

**KAJIAN TEKNIS VOLUME PENGUPASAN *OVERBURDEN*
BERDASARKAN PRODUKTIVITAS ALAT GALI-MUAT DAN
ANGKUT PIT ALC 11 PT. ALHASANIE JOB SITE
SANGA-SANGA PROVINSI KALIMANTAN TIMUR**



SKRIPSI

**PRAJA SAPUTRA BATARA
4519046062**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA
MAKASSAR
2023**

**KAJIAN TEKNIS VOLUME PENGUPASAN *OVERBURDEN*
BERDASARKAN PRODUKTIVITAS ALAT GALI-MUAT DAN
ANGKUT PIT ALC 11 PT. ALHASANIE JOB-SITE
SANGA-SANGA PROVINSI KALIMANTAN TIMUR**

SKRIPSI

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

BOSOWA

Disusun dan Diajukan Oleh

**PRAJA SAPUTRA BATARA
4519046062**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA
MAKASSAR
2023**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Judul Skripsi : Kajian Teknis Volume Pengupasan Overburden Berdasarkan
Produktivitas Alat Gali Muat Dan Angkut Pit Ale II PT,
Alhasanie Job Site Sanga-sanga Provinsi Kalimantan Timur.

Nama Penulis : Praja Saputra Batara

NIM : 45 19 046 062

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan pada Seminar Hasil

Makassar, 7 Juli 2023

Mengetahui

Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. Ir. A. Ilham Samanlangi, S.T., M.T
NIP : 0001017102



Moh. Khaidir Noor, S.T., M.T
NIDN : 0920108503

BOSOWA

Menyetujui,
Ketua Prodi Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Bosowa



Eani Tri Mahyuni, S.T., M.T
NIDN : 0912127306

PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

Judul : Kajian Teknis Volume Pengupasan Overburden Berdasarkan Produktivitas Alat Gali Muat Dan Angkut Pit Ale 11 PT. Alhasanie Job Site Sanga-sanga Provinsi Kalimantan Timur.

Nama : Praja Saputra Batara

Stambuk : 45 19 046 062

Disetujui Tanggal : 7 Juli 2023

TIM PENGUJI

Ketua	: Dr. Ir. A. Ilham Samanlangi, S.T., M.T	(..... <i>Ilham</i>)
Sekretaris	: Moh. Khaidir Noor, S.T., M.T	(..... <i>Khaidir</i>)
Penguji 1	: Amran, S.T., M.Ling	(..... <i>Amran</i>)
Penguji 2	: Enni Tri Mahyuni, S.T., M.T	(..... <i>Enni</i>)

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Bosowa

(Signature)
Dr. H. Nasrullah, S.T., M.T
NIDN : 0908077301

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Praja Saputra Batara

NIM : 45 19 046 062

Jurusan : Teknik Pertambangan

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

Makassar, 3 Juli 2023

Yang Menyatakan,



PRAJA SAPUTRA BATARA
4519046062

ABSTRAK

PRAJA SAPUTRA BATARA. Kajian Teknis Volume Pengupasan *Overburden* Berdasarkan Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Pit Alc 11 PT. Alhsanie Job Site Sanga-Sanga Di Kalimantan Timur. **(DR. Andi Ilham Samanlangi, S.T., MT dan Moh.Khaidir Noor, S.T., MT)**

PT. Alhasanie Job Site Sanga-Sanga adalah salah satu perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan batubara, menerapkan metode penambangan terbuka (*Open pit mining*) dengan memanfaatkan kombinasi alat gali muat dan alat angkut untuk memproduksi batubara. Sebelum memulai aktivitas penambangan, terlebih dahulu harus melakukan tahapan penambangan yang umumnya di lakukan pada tambang batubara, seperti pembersihan lahan, pengupasan tanah pucuk, dan pengupasan serta pengangkutan material penutup (*overburden*) didominasi oleh batuan yang relatif lunak berupa batuan *shale* dan *clay* sehingga mudah digali oleh *backhoe*.

Faktor penyebab tidak tercapainya pengupasan *overburden* di Pit Alc 11 adalah cuaca, waktu edar alat gali-muat dan alat angkut, jumlah curah *bucket* pada *vessel* alat angkut dan keserasian kerja alat gali-muat dan alat angkut.

Usaha yang dilakukan agar target pengupasan tercapai adalah Perbaikan waktu edar alat angkut dilakukan dengan cara menekan waktu pengangkutan sedangkan untuk alat gali-muat dilakukan dengan cara mengurangi *swing angle* 30° ,Perbaikan jumlah curah *bucket* ke *vessel* dilakukan berdasarkan *handbook articulated dump truck* memiliki kapasitas *vessel* 24 bcm dengan kapasitas *bucket excavator* 6,5 m³ jadi jumlah curah untuk performa maksimal adalah 5 curah, Peningkatan waktu kerja alat dengan cara mengurangi waktu hambatan kerja. , Untuk mencapai keserasian kerja (*match factor*) = 1 atau mendekati satu dilakukan pengoptimalan *cycle time* alat angkut dan penambahan jumlah *passing excavator* sehingga *match factor* mencapai 1,1.

Kata Kunci: Pengupasan, Tanah penutup, Produktivitas, Efisiensi kerja

ABSTRACT

PRAJA SAPUTRA BATARA. *Technical Study of Overburden Removal Volume Based on Productivity of Pit Alc 11 Loading Equipment and Hauling Equipment PT. Alhsanie Job Site Sanga-Sanga in East Kalimantan. (DR. Andi Ilham Samanlangi, S.T., MT dan Moh.Khaidir Noor, S.T., MT)*

PT. Alhasanie Job Site Sanga-Sanga is one of the companies engaged in coal mining, applying the open pit mining method by utilizing a combination of digging and hauling equipment to produce coal. Before starting mining activities, mining must first carry out the stages of mining which are generally carried out in coal mines, such as clearing land, stripping top soil, and stripping and transporting overburden material dominated by relatively soft rock in the form of shale and clay so that it is easy to dig. by backhoes.

Factors causing the failure to achieve overburden stripping at Pit Alc 11 were weather, cycle time of the digging and loading equipment, the number of bulk buckets on the transport equipment and the work compatibility of the digging and loading equipment and the hauling equipment.

Efforts are being made to achieve the stripping target. Improving the circulation time of the conveyance is carried out by reducing the hauling time, while for the digging-loading equipment it is carried out by reducing the swing angle by 30°. bcm with an excavator bucket capacity of 6.5 m³ so the amount of bulk for maximum performance is 5 bulk. Increased working time of the tool by reducing the time of work constraints. , To achieve work compatibility (match factor) = 1 or close to one, optimization of the cycle time of the conveyance is carried out and adding the number of passing excavators so that the match factor reaches 1.1.

Keywords: Stripping, Overburden, Productivity, Work efficiency

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur hanya bagi Tuhan Yang Maha Esa, oleh karena anugerah-Nya yang melimpah, kemurahan dan kasih setia yang besar sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi/Tugas Akhir dengan judul **“Kajian Teknis Volume Pengupasan *Overburden* Berdasarkan Produktivitas Alat Gali Muat dan Angkut Pit Alc 11 PT. Alhasanie Job Site Sanga-Sanga Provinsi Kalimantan Timur”**. Skripsi/Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar pada program sarjana Strata-1 di Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa Makassar.

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

1. **Dr. H. Nasrullah, S.T., M.T** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.
2. Ibu **Enni Tri Mahyuni, S.T., MT** selaku Ketua Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.
3. **Dr. A. Ilham Samanlangi, S.T.,MT** selaku pembimbing I, dimana telah meluangkan banyak waktu, tenaga, ide dan semangat yang telah diberikan untuk membimbing dan mengarahkan penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak **Moh Khaidir Noor., S.T.,MT** selaku pembimbing II, yang telah meluangkan waktu, tenaga dan memberikan motivasi dalam membimbing sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
5. Segenap Dosen Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
6. Kedua orang tua penulis, **Gidion Batara** dan **Serli Pitti** yang selalu memberikan kasih sayang, doa, nasehat, serta atas kesabarannya yang luar biasa dalam setiap langkah hidup penulis, yang merupakan anugrah terbesar dalam hidup. Penulis berharap dapat menjadi anak yang dapat dibanggakan.

7. Kepada kedua nenek penulis **Marta Bubun** dan **Elisabet Randu** yang telah memberikan doa dan dukungannya.
8. Ketiga adik penulis tercinta **Randy Paranduk, Nikita Gariella dan Alya Bella Azazya**, terima kasih atas doa dan segala dukungan.
9. Paman **Habel Manurun** yang telah membantu penulis selama melakukan penelitian.
10. Kepada teman-teman seperjuangan Teknik Pertambangan Angkatan 2019 yang telah memberikan dukungan dan motivasi.
11. Terutama kepada diri penulis sendiri yang telah berjuang dan bertahan melewati berbagai tantangan dan rintangan.

Menyadari akan segala kekurangan dan keterbatasan penulis sebagai manusia biasa, maka penulis dengan tangan terbuka menerima segala saran dan kritik yang membangun guna penyempurnaan tugas akhir ini.

Semoga. Skripsi/Tugas Akhir ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis, umumnya bagi rekan-rekan yang membacanya.

Makassar, 3 Juli 2023

PRAJA SAPUTRA BATARA

4519046062

DAFTAR ISI

SAMPUL

HALAMAN JUDUL

HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING

HALAMAN PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

ABSTRAKii

ABSTRACT iii

KATA PENGANTAR.....iv

DAFTAR ISIvi

DAFTAR TABELxi

DAFTAR GAMBAR.....xii

DAFTAR LAMPIRAN..... xiii

BAB I PENDAHULUAN.....1

A. Latar Belakang 1

B. Rumusan Masalah.....2

C. Tujuan Penelitian2

D. Batasan Masalah2

E. Manfaat Penelitian3

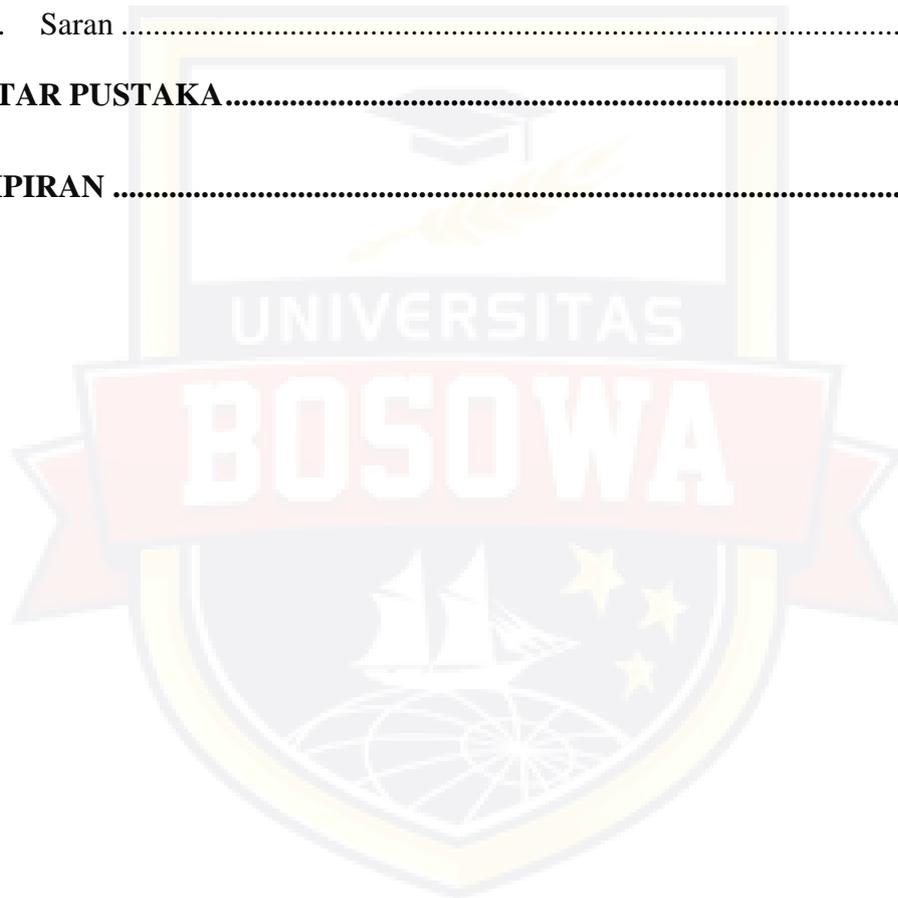
F. Penelitian Terdahulu3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Geologi Regional	6
1 Geomorfologi	6
2 Stratigrafi	7
3 Struktur Geologi.....	11
B. Geologi Lokal	12
C. <i>Overburden</i>	15
1. Kegiatan Pemindahan Tanah Penutup (<i>Overburden</i>)	16
1.1 Pembersihan Lahan (<i>Land Clearing</i>).....	16
1.2 Pemindahan <i>Top Soil</i>	16
1.3 Pengupasan Tanah Penutup (<i>Overburden/Interburden Removal</i>)	16
1.4 Pemuatan dan Pengangkutan Tanah Penutup (<i>Loading and Hauling Overburden</i>).....	17
2. Peralatan Mekanis Kegiatan Penambangan	17
2.1 <i>Excavator</i>	17
2.2 <i>Dump Truck</i>	18
3. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Alat	20
3.1 Kapasitas Alat	20
3.2 Kondisi dan Jarak Jalan Angkut	23
3.3 Efisiensi Kerja.....	23
3.4 Ketersediaan Alat Mekanis	24
3.5 Waktu Edar	24
3.6 Pola Pemuatan Material	25
3.7 Cuaca.....	27
4. Produktivitas Alat Gali-Muat dan Alat Angkut	27

4.1	Alat Gali-Muat	27
4.2	Alat Angkut.....	28
5.	<i>Match Factor</i>	28
BAB III METODE PENELITIAN		30
A.	Jenis Penelitian.....	30
B.	Lokasi Dan Waktu	30
C.	Alat Dan Bahan.....	31
D.	Teknik Pengumpulan Data.....	32
E.	Teknik Analisis Data.....	33
F.	Diagram Alir Penelitian	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		35
A.	Hasil Penelitian	35
1.	Jam Kerja Kegiatan Penambangan	35
2.	Waktu Edar (<i>Cycle Time</i>) Alat Gali-Muat dan Alat Angkut	35
3.	<i>Standby, Repair</i> dan <i>Working Hours</i>	36
4.	Kondisi Tempat Kerja.....	36
5.	Material	36
6.	<i>Lost Time</i>	37
B.	Pengolahan Data	37
1.	<i>Bucket Fill Factor</i>	37
2.	<i>Swell Factor</i>	38
3.	Ketersediaan Alat.....	38
4.	Efisiensi Kerja.....	40
5.	Produktivitas	41

6. Match Factor	42
C. Analisis Data.....	43
1. Jam Kerja	43
2. <i>Cycle Time Excavator</i>	43
3. Metode <i>Loading</i>	43
4. <i>Swing Angle</i>	43
5. <i>Cycle Time Articulated Dump Truck</i>	44
6. Perbaikan Jumlah Curah	45
7. Peningkatan Efisiensi Kerja.....	45
8. Evaluasi Peningkatan Produktivitas.....	46
9. Perbaikan <i>Match Factor</i>	47
D. Pembahasan.....	47
1. Produktivitas Aktual Alat Gali Muat dan Alat Angkut	47
2. Faktor yang Mempengaruhi Tidak Tercapainya Pengupasan <i>Overburden</i>	48
2.1 Cuaca.....	48
2.2 Waktu edar alat gali-muat dan alat angkut	48
2.3 Jumlah Curah <i>Bucket</i> pada <i>Vessel</i> Alat Angkut yang kurang Maksimal	48
2.4 Keserasian Kerja Alat Gali Muat dan Alat Angkut	49
3. Usaha yang Dilakukan Agar Target Pengupasan <i>Overburden</i> Tercapai	49
3.1 Perbaikan Waktu edar	49
3.2 Jumlah Curah <i>Bucket</i> pada <i>Vessel</i> Alat Angkut Setelah Perbaikan....	49
3.3 Peningkatan Efisiensi Kerja.....	49
3.4 Keserasian Kerja Alat Gali-Muat dan Alat Angkut Setelah Dilakukan	

Perbaikan.....	50
4. Produktivitas Setelah Perbaikan	50
5. Grafik Peningkatan Produktivitas	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	52
A. Kesimpulan	52
B. Saran	53
DAFTAR PUSTAKA.....	54
LAMPIRAN	57



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Pengisi Batuan Cekungan Kutai.....	15
2.2 Nilai Faktor Keserasian Kerja.....	29
4.1 Ketersediaan Alat Gali Muat Dan Alat Angkut	40
4.2 Produktivitas Aktual.....	48
4.3 Produktivitas Setelah Perbaikan.....	50

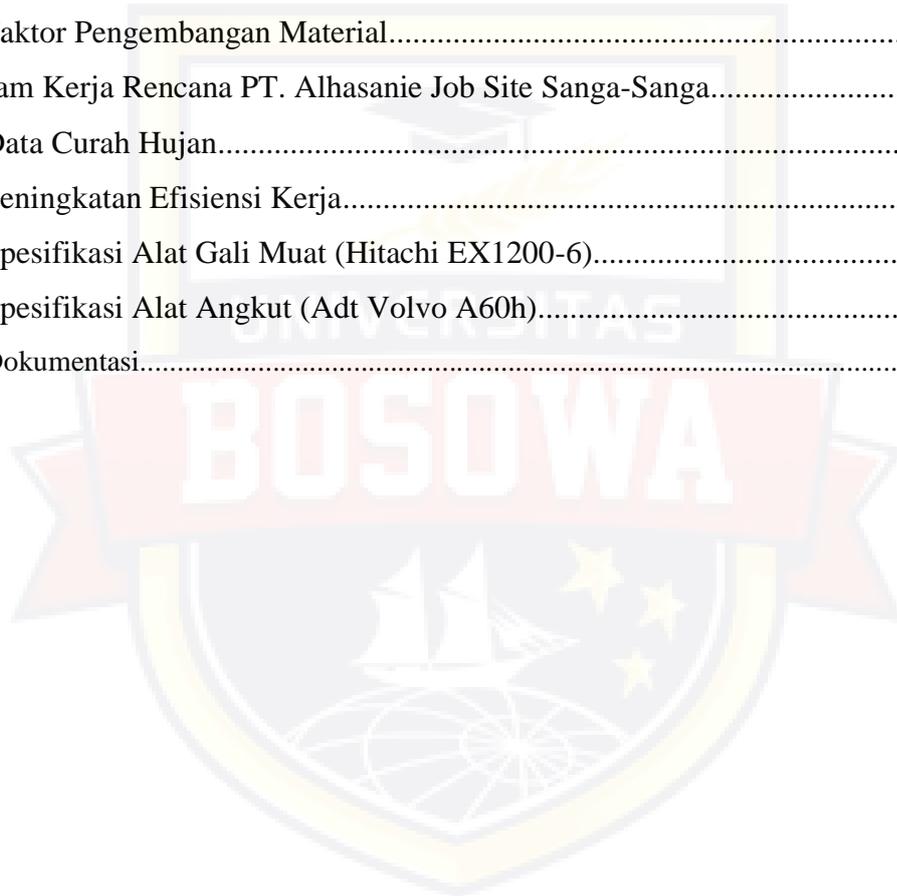


DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Sketsa Fisiografi Regional Cekungan Kutai (Allen dan Chambers, 1998)...	6
2.2 Kolom Stratigrafi Regional (Satyana, et.al., 1999).....	10
2.3 Struktur Geologi Cekungan Kutai (Sumber : Allen dan Chambers, 1998).	11
2.4 Hitachi EX1200-6 (PT. Alhasanie Job Site Sanga-Sanga)	18
2.5 ADT Volvo A60h (PT. Alhasanie Job Site Sanga-Sanga).....	19
2.6 Swell Factor (Dunia Atas, 2018).....	21
2.7 Fill Factor (Caterpillar 2019)	23
2.8 Top Loading dan Bottom Loading (Indonesianto 2013).....	26
2.9 Single Side dan Double Side Loading (Caterpillar 2015).....	27
3.1 Lokasi Penelitian (Pit Alc 11)	31
3.2 Bagan Alir (Flow Chart) Penelitian	34
4.1 Grafik Peningkatan Produktivitas Setelah Perbaikan	51

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Data Cycle Time Alat Gali Muat.....	58
2. Data Cycle Time Alat Angkut.....	59
3. Standby, Repair dan Working Hours Alat Gali-Muat dan Alat Angkut.....	60
4. Faktor Pengembangan Material.....	61
5. Jam Kerja Rencana PT. Alhasanie Job Site Sanga-Sanga.....	62
6. Data Curah Hujan.....	63
7. Peningkatan Efisiensi Kerja.....	64
8. Spesifikasi Alat Gali Muat (Hitachi EX1200-6).....	65
9. Spesifikasi Alat Angkut (Adt Volvo A60h).....	66
10. Dokumentasi.....	67



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pertambangan adalah sebagian atau seluruh tahapan kegiatan dalam rangka penelitian, pengelolaan, dan pengusahaan mineral atau batubara yang meliputi penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengolahan, pemurnian, pengangkutan dan penjualan, serta kegiatan paska tambang. Penambangan merupakan bagian kegiatan usaha pertambangan untuk memproduksi mineral dan/atau mineral ikutannya (Undang-Undang Mineral dan Batubara NO. 3 Tahun 2020).

PT. Alhasanie Job Site Sanga-Sanga menerapkan metode penambangan terbuka (*Open pit mining*) dengan memanfaatkan kombinasi alat gali muat dan alat angkut untuk memproduksi batubara. Sebelum memulai aktivitas penambangan, terlebih dahulu harus melakukan tahapan penambangan yang umumnya di lakukan pada tambang batubara, seperti pembersihan lahan, pengupasan tanah pucuk, dan pengupasan serta pengangkutan material penutup (*overburden*) didominasi oleh batuan yang relatif lunak berupa batuan *shale* dan *clay* sehingga mudah digali oleh *backhoe*. Kegiatan pengupasan *overburden* sangat membutuhkan alat mekanis dalam menunjang keberhasilan penambang batubara sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas. (Pramana, 2018)

Tidak tercapainya target pengupasan *overburden* dipengaruhi oleh produktivitas alat gali muat dan alat angkut itu sendiri. Ketidaktercapaian inilah yang akan dievaluasi dengan mencari faktor-faktor yang menyebabkan tidak terealisasinya target produktivitas yang telah direncanakan, sehingga akan di peroleh penyebab tidak tercapainya pengupasan *overburden* dan solusi yang tepat untuk mencapai target produktivitas alat yang telah direncanakan.

B. Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini meliputi :

1. Berapa produktivitas aktual alat gali muat (Hitachi EX1200-6) dan alat angkut (Adt Volvo A60h) di PT. Alhasanie Job Site Sanga-sanga ?
2. Faktor yang mempengaruhi volume pengupasan *overburden* di PT. Alhasanie Job Site Sanga-Sanga berkenaan dengan produktivitas alat gali muat (Hitachi EX1200-6) dan alat angkut (ADT Volvo A60h) ?
3. Usaha yang dapat dilakukan agar target volume pengupasan *overburden* dapat tercapai dan bagaimana hasilnya ?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui produktivitas aktual alat gali muat (Hitachi EX1200-6) dan alat angkut (Adt Volvo A60h).
2. Mengevaluasi faktor-faktor yang mempengaruhi volume pengupasan *overburden* di PT Alhasanie Job Site Sanga-Sanga berkenaan dengan produktivitas alat gali muat (Hitachi EX1200-6) dan alat angkut (Adt Volvo A60h).
3. Mengevaluasi usaha-usaha yang dapat dilakukan agar target volume pengupasan *overburden* di PT Alhasanie Job Site Sanga-Sanga tercapai.

D. Batasan Masalah

Batasan masalah yang difokuskan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di PT. Alhasanie Job Site Sanga-Sanga hanya difokuskan pada evaluasi volume pengupasan *overburden*.
2. Evaluasi yang dilakukan difokuskan mengenai faktor-faktor penyebab tidak tercapainya target pengupasan *overburden*.
3. Perhitungan volume pengupasan *overburden* dilakukan berdasarkan data aktual dan secara teoritis sebelum dan sesudah dilakukan usaha perbaikan produktivitas alat gali muat dan alat angkut.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Sebagai bahan informasi dan pertimbangan bagi perusahaan untuk mengetahui faktor-faktor penyebab tidak tercapainya target pengupasan sehingga faktor-faktor tersebut bisa diminimalisir dan target pengupasan volume *overburden* tercapai
2. Sebagai bahan untuk mahasiswa lebih memahami faktor-faktor hambatan apa saja yang ada dilapangan dalam mencapai target pengupasan dan mengevaluasi bagaimana untuk mencapai target pengupasan tersebut.

F. Penelitian Terdahulu

1	Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Agung Pramana (2018) dalam penelitiannya yang berjudul “ <i>Kajian Teknis Volume Pengupasan Overburden Berdasarkan Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Angkut PT. Baturona Adimulya Kabupaten Musi Banyuasin Provinsi Sumatra Selatan</i> ”. Jenis penelitian ini merupakan deskriptif, dengan menggunakan metode pendekatan kuantitatif.
2	Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Rizallulah D. (2020) dalam penelitiannya yang berjudul “ <i>Optimalisasi Produktivitas Excavator Dengan Metode Kapasitas Produksi Dan Teori Antrian Di Lokasi Penambangan Pasir PT. Trie Mukty Pertama Putra (Bungursari, Kota Tasikmalaya) (S.TT.0002)</i> ”. Jenis penelitian ini merupakan deskriptif, dengan menggunakan metode pendekatan kuantitatif.
3	Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Rizky Anisari (2012) dalam penelitiannya yang berjudul “ <i>Keserasian Alat Muat Dan Angkut Untuk Kecapaian Target Produksi Pengupasan Batuan Penutup Pada PT. Adaro Indonesia Kalimantan Selatan</i> ”. Jenis penelitian ini merupakan deskriptif, dengan menggunakan metode pendekatan kuantitatif.

4	<p>Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Irwan Edel Frudis S, Janiar Pitulima, Mardiah (2016) dalam penelitiannya yang berjudul “<i>Kajian Teknis Alat Gali-Muat dan Alat Angkut Pada Pencapaian Pengupasan Overburden 1.120.000 BCM di Pit Taman Tambang Air Laya Bulan September 2016 PT Bukit Asam (Persero) Tbk</i>”. Jenis penelitian ini merupakan deskriptif, dengan menggunakan metode pendekatan kuantitatif.</p>
5	<p>Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Dita Aprilia Istiqamah, Mulya Gusman (2020) dalam penelitiannya yang berjudul “<i>Kajian Teknis Optimalisasi Produksi Alat Gali Muat dan Alat Angkut Pada Kegiatan Pengupasan Overburden Berdasarkan Efisiensi Biaya Operasional Di Pit Barat PT. Allied Indo Coal Jaya Kota Sawahlunto</i>”. Jenis penelitian ini merupakan deskriptif, dengan menggunakan metode pendekatan kuantitatif.</p>
6	<p>Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Alloysius Vendhi Prasmoro (2014) dalam penelitiannya yang berjudul “<i>Optimasi Produksi Dump Truck Volvo FM 440 Dengan Metode Kapasitas Produksi Dan Teori Antrian Dilokasi Pertambangan Batubara 16</i>”. Jenis penelitian ini merupakan deskriptif, dengan menggunakan metode pendekatan kuantitatif.</p>
7	<p>Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Riki Rizki Ilahi, Eddy Ibrahim, Fuad Rusydi Swardi (2013) dalam penelitiannya yang berjudul “<i>Kajian Teknis Produktivitas Alat Gali Muat (Excavator) Hitachi ZX210-5 Dan Alat Angkut (Dump Truck) FN 527 ML Untuk Mencapai Target Produksi Penambangan Batu Granit Di PT. Hansindo Mineral Persada Kecamatan Sungai Pinyuh Kabupaten Mempawah Provinsi Kalimantan Barat 9</i>”. Jenis penelitian ini merupakan deskriptif, dengan menggunakan metode pendekatan kuantitatif.</p>
8	<p>Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Natanaldo Tamba (2021) dalam penelitiannya yang berjudul “<i>Kajian Teknis Optimalisasi Alat Gali Muat Untuk Pengupasan Lapisan Tanah Penutup Overburden</i>”. Jenis penelitian ini merupakan deskriptif, dengan menggunakan metode pendekatan kuantitatif.</p>

9	<p>Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Budhi Purwoko, Yoga Herlambang, Ichasannudin (2018) dalam penelitiannya yang berjudul <i>“Kajian Teknis Produktivitas Alat Gali Muat (Excavator) Hitachi ZX210-5 Dan Alat Angkut (Dump Truck) Mitsubishi FN-527 ML Untuk Mencapai Target Produksi Penambangan Batu Granit Di PT Hansindo Mineral Persada Kecamatan Sungai Pinyuh Kabupaten Mempawah Provinsi Kalimantan Barat”</i>. Jenis penelitian ini merupakan deskriptif, dengan menggunakan metode pendekatan kuantitatif.</p>
10	<p>Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Nurnilam Oemiati, Revisdah, Rahmawati (2020) dalam penelitiannya yang berjudul <i>“Analisis Produktivitas Alat gali Muat dan Alat Angkut Pada Pengupasan Tanah Penutup (Overburden)”</i>. Jenis penelitian ini merupakan deskriptif, dengan menggunakan metode pendekatan kuantitatif.</p>



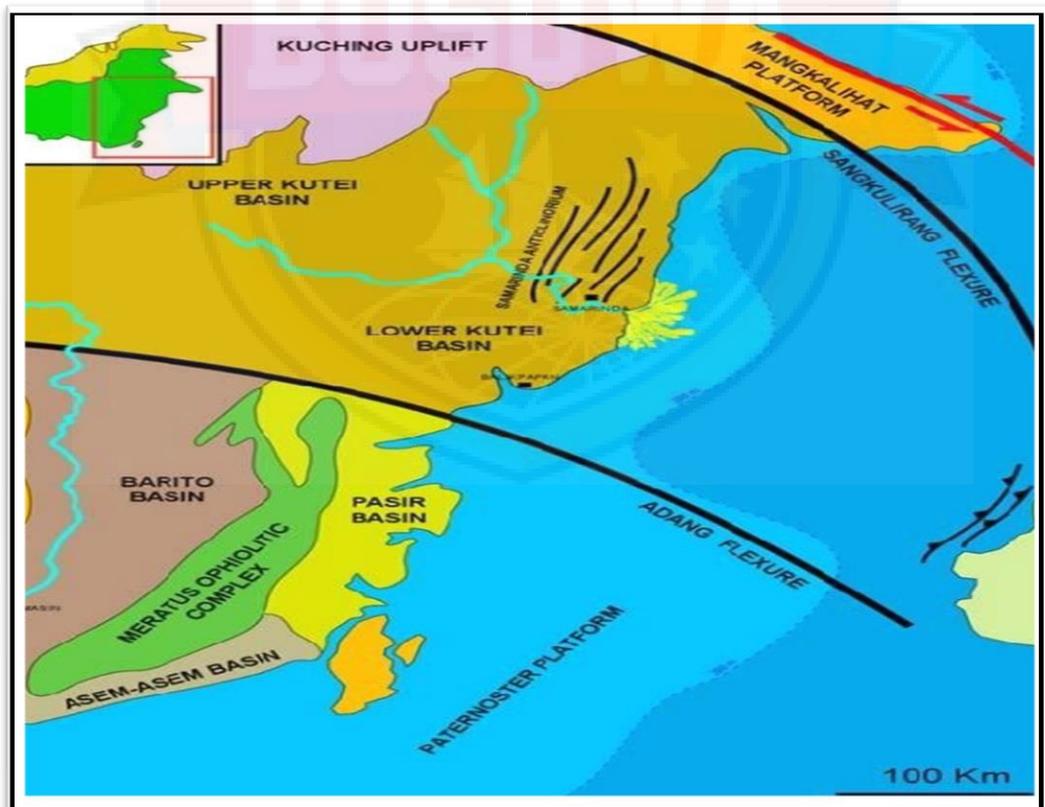
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Geologi Regional

1 Geomorfologi

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



Gambar 2.1 Sketsa Fisiografi Regional Cekungan Kutai (Allen dan Chambers, 1998)

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

2. Stratigrafi

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

a. Fase Transgresi Paleogen

Fasa sedimentasi Paleogen dimulai ketika terjadi fasa tektonik ekstensional dan pengisian rift pada kala Eosen. Pada masa ini, Cekungan Barito, Kutai, dan Tarakan merupakan zona *subsidence* yang saling terhubung (Chambers & Moss, 2000), kemudian sedimentasi Paleogen mencapai puncak pada fasa pengisian pada saat cekungan tidak mengalami pergerakan yang signifikan, sehingga mengendapkan serpih laut dalam secara regional dan batuan karbonat pada Oligosen Akhir.

b. Fase Regresi Neogen

Fase ini dimulai pada Miosen Awal hingga sekarang, yang menghasilkan progradasi delta (*deltaic progradation*) yang masih berlanjut hingga sekarang. Sedimen regresi ini terdiri dari lapisan-lapisan sedimen klastik delta hingga laut dangkal dengan progradasi dari barat ke arah timur dan banyak dijumpai lapisan batubara (*lignite*). Berdasarkan Peta Geologi Lembar Samarinda (Supriatna dkk., 1995, stratigrafi Cekungan Kutai dibagi menjadi (dari tua ke muda):

Formasi Pamaluan, Formasi Bebuluh, Formasi Pulau Balang,

Formasi Balikpapan, Formasi Kampung Baru

➤ **Formasi Pemaluan**

Batupasir kuarsa dengan Sisipan Batulempung, Serpih, Batugamping dan Batulanau, berlapis sangat baik. Batupasir Kuarsa merupakan batuan utama, kelabu kehitaman – kecoklatan, berbutir halus – sedang, terpilah baik, butiran membulat – membulat tanggung, padat, karbonan dan gampingan. Setempat dijumpai struktur sedimen silang siur dan perlapisan sejajar. Tebal lapisan antara 1-2 m. Batu lempung dengan ketebalan rata-rata 45 cm. Serpih, kelabu kehitaman - kelabu tua, padat, dengan ketebalan sisipan antara 10 – 20 cm. Batugamping berwarna kelabu, pejal, berbutir sedangkasar, setempat berlapis dan mengandung foraminifera besar. Batulanau berwarna kelabu tua-kehitaman. Tebal Formasi lebih kurang 2000 m.

➤ **Formasi Bebuluh**

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

➤ **Formasi Pulau Balang**

Perselingan Batupasir *Greywacke* dan Batupasir Kuarsa Sisipan Batugamping, Batulempung, Batubara dan Tuf Dasit. Batupasir *Greywacke* berwarna kelabu kehijauan , padat, tebal lapisan antara 50 – 100 cm. Batupasir Kuarsa berwarna kelabu kemerahan, setempat tufan dan gampingan, tebal lapisan antara 15 -60 cm. Batugamping berwarna coklat muda kekuningan, mengandung foraminifera besar. Batugamping ini terdapat sebagai sisipan atau lensa dalam Batupasir Kuarsa, ketebalan lapisan 10 - 40 cm. Batulempung, kelabu kehitaman, tebal lapisan 1 – 2 cm. Setempat berselingan dengan batubara, tebal ada yang mencapai 4 m. Tufa dasit, putih merupakan sisipan dalam batupasir kuarsa.

➤ **Formasi Balikpapan**

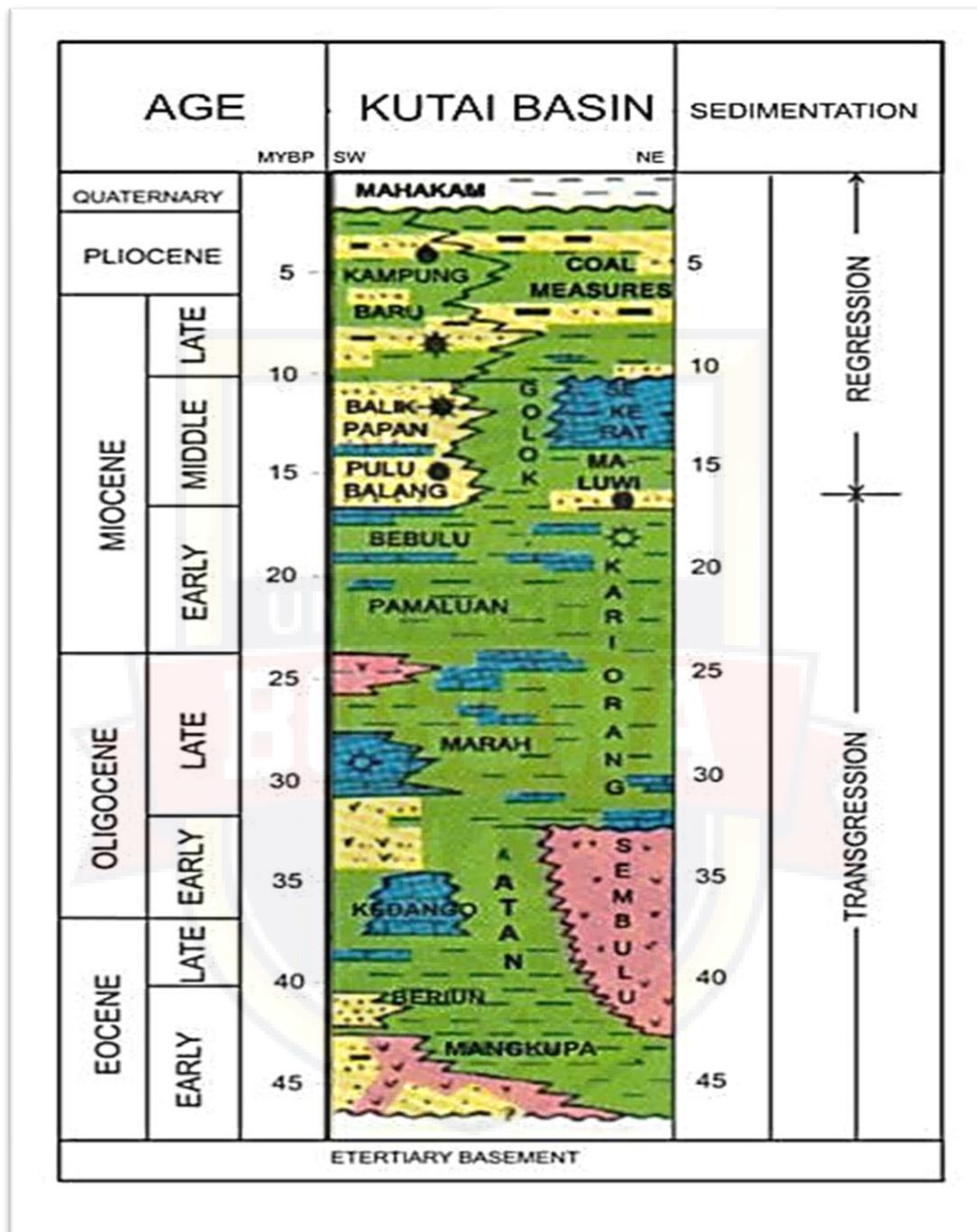
Perselingan Batupasir dan Batulempung Sisipan Batulanau, Serpih, Batugamping dan Batubara. Batupasir Kuarsa, putih kekuningan, tebal lapisan 1 – 3 m, disisipi lapisan batubara, tebal 5 – 10 cm. Batupasir Gampingan, coklat, berstruktur sedimen lapisan sejajar dan silang siur, tebal lapisan 20 – 40 cm,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

➤ **Formasi Kampung Baru**

Batupasir Kuarsa dengan Sisipan Batulempung, Serpih, Batulanau dan Lignit, pada umumnya lunak, mudah hancur. Batupasir kuarsa, putih setempat kemerahan atau kekuningan, tidak berlapis, mudah hancur, setempat mengandung lapisan tipis oksida besi atau kongkresi, tufan atau lanauan, dan sisipan batupasir konglomeratan atau konglomerat dengan komponen kuarsa, kalsedon, serpih merah dan lempung, diameter 0,5 – 1 cm, mudah lepas. Batulempung, kelabu kehitaman mengandung sisa tumbuhan, kepingan batubara, koral. Batulanau, kelabu tua, menyerpih, laminasi. Lignit, tebal 1 – 2 m. Diduga berumur Miosen Akhir - Plioplistosen, lingkungan pengendapan delta - laut dangkal, tebal lebih dari 500 m. Formasi ini menindih selaras dan setempat tidak selaras terhadap Formasi Balikpapan.

➤ ***Aluvium***

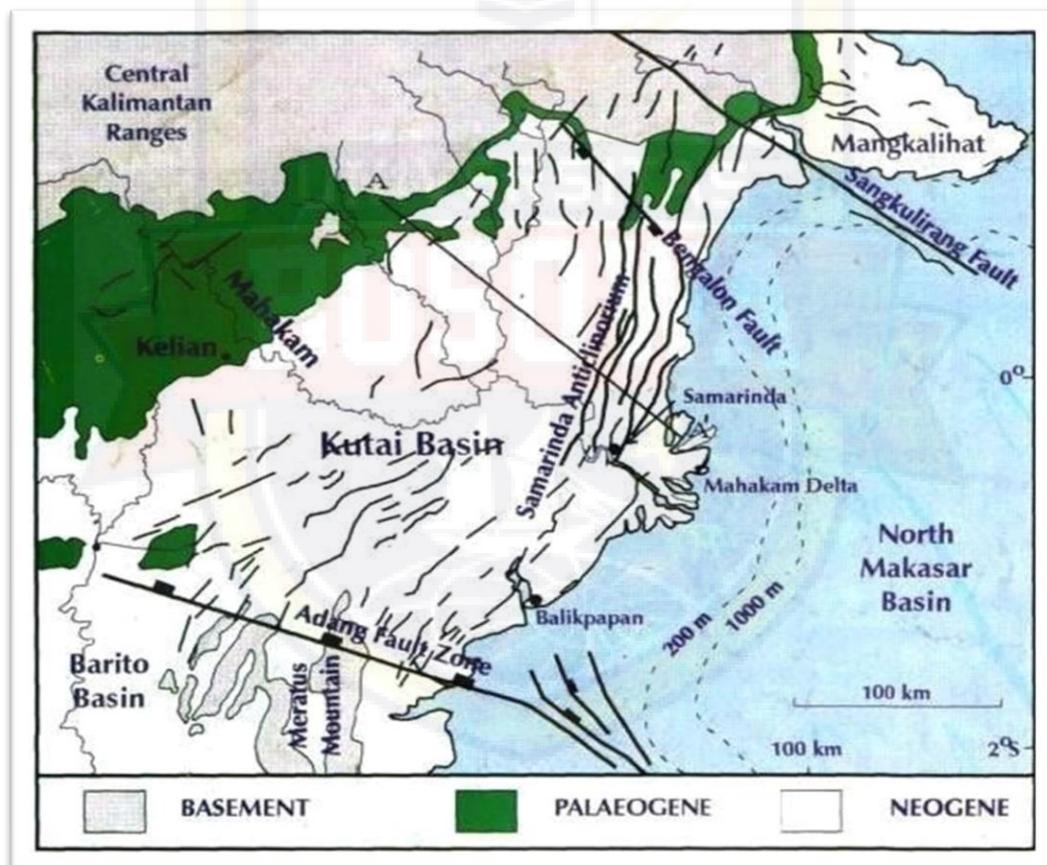
Kerikil, pasir dan lumpur diendapkan pada lingkungan sungai, rawa, delta, dan pantai.



Gambar 2.2 Kolom Stratigrafi Regional (Satyana, et.al., 1999)

3. Struktur Geologi

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



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

Pulau Kalimantan merupakan tempat terjadinya kolisi dengan mikrokontinen, busur kepulauan, pengebakan lempeng *oceanic* dan intrusi granit, membentuk batuan menjadi dasar Cekungan Kutai selama Kapur Tengah sampai Eosen Awal (Chambers & Moss, 2000). Pada Eosen Tengah, Cekungan Kutai terbentuk oleh proses pemekaran yang melibatkan pemekaran selat Makasar bagian utara dan Laut Sulawesi (Chambers & Moss, 2000).

Pada Eosen Akhir, sejumlah *half graben* terbentuk sebagai respon dari terjadinya fasa ekstensi regional. Fasa ini terlihat juga di tempat lain, yaitu berupa pembentukan laut dan Selat Makasar. *Half graben* ini terisi dengan cepat oleh endapan *syn-rift* pada Eosen Tengah-Eosen Akhir dengan variasi dari beberapa fasies litologi. Tektonik inversi terjadi pada Miosen Awal, menyebabkan pengangkatan pada pusat cekungan yang terbentuk selama Eosen dan Oligosen, sehingga cekungan mengalami pendangkalan (Allen dan Chambers, 1998). Inversi berlanjut dan mempengaruhi cekungan selama Miosen Tengah dan Pliosen. Inversi tersebut mempengaruhi daerah yang terletak di bagian timur Cekungan Kutai, sehingga mempercepat proses progradasi delta (Allen dan Chambers, 1998).

B. Geologi Lokal

Daerah Sanga-sanga termasuk dalam kawasan pesisir dari Provinsi Kalimantan Timur, dan daerah ini masih merupakan salah satu daerah yang masuk dalam wilayah cekungan Kutai, sehingga pola persebaran dari batubara di daerah ini masih merujuk kepada awal mula terbentuknya Cekungan Kutai (Kutai Basin).

Cekungan Kutai terbentuk karena proses pemekaran pada kala Eosen Tengah yang diikuti oleh fase pelenturan dasar cekungan yang berakhir pada Oligosen Akhir. Peningkatan tekanan karena tumbukan lempeng mengakibatkan pengangkatan dasar cekungan ke arah barat laut yang menghasilkan siklus regresif utama sedimentasi klastik di Cekungan Kutai, dan tidak terganggu sejak Oligosen Akhir hingga sekarang (Ferguson dan McClay, 1997).

Pada kala Miosen Tengah pengangkatan dasar cekungan dimulai dari bagian barat Cekungan Kutai yang bergerak secara progresif ke arah timur sepanjang waktu dan bertindak sebagai pusat pengendapan. Selain itu juga terjadi susut laut yang berlangsung terus menerus sampai Miosen Akhir. Bahan yang terendapkan berasal dari bagian selatan, barat dan utara cekungan menyusun Formasi Warukin, Formasi Pulubalang dan Formasi Balikpapan. Sedimen Tersier yang diendapkan di Cekungan Kutai di bagian timursangat tebal dengan fasies pengendapan yang berbeda dan memperlihatkan siklus genang-susut laut. Urutan transgresif ditemukan sepanjang daerah tepi cekungan berupa lapisan klastik yang berbutir kasar, juga di pantai hingga marin dangkal.

Pengendapan pada lingkungan laut terus berlangsung hingga Oligosen dan menandakan perioda genang laut maksimum. Secara umum dijumpai lapisan turbidit berselingan dengan serpih laut dalam, sedangkan batugamping terumbu ditemukan secara lokal atau berpecah dalam kondisi air jernih. Sedangkan urutan regresif di Cekungan Kutai mencakup lapisan klastik delta hingga paralik yang banyak mengandung lapisan-lapisan batubara dan lignit. Siklus delta yang berumur Miosen Tengah berkembang secara cepat ke arah timur dan tenggara. Progradasi ke arah timur dan tumbuhnya delta berlangsung terus sepanjang waktu diselingi oleh tahapan-tahapan genang laut secara lokal.

Secara litologi hampir semua batuan sedimen pengisi Cekungan Kutai mengandung kuarsa, batulempung, batulanau dengan sisipan batubara yang diendapkan dalam lingkungan neritik – paralik (litoral, delta sampai laut terbuka) dan dipengaruhi oleh susut serta genang laut. Batuan pengisi Cekungan Kutai terdiri atas Formasi Pamaluan, Pulubalang, Balikpapan dan Kampungbaru dan Aluvial; berumur Oligosen – Holosen. Formasi Pamaluan, terdiri atas batupasir kuarsa dengan sisipan batulempung, serpih, batugamping dan batulanau, berlapis baik, berumur Oligosen Akhir – Miosen Awal.

Formasi Pulubalang, litologinya terdiri atas perselingan antara greywacke dan batupasir kuarsa dengan sisipan batugamping, batulempung, batu-bara dan tufa dasitik, berumur Miosen Tengah, diendapkan pada lingkungan laut dangkal.

Formasi Balikpapan, litologinya terdiri atas perselingan batupasir dan batulempung dengan sisipan batulanau, serpih, batugamping dan batu-bara, berumur Miosen Tengah – Miosen Akhir yang diendapkan dalam lingkungan berupa litoral – laut dangkal. Penyebarannya memanjang dari arah utara Selatan yakni dari Samarinda sampai Tanah Grogot.

Formasi Kampungbaru, litologinya terdiri atas batupasir kuarsa dengan sisipan batulempung, serpih, batulanau dan batubara berumur Miosen Akhir – Plio Plistosen yang diendapkan dalam lingkungan delta – laut dangkal. Apabila melihat dari pola pengendapannya maka penyebaran formasi ini tidak melingkup pada daerah yang luas tapi hanya daerah sekitar Delta Mahakam Purba.

Aluvial, berupa hasil pelapukan batuan yang lebih tua dan endapan sungai yang terdiri atas kerakal, kerikil, pasir, lempung dan lumpur. Sesuai dengan pola persebaran batubara cekungan Kutai, maka daerah Sanga-sanga termasuk dalam formasi Balikpapan yang terbentuk pada masa Miosen Tengah –Miosen Akhir dengan lapisan batupasir kuarsa relatif kompak, banyak ditemui multiseam, relatif tebal dan umumnya kontak dengan lapisan sedimen halus serta batubara lebih bersifat sub bituminus. (Ferguson dan McClay, 1997).

Tabel 2.1 Pengisi Batuan Cekungan Kutai

UMUR		LITOLOGI	KETERANGAN	LINGKUNGAN PENGEN DAPAN
K U A R T E R	HOLOSEN	Qa	<i>Aluvial (Qa)</i> , berupa hasil pelapukan batuan yang lebih tua dan endapan sungai; terdiri atas kerakal, kerikil, pasir, lempung dan lumpur.	Sungai
	PLISTOSEN			
T E M P O S I E N	PLIOSEN	Tpkb	<i>Formasi Kampungbaru (Tpkb)</i> , terdiri atas batupasir kuarsa dengan sisipan batulempung, serpih, batulanau dan batubara dengan tebal atas 0,10 - 6,00 m.	Delta – Laut Dangkal
	Akhir	Tmbp	<i>Formasi Balikpapan (Tmbp)</i> , terdiri atas perselingan antara batupasir dan batulempung dengan sisipan batulanau, batugamping dan batubara dengan tebal 0,15 - 11,00 m.	Dataran Delta
	Tengah	Tmopb	<i>Formasi Pulubalang (Tmopb)</i> , terdiri atas perselingan antara greywake dan batupasir kuarsa, dengan sisipan batugamping, batulempung dan batu-bara dengan tebal atas 0,10 – 4,00 m.	Laut Dangkal
	Awal	Tomp	<i>Formasi Pamaluan (Tomp)</i> , terdiri atas batupasir kuarsa dengan sisipan batulempung, serpih, batugamping dan batulanau.	Laut Dangkal
	OLIGOSEN			

C. Overburden

Overburden (OB) adalah lapisan tanah penutup yang tidak memiliki nilai ekonomis atau bernilai ekonomis kecil yang menutupi/membungkus sebuah cadangan bahan galian, biasanya terdiri dari lapisan *topsoil*, *subsoil*, dan lapisan tanah inti. Lapisan paling atas (*topsoil*) adalah lapisan yang mengandung banyak unsur hara, dimana lapisan ini nantinya akan digunakan sebagai lapisan penutup saat tambang tidak beraktifitas atau berhenti untuk dilakukan reklamasi atau penanaman tumbuhan kembali. Pada industri pertambangan biasanya *overburden* digali dan dipindahkan pada suatu tempat khusus yg telah disiapkan (*disposal area*) untuk diambil bahan galiannya. (Maharani dkk., 2019)

1. Kegiatan Pemindahan Tanah Penutup (*Overburden*)

1.1 Pembersihan Lahan (*Land Clearing*)

Land Clearing merupakan kegiatan pembersihan areal dari pohon-pohon, semak belukar yang ada di areal yang akan ditambang, dijadikan suatu tempat atau jalan (Tamba, 2014). Pembersihan tempat kerja ini dapat dilakukan dengan menggunakan alat-alat mekanis yaitu *bulldozer*. Kemudian pembersihan dari akar-akar pohon yang sudah ditebang dan batu-batu yang menghalangi yang disebut dengan *Grabbing*.

1.2 Pemindahan *Top Soil*

Pemindahan *Top Soil* (*Top Soil/Common Soil Removal*) Tanah pucuk merupakan tanah yang masih asli dan mengandung unsur hara, merupakan tanah yang digunakan tanaman untuk dapat tumbuh. Kegiatan pengupasan tanah pucuk ini terjadi jika lahan yang digali masih berupa rona awal yang asli. Pengupasan tanah pucuk ini dilakukan terlebih dulu dan ditempatkan terpisah terhadap batuan penutup (*overburden*), agar pada saat pelaksanaan reklamasi dapat dimanfaatkan kembali. Pengupasan *top soil* ini dilakukan sampai pada batas lapisan *common soil*, yaitu pada kedalaman dimana telah sampai di lapisan batuan penutup (tidak mengandung unsur hara). Untuk *common soil* akan disimpan ke disposal sedangkan *top soil* yang telah terkupas selanjutnya ditimbun dan dikumpulkan pada lokasi tertentu yang telah ditentukan pada saat perencanaan awal. Untuk selanjutnya *top soil* yang disimpan di dumping area pada saatnya nanti akan dipergunakan sebagai pelapis teratas pada lahan *disposal* yang telah berakhir dan memasuki tahap reklamasi.

1.3 Pengupasan Tanah Penutup (*Overburden/Interburden Removal*)

Pembongkaran tanah penutup atau biasa disebut pengupasan *overburden* adalah kegiatan utama karena mencakup penanganan sejumlah besar volume lapisan *overburden* (tergantung pada *Stripping Ratio*). Pengupasan dilakukan menggunakan *excavator backhoe* dan dimuat menggunakan *dump truck* ke *disposal area* atau *backfilling area*.

1.4 Pemuatan dan Pengangkutan Tanah Penutup (*Loading and Hauling Overburden*)

Pemuatan *overburden* dilakukan menggunakan alat muat jenis *excavator*. Penimbunan *overburden* di disposal ini dilakukan secara bertahap, yaitu dimulai dengan membuat lapisan *overburden* dasar seluas *disposal* area (luas maksimal) yang telah ditentukan. Selanjutnya dilakukan kegiatan penimbunan *overburden* secara bertahap atau berjenjang dengan luasan semakin mengecil dan diatur secara baik, hingga membentuk sebuah bukit atau gunung yang berjenjang. Jika *disposal* ini telah dinyatakan selesai, maka permukaan *disposal* akan diberi lapisan *top soil* (diambil dari *dumping* area).

2. Peralatan Mekanis Kegiatan Penambangan

2.1 *Excavator*

Excavator adalah salah satu alat gali muat yang arah galiannya kebelakang (*backhoe*). *Excavator* digunakan pada saat melakukan penggalian tanah yang permukaannya berada dibawahnya (Anisari, 2012). Sedangkan menurut (Burt, Christina dkk.,2014) mengemukakan bahwa alat pengendali *excavator* dapat berupa pengendalian dengan kabel (*Cable Controller*) serta hidrolik (*Hydraulic controller*). Pada saat yang banyak digunakan adalah pengendalian hidrolik (*Hydraulic controller*).



Gambar 2.4 Hitachi EX1200-6 (PT. Alhasanie Job Site Sanga-Sanga)

Berdasarkan para ahli dapat disimpulkan bahwa *Excavator* adalah alat berat yang terdiri dari lengan (*arm*), bahu (*boom*) serta alat keruk (*bucket*) dan digerakkan oleh tenaga hidrolis yang dimotori dengan mesin diesel dan berada diatas roda rantai (*trackshoe*). *Excavator* merupakan alat berat paling serbaguna karena bisa menangani berbagai macam pekerjaan alat berat lain sesuai dengan namanya (*Excavation*), alat berat ini memiliki fungsi utama untuk pekerjaan penggalian.

2.2 *Dump Truck*

Dump truck merupakan alat angkut yang paling umum digunakan di tambang terbuka, *dump truck* dirancang untuk kondisi jalan tambang. Alat angkut ini dipakai untuk mengangkut pasir, endapan, bijih batuan untuk bangunan, dan lain-lain. Kecepatan dan produksinya tinggi serta bersifat fleksibel, artinya dapat dipakai untuk mengangkut bermacam-macam material yang mempunyai bentuk dan jumlah yang beraneka ragam pula dan tidak terlalu tergantung pada jalur jalan.



Gambar 2.5 ADT Volvo A60h (PT. Alhasanie Job Site Sanga-Sanga)

Menurut (Maddeppungeng, 2013), menyatakan bahwa *dump truck* adalah alat angkut jarak jauh, sehingga jalan angkut yang dilalui dapat berupa jalan datar, tanjakan dan turunan. Sedangkan menurut (Saefudin), mengungkapkan *dump truck* berguna untuk pekerjaan konstruksi sipil umumnya *dump truck* dapat membuang muatan dari bak secara otomatis. Truk semacam ini disebut dengan *dump truck* atau *tipping truck*. Penumpahan muatan (*dumping*) dilakukan dengan cara hidrolis yang menyebabkan bak terangkat pada satu sisi, sedang sisi lain yang berhadapan berputar sebagai engsel.

Menurut (Prasmoro, 2014), penumpahan muatan (*dumping*) dilakukan dengan cara hidrolis yang menyebabkan bak terangkat pada satu sisi, sedang sisi lain yang berhadapan berputar sebagai engsel. Dengan membedakan arah muatan ditumpahkan *dump truck* dibedakan dalam tiga macam yaitu *rear dump truck* yang membuang muatan kebelakang, *side dump truck* yang membuang muatan kesamping bak dan *bottom dump truck* yang membuang muatan melalui bawah bak.

Berdasarkan pengertian diatas dapat disimpulkan bahwa *dump truck* merupakan alat berat yang isinya (muatan) dapat dikosongkan tanpa penanganan. *Dump truck* biasa digunakan untuk mengangkut material alam seperti pasir, tanah, batu split, dan juga material olahan seperti beton kering pada proyek konstruksi. Umumnya material yang dimuat pada *dump truck* oleh alat pemuat seperti *excavator*, *backhoe* atau *loader*. Membedakan arah muatan ditumpahkan *dump truck* dibedakan dalam tiga macam yaitu *rear dump truck* yang membuang muatan ke belakang, *side dump truck* membuang muatan ke samping dan *bottom dump truck* yang membuang muatan melalui bawah bak. Untuk membongkar muatan material bak *dump truck* dapat terbuka dengan bantuan sistem hidrolik. (Rizallulah, 2020)

3. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Alat

Dalam menentukan kemampuan produksi alat gali maut dan alat angkut yang digunakan dalam kegiatan penambangan perlu diperhatikan faktor- faktor yang berpengaruh terhadap produksi alat-alat tersebut (Istiqamah, n.d.). Faktor-faktor tersebut adalah :

3.1 Kapasitas Alat

Kapasitas alat dipengaruhi oleh faktor pengembangan material dan faktor pengisian. Perencanaan pemilihan alat sangat penting agar alat dapat bekerja maksimal sehingga produksi dapat tercapai. Kemampuan alat merupakan faktor yang menunjukkan kondisi alat-alat mekanis yang digunakan dalam melakukan pekerjaan dengan memperhatikan kehilangan waktu selama waktu kerja dari alat yang tersedia.

1) Faktor Pengembang (*Swell Factor*)

Material di alam ditemukan dalam keadaan padat dan terkonsolidasi dengan baik, sehingga hanya sedikit bagian tanah yang kosong atau ruangan yang terisi oleh udara. Bila material digali dari tempat aslinya maka akan terjadi pengembangan (*swell*). Volume tanah yang telah digali (*volume loose*) pada umumnya lebih besar dari volume tanah aslinya di alam (*volume insitu*). Hal ini

dikarenakan pada proses penggalian tersebut terjadi perubahan kepadatan dari material tersebut. Pertambahan volume ini disebut sebagai pengembangan tanah, sehingga yang dimaksud dengan faktor pengembangan (*swell factor*) adalah perbandingan antara volume tanah aslinya di alam dengan volumenya yang telah digali dan dinyatakan dalam persen (%) serta dinyatakan dalam rumus.

$$Sf = \frac{\text{Volume Insitu}}{\text{Loose Density}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.1)$$



Gambar 2.6 Swell Factor (Dunia Atas, 2018)

Faktor pengembangan material dibagi dalam 3 (tiga) keadaan seperti pada gambar diatas : (Dunia Atas, 2018)

a. Bank

Keadaan material yang masih alami dan belum mengalami gangguan teknologi, butiran-butiran material yang dikandungnya masih terkonsolidasi dengan baik. Satuan volume material dalam keadaan asli disebut meter kubik (bank cubicmeter/ **BCM**).

b. Loose

Material yang telah tergali dari tempat aslinya mengalami perubahan volume yaitu mengembang. Hal ini disebabkan adanya penambahan rongga udara diantara butiran-butiran material dengan demikian volumenya menjadi lebih besar. Satuan volume material dalam keadaan terberai disebut meter kubik (loose cubic meter/**LCM**).

c. *Compacted*

Keadaan padat akan dialami oleh material yang mengalami proses pemadatan. Perubahan volume terjadi karena adanya penyusutan rongga udara diantara butiran-butiran material tersebut, dengan demikian volumenya akan berkurang tetapi beratnya sama. Satuan volume material dalam keadaan padat disebut meter kubik dalam keadaan padat (*compact cubic meter/CCM*).

2) Faktor Pengisian (*Bucket Fill Factor*)

Faktor pengisian *bucket* adalah perbandingan antara volume material aktual di dalam *bucket* dan volume kapasitas *bucket* teoritis pada alat penggali (Efendi dan Gusman). Nilai *Bucket Fill Factor* tergantung pada jenis material yang digali

Beberapa jenis kapasitas *bucket* yang perlu diperhatikan.

- a. Kapasitas Munjung (*Heaped Capacity*)
- b. Kapasitas Peres (*Struck Capacity*)
- c. Kapasitas Batas Muatan Statis (*Static Tipping Load*)

Bucket fill factor dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$V_n = \left(\frac{\text{rata-rata payload}}{\text{density loose}} \right) \times \frac{1}{\text{rata-rata passing}} \dots\dots\dots(2.2)$$

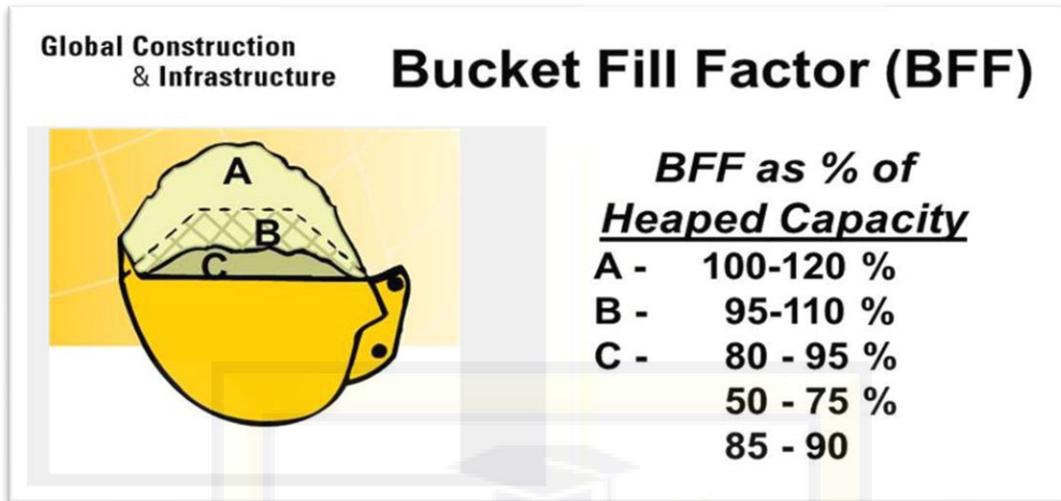
$$K = \frac{V_n}{V_t} \times 100\% \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

K = Faktor pengisian mangkuk (*bucket fill factor*), %

V_n = Volume material nyata, m³

V_t = Volume teoritis, m³



Gambar 2.7 Fill Factor (Caterpillar 2019)

3.2 Kondisi dan Jarak Jalan Angkut

Keadaan jalan yang akan dilalui sangat mempengaruhi daya angkut alat-alat angkut yang dipakai. Bila jalur jalan baik, kapasitas angkut dapat besar karena alat-alat angkut dapat bergerak lebih cepat. Kemiringan dan jarak harus diukur dengan teliti, karena hal itu akan menentukan waktu yang diperlukan untuk pengangkutan material (*cycle time*). Kecerobohan dalam menentukan kemiringan, jarak dan kondisi jalan akan menurunkan jumlah material yang dapat diangkut dan menambah ongkos pengangkutan.

3.3 Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja (*job efficiency*) adalah penilaian terhadap pelaksanaan suatu pekerjaan atau merupakan perbandingan antar waktu yang dipakai untuk bekerja dengan waktu yang tersedia (Alan et al., 2021). Waktu efisiensi kerja dihitung dengan rumus (Istiqamah, n.d.).

$$Ek = \left(\frac{We}{Wt} \right) \times 100\% \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

Ek = Efisiensi Kerja, %

We = Waktu kerja efektif, menit

Wt = Waktu kerja tersedia, menit

3.4 Ketersediaan Alat Mekanis

1) Kesiediaan Mekanis (*Mechanical Availability*)

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

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

2) Kesiediaan Fisik (*Phsiycal Availability*)

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

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

3) Penggunaan Kesiediaan (*Use of Availability*)

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

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

4) Penggunaan Efektif (*Effective Utilization*)

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

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

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

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

3.5 Waktu Edar

Waktu edar (*Cycle Time*) merupakan yang merupakan waktu yang diperlukan oleh alat untuk menghasilkan daur kerja. Semakin kecil waktu edar suatu alat, maka produksinya semakin tinggi.

a. Waktu Edar Alat Gali Muat

$$CT_m = T_{m1} + T_{m2} + T_{m3} + T_{m4} \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan :

- CT_m = Waktu edar excavator, menit
- T_{m1} = Waktu menggali material, detik
- T_{m2} = Waktu berputar (*swing*) dengan bucket terisi muatan, detik
- T_{m3} = Waktu menumpahkan muatan, detik
- T_{m4} = Waktu berputar (*swing*) dengan *bucket* kosong, detik

b. Waktu Edar Alat Angkut

$$CT_a = T_{a1} + T_{a2} + T_{a3} + T_{a4} + T_{a5} + T_{a6} \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan :

- CT_a = Waktu edar dump truck, menit
- T_{a1} = Waktu mengambil posisi untuk pemuatan, detik
- T_{a2} = Waktu diisi muatan, detik
- T_{a3} = Waktu mengangkat muatan, detik
- T_{a4} = Waktu mengambil posisi untuk penumpahan, detik
- T_{a5} = Waktu muatan ditumpahkan (*dumping*), detik
- T_{a6} = Waktu kembali Kosong, detik

3.6 Pola Pemuatan Material

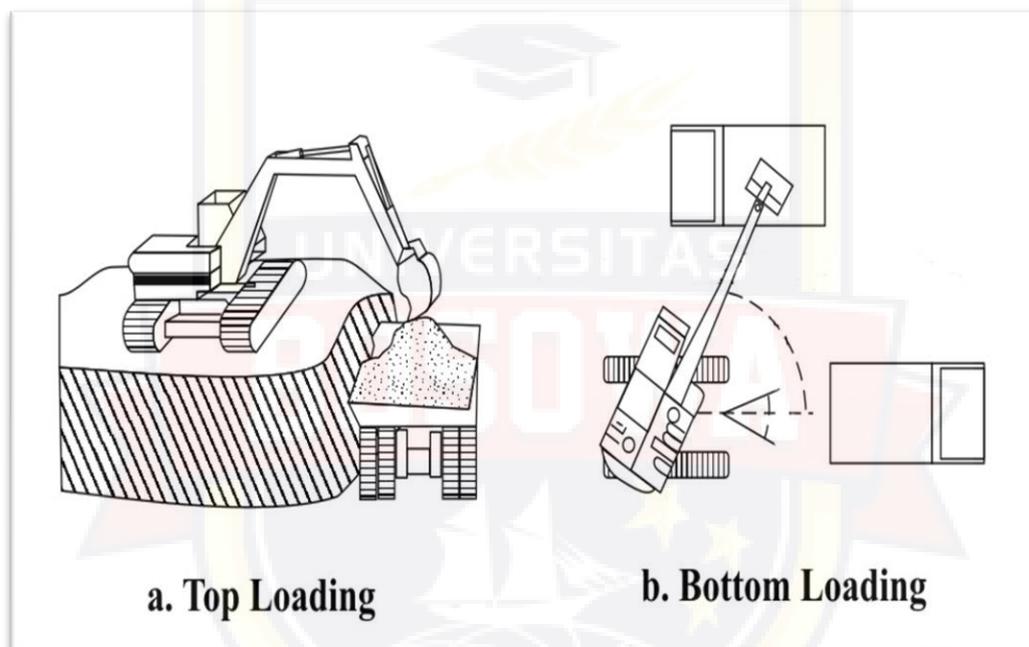
Pola pemuatan yang digunakan tergantung pada kondisi lapangan operasi pengupasan serta alat mekanis yang digunakan dengan asumsi bahwa setiap alat angkut yang datang, mangkuk (*bucket*) alat gali muat sudah terisi penuh dan siap ditumpahkan. Setelah alat angkut terisi penuh segera keluar dan dilanjutkan dengan alat angkut lainnya sehingga tidak terjadi waktu tunggu pada alat angkut maupun alat gali-muatnya. Pola pemuatan yang didasarkan pada keadaan alat gali muat yang berada di atas atau di bawah jenjang.(Purwoko Dan Herlambang, 2018)

a. *Top Loading*

Kedudukan alat muat lebih tinggi dari bak truk (alat muat berada diatas tumpukkan material atau berada diatas jenjang). Cara ini hanya dipakai pada alat muat *backhoe*. Selain itu operator lebih leluasa untuk melihat bak dan menempatkan material.

b. *Bottom Loading*

Ketinggian alat angkut dan truk adalah sama. Cara ini dipakai pada alat muat *power shovel*.



Gambar 2.8 Top Loading dan Bottom Loading (Indonesianto 2013)

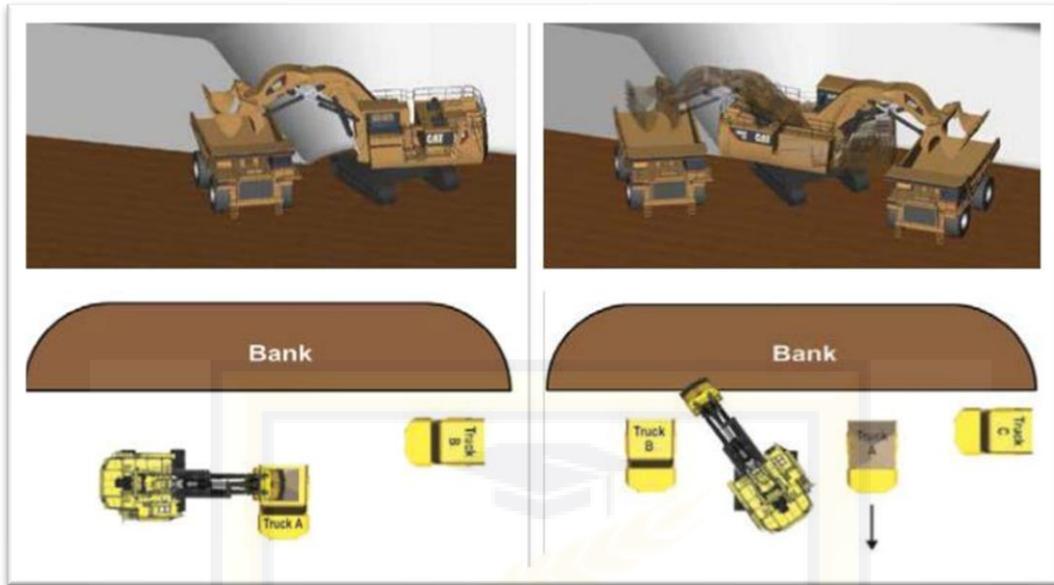
Berdasarkan jumlah dan penempatan alat muat terhadap alat angkut (biasa disebut pola gali muat), yaitu :(Saputra, 2020)

a. *Single – Side*

Loading Pada pola pemuatan ini, *dump truck* hanya mengambil posisi pada salah satu sisi dari alat muat.

b. *Double – Side Loading*

Pada pola ini, *dump truck* dapat mengambil posisi pemuatan dari dua sisi alat muat. Pada waktu salah satu *dump truck* sedang diisi muatan, *dump truck* yang lainnya telah siap memposisikan diri untuk dimuati.



Gambar 2.9 Single Side dan Double Side Loading (Caterpillar 2015)

3.7 Cuaca

Cuaca adalah kondisi alam yang tidak bisa ditentukan oleh manusia, kondisi cuaca akan sangat berpengaruh pada lokasi penambangan. Dengan kondisi cuaca hujan, maka hampir dipastikan penambangan pada *front* akan ditunda, karena akses jalan yang berada di *front* menjadi licin dan kurang memadai untuk dilalui oleh alat angkut.

4. Produktivitas Alat Gali-Muat dan Alat Angkut

4.1 Alat Gali-Muat

Untuk menghitung produksi alat gali muat pada pengupasan tanah penutup dapat menggunakan rumus.

$$P_m = \frac{E_k \times S_f \times F_f \times k_b}{CT_m} \times 3600 \dots\dots\dots(2.11)$$

Dimana :

- P_m = Produktivitas alat gali muat, m³/jam
- CT_m = Waktu edar alat gali muat, m³
- E_k = Efisiensi kerja, %
- S_f = Faktor pengembang, %

- Ff = Faktor pengisian, %
- Kb = Kapasitas *bucket*, m³

4.2 Alat Angkut

Untuk menghitung produksi alat angkut dapat dicari dengan rumus.

$$Pa = \frac{Ek \times Sf \times Ff \times Kv \times N}{CTa} \times 60 \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana :

- Ek = Efisiensi Kerja, %
- Pa = Produktivitas alat angkut, m³
- Sf = Faktor pengembang, %
- Ff = Faktor pengisian, %
- Kv = Kapasitas *vessel*, m³
- N = Jumlah pemuatan

5. Match Factor

Hubungan kerja yang serasi antara alat muat dan alat angkut dapat terjadi, bila produksi alat muat harus sesuai dengan produksi alat angkut. Faktor keserasian alat muat dan alat angkut ini didasarkan pada produksi alat muat dan alat angkut yang dinyatakan dalam faktor keserasian (*match factor*). *Match Factor* dapat dihitung dengan:(Oemiati et al., 2020)

$$Mf = \frac{Na \times CTm \times N}{CTa \times Nm} \dots\dots\dots(2.13)$$

Dimana :

- N = Jumlah pemuatan
- Na = Jumlah alat angkut, unit
- Nm = Jumlah alat gali muat, unit

Jumlah alat angkut dapat dihitung dengan rumus :

$$Na = \frac{Pm}{Pa} \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana :

P_m = Produksi pengalihan oleh alat gali muat, $m^3/hari$

P_a = Produksi pengangkutan oleh alat angkut, $m^3/hari$

Keserasian hubungan kerja antara alat gali muat dan alat angkut dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 2.2 Nilai Faktor Keserasian Kerja

Nilai MF	Nilai Match Factor
MF<1	Terdapat waktu tunggu yang terjadi bagi alat gali muat untuk menunggu alat angkut yang belum datang.
MF=1	Berarti persentase kinerja kedua alat dapat mencapai 100% sehingga tidak ada waktu tunggu yang terjadi.
MF>1	Alat angkut yang sering mengantri, sehingga adanya waktu tunggu yang terjadi untuk alat angkut.

Sedangkan besarnya waktu tunggu dapat dihitung dengan menggunakan persamaan

$$W_{tm} = \frac{N_m \times C_{Ta}}{N_a} - C_{Tm} \dots\dots\dots(2.15)$$

Dimana :

W_{tm} = Waktu tunggu alat muat, menit

$$W_{ta} = \frac{N_a \times C_{Tm}}{N_m} - C_{Ta} \dots\dots\dots(2.16)$$

Dimana :

W_{ta} = Waktu tunggu alat angkut, menit

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif dengan judul Kajian Teknis Pengupasan Volume *Overburden* Berdasarkan Produktivitas Alat Gali Muat dan Angkut Pit Alc 11 PT Alhasanie Job Site Sanga-Sanga Provinsi Kalimantan Timur, dimana menjelaskan fakta yang terjadi di lapangan menggunakan teori yang mendukung untuk dijadikan sebagai landasan pada pembahasan dan menggali data yang sesuai dengan keadaan dilapangan serta memahami permasalahan kemudian merumuskan dan mengumpulkan informasi yang akan dipertimbangkan menjadi penyelesaian masalah.

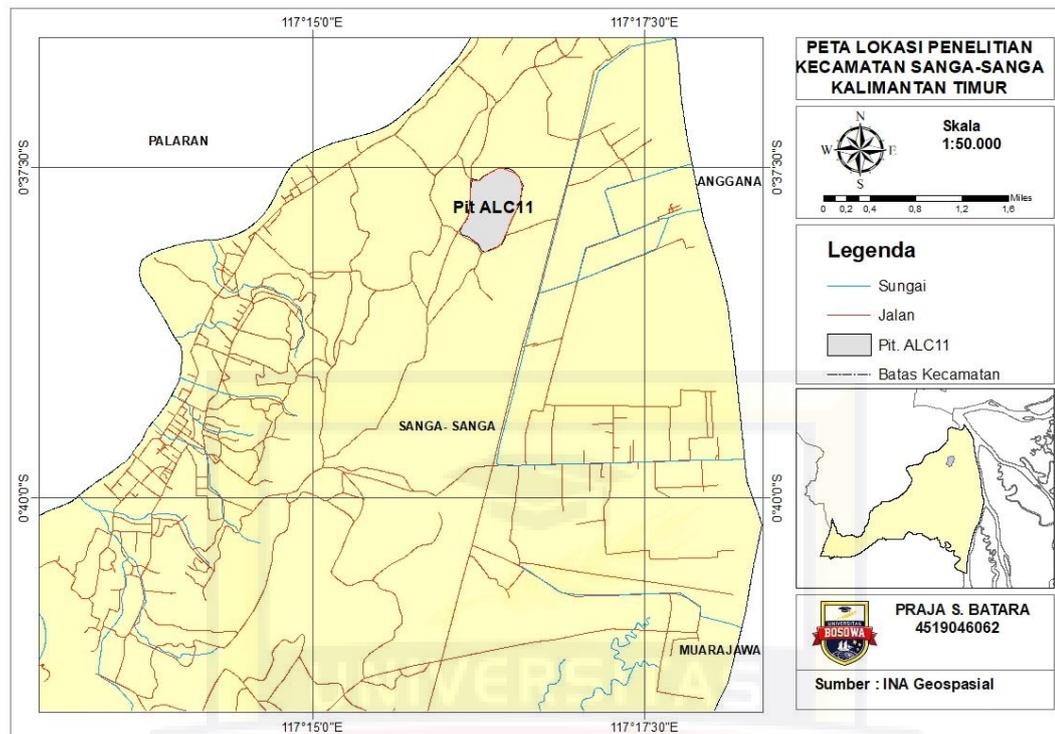
B. Lokasi Dan Waktu

1) Lokasi

Penelitian dilakukan di wilayah konsesi pertambangan batubara Pit Alc 11 PT Alhasanie Job Site Sanga-Sanga yang terletak di Kecamatan Sanga-Sanga, Kabupaten Kutai Kertanegara, Provinsi Kalimantan Timur.

2) Waktu

Penelitian ini dilakukan dalam jangka waktu 1 bulan, yakni pada bulan Agustus 2022.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian (Pit Alc 11)

C. Alat Dan Bahan

Dalam penelitian ini alat dan bahan yang digunakan untuk membantu mempermudah membuat penelitian yaitu:

- a) Literatur yang digunakan sebagai panduan atau sumber ilmiah yang bisa mendasari dalam penelitian.
- b) Laptop, alat yang digunakan untuk membantu menyelesaikan penelitian ini.
- c) Kalkulator, digunakan untuk menghitung dan mengecek ulang hitungan penelitian.
- d) Alat Tulis Menulis, digunakan untuk menulis data yang diperoleh.
- e) *Stopwatch*, alat yang digunakan untuk menghitung waktu.
- f). Kamera, sebagai alat dokumentasi kegiatan.
- g). GPS, untuk plotting titik pengamatan.

D. Teknik Pengumpulan Data

1) Observasi

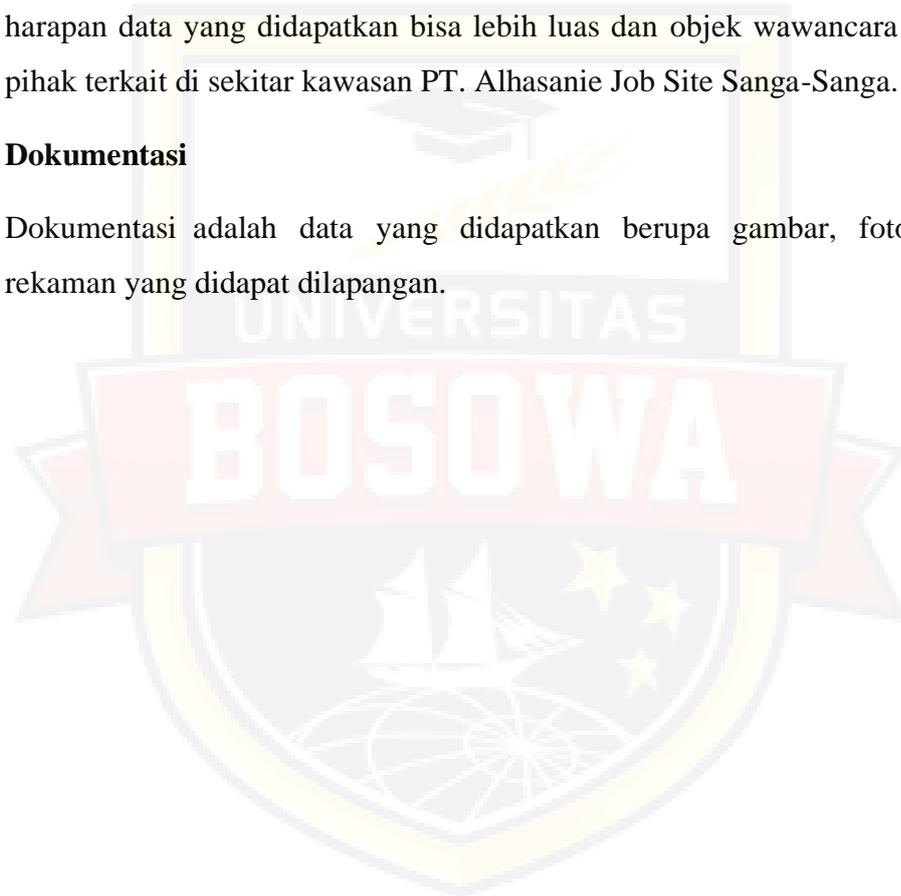
Observasi dilakukan dengan pengamatan langsung pada lapangan dalam hal ini PT. Alhasanie Job Site Sanga-Sanga.

2) Wawancara

Wawancara dilakukan dengan menggunakan konsep tidak terstruktur agar harapan data yang didapatkan bisa lebih luas dan objek wawancara adalah pihak terkait di sekitar kawasan PT. Alhasanie Job Site Sanga-Sanga.

3) Dokumentasi

Dokumentasi adalah data yang didapatkan berupa gambar, foto serta rekaman yang didapat dilapangan.

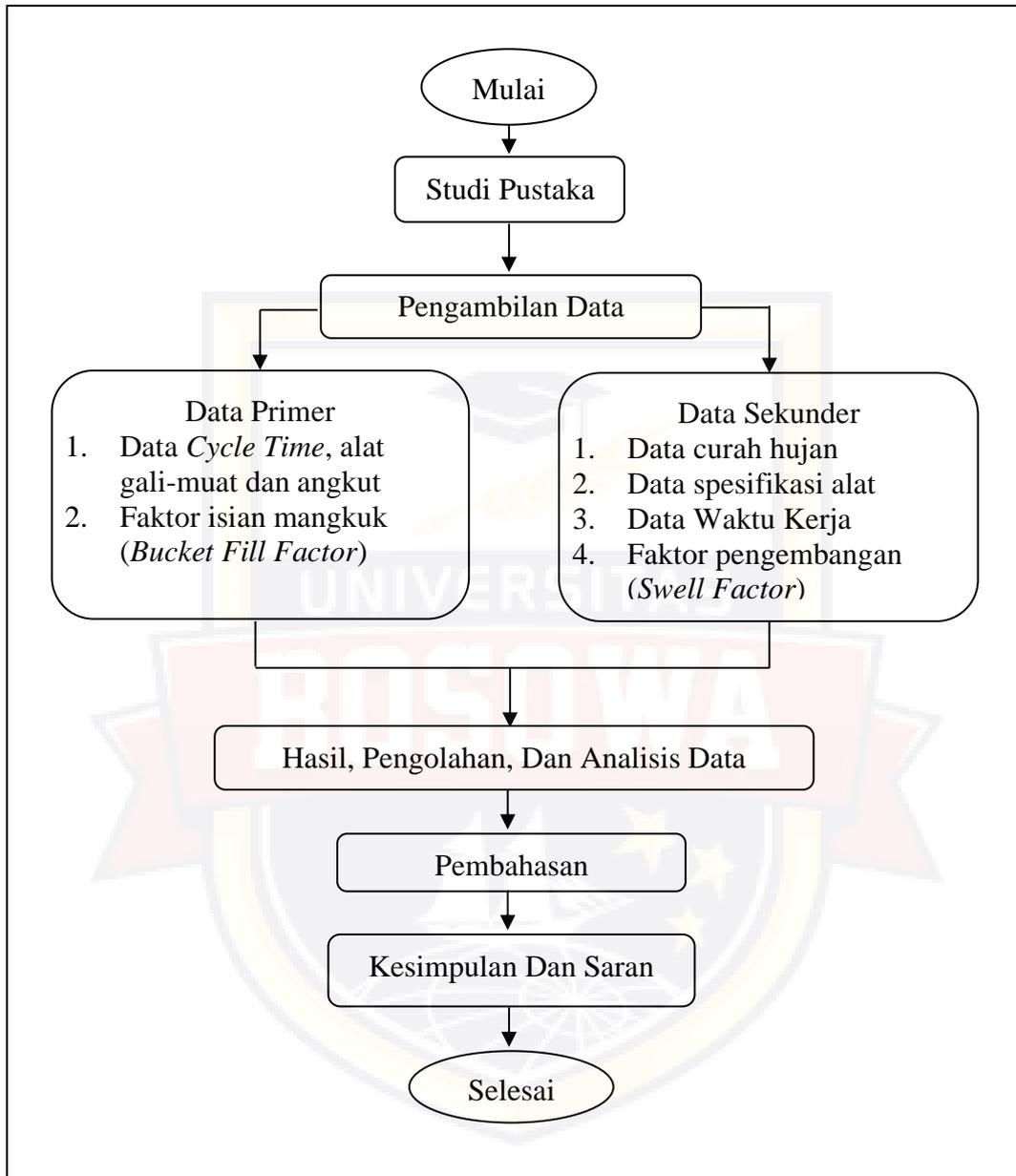


E. Teknik Analisis Data

Data-data yang telah diperoleh kemudian dianalisis berdasarkan literatur-literatur yang berhubungan dengan masalah tersebut. Adapun cara dalam analisis data adalah sebagai berikut :

1. Menghitung *cycle time* alat angkut dengan menggunakan metode statistika dasar distribusi normal.
2. Menghitung waktu kerja alat dengan menggunakan metode perbandingan waktu aktual lapangan dengan estimasi waktu kerja.
3. Menghitung waktu kerja kesediaan mekanik alat gali-muat dengan menggunakan metode statistika dasar distribusi normal dan menggunakan rumus kesediaan mekanik.
4. Menghitung keserasian antara jumlah alat angkut dengan alat gali muat dengan melihat jumlah alat angkut dan alat gali muat di lapangan dengan perbandingan teoritisnya.
5. Menjabarkan faktor-faktor penyebab tidak tercapainya target produktivitas.
6. Menjabarkan usaha yang dilakukan agar target pengupasan tercapai.
7. Memberikan kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

F. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2 Bagan Alir (Flow Chart) Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Jam Kerja Kegiatan Penambangan

Jam kerja adalah waktu kerja yang sesungguhnya digunakan pada operasi penambangan. Semakin kecil selisih antara waktu kerja yang dijadwalkan dengan waktu kerja efektif maka semakin baik, baik dari segi operator maupun produksi yang dihasilkan.

2. Waktu Edar (*Cycle Time*) Alat Gali-Muat dan Alat Angkut

2.1 *Cycle Time* Rata-rata Excavator Hitachi EX1200-6

Dapat dilihat pada lampiran I

Digging (detik)	Swing Isi (detik)	Dumping (detik)	Swing kosong (detik)	CT
11,9	5,7	5,4	5,9	28,9

$$CT_m = 11,9 + 5,7 + 5,4 + 5,9$$

$$CT_m = 28,9 \text{ detik}$$

2.2 *Cycle Time* Rata-rata ADT Volvo A60h

Dapat dilihat pada lampiran II

Manuver loading (menit)	Loading (menit)	Hauling isi (menit)	Manuver dumping (menit)	Dumping (menit)	Hauling Kosong (menit)	CT
0,49	1,63	1,56	0,53	0,49	3,38	8,08

$$CT_a = 0,49 + 1,63 + 1,56 + 0,53 + 0,49 + 3,38$$

$$CT_a = 8,08$$

3. Standby, Repair dan Working Hours

Waktu *standby* (S) adalah waktu alat tidak dioperasikan padahal alat tersebut tidak rusak dan siap beroperasi. Waktu *repair* (R) adalah waktu perbaikan pada saat jam operasional berlangsung. Sedangkan waktu *working* (W) adalah waktu yang benar-benar digunakan alat untuk memproduksi sampai akhir operasi yaitu selisih jam kerja dengan jam kerja yang hilang. Dapat dilihat pada lampiran III

4. Kondisi Tempat Kerja

Produksi alat mekanis selain dipengaruhi oleh kondisi fisik dan mekanisnya, juga dipengaruhi oleh keadaan tempat kerja alat tersebut digunakan. Untuk mengetahui produksi alat muat dan alat angkut maka perlu dilakukan pengamatan terhadap faktor-faktor yang mempengaruhinya. Tinjauan terhadap kondisi tempat kerja bertujuan untuk mengetahui apakah kondisi tersebut sudah mendukung atau belum untuk kegiatan produksi material *overburden*.

5. Material

5.1 Swell Factor

Swell factor merupakan suatu faktor yang menunjukkan besarnya volume pengembangan suatu material setelah digali dari tempatnya berdasarkan volume asli sebelum digali. Perhitungan faktor pengembangan ini menggunakan parameter *density loose* dan *density bank* yang didapatkan dari data PT. Alhasanie Job Site Sanga-Sanga. Material *overburden* di pit barat berupa *claystone* dengan *loose density* 1.25 ton/m^3 dan *bank density* 1 ton/m^3 . dapat dilihat pada lampiran IV

5.2 Bucket Fill Factor

Bucket fill factor merupakan perbandingan antara volume material nyata yang dimuat oleh *bucket* dengan volume kapasitas teoritis *bucket* yang dinyatakan dalam %. Perhitungan *bucket fill factor* pada penelitian ini menggunakan data *payload* dan *passing* yang diambil saat dilapangan menggunakan persamaan (2.3). Data *passing excavator* didapatkan pada saat pengamatan dilapangan. Data *loose density* dan data *payload* didapatkan dari PT. Alhasanie Job Site Sanga-Sanga.

6. *Lost Time*

Lost time merupakan waktu pada saat alat gali-muat tidak memproduksi *overburden*. Waktu terbang ada yang dapat dihindari dan ada yang tidak dapat dihindari. Semakin besar waktu yang terbang maka semakin kecil pula efisiensi kerja alat gali-muat. Pengamatan waktu terbang alat gali-muat diambil bersamaan dengan pengambilan data *cycle time*.

Waktu terbang yang didapat pada saat melakukan pengamatan antara lain:

- a. Pindah *Front*
- b. Perbaiki *Front*
- c. *Waiting Hauler*
- d. *Spotting Time Truck*
- e. Kebutuhan Operator

B. Pengolahan Data

1. *Bucket Fill Factor*

Bucket fill factor merupakan perbandingan antara volume material nyata yang dimuat oleh *bucket* dengan volume kapasitas teoritis *bucket* yang dinyatakan dalam%. Perhitungan *bucket fill factor* pada penelitian ini menggunakan data payload dan passing *excavator* yang diambil saat di lapangan. Perhitungan *bucket fill factor* yaitu sebagai berikut:

Diketahui :

Material Claystone

Rata-rata payload : 24 lcm

Rata-rata passing : 4,5

Loose density : 1,25 ton /m³

Kapasitas bucket : 6,5 m³

$$V_n \left(\frac{\text{rata-rata payload}}{\text{density loose}} \right) \times \frac{1}{\text{rata-rata passing}}$$

$$V_n = \left(\frac{24 \times 1,25}{1,25} \right) \times \frac{1}{4,5}$$

$$K = \frac{V_n}{V_t} \times 100\%$$

$$K = \frac{5,3}{6,5} \times 100\%$$

$$K = 81,5 \%$$

2. *Swell Factor*

Bila material digali dari tempat aslinya maka akan terjadi pengembangan (*swell*). Volume tanah yang telah digali (*volume loose*) pada umumnya lebih besar dari volume tanah aslinya di alam (*volume insitu*). Hal ini dikarenakan pada proses penggalian tersebut terjadi perubahan kepadatan dari material tersebut. Pertambahan volume ini disebut sebagai pengembangan tanah, sehingga yang dimaksud dengan faktor pengembangan (*swell factor*).

$$Sf = \frac{\text{Volume Insitu}}{\text{Volume Loose}} \times 100\%$$

$$Sf = \frac{1 \text{ ton/m}^3}{1,25 \text{ ton/m}^3}$$

$$Sf = 80 \%$$

3. **Ketersediaan Alat**

Dengan diketahuinya jam kerja alat, maka dapat diukur ketersediaan dari alat yang digunakan. Ketersediaan alat berpengaruh langsung terhadap kinerja serta produktivitas dari *excavator* dan *dump truck* yang diamati. Waktu kerja alat aktual *excavator* dan *dump truck* merupakan data *sekunder* dari PT. Alhasanie Job Site Sanga-sanga yang diambil pada bulan Agustus 2022 dan dapat dilihat pada lampiran III. Berdasarkan data *sekunder* tersebut, maka ketersediaan alat yang diamati diantaranya meliputi :

3.1 **Ketersediaan Excavator Hitachi EX1200-6**

1) **Kesediaan Mekanis (*Mechanical Availability*)**

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

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

2) **Kesediaan Fisik (*Physical Availability*)**

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

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

3) **Penggunaan Kesediaan (*Use of Availability*)**

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

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

4) **Penggunaan Efektif (*Effective Utilization*)**

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

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

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

3.2 **Ketersediaan *Articulated Dump Truck Volvo A60h***

1) **Kesediaan Mekanis (*Mechanical Availability*)**

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

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

2) **Kesediaan Fisik (*Physical Availability*)**

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

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

3) **Penggunaan Kesediaan (*Use of Availability*)**

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

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

4) Penggunaan Efektif (*Effective Utilization*)

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

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

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

Tabel 4.1 Ketersediaan Alat Gali Muat Dan Alat Angkut

NO	ALAT	MA	PA	UA	EU
		%	%	%	%
1	<i>Ex. Hitachi EX1200-6</i>	80	92	87	80
2	<i>Articulated Dump Truck Volvo A60h</i>	79	92	86	79

4. Efisiensi Kerja

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

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

1) *Excavator Hitachi EX1200-6*

Diketahui :

Waktu bekerja : 29.100 detik (485 menit)

Waktu hambatan : 6.900 detik (115 menit)

Waktu tersedia : 36.000 detik (600 menit)

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

$$Ek = 80\%$$

2) *Articulated Dump Truck Volvo A60h*

Diketahui :

Waktu bekerja : 480 menit

Waktu hambatan : 120 menit

Waktu tersedia : 600 menit

$$Ek = \frac{480}{600} \times 100 \%$$

$$Ek = 80\%$$

5. Produktivitas

1) *Excavator Hitachi EX1200-6*

Diketahui :

$$Ek = 80 \%$$

$$Sf = 80 \%$$

$$Kb = 6,5 \text{ m}^3$$

$$Ff = 81,5 \%$$

$$CTm = 28,9$$

$$Pm = \frac{0,80 \times 0,8 \times 6,5 \times 0,738}{28,9} \times 3.600$$

$$Pm = 422,33 \text{ bcm/jam}$$

Jika jam kerja efektif dalam 1 bulan adalah 248,48 jam, Maka :

$$Pm = 422,33 \text{ bcm/jam} \times 248,48 \text{ jam} = 104.940,55 \text{ bcm/bulan}$$

2) *Articulated Dump Truck Volvo A60h*

Diketahui :

$$Ek = 80 \%$$

$$Sf = 80 \%$$

$$Kv = 24 \text{ m}^3$$

$$Ff = 81,5 \%$$

$$Cta = 8,08$$

$$N = 4,5$$

$$Pa = \frac{0,80 \times 0,8 \times 24 \times 0,815 \times 4,5}{8,08} \times 60$$

$$Pa = 418,31$$

Jika jam kerja efektif dalam 1 bulan adalah 246, maka :

$$Pa = 418,31 \text{ bcm/jam} \times 246 \text{ jam} \times 3 \text{ Adt} = 308.712,78 \text{ bcm/bulan}$$

6. Match Factor

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

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

Diketahui :

$$Na = 3 \text{ Adt}$$

$$CTm = 28,9$$

$$N = 4,5$$

$$CTa = 8,08$$

$$Nm = 1$$

$$Mf = \frac{3 \times 28,9 \times 4,5}{484 \times 1}$$

$$Mf = 0,80$$

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

Besarnya waktu tunggu alat muat dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$Wtm = \frac{Nm \times CTa}{Na} - CTm$$

$$Wtm = \frac{1 \times 484}{3} - 28,9$$

$$Wtm = 132,43 \text{ detik} = 2,2 \text{ menit}$$

Berdasarkan perhitungan agar tercapainya keserasian kerja, maka dari itu perlu dilakukan kajian ulang produktivitas *excavator* dan *articulated dump truck* kemudian dilakukan perhitungan ulang keserasian kerja.

C. Analisis Data

1. Jam Kerja

Jam kerja adalah waktu kerja yang digunakan untuk melakukan kegiatan operasi penambangan. Jam kerja akan besar apabila banyak waktu kerja semakin mendekati jumlah waktu yang tersedia. Perbaikan jam kerja dengan memperbaiki jam kerja pukul 08.00 Wib menjadi 07.30 Wib, kegiatan penambangan sudah harus beroperasi pada pukul 07.30 agar meminimalisir waktu non produktif. Dapat dilihat pada lampiran V

2. Cycle Time Excavator

Cycle time merupakan faktor yang sangat menentukan besarnya nilai produksi. Secara teoritis besar *cycle time* maksimal alat gali muat dengan persamaan type Hitachi EX1200-6 *cycle time* dengan range *swing angle* 30° – 135° sebesar 21,5 – 35,1 detik. Sedangkan *cycle time* aktual di lapangan nilai rata – rata untuk Hitachi EX1200-6 di pit Alc 11 adalah 28,9 detik. Faktor-faktor yang mempengaruhi *cycle time* alat gali muat antara lain:

3. Metode Loading

Metode *loading* yang digunakan oleh operator tidak tetap, sehingga saat menggunakan metode *bottom loading*, *cycle time* alat gali muat akan lebih besar.

4. Swing Angle

Swing angle merupakan sudut perputaran alat gali muat pada saat alat tersebut berayun baik dalam keadaan berisi maupun dalam keadaan kosong. Pada kondisi aktual di lapangan besar *swing angle* selalu berubah- ubah antara 30° - 135°. Dalam melakukan pengambilan data *cycle time excavator*, waktu edar berkisar 21,5 – 35,1 detik dengan rata-rata waktu edar 28,9 detik. Hal ini menyebabkan adanya variasi waktu edarnya alat gali muat Hitachi EX1200-6.

Semakin besar *swing angle* yang digunakan maka waktu edarnya pun akan menjadi semakin besar dan begitu pula sebaliknya.

Dengan demikian perlu adanya pengurangan *swing angle* pada saat alat tersebut berproduktivitas dengan cara penempatan alat angkut dan alat gali muat yang ideal agar nilai *swing angle* tersebut dapat diperkecil seperti yang direkomendasikan <135°. Waktu edar dapat berkurang dengan pengurangan *swing angle* menjadi <135°. Prediksi waktu yang berkurang untuk setiap derajat dapat dihitung menggunakan rumus.

$$\text{Waktu yang dihemat} = \frac{2 \times \text{Berkurangnya sudut putar}}{\text{sudut putaran}} \times \frac{1}{\text{rpm}}$$

Penulis melakukan perhitungan untuk pengurangan sudut *loading* 30°.

$$\begin{aligned} \text{Waktu yang dihemat } 30^\circ &= \frac{2 \times 30}{360} \times \frac{1}{60/35,1} = 0,272/60 \\ &= 0,04 \text{ menit} = 2,4 \text{ detik} \end{aligned}$$

5. *Cycle Time Articulated Dump Truck*

Perbaikan waktu edar dapat dilakukan untuk alat angkut dengan cara menambah kecepatan, berdasarkan spesifikasi alat angkut kecepatan maksimum alat adalah 55 km/jam dan jarak jalan angkut adalah 600 m. Kecepatan rata – rata *dump truck* bermuatan yang diperbolehkan 20 km/jam dan kecepatan rata – rata *dump truck* tidak bermuatan 30 km/jam.

Hasil pengamatan selama dilapangan beserta data-data yang sudah didapatkan menunjukkan bahwa keserasian kerja antara alat gali muat dan alat angkut tersebut belum serasi karena *match factor* yaitu < 1.

Jadi solusi atau pemecahan masalah tersebut, dicoba dengan menghitung kecepatan unit angkut yang seharusnya di perbolehkan yaitu dengan kecepatan 20 km/jam, dengan perhitungan :

$$t = \frac{d}{v}$$

$$d = 1,2 \text{ km}$$

$$v = 20 \text{ km/jam}$$

$$t = \frac{1,2 \text{ km}}{20 \text{ km/jam}} = 3,6 \text{ menit (Waktu pengangkutan dan kembali kosong)}$$

Cta = MET + LT + MDT + D, dari hasil cycle time terkecil ditambah waktu pengangkutan dan kosong kembali

Jadi CT = 21,3 + 72 + 22,3 + 24,6 + 216 = 354,2 detik = 5,9 menit

6. Perbaikan Jumlah Curah

Jumlah curah *bucket* saat menumpahkan material ke *dump truck* saat ini 4 – 6 kali curah, dalam pengamatan penulis bak *dump truck* belum terisi maksimal untuk 4 kali curah. Berdasarkan *handbook articulated dump truck* memiliki kapasitas *vessel* 24 bcm dengan kapasitas *bucket excavator* 6,5 m³.

$$\text{Jumlah Curah} = \frac{\text{Kapasitas vessel}}{\text{Kapasitas bucket} \times F_f \times S_f}$$

$$\text{Jumlah Curah} = \frac{24 \text{ bcm}}{6,5 \text{ m}^3 \times 0,815 \times 0,8} = \frac{24}{4,23} = 5$$

Jadi jumlah curah untuk performa maksimal **5 kali** curah.

7. Peningkatan Efisiensi Kerja

Dilakukan dengan mengurangi waktu hambatan operator agar efisiensi kerja jadi maksimal.

7.1 Excavator Hitachi EX1200-6

Diketahui :

Waktu bekerja : 30.300 detik (505 menit)

Waktu hambatan : 5.700 detik (95 menit)

Waktu tersedia : 36.000 detik

$$E_k = \frac{30.300}{36.000} \times 100 \%$$

E_k = 84 %

7.2 *Articulated Dump Truck Volvo A60h*

Diketahui :

Waktu bekerja : 510 menit

Waktu hambatan : 90 menit

Waktu tersedia : 600 menit

$$Ek = \frac{510}{600} \times 100 \%$$

$$Ek = 85 \%$$

8. Evaluasi Peningkatan Produktivitas

8.1 *Excavator Hitachi EX1200-6*

Diketahui :

$$Ek = 84 \%$$

$$Sf = 80 \%$$

$$Kb = 6,5 \text{ m}^3$$

$$Ff = 81,5 \%$$

$$CTm = 26,5 \text{ detik (Setelah dikurangi } swing \text{ angle } 30^\circ)$$

$$Pm = \frac{0,84 \times 0,8 \times 6,5 \times 0,815}{26,5} \times 3600$$

$$Pm = 483,61 \text{ bcm/jam}$$

Jika setelah perbaikan efisiensi kerja dalam 1 bulan 258,71 adalah jam, Maka:

$$Pm = 483,61 \text{ bcm/jam} \times 258,71 \text{ jam} = 125.114,74 \text{ bcm/bulan}$$

8.2 *Articulated Dump Truck Volvo A60h*

Diketahui :

$$Ek = 85\%$$

$$Sf = 80 \%$$

$$Kv = 24 \text{ m}^3$$

$$Ff = 81,5 \%$$

$$Cta = 354,2 \text{ detik} = 5,9 \text{ menit (Setelah dilakukan perbaikan } cycle \text{ time)}$$

$N = 5$ (Setelah penambahan jumlah *passing*)

$$Pa = \frac{0,85 \times 0,8 \times 24 \times 0,815 \times 5}{5,9} \times 60$$

$$Pa = 676,31 \text{ bcm/jam}$$

Jika setelah perbaikan efisiensi kerja dalam 1 bulan adalah 261,5 jam, Maka:

$$Pa = 676,31 \text{ bcm/jam} \times 261,5 \text{ jam} \times 3 \text{ Adt} = 530.565,19 \text{ bcm/bulan}$$

9. Perbaikan *Match Factor*

$$Na = 3 \text{ Adt}$$

$$CTm = 26,5 \text{ detik}$$

$$N = 5$$

$$CTa = 5,9 = 354,2 \text{ detik}$$

$$Nm = 1$$

$$Mf = \frac{3 \times 26,5 \times 5}{354,2 \times 1}$$

$$Mf = 1,1$$

Jadi, nilai MF = 1 berarti alat sudah serasi, sehingga tidak ada waktu tunggu yang terjadi pada alat gali muat dan alat angkut.

D. Pembahasan

1. Produktivitas Aktual Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Perhitungan produktivitas aktual alat gali-muat dan alat angkut dilakukan dengan menggunakan Persamaan (2.11 – 2.12). Berikut hasil perhitungan nilai produktivitas aktual alat gali-muat dan alat angkut di lapangan yang ditunjukkan pada Tabel di bawah ini.

Tabel 4.2 Produktivitas Aktual

Jenis Alat	Excavator	Adt
Jumlah Unit	1	3
KB (m ³)	6,5	24
BF (%)	81,5	81,5
EK (%)	80	80
n (kali)		4,5
Densitas (ton/m ³)	1,25	1,25
Waktu (jam/hari)	10	10
Produktivitas (bcm/jam)	422,33	418,31
Produktivitas (bcm/bulan)	104.940,55	308.712,78

2. Faktor yang Mempengaruhi Tidak Tercapainya Pengupasan *Overburden*

2.1 Cuaca

Curah hujan pada bulan agustus adalah 144,0 mm (Intensitas Sedang) di Kec. Sanga-sanga, yang mengakibatkan rencana produksi di PT. Alhasanie Job Site Sanga-sanga jadi terganggu dari rencana yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Dapat dilihat pada lampiran VI

2.2 Waktu edar alat gali-muat dan alat angkut

Perhitungan waktu edar alat gali-muat dan alat angkut di lapangan dilakukan menggunakan Persamaan (2.9 – 2.10). Waktu edar rata-rata untuk alat gali-muat sebesar 28,9 detik, sedangkan waktu edar rata-rata alat angkut sebesar 484 detik (8,08 menit). Tingginya waktu edar alat gali-muat dan alat angkut maka perlu dilakukan perbaikan.

2.3 Jumlah Curah *Bucket* pada *Vessel* Alat Angkut yang kurang Maksimal

Jumlah curah aktual 4-6 berarti tidak menentu yang dapat meningkatkan waktu loading, mengakibatkan cycle time alat angkut bertambah perlu dilakukan perbaikan jumlah curah agar kinerja alat jadi maksimal.

2.4 Keserasian Kerja Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Dari hasil perhitungan diperoleh keserasian kerja alat. Berdasarkan alat gali muat EX1200-6 dan alat angkut Adt volvo A60h yang berada di Pit Alc 11 diperoleh *match factor* sebesar 0,80. Jadi, $MF < 1$ berarti adanya waktu tunggu pada alat gali muat, maka dari itu perlu dilakukan kajian ulang produktivitas *excavator* dan *articulated dump truck* kemudian dilakukan perhitungan ulang keserasian kerja.

3. Usaha yang Dilakukan Agar Target Pengupasan *Overburden* Tercapai

Pencapaian produktivitas aktual alat gali-muat dan alat angkut masih jauh dari target produksi yang ditetapkan, sehingga perlunya analisis dan perbaikan kondisi kerja diantaranya :

3.1 Perbaikan Waktu edar

Perbaikan waktu edar dilakukan dengan cara mengatasi masalah penyebab tingginya waktu edar. Perbaikan waktu edar dilakukan pada alat alat gali muat yang semula 28,9 detik menjadi 26,5 detik dengan cara mengurangi *swing angle* 30°, sedangkan untuk alat angkut yang semula 8,08 menit menjadi 5,9 menit dengan cara menekan waktu pengangkutan.

3.2 Jumlah Curah *Bucket* pada *Vessel* Alat Angkut Setelah Perbaikan

Setelah dilakukan perbaikan jumlah curah, berdasarkan *handbook articulated dump truck* memiliki kapasitas *vessel* 24 bcm dengan *kapasitas bucket excavator* 6,5 m³, jadi jumlah curah untuk performa maksimal adalah 5 curah.

3.3 Peningkatan Efisiensi Kerja

Rendahnya waktu kerja efektif disebabkan karena besarnya waktu hambatan kerja yang terjadi di lapangan, sehingga menyebabkan kecilnya nilai efisiensi kerja kegiatan penambangan. Usaha-usaha yang dapat dilakukan untuk mengatasi hal tersebut yaitu dengan cara menekan waktu hambatan kerja terutama hambatan kerja yang dapat dihindari serta memperbaiki manajemen produksi guna meminimalisir terjadinya kerusakan alat pada jam kerja. Dapat dilihat pada lampiran VII

Berdasarkan lampiran VII, setelah dilakukan perbaikan kondisi kerja terlihat waktu kerja efektif meningkat dari 485 menit/hari menjadi 505 menit/hari pada kegiatan alat gali-muat, sedangkan pada kegiatan pengangkutan mengalami kenaikan dari 480 menit/hari menjadi 510 menit/hari, sehingga efisiensi kerja produksi meningkat dari 80% menjadi 84% untuk kegiatan alat gali-muat, sedangkan pada kegiatan alat angkut efisiensi kerja meningkat dari 80% menjadi 85%. Hal tersebut menunjukkan efisiensi kerja kegiatan penambangan setelah perbaikan kondisi kerja sudah baik.

3.4 Keserasian Kerja Alat Gali-Muat dan Alat Angkut Setelah Dilakukan Perbaikan

Setelah dilakukan kajian ulang pada keserasian kerja alat menggunakan persamaan (2.13 - 2.14) diperoleh *match faktor* sebesar 1,1. Jadi, $MF = 1$ berarti alat sudah serasi, sehingga tidak ada waktu tunggu yang terjadi pada alat gali muat dan alat angkut.

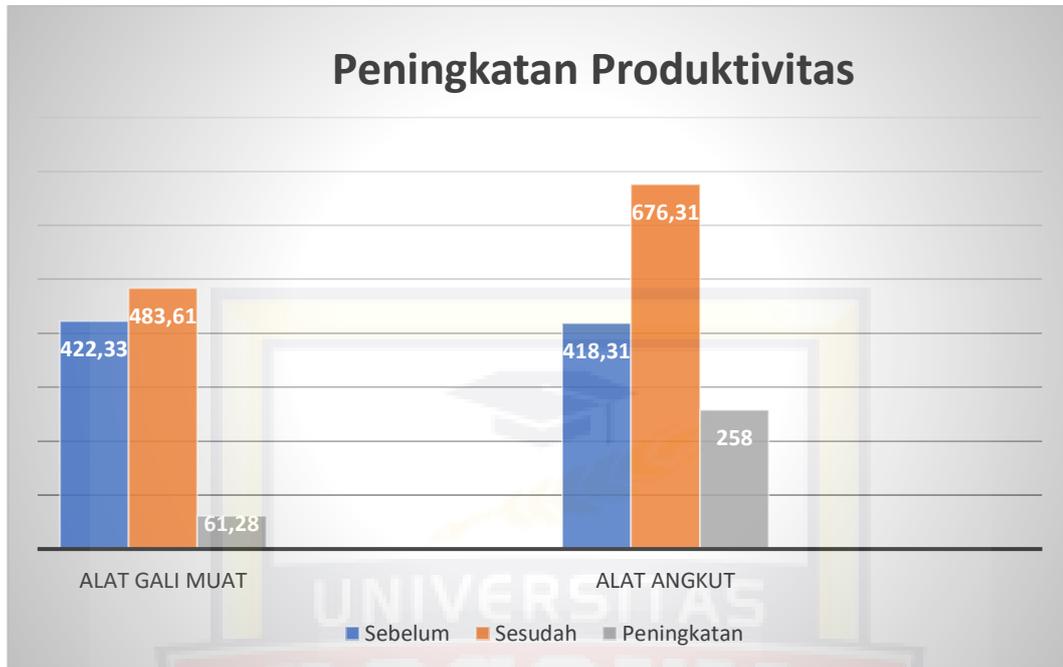
4. Produktivitas Setelah Perbaikan

Setelah dilakukan perbaikan pada setiap faktor yang mempengaruhi produktivitas alat gali-muat dan angkut maka dapat dihitung jumlah produktivitas alat tersebut. Berikut ini adalah tabel sesudah dilakukan perbaikan alat gali-muat dan alat angkut.

Tabel 4.3 Produktivitas Setelah Perbaikan

Jenis Alat	Excavator	Adt
Jumlah Unit	1	3
KB (m ³)	6,5	24
BF (%)	81,5	81,5
EK (%)	84	85
n (kali)		5
Densitas (ton/m ³)	1,25	1,25
Waktu (jam/hari)	10	10
Produktivitas (bcm/jam)	483,61	676,31
Produktivitas (bcm/bulan)	125.114,74	530.565,19

5. Grafik Peningkatan Produktivitas



Gambar 4.1 Grafik Peningkatan Produktivitas Setelah Perbaikan

Dari grafik diatas diketahui bahwa produktivitas aktual alat gali muat adalah 422,33 bcm/jam, apabila dilakukan perbaikan pada alat gali muat maka produktivitas akan meningkat menjadi 483,61 bcm/jam, sedangkan produktivitas aktual untuk alat angkut adalah 418,31 bcm/jam, apabila dilakukan perbaikan pada alat angkut maka produktivitas untuk alat angkut meningkat menjadi 676,31 bcm/jam. Tetapi hanya 483, 31 bcm/jam yang dapat diangkut oleh alat angkut sesuai dengan kemampuan alat gali muat.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Produktivitas aktual alat gali muat (Hitachi EX1200-6) adalah 422,33 bcm/jam dan 104.940,55 bcm/bulan, sedangkan untuk alat angkut (Adt Volvo A60h) adalah 418,31 bcm/jam dan 308.712,78 bcm/bulan.
2. Faktor penyebab tidak tercapainya pengupasan overburden di Pit Alc 11 adalah cuaca, waktu edar alat gali-muat dan alat angkut, jumlah curah *bucket* pada *vessel* alat angkut dan keserasian kerja alat gali-muat dan alat angkut.
3. Usaha yang dilakukan agar target pengupasan tercapai adalah Perbaikan waktu edar alat angkut dilakukan dengan cara menekan waktu pengangkutan sedangkan untuk alat gali-muat dilakukan dengan cara mengurangi *swing angle* 30°, Perbaikan jumlah curah *bucket* ke *vessel* dilakukan berdasarkan handbook *articulated dump truck* memiliki kapasitas *vessel* 24 bcm dengan kapasitas bucket excavator 6,5 m³ jadi jumlah curah untuk performa maksimal adalah 5 curah, Peningkatan waktu kerja alat dengan cara mengurangi waktu hambatan kerja dan Keserasian kerja (*match factor*) aktual alat gali-muat dan alat angkut rendah yaitu 0,80 untuk *excavator* hitachi EX1200-6 dengan *articulated dump truck* Volvo A60h ini menyebabkan adanya waktu tunggu bagi alat gali muat. Untuk mencapai keserasian kerja (*match factor*) = 1 atau mendekati satu dilakukan pengoptimalan *cycle time* alat angkut dan penambahan jumlah passing *excavator* sehingga *match factor* mencapai 1,1.

B. Saran

1. Untuk mengoptimalkan produksi alat gali muat dan alat angkut diperlukan perubahan pada *swing angle excavator* menjadi 30° , dan jumlah pengisian *bucket excavator* menjadi 5 kali pengisian.
2. Diperlukan peningkatan efisiensi kerja agar mengurangi waktu hambatan kerja.
3. Diperlukan pengawasan terhadap keserasian alat gali muat dan alat angkut agar tidak terjadi waktu tunggu pada alat gali muat maupun alat angkut.



DAFTAR PUSTAKA

- Alan, M., Rianto, D.J., Oktavia, M., 2021. *Evaluasi Kinerja Alat Mekanis Pada Kegiatan Pengupasan Tanah Penutup Di PT. Seluma Prima Coal Kecamatan Mandiangi Kabupaten Sarolangun.*
- Allen, G.P., J.L. Chambers. 1998. *Sedimentation in the Modern and Miocene Mahakam Delta.* Indonesia: IPA.
- Anisari, R., 2012. *Keserasian Alat Muat Dan Angkut Untuk Kecapaian Target Produksi Pengupasan Batuan Penutup Pada PT. Adaro Indonesia Kalimantan Selatan 4.*
- Christina N. Burt, 2014. *Model for Mining Equipment Selection* [jurnal], Curtin University Of Teknology. Perth Australia
- Dunia Atas, 11 Mei, 2018. *Mengenal Bentuk Material dalam Keadaan BCM, LCM, CCM.*
- Efendi, W, T., Gusman, M., *Analisis Kinerja Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Untuk Mencapai Target Produksi 20.000 Ton/Bulan Pada Penambangan Batu Kapur Di PT. Anugrah Halaban Sepakat, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat.*
- Ferguson, A., and K. McClay. 1997. *Structural modeling within the Sanga SangaPSC, Kutai Basin, Kalimantan: its application to palaeochannel orientation studies and timing of hydrocarbon entrapment*, in J. V. C
- Frudis S, I.E., Pitulima, J., Mardiah, 2016. *Kajian Teknis Alat Gali-Muat dan Alat Angkut Pada Pencapaian Pengupasan Overburden 1.120.000 BCM di Pit Taman Tambang Air Laya Bulan September 2016 PT Bukit Asam (Persero) Tbk.*
- Istiqamah, A., n.d. *Kajian Teknis Optimasi Produksi Alat Gali Muat dan Alat Angkut Pada Kegiatan Pengupasan Overburden Berdasarkan Efisiensi Biaya Operasional Di Pit Barat PT. Allied Indo Coal Jaya Kota Sawahlunto 13.*
- Maddeppungeng, A., 2013. *Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Pabrik Krakatau Posco Zone IV Di Cilegon 4, 13.*
- Maharani, S., Wasiq, J., Purwanto, H., 2019. *Permodelan Penyebaran Batuan Potential Acid Forming (PAF) Dan Acid Forming (NAF) Sebagai Upaya*

- Pengendalian Air Asam Tambang Dengan Metode Capsuling Di PT> Putra Perkasa Abadi Site Grimulya (BIB), Kabupaten Tanah Bumbu, Provinsi Kalimantan Selatan.*
- Moss, S.J., J.L.C. Chambers. 2000. *Tertiary facies architecture in the Kutai Basin, Kalimantan, Indonesia. Journal of Asian Earth Sciences.* UK: Elsevier
- Oemiati, N., Revisdah, R., Rahmawati, R., 2020. *Analisis Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Pada Pengupasan Lapisan Tanah Penutup (Overburden).* BJKPTS 6.
- Pramana, A., 2018. *Kajian Teknis Volume Pengupasan Overburden Berdasarkan Produktivitas Alat Gali-MUat dan Alat Angkut PT Baturona Adimulya Kabupaten Musi Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan.*
- Prasmoro, A.V., 2014. *Optimasi Produksi Dump Truck Volvo FM 440 Dengan Metode Kapasitas Produksi Dan Teori Antrian Dilokasi Pertambangan Batubara 16.*
- Purwoko, B., Herlambang, Y., 2018. *Kajian Teknis Produktivitas Alat Gali Muat (Excavator) Hitachi ZX210-5 Dan Alat Angkut (Dump Truck) FN 527 ML Untuk Mencapai Target Produksi Penambangan Batu Granit Di PT. Hansindo Mineral Persada Kecamatan Sungai Pinyuh Kabupaten Mempawah Provinsi Kalimantan Barat 9.*
- Rizallulah, D., 2020. *Optimasi Produktivitas Excavator Dengan Metode Kapasitas Produksi Dan Teori Antrian Di Lokasi Penambangan Pasir Pt. Trie Mukty Pertama Putra (Bungursari, Kota Tasikmalaya) (S.TT.0002).*
- Saputra, H., 2020. *Analisis Produktivitas Alat Muat Dan Alat Angkut Dengan Metoda Overall Equipment Effectivities (OEE) Di PT. Tanito Harum, Tenggarong, Kalimantan Timur.*
- Saefudin., Achmad Hidayat., dkk. *Kajian Penggunaan Alat-alat Berat pada Proyek Pembangunan Jalan Raya Ditinjau Dari Aspek Teknis Dan Ekonomi (Studi Kasus Proyek Pembangunan Jalan Tol Bocimi (Bogor, Ciawi, Sukabumi) Unpak.*
- Satyana, A.H., Nugroho, D., dan Surontoko, I., 1999, *Tectonic Controls on The Hydrocarbon Habitats of The Barito, Kutai and Tarakan basin, East*

Kalimantan, Indonesia, Journal of Asian Earth Sciences Special Issue
Vol.17, No.1-2, Halaman 99-120

Supriatna, S., Sukardi., dan Rustandi. 1995. *Peta Geologi Lembar Samarinda, Kalimantan. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.*

Tamba, N., 2014. *Kajian Teknis Optimalisasi Alat Gali Muat Untuk Pengupasan Lapisan Tanah Penutup Overburden Di PT. Adimitra Baratama Nusantara Desa Kampung Jawa Dan Desa Muara Kembang, Kec. Sanga-Sanga, Kab. Kutai Kartanegara Kalimantan Timur. jsti.v15i2 15.*
<https://doi.org/10.59637/jsti.v15i2.92>





LAMPIRAN I

Tabel Data *Cycle Time* Alat Gali Muat

NO	DT	SLT	D	SET	CT
1	11,14	7,7	5,47	9,65	33,96
2	14,42	6,58	6,51	7,2	34,71
3	12,33	6,07	5,14	7,29	30,83
4	11,41	6,12	4,22	8,42	30,17
5	11,26	8,5	4,81	7,1	31,67
6	16,98	5,82	3,93	8,05	34,78
7	11,63	4,49	4,81	5,17	26,1
8	11,96	5,98	3,53	9,24	30,71
9	11,47	7,81	4,2	7,67	31,15
10	11,22	7,12	4,68	6,55	29,57
11	12,54	9,28	5,04	8,28	35,14
12	11,77	8,75	4,54	8,73	33,79
13	11,28	7,08	4,88	6,28	29,52
14	10,16	5,78	5,14	4,55	25,63
15	7,62	3,54	3,88	5,3	20,34
16	8,89	5,31	5,22	4,89	24,31
17	10,19	5,54	4,37	3,91	24,01
18	10,98	5,22	4,96	4,39	25,55
19	13,52	4,41	4,59	4,11	26,63
20	10,45	5,22	5,87	6,5	28,04
21	13,03	6,42	5,67	4,52	29,64
22	9,42	5,92	6,07	10,39	31,8
23	7,74	4,69	5,1	4,06	21,59
24	12,89	3,68	4,4	5,28	26,25
25	8,6	4,19	4,89	4,94	22,62
26	6,68	5,26	5,14	5,9	22,98
27	9,3	4,99	6,1	3,76	24,15
28	10,08	5,96	5,51	4,72	26,27
29	11,4	6,22	6,57	7,94	32,13
30	14,3	5,83	5,67	5,57	31,37
31	7,21	5,76	6,27	3,96	23,2
32	13,58	3,78	6,19	6,47	30,02
33	18,81	4,15	7,15	4,81	34,92
34	15,43	4,16	7,26	3,4	30,25
35	15,47	6,32	5,44	3,84	31,07
36	17,77	4,42	7,15	4,01	33,35
37	13,89	5,2	7,67	4,24	31
38	14,6	4,07	7,92	3,91	30,5
39	13,76	5,86	6,87	5,35	31,84
CT	465,18	223,2	212,83	230,35	1131,56
RATA-RATA	11,9	5,7	5,4	5,9	28,9

LAMPIRAN II

Tabel Data Cycle Time Alat Angkut

NO	MET	LT	HT	MDT	D	HET	CT
1	22,07	2,5	2,02	37,55	30,36	1,29	95,79
2	26,25	2,02	1,58	26,73	40	3,31	99,89
3	34,93	1,56	1,46	52,75	27,68	3,19	121,57
4	30,57	1,48	2,11	30,62	32,68	5,12	102,58
5	30,03	1,41	2,11	28,39	32,3	6,54	100,78
6	51,29	1,22	1,42	33,15	31,38	3,36	121,82
7	27,36	1,35	1,39	26,7	26,22	4,24	87,26
8	47,01	1,51	1,55	44,08	27,93	3,02	125,1
9	30,07	1,53	1,47	29,92	29,29	4,14	96,42
10	21,39	2,1	1,4	27,86	29,2	5,28	85,23
11	25,53	2,08	2,13	48,96	25,55	1,48	105,73
12	28,13	2,21	2,09	30,29	27,47	3,29	93,48
13	25,04	2,11	2,11	26,47	27,45	5,03	88,21
14	49,61	1,23	1,46	25,64	27,2	3,35	108,49
15	35,31	2	1,22	26,64	24,61	4,52	94,3
16	24,99	2,34	1,33	30,45	28,59	1,44	89,14
17	20,5	1,52	1,18	32,5	29,39	6,17	91,26
18	22,42	3,14	1,06	38,41	26,12	3,46	94,61
19	22,11	2,51	1,27	38,3	29,06	3,04	96,29
20	25,56	2,09	1,15	28,36	30,6	2,57	90,33
21	25,88	1,23	1,09	38,13	31,1	3,14	100,57
22	29,08	1,24	1,09	31,44	28,55	3,22	94,62
23	23,39	1,48	1,14	36,86	27,08	4,17	94,12
24	26,32	1,31	1,39	40,43	28,93	3,4	101,78
25	30,01	1,2	1,21	36,28	27,79	3,11	99,6
26	24,22	1,28	1,1	22,57	25,43	4,19	78,79
27	42,33	1,58	1,35	26,59	33,91	2,24	108
28	25,83	1,35	1,35	24,41	25,91	3,4	82,25
29	22,34	1,45	1,35	35,39	27,6	3,35	91,48
30	28,78	1,37	2,34	31,49	30,34	3,51	97,83
31	38,11	1,27	1,3	32,02	27,69	3,4	103,79
32	23,41	1,53	1,27	31,23	30,24	1,27	88,95
33	48,32	1,48	1,23	29,07	28,94	3,47	112,51
34	32,21	1,5	1,3	31,21	27,36	1,53	95,11
35	33,06	1,33	1,28	29,36	26,47	4,14	95,64
36	22,15	1,37	2,1	31,42	37,23	3,27	97,54
37	25,92	1,42	2,22	29,27	48,08	2,48	109,39
38	21,68	1,31	2,37	24,06	31,77	2,37	83,56
39	48,63	1,3	3,08	22,31	30,74	2,35	108,41
CT	1169,84	63,91	61,07	1247,31	1158,24	131,85	3832,22
RATA-RATA	29,9	1,63	1,56	31,9	29,6	3,38	8,08

LAMPIRAN III

Tabel *Standby*, *Repair* dan *Working Hours* Alat Gali-Muat dan Alat Angkut

Waktu Kerja	Alat Gali-Muat Hari/Menit	Alat Angkut Hari/Menit
Total jam kerja/hari	600 (10 jam)	600 (10 jam)
<i>Repair Time (R)</i>		
1. Rusak dan Perbaikan	45	
2. Delay		45
Total <i>repair</i> /hari	45 menit	
Total <i>Delay</i> /hari		45 menit
Total <i>repair</i> /bulan	$(45:60) \times 31 = 23,25$ jam	$(45:60) \times 31 = 23,25$ jam
<i>Standby time (S)</i>		
1. Non produktif	30	30
2. Isi bahan bakar	5	5
3. Pemanasan mesin	5	5
4. P2h (Pemeriksaan dan perawatan harian)	5	5
5. Pindah lokasi kerja	5	5
6. Terlambat kerja	5	10
7. Berhenti sebelum istirahat	5	5
8. Selesai sebelum waktu pulang	5	5
9. Kebutuhan operator	5	5
10. Hujan	0	0
Total <i>Standby</i> /hari	70	75
Total <i>Standby</i> /bulan	$(70:60) \times 31 = 36,16$ jam	$(75:60) \times 31 = 38,75$ jam
<i>Working hours</i> /hari	485 menit	480 menit
<i>Working hours</i> /bulan	$(8,08 \text{ jam} \times 27) + (7,58 \text{ jam} \times 4) = 248,48$ jam	$(8 \text{ jam} \times 27 + (7,5 \text{ jam} \times 4)) = 246$ jam

LAMPIRAN IV

Tabel Faktor Pengembangan Material

Jenis Material	Kondisi Awal	Kondisi Asli	Kondisi Lepas	Kondisi Padat
Pasir (Sand)	B	1,00	1,11	0,99
	L	0,90	1,00	0,80
	C	1,05	1,17	1,00
Lempung Kepasiran (Sand, Clay)	B	1,00	1,25	0,90
	L	0,80	1,00	0,72
	C	1,11	1,59	1,00
Lempung (Clay)	B	1,00	1,35	0,90
	L	0,70	1,00	0,72
	C	1,11	1,59	1,00
Tanah Berkerikil	B	1,00	1,18	0,90
	L	0,85	1,00	0,72
	C	0,93	1,59	1,00
Kerikil	B	1,00	1,13	1,03
	L	0,88	1,00	0,91
	C	0,97	1,10	1,00
Kerikil Padat/Kasar	B	1,00	1,42	1,29
	L	0,70	1,00	0,91
	C	0,77	1,35	1,00
Batu Kapur Pecah atau Batuan Keras	B	1,00	1,65	1,31
	L	0,61	1,00	0,77
	C	0,82	1,30	1,00
Granit, Basalt dan Batuan Keras	B	1,00	1,70	1,31
	L	0,59	1,00	0,77
	C	0,76	1,30	1,00
Pecahan Batu	B	1,00	1,75	1,40
	L	0,57	1,00	0,80
	C	0,71	1,24	1,00
Batuan Hasil Peledakan	B	1,00	1,80	1,30
	L	0,56	1,00	0,72
	C	0,77	1,38	1,00

LAMPIRAN V

Tabel Jam Kerja Rencana PT. Alhasanie Job Site Sanga-Sanga

Kegiatan (Senin-Kamis & Sabtu-Minggu)	Waktu	
	Jam (wita)	Waktu (menit)
Masuk Kerja	7:00	0
Persiapan Kerja	7:00 – 7:30	30
Kerja Produktif	7:30 – 12:00	270
Istirahat	12:00 – 13:00	60
Kerja Produktif	13:00 – 18:00	300
Pulang	18:00	0
Jumlah Waktu Tersedia		600
Waktu Non-Produktif		30
Waktu Produktif		570

Kegiatan Jumat	Waktu	
	Jam (wita)	Waktu (menit)
Masuk Kerja	7:00	0
Persiapan Kerja	7:00 – 7:30	30
Kerja Produktif	7:30 – 12:00	270
Istirahat	12:00 – 13:30	90
Kerja Produktif	13:00 – 18:00	300
Pulang	18:00	0
Jumlah Waktu Tersedia		570
Waktu Non-Produktif		30
Waktu Produktif		540

LAMPIRAN VI

Tabel Data Curah Hujan

Tanggal	Hujan (Jam)		Cleanup (Jam)		Curah Hujan
	ALC 11		ALC 11		
	DAY	NIGHT	DAY	NIGHT	ALC 11
01-Agt-22					
02-Agt-22	0,6		1,2		5,0
03-Agt-22	1,5		0,7		5,0
04-Agt-22					
05-Agt-22	2,1	0,4	0,5		6,0
06-Agt-22	2,1		1,5		4,3
07-Agt-22					
08-Agt-22					
09-Agt-22					
10-Agt-22	4,8	1,8	0,5		25,0
11-Agt-22					
12-Agt-22					
13-Agt-22	2,7			1,2	4,7
14-Agt-22	1,9		0,3		4,5
15-Agt-22					
16-Agt-22	0,9	3,0		2,0	13,5
17-Agt-22			0,4		
18-Agt-22	1,0		2,5		5,0
19-Agt-22					
20-Agt-22					
21-Agt-22	0,5		0,4		2,0
22-Agt-22					
23-Agt-22	1,9	0,5	0,3	0,2	5,5
24-Agt-22					
25-Agt-22	0,6	0,4	1,8	0,1	12,5
26-Agt-22					
27-Agt-22	3,9	0,4	1,0		15,0
28-Agt-22					
29-Agt-22		2,8		1,0	7,5
30-Agt-22	4,9	9,6	1,3	1,0	25,5
31-Agt-22	0,8		0,7		3,0
TOTAL	30,2	18,9	13,1	6,7	144,0

LAMPIRAN VII

Tabel Peningkatan Efisiensi Kerja

Waktu Kerja	Alat Gali-Muat Hari/Menit		Alat Angkut Hari/Menit	
	Sebelum Perbaikan	Sesudah Perbaikan	Sebelum Perbaikan	Sesudah Perbaikan
Total jam kerja/hari	600	600	600	600
<i>Repair Time (R)</i>				
1. Rusak dan Perbaikan	45	45		
2. Delay			45	45
Total <i>repair</i> /hari	45 menit	45 menit		
Total <i>delay</i> /hari			45 menit	45 menit
Total <i>repair</i> /bulan	23,25 jam	23,25 jam	23,25 jam	23,25 jam
<i>Standby time (S)</i>				
1. Non produktif	30	30	30	30
2. Isi bahan bakar	5	5	5	5
3. Pemanasan mesin	5	5	5	5
4. P2h (Pemeriksaan dan perawatan harian)	5	5	5	5
5. Pindah lokasi kerja	5	5	0	0
6. Terlambat kerja	5	0	5	0
7. Berhenti sebelum istirahat	5	0	10	0
8. Selesai sebelum waktu pulang	5	0	5	0
9. Kebutuhan operator	5	0	5	0
10. Hujan	0	0	0	0
Total <i>Standby</i> /hari	70	50	75	45
Total <i>Standby</i> /bulan	36,16 jam	25,83 jam	38,75 jam	23,25 jam
<i>Working Hours</i> /hari	485 menit	505 menit	480 menit	510 menit
<i>Working Hours</i> /hari	248,48jam	258,71jam	246 jam	261,5 jam

LAMPIRAN VIII

Tabel Spesifikasi Alat Gali Muat (Hitachi EX1200-6)

Weight	114 t
Transport height	5 m
Track width	700 mm
Dredging depth	4,78 m
Bucket width	2,7 m
Engine type	QSK23C
Displacement	23,15 l
Transport Width	5 m
Bucket capacity	6,5 m ³
Max. Reach horizontal	11,5 m
Tear-out force	709 kN
Engine Manuf.	Cummins
Engine Power	552 kW
Emission Level	Tier 2

LAMPIRAN IX

Tabel Spesifikasi Alat Angkut (Adt Volvo A60h)

Weight	43.75 t
Travel speed	54,9 km/h
Transport length	12.225 m
Transport height	3.833 m
Loading height	3.51 m
Engine type	D 16 J
Displacement	16.1 l
Max. torque	2960 Nm
Emission level	Tier 4 f
Standard tyres	32,25 R 29
Net load	55 t
Transport width	3.884 m
Turning radius outside	4.761 m
Engine manuf.	Volvo
Engine Power	470 kW
Revolutions at max torque	1800 rpm
No. of cylinders	6

LAMPIRAN X

Dokumentasi Pengambilan Data



Dokumentasi Lokasi Penambangan (Pit Alc 11)

