$

$$WE = 170,62 \text{ jam/bulan (Lampiran A1)}$$

$$WL = 45,4 \text{ jam/bulan (Tabel 4.1)}$$

$$WP = 372 \text{ jam/bulan (Lampiran A1)}$$

$$E = \frac{170,62+45,4}{372} \times 100\%$$

$$E = 58 \%$$

Effisiensi kerja dari waktu tambahan sebesar 58% dengan jam kerja rata-rata yaitu 6,98s jam/hari dan produksi sebesar 2.601,5 ton/hari. Selain itu hasil dari produksi *unit crushing plant* yang tidak dapat terpenuhi dipengaruhi oleh karena *coal getting* PIT Utara (Lampiran A2) dan PIT Selatan (Lampiran A3) yang tidak tercapai. Produksi *iocoal getting* dari PIT Utara dan PIT Selatan sebesar 65.392,6 Ton/bulan atau dari kebutuhan target produksi *unit crushing plant* sebesar 93.000 Ton/bulan sehingga mengakibatkan produksi pada bulan Oktober tahun 2022 tidak tercapai dan perlunya upaya optimalisasi.

Berdasarkan hasil data penelitian bahwa *effisiensi* kerja rata-rata dari *coal getting* PIT Utara dan PIT Selatan sebagai berikut dengan persamaan 2.19.

$$\text{Dimana: } E = \frac{WE}{WP} \times 100\%$$

Diketahui Waktu kerja Produktif PIT Utara;

$$WE = 168,7 \text{ jam/bulan (Lampiran A2)}$$

$$WP = 744 \text{ jam/bulan (Lampiran A2)}$$

$$E = \frac{168,7}{744} \times 100\%$$

$$E = 37 \%$$

Diketahui Waktu Kerja Produktif PIT Selatan:

$$WE = 261,5 \text{ jam/bulan (Lampiran A3)}$$

$$WP = 744 \text{ jam/bulan (Lampiran A3)}$$

$$E = \frac{261,7}{744} \times 100\%$$

$$E = 35,2 \%$$

Dari hasil perhitungan bahwa *effisiensi* kerja dari *coal getting* rendah yaitu PIT Utara sebesar 37% dan PIT Selatan sebesar 35,2% yang menyebabkan target produksi *unit crushing plant* tidak tercapai

4.1.2 Kegiatan Umpan Alat Angkut Dan Alat Support

Hasil dari data kegiatan mengumpan yang dilakukan oleh alat angkut dan alat *support* dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4. 2 Jumlah *Fedding* dan *Direct Dumping* terhadap ketercapaian target produksi

Hari/Tgl-Tahun	<i>Direct Dumping</i>		<i>Feeding</i>			
	<i>Dumptruck</i>	Ton/Hari	<i>Excavator</i>	Ton/Hari	<i>Wheel Loader</i>	Ton/Hari
Sabtu,01-2022	21	420	516	928,8	124	496
Minggu, 02-2022	40	800	55	99	302	1208
Senin, 03-2022	33	660	211	379,8	321	1284
Selasa, 04-2022	24	480	413	743,4	299	1196
Rabu, 05-2022	58	1160	233	419,4	87	348
Kamis, 06-2022	55	1100	171	307,8	103	412
Jum'at, 07-2022	69	1380	145	261	305	1220
Sabtu, 08-2022	62	1240	0	0	200	800
Minggu, 09-2022	28	560	101	181,8	215	860
Senin, 10-2022	67	1340	34	61,542	236	944
Selasa, 11-2022	26	520	279	502,2	219	876
Rabu, 12-2022	27	540	271	487,8	321	1284
Kamis, 13-2022	58	1160	257	462,6	334	1336
Jum'at, 14-2022	44	880	0	0	198	792
Sabtu, 15-2022	21	420	195	351	319	1276
Minggu, 16-2022	33	660	118	212,4	297	1188
Senin, 17-2022	14	280	177	318,6	319	1276
Selasa, 18-2022	25	500	113	203,4	345	1380
Rabu, 19-2022	23	460	187	336,6	312	1248
Kamis, 20-2022	65	1300	169	304,2	310	1240
Jum'at, 21-2022	42	840	184	331,2	319	1276

Sabtu, 22-2022	22	440	117	210,6	289	1156
Minggu, 23-2022	22	440	89	160,2	167	668
Hari/Tgl-Tahun	<i>Direct Dumping</i>		<i>Feeding</i>			
	<i>Dumptruck</i>	Ton/Hari	<i>Excavator</i>	Ton/Hari	<i>Wheel Loader</i>	Ton/Hari
Senin, 24-2022	0	0	0	0	0	0
Selasa, 25-2022	59	1180	212	381,6	229	916
Rabu, 26-2022	62	1240	118	212,4	225	900
Kamis, 27-2022	55	1100	187	336,6	391	1564
Jum'at, 28-2022	40	800	0	0	421	1684
Sabtu, 29-2022	53	1060	257	462,6	312	1248
Minggu, 30-2022	69	1380	89	160,2	314	1256
Senin, 31-2022	0	0	0	0	0	0
Rata-Rata	39	785,2	158,0	284	252,7	1010,7

Hasil dari kegiatan umpan yang dilakukan alat angkut dan alat *support* dengan waktu kerja tersedia 12 jam/hari bahwa kinerja dari alat angkut dan alat *support* dalam kegiatan umpan belum memenuhi kebutuhan *unit crushing plant* dan menyebabkan target produksi tidak tercapai. Oleh karena itu dilakukan perhitungan *effisiensi* kerja rata-rata dari alat *support* berupa *Wheel Loader* dan *Excavator* menggunakan persamaan 2.19.

$$\text{Dimana: } E = \frac{WE}{WP} \times 100\%$$

$$WE = 170,62 \text{ jam/bulan (Lampiran A1)}$$

$$WP = 372 \text{ jam/bulan (Lampiran A1)}$$

$$E = \frac{170,62}{372} \times 100\%$$

$$E = 46 \%$$

Dari hasil perhitungan bahwa *effisiensi* kerja dari alat *support* rendah yaitu 46% atau kategori buruk dalam beroperasi ini disebabkan karena waktu hambatan yang melebihi waktu produktif.

4.1.3 Proses Kinerja Unit Crushing Plant

Dalam pengolahan terdapat faktor yang mempengaruhi produksi dari *unit crushing plant* terdiri dari produktiviti alat angkut dan alat *support* dimana seberapa banyak material disediakan oleh alat angkut dan material yang di umpan oleh alat *support*. Oleh karena itu dari data yang diambil sehingga didapat produktiviti dari *coal getting* dan alat *support*.

A. Produktivity Coal Getting PIT Utara

Produktiviti Excavator Komatsu PC-400

Diketahui:

Kapasitas *bucket* (Kb) = 2,8 m³ (Lampiran C4)

Cycle Time (CT) = 20,7 detik (Lampiran B1)

Fill Factor (Ff) = 0,9 (Tabel 2.3)

Swell Factor (SF) = 0,74 (Tabel 2.2)

Effisiensi Kerja (Eff) = 0,37

Density = 1,24 ton/m³

Maka didapatkan kapasitas produksi batubara dengan *Excavator* Komatsu PC400LC dengan menggunakan persamaan (2.15), yaitu:

$$Q = \frac{KB \times E \times FB \times SF \times 3600}{CT}$$

$$Q = \frac{2,8 \times 0,9 \times 0,74 \times 0,37 \times 1,24 \times 3600}{20,7}$$

$$Q = 148,8 \text{ ton/jam}$$

Produktiviti Dumptruck Hino FM260JD dan Scania P310

Diketahui:

Kapasitas *bucket* (Kb) = 2,8 m³ (Lampiran C6)

Cycle Time (Ct) = 1308,2 detik (Lampiran B3)

Fill Factor (Ff) = 0,9 (Tabel 2.3)

Swell Factor (SF) = 0,74 (Tabel 2.2)

Effisiensi Kerja (Eff) = 0,37

Density = 1,24 ton/m³

n (Banyak pengisian) = 11

Maka didapatkan kapasitas produksi batubara dengan *Dump Truck* Hino FM 260 JD dan Scania P310 dengan persamaan (2.14), yaitu:

$$Q = \frac{n \times KB \times E \times FB \times SF \times 3600}{CT}$$
$$Q = \frac{11 \times 2,8 \times 0,9 \times 0,74 \times 0,37 \times 1,24 \times 3600}{1308,2}$$

$$Q = 25,9 \text{ ton/jam}$$

Dari perhitungan *produktivity* alat angkut PIT Utara sehingga didapat bahwa hasil *coal getting* tidak dapat memenuhi target produksi dengan data aktual meliputi:

$$Q = \text{waktu produktif/bulan} \times \text{kapasitas DT/jam} \times \text{jumlah Unit}$$

$$Q = 168,7 \text{ jam/bulan} \times 25,9 \text{ ton/jam} \times 6 \text{ unit DT/hari}$$

$$Q = 29.020 \text{ ton/bulan}$$

Maka *coal getting* sebesar 29.020 ton/bulan dari target produksi 1.800 ton/bulan yang menyebabkan produksi *unit crushing plant* tidak tercapai.

B. *Produktivity Coal Getting* PIT Selatan

Produktivity Excavator Hitachi Zaxis 470Lc

Diketahui:

Kapasitas *bucket* (Kb) = 2,8 m³ (Lampiran C5)

Cycle Time (CT) = 21,1 detik (Lampiran B2)

Fill Factor (Ff) = 0,9 (Tabel 2.3)

Swell Factor (SF) = 0,74 (Tabel 2.2)

Effisiensi Kerja (Eff) = 0,35

Density = 1,24 ton/m³

Maka didapatkan kapasitas produksi batubara dengan *Excavator* Komatsu PC400LC dengan menggunakan (persamaan 2.15), yaitu:

$$Q = \frac{KB \times E \times FB \times SF \times 3600}{CT}$$

$$Q = \frac{2,8 \times 0,9 \times 0,74 \times 0,35 \times 1,24 \times 3600}{21,1}$$

$$Q = 138,1 \text{ ton/jam}$$

Produktivty Dumptruck Quester CWE 370 dan CWE 280

Kapasitas *bucket* (Kb) = 2,8 m³ (Lampiran C7)

Cycle Time (Ct) = 1835,5 detik (Lampiran B4)

Fill Factor (Ff) = 0,9 (Tabel 2.3)

Swell Factor (SF) = 0,74 (Tabel 2.2)

Effisiensi Kerja (Eff) = 0,35

Density = 1,24 ton/m³

n (Banyak pengisian) = 11

Maka didapatkan kapasitas produksi batubara dengan *Dump Truck* Quester CWE370/CWE280 dengan (persamaan 2.14), yaitu :

$$Q = \frac{n \times KB \times E \times FB \times SF \times 3600}{CT}$$

$$Q = \frac{11 \times 2,8 \times 0,9 \times 0,74 \times 0,35 \times 1,24 \times 3600}{1835,5}$$

$$Q = 20 \text{ ton/jam}$$

Dari perhitungan *produktivity* alat angkut PIT Selatan sehingga didapat bahwa hasil *coal getting* tidak dapat memenuhi target produksi dengan data aktual meliputi:

$$Q = \text{waktu produktif/bulan} \times \text{kapasitas DT/jam} \times \text{jumlah Unit}$$

$$Q = 261,5 \text{ jam/bulan} \times 20 \text{ ton/jam} \times 6 \text{ unit DT/hari}$$

$$Q = 36.372,6 \text{ ton/bulan}$$

Maka *coal getting* sebesar 29.020 ton/bulan dari target produksi 1.800 ton/bulan yang menyebabkan produksi *unit crushing plant* tidak tercapai.

C. *Produktivity Alat Support*

Produktivity Excavator Doosan DX300 Lca

Diketahui

$$\text{Kapasitas bucket (q1)} = 1,8 \text{ m}^3 \text{ (Lampiran C2)}$$

$$\text{Fill Factor (Ff)} = 0,9 \text{ (Tabel 2.3)}$$

$$\text{Cycle time alat muat (Ctm)} = 12,72 \text{ detik (Lampiran B6)}$$

$$\text{Produksi persiklus (q)} = q_1 \times k = 1,8 \times 0,9 = 1,62 \text{ m}^3$$

$$\text{Effisiensi kerja (Eff)} = 0,46$$

$$\text{Swell Factor (Sf)} = 0,74 \text{ (Tabel 2.2)}$$

$$Q = \frac{n \times KB \times E \times FB \times SF \times 3600}{CT}$$

$$Q = \frac{3600}{12,72} \times 1,62 \times 0,46 \times 0,74$$

$$Q = 156,1 \text{ ton/jam}$$

Produktivity Wheel Loader SEM 660D

Diketahui

Kapasitas *bucket* (q_1) = 4,5 m³ (Lampiran C3)

Fill Factor (F_f) = 0,9 (Tabel 2.3)

Cycle time alat muat (C_{tm}) = 45,42 detik (Lampiran B5)

Produksi persiklus (q) = $q_1 \times k = 4,5 \times 0,8 = 4,05 \text{ m}^3$

Effisiensi kerja (Eff) = 0,46

$$Q = \frac{KB \times E \times FB \times SF \times 3600}{CT}$$

$$Q = \frac{4,1 \times 3600 \times 0,46}{45,42}$$

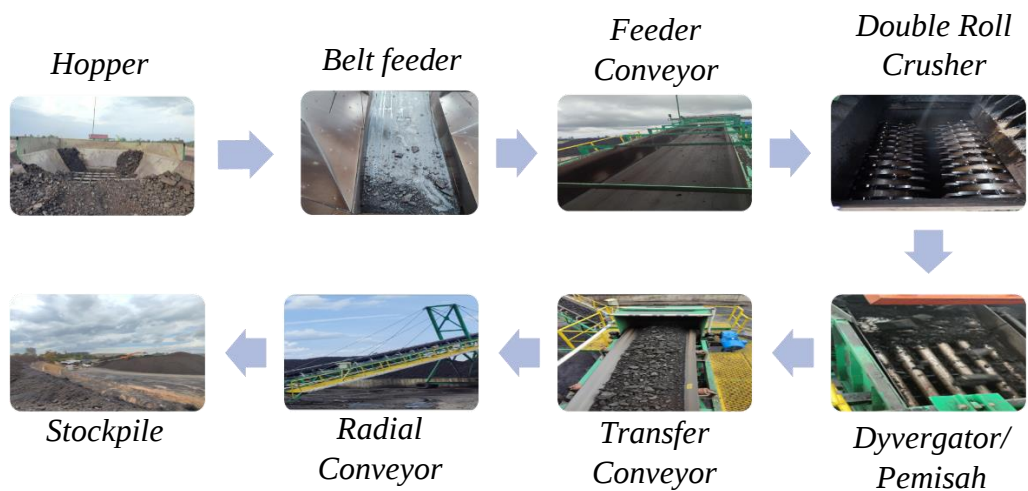
$$Q = 149,5 \text{ ton/jam}$$

Hasil dari *Produktivity Coal Getting* dan alat *support* untuk mengetahui berapa kebutuhan *unit crushing plant* dalam mencapai target produksi dengan kapasitas aktual tiap *unit*. Oleh karena itu peneliti memperhitungkan kapasitas yang dapat menampung material dari *produktivity coal getting* dan alat *support*. Bagian-bagian dari *unit crushing plant* terdiri dari *hopper*, *feeder conveyor*, *dyvergator*, *double roll crusher*, *tranfer conveyor* dan *radial conveyor*.



Gambar 4. 1 Unit Crushing Plant PT.Banyan Koalindo Lestari

Siklus Pengolahan Batubara PT. Banyan Koalindo Lestari



Gambar 4. 2 Proses Pengolahan PT.Banyan Koalindo Lestari

1. Hopper



Gambar 4. 3 *Hopper* dan *Grizzly*

Hopper berfungsi untuk menampung material yang di umpan oleh alat angkut dan alat *support*. Sedangkan *grizzly* berfungsi untuk menyaring material menyaring material dengan besar menyesuaikan maksimal ukuran dari mesin peremuk yaitu -500 milimeter(mm) atau -50 centimeter(cm). Hasil dari penelitian sehingga didapat kapasitas *hopper* sebagai berikut:

Diketahui:

P2	=	5,15 m	P1	=	2,8 m
A2	=	5 m	A1	=	1 m
Density	=	1,24 ton/ m ³	T	=	2,5 m

Untuk mengetahui kapasitas *hopper*, perlu mengetahui nilai *volume* berikut dengan persamaan 2.5.

$$V = \frac{(P2 \times A2) + (P1 \times A1)}{2} \times T$$

$$V = \frac{(5,15 \times 5) + (2,8 \times 1)}{2} \times 2,5$$

$$V = 35,76 \text{ m}^3$$

Maka kapasitas dari *hopper* berikut dengan persamaan 2.7.

$$V_h = 35,76 \text{ m}^3$$

$$Density = 1,24 \text{ ton}$$

$$K = V_h \times Bi$$

$$K = 35,76 \times 1,24$$

$$K = 44,38 \text{ ton/m}^3$$

Berdasarkan perhitungan menggunakan data pengukuran lapangan sehingga didapat hasil kapasitas *hopper* sebesar 44,38 ton/m³.

2. Feeder Conveyor



Gambar 4. 4 *Belt Feeder Conveyor*

Feeder Conveyor berfungsi menyalurkan material yang masuk melalui *hopper* dan jatuh di atas *belt* menuju mesin peremuk. Berdasarkan dari hasil penelitian sehingga didapat kapasitas nyata dari *feeder conveyor* berikut:

Diketahui untuk mengetahui nilai dari luas penampang dengan persamaan 2.12 (A_1), 2.13 (A_2) dan 2.14 (A_{total}).

$$A_1 = 0,16B^2 \tan 5^\circ = 0,16 \times 1136,35^2 \times 0,087 = 17974,8 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = 0,12B^2 \tan 1^\circ = 0,12 \times 1136,35^2 \times 0,17 = 2634,2 \text{ mm}^2$$

$$\text{Maka } A_{total} = A_1 + A_2$$

$$= 17974,8 + 2634,2 = 20609,03 \text{ mm}^2 = 0,03 \text{ m}^2$$

$$\text{Densitas } (\gamma) = 1240 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Lebar belt } (A) = 0,03 \text{ m}^2$$

$$\text{Kecepatan belt } (V) = 2,8 \text{ m/s}$$

Sehingga diketahui kapasitas dari *belt feeder conveyor* berikut dengan persamaan 2.9.

$$Q = \frac{3600}{1000} \times A \times V \times \gamma$$

$$Q = \frac{3600}{1000} \times 0,03 \times 2,8 \times 1240$$

$$= 384,35 \text{ ton/jam}$$

Berdasarkan perhitungan menggunakan data pengukuran dari lapangan sehingga didapat kapasitas *feeder conveyor* sebesar 384,35 ton/jam.

3. *Dyvergator*



Gambar 4. 5 *Dyvergator* atau Pemisah

Dyvergator berfungsi untuk memisahkan material yang berukuran +10 mm sampai -50 mm sehingga kinerja dari mesin peremuk tidak terbebani.

4. *Double Roll Crusher*



Gambar 4. 6 Mesin Peremuk atau *Double Roll Crusher*

Double Roll Crusher atau mesin peremuk adalah proses utama dalam pengolahan yang berfungsi untuk menghancurkan material dari bentuk bongkahan dengan ukuran -500 mm menjadi -100 mm. Berdasarkan hasil penelitian kapasitas dari mesin peremuk sebagai berikut dengan persamaan 2.8.

Diketahui:

D (kapasitas <i>roll crusher</i>)	=	0,35	Meter
W (lebar permukaan <i>roll</i>)	=	1,25	Meter
ω (<i>omega</i>)	=	42	Putaran/menit
L (Jarak antar <i>roll</i>)	=	0,1	Meter
δ (<i>density</i>)	=	1,24	Ton/m ³

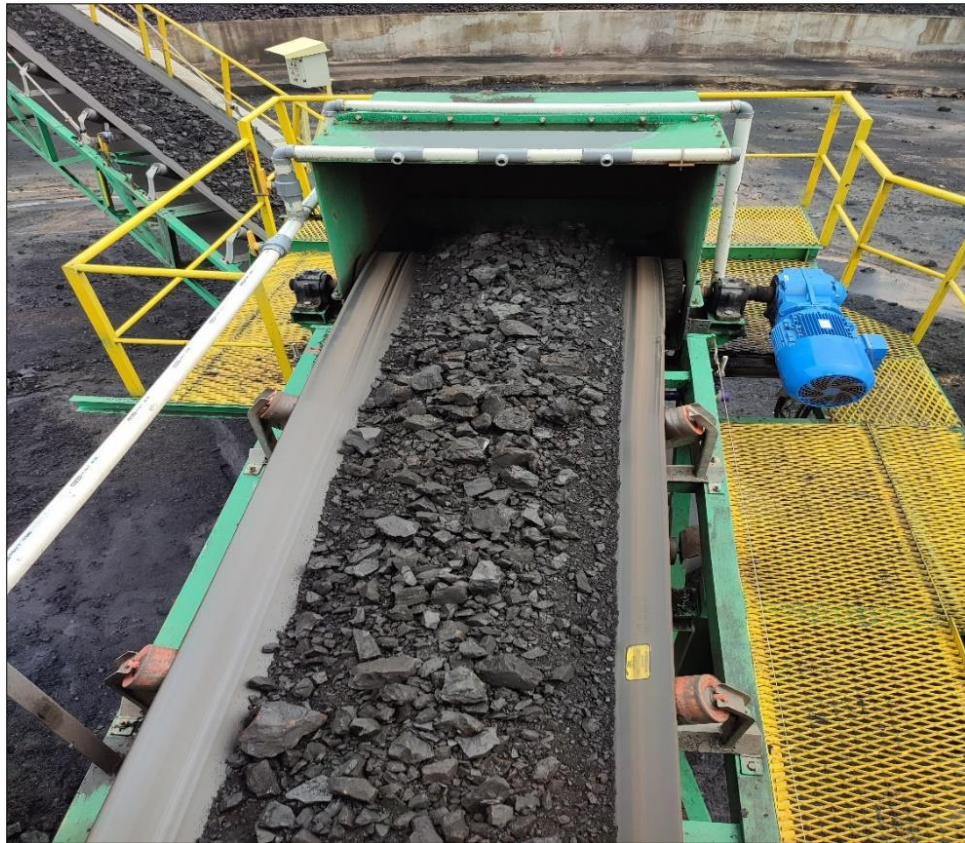
$$Q = 188,5 \times D \times W \times \omega \times L \times \delta$$

$$Q = 188,5 \times 0,35 \times 1,25 \times 42 \times 0,1 \times 1,24$$

$$= 429,5 \text{ ton/jam}$$

Berdasarkan perhitungan menggunakan data pengukuran lapangan sehingga didapat kapasitas *double roll crusher* sebesar 429,5 ton/jam.

5. *Transfer Conveyor*



Gambar 4. 7 *Transfer Conveyor*

Transfer conveyor berfungsi untuk menyalurkan material yang telah dipisahkan oleh *dyvergator* dan diremukan oleh *double roll crusher* untuk dibawa menuju proses selanjutnya. Berdasarkan hasil penelitian kapasitas nyata dari *transfer conveyor* hampir sama dengan kapasitas *feeder conveyor* karena memiliki kemiringan dari *belt* yang sama sehingga dapat di hitung berikut dengan persamaan 2.9.

Diketahui:

$$\text{Densitas } (\gamma) = 1240 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Lebar belt } (A) = 0,03 \text{ m}^2$$

$$\text{Kecepatan belt } (V) = 2,86 \text{ m/s}$$

$$Q = \frac{3600}{1000} \times A \times V \times \gamma$$

$$Q = \frac{3600}{1000} \times 0,029 \times 2,86 \times 1240$$

$$= 383,6 \text{ ton/jam}$$

Berdasarkan perhitungan menggunakan data pengukuran dari lapangan sehingga didapat kapasitas *transfer conveyor* sebesar 383,6 ton/jam.

6. *Radial Conveyor*



Gambar 4. 8 *Radial Stacker Conveyor*

Radial Conveyor berfungsi untuk menyalurkan material dari *transfer conveyor* ke *stockpile* atau *crushed coal*. Material berupa produk yang siap dijual dengan ukuran +10 mm sampai -100 mm.

ketahui untuk mengetahui nilai dari luas penampang dengan persamaan 2.12 (A_1), 2.13 (A_2) dan 2.14 (A_{total}).

$$A_1 = 0,16B^2 \text{ tg } 5^\circ = 0,16 \times 1136,35^2 \times 0,087 = 17.974,8 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = 0,12B^2 \operatorname{tg} 10^\circ = 0,12 \times 1136,35^2 \times 0,17 = 27.914 \text{ mm}^2$$

$$\text{Maka } A_{\text{total}} = A_1 + A_2$$

$$= 17974,8 + 27.914 = \text{mm}^2 = 0,046 \text{ m}^2$$

$$\text{Densitas } (\gamma) = 1240 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Lebar belt (A)} = 0,046 \text{ m}^2$$

$$\text{Kecepatan belt (V)} = 1,8 \text{ m/s}$$

Sehingga diketahui kapasitas dari *belt feeder conveyor* berikut dengan persamaan 2.9.

$$Q = \frac{3600}{1000} \times A \times V \times \gamma$$

$$Q = \frac{3600}{1000} \times 0,046 \times 1,8 \times 1240$$

$$= 383,52 \text{ ton/jam}$$

Berdasarkan perhitungan menggunakan data pengukuran dari lapangan sehingga didapat kapasitas *radial conveyor* sebesar 383,52 ton/jam.

7. Stockpile



Gambar 4. 9 *Stockpile* pada pengolahan

Stockpile yaitu tempat penampungan sementara dari produk batubara yang sudah mengalami proses pengolahan maupun yang belum. Pada PT.Banyan Koalindo Lestar, terdapat 2 tempat penampungan sementara dari batubara yaitu *raw coal* atau *run of mine* dan *crushed coal*. Pada *raw coal* adalah tempat penampungan sementara dari batubara yang belum mengalami proses *preparasi* atau masih dalam bentuk bongkahan yaitu 400-500 mm. Sedangkan pada *crushed coal* adalah tempat penampungan sementara dari batubara yang sudah mengalami proses *preparasi* atau produk yang telah jadi dengan ukuran yaitu +10 sampai -100 mm dan siap untuk dijual.

4.1.4 Waktu hambatan

Dari hasil penelitian terdapat waktu hambatan yang mempengaruhi kinerja dari *coal getting*, alat *support* dan *unit crushing plant* sehingga target produksi tidak tercapai. Selain itu kegiatan yang menghambat produksi *unit crushing plant* yang meliputi Hambatan yang tidak dapat diperbaiki dan Hambatan yang dapat diperbaiki berikut:

➤ Hambatan yang tidak dapat diperbaiki

1) P5M & P2H

P5M adalah kegiatan yang diawali pada jam 06.00 dengan arahan dalam bekerja selama 5 menit dengan pemberian materi K3. Sedangkan P2H adalah kegiatan dalam memeriksa alat rutin selama 20 menit, dimana kegiatan ini dilakukannsetelah P5M.

2) *Safety Talk*

Safety talk adalah kegiatan rutin yang dilakukan seminggu sekali dengan waktu 30 menit, dimana kegiatan ini memberikan materi mengenai K3 sebelum bekerja.

3) *Maintenance*

Maintenance adalah kegiatan pemeriksaan yang dilakukan seminggu sekali dengan waktu 1 jam, dimana kegiatan ini dilakukan dengan pengecekan keseluruhan seperti ganti oli, service ringan dan lain-lain.

4) Istirahat Makan

Istirahat makan adalah kegiatan rutin untuk karyawan istirahat sholat dan makan dengan pemberian waktu 1 jam setiap *shift*.

5) Pengisian Bahan Bakar

Pengisian bahan bakar dilakukan sebelum dimulainya mesin beroperasi dengan pemberian waktu 20 menit setiap *shift*.

6) Hujan atau *Rain*

Rain adalah keadaan alam yang menyebabkan kegiatan penambangan tertunda dikarenakan jalan yang licin.

7) *Sliperry*

Sliperry adalah kegiatan yang dilakukan setelah hujan untuk mengeringkan jalan yang dilakukan dengan alat *dozer* dan *grader* dengan waktu planning 2 jam.

➤ Hambatan yang dapat diperbaiki

1) *Breakdown*

Breakdown adalah kerusakan yang terjadi saat mesin lagi beroperasi atau sebelum beroperasi.

2) *No Inventory*

No. inventory adalah tidak adanya batubara yang siap dari tambang karena belum dilakukan ekspose atau batubara yang siap untuk ditambang.

3) *Cleaning* Batubara

Cleaning Batubara adalah kegiatan yang dilakukan sebelum batubara ditambang untuk membersihkan material pengotor pada *sim* yang siap ditambang.

4) *FOG*

Fog atau kabut terjadi di pagi hari yang mengakibatkan jalan tidak terlihat dan alat tidak dapat beroperasi.

5) Keterlambatan

Kelalaian karyawan yang mengakibatkan waktu beroperasi terlambat sehingga menghambat produksi.

A. Waktu Hambatan *Coal Getting* PIT Utara

Tabel 4. 3 Waktu Hambatan *coal getting* PIT Utara

Hambatan Kerja	Hari Kerja	Total Lost Time (Jam)
Hambatan Yang Tidak Dapat Diperbaiki	-	-
P5m&P2h	31	32,3
<i>Safety Talk</i>	4	2
Hujan	31	141
<i>Sliperry</i>	31	65,9
<i>Maintanance</i>	4	8
Istirahat Makan	31	62
Pengisian Bahan Bakar	31	8
Hambatan Yang Dapat Diperbaiki	-	-
<i>Breakdown</i>	31	81,55
<i>No Inventory</i>	31	143,15
<i>Cleaning</i> Batubara	31	11,8
<i>Fog</i>	-	2,8
Keterlambatan	31	16,8
Total	-	574

Dari hasil penelitian dapat dilihat pada (lampiran A3) bahwa terdapat 5 waktu hambatan yang mempengaruhi produksi dari *coal getting* PIT Utara yang dapat diperbaiki.

B. Waktu Hambatan *Coal Getting* PIT Selatan

Tabel 4. 4 Waktu Hambatan *Coal Getting* PIT Selatan

Hambatan Kerja	Hari Kerja	Total Lost Time (Jam)
Hambatan Yang Tidak Dapat Diperbaiki	-	-
P5m & P2h	31	30,4
<i>Safety Talk</i>	4	2
Hujan	31	108,97
<i>Sliperry</i>	31	115,84
<i>Maintanance</i>	31	8
Istirahat Makan	31	62

Hambatan Kerja	Hari Kerja	Total Lost Time (jam)
Pengisian Bahan Bakar	31	8
Hambatan Yang Dapat Diperbaiki	-	-
<i>Breakdown</i>	31	18,83
<i>No Inventory</i>	31	50,80
<i>Cleaning</i> Batubara	31	46,63
Keterlambatan Dan Lain-Lain	31	31,03
Total	-	482,5

Dari hasil penelitian dapat dilihat pada (lampiran A4) bahwa terdapat 4 waktu hambatan yang mempengaruhi produksi dari *coal getting* PIT Selatan yang dapat diperbaiki.

C. Waktu Hambatan *unit Crushing Plant*

Tabel 4. 5 Waktu Hambatan *Unit Crushing Plant*

Hambatan Kerja	Hari Kerja	Total Lost Time (Jam)
<i>Hambatan Yang Tidak Dapat Diperbaiki</i>	-	-
P5m & P2h	31	26,6
<i>Safety Talk</i>	4	2
<i>Maintanance</i>		4
Istirahat Makan	31	31
<i>Hambatan Yang Dapat Diperbaiki</i>	-	-
Keterlambatan	31	8,6
<i>Breakdown</i>	31	51,52
<i>Standby Hopper Empty</i>	31	75,7
Total		201,4

Dari hasil penelitian dapat dilihat pada (lampiran A5) bahwa terdapat 3 waktu hambatan yang mempengaruhi produksi dari *unit crushing plant* yang dapat diperbaiki.

4.1.5 Ketersediaan *Unit Crushing Plant*

Ketersediaan alat adalah salah satu faktor yang mempengaruhi kinerja dari *unit crushing plant* untuk mengetahui seberapa siap alat mulai dari alat beroperasi dan waktu yang diperlukan alat *unit crushing plant* berjalan. Dari data yang diambil oleh peneliti sehingga didapat dari (*MA*, *PA*, *UA* dan *EU*).

Diketahui:

$$\begin{aligned} W \text{ (jam operasi)} &= 170,1 \text{ jam/bulan (Lampiran A1)} \\ R \text{ (jam breakdown)} &= 52,43 \text{ jam/bulan (Lampiran A1)} \\ S \text{ (jam standby)} &= 149,47 \text{ jam/bulan (Lampiran A1)} \end{aligned}$$

1. *Mechanical Availability (MA)*

Maka dengan (persamaan 2.1)

$$\begin{aligned} MA &= \frac{W}{W+R} \times 100\% \\ &= \frac{170,1}{170,1+52,43} \times 100\% \\ &= 77,7\% \text{ (keadaan Baik)} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan bahwa *MA unit crushing plant* masih dalam kondisi baik dalam beroperasi.

2. *Physichal Availability (PA)*

Maka dengan (persamaan 2.2)

$$\begin{aligned} PA &= \frac{W+S}{W+S+R} \times 100 \\ &= \frac{170,1+149,47}{170,1+149,47+51,52} \times 100\% \\ &= 81,3\% \text{ (Keadaan Baik)} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan bahwa nilai *PA unit crushing plant* masih dalam kondisi baik, dimana kondisi fisik dari *unit* siap dalam beroperasi.

3. *Use of Availability (UA)*

Maka dengan (persamaan 2.3)

$$\begin{aligned} UA &= \frac{W}{W+S} \times 100\% \\ &= \frac{170,1}{170,1+149,47} \times 100\% \\ &= 53,2 \% \text{ (Keadaan Buruk)} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan bahwa nilai *UA unit crushing plant* buruk yang diakibatkan karena waktu *standby*.

4. *Effective Utilization* (EU)

Maka dengan (persamaan 2.4)

$$\begin{aligned} \text{EU} &= \frac{W}{W+R+S} \times 100\% \\ &= \frac{170,1}{170,1+149,47+52,43} \times 100\% \\ &= 46\% \text{ (Sangat Buruk)} \end{aligned}$$

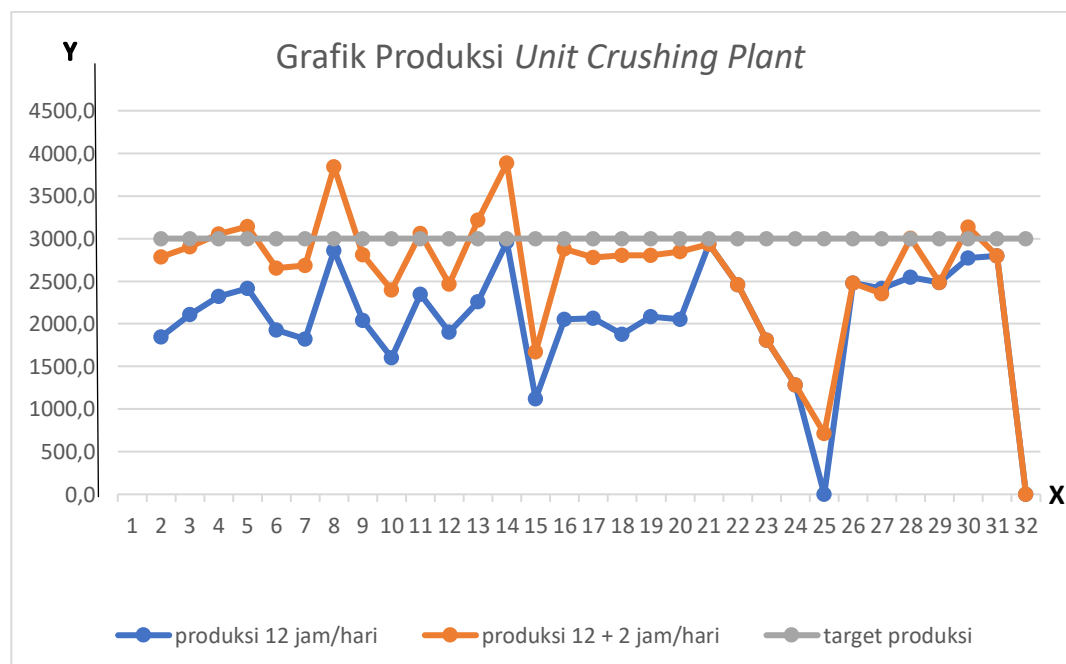
Dari hasil perhitungan bahwa nilai *EU unit crushing plant* buruk yang diakibatkan karena waktu *standby* dan *repair*.

4.2 Pembahasan

Berdasarkan hasil perhitungan bahwa kinerja dari *unit crushing plant* dipengaruhi oleh berbagai faktor yang dimulai dari *coal getting* alat angkut sampai proses produksi batubara. Hal ini disebabkan dari berbagai kegiatan yang terjadi selama proses alat beroperasi.

4.2.1 Ketercapaian Produksi *Unit Crushing Plant*

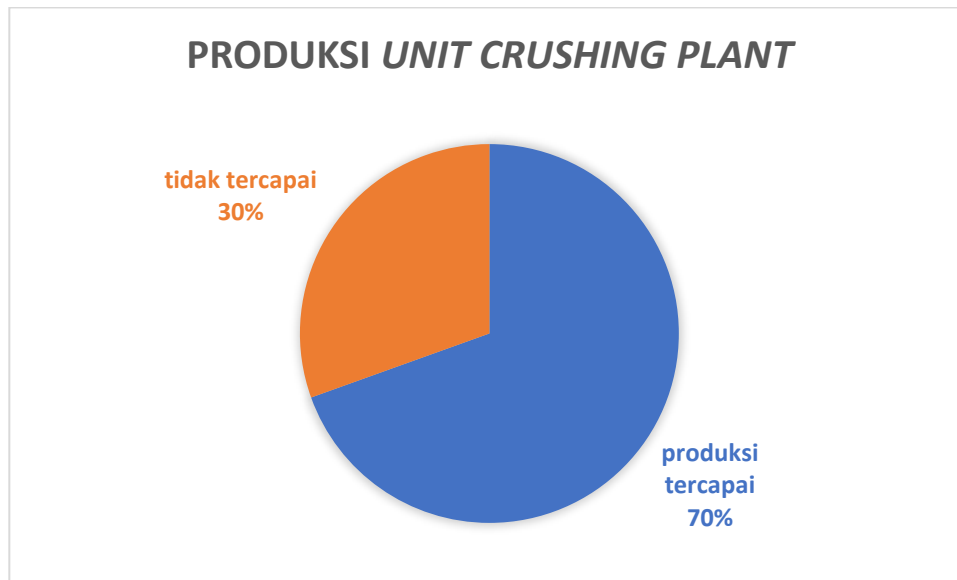
Dari hasil pengambilan data selama bulan oktober bahwa target produksi *unit crushing plant* tidak tercapai yaitu sebesar 64.646,5 ton/bulan dari 93.000 ton/bulan.



Gambar 4. 10 Grafik Produksi *Unit Crushing Plant*

Dari hasil penelitian produksi *unit crushing plant* secara jam kerja normal yaitu 12 jam/hari tidak terpenuhi yaitu 64.094,73 ton/bulan. Oleh karena itu ada penambahan jam lembur yaitu 1-3 jam/hari, dimana diterapkan pada 22 hari sehingga produksi yang didapat sebesar 80.647 ton/bulan dari target produksi 93.000 ton/bulan. Pada jam kerja normal, produksi tidak tercapai karena terjadinya kerusakan pada *unit crushing plant*, kerusakan alat *support* dan sering terjadinya kekurangan material batubara pada *raw coal* atau *run of mine* (ROM) yang sering dijumpai dilapangan. Selain itu, dari hasil penelitian yang dilakukan bahwa produksi rata-rata dari *unit crushing plant* sebesar 2.067,6 ton/hari dari waktu kerja produktif sebesar 5,5 jam/hari yang didapat dari waktu kerja normal 12 jam/hari. Sedangkan yang ditambah dengan waktu lembur 1-3 jam/hari selama 22 hari yaitu sebesar 2.602,4 ton/hari dari waktu produktif sebesar 6,97 jam/hari

Dari hasil data penelitian sehingga diketahui berapa persentase tidak tercapai produksi pada bulan oktober dengan diagram *pie* pada gambar 4.9. Produksi *unit crushing plant* ini berdasarkan jam normal 12 jam/hari sehingga pada bulan oktober sebesar 70% yang terbilang tidak memenuhi target sehingga perlunya melakukan optimalisasi dari *coal getting* sampai proses pengolahan berdasarkan waktu hambatan.



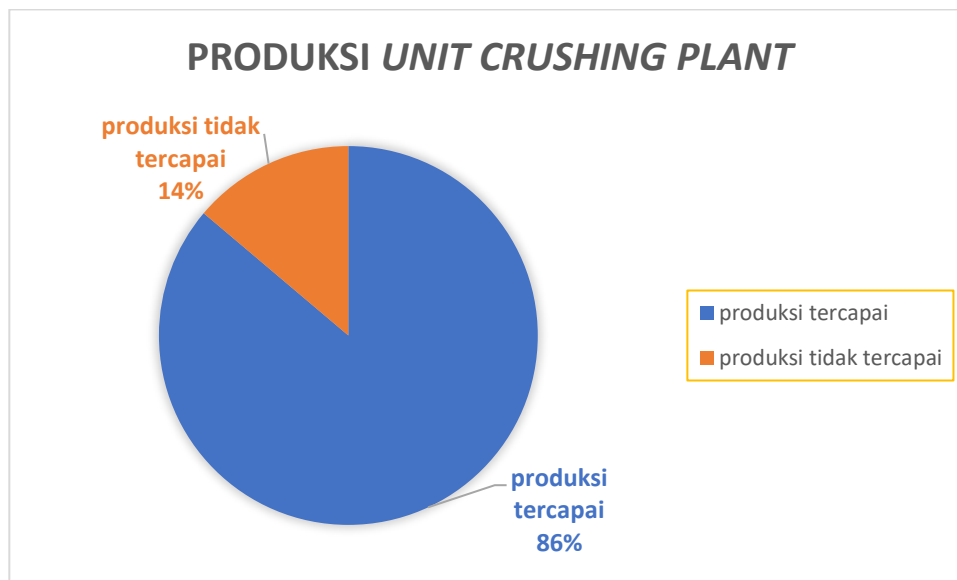
Gambar 4. 11 Produksi *Unit Crushing Plant*

Selain itu waktu produktif *unit crushing plant* sebesar 46% atau efisiensi kerja dalam nilai buruk. Selain itu dari data jam kerja didapat nilai *MA*, *PA*, *AU* dan *EU* berikut:

Tabel 4. 6 Ketersediaan *unit crushing plant*

MA	PA	AU	EU
77,7 %	81,3 %	53,2 %	46 %
Baik	Baik	Buruk	Sangat Buruk

Dari nilai ketersediaan *unit crushing plant* bahwa dalam kondisi siap digunakan, tapi tidak efisien dalam beroperasi. Selain itu dari waktu jam kerja lembur yaitu 1-3 jam/hari selama 22 hari sehingga didapat presentase produksi *unit crushing plant* lebih tinggi pada gambar 4.10.



Gambar 4. 12 Produksi *Unit Crushing Plant* Dengan Jam Lembur

Dari presentase jam kerja lembur sehingga produksi *unit crushing plant* hampir mencapai target produksi atau berada pada kondisi baik dalam ketercapaian produksi, akan tetapi hal ini tidak boleh dijadikan ketetapan dalam jam kerja normal. Oleh karena itu perusahaan perlu optimalisasi jam kerja normal yang telah tersedia yaitu 12 jam/hari.

4.2.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produksi *Unit Crushing Plant*

Berdasarkan pengamatan selama 31 hari bahwa tidak tercapainya target produksi karena terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi yang terdiri dari waktu hambatan. Jam tersedia bagi kinerja dari *unit crushing plant* sebesar 12 jam/hari dengan kegiatan yang meliputi:

Tabel 4. 7 Waktu Tersedia *Unit Crushing Plant*

Kegiatan	Waktu	Keterangan
Jam Kerja Tersedia	12 Jam/Hari	Waktu Tersedia Untuk <i>Unit Crushing Plant</i>
Kegiatan	Waktu	Keterangan
Waktu Persiapan	60 Menit/Hari	P5m&P2h Di Awal Kegiatan
Jam Beroperasi	10 Jam/Hari	Waktu <i>Unit Crushing Plant</i> Beroperasi
Waktu Istirahat	60 Menit/Hari	Istirahat Untuk Karyawan

Siklus Pengolahan Batubara PT.Banyan Koalindo Lestari



Gambar 4. 13 Siklus Pengolahan PT.Banyan Koalindo Lestari

Adapun siklus dari pengolahan batubara yang dimulai dari *front* penambangan hingga ke produk dari hasil yang diinginkan meliputi:

- 1) Pemuatan material batubara yaitu proses awal saat pemuatan batubara yang dimuat dari *front* penambangan dengan kegiatan berupa 1 *fleet* atau sebuah *unit* alat gali-muat dan 6 *unit* alat angkut.

- 2) Pengangkutan Material Batubara dari *front* penambangan ke tempat pengolahan menggunakan 6 *unit* alat angkut dengan jarak yaitu PIT utara 1.800 meter dan PIT selatan 2.800 meter.
- 3) Kegiatan Umpan oleh alat angkut dan alat *support* dengan kapasitas *hopper* yang dapat ditampung sebesar 44,38 ton/jam.
- 4) Proses pemisahan batubara untuk memisahkan ukuran yang telah menjadi produk dengan ukuran -50 mm dan sekaligus membantu mesin peremuk agar tidak terbebani.
- 5) Proses preparasi oleh *double roll crusher* adalah kegiatan utama dari pengolahan untuk mengecilkan ukuran batubara dari bongkahan 500 mm menjadi produk yang dihasilkan yaitu 100 mm.
- 6) Hasil dari proses preparasi dengan ukuran +10 mm sampai -100 mm akan tumpuk pada *stockpile*.

Dari siklus pengolahan terdapat faktor yang menjadi waktu hambatan sehingga target produksi tidak tercapai. Adapun proses ini terdiri dari waktu hambatan yang tidak dapat diperbaiki dan waktu hambatan yang dapat diperbaiki meliputi:

A. Hambatan Yang Tidak Dapat Diperbaiki

Hambatan yang tidak dapat diperbaiki yaitu waktu tersedia untuk kegiatan rutin untuk *unit crushing plant* sebelum dan sesudah beroperasi. Kegiatan ini meliputi:

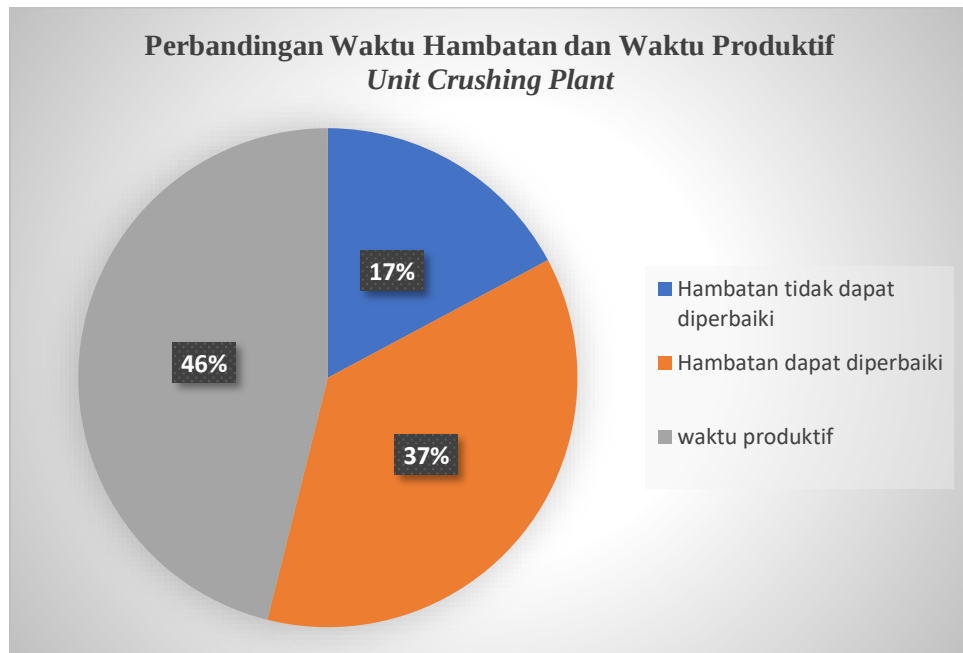
- 1) P5M&P2H dengan waktu tersedia 30-45 menit/hari.
- 2) *Safety talk* dengan waktu tersedia 30 menit/minggu atau setiap 4 hari sekali.
- 3) *Maintenance* dengan waktu tersedia 60 menit/minggu atau setiap 4 hari sekali.
- 4) Istirahat makan dengan waktu tersedia 60 menit/hari.

B. Hambatan Yang Dapat Diperbaiki

Hambatan yang dapat diperbaiki yaitu waktu yang terjadi saat *unit crushing plant* saat memulai beroperasi dan sebelum selesai beroperasi. Hambatan ini menyebabkan produksi *unit crushing plant* tidak tercapai. Pada kegiatan ini meliputi:

- 1) Keterlambatan yaitu waktu saat *unit* memulai beroperasi dan setelah jam operasi mau selesai. Waktu rata-rata dalam keterlambatan adalah 9 menit/hari saat mau beroperasi dan 8,2 menit/hari saat *unit* mau selesai beroperasi, dimana waktu ini disebabkan oleh *human error*.
- 2) *Breakdown* yaitu waktu hambatan yang terjadi saat *unit crushing plant* sedang beroperasi, dimana salah satu alat yang rusak dari *unit* yang mengakibatkan produksi terhenti dalam jangka waktu lama. Ini terjadi selama 51,52 jam/bulan yang mana motor penggerak terbakar selama 3 kali di tanggal 30, 13-14 dan 23-24 serta sekali *belt* robek pada tanggal 05-06. Hal ini disebabkan oleh kurangnya pengawasan terhadap alat akibatnya *unit* berhenti beroperasi.
- 3) *Standby Hopper Empty* yaitu waktu hambatan yang terjadi dalam jangka waktu panjang maupun pendek sebesar 75,7 jam/bulan, dimana akibat *stock* batubara di *raw coal* kosong, batu pack atau *bone coal* yang tersangkut pada mesin peremuk, genset 250KVA mati karena terbebani, motor penggerak *overload* atau panas dan alat *support breakdown* atau tidak ada di *raw coal*. Hal ini akibat dari *coal getting* yang tidak dapat memenuhi kebutuhan *unit* dan faktor-faktor lainnya.

Dari hasil penelitian waktu beroperasi sebesar 170,7 jam/bulan sedangkan waktu hambatan yang tidak dapat diperbaiki sebesar 63,3 jam/bulan dan waktu hambatan yang dapat diperbaiki sebesar 135,8 jam/bulan sehingga dapat dilihat berapa perbandingan dari diagram *pie* berikut:



Gambar 4. 14 Perbandingan Waktu Hambatan dan Waktu Produktif

4.2.3 Upaya Optimalisasi Produksi Unit Crushing Plant

Setelah dilakukan analisis dan pengolahan data lapangan sehingga perlunya optimalisasi jam kerja dari *coal getting* sampai *unit crushing plant* untuk meningkatkan produksi berdasarkan waktu kerja aktual.

A. Optimalisasi Waktu Produktif Unit Crushing Plant

Tabel 4. 8 Waktu Hambatan Setelah Perbaikan

Hambatan Kerja	Hari Kerja	Total Lost Time (Jam)	Setelah Perbaikan
<i>Hambatan Yang Tidak Dapat Diperbaiki</i>	-	-	-
P5m & P2h	31	26,6	26,6
<i>Safety Talk</i>	4	2	2
<i>Maintanance</i>	4	4	4
Istirahat Makan	31	31	31
<i>Hambatan Yang Dapat Diperbaiki</i>	-	-	-
Keterlambatan	31	8,6	3,2
<i>Breakdown</i>	31	55,20	16
<i>Standby Hopper Empty</i>	31	88,8	30
Total		201,5	104,6

Setelah upaya optimalisasi kinerja *unit crushing plant* berdasarkan waktu hambatan dan pengamatan lapangan sehingga perbaikan yang dilakukan dari hambatan yang dapat diperbaiki adalah:

- 1) Keterlambatan yaitu meminimalisir waktu pada tiap karyawan sebesar 3 menit untuk memulai dan 3 menit sebelum *unit* selesai beroperasi dengan total 6 menit/hari.
- 2) *Breakdown* yaitu meminimalisir kerusakan dengan melakukan pengawasan ketat pada motor penggerak, batu pack, benda tajam dari material dan lain-lain, sehingga tidak terjadi kerusakan fatal. Waktu untuk perawatan sebesar 20 menit/hari.
- 3) *Standby Hopper Empty* yaitu meminimalisir kegiatan *delay* waktu umpan 5-10 menit, *ritase coal getting* dan waktu tunggu material batubara 10 menit sehingga waktu *standby* sebesar 20 menit/hari.

Dari hasil optimalisasi terhadap *unit crushing plant* sehingga didapat efisiensi kerja meliputi:

Diketahui waktu produktif berikut dengan persamaan 2.21.

$$W_e = W_p - (W_n + W_u)$$

$$W_n = 1,52 \text{ jam/hari}$$

$$W_u = 1,62 \text{ jam/hari}$$

$$W_p = 12 \text{ jam/hari}$$

$$W_e = 12 - (1,52 + 1,62)$$

$$= 8,7 \text{ jam/hari}$$

Diketahui *Effisiensi* kerja berikut dengan persamaan 2.22.

$$E = \frac{W_E}{W_P} \times 100\%$$

$$W_E = 8,7 \text{ jam/hari}$$

$$W_P = 12 \text{ jam/hari}$$

$$E = \frac{8,7}{12} \times 100\%$$

$$E = 73 \%$$

B. Optimalisasi Waktu Produktif *Coal Getting* PIT Utara dan PIT Selatan

Hasil data dari *coal getting* PIT Utara dan PIT Selatan terdapat beberapa faktor hambatan yang membuat produksi tidak tercapai. Oleh karena itu perlunya optimalisasi dari waktu hambatan agar produksi meningkat dan dapat memenuhi kebutuhan *unit crushing plant*.

Tabel 4. 9 Waktu Hambatan PIT Utara Setelah Perbaikan

Hambatan Kerja	Hari Kerja	Total Lost Time (Jam)	Setelah Perbaikan
Hambatan Yang Tidak Dapat Diprebaiki	-	-	-
P5m&P2h	31	31	31
<i>Safety Talk</i>	4	2	2
Hujan	31	141	141
<i>Sliperry</i>	31	65,9	65,9
<i>Maintanance</i>	4	8	8
Istirahat Makan	31	62	62
Pengisian Bahan Bakar	4	8	8
Hambatan Yang Dapat Diperbaiki	-	-	-
<i>Breakdown</i>	31	81,55	81,55
Keterlambatan	31	16,8	3,1
<i>No Inventory</i>	31	143,15	71,575
<i>Cleaning</i> Batubara	31	11,8	3,76
<i>Fog</i>	-	2,8	2,8
Total	-	574,0	477,88

Setelah upaya optimalisasi *coal getting* PIT Utara berdasarkan waktu hambatan dan pengamatan lapangan sehingga perbaikan yang dilakukan pada 3 waktu hambatan yang dapat diperbaiki adalah:

- 1) Keterlambatan yaitu meminimalisir waktu pada tiap operator sebesar 3 menit untuk mamulai dan 3 menit sebelum pergantian *shift* sehingga total waktu hambatan sebesar 6 menit/1 *shift*.
- 2) *No. Inventory* yaitu melakukan *ekspose* batubara dengan meningkatkan produksi *overburden*. Waktu dari *ekspose* sesuai jadwal sebesar 1,2 jam/1 *shift*.

3) *Cleaning* batubara yaitu meminimalisir waktu pembersihan material pengotor dari batubara menggunakan 2 *Excavator* sehingga waktu yang dibutuhkan sebesar 30 menit/kegiatan *cleaning*.

Dari hasil optimalisasi terhadap *unit crushing plant* sehingga didapat efisiensi kerja meliputi:

Diketahui waktu produktif berikut dengan persamaan 2.21.

$$W_e = W_p - (W_n + W_u)$$

$$W_n = 4,25 \text{ jam/1 shift}$$

$$W_u = 1,55 \text{ jam/1 shift}$$

$$W_p = 12 \text{ jam/1 shift}$$

$$W_e = 12 - (4,25 + 1,55)$$

$$= 6,23 \text{ jam/1 shift}$$

$$= 6,23 \times 2 \text{ shift}$$

$$= 12,41 \text{ jam/2 shift}$$

Diketahui *Effisiensi* kerja berikut dengan persamaan 2.22.

$$E = \frac{W_E}{W_P} \times 100\%$$

$$W_E = 12,41 \text{ jam/2 shift}$$

$$W_P = 24 \text{ jam/2 shift}$$

$$E = \frac{12,41}{24} \times 100\%$$

$$E = 52 \%$$

Setelah optimalisasi sehingga *effisiensi* kerja *coal getting* PIT utara meningkatkan menjadi 52% dengan waktu produktif sebesar 12,41 jam/2 shift.

Tabel 4. 10 Waktu Hambatan PIT Selatan Setelah Perbaikan

Hambatan Kerja	Hari Kerja	Total Lost Time (Jam)	Setelah Perbaikan
Hambatan Yang Tidak Dapat Diprebaiki	-	-	-
P5m & P2h	31	30,4	30,4
<i>Safety Talk</i>	4	2	2
Hujan	-	108,97	108,97
<i>Sliperry</i>	31	115,84	115,84
<i>Maintanance</i>	31	4	8
Istirahat Makan	31	62	62
Pengisian Bahan Bakar	31	8	8
Hambatan Yang Dapat Diperbaiki	-	-	-
<i>Breakdown</i>	31	18,83	18,83
<i>No Inventory</i>	31	50,80	28,40
<i>Cleaning</i> Batubara	12	46,63	3,76
Keterlambatan Dan Lain-Lain	31	31,03	1,55
Total	-	482,5	387,75

Setelah upaya optimalisasi *coal getting* PIT Selatan berdasarkan waktu hambatan dan pengamatan lapangan sehingga perbaikan yang dilakukan pada 3 waktu hambatan yang dapat diperbaiki adalah:

- 1) Keterlambatan yaitu meminimalisir waktu pada tiap operator sebesar 3 menit untuk mamulai dan 3 menit sebelum pergantian *shift* sehingga total waktu hambatan sebesar 6 menit/1 *shift*.
- 2) *No Inventory* yaitu melakukan *ekspose* batubara dengan meningkatkan produksi *overburden*. Waktu dari *ekspose* sesuai jadwal sebesar 1,2 jam/1 *shift* setelah batubara terlihat untuk melakukan kegiatan ini.
- 3) *Cleaning* batubara yaitu meminimalisir waktu pembersihan material pengotor dari batubara menggunakan 2 *Excavator* sehingga waktu yang dibutuhkan sebesar 30 menit/kegiatan *cleaning*.

Dari hasil optimalisasi terhadap *unit crushing plant* sehingga didapat efisiensi kerja meliputi:

Diketahui waktu produktif berikut dengan persamaan 2.21.

$$W_e = W_p - (W_n + W_u)$$

$$W_n = 3,89 \text{ jam/1 shift}$$

$$W_u = 1,6 \text{ jam/1 shift}$$

$$W_p = 12 \text{ jam/1 shift}$$

$$W_e = 12 - (3,89 + 1,6)$$

$$= 6,51 \text{ jam/1 shift}$$

$$= 6,51 \times 2 \text{ shift}$$

$$= 13,02 \text{ jam/2 shift}$$

Diketahui *Effisiensi* kerja berikut dengan persamaan 2.22.

$$E = \frac{W_e}{W_p} \times 100\%$$

$$W_e = 13,02 \text{ jam/2 shift}$$

$$W_p = 24 \text{ jam/2 shift}$$

$$E = \frac{13,02}{24} \times 100\%$$

$$E = 55 \%$$

Setelah optimalisasi sehingga *effisiensi* kerja *coal getting* PIT utara meningkatkan menjadi 55% dengan waktu produktif sebesar 13,02 jam/2 shift.

C. *Productivity Coal Getting* PIT Utara dan PIT Selatan setelah optimalisasi yang dilakukan pada PIT Utara dan PIT Selatan sehingga *Effisiensi* kerja meningkat pada masing-masing PIT, dimana pada PIT Utara sebesar 37% menjadi 52% dan PIT Selatan 35% menjadi 55% sehingga dilakukan perhitungan *productivity coal getting*.

1) *Productivity Coal Getting* PIT Utara

Productivity Excavator Komatsu PC-400

Diketahui:

$$\text{Kapasitas bucket (Kb)} = 2,8 \text{ m}^3 \text{ (Lampiran C4)}$$

Cycle Time (CT) = 20,7 detik (Lampiran B1)

Fill Factor (Ff) = 0,9 (Tabel 2.3)

Swell Factor (SF) = 0,74 (Tabel 2.2)

Effisiensi Kerja (Eff) = 0,52

Density = 1,24 ton/m³

Maka didapatkan kapasitas produksi batubara dengan *Excavator* Komatsu PC400LC dengan menggunakan persamaan (2.15), yaitu:

$$Q = \frac{KB \times E \times FB \times SF \times 3600}{CT}$$

$$Q = \frac{2,8 \times 0,9 \times 0,74 \times 0,52 \times 1,24 \times 3600}{20,7}$$

$$Q = 209,12 \text{ ton/jam}$$

Produktivitas Dumptruck Hino FM260JD dan Scania P310

Diketahui:

Kapasitas *bucket* (Kb) = 2,8 m³ (Lampiran C6)

Cycle Time (Ct) = 1308,2 detik (Lampiran B3)

Fill Factor (Ff) = 0,9 (Tabel 2.3)

Swell Factor (SF) = 0,74 (Tabel 2.2)

Effisiensi Kerja (Eff) = 0,52

Density = 1,24 ton/m³

n (Banyak pengisian) = 11

Maka didapatkan kapasitas produksi batubara dengan *Dump Truck* Hino FM 260 JD dan Scania P310 dengan persamaan (2.14), yaitu:

$$Q = \frac{n \times KB \times E \times FB \times SF \times 3600}{CT}$$

$$Q = \frac{11 \times 2,8 \times 0,9 \times 0,74 \times 0,52 \times 1,24 \times 3600}{1308,2}$$

$$Q = 36,4 \text{ ton/jam}$$

2) *Produktivity Coal Getting PIT Selatan*

Produktivity Excavator Hitachi Zaxis 470Lc

Diketahui:

Kapasitas *bucket* (Kb) = 2,8 m³ (Lampiran C5)

Cycle Time (CT) = 21,1 detik (Lampiran B2)

Fill Factor (Ff) = 0,9 (Tabel 2.3)

Swell Factor (SF) = 0,74

Effisiensi Kerja (Eff) = 0,55

Densitas = 1,24 ton/m³

Maka didapatkan kapasitas produksi batubara dengan *Excavator* Komatsu PC400LC dengan menggunakan (persamaan 2.15), yaitu:

$$Q = \frac{KB \times E \times FB \times SF \times 3600}{CT}$$

$$Q = \frac{2,8 \times 0,9 \times 0,74 \times 0,55 \times 1,24 \times 3600}{21,1}$$

$$Q = 217 \text{ ton/jam}$$

Produktivity Dumptruck Quester CWE 370 dan CWE 280

Kapasitas *bucket* (Kb) = 2,8 m³ (Lampiran C7)

Cycle Time (Ct) = 1835,5 detik (Lampiran B4)

Fill Factor (Ff) = 0,9 (Tabel 2.3)

Swell Factor (SF) = 0,74 (Tabel 2.2)

$$\text{Efisiensi Kerja (Eff)} = 0,55$$

$$\text{Densitas} = 1,24 \text{ ton/m}^3$$

$$n \text{ (Banyak pengisian)} = 11$$

Maka didapatkan kapasitas produksi batubara dengan *Dump Truck* *Quester CWE370/CWE280* dengan (persamaan 2.14), yaitu :

$$Q = \frac{n \times KB \times E \times FB \times SF \times 3600}{CT}$$

$$Q = \frac{11 \times 2,8 \times 0,9 \times 0,74 \times 0,55 \times 1,24 \times 3600}{1835,5}$$

$$Q = 27,44 \text{ ton/jam}$$

Sehingga dari *produktivity* masing-masing alat, maka didapat *coal getting* dari PIT Utara dan PIT Selatan meliputi:

$$Q = (\text{produktivity DT} \times \text{waktu produktif} \times \text{jumlah unit}) + (\text{produktivity DT} \times \text{waktu produktif} \times \text{jumlah unit})$$

$$Q = (36,4 \text{ ton/jam} \times 12,41 \text{ jam/2shift} \times 6 \text{ DT}) + (27,44 \text{ ton/jam} \times 13,02 \text{ jam/2shift} \times 6 \text{ DT})$$

$$Q = 2.710,34 \text{ ton/2shift} + 2.144 \text{ ton/2shift}$$

$$Q = 4.854 \text{ ton/2shift atau per hari}$$

Dari upaya optimalisasi sehingga didapat *coal getting* dari PIT Utara dan PIT Selatan memenuhi kebutuhan produksi *unit crushing plant* 3.000 ton/hari. Target produksi dapat tercapai ketika produksi dari *overburden* dapat dilakukan dengan cepat dan tepat untuk kegiatan *coal getting* dilakukan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, maka didapatkan kesimpulan yang didapatkan oleh peneliti sebagai berikut:

1. Target produksi *unit crushing plant* pada bulan oktober tahun 2022 tidak tercapai yaitu sebesar 64.094,73 ton/bulan atau 2085,4 ton/hari. Sedangkan pada penambahan jam lembur 1-3 jam/hari dalam 22 hari sebesar 80.647 ton/bulan atau 2.602,4 ton/hari dari target produksi 93.000 ton/bulan atau 3.000 ton/hari.
2. Produksi *unit crushing plant* tidak tercapai karena faktor dari waktu hambatan yaitu keterlambatan saat memulai dan sebelum selesai beroperasi, *breakdown unit* dan *standby hopper empty* yang menyebabkan *effisiensi* kerja alat menjadi sangat buruk atau 46% dengan waktu produktif 5,7 jam/hari dari jam kerja tersedia 10 jam/hari. Oleh karena itu perlunya optimalisasi untuk meningkatkan waktu produktif dari jam kerja normal 12 jam/hari.
3. Setelah melakukan optimalisasi terhadap produksi *unit crushing plant* yang meliputi:
 - a) *Effisiensi* kerja *unit* sebesar 73% dan waktu produktif sebesar 8,7 jam/hari
 - b) Waktu hambatan dapat diminimalisir dengan melakukan *Quality Control*
 - c) *Effisiensi* kerja dari *unit coal getting* sebesar 52% dengan waktu produktif 6,23 jam/1shift pada PIT Utara dan 55% dengan waktu produktif 6,51 jam/1shift.
 - d) *Coal Getting* dapat memenuhi kebutuhan produksi *unit crushing plant* sebesar 4.854 ton/2shift.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian diatas sehingga peneliti memberikan beberapa saran kepada perusahaan yang meliputi:

1. Meningkatkan produksi *OverBurden* sehingga *coal getting* dapat memenuhi kebutuhan *unit crushing plant*.
2. Perusahaan perlu menambah 2 *unit dumptruck* pada masing-masing PIT agar mempercepat proses *coal getting* dan untuk menghindari waktu tunggu material dari *unit crushing plant*.
3. Perusahaan perlu meningkatkan pengawasan terhadap tiap bagian dari *unit crushing plant* agar terhindar dari kerusakan fatal seperti *belt* robek, batu pack tersangkut, motor penggerak terbakar atau korslet dan sering matinya mesin daya genset 250KVA serta meminimalisir terjadinya hambatan yang dapat dihindari.
4. Perusahaan perlu menerapkan tindakan disiplin terhadap operator untuk meminimalisir terjadinya hambatan yang dapat dihindari.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul khair, agus tirantoro, riswan, Wahyu nur hidayat, K.P (2016). Evaluasi pencapaian target produktivitas alat gali muat dan alat angkut pada aktivitas pemindahan overburden. Jurnal himasapta. Vol 4. No 1. April 17-24.
- Bayudi ramadani, syamsul komar, RR yunita bayu ningsih, K.P (2017). Evaluasi kinerja unit crushing plant pada tambang andesit untuk mencapai target produksi 8000 ton/bulan pada mei 2016. JP vol 1 no3
- Briyan ibnu husna, syahrudin, yoga herlambang. Analisis teknis produktivitas crushing plant shan bao batuan granodiorit untuk mencapai target produksi.
- Dahni, U. S. (2016). Evaluasi Kinerja Alat Crushing Plant Dan Alat Muat Dalam Rangka Peningkatan Target Produksi Batubara. HAMASAPTA, 74-78.
- Google. (2022). Spesifikasi Alat gali-muat excavator Doosan DX300, <https://asia.doosanequipment.com>. Diakses pada tanggal 3 november 2022.
- Google. (2022). Spesifikasi alat gali-muat excavator komatsu PC 400-8. <https://www.basicmechaniccourse.com>. Diakses pada tanggal 5 november 2022.
- Google. (2022). Spesifikasi Alat gali-muat excavator zaxis 470-8. <https://www.hitachicm.eu/ks-en189p-1.pdf>. Diakses pada tanggal 6 november 2022.
- Google. (2022). Spesifikasi alat angkut hino FM 260 JD dan Scania P310. <https://www.zigwheels.co.id> dan <https://www.focusontransport.co.za>. Diakses pada tanggal 10 novmber 2022.
- Google. (2022). Spesifikasi alat angkut Quester UD CWE370. <https://www.scribd.com/quester-cwe-280-6x4r-pdf>. Diakses pada tanggal 13 november 2022.
- Google. (2022). Spesifikasi alat angkut Quester UD CWE280. <https://www.scribd.com/quester-cwe-280-6x4r-pdf>. Diakses pada tanggal 13 november 2022.
- Google. (2022). Spesifikasi alat muat Wheel Loader SEM 660D. <https://www.roadwinmachinery.com>. Diakses pada tanggal 17 november 2022.

- Imam, agus trianto, riswan, deddy j.sitio (2017). Evaluasi crushing plant dan alat support untuk pengoptimalan hasil produksi. Jurnal himasapta, vol 2. No 2. Agustus 2017: 21-26.
- Ismail yudantara, linda pulungan, pramusanto, K.P. evaluasi kerja unit alat peremuk (crusher) batub andesit.
- Orfinada Sultan Danilo, W. N. (2019). EVALUASI PRODUKTIVITAS UNIT CRUSHING PLANT SERTA FAKTOR YANG BERPENGARUH PADA COAL PROCESSING PLANT. Teknologi Mineral FT UNMUL, 23-30.
- Partanto. 2000. Ensiklopedia Penambangan Edisi 3. Jakarta: Erlangga.
- Permana umang, S.T (2022). Evaluasi kinerja crushing plant KM69 untuk memenuhi target produksi pengolahan batubara.
- Putri Irma, T. K. (2020). Evaluasi Kinerja Crushing Plant Dan Excavator Untuk Pengoptimalan Hasil Produksi. Jurna Bina Tambang, 1357-1363.
- Rumes Yohannes hutahahean, marthina mini. Perancangan ulang tranfer chute 53/64 berdasarkan Analisa trayektori untuk menaikkan umur linear.
- Samosir, O. I., Trides, T., dan Dinna, F. 2019. Analisis Investasi dan Kelayakan Ekonomi pada Kegiatan Penambangan Batubara PT. Pinggan Wahana Pratama Job Site PT. Singlurus Pratama, Kecamatan Samboja, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. Jurnal Teknologi FT UNMUL. 7 (1) : 39-49
- Shovia nurzulla karalla, S.T (2020). Evaluasi kinerja unit peremuk batubara (crushing plant) dalam upaya pencapaian target produksi crushed coal di intermediate stockpile.
- Sumantri asef, S.T (2019). Analisis manajemen stockpile untuk mencegah terjadinya swabakar di stockpile. Jurnal Tambang vol 5 hal 78

Syahrani disya, S.T (2019). Evaluasi Kinerja Unit Crushing Plant (Tuban-1 Dan Tuban-2) Tambang Batugamping Mengacu Pada Target Produksi Pt Semen Indonesia (Persero) Tbk.

LAMPIRAN A

Lampiran A Coal Getting Alat Angkut dan unit crushing plant

A1. Tabel Jam kerja unit *crushing plant* pada bulan oktober tahun 2022

Hari	Kerja Produktif	Perbaikan	Standby	Total Jam Kerja	MA (%)	PA (%)	AU (%)	EU (%)
1	5,93	3,37	2,7	12	64	72	69	49
2	7,3	0	4,7	12	100	100	61	61
3	8,34	0,53	3,13	12	94	96	73	70
4	8,68	0	3,32	12	100	100	72	72
5	7,3	0,883	3,817	12	89	93	66	61
6	6,2	0,07	5,73	12	99	99	52	52
7	7,8	0,15	4,05	12	98	99	66	65
8	7,3	0	4,7	12	100	100	61	61
9	6,05	0,12	5,83	12	98	99	51	50
10	8,6	0,13	3,27	12	99	99	72	72
11	8,73	0,14	3,13	12	98	99	74	73
12	7,13	0	4,87	12	100	100	59	59
13	8,4	0,08	3,52	12	99	99	70	70
14	3,73	1	7,27	12	79	92	34	31
15	6,95	0	5,05	12	100	100	58	58
16	7,83	0	4,17	12	100	100	65	65
17	6,07	0,25	5,68	12	96	98	52	51
18	7,77	0,5	3,73	12	94	96	68	65
19	7,17	0	4,83	12	100	100	60	60
20	8,05	0	3,95	12	100	100	67	67
21	7,32	0	4,68	12	100	100	61	61
22	6,17	0	5,83	12	100	100	51	51
23	4,5	0	7,5	12	100	100	38	38
24	1,93	10,07	0	12	16	16	100	16
25	6,98	0	5,02	12	100	100	58	58
26	6,07	0	5,93	12	100	100	51	51
27	7,85	0	4,15	12	100	100	65	65
28	7,87	0	4,13	12	100	100	66	66
29	8,63	0	3,37	12	100	100	72	72
30	8,13	0	3,87	12	100	100	68	68
31	0	12	0	12	0	0	0	0
total	210,8	29,29	131,93	372	87,8	92,13	62,61	58,55

A2. *Coal getting* PIT utara pada bulan oktober tahun 2022

Hari	Jumlah Dump Truck	Jam Produktif 2 shift	Breakdown	Standby	Total Jam Kerja	Coal Getting (Ton)
1	6	4,6	6,23	13	24	860
2	6	0	0	24	24	0
3	6	5,30	10,52	8,18	24	960
4	6	0	6	18	24	0
5	6	0	12,4	11,6	24	0
6	6	0	7,8	16	24	0
7	6	0	3	21	24	0
8	6	0	3	21	24	0
9	6	4,2	6	18	24	560
10	6	12,2	4,23	7,57	24	1700
11	6	1,8	3,53	18,67	24	260
12	6	8,5	4,07	11,43	24	1320
13	6	10,2	4	9,62	24	1520
14	6	0	11	13	24	0
15	6	11,3	7,9	4,81	24	1920
16	6	11,5	7	5,13	24	2200
17	6	10,2	3,17	10,6	24	1900
18	6	13,9	10,1	0	24	2500
19	6	16,1	7	0,9	24	2700
20	6	7,7	13,67	2,63	24	1420
21	6	6,6	4,97	12,43	24	1260
22	6	5,8	6,78	11,42	24	1080
23	6	0	11,84	12,2	24	0
24	6	8,4	14,52	1,08	24	1620
25	6	0	10,89	13,11	24	0
26	6	0	8	16	24	0
27	6	10,5	5,66	7,84	24	1780
28	6	12,5	5,43	6,07	24	2100
29	6	7,4	6	11,06	24	1360
30	6	0	4	20	24	0
31	6	0	1,5	22,5	24	0
total	186	168,7	210,497	369,003	744	29020

A3. *Coal getting* PIT Selatan pada bulan oktober tahun 2022

Hari	Jumlah Dump Truck	Working Hours	Breakdown	Standby	Jam Kerja Tersedia	Coal Getting (Ton)
1	6	7,3	4,35	12,35	24	1320,82
2	6	6,28	6,43	11,29	24	1210,93
3	6	13,77	1,62	8,61	24	2608,56
4	6	2,16	0	21,84	24	457,69
5	6	6,15	0	17,85	24	919,15
6	6	6,24	3,87	13,89	24	885,45
7	6	6,13	1,98	15,89	24	868,01
8	6	6,29	3,17	14,54	24	735,08
9	6	9,5	0	14,50	24	1206,39
10	6	4,71	0,09	19,20	24	912,86
11	6	12,16	1,31	10,53	24	1786,66
12	6	8,29	2,89	12,82	24	1128,35
13	6	7,83	0	16,17	24	928,95
14	6	4,97	0,08	18,95	24	794,91
15	6	4,45	4,13	15,42	24	573,21
16	6	15,48	0	8,52	24	2285,47
17	6	3,25	2,4	18,35	24	255,76
18	6	9,86	0	14,14	24	1278,81
19	6	14,18	0,16	9,66	24	1385,17
20	6	4,41	0,17	19,42	24	609,43
21	6	10,15	1,93	11,92	24	1292,9
22	6	8,71	4,04	11,25	24	1081,68
23	6	0,68	2,93	20,39	24	294,31
24	6	8,02	4,31	11,67	24	1128,47
25	6	4,7	2,38	16,92	24	1102,13
26	6	11,81	2,57	9,62	24	1749,48
27	6	10,83	2,58	10,59	24	1344,51
28	6	19,23	1,52	3,25	24	2221,05
29	6	18,78	1,15	4,07	24	2251,4
30	6	4,65	1,55	17,8	24	692,62
31	6	10,53	8,26	5,21	24	1062,38
total	186	261,5	65,90	416,6	744	36372,6

A4. Jam kerja *coal getting* pit utara pada bulan oktober tahun 2022

Data Lapangan Jam Kerja *Coal Getting* Alat Angkut PIT Utara Pada Bulan Oktober 2022

kegiatan																				
tanggal kegiatan	Coal getting	no inventory	cleaning batubara	hujan shift 1	slippery shift 1	p5m,p2h	fog	istirahat	total shift 1	CG	no inventory/coal stock in progress	cleaning batubara	hujan shift 2	slippery shift 2	p5m,p2h	istirahat	fog	total shift 2	tidak sesuai jadwal/S TANDB Y	repair
1	4.6	3.7	1.18	1.02	0.0	0.5	0.0	1	12.00	0.00	2.047	0	5.6	2.9	0.5	1	0	12.00	0.0	0.00
2	0	9.55	0	0	0.95	0.5	0	1	12.00	0.00	8.5	0	1.3	0.7	0.5	1	0	12.00	0.0	0.00
3	5.3	5.2	0	0	0	0.5	0	1	12.00	0.00	5.27	0	5.23	0	0.5	1	0	12.00	0.0	0.00
4	0	0	0	5	3.8	0.5	0	1	10.30	0.00	0	0	11.17	0	0.5	1	0	12.67	0.5	0.50
5	0	8.2	0	0	2.3	0.5	0	1	12.00	0.00	1.4	0	5.08	1.72	0.5	1	0	9.70	0.8	1.50
6	0	4.83	0	4.5	1.17	0.5	0	1	12.00	0.00	0	0	8.25	0	0.8	1	0	10.00	0.0	2.00
7	0	0	0	4.33	1.37	0.5	0	1	7.20	0.00	0	0	8.23	0	0.8	1	0	10.00	0.0	6.80
8	0	0	0	3.87	2.17	0.5	0	1	7.54	0.00	0	1.67	0.5	0	0.7	1	0	3.91	0.8	11.76
9	4.2	0	1.95	0.83	0	0.5	0	1	8.48	0.00	0	0	10.08	0	0.9	1	0	11.93	0.9	2.65
10	12.2	0	0	0	4.3	0.5	0	1	18.00	0.00	0	2	2.15	0.17	0.5	1	0	5.82	0.0	0.18
11	1.8	4.67	0	0	0	0.5	0	1	7.97	0.00	11	0	2.33	1	0.5	1	0	15.96	0.0	0.07
12	8.5	0	0	0	0	0.5	0	1	10.00	0.00	0	0	0	0	0.7	1	0	1.73	1.5	10.77
13	10.2	0	0	0	0	0.5	0	1	11.70	0.00	0	1	8.3	0	0.5	1	0	10.80	0.5	1.00
14	0	0	0	0	3.12	0.5	0	1	4.62	0.00	11	0	0.85	0.73	0.5	1	0	14.08	0.0	5.30
15	11.3	0	0	0	0	0.5	0	1	12.80	0.00	0	0	1.7	2.17	0.5	1	0	5.37	0.8	5.00
16	11.5	0	0	0	0	0.5	0	1	13.00	0.00	0	1	2.6	0	0.5	1	0	5.10	0.9	5.00
17	10.2	0	0	2.58	0.85	0.5	0	1	15.13	0.00	0	0	0	0	0.5	1	0	1.50	0.9	6.50
18	13.9	0	0	0	1.77	0.5	0	1	17.17	0.00	0	1.8	0	0	0.5	1	0	3.28	0.9	2.70
19	16.1	0	0	0	0	0.5	0	1	17.60	0.00	0	0	3.4	0	0.5	1	0	4.90	0.5	1.00
20	7.7	0.883	0	0	0	0.5	0	1	10.08	0.00	11	0	0	0	0.5	1	0	12.50	0.4	1.00
21	6.6	0	0	0	0	0.5	0	1	8.10	0.00	11	1	0	0	0.5	1	0	13.68	0.8	1.42
22	5.8	0	0	3.58	1.07	0.5	0	1	11.95	0.00	0	0	0	0	0.5	1	2.75	4.25	1.0	6.85
23	0	0	0	5.25	2.98	0.5	0	1	9.73	0.00	0	0	0	0	0.5	1	0	1.50	0.0	12.77
24	8.4	0	0	0	0	0.5	0	1	9.90	0.00	0	0	6.55	2.25	0.5	1	0	10.30	0.8	3.00
25	0	0	0	0.7	1.58	0.5	0	1	3.78	0.00	0	0	9.2	1.32	0.5	1	0	12.02	0.7	7.50
26	0	0	0	5.5	1.68	0.5	0	1	8.68	0.00	0	0	0	0	0.5	1	0	1.50	0.9	12.90
27	10.5	0	0	1.93	0	0.5	0	1	13.93	0.00	0	0	0	3.07	0.5	1	0	4.57	0.9	4.60
28	12.5	0	0	0	0	0.5	0	1	14.00	0.00	6.3	0	0	0	0.5	1	0	7.83	0.7	1.50
29	7.4	0	0	0	0	0.5	0	1	8.90	0.00	11	0	0	0	0.5	1	0	12.50	0.9	1.70
30	0	7.57	0	3.57	0.98	0.5	0	1	13.62	0.00	0	0	5.88	2.98	0.5	1	0	10.36	0.0	0.02
31	0	10	0	0	0	0.5	0	1	11.50	0.00	10	0	0	0	0.5	1	0	11.50	0.5	0.50
jumlah	168.70	54.60	3.13	42.66	30.09	15.50	0.00	31.00	345.68	0.00	88.55	8.63	98.35	19.14	16.84	31.00	2.75	265.26	16.57	115.06
total hambatan	744																			

A5. Jam kerja *coal geting* pit selatan pada bulan oktober tahun 2022

Data Jam Kerja *Coal Getting* Alat Angkut PIT Selatan Pada Bulan Oktober 2022

kegiatan																		
tanggal kegiatan	Coal Getting	no inventory	cleaning batubara	hujan shift 1	slippery shift 1	p5m,p2h	istirahat	total shift 1	Coal Getting	no inventory/coal stock in progress	cleaning batubara	hujan shift 2	slippery shift 2	istirahat	p5m,p2h	total shift 2	tidak sesuai jadwal/ <i>STANDBY</i>	repair
1	7.15	0	0	1.10	0	0.5	1	9.75	0.15	0	0	4.4	2.8	1	1.6	9.90	3	1.35
2	6.28	0	0	0.00	4.02	0.5	1	11.80	0.00	0	0	1.58	2.853	1	0.3	5.77	0.2	6.23
3	9.22	0	0	0.00	0	0.5	1	10.72	4.55	0	0	5.78	0	1	0.3	11.66	0.90	0.72
4	2.16	0	0	4.03	4.71	0.10	1	12.00	0.00	0	0	9.9	1.01	1	0.1	12.00	0	0.00
5	5.03	0	0	0.00	5.47	0.5	1	12.00	1.12	0	0	6.2	3.23	1	0.5	12.00	0	0.00
6	4.9	0	0	0.00	5.60	0.5	1	12.00	1.34	0	0	2.61	2.81	1	0.4	8.13	0.25	3.62
7	3.05	0	0	2.30	3.66	0.5	1	10.51	3.08	0	0	6.16	0.85	1	0.4	11.51	0.617	1.37
8	0	0	0	4.87	4.1	0.5	1	10.47	6.29	0	1.67	0.90	0	1	0.5	10.36	0.35	2.82
9	9.5	0	0	0.45	0.1	0.5	1	11.55	0.00	0	0	6.77	4.26	1	0.42	12.45	0	0.00
10	4.71	0	0	0.00	9.13	0.5	1	15.34	0.00	0	2	2.33	2.66	1	0.6	8.57	0.08	0.00
11	7.31	1	2.617	0.00	0	0.5	1	12.43	4.85	0	0	2.28	1.63	1	0.5	10.26	0.55	0.76
12	6.9	0	2	0.00	0	0.5	1	10.40	1.39	7.74	0	0	0	1	0.6	10.71	2.033	0.85
13	5.25	2.167	1.29	0.00	0	0.83	1	10.54	2.58	0	1	6.88	1.5	1	0.5	13.46	0	0.00
14	2.81	0	7	0.00	4.15	0.5	1	15.46	2.16	0	0	2.30	2.5	1	0.5	8.46	0.08	0.00
15	4.45	3.24	2.64	0.00	0.00	0.67	1	12.00	0.00	0	0	2.09	4.287	1	0.5	7.88	0	4.13
16	7.46	0	2	0.00	1.12	0.42	1	12.00	8.02	0	1	0.74	0.76	1	0.48	12.00	0	0.00
17	3.25	0	0	1.83	3.10	0.42	1	9.60	0.00	6.33	0	2.51	1.38	1	0.8	12.00	0.25	2.15
18	2.75	0	6	0.00	1.52	0.42	1	11.69	7.11	2	1.783	0.00	0	1	0.4	12.31	0	0.00
19	6.66	0	3.75	0.00	0.00	0.42	1	11.83	7.52	0	0	0.7	2.48	1	0.3	12.01	0.16	0.00
20	4.41	4.417	1	0.00	0	1	1	11.83	0.00	12.3	0	0	0	1	0.7	12.00	0.17	0.01
21	2.91	2	5	0.00	0	0.42	1	11.33	7.24	1	1.00	0.00	0	1	0.5	10.74	1.93	0.00
22	1.2	0	0	3.43	4.9	0.42	1	10.95	7.51	0	0	0	0	1	0.5	9.01	4.04	0.00
23	0.68	0	0	2.60	4.37	0.42	1	9.07	0.00	10.57	0	0	0	1	0.4	12.00	2.93	0.00
24	5.88	0	0	0.00	0	0.42	1	7.30	2.14	0	0.00	6.5	2.25	1	0.5	12.39	4.3	0.00
25	4.43	0	0	0.00	3.16	0.42	1	9.01	0.27	0	0	7.86	2.98	1	0.5	12.61	1.38	1.00
26	2.5	0	2	1.53	3.01	0.5	1	10.54	9.31	0	0	0	0	1	0.6	10.89	0.6	1.97
27	4.38	0	2	0.58	1.36	1	1	10.32	6.45	0	0	0	3.15	1	0.5	11.10	1.83	0.75
28	9.14	0	0	0.00	0	0.5	1	10.64	10.09	0.0	0	0	0	1	0.8	11.84	0.23	1.29
29	9.23	0	0.883	0.00	0	0.683	1	11.80	9.55	0	0	0	0	1	0.5	11.05	0.40	0.75
30	3.35	0	0	2.20	2.78	0.5	1	9.83	1.30	0	0	5.56	4.26	1	0.5	12.62	0.55	1.00
31	6	0	0	0.00	1.96	0.5	1	9.46	4.53	0	0	0	0	1	0.8	6.28	4.17	4.09
jumlah total hambatan	152.95	12.82	38.18	24.92	68.22	16.03	31.00	344.13	108.55	37.94	8.45	84.05	47.62	31.00	16.37	333.98	31.03	34.87

744

A6. Jam kerja Unit Crushing Plant Pada Bulan Oktober Tahun 2022

tanggal kegiatan	kerja produktif	perbaikan	standby	p5m1h	istirahat	TOTAL JAM KERJA	MA (%)	PA (%)	AU (%)	EU (%)
1	3,93	5,37	0,9	0,8	1	12	42	41	81	33
2	5,30	2,81	2,3	0,6	1	12	65	63	70	44
3	6,34	1,53	2,6	0,6	1	12	81	74	71	53
4	6,68	0	3,4	0,9	1	12	100	84	66	56
5	5,30	0,9	4,0	0,8	1	12	86	78	57	44
6	4,20	0,07	6,1	0,7	1	12	98	86	41	35
7	5,80	0,15	4,1	1,0	1	12	97	83	59	48
8	5,30	0	4,8	0,9	1	12	100	84	52	44
9	4,05	1,95	4,0	1,0	1	12	68	67	50	34
10	6,60	0,13	3,4	0,9	1	12	98	83	66	55
11	6,73	0,14	3,2	1,0	1	12	98	83	68	56
12	5,00	4	1,2	0,8	1	12	56	51	81	42
13	6,40	2,75	1,0	0,9	1	12	70	62	86	53
14	2,50	6	1,8	0,7	1	12	29	36	58	21
15	4,95	2	3,3	0,8	1	12	71	68	60	41
16	5,83	0	4,2	0,9	1	12	100	84	58	49
17	4,07	3,25	2,8	0,9	1	12	56	57	59	34
18	5,77	0,5	3,7	1	1	12	92	79	61	48
19	5,17	0	4,8	1	1	12	100	83	52	43
20	8,05	0	2,0	1	1	12	100	83	81	67
21	7,32	0	2,7	1	1	12	100	83	73	61
22	6,17	0	3,8	1	1	12	100	83	62	51
23	4,50	3,89	1,6	1	1	12	54	51	74	38
24	0	7,93	2,1	0,98	1	12	0	17	0	0
25	6,98	0	3,0	1	1	12	100	83	70	58
26	6,07	0	3,9	1	1	12	100	83	61	51
27	7,85	0	2,2	1	1	12	100	83	79	65
28	7,87	0	2,2	0,9	1	12	100	84	78	66
29	7,63	0,85	1,6	0,95	1	12	90	77	83	64
30	8,13	0	2,0	0,9	1	12	100	84	80	68
31	0	11	0	0	1	12	0	0	0	0
total	170,5	55,20	88,76	26,55	31	372	75,54	69,69	64,50	47,36

LAMPIRAN B

Lampiran B *Cycle Time Alat*

B1. Tabel Data *Cycle Time Alat Gali-Muat Komatsu PC 400-8* Pit Utara

No	Gali (detik)	Swing Isi (detik)	Menumpah (detik)	Swing Kosong (detik)	Delay (detik)	Waktu Edar (detik)
1	7.83	2.36	2.22	3.37	0	15.78
2	4.04	4.48	4.05	4.67	0	17.24
3	6.42	4.49	2.79	2.29	0	15.99
4	8.8	3.86	3.96	4.53	0	21.15
5	6.35	4.5	8.47	10.85	0	30.17
6	7.65	5.28	2.62	3.55	0	19.1
7	7.12	5.01	4.09	3.73	0	19.95
8	7.68	4.66	11.39	3.37	0	27.1
9	6.49	6.19	2.8	2.4	0	17.88
10	6.87	4.09	3.94	9.24	0	24.14
11	12.9	4.62	3.11	2.88	0	23.51
12	6.85	5.05	5.44	1.55	0	18.89
13	3.91	5.29	3.69	2.37	0	15.26
14	5.67	5.06	3.75	4.42	0	18.9
15	5.97	3.88	4.42	3.25	0	17.52
16	8.55	4.77	5.64	4.01	0	22.97
17	5.8	3.58	1.99	2.08	0	13.45
18	6.28	3.78	3.51	3.33	0	16.9
19	4.48	6.95	5.15	2.27	0	18.85
20	8.62	5.3	14.13	2.63	0	30.68
21	5.87	3.8	2.5	2.1	0	14.27
22	8.15	5.31	12.96	3.63	0	30.05
23	9	3.71	3.39	1.86	0	17.96
24	7.51	3.44	2.98	1.85	0	15.78
25	8.84	3.46	3.28	3.77	0	19.35
26	9.07	2.63	5.89	2.07	0	19.66
27	7.98	3.68	5.92	3.84	0	21.42
28	9.36	7.36	5.29	10.64	0	32.65
29	6.85	5.9	4.69	6.14	0	23.58
30	5.12	6.08	6.66	1.12	0	18.98
31	7.14	4.14	3.38	3.74	0	18.4

32	8.16	5.37	7.23	1.42	0	22.18
33	5.49	3.76	3.88	5.77	0	18.9
34	7.83	5.27	1.28	2.91	0	17.29
35	6.6	3.18	6.39	5.17	0	21.34
36	5.43	4.31	10.38	9.79	0	29.91
37	13.08	2.42	1.76	2.94	0	20.2
38	8.7	4.31	5.05	5.41	0	23.47
39	4.32	4.21	4.74	3.42	0	16.69
40	4.84	4.71	5.85	3.28	0	18.68
41	7.44	3.73	9.29	6.73	0	27.19
42	5.61	5.3	9.06	6.88	0	26.85
43	5.61	5.3	9.06	5.88	0	25.85
44	7.46	4.52	4.26	4.46	0	20.7
45	5.88	5.46	3.33	3.51	0	18.18
46	7.6	4.93	3.7	3.63	0	19.86
47	6.69	3.63	2.53	3.83	0	16.68
48	7.15	2.05	3.4	4.47	0	17.07
49	5.29	3.55	3.5	4.51	0	16.85
50	6.01	2.76	4.76	4.23	0	17.76
total	352.36	221.48	253.55	205.79	0	20.6636

B2. Tabel Data *Cycle Time* Alat Gali-Muat Hitachi Zaxis 470-8 Pit Selatan

No	Loading (detik)	Swing Isi (detik)	Menumpah (detik)	Swing Kosong (detik)	delay (detik)	Waktu Edar (detik)
1	3.19	3.64	6.2	4.32	0	17.4
2	3.12	3.88	4.7	7.56	5.13	24.4
3	5.48	3.14	6.19	3.55	4.09	22.5
4	3.36	4.17	6.09	3.96	0	17.6
5	5.14	5.62	4.9	5.3	15.011	36.0
6	6.29	5.82	5.93	3.1	3.25	24.4
7	4.11	4.84	7.58	4.18	5.88	26.6
8	3.87	3.6	4.72	4.82	0	17.0
9	3.25	5.29	4.35	4.59	0	17.5
10	7.18	4.09	6.12	5.23	9.41	32.0
11	4.86	6.63	4.49	6.37	0	22.4
12	4.38	4.64	4.49	3.59	0	17.1
13	4.14	4.99	4.28	3.29	0	16.7
14	3.64	4.25	4.06	3.84	0	15.8

15	3.62	5.98	4.05	3.66	0	17.3
16	3.95	5.42	6.49	5.36	0	21.2
17	6.19	5.39	3.32	4.8	0	19.7
18	5.69	5.42	4.86	4.96	0	20.9
19	4.57	5.1	4.95	4.62	0	19.2
20	6.61	6.05	4.82	3.74	0	21.2
21	6.84	5.95	3.67	3.99	0	20.5
22	5.74	5.41	7.19	5.67	8.43	32.4
23	6.83	4.89	3.45	4.88	0	20.1
24	4.72	6.14	4.93	5.58	0	21.4
25	3.9	5.64	6.18	3.19	0	18.9
26	4.89	5.21	5.05	6.03	0	21.2
27	6.07	4.92	4.4	3.87	0	19.3
28	4.02	6.12	4.81	4.25	0	19.2
29	3.83	7.14	5.92	3.21	0	20.1
30	4.35	6.14	4.01	3.68	0	18.2
31	3.06	4.85	5.26	4.19	0	17.4
32	3.28	4.72	4.04	4.05	0	16.1
33	4.97	4.89	5.1	4.95	0	19.9
34	3.91	4.95	4.17	4.08	0	17.1
35	4.4	6.37	5.37	5.19	6.37	27.7
36	5.32	3.59	4.14	5.39	0	18.4
37	3.75	4.05	3.22	5.59	0	16.6
38	3.52	3.97	3.29	5.16	0	15.9
39	4.7	5.16	4.76	5.25	0	19.9
40	4.64	6.4	6.05	4.86	0	22.0
41	3.45	3.91	5.06	7.71	0	20.1
42	3.98	5.23	5.09	6.46	0	20.8
43	3.65	3.93	5.6	4.84	0	18.0
44	5.99	5.44	4.89	5.34	0	21.7
45	4.35	5.05	6.22	5.33	24.09	45.0
46	6.04	5.52	5.47	4.82	0	21.9
47	6.06	3.72	5.36	3.45	0	18.6
48	6.26	4.56	3.11	4.69	0	18.6
49	6.7	5.96	4.44	4.12	0	21.2
50	5.19	6.3	3.98	4.56	0	20.0
total	237.05	254.09	246.82	235.22	81.661	21.1

B3. Tabel Data *Cycle Time* Alat Angkut *Hino FM 260 JD* dan *Scania P310* pada *coal getting* Pit Utara

No	Loading (detik)	Travel isi (detik)	Timbang isi (detik)	Manuver Dumping (detik)	Dumping (detik)	Travel Kosong (detik)	Timbang Kosong (detik)	Manuver Loading (detik)	Waktu Delay (detik)	Waktu Edar (detik)	Menit
1	222.78	536.48	17.18	46.22	38.94	607.5	27.39	31.87	0	1528.36	25.47
2	219.33	434.42	24	104.7	66.04	366.32	24.35	95.07	0	1334.23	22.24
3	283.6	484.71	35.42	47.12	26.89	444.93	22.89	82.79	0	1428.35	23.81
4	296.81	456.92	17.53	27.99	43.65	428.65	21.77	116.08	180.11	1409.4	23.49
5	219.33	424.42	25.07	60.04	43.59	427.38	23.88	82.37	0	1306.08	21.77
6	210.63	533.5	30.11	32.42	18.13	386.33	21.93	71.53	51.61	1304.58	21.74
7	173.1	535.15	29.69	44.02	22.1	496.61	20.41	118.81	0	1439.89	24.00
8	214.05	540.31	33.06	38.33	26.34	420.42	32.38	225.04	0	1529.93	25.50
9	274.7	665.12	38.19	44.48	73.13	432.44	22.91	133.35	0	1684.32	28.07
10	265.7	602.02	40.68	71.34	138.44	338.88	25.88	80.08	229.63	1563.02	26.05
11	180	569.95	21.77	31.75	29.05	347.63	15.63	103.51	139.24	1299.29	21.65
12	169.53	501.89	33.36	22.15	24.92	509.72	35.1	42.06	0	1338.73	22.31
13	199.21	465.85	30.57	35.93	36.74	575.6	38.63	44,82	130	1382.53	23.04
14	209.72	708.29	45.2	31.01	36.28	399.78	25.46	27.45	0	1483.19	24.72
15	177.57	323.62	35.67	26.78	31.66	472.52	34.77	12.63	0	1115.22	18.59
16	215.11	320.63	19.2	38.77	33.71	436.16	18.81	59.61	0	1142	19.03
17	224.2	399.17	39.23	40.24	43.36	453.02	23.73	59.69	80.69	1282.64	21.38
18	172.57	433.9	33.99	66.48	46.56	644.14	15.92	50.09	0	1463.65	24.39
19	224.59	461.32	46.43	55.09	46.43	414.33	13.64	35.54	237.6	1297.37	21.62

20	234.77	502.97	32.44	98.41	56.68	393.66	45.97	39.73	0	1404.63	23.41
21	284.07	553.86	46.09	90.96	47.01	558.76	21.56	43.2	0	1645.51	27.43
22	224.58	487.48	50.07	64.87	35.61	430.53	17.92	69.16	0	1380.22	23.00
23	212.52	402.58	58.04	76.2	47.12	413.04	15.88	49.25	0	1274.63	21.24
24	168.122	315.44	32.45	93.28	26.21	485.27	18.5	55.64	0	1194.91	19.92
25	201.66	452.74	43.37	80.81	42.99	338.62	27.54	56.6	65.02	1244.33	20.74
26	184.11	446.62	24.21	65.02	40.2	310.87	32.55	76.21	0	1179.79	19.66
27	202.45	486.97	43.01	33.31	54.17	390.09	17.38	57.84	0	1285.22	21.42
28	200.04	468.78	30.94	111.99	33.31	368.46	20.91	93.01	0	1327.44	22.12
29	213.49	535.79	45.7	42.99	44.91	449.41	31.17	92.03	0	1455.49	24.26
30	213.09	416.15	40.9	77.89	28.4	324.5	23.45	89.01	65.41	1213.39	20.22
31	202	356.01	50.21	67.09	42.17	390.01	44.23	77.84	0	1229.56	20.49
32	191	404.5	38.9	56.98	20.53	242.12	17.98	40.09	0	1012.1	16.87
33	203.44	452.09	35.2	50.09	23.53	134.28	23.98	35.57	0	958.18	15.97
34	192	323.01	16.11	54	24.86	257.73	23	44	0	934.71	15.58
35	193.09	371.02	17.09	55.07	23.3	426.01	15.23	54.17	0	1154.98	19.25
36	214.01	373.01	13.9	50.08	22.74	257.34	16.9	76.09	0	1024.07	17.07
37	193.99	344.09	16.09	49.98	30.6	432.75	18.1	87.11	0	1172.71	19.55
38	213	413.99	19.09	50.09	22.67	504.97	20.11	77.01	0	1320.93	22.02
39	214.09	465.09	23.55	57.19	17.65	227.19	25.99	66.9	0	1097.65	18.29
40	224.01	393.01	28.09	60	44.03	556.61	29.01	79.33	0	1414.09	23.57
41	213.09	431.98	45.77	77.18	57.09	493.99	45.01	67.14	0	1431.25	23.85
42	193.09	394.05	34.09	87.01	37.88	360.44	23.01	80.07	0	1210	20.16
43	203.04	350.1	38	54.07	28.04	449.99	34.01	67.09	66.8	1224.34	20.41

44	224.08	432.01	47.09	53.33	56.8	479.01	23.1	56.99	0	1372.41	22.87
45	213.01	443.01	28.01	49.99	49.81	344	27.01	40.98	78.09	1195.82	19.93
46	192.09	433.01	27	44.59	60.01	463.4	29.04	59.11	100.01	1308.25	21.80
47	192.09	511.01	17.99	49.48	57.18	491.12	27.71	49.99	77.99	1396.57	23.28
48	214.99	453.4	19.99	40.91	59.98	493.09	29.09	47.01	0	1358.46	22.64
49	227	492.12	23.22	47.02	67	443	27.11	67.09	0	1393.56	23.23
50	203.98	372.12	28.9	58.9	42.15	454.99	27.11	75	109.82	1263.15	21.05
total	10608.5	22675.68	1611.86	2813.64	2070.59	20967.61	1265.04	3397.83	1612	65410.8	1090.18
rata-rata	212.17	453.5136	32.2372	56.2728	41.4118	419.3523	25.3008	69.3434694	32.24	1308.22	21.8036

B4. Tabel Data *Cycle Time* Alat Angkut *HD Quester CWE 370* dan *CWE 280* pada *coal getting* Pit Selatan

No	Loading (detik)	Travel isi (detik)	Timbang isi (detik)	Manuver Dumping (detik)	Dumping (detik)	Travel Kosong (detik)	Timbang Kosong (detik)	Manuver Loading (detik)	Waktu Delay	Waktu Edar (detik)	Menit
1	130.61	817.42	32.92	64.02	38.68	633.09	20.54	69.92	0	1807.2	30
2	174	814.89	38.6	51.36	36.58	612.22	21.19	68.83	0	1817.67	30
3	175.85	824.57	27.13	47.06	32.66	613.98	20.05	68.3	0	1809.6	30
4	170.75	877.23	25.06	19.98	41.99	621.88	23.2	60.91	0	1841	31
5	184.66	802.24	30.04	31.68	36.45	612.9	24.33	82.22	0	1804.52	30
6	173.24	835	33.24	60.91	47.01	621.19	18.27	87.21	0	1876.07	31
7	173.24	845.99	17.52	62.77	38.48	633.14	23.14	79.05	0	1873.33	31
8	165.14	873.4	24.51	43.67	48.52	622.98	20.04	88.1	0	1886.36	31

9	177.85	801.9	30.03	49.29	38.42	632.99	21.63	67.99	0	1820.1	30
10	167.01	863.17	19.89	54.11	47.53	622.76	19.61	79.21	0	1873.29	31
11	171.03	873.1	33.08	18.31	37.85	633.98	17.43	69.45	0	1854.23	31
12	175.6	823.9	26.88	60.21	43.09	612	18.78	75.8	0	1836.26	31
13	166.21	851.03	21.1	42.35	47.36	631	25.59	86.9	0	1871.54	31
14	171.01	884	23.18	46.23	29.97	577	24.11	93.1	0	1848.6	31
15	172.09	840.8	27.91	34.47	60.69	612.99	26.71	46.9	0	1822.56	30
16	192.09	860.55	28	48.32	67.3	642.17	24.19	76.32	0	1938.94	32
17	189.89	811	27.3	30.71	45.32	614.97	25.09	80.1	0	1824.38	30
18	184.01	808	23.11	35.89	50.01	623.19	22.14	99.1	0	1845.45	31
19	189	861.5	32.09	45.53	41.77	614.21	24.19	50.9	0	1859.19	31
20	184.08	793.19	20.76	49.29	57.34	645.98	21.09	88.42	0	1860.15	31
21	173.19	870	27.91	44.11	30.98	653.79	22.89	69.9	0	1892.77	32
22	193.09	857.9	32.09	25.89	41.25	601.98	22.11	90.7	0	1865.01	31
23	183.41	883	27.91	19.79	48.31	613.19	20.39	70.3	0	1866.3	31
24	194.05	800.77	39.24	45.53	29.97	651.74	29.14	88.09	0	1878.53	31
25	180.19	859.68	32.09	35.89	30.49	631.09	23.1	72.7	0	1865.23	31
26	189.1	812.03	20.76	35.89	45	613.99	22.09	81.09	0	1819.95	30
27	191.38	883.12	29.97	36.33	39.72	623.89	21.11	88.3	0	1913.82	32
28	199.1	853.78	38.9	45.53	49.23	610.09	20.13	80.2	0	1896.96	32
29	191.14	800.98	36.89	30.71	33.17	651.89	20.01	60.9	0	1825.69	30
30	192	853.17	32.09	34.47	71.69	642.9	25.1	59.89	0	1911.31	32
31	173.19	819.83	32.09	45.53	59.31	619.21	25.19	70.11	0	1844.46	31
32	191.89	860.17	37.91	34.47	48.31	633.17	24.89	49.89	0	1880.7	31

33	181.23	789.23	23.11	45.53	69.99	692.98	19.2	80.01	0	1901.28	32
34	193.01	755.13	27.91	44.11	50.77	614.76	34.11	59.89	0	1779.69	30
35	173.09	813.01	22.09	44.11	50.01	674.17	29.11	80.11	0	1885.7	31
36	183.19	739.9	46.89	24.47	49.23	632.21	17.9	99.89	0	1793.68	30
37	163.89	789.3	32.09	49.29	69.99	611.19	29.8	90.11	0	1046.36	17
38	171.29	843.17	30.03	55.53	69.99	612.76	37.11	89.89	0	1909.77	32
39	169	812.3	40.03	44.47	49.23	663.12	31.1	70.2	0	1879.45	31
40	163.29	799.02	39.97	35.89	40.69	601.98	28.19	79.89	0	1788.92	30
41	185.79	801.23	31.1	30.71	30.01	636.1	23.93	90.11	0	1828.98	30
42	174.89	764.3	48.9	35.53	30.01	652.90	20.97	89.89	0	1817.39	30
43	187.17	790.34	41.1	35.53	70.77	601.91	19.25	70.9	0	1816.97	30
44	177.89	820.91	28.9	35.53	69.99	654.24	40.09	59.89	0	1887.44	31
45	185.72	789.94	51.1	44.11	59.31	632.98	37.8	70.11	0	1871.07	31
46	194.2	765.25	42.9	44.47	51.69	641.98	19.93	79.89	0	1840.31	31
47	179.42	782.9	38.1	35.53	50.77	621	33.2	90.11	0	1831.03	31
48	183.19	769.33	50.9	35.53	30.01	634.98	45.25	69.89	0	1819.08	30
49	177.89	800.91	43.1	44.47	50.77	673.99	19.98	69.05	0	1880.16	31
50	164.19	769.03	35.9	44.47	30.01	652.98	34.4	49.89	0	1780.87	30
total	8947.43	40323.21	1604.32	2059.58	2337.69	31487.78	1238.79	3790.52	0	91789.3	1529.82
rata-rata	178.949	822.92265	32.0864	41.1916	46.7538	629.7556	24.7758	75.8104	0	1835.79	30.5964

B5. Tabel Data *Cycle Time Alat Muat Wheel Loader SEM 660D Support CPP*

No	Loading (detik)	Manuver isi (detik)	Travel isi (detik)	Menumpa h (detik)	Manuver Kosong (detik)	Travel Kosong (detik)	Waktu Edar (detik)
1	4.61	5.79	7.9	5.49	8.02	8.71	40.52
2	7.22	5.89	6.73	3.48	7	7.04	37.36
3	6.41	7.09	10.6	5.01	6.2	5.18	40.49
4	8.54	6.99	5.64	4.7	5.09	5.16	36.12
5	6.8	10.79	16.68	4.48	6.21	5.2	50.16
6	7.62	8.39	7.72	5.32	7.23	5.11	41.39
7	8.7	7.36	6.06	5.51	8.47	10.4	46.5
8	5.67	12.03	17.36	7.5	8.4	15.25	66.21
9	6.63	9.28	18.11	6.7	7.43	8.32	56.47
10	2.45	7.04	9.66	4.59	13.2	7.8	44.74
11	5.34	7.57	11.16	3.87	11.92	9.2	49.06
12	6.75	9.89	8.25	3.93	11.01	9.47	49.3
13	7.18	7.29	8.43	4.18	8.2	6.28	41.56
14	9.89	9.09	10.6	4.81	8.92	9.9	53.21
15	6.21	11.23	8.93	11.58	7.09	5.45	50.49
16	8.1	9.78	13.6	4.31	11.2	7.84	54.83
17	7.9	11.39	10.11	6.33	9.23	8.99	53.95
18	5.34	9.47	5.63	5.07	8.29	7.83	41.63
19	7.29	14.22	13.18	4.65	9.11	14.19	62.64
20	10.55	9.02	11.72	5.97	7.01	7.95	52.22
21	8.09	13.01	10.18	3.81	11.1	8.95	55.14

22	11.43	14.17	10.52	3.5	11.33	16.81	67.76
23	8.67	8.81	8.52	4.1	8	5.44	43.54
24	2.6	7.69	11.52	4	8.23	4.92	38.96
25	6.8	5.62	7.69	3.19	6.27	5.37	34.94
26	6.61	6.45	5.08	5.32	7	5.32	35.78
27	2.24	5.09	8.27	3.24	9	5.34	33.18
28	7.93	11.93	8.07	4.54	5.55	4.55	42.57
29	8.75	13.21	11.85	3.83	12.06	11	60.7
30	6.89	6.91	5.81	4.47	12.1	7.69	43.87
31	10.71	8.25	11.19	4.23	19.75	15.26	69.39
32	15.2	8.47	9.98	5.38	11.01	8.62	58.66
33	6.41	6.74	8.71	3.77	6	4.05	35.68
34	6.05	6.39	8.36	5.28	7.21	6.36	39.65
35	9.59	7.83	4.25	4	7.09	2.27	35.03
36	6.32	7.37	6.66	3.56	7.2	5.31	36.42
37	8.03	7.74	6.14	2.85	8.22	6.78	39.76
38	5.88	7.23	9.08	3.09	9.01	6.81	41.1
39	4.45	7.39	6.63	4.05	7.31	7.17	37
40	9.34	6.47	6.48	5.14	7.22	5.48	40.13
41	8.56	7.32	6.15	3.98	6.47	7.03	39.51
42	5	6.9	9.45	3.48	9.2	16.33	50.36
43	4.96	7.22	10.87	2.94	8.1	6.12	40.21
44	4.49	8.02	4.75	2.71	7.22	6.66	33.85
45	5.43	6.22	4.64	3.3	7.1	5.17	31.86

46	6.84	17.08	17.03	3.28	6.2	6.41	56.84
47	6.6	7.04	9.02	3.74	7.3	6.55	40.25
48	6.61	7.37	10.62	3.77	6.6	4.68	39.65
49	9.91	6.23	4.86	3.11	8.1	5.5	37.71
50	6.09	7.42	8.69	2.73	8.09	9.94	42.96
total	355.68	427.19	459.14	221.87	424.27	383.16	45.4262
rata-rata	7.1136	8.5438	9.1828	4.4374	8.4854	7.6632	45.4262

B6. Tabel Data *Cycle Time* Alat Gali-Muat *Excavator Doosan DX300 Support CPP*

No	Gali (detik)	Swing Isi (detik)	Menumpah (detik)	Swing Kosong (detik)	Waktu Edar (detik)
1	6.71	4.86	3.34	5.2	20.11
2	4.34	5.07	2.95	4.4	16.76
3	5.17	2.17	5.4	2.97	15.71
4	2.14	4.22	1.37	4.78	12.51
5	2.12	3.8	1.45	5.26	12.63
6	3.88	2.15	1.92	4.52	12.47
7	2	3.63	2.22	3.99	11.84
8	2.85	3.19	1.06	4.55	11.65
9	3.27	4.22	1.91	5.73	15.13
10	2.71	3.88	1.93	4.16	12.68
11	2.02	3.57	1.97	4.64	12.2
12	2.01	3.9	2.67	4.74	13.32
13	6.05	3.31	1.77	4.67	15.8
14	3.49	1.97	1.63	3.5	10.59
15	3.05	1.76	4.57	5.19	14.57
16	2.39	1.67	4.21	4.31	12.58
17	1.65	3.41	1.22	4.11	10.39
18	2.05	2.65	2.07	3.89	10.66
19	3.06	2.69	1.96	4.34	12.05
20	1.54	3.03	2.11	4.39	11.07
21	4.78	9.53	1.74	4.52	20.57
22	2.77	3.3	1.58	4.2	11.85
23	1.53	3.32	2.14	4.76	11.75
24	18.43	2.24	1.9	2.34	24.91
25	4.45	3.3	2.37	3.94	14.06
26	3.15	3.07	3.01	3.22	12.45
27	3.8	2.43	1.96	3.96	12.15
28	1.41	3.8	1.74	3.37	10.32
29	7.32	2.29	2.62	4.07	16.3
30	4.86	3.57	1.91	4.42	14.76
31	4.68	1.74	1.56	3.22	11.2
32	5.21	1.43	3.16	1.04	10.84
33	5.03	2.28	3.07	1.57	11.95
34	3.79	2.66	2.86	1.08	10.39

35	3.85	2.57	3.61	1.26	11.29
36	3.6	1.96	2.42	1.34	9.32
37	3.98	2.1	2.74	3.82	12.64
38	4.94	4.02	1.16	1.08	11.2
39	4.85	1.64	3.57	1.04	11.1
40	5.1	1.66	3.21	3.83	13.8
41	4.87	2.28	3.17	1.12	11.44
42	4.67	3.16	1.74	1.43	11
43	4.26	2.03	2.42	3.5	12.21
44	3.46	2.2	2.56	1.68	9.9
45	3.24	1.9	3.76	1.54	10.44
46	3.66	2.05	3.08	1.36	10.15
47	3.42	2.18	2.34	1.47	9.41
48	4.17	1.97	2.81	1.92	10.87
49	3.88	2.47	2.28	1.67	10.3
50	3.87	1.94	4.63	2.17	12.61
total	199.53	146.24	124.85	165.28	12.718

B7. Tabel Data MA, PA, UA dan EU pada bulan oktober tahun 2022

Coal Getting Pit Utara				Coal Getting Pit Selatan			
MA	PA	UA	EU	MA	PA	UA	EU
42.5	74.0	25.9	19.2	62.7	81.9	37.2	30.4
0.0	100.0	0.0	0.0	49.4	73.2	35.8	26.2
33.5	56.2	39.3	22.1	89.5	93.3	61.5	57.4
0.0	75.0	0.0	0.0	100	100	9.0	9.0
0.0	48.3	0.0	0.0	100	100	25.6	25.6
0.0	67.5	0.0	0.0	61.7	83.9	31.0	26.0
0.0	86.6	0.0	0.0	75.6	91.7	27.8	25.5
0.0	87.5	0.0	0.0	66.5	86.8	30.2	26.2
41.2	78.7	18.9	14.9	100	100	39.6	39.6
74.3	82.4	61.7	50.8	98.2	99.6	19.7	19.6
33.8	85.3	8.8	7.5	90.3	94.5	53.6	50.7
67.6	83.0	42.6	35.4	74.2	88.0	39.3	34.5
70.9	82.6	51.5	42.5	100.0	100.0	32.6	32.6

0.0	54.2	0.0	0.0	98.4	99.7	20.8	20.7
58.9	67.1	70.1	47.1	51.9	82.8	22.4	18.5
60.9	69.3	69.2	47.9	100.0	100.0	64.5	64.5
76.3	86.8	49.0	42.5	57.5	90.0	15.0	13.5
57.9	57.9	100.0	57.9	100.0	100.0	41.1	41.1
69.7	70.8	94.7	67.1	98.9	99.3	59.5	59.1
36.0	43.1	74.5	32.1	96.2	99.3	18.5	18.4
57.0	79.3	34.7	27.5	84.0	91.9	46.0	42.3
46.1	71.8	33.7	24.2	68.3	83.2	43.6	36.3
0.0	50.7	0.0	0.0	18.8	87.8	3.2	2.8
36.6	39.5	88.6	35.0	65.0	82.0	40.7	33.4
0.0	54.6	0.0	0.0	66.4	90.1	21.7	19.6
0.0	66.7	0.0	0.0	82.1	89.3	55.1	49.2
65.0	76.4	57.3	43.8	80.8	89.3	50.6	45.1
69.7	77.4	67.3	52.1	92.7	93.7	85.5	80.1
57.2	76.9	40.1	30.8	94.2	95.2	82.2	78.3
0.0	83.3	0.0	0.0	75.0	93.5	20.7	19.4
0.0	93.8	0.0	0.0	56.0	65.6	66.9	43.9
34.0	71.8	33.2	22.6	79.2	91.1	38.7	35.1

LAMPIRAN C

Lampiran C Spesifikasi Alat

C1. Data Spesifikasi *Unit Crushing Plant* (sumber : PT. Banyan Koalindo Lestari)

[illegible]

C2. Spesifikasi Alat Gali-Muat Excavator Doosan DX300

No	spesifikasi Excavator Doosan DX300Lca	
1	Merek Alat	Doosan DX300Lca
2	Tipe Alat	Doosan DEo8TIS
3	Tipe Mesin	DL08K
4	Daya Mesin	138HP
5	kapasitas Bucket	1,5 m3
6	Kapasitas Tangki BBM	410 Liter (solar)
7	Jumlah Alat	2 Unit

C3. Spesifikasi Alat Muat *Wheel Loader SEM 660D*

No	Spesifikasi Wheel Loader SEM 660D	
1	Merek Alat	SEM
2	Tipe Alat	660D
3	Tipe Mesin	C6.6
4	Daya Mesin	220HP
5	Kapasitas Bucket	5,5 m3
6	Kapasitas Tangki BBM	285 Liter (solar)
7	Jumlah Unit	1

C4. Spesifikasi Alat Gali-muat *Excavator Komatsu PC 400-8*

No	spesifikasi Excavator Komatsu PC400-LC	
1	Merek Alat	Komatsu PC400-LC
2	Tipe Mesin	SAA6D125E-5
3	Daya Mesin	345HP
4	kapasitas Bucket	3.2 m3
5	Kapasitas Tangki BBM	650 liter
6	Jumlah Alat	1 unit

C5. Spesifikasi Alat Gali-Muat *Excavator Zaxis 470-8*

No	spesifikasi Excavator Hitachi Zaxis 470LC	
1	Merek Alat	Hitachi Zaxis 470LC
2	Tipe Mesin	Isuzu AA-6WG1TQA
3	Daya Mesin	315HP
4	kapasitas Bucket	2,8 m3
5	Kapasitas Tangki BBM	705 Liter
6	Jumlah Alat	1 unit

C6. Spesifikasi *Coal Getting Alat Angkut* Pit Utara

No	Spesifikasi Dump Truck Coal Getting Pit Utara	
1	Merek Alat	Hino FM 260 JD & Scania P310
2	Tipe Mesin	J08E-UF & DC911
3	Daya Mesin	260HP & 310 HP
4	Kapasitas Tangki	200 Liter (solar)
5	Kapasitas Buket	23 m3 & 26 m3
6	Jumlah Unit	5 unit hino FM260JD dan 1 unit scania P310

C7. Spesifikasi *Coal Getting Alat Angkut* Pit Selatan

No	Spesifikasi Dump Truck Coal Getting Pit Selatan	
1	Merek Alat	Quester CWE370 & CWE280
2	Tipe Mesin	GH11E & GH8E
3	Daya Mesin	370HP & 280HP
4	Kapasitas Tangki	315 Liter (solar)
5	Kapasitas Buket	33 m3 & 22 m3
6	Jumlah Unit	4 unit Quester CWE370 dan 2 Unit CWE280

LAMPIRAN D

Lampiran D Dokumentasi Lapangan



Kegiatan loading batubara dari excavator ke dump truck PIT utara



Kegiatan loading batubara dari excavator ke dump truck PIT selatan



Penimbangan dari *coal getting* batubara sebelum ke ROM *Stockpile* pengolahan



Kegiatan *direct dumping* dari alat angkut *coal getting* PIT Utara di ROM *Stockpile*



Kegiatan *Direct dumping* dari alat angkut *coal getting* PIT selatan di area ROM Stockpile



Kegiatan *feeding* yang dilakukan oleh 2 unit excavator Doosan DX300



Kegiatan *feeding* dari excavator Doosan DX300 dan wheel loader SEM 660D



Pengambilan gambar kegiatan *feeding* dari area ROM Stockpile



Produk akhir dari *unit crushing plant* dengan ukuran -100 mm



Pengamatan dan pengambilan data dilapangan