EVALUASI PRODUKTIVITAS *EXCAVATOR* SANY SY550 HD DAN *DUMP TRUCK* SANY 380 HP PADA KEGIATAN *COAL GETTING* DI PT LEMATANG *COAL* LESTARI *SITE* CBE

LAPORAN TUGAS AKHIR

ARDHO HANDISYAH
2023310050

PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PRABUMULIH
2026

EVALUASI PRODUKTIVITAS *EXCAVATOR* SANY SY550 HD DAN *DUMP TRUCK* SANY 380 HP PADA KEGIATAN *COAL GETTING* DI PT LEMATANG *COAL* LESTARI *SITE* CBE

Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Ahli Madya
Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Prabumulih

ARDHO HANDISYAH
2023310050

PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PRABUMULIH
2026

HALAMAN PENGESAHAN

EVALUASI PRODUKTIVITAS *EXCAVATOR* SANY SY550 HD DAN *DUMP TRUCK* SANY 380 HP PADA KEGIATAN *COAL GETTING* DI PT LEMATANG *COAL* LESTARI *SITE* CBE

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Ahli Madya Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Prabumulih

Oleh:

Ardho Hamdisyah
2023310058

Prabumulih, 19 Juni 2026

Pembimbing I

Ahmad Husni, S.T., M.T.
NUPTK. 6338747650200003

Pembimbing II

Reni Arisanti, S.T., M.T.
NUPTK. 1439755653300002

Ketua Program Studi
Teknik Pertambangan

Ridho Yevanda, S.T., M.T.
NUPTK. 2507716721302 83

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas Akhir dengan judul "Evaluasi Produktivitas *Excavator* Sany Sy550 Hd Dan *Dump Truck* Sany 380 Hp Pada Kegiatan *Coal Getting* Di Pt Lematang *Coal* Lestari *Site* CBE" yang telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik, Universitas Prabumulih pada hari Senin, Juni 2026. Dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan Tim Penguji laporan Tugas Akhir.

Prabumulih, 19 Juni 2026

Tim Penguji Tugas Akhir

Ketua :

1. Ahmad Husni, S.T., M.T.
   NUPTK. 6338747650200003

Anggota :

2. Reni Arisanti, S.T., M.T.
   NUPTK. 1439755653300002
3. Dr. Ir. Aris Susilo, S.T., M.T., IPM.
   NUPTK. 9944755656130172

Mengetahui,

Dekan Fakultas
Teknik Pertambangan

Dr. Ir. Aris Susilo, S.T., M.T., IPM.
NUPTK. 6338747650200003

Ketua Program Studi
Teknik Pertambangan

Ridho Yovnion, S.T., M.T.
NUPTK. 250771672130283

PENYATAAN INTEGRITAS

Saya bertanda tangan dibawah ini

Nama : Ardho Handisyah

Nim : 2023310050

Prodi : Teknik Pertambangan

Judul : Evaluasi Produktivitas *Excavator* Sany Sy550 Hd Dan *Dump Truck* Sany 380 Hp Pada Kegiatan *Coal Getting* Di Pt Lematang *Coal* Lestari *Site* CBE.

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa, tugas akhir ini benar-benar merupakan hasil karya saya dan tidak terdapat karya orang lain, apabila di kemudian hai terbukti atau dapat dibuktikan bahwa hasil tugas akhir ini hasil *plagiasi*, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku atas perbuatan tersebut.



Prabumulih, 19 Juni 2026

Yang membuat pernyataan,



Ardho Handisyah

2023310050

ABSTRAK

EVALUASI PRODUKTIVITAS *EXCAVATOR* SANY SY550 HD DAN *DUMP TRUCK* SANY 380 HP PADA KEGIATAN *COAL GETTING* DI PT LEMATANG *COAL* LESTARI *SITE* CBE

Ardho Handisyah, 2023310050, 2026

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi produktivitas aktual, menghitung keserasian kerja (*match factor*), serta mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi kinerja alat gali muat *Excavator* Sany SY550 HD dan alat angkut *Dump Truck* Sany 380 HP pada kegiatan *coal getting* di PT Lematang *Coal* Lestari *site* Cakra Bumi Energi, Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan. Metode penelitian dilakukan melalui observasi lapangan dengan mengumpulkan data primer berupa waktu edar (*cycle time*) alat berat, hambatan kerja, dan data sekunder berupa spesifikasi teknis alat mekanis. Berdasarkan hasil pengamatan, efisiensi kerja aktual yang diperoleh di lapangan adalah sebesar 81% dengan rata-rata waktu kerja efektif selama 17,00 jam per hari. Waktu edar rata-rata untuk *Excavator* Sany SY550 HD adalah 19,96 detik , menghasilkan produktivitas sebesar 393,56 ton/jam, yang telah melampaui target perusahaan sebesar 300 ton/jam. Sementara itu, waktu edar rata-rata untuk *Dump Truck* Sany 380 HP dengn jarak pengangkutan 2.600 meter dari *pit* Barat menuju *stockpile* adalah 1.510,82 detik , menghasilkan produktivitas sebesar 281,78 ton/jam, yang juga telah mencapai target perusahaan sebesar 250 ton/jam.. Faktor-faktor utama yang memengaruhi tingkat produktivitas dan performa operasional di lapangan meliputi kondisi fisik *front* penambangan (adanya antrian atau keterbatasan ruang manuver), kondisi jalan angkut (bergelombang atau becek pasca-hujan), pola pemuatan *top loading* , serta hambatan pada penampungan batu bara (*stockpile*) akibat keterbatasan kemampuan *crusher* pada lubang *hopper*.

Kata Kunci : Batu bara, Produktivitas, *Cycle Time*, Alat Gali Muat, Alat Angkut.

ABSTRACT

PRODUCTIVITY EVALUATION OF SANY SY550 HD EXCAVATOR AND SANY 380 HP DUMP TRUCK IN *COAL* GETTING ACTIVITIES AT PT LEMATANG *COAL* LESTARI SITE CBE

Ardho Handisyah, 2023310050, 2026

This research aims to evaluate actual productivity, calculate equipment compatibility (match factor), and identify factors affecting the performance of the Sany SY550 HD excavator as loading equipment and the Sany 380 HP dump truck as hauling equipment in coal getting activities at PT Lematang Coal Lestari, Cakra Bumi Energi site, Muara Enim Regency, South Sumatra. The research method was conducted through field observations by collecting primary data, including heavy equipment cycle times and operational delays, alongside secondary data in the form of technical specifications of the mechanical equipment. Based on field observations, the actual work efficiency achieved was 81%, with an average effective working time of 17.00 hours per day. The average cycle time for the Sany SY550 HD excavator was 19.96 seconds, generating a productivity rate of 393.56 tons/hour, which exceeded the company's target of 300 tons/hour. Meanwhile, the average cycle time for the Sany 380 HP dump truck along a 2,600-meter hauling route from the West pit to the stockpile was 1,510.82 seconds, resulting in a productivity rate of 281.78 tons/hour, which also achieved the company's target of 250 tons/hour. This value indicates a mismatch in operations, causing waiting time for the loading equipment while the hauling equipment was operating at maximum capacity. The main factors influencing productivity levels and field operational performance include the physical conditions of the mining front (queuing or limited maneuvering space), hauling road conditions (undulating or muddy post-rain), the top-loading pattern, and bottlenecks at the coal stockpile due to the limited capacity of the crusher at the hopper opening.

Keyword : *Coal, Productivity, Cycle Time, Match Factor, Digging and Loading Equipment, Hauling Equipment.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan tugas akhir yang berjudul "Evaluasi Produktivitas *Excavator* Sany Sy550 Hd Dan *Dump Truck* Sany 380 Hp Pada Kegiatan *Coal Getting* Di PT Lematang *Coal* Lestari *Site* CBE.

Penulis banyak menerima bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Prabumulih Dr.Yuniar Pratiwi, S.Si., M.Si.
2. Bapak Dr. Ir. Aris Susilo, S.T., M.T., IPM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih, sekaligus sebagai penguji.
3. Bapak Ridho Yovanda, S.T., M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Pertambangan.
4. Bapak Ahmad Husni, S.T., M.T sebagai Pembimbing I.
5. Ibu Reni Arisanti, S.T., M.T sebagai pembimbing II.
6. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih.
7. Bapak/Ibu staf administrasi Fakultas Teknik Universitas Prabumulih.
8. Kedua orang tua serta keluarga penulis yang selalu memberikan semangat dan doa.
9. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih khususnya angkatan 2023 serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulisan tugas akhir ini masih terdapat kekurangan yang belum penulis sadari. Kritik dan saran yang bersifat membangun penulis harapkan dari semua pihak untuk kesempurnaan tugas akhir ini.

Akhir kata penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca. Amin.

Prabumulih, 19 Juni 2026

Ardho Handisyah

2023310050

DAFTAR ISI

Halaman

LAPORAN TUGAS AKHIR ..... **i**
PENGESAHAN **3**
PENYATAAN INTEGRITAS ..... **iii**
HALAMAN PERSETUJUAN ..... **iv**
ABSTRAK ..... **v**
ABSTRACT ..... **vi**
KATA PENGANTAR ..... **vii**
DAFTAR ISI ..... **x**
DAFTAR TABEL ..... **xii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xiii**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xiv**
DAFTAR SINGKATAN ..... **xv**
BAB 1 PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 2
1.4 Manfaat Penelitian 2
1.5 Batasan Penelitian 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **4**
2.1 Deskripsi Lokasi Penelitian 4
2.2 Landasan Teori 6
2.2.1 Pengertian Batu bara 6
2.2.2 Jenis-jenis Alat Yang di gunakan 6
2.2.3 Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut 8
2.2.4 *Cycle Time* 9
2.2.5 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Alat 10
2.2.6 Efisiensi Kerja 12
BAB III METODE PENELITIAN **14**
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian 14

3.2 Tahapan Penelitian 14
3.3 Bagan Alir Penelitian 16
3.4 Teknik Pengumpulan dan Pengolahan data 17
3.4.1 Pengumpulan Data 17
3.4.2 Pengolahan Data 19
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 22
4.1 Menghitung Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Angkut 22
4.1.1. Waktu Edar Alat Gali Muat 22
4.1.2 Waktu Edar Alat Angkut 23
4.1.3 Efisiensi Kerja 24
4.1.4 *Bucket Fill* 26
4.1.5 *Swell Factor* 27
4.1.6 Produktivitas Alat Gali Muat 27
4.1.7 Produktivitas Alat Angkut 28
4.2. Evaluasi Kinerja Alat gali muat dan Alat Angkut 28
4.2.1. Macth Factor Aktual 28
4.3. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produksi 29
4.3.1. Kondisi Front Penambangan 29
4.3.2. Kondisi Jalan Angkut 30
4.3.3. Pola Pemuatan 30
4.3.4 Keadaan penampungan batu bara (*Stockpile*) 31
BAB V PENUTUP 32
5.1 Kesimpulan 32
5.2 Saran 32
DAFTAR PUSTAKA 34
LAMPIRAN 36

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 3.1 Jadwal Rencana Kegiatan Penelitian 14
Tabel 4.1 Frekuensi *Cycle Time Excavator* Sany SY550 HD 22
Tabel 4.2 Frekuensi *Cycle Time Dump Truck* Sany 380 HP 23
Tabel 4.3 Jadwal Kerja Shift Produksi 24
Tabel 4.4 Hambatan Kerja 24
Tabel 4.5 *Constanta Productivity* dan Parameter Material 27
Tabel A.1 Cycle Time Excavator Sany SY550 HD 36
Tabel A.2 Frekuensi *Digging* 37
Tabel A.3 Frekuensi *Swing* Isi 38
Tabel A.4 Frekuensi *Loading* 39
Tabel A.5 Frekuensi *Swing* Kosong 40
Tabel B.1 Cycle Time Dump Truck Sany 380 HP 41
Tabel B2 Frekuensi *Manuver Loading Dump Truck* Sany 380 HP 42
Tabel B.3 Frekuensi *Loading Dump Truck* Sany 380 HP 43
Tabel B.4 Frekuensi *Hauling* Isi *Dump Truck* Sany 380 HP 44
Tabel B.5 Frekuensi *Manuver Dumping Dump Truck* Sany 380 HP 45
Tabel B.6 Frekuensi *Dumping Dump Truck* Sany 380 HP 46
Tabel B.7 Frekuensi *Hauling* Kosong *Dump Truck* Sany 380 HP 47
Tabel C.1 spesefikasi *Excavator* Sany SY550 HD 48
Tabel C.2 Spesifikasi *Dump Truck* Sany 380 HP 49
Tabel C.3 Spesifikasi Motor Grader GD705-5 50

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1 Peta Kesampaian Daerah 5
Gambar 2.2 Batu bara *Pit* Barat 6
Gambar 2.3 *Excavator* Sany SY550 HD 7
Gambar 2.4 *Dump Truck* Sany 380 HP 8
Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian 17
Gambar 4.1 Ilustrasi *Fill Factor* 27
Gambar 4.2 Kondisi Front Penambangan, PT Lematang *Coal* Lestari Pite Barat 31
Gambar 4.3 Kondisi Jalan Angkut, PT Lematang *Coal* Lestari *Site* CBE 31
Gambar 4.4 Metode *Top Loading* 32
Gambar 4.5 Kondisi DT menunggu antrean *dumping* ke lubang *Hopper* 33
Gamabr C.1 *Excavator* Sany SY550 HD 48
Gambar C.2 *Dump Truk* Sany 380 HP 49
Gambar C.3 Motor Grader GD707-5 50
Gambar D.1 Peta Ortho 51

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran A *Cycle Time* Alat Gali Muat *Excavator* Sany Sy550 HD 36
Lampiran B *Cycle Time* Alat Angkut *Dump Truck* Sany 380 HP 41
Lampiran C Spesifikasi Alat 48
Lampiran D Peta Ortho 51

UNIVERSITAS PRABUMULIH
UNPRA
2000

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Kepanjangan
IUP	: Izin Usaha Pertambangan
PT	: Perusahaan Tambang
LCL	: Lematang *Coal* Lestari
CBE	: Cakra Bumi energi
Cta	: *Cycle Time* Alat Angkut
Ctm	: *Cycle Time* Alat Gali Muat
Pa	: Produktivitas Alat Angkut
Pm	: Produktivitas Alat Muat
Kb	: Kapasitas *Bucket*
Cb	: Kapasitas *Vessel*
Ff	: *Fill Factor*
Sf	: *Swell Factor*
Ef	: Efisiensi Kerja
DT	: *Dump truck*

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mengingat peran penting batu bara sebagai sumber energi domestik dan komoditas ekspor Indonesia, keberhasilan dan keuntungan sektor pertambangan sangat bergantung pada efektivitas pelaksanaan operasi. Batu bara adalah salah satu bahan bakar fosil. Pengertian umumnya adalah batuan sedimen yang dapat terbakar suatu batuan sedimen organic yang berasal dari penguraian sisa berbagai tumbuhan yang merupakan campuran yang heterogen antara senyawa organic dan zat anorganic. Batu bara juga merupakan batuan sedimen yang heterogen secara kimia dan fisika, komponen unsur utamanya terdiri atas carbon, hydrogen, dan oksigen serta unsur utamanya seperti belerang dan nitrogen.

Kegiatan penambangan secara garis besar terdiri dari pengupasan lapisan tanah penutup/ *overburden* dan pengambilan batu bara/ *coal getting*. Tahap *coal getting* adalah Kegiatan pengambilan batu bara dari lapisan/ *seam* yang telah terbuka, mencakup pembersihan permukaan batu bara/*cleaning* agar tidak tercampur material pengotor, hingga pemuatan ke alat angkut. (Himasapta, 2026).

Dalam praktiknya, *coal getting* seringkali dihadapi pada kendala teknis dan non-teknis. Salah satu tantangan utama adalah jarak angkut dari front penambangan menuju *stockpile* seiring dengan bertambahnya kedalaman tambang. Jarak yang panjang ini secara langsung meningkatkan waktu siklus/*cycle time* alat angkut, yang jika tidak dikelola dengan baik maka akan mengakibatkan penurunan produktivitas.

Selain faktor jarak, produktivitas juga dipengaruhi oleh keserasian kerja antar alat *match factor*, kondisi jalan angkut, serta hambatan-hambatan kerja *delay time* baik yang dapat dihindari maupun yang tidak. ketidakseimbangan antara jumlah alat gali-muat *excavator* dengan alat angkut *dump truck* pada lintasan yang panjang seringkali menyebabkan terjadinya antrean atau waktu tunggu, yang berujung pada tidak tercapainya target produksi.

Efektivitas alat gali muat dan angkut merupakan faktor krusial dalam merealisasikan target produksi yang ditetapkan perusahaan. Estimasi kinerja alat tersebut sangat penting karena merupakan jantung operasional target akhir yang

dikerahkan harus selaras dengan sasaran produksi agar target produksi dapat tercapai secara optimal.

Melihat pentingnya melakukan evaluasi produktivitas alat gali muat dan alat angkut pada kegiatan *coal getting* maka penulis menganggap perlu melakukan penelitian dengan judul Evaluasi Produktivitas *Excavator* Sany Sy550 Hd Dan *Dump Truck* Sany 380 Hp Pada Kegiatan *Coal Getting* Di PT LCL *Site* CBE.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, masalah penelitian dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Berapa produktivitas aktual alat gali muat *excavator* Sany SY550 HD dan alat angkut *Dump Truck* Sany 380 HP di PT LCL *Site* CBE.
2. Berapa tingkat keserasian alat gali muat *excavator* Sany SY550 HD dan alat angkut *Dump Truck* Sany 380 HP di PT LCL *Site* CBE.
3. Apa saja faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas pada alat gali muat *excavato*r Sany SY550 HD dan alat angkut *Dump* Truck Sany 380 HP di PT LCL *Site* CBE pada kegiatan *Coal Gettng*.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari Penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengevaluasi produktivitas aktual alat gali muat *excavator* Sany SY550 HD dan alat angkut *dump* truck Sany 380 HP di LCL *site* CBE
2. Menghitung keserasian alat gali muat *excavator* Sany SY500 HD dan alat angkut *dump truck* Sany 380 HP di PT Lematang *Coal* Lestari *Site* CBE
3. Mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas pada alat gali muat *excavator* Sany SY550 HD dan alat angkut *dump truck* Sany 380 HP di PT LCL *Site* CBE pada kegiatan *Coal Getting.*

1.4 Manfaat Penelitian

Sebagai sebuah proses untuk memecahkan masalah dan dasar pengambilan keputusan, penelitian ini mencakup dua manfaat yaitu:

1. Manfaat Teoritis

Secara teoritis, hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan ilmu pengetahuan, khususnya dalam disiplin ilmu Teknik Pertambangan yang berkaitan dengan produktivitas alat gali muat dan alat angkut pada kegiatan *coal getting*. Penelitian ini dapat menjadi sumber referensi ilmiah dan bahan studi perbandingan bagi akademisi, mahasiswa, serta peneliti lain yang hendak melakukan kajian serupa pada lokasi atau dengan variabel yang berbeda untuk tambang terbuka.

2. Manfaat Praktis

   Secara praktis, manfaat utama dari penelitian ini ditujukan langsung kepada perusahaan. Hasil analisis dan evaluasi produktivitas alat gali muat *Excavator* Sany SY500 HD dan alat angkut *Dump Truck* Sany 380 HP dapat menjadi data dasar serta masukan yang sangat berharga bagi perusahaan.. Selain itu, juga berguna untuk peneliti lain sebagai acuan dalam upaya optimalisasi alat berat guna menunjang target produksi.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan penelitian ini hanya membahas tentang evaluasi produktivitas alat gali muat *excavator* Sany SY550 HD dan alat *angkut Sany* 380 HP pada kegiatan *coal getting* di PT Lematang *Coal* Lestari *Site* Cakra Bumi Energi.

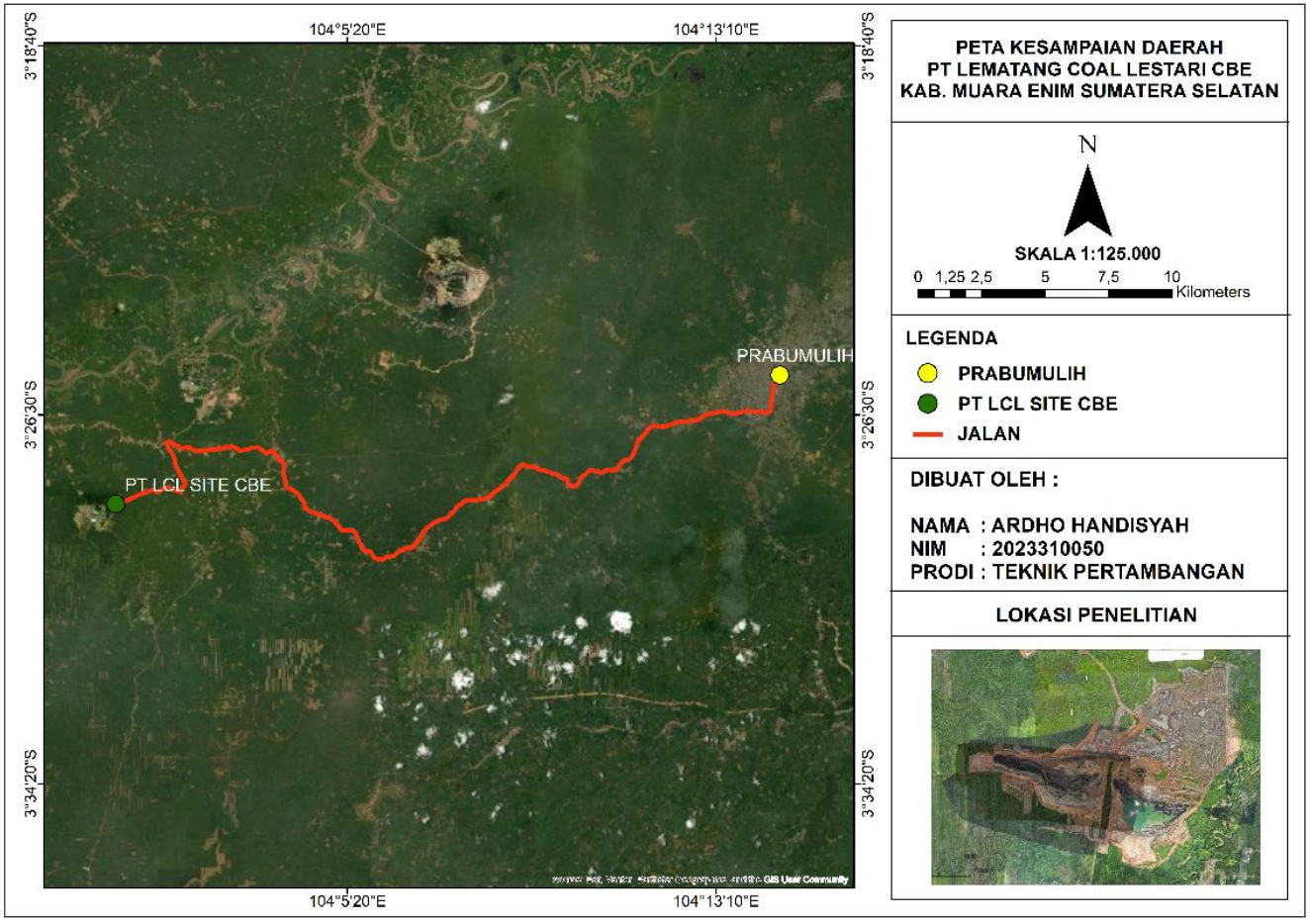
BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Deskripsi Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini terletak pada area operasional pertambangan batu bara PT LCL yang berada di dalam wilayah konsesi PT CBE. Secara administratif, lokasi ini berada di Desa Tanjung Menang, Kecamatan Rambang Niru, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan degan luas Izin Usaha Pertambangan (IUP) PT Cakra Bumi Energi (CBE), yang menjadi lokasi operasional (*site*) bagi PT Lematang *Coal* Lestari (LCL), adalah sekitar 9.815 hektar. Wilayah ini secara geografis menempati bagian dari Cekungan Sumatera Selatan yang memiliki karakteristik topografi berupa dataran rendah dengan perbukitan bergelombang yang mengandung potensi endapan batu bara dari Formasi Muara Enim.

Area ini merupakan situs tambang terbuka yang berfungsi sebagai penyuplai utama kebutuhan batu bara bagi pembangkit listrik tenaga uap Sumsel-1 di wilayah setempat. Lingkungan di sekitar lokasi penelitian mencakup perpaduan antara area penambangan aktif, fasilitas pengolahan batu bara, serta kawasan perkebunan dan pemukiman penduduk yang masuk dalam kategori Ring 1 operasional perusahaan. Sebagai kontraktor penambangan, PT Lematang *Coal*

Lestari mengelola infrastruktur mulai dari area penggalian atau pit hingga jalur pengangkutan yang terintegrasi untuk mendukung stabilitas produksi energi nasional di wilayah tersebut. Peta kesampaian daerah dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut.



Sumber : Penulis (2026)

Gambar 2.1 Peta Kesampaian Daerah

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Pengertian Batu bara

Batu bara merupakan salah satu bahan bakar fosil, batuan sedimen organik hasil penguraian tumbuhan yang dapat terbakar bersifat heterogen secara fisik maupun kimia. Selain mengandung material organik dan anorganik, batu bara didominasi oleh unsur karbon, hidrogen, dan oksigen. Pembentukan batu bara memerlukan waktu dan kondisi tertentu sepanjang sejarah geologi. (Sulistyono, 2012)



Sumber: Penulis (2026)

Gambar 2.2 Batu bara *Pit* Barat

2.2.2 Jenis-jenis Alat Yang di gunakan

Efektivitas sebuah tambang batu bara sangat bergantung pada sinergi antara alat gali muat dan alat angkut. Untuk memahami bagaimana target produksi harian dicapai, berikut alat yang biasanya digunakan dalam proses penggalian, pemuatan, dan pengangkutan :

1. Alat gali muat

   Pemilihan alat gali muat tidak dilakukan secara sembarang, melainkan harus menyesuaikan dengan kondisi material dan kapasitas produksi yang diinginkan. Untuk melakukan penggalian dan pemuatan batu bara alat gali muat yang di gunakan yaitu *Excavator*. *Excavato*r merupakan alat berat yang dirancang untuk memindahkan material secara efisien. Penggunaan alat ini bertujuan untuk menggantikan

peran tenaga manusia dalam menangani beban berbagai kerja berat, sekaligus mengoptimalkan durasi proyek agar lebih singkat dan ekonomis baik di darat maupun di air. (Duwit & Rumabar, 2025). Jenis *excavator* yang digunakan di PT Lematang *Coal* Lestari *Site* CBE yaitu *excavator* Sany 550 HD memiliki berat operasional 52 ton serta kapasitas *bucket* 3.1 $m^{3.}$ Dapat dilhat pada Gambar 2.3 berikut.



Sumber : Penulis (2026)

Gambar 2.3 *Excavator* Sany SY550 HD

2. Alat angkut

Pengangkutan batu bara biasanya menggunakan *Dump truck. Dump truck* merupakan alat angkut yang berfungsi mendistribusikan berbagai material, seperti batu bara, nikel, hingga tanah, dari satu titik ke titik lainnya. Dalam operasional tambang, unit ini bekerja secara bersamaan dengan alat muat seperti *excavator* untuk pengisian material di *front loading*, lalu secara mandiri melakukan pembongkaran muatan (*dumping*) di lokasi tujuan seperti *stockpile* . (Ilmiah et al., 2024). Di PT LCL alat angkut yang digunakan yaitu *dump truck* Sany 380 HP dengan kapasitas *vessel* 24 ton, dapat dilihat pada Gambar 2.4 berikut.



Sumber : Penulis (2026)

Gambar 2.4 Dump Truck Sany 380 HP

2.2.3 Produktivitas Alat Gali Muat dan Alat Angkut

Menurut (Maludin, 2018) Produktivitas adalah ukuran efisiensi produksi yang membandingkan sumber daya /*input* dengan hasil /*output*. Meskipun sering dikaitkan dengan intensitas penggunaan tenaga kerja dan mesin, esensi produktivitas sebenarnya terletak pada manajemen sumber daya yang efektif. Selain indikator teknis berupa cara dan hasil kerja, faktor psikologis seperti sikap mental dan semangat karyawan memegang peranan krusial. Oleh karena itu, kriteria keberhasilan produktivitas kerja dirangkum dalam tiga unsur pokok, yakni semangat, prosedur, dan capaian kerja. (Studi et al., 2021).

1. Produktivitas alat gali muat

   Kegiatan pemuatan adalah kegiatan penambangan setelah pembongkaran batuan pada front kerja yang bertujuan untuk memuat bahan galian alat angkut. Produktivitas alat muat adalah kemampuan alat untuk memuat material dalam satuan jam. Rumus :

$$Pm = (\frac{3600}{Ctm}) \times Kb \times Ff \times Sf \times Ef \quad \text{.....(2.1)}$$

   Keterangan :

   Pm = Produktivitas alat gali-muat, (Ton/jam)

   Kb = Kapasitas *bucket back hoe* (m3)

   Ff = *fill factor* (%)

Ef = Efisiensi kerja alat (%)

Sf = Swell Factor (%)

Ctm = *Cycle time* alat muat (detik)

2. Produktivitas alat angkut

Kegiatan pengangkutan adalah kegiatan untuk memindahkan material hasil pembongkaran yang telah dilakukan pemuatan untuk diolah ke proses lebih lanjut. Produktivitas alat angkut adalah banyaknya material yang dapat dipindahkan oleh kemampuan alat angkut dinyatakan dalam satuan waktu. Pada proses pengangkutan batu bara diperlukan pertimbangan *fill factor* dari kapasitas bak.

Rumus :

$$Pa = Na \text{ x } (\frac{3600}{Cta}) \times Cb \times Ff \times Sf \times Ef \quad \text{.....(2.2)}$$

Keterangan :

Pa = produktivitas alat angkut (Ton/jam)

Na = jumlah pengisian dalam satu alat angkut

Cta = *cycle time* alat angkut (detik)

Kb = kapasitas *Vessel* (m^3)

Ff = faktor pengisian /*fill factor* (%)

Sf = faktor pengembangan /*swell factor* (%)

Ef = Efisiensi kerja alat (%)

2.2.4 *Cycle Time*

Cycle Time (Waktu edar) merupakan waktu yang digunakan oleh operator untuk menghasilkan setiap daur produk yang diproduksi.

1. Waktu edar alat gali muat

Waktu edar alat gali-muat adalah waktu yang digunakan alat muat untuk menyelesaikan satu siklus. Mulai dari saat menggali sampai posisi mulai menggali kembali. (Studi et al., 2021).

Rumus :

CTm = Tm1 + Tm2 + Tm3 + Tm4 ..... (2.3)

Keterangan :

CTm = Waktu edar alat gali muat (detik)

Tm1 = Waktu menggali material (detik)

Tm2 = Waktu berputar/*swing* dengan *bucket* terisi muatan (detik)

Tm3 = Waktu menumpahkan muatan (detik)

Tm4 = Waktu berputar/swing dengan bucket kosong (detik).

2. Waktu edar alat angkut

Waktu edar (*cycle time*) *dump truck* adalah waktu yang digunakan dump truck menyelesaikan satu siklus pengangkutan yang terdiri dari memuat material oleh alat gali muat dan mengangkutnya ke lokasi pembuangan lalu kembali lagi. (Studi et al., 2021).

Rumus :

CTa = Ta1 + Ta2 + Ta3 + Ta4 + Ta5 + Ta6 ..... (2.4)

Keterangan :

CTa = Waktu edar alat angkut (menit)

Ta1 = Waktu mengambil posisi untuk siap dimuati (menit)

Ta2 = Waktu diisi muatan (menit)

Ta3 = Waktu mengangkut muatan (menit)

Ta4 = Waktu mengambil posisi untuk penumpahan (menit)

Ta5 = Waktu muatan ditumpahkan/dumping (menit)

Ta6 = Waktu kembali kosong (menit).

2.2.5 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Alat

Faktor-faktor yang biasany dapat mempengaruhi produktivitas antara lain, sebagai berikut :

1. Kondisi front penambangan

Kondisi front penambangan merupakan area pengambilan batu bara atau *overburden* yang telah siap dimuat ke dalam *dump truck* untuk dipindahkan ke lokasi penimbunan. Luas area ini diatur dengan standar minimal dua kali radius putar unit ditambah dengan lebar unit terbesar yang beroperasi. (Ilmiah et al., 2023).

2. Kondisi jalan angkut

Kondisi jalan angkut adalah keadaan fisik dan struktural dari jalur yang digunakan oleh kendaraan berat (seperti *dump truck*) untuk memindahkan material dari lokasi penggalian menuju tempat penimbunan (*stockpile*) atau pengolahan. Kondisi jalan angkut sangat krusial karena berpengaruh langsung terhadap keselamatan kerja, usia pakai kendaraan, serta produktivitas alat angkut. (Ilmiah & Pendidikan, 2025).

3. Pola pemuatan

a) *Top loading,* dimana proses kegiatan produksi yang dilakukan alat gali muat lebih tinggi dari pada alat angkut.

b) *Bottom loading*, dimana proses kegiatan produksi yang dilakukan alat gali muat sejajar dengan alat angkut. (Loading et al., 2024).

4. Keadaan penampungan batu bara (*Stockpile*)

Stockpile merupakan lokasi penyimpanan sementara bagi material hasil tambang, seperti batu bara sebelum didistribusikan. Selain berfungsi sebagai penyangga antara tahap produksi dan pengiriman, *stockpile* juga menjadi tempat penampungan bahan galian yang telah ditambang. Penempatan lokasi ini sangat bergantung pada kebutuhan operasional. Misalnya, diletakkan di dekat unit *crusher* untuk efisiensi peremukan atau di area pelabuhan untuk mempercepat proses pemuatan. Untuk menjaga akurasi data inventori, pengukuran dan perhitungan volume di area ini sangat penting dilakukan guna memantau total produksi bahan galian. (Ramadhan et al., 2020).

5. Faktor Pengisian (*fill factor*)

Faktor pengisian adalah suatu faktor yang menunjukkan besarnya kapasitas nyata dengan kapasitas baku dari mangkuk (*bucket*). (Akbar et al., 2019) *Fill factor* dapat dihitung melalui persamaan berikut :

$$\text{Bff} = \frac{kapasitas\ vessel/passing}{kapasitas\ bucket} \text{ x } 100\% \quad \text{.....(2.5)}$$

6. Faktor Pengembangan (*swell factor*)

Menurut (Sarmidi et al., 2023) *swell factor* adalah pengembangan

volume suatu material setelah digali dari tempat aslinya (insitu). Jadi *Swell Factor* merupakan faktor pengembangan tanah yang menyatakan berapa % besarnya pengembangan tanah sedangkan swell merupakan nilai pengembangan tanah dari bank menjadi loose dalam persen (%).

7. *Match Factor*

keserasian kerja (*Match Factor*) merupakan suatu persamaan sistematis yang digunakan untuk menghitung tingkat keselarasan kerja antara alat muat dan alat angkut untuk setiap kondisi kegiatan pemuatan dan pengangkutan. (Fakhri Akbar Dzulfikar et al., 2023). Untuk menilai keserasian alat muat dan alat angkut dapat digunakan rumus *Match Factor* adalah sebagai berikut :

$$MF = \frac{Na\ X\ (Ctm\ X\ n)}{Nm\ X\ Cta} \quad \text{.....(3.1)}$$

Keterangan:

MF = *Match factor*

Ctm = *cycle time* alat gali muat

Cta = *cycle time* alat angkut

Na = jumlah alat angkut

Nm = jumlah alat gali muat

n = Banyak pemuatan

Dari persamaan di atas akan muncul tiga kemungkinan, yaitu :

a) MF < 1, artinya alat gali muat bekerja kurang dari 100%, sedangkan alat angkut bekerja 100%
b) MF > 1, artinya alat muat bekerja 100%, sedangkan alat angkut bekerja kurang dari 100%
c) MF = 1, artinya alat gali muat dan alat angkut bekerja 100%, dengan demikian tidak terdapat waktu tunggu bagi alat gali muat maupun alat angkut. (Hedianto et al., 2024).

2.2.6 Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja merupakan indikator penilaian terhadap pelaksanaan sebuah pekerjaan. Hal ini diukur melalui perbandingan antara durasi waktu

yang benar-benar digunakan untuk bekerja terhadap total waktu kerja yang tersedia. (Herniti et al., 2023)

Waktu kerja efektif didefinisikan sebagai durasi operasional nyata di mana operator dan peralatan melakukan produksi secara aktif. Nilai ini diperoleh dari total waktu yang tersedia setelah dikurangi dengan berbagai hambatan, baik yang bersifat teknis maupun non-teknis. Besaran waktu efektif ini berbanding lurus dengan tingkat efisiensi alat. ketersediaan alat dipengaruhi oleh dua jenis hambatan utama:

1. Hambatan yang dapat dihindari :
   a. operator yang terlambat
   b. mengakhiri pekerjaan lebih awal
   c. durasi istirahat yang berlebihan
   d. kegiatan pengecekan atau pemanasan mesin.
2. Hambatan yang tidak dapat dihindari :
   a. pengisian bahan bakar
   b. gangguan/kerusakan pada alat
   c. kondisi cuaca yang buruk.

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di PT LCL pada tanggal 1 Maret – 31 Maret 2026, bisa dilihat dari Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Jadwal Kegiatan Penelitian

No	Kegiatan	Jadwal Kegiatan Penelitian			
		Minggu			
		1	2	3	4
1	Observasi				
2	Pengumpulan dan Referensi Data				
3	Pengolahan Data				
4	Analisis Data				
5	Konsultasi dan Bimbingan				

Sumber: Penulis (2026)

3.2 Tahapan Penelitian

Metode yang penulis gunakan untuk mengambil data yang dibutuhkan untuk keperluan penyelesaian laporan tugas akhir ini:

1. *Observasi* lapangan

   Observasi lapangan adalah kegiatan yang berupa kunjungan dan pengamatan langsung. Tujuan dari *observasi* langsung untuk mengumpulkan data yang terkait dengan penelitian Tugas Akhir. Data dapat berupa data *primer* dan data *sekunder.*

2. Pengambilan data

   Menyatakan bahwa pengambilan data bertujuan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam mencapai tujuan penelitian. Tujuan yang

ingin dicapai berkaitan dengan jenis alat yang digunakan dan *korelasi* yang terjadi pada perusahaan data yang diambil pada saat rencana penelitian dapat dikelompokan menjadi data *primer* dan data *sekunder* sebagai berikut.

a. Data *Primer*, merupakan sumber data yang diperoleh secara langsung dari sumber asli atau pihak pertama. Pengambilan data dilakukan dengan pengamatan, penghitungan, dan wawancara langsung ke lapangan yang meliputi :
   1) Waktu edar (cycle time) alat gali muat.
   2) Waktu edar (cylce time) alat angkut.
   3) Hambatan dan waktu kerja efektif
   4) Faktor-faktor yang menghambat kinerja alat gali muat dan alat angkut
b. Data Sekunder, pada umumnya berupa bukti, catatan, atau laporan historis yang telah tersusun dalam arsip perusahaan, meliputi:
   1) Spesifikasi alat gali muat dan alat angkut.
   2) Peta Ortho
   3) Peta lokasi dan topografi.
   4) Data Curah Hujan

3. Analisis Hasil Pengolahan Data

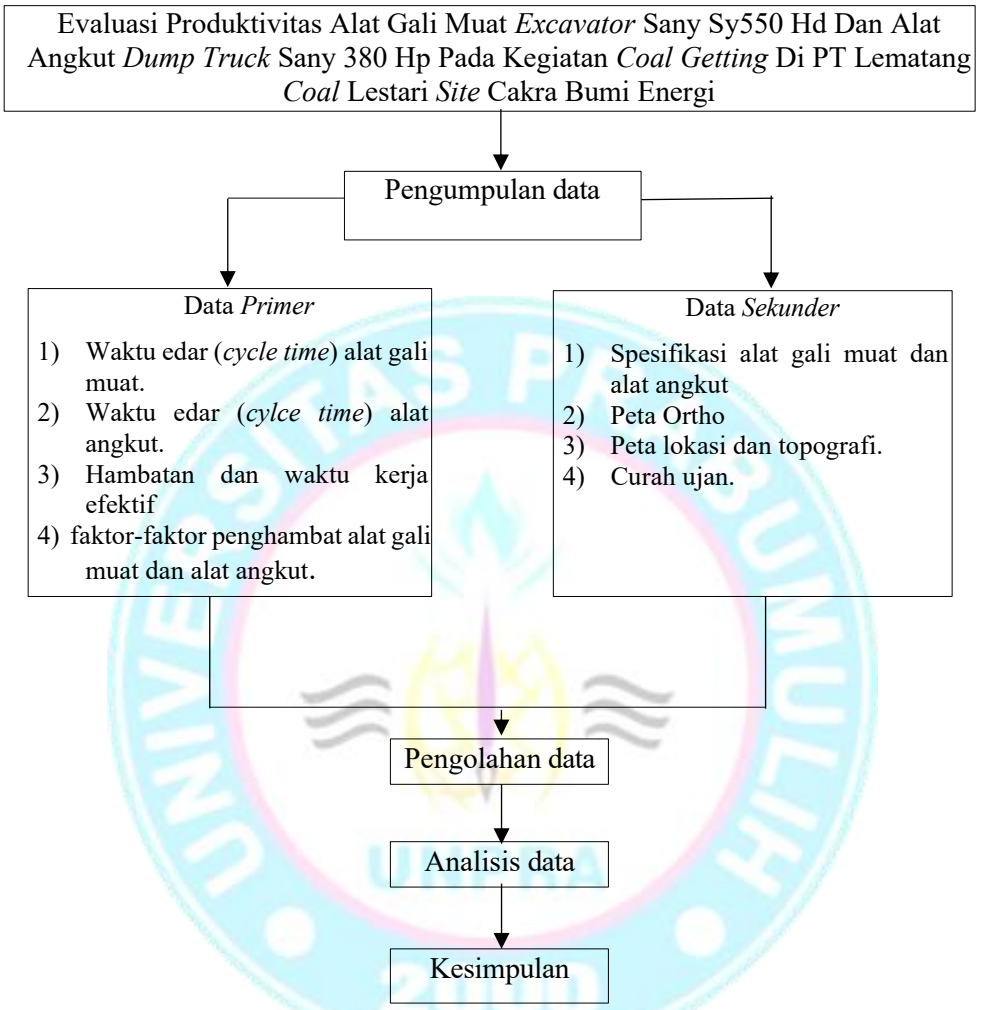
   Data yang telah didapatkan dari hasil pengamatan di lapangan kemudian akan di olah melalui perhitungan dengan menggunakan persamaan (rumus-rumus) yang relevan.

4. Kesimpulan

   Tahap ini dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh kesimpulan akhir dari penelitian. Kesimpulan akan didapatkan setelah semua proses dan tahapan pengolahan data selesai dilaksanakan.

3.3 Bagan Alir Penelitian

Bagan alir dari kegiatan penelitian yang dilakukan disesuaikan dengan tahapan dari penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Sumber: Penulis (2026)

Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

3.4 Teknik Pengumpulan dan Pengolahan data

Teknik pengumpulan dan pengolahan data merupakan tahapan operasional penelitian yang dirancang secara sistematis untuk memastikan seluruh data yang diperoleh memiliki tingkat akurasi dan validitas yang tinggi. Proses ini bertujuan untuk memecahkan rumusan masalah mengenai evaluasi produktivitas alat gali-muat Excavator Sany SY550 HD dan alat angkut Dump Truck Sany 380 HP pada kegiatan *coal getting* di PT Lematang *Coal* Lestari site Cakra Bumi Energi.

3.4.1 Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini dikelompokkan menjadi dua kategori utama, yaitu data primer yang diambil langsung melalui pengamatan di lapangan dan data sekunder yang diperoleh dari catatan arsip perusahaan.

1. Data Primer

   Data primer diperoleh secara langsung di lapangan melalui pengamatan, pengukuran waktu menggunakan *stopwatch*, serta wawancara dengan operator di area *front* penambangan Barat hingga ke area *stockpile* (termasuk unit *hopper*). Data primer yang dikumpulkan meliputi:

   a. Waktu Edar (*Cycle Time*) Alat Gali-Muat

      Pengukuran waktu edar satu siklus kerja Excavator Sany SY550 HD dilakukan secara berulang sebanyak 30 data pengamatan dengan membagi aktivitas kerja menjadi empat parameter gerakan standar:

      1) Waktu menggali material (*digging*)
      2) Waktu berputar dengan mangkok terisi (*swing* isi)
      3) Waktu menumpahkan muatan ke dalam *vessel* (*loading*)
      4) Waktu berputar dengan mangkok kosong kembali ke posisi gali (*swing* kosong)

   b. Waktu Edar (*Cycle Time*) Alat Angkut

      Pengukuran waktu edar satu siklus Dump Truck Sany 380 HP dilakukan sebanyak 30 data pengamatan sepanjang rute pengangkutan dengan membagi aktivitasnya menjadi enam

parameter kerja standar:

1) Waktu mengambil posisi untuk siap dimuati (*manuver loading*)
2) Waktu pengisian muatan batu bara oleh alat gali-muat (*loading time*)
3) Waktu perjalanan membawa muatan menuju tempat penampungan (*hauling* isi)
4) Waktu mengambil posisi sebelum membongkar muatan (*manuver dumping*)
5) Waktu pembongkaran muatan batu bara (*dumping*)
6) Waktu perjalanan kembali ke *front* penambangan dalam kondisi kosong (*hauling* kosong)

c. Hambatan dan Waktu Kerja Efektif

Melakukan pencatatan waktu tunda (*delay time*) operasional harian yang dibagi menjadi dua kelompok hambatan untuk menentukan efisiensi kerja aktual:

1) Hambatan yang dapat dihindari (terlambat mulai bekerja, istirahat terlalu lama, berhenti kerja lebih awal).
2) Hambatan yang tidak dapat dihindari (pemeriksaan harian unit/inspeksi, pengisian bahan bakar/*refueling*, perbaikan ringan di lapangan, perbaikan kondisi *front* kerja, hambatan cuaca hujan, serta perbaikan jalan).

d. Kondisi Fisik dan Metode Operasional Lapangan

Mendokumentasikan dan mencatat parameter fisik penambangan yang memengaruhi laju kerja alat, antara lain:

1) Jarak angkut aktual dari *front* penambangan Barat menuju *stockpile/hopper* 2600 m.
2) Metode pemuatan yang diterapkan (pola pemuatan *top loading* dengan *single backup*).
3) Kondisi jalan angkut (bergelombang, becek pasca-hujan, atau kering) serta kondisi antrean pembuangan akibat proses penghancuran bongkahan batu bara besar di lubang *hopper*.

2. Data Sekunder

   Data sekunder digunakan sebagai data penunjang untuk melengkapi analisis teknis yang diperoleh dari dokumen dan arsip teknis PT LCL, meliputi:

   a. Spesifikasi Teknis Alat Mekanis

      Mencakup data kapasitas mangkok (*bucket*) standar Excavator Sany SY550 HD sebesar 3,1m^3 dan kapasitas muat (*vessel*) Dump Truck Sany 380 HP sebesar 24 ton dari buku panduan (*handbook*) alat atau data internal mekanik perusahaan.

   b. Peta Wilayah Kerja

      Peta kesampaian daerah, peta topografi, Peta Ortho serta batas legal Izin Usaha Pertambangan (IUP) PT Cakra Bumi Energi.

   c. Data Hidrologi

      Catatan curah hujan harian di lokasi penelitian untuk mengevaluasi waktu tunda akibat cuaca buruk.

3.4.2 Pengolahan Data

Data yang telah dikumpulkan selanjutnya diolah secara sistematis menggunakan metode pengolah data dan metode statistik deskriptif untuk menghasilkan parameter-parameter teknis produktivitas sebagai berikut:

1. Analisis Statistik Distribusi Frekuensi Waktu Edar

   Data waktu edar sebanyak 30 sampel yang bersifat fluktuatif dikelompokkan ke dalam tabel distribusi frekuensi guna menentukan nilai rata-rata waktu edar representatif:

   a. Menentukan Jumlah Kelas :

      $k = 1 + 3{,}3 \log (n)$ ..... (3.1)

   b. Menentukan Panjang Interval Kelas :

      I = (Nilai Maksimum) – (Nilai Minimum)/k

   c. Menghitung Waktu Edar Rata-Rata :

      Di mana Fi merupakan frekuensi kelas dan Xi merupakan nilai tengah kelas. Rumus ini diterapkan untuk mencari rata-rata waktu edar alat gali-muat dan alat angkut.

2. Perhitungan Faktor Pengisian (*Bucket Fill Factor*)

   Digunakan untuk mengetahui efektivitas pengisian mangkok excavator terhadap kapasitas bak *dump truck* melalui jumlah pengisian (Na= 7 kali) :

   $$\text{Bff} = \frac{kapasitas\ vessel/passing}{kapasitas\ bucket} \text{ x } 100\% \quad \text{.....(3.2)}$$

3. Perhitungan Efisiensi Kerja (Ef)

   Menghitung persentase waktu produktif alat dari total waktu kerja harian yang tersedia (Wt = 1.246,8 menit / hari) dikurangi total akumulasi hambatan kerja (Wh = 227 menit / hari) :

   We = Wt – Wh

   $\text{Ef} = \frac{Wt}{Wh}\ 100\%$

   Di mana We adalah waktu kerja efektif harian.

4. Perhitungan Produktivitas Alat Mekanis

   Produktivitas Alat Gali-Muat :

   $$Pm = (\frac{3600}{Ctm}) \times Kb \times Ff \times Sf \times \text{Ef} \quad \text{.....(3.3)}$$

   Produktivitas Alat Angkut :

   $$Pa = Na \text{ x } (\frac{3600}{Cta}) \times Cb \times Ff \times Sf \times Ef \quad \text{.....(3.4)}$$

   Di mana Kb adalah kapasitas bucket (3,1m^3), Cb adalah kapasitas vessel (24 ton), Sf adalah *Swell Factor* batu bara loose, dan Ef adalah efisiensi kerja aktual (81%).

5. Evaluasi Keserasian Kerja (*Match Factor*)

   Menilai tingkat keselarasan kerja antara unit pengangkut (Na = 5 unit aktual atau 10 unit rekomendasi) dengan 1 unit alat gali-muat untuk mengetahui potensi waktu tunggu alat di lapangan:

   $$\text{MF} = \frac{Na\ x\ (Ctm\ X\ n)}{Nm\ x\ Cta} \quad \text{.....(3.5)}$$

Di mana n adalah jumlah siklus pemuatan (7 kali). Hasil perhitungan dianalisis berdasarkan tiga kondisi keserasian:

Jika MF < 1, menunjukkan alat gali-muat memiliki waktu tunggu karena kekurangan alat angkut.

Jika MF > 1, menunjukkan alat angkut memiliki waktu tunggu mengantre di *front* kerja.

Jika MF = 1, menunjukkan kerja kedua alat sinkron sepenuhnya tanpa adanya waktu tunggu.

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Menghitung Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Angkut

Di dalam kegiatan pemuatan dan pengangkutan Batu bara dari front penambangan ke *stockpile* pada PT Lematang Coal Lesatari *site* PT Cbe, untuk kegitan pemuatan menggunakan *excavator* sany 550 HD dengan kapasitas bucket 3.1 m^3, fungsional dari excavator yaitu untuk melakukan pemuatan ke alat angkut sedangkan unit alat angkut yang digunakan yaitu *dump truck* sany 380 HP dengan kapasitas *vessel* 24 ton. Untuk mengetahui produktivitas alat gali muat dan alat gali angkut maka dapat dilakukan perhitungan dari kedua unit ini sebagai berikut:

4.1.1. Waktu Edar Alat Gali Muat

Waktu edar alat gali muat dapat dirumuskan seperti persamaan berikut :

Jumlah Data (n) = 30

Min = 12,96

Max = 30,23

Jumlah Kelas = 1 + 3,3 log n

= 5,87

= 6

Interval Kelas = $\frac{maksimum - minimum}{jumlah\ kelas}$

= $\frac{30,23 - 12,96}{6}$

= 2,87

Tabel 4.1 Frekuensi *Cycle Time Excavator* Sany SY550 HD

Kelas	*Frequency* (Fi)	Persentase (%)	Nilai Tengah (xi)	Fi * xi
12,96 – 15,83	5	16,67	14,42	72,1
15,84 – 18,71	7	23,33	17,27	120,89
18,72 – 21,59	8	26,67	20,15	161,2
21,60 – 24,47	5	16,67	23,03	115,15
24,48 – 27,35	4	13,33	25,91	103,64

27,36 – 30,23	1	3,33	28,79	25,91
TOTAL	30	100 %	129,57	598,89

Sumber : Hasil Pengolahan Data Penulis (2026)

Nilai rata-rata waktu *cycle time* alat gali muat adalah:

$$\text{Rata – Rata} = \frac{(Fi\ .Xi)}{Fi}$$

$$= \frac{(598{,}89)}{30}$$

= 19,96 detik

Maka dari perhitungan di atas dapat disimpulkan waktu edar (*cycle time*) alat gali muat yaitu 19,96 detik. *Cycle time* alat gali muat selengkapnya bisa di lihat pada Lampiran A.

4.1.2 Waktu Edar Alat Angkut

Waktu edar alat gali muat dapat dirumuskan seperti persamaan berikut :

Jumlah Data (n) = 30

Min = 1.222,96

Max = 2.427,94

Jumlah Kelas = 1 + 3,3 log n

= 5,87

= 6

$$\text{Interval Kelas} = \frac{maksimum - minimum}{6}$$

$$= \frac{2.427{,}94 - 1.222{,}96}{6}$$

= 200,83 detik

Tabel 4.2 Frekuensi *Cycle Time Dump Truck* Sany 380 HP

Kelas	*Frequency* (Fi)	Persentase (%)	Nilai Tengah (xi)	Fi * xi
1.222,96 - 1.423,79	16	53,33	1.323,37	21.173,92
1.423,80 - 1.624,63	8	26,67	1.524,21	12.193,68
1.624,64 - 1.825,47	3	10	1.725,05	5.175,15
1.825,48 – 2.026,31	0	0	1.925,90	0

2.026,32 – 2.227,15	1	3,33	2.126,73	2.126,73
2.227,16 – 2.427,99	2	6,67	2.327,57	4.655,14
TOTAL	30	100 %	10.952,83	45.324,62

Sumber : Hasil Pengolahan Data Penulis (2026)

Nilai rata-rata waktu *cycle time* alat angkut adalah:

$$\text{Rata – Rata} = \frac{(Fi\ .Xi)}{Fi}$$

$$= \frac{(45.324,62)}{30}$$

$$= 1.510,82 \text{ detik}$$

Maka dari perhitungan di atas dapat disimpulkan waktu edar (*cycle time*) alat gali angkut yaitu 1.510,82 detik. *Cycle time* alat gali angkut selengkapnya bisa di lihat pada Lampiran B.

4.1.3 Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja merupakan indikator penilaian terhadap pelaksanaan sebuah pekerjaan. Hal ini diukur melalui perbandingan antara durasi waktu yang benar-benar digunakan untuk bekerja terhadap total waktu kerja yang tersedia. Efisiensi kerja di PT Lematang Coal Lestari *Site* CBE bisa dilihat pada jadwal kerja berikut. Berikut adalah rincian jadwal kerja dan hambatan yang mempengaruhi efisiensi kerja bisa dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 4.3 Jadwal Kerja Shift Produksi

Shift	**Waktu**	**Keterangan**	**Durasi Jam**
	07.00 – 12.00	Waktu Kerja	5
Shift 1 (Pagi)	12:00 – 13.00	Istirahat	1
	13:00 – 15.00	Waktu kerja	2
	Total waktu kerja	**Shift 1**	**7 jam**
	15.00 – 18.00	Waktu Kerja	3
Shift 2 (sore)	18.00 – 19.00	Istirahat	1
	19.00 – 23.00	Waktu Kerja	4
	Total waktu kerja	**Shift 2**	**7 jam**

Shift 3 (Malam)	23.00 – 03.00	Waktu Kerja	4
	03.00 – 04.00	Istirahat	1
	04.00 – 07.00	Waktu Kerja	3
	Total waktu kerja	**Shift 3**	**7 jam**

Sumber : Hasil Pengolahan Data Penulis (2026)

Pada hari Jumat, waktu istirahat dimulai pukul 11.30 – 13.00 WIB, sehingga waktu kerja efektif berkurang. Perhitungan rata-rata jam kerja per hari menjadi:

Jam kerja harian $= \frac{(21x6)+(19.5x1)}{7} = \frac{126+19.5}{7}$ = 20,78 jam

Jam kerja harian = 20,78 x 60 = 1.246,8 menit.

Hambatan kerja diklasifikasikan menjadi dua, yaitu hambatan yang dapat ditekan dan hambatan yang dapat dihindari. Berikut adalah rekapitulasi hambatan:

Tabel 4.4 Hambatan Kerja

Kategori Hambatan	**Jenis Hambatan**	**Waktu (Menit)**
Hambatan yang dapat di Hindari	Terlambat kerja	15
	Istirahat terlalu lama	5
	Berhenti kerja lebih awal	5
	Subtotal	25 menit
Hambatan yang tidak dapat di hindari	Inpeksi unit	15
	Pengisian bahan bakar (*Refeuling*)	7
	Perbaikan ringan ditempat	20
	Perbaikan *front*	10
	Hujan dan perbaikan jalan	150
	Subtotal	202 Menit
Sub Total		**227 Menit**

Sumber : Hasil Pengolahan Data Penulis (2026)

Waktu Kerja Efektif = 1.246,8 Menit – 227 Menit = 1.019,8

Efisiensi kerja $= \frac{1.019,8}{1.246,8} \; x \; 100\% = 0,81\ \% = 81\%$

Waktu kerja efektif perhari $= \frac{1.019,8}{60} = 17,00$ jam

Kesimpulan :

Efisiensi kerja aktual yang diperoleh di lapangan sebesar 81%**,** dengan rata-rata waktu kerja efektif per hari selama 17,00 jam.

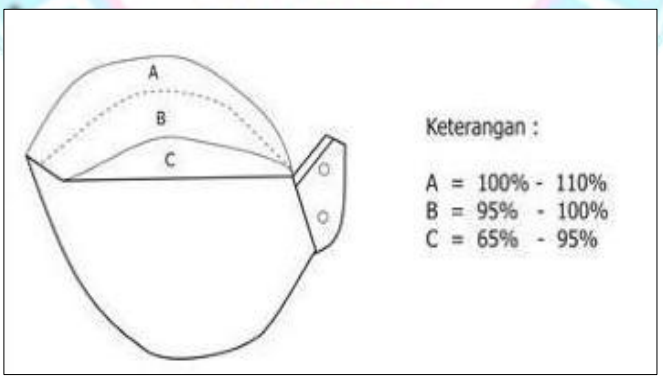
4.1.4 *Bucket Fill*

Factor Bucket atau *fill factor* adalah suatu faktor yang menunjukkan besarnya kapasitas nyata dengan kapasitas baku dari mangkuk (*bucket*). Alat gali muat *Excavator* Sany SY550 HD yang memiliki kapasitas *bucket* 3.1 m^3, sedangkan alat angkut Sany 380 HP berkapasitas *vessel* 24 ton dengan melakukan *loading* sebanyak 7 kali.

$$\text{Bff} = \frac{kapasitas\ vessel/passing}{kapasitas\ bucket} \text{ x } 100\% \quad \text{.....(4.1)}$$

$$= \frac{24/7}{3.1} \text{ x } 100\%$$

$$= 1,10\%$$



Sumber: *Face Fair Future* (2021)

Gambar 4.1 Ilustrasi *Fill Factor*

Dari perhitungan di atas menunjukkan bahwa faktor pengisian *bucket* berada pada nilai 1,10% atau 110%**,** yang menunjukan bahwa pengisian material ke dalam *bucket* sudah melebihi 100% kapasitas maksimalnya, dan ada potensi optimalisasi terutama dari segi teknik penggalian, pemilihan sudut

kerja *excavator*, atau keterampilan operator.

4.1.5 *Swell Factor*

swell factor adalah pengembangan volume suatu material setelah digali dari tempat aslinya (insitu). Jadi *Swell Factor* merupakan faktor pengembangan tanah yang menyatakan berapa (%() besarnya pengembangan tanah. Faktor pengembangan merupakan nilai pengembangan tanah dari bank menjadi loose dalam persen (%). Faktor pengembangan dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut.

Tabel 4.5 *Constanta Productivity* dan Parameter Material

Material	***Swell Factor***
Ripping Material	0,79
Feeding Material	0,81
Mud	0,82

Sumber : PT LCL *Pit* Barat

4.1.6 Produktivitas Alat Gali Muat

Alat gali muat yang digunakan di PT LCL, yaitu Excavator Sany SY550 HD dengan kapasitas *bucket* 3.1m^3. Untuk mendapatkan produktivitas alat gali muat tersebut, tentunya sudah ada data cycle timenya. Jadi, untuk mencari produktivitas dilakukan dengan cara dibawah ini :

$Pm = (\frac{3600}{Ctm}) \times Kb \times Ff \times Sf \times Ef$ ..... (4.2)

Diketahui :

Kapasitas *bucket* (Kb) = 3.1 m^3

fill factor (Ff) = 1,10 %

Efisiensi kerja alat (Ef) = 0,81 %

Swell Factor (Sf) = 0,79 %

Cycle time alat gali muat (Ctm) = 19,96 detik

$Pm = (\frac{3600}{19,96}) \times 3,1 \times 1,10 \times 0,79 \times 0,81$

Pm = 393,56 ton/jam.

4.1.7 Produktivitas Alat Angkut

Alat angkut yang digunakan di PT LCL, yaitu *Dump Trcuk* Sany 380 HP dengan kapasitas *vessel* 24 ton. Untuk mendapatkan produktivitas alat angkut tersebut, tentunya sudah ada data cycle timenya. Jadi, untuk mencari produktivitas dilakukan dengan cara dibawah ini :

$$Pa = Na \text{ x } (\frac{3600}{Cta}) \times Cb \times Ff \times Sf \times Ef \quad \text{.....(4.3)}$$

Diketahui :

Na = jumlah pengisian dalam satu alat angkut (Na) = 7 kali

Cta = cycle time alat angkut (Cta) = 1.510,82 detik

Cb = kapasitas Vessel (cb) = 24 ton

Ff = faktor pengisian /fill factor (Ff) = 1,10 %

Sf = faktor pengembangan /swell factor (Sf) = 0,79 %

Ef = Efisiensi kerja (Ef) = 0,81 %

$$Pa = 7 \text{ x } (\frac{3600}{1.510,82}) \times 24 \times 1,10 \times 0,79 \times 81$$

= 281,78 ton/jam.

4.2. Evaluasi Kinerja Alat gali muat dan Alat Angkut

4.2.1. Macth Factor Aktual

Untuk mengevaluasi keserasian alat gali muat dan alat gangkut dapat menggunakan persamaan berikut :

Diketahui :

Jumlah alat angkut (Na) = 5

Waktu edar alat gali muat (Ctm) = 19,96 detik

Jumlah alat gali muat (Nm) = 1 unit

Waktu edar alat angkut (Cta) = 1.510,82 detik

Banyak pemuatan (n) = 7

$$MF = \frac{Na\ X\ (Ctm\ X\ n)}{Nm\ X\ Cta} \quad \text{.....(4.4)}$$

$$MF = \frac{5\ x\ (19{,}96\ x\ 7)}{1\ x\ 1.510{,}82}$$

$$= 0{,}46$$

$$MF < 1$$

Jadi *match factor* kerja dari alat gali muat dan alat angkut adalah 0,46 artinya terdapat waktu tunggu bagi alat gali muat sehigga pekerjaan kurang maksimal.

4.3. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produksi

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi produktivitas alat antara lain sebagai berikut:

4.3.1. Kondisi Front Penambangan

Kondi front penambangan pada saat penulis melakukan penelitian menunjukkan kondisi jalan kerja yang tidak rata dan bergelombang. Sisa curah hujan menyebabkan area tersebut sedikit berair, namun secara bersamaan berfungsi menekan intensitas debu yang dihasilkan dari aktivitas operasional. Kombinasi jalan yang kurang rata dan permukaan yang lembap ini mengharuskan operator alat berat untuk lebih waspada guna menghindari risiko *slip* ban selama proses pemuatan material. Kondisi front penambangan bisa dilihat pada Gambar 4.2 berikut.



Sumber : Penulis (2026)

Gambar 4.2 Kondisi Front Penambangan, PT LCL Pite Barat

4.3.2. Kondisi Jalan Angkut

Kondisi aktual jalan angkut dari front penambangan ke stockpile pada saat penulis melakukan penelitian menunjukkan adanya genangan air ringan pasca hujan yang disertai dengan profil jalan yang kurang merata. Kondisi permukaan kerja yang basah dan bergelombang ini secara langsung meningkatkan nilai r*olling resistance* serta risiko *slip* pada ban alat angut, yang berpotensi mempengaruhi cycle time dan efisiensi manuver alat gali muat dan angkut. Kondisi jalan angkut yang dilewati DT bisa dilihat pada Gambar 4.3 dibawah ini.



Sumber : Penulis (2026)

Gambar 4.3 Jalan *Hauling* a) Kondisi Jalan Tambang Kering; b) Kondisi Jalan Tambang Setelah Hujan

4.3.3. Pola Pemuatan

Pola pemuatan yang digunakan dilapangan pada saat penulis melakukan penelitian adalah pola pemuatan *Top loading* dimana alat gali muat *excavator* Sany SY550 HD berada ditempat yang sedikit lebih tinggi dibandingkan *dump truck* Sany 380 HP, dengan *single backup*. Bisa dilihat pada Gambar 4.4 berikut.

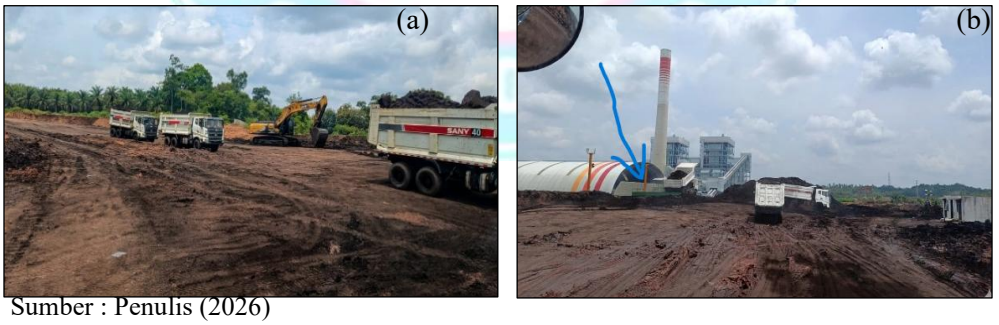


Sumber : Penulis (2026)

Gambar 4.4 *Metode Top Loading*

4.3.4 Keadaan penampungan batu bara (*Stockpile*)

Stockpile merupakan lokasi penyimpanan sementara bagi material hasil tambang, seperti batu bara sebelum didistribusikan. Selain berfungsi sebagai penyangga antara tahap produksi dan pengiriman, *stockpile* juga menjadi tempat penampungan bahan galian yang telah ditambang. Pada saat penulis melakukan penelitian *stockpile* penuh (*Maintance*) jadi *dump truck* melakukan dumping batu bara ke *hopper*. Apabila batu bara berbentuk bongkahan besar maka akan memakan waktu tunggu untuk dump truck lain melakukan dumping, karena batu bara yang besar akan melalui proses penghancuran terlebih daluhu untuk masuk ke lubang *hopper*.



Sumber : Penulis (2026)

Gambar 4.5 (a) Kondisi DT menunggu antrian *dumping* batu bara ke lubang *Hopper*

(b) Kondisi *Hopper*

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dilapangan maka didapatkan beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut :

1. Produksi alat gali muat adalah 393,56 ton/jam sudah mencapai target perusahaan sebesar 300 ton/jam, sementara produktsi alat angkut adalah 281,78 ton/jam sudah mencapai target perusahaan yaitu sebesar 250 ton/jam, dengan jarak dari front penambangan *pit* barat ke stockpile dengan jarak 2600 meter.
2. Keserasian antara alat gali muat dan alat angkut setelah dilakukan perhitungan adalah 0,46 yang artinya ada waktu tunggu bagi alat gali muat, sedangkan alat angkut bekerja maksimal.
3. faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja alat mekanis yaitu seperti kondisi front penambangan, kondisi jalan angkut dan pola pemuatan yang digunakan, serta kondisi *stockpile.*

5.2 Saran

Berdasarkan hasil evaluasi dan pembahasan yang dilakukan, maka penulis memberikan beberapa saran atau rekomendasi bagi perusahaan, sebagai berikut:

1. Perusahaan harus meningkatkan pengawasan yang tegas guna mengurangi hambatan-hambatan kerja yang sifatnya pribadi yang dapat mengganggu waktu kerja efektif dan efisiensi kerja.
2. Berdasarkan pengamatan peneliti dilapangan *Match facktor* < 1 bukan karena kekurangan alat angkut, melainkan karena manajemen front penambangan, maka dari itu peneliti memberikan saran untuk memperbaiki dan melakukan pelebaran *front* terutama pada area *manuver loading dump truk.* Serta *Standby* kan alat guna untuk kebutuhan mendesak di lapangan.
3. Perusahaan perlu melakukan pemeliharaan rutin pada jalur transportasi seperti perbaikan jalan pasca hujan, melalui kegiatan *grading*, penambahan material pengerasan, serta perbaikan sistem *drainase*. Perbaikan ini

diharapkan dapat mengurangi *cycle time dump truck*, meningkatkan keselamatan kerja, dan menjaga produktivitas alat angkut.

4. perusahaan disarankan melakukan evaluasi terhadap kapasitas *hopper* dan *crusher*, serta memastikan batu bara berukuran besar diperkecil sebelum masuk ke hopper agar tidak terjadi penyumbatan yang menyebabkan waktu tunggu pada proses *dumping*.

DAFTAR PUSTAKA

Akbar, F. M., Rezkie, H., & Ratminah, W. D. (2019). Kajian Teknis Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Untuk Mencapai Target Produksi Batu Andesit Di Pt.Arga Eastu Desa Sanetan, Kecamatan Sluke, Kabupaten Rembang Provinsi Jawa Tengah. *Prosiding Seminar Teknologi Kebumian Dan Kelautan*, *1*(1), 196–203.

Duwit, A. P. M., & Rumabar, A. M. F. (2025). Analisis Produktivitas Alat Gali Muat Pada PT. Simpama Dwi Persada, Kampung Yahim Distrik Dobonsolo, Kabupaten Jayapura, Provinsi Papua. *Jurnal Teknik AMATA*, *6*(2), 15–19. https://doi.org/10.55334/jtam.v6i2.339

Fakhri Akbar Dzulfikar, Zaenal, & Elfida Moralista. (2023). Kajian Teknis Optimasi Produksi Alat Gali-Muat dan Angkut pada Overburden Removal. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 149–156. https://doi.org/10.29313/jrtp.v3i2.2879

Hedianto, Enni Tri Mahyuni, Tri Utomo Taliding, & Agil Syahrul Ramadhan. (2024). Analisis Match Factor pada Kegiatan Pemindahan Overburder di PT. Ceria Nugraha Indotama. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 1–8. https://doi.org/10.29313/jrtp.v4i1.3287

Herniti, D., Fridtriyanda, A., Dinata, A. A., & Siri, H. T. (2023). Evaluasi Produktivitas Alat Gali Muat Dan Alat Angkut Pada Aktivitas Pengupasan Overburden Di Pt. Firman Ketaun (Fk) Desa Tanjung Dalam Kec. Ulokkupai Kab. Bengkulu Utara. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, *23*(2), 67–79.

Ilmiah, J., Dan, K., Produktivitas, A., Excavator, A., Pc, K., Truck, D., Pada, M. A., Batubara, P., Di, B., Ppa, K. P. I. T., Banko, S., Pt, B., & Asam, B. (2024). *JITS*. *1*(3), 126–133.

Ilmiah, J., & Pendidikan, W. (2025). *2 1,2,3*. *11*(April), 299–307.

Ilmiah, J., Pt, B., & Asam, B. (2023). *JITS*. *1*(2), 53–60.

Loading, B., Loading, T., Loading, B., Loading, T., Loading, B., Caterpillar, E., Loading, T., Loading, B., Loading, T., Loading, B., Loading, T., Loading, B., & Time, C. (2024). *M i n e t e c h*. *3*(109), 112–117.

Maludin. (2018). Pengaruh Lingkungan Kerja Terhadap Produktivitas Kerja Karyawan. *Jurnal Manajemen*, *3*(2), 1–5.

Ramadhan, M. G., Sumarno, & Yuhanafia, N. (2020). Perbandingan Perhitungan Volume Stockpile Hasil Pengukuran Unmanned Aerial Vehicle (UAV) dan Pengukuran Electronic Total Station (ETS). *Reka Geomatika, Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, *X*(20), 1–12.

Sarmidi, S., Mases, Y., & Nuryanneti, I. (2023). Kajian Produktivitas Alat Gali-Muat dan Alat Angkut pada Pengupasan Overburden di PIT TSBC, Tambang Air Laya, PT. Bukit Asam, Tbk. *Jurnal Surya Teknika*, *10*(2), 900–907.

Studi, P., Pertambangan, T., & Mineral, F. T. (2021). *ANALISIS PRODUKTIVITAS ALAT GALI MUAT*. *02*(02), 91–98.

Sulistyono, D. (2012). Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga GAS Batubara di Kabupaten Sintang. *Elkha*, *4*(2), 38–42.

UNIVERSITAS PRABUMULIH
UNPRA
2000

LAMPIRAN A

PERHITUNGAN *CYCLE TIME* ALAT GALI MUAT *EXCAVATOR* SANY SY550 HD

A.1 Data Cycle Time Excavator Sany SY550 HD

Tabel A.1 Cycle Time Excavator Sany SY550 HD

No	Dingging (Detik)	Swing isi (Detik)	Loading (Detik)	Swing Kosong (Detik)	Total Seluruh Waktu (Detik)
1	7,38	5,53	2,37	4,85	21,13
2	6,98	6,06	3,92	5,52	22,48
3	7,39	5,34	5,41	5,03	23,17
4	2,83	4,89	6,40	10,38	24,5
5	3,05	5,50	3,82	4,48	16,85
6	4,91	4,76	6,96	5,39	22,02
7	7,30	3,71	1,55	3,15	15,71
8	6,47	3,25	3,50	2,32	15,54
9	4,10	3,26	2,46	5,20	12,96
10	5,64	3,52	2,03	3,57	14,76
11	5,75	6,93	2,20	5,04	19,92
12	9,67	4,66	2,64	5,06	22,03
13	7,46	4,94	3,34	5,04	20,78
14	5,94	3,38	3,18	5,06	18,01
15	4,16	5,69	2,33	4,62	16,8
16	7,01	4,32	2,33	4,62	21,2
17	4,74	4,79	2,23	5,73	17,49
18	5,35	5,51	3,03	4,62	18,51
19	8,77	4,09	2,14	4,93	19,93
20	4,25	3,60	1,76	6,04	15,65
21	5,33	3,58	2,02	4,77	15,7
22	7,92	7,48	2,12	6,67	24,19
23	8,39	7,00	2,80	6,58	24,77
24	5,79	4,42	2,81	3,05	16,07
25	8,32	4,98	1,80	6,12	21,22
26	7,13	4,19	2,84	5,95	20,11
27	9,25	7,05	2,86	5,76	24,92
28	7,85	5,76	2,12	5,56	21,29
29	7,94	6,50	2,16	7,40	24,00
30	7,98	5,77	3,64	9,79	27,18
Rata - Rata	6,53	5,01	3,09	5,49	19,96

Sumber: Penulis, 2026

A.2 WAKTU PARAMETER *DIGGING EXCAVATOR* SANY SY550 HD

Jumlah Data (n) = 30

Min = 2,83 detik

Max = 9,67 detik

Jumlah Kelas = 1 + 3,3 log in

Jumlah Kelas = 5,87

= 6

Interval Kelas $= \frac{maksimum - minimum}{6}$

$= \frac{9,67 - 2,83}{6}$

= 1,2 detik

Tabel A.2 Frekuensi *Digging*

Kelas	*Frequency* (Fi)	Persentase (%)	Nilai Tengah (xi)	Fi * xi
2,83 – 4,02	2	6,67, %	3,42	6,84
4,03 – 5,22	5	16,67 %	4,62	23,1
5,23 – 6,42	6	20 %	5,82	34,92
6,43 – 7,62	8	26,66 %	7,02	56,16
7,63 – 8,82	7	23,33 %	8,22	57,54
8,83 – 10,02	2	6,67 %	9,42	18,82
TOTAL	30	100 %	38,52	195,9

Sumber : Penulis (2026)

Nilai rata-rata *Digging* alat gali muat adalah:

Rata – Rata $= \frac{(Fi\ .Xi)}{Fi}$

$= \frac{(195,9)}{30}$

= 6,53 detik

A.3 WAKTU PARAMETER *SWING* ISI *EXCAVATOR* SANY SY550 HD

Jumlah Data (n) = 30

Min = 3,25 detik

Max = 7,48 detik

Jumlah Kelas = 1 + 3,3 log n

Jumlah Kelas = 5,87

= 6

Interval Kelas = $\frac{maksimum - minimum}{6}$

= $\frac{7,48 - 3,25}{6}$

= 0,705 detik

Interval Kelas = 0,71

Tabel A.3 Frekuensi *Swing* Isi

Kelas	*Frequency* (Fi)	Persentase (%)	Nilai Tengah (xi)	Fi * xi
3,25 – 3,95	7	23,33 %	3,60	25,2
3,96 – 4,66	5	16,67 %	4,31	21,55
4,67 – 5,37	6	20 %	5,02	30,12
5,38 – 6,08	7	23,33 %	5,73	40,11
6,09 – 6,79	1	3,33 %	6,44	6,44
6,80 – 7,50	4	13,34 %	7,15	28,6
TOTAL	30	100 %	32,25	150,3

Sumber : Penulis (2026)

Nilai rata-rata *Swing* isi alat gali muat adalah:

Rata – Rata = $\frac{(Fi \, . Xi)}{Fi}$

= $\frac{(150,3)}{30}$

= 5,01 detik

A.4 WAKTU PARAMETER *LOADING EXCAVATOR* SANY SY550 HD

Jumlah Data (n) = 30

Min = 1,55 detik

Max = 6,96 detik

Jumlah Kelas = 1 + 3,3 log n

= 5,87

= 6

Interval Kelas = $\frac{maksimum - minimum}{6}$

= $\frac{6,96 - 1.55}{6}$

= 0,9016 detik

Interval Kelas = 0,91

Tabel A.4 Frekuensi *Loading*

Kelas	*Frequency* (Fi)	Persentase (%)	Nilai Tengah (xi)	Fi * xi
1,55 – 2,45	14	47 %	2	28
2,46 – 3,36	8	24 %	2,91	23,28
3,37 – 4,27	5	17 %	3,82	19,1
4,28 – 5,18	0	0 %	4,73	0
5,19 – 6,09	1	3,33 %	5,64	5,64
6,10 – 7,00	2	6,67 %	6,55	13,1
TOTAL	30	100 %	25,65	92,7

Sumber : Penulis (2026)

Nilai rata-rata *Swing* isi alat gali muat adalah:

Rata – Rata = $\frac{(Fi \, .Xi)}{Fi}$

= $\frac{(92,7)}{30}$

= 3,09 detik

A.5 WAKTU PARAMETER *SWING* KOSONG *EXCAVATOR* SANY SY550 HD

Jumlah Data (n) = 30

Min = 2,32 detik

Max = 10,38 detik

Jumlah Kelas = 1 + 3,3 log n

= 5,87

= 6

Interval Kelas = $\frac{maksimum - minimum}{6}$

= $\frac{10,38 - 2,32}{6}$

= 1,343 detik

= 1,35 detik

Tabel A.5 Frekuensi *Swing* Kosong

Kelas	*Frequency* (Fi)	Persentase (%)	Nilai Tengah (xi)	Fi * xi
2,32 – 3,66	4	13,33 %	2,99	11,96
3,67 – 5,01	5	16,67%	4,34	21,7
5,02 – 6,36	15	50 %	5,69	85,35
6,37 – 7,71	3	10 %	7,04	21,12
7,72 – 9,06	0	0	8,39	0
9,07 – 10,41	3	10%	9,74	29,22
TOTAL	30	100 %	38,19	164,7

Sumber : Penulis (2026)

Nilai rata-rata waktu *Swing* kosong *Excavator* adalah :

Rata – Rata = $\frac{(Fi\ .Xi)}{Fi}$

= $\frac{(164,7)}{30}$

= 5,49 detik

LAMPIRAN B

PERHITUNGAN *CYCLE TIME* ALAT ANGKUT *DUMP TRUCK* SANY 380 HP

B.1 Data Cycle Time *Dump Truck* Sany 380 HP

Tabel B.1 Cycle Time Dump Truck Sany 380 HP

No	*Manuver loading* (detik)	*loading Time* (detik)	*Hauling* isi (detik)	*Manuver dumping* (detik)	*Dumping* (detik)	*Hauling* Kosong (detik)	*Cicle Time* (detik)
1	67,13	177,1	1.426,5	34,41	46,63	513,1	2.265,87
2	30,19	139,7	435,6	24,51	37,2	767,7	1.434,90
3	42,74	130,1	420	40,40	42,66	775,5	1.451,40
4	46,61	145,2	456,6	58,31	36,99	612,3	1.356,01
5	57,14	164,2	393,3	35,16	73	577,6	1.300,40
6	54,85	122,2	636,7	27,42	53,09	745,6	1.639,86
7	43,86	138,1	590,1	38,56	37,60	612,1	1.460,32
8	24,12	108,1	828,8	35,15	66	689,8	1.751,97
9	51,66	86,1	595,3	35,37	51,66	441,1	1.261,19
10	37,25	118,6	535,4	32,50	26,22	500,1	1.250,07
11	67,01	116,6	537,9	37,24	47,9	522,2	1.328,85
12	65,37	105,4	567,1	34,91	34,45	572,1	1.379,33
13	92,05	116,3	586,1	35,23	39,09	855,2	1.723,97
14	73,00	116,7	921,3	36,74	45,78	543,4	1.736,92
15	123,00	124,4	1.074,4	48	60	495,5	1.925,31
16	64,39	102,4	1.512,4	44,93	67,22	636,6	2.427,94
17	30,37	130,5	728,3	39,47	38,70	496,4	1.463,74
18	46,13	111,5	581,2	35,40	40,22	472,2	1.286,65
19	51,03	119,2	528,4	29,92	44,39	593,4	1.366,34
20	48,92	136,6	607,7	36,61	38,01	552,2	1.420,04
21	69,01	129,3	729,8	40,82	33,70	512,6	1.515,23
22	39,42	121,2	777,6	44,73	34,17	531,1	1.548,22
23	46,46	147,1	719,5	45,50	39,50	522,6	1.520,66
24	53,24	128,1	687,4	37,71	33,92	612,1	1.552,47
25	60,03	113,1	688,5	39,06	37,64	529,2	1.467,53
26	83,72	155,6	496,6	32,12	42,93	490,3	1.301,27
27	59,22	144,4	472,2	42,13	31,71	473,3	1.222,96
28	37,30	120,2	593,5	47,20	30,50	480,2	1.308,90
29	39,12	140	557,2	33,21	54,12	441,5	1.265,15
30	45,54	139,8	610,4	27,72	47,09	520,6	1.391,15
Rata-Rata	54,86	128,26	626,17	37,68	43,73	578,55	1.510,82

Sumber: Penulis, 2026

B.2 WAKTU PARAMETER *MANUVER LOADING* ALAT ANGKUT *DUMP TRUCK* SANY 380 HP

Jumlah Data (n) = 30

Min = 24,12 detik

Max = 123,00 detik

Jumlah Kelas = 1 + 3,3 log n

= 5,87

= 6

Interval Kelas = $\frac{maksimum - minimum}{6}$

= $\frac{123{,}00 - 24{,}12}{6}$

= 16,48 detik

= 16,5 detik

Tabel B2 Frekuensi *Manuver Loading Dump Truck* Sany 380 HP

Kelas	*Frequency* (Fi)	Persentase (%)	Nilai Tengah (xi)	Fi * xi
24,12 – 40,61	7	23,34	32,365	226,55
40,62 – 57,11	11	36,67	48,865	537,51
57,12 – 73,61	9	30	65,365	588,28
73,62 – 90,11	1	3,33	81,865	81,86
90,12 – 106,61	1	3,33	98,365	98,36
106,62 – 123,11	1	3,33	114,865	114,86
TOTAL	30	100 %	441,69	1.645,8

Sumber : Penulis (2026)

Nilai rata-rata waktu *Manuver Loading Dump Truck* adalah:

Rata – Rata = $\frac{(Fi\ .Xi)}{Fi}$

= $\frac{(1.645{,}8)}{30}$

= 54,86 detik

B.3 WAKTU PARAMETER *LOADING* ALAT ANGKUT *DUMP TRUCK* SANY 380 HP

Jumlah Data (n) = 30

Min = 86,1 detik

Max = 177,1 detik

Jumlah Kelas = 1 + 3,3 log n

= 5,87

= 6

Interval Kelas = $\frac{maksimum - minimum}{6}$

= $\frac{177,1 - 86,1}{6}$

= 15,166 detik

Tabel B.3 Frekuensi *Loading Dump Truck* Sany 380 HP

Kelas	*Frequency* (Fi)	Persentase (%)	Nilai Tengah (xi)	Fi * xi
86,1 – 101,2	1	3,33	93,65	93,65
101,3 – 116,4	6	20	108,81	652,86
116,5 – 131,6	12	40	123,97	1.487,64
131,7 – 146,8	7	23,34	139,13	973,91
146,9 – 162,0	2	6,67	154,29	308,58
162,1 – 177,2	2	6,67	169,45	4338,9
TOTAL	30	100 %	789,30	3.847,8

Sumber : Penulis (2026)

Nilai rata-rata waktu *Loading Dump Truck* adalah:

Rata – Rata = $\frac{(Fi\ .Xi)}{Fi}$

= $\frac{(3.847,8)}{30}$

= 128,26 detik

B.4 WAKTU PARAMETER *HAULNG* ISI ALAT ANGKUT *DUMP TRUCK* SANY 380 HP

Jumlah Data (n) = 30

Min = 393,3 detik

Max = 1512,4 detik

Jumlah Kelas = 1 + 3,3 log n

= 5,87

= 6

Interval Kelas = $\frac{maksimum - minimum}{6}$

= $\frac{1512,4 - 393,3}{6}$

= 186,52 detik

Tabel B.4 Frekuensi *Hauling* Isi *Dump Truck* Sany 380 HP

Kelas	*Frequency* (Fi)	Persentase (%)	Nilai Tengah (xi)	Fi * xi
393,3 – 579,8	10	33,33	486,55	4.865,5
579,9 – 766,4	14	46,67	673,07	9.422,98
766,5 – 953,0	3	10	859,59	2.578,77
953,1 – 1139,6	1	3,33	1.046,11	1.046,11
1139,7 – 1326,2	0	0	1.232,63	0
1326,3 – 1512,8	2	6,67	1.419,15	2.838,3
TOTAL	30	100 %	5.717,10	18.785,1

Sumber : Penulis (2026)

Nilai rata-rata waktu *Hauling* Isi *Loading Dump Truck* adalah:

Rata – Rata = $\frac{(Fi \, . Xi)}{Fi}$

= $\frac{(18,785,1)}{30}$

= 626,17 detik

B.5 WAKTU PARAMETER *MANUVER DUMPING* ALAT ANGKUT *DUMP TRUCK* SANY 380 HP

Jumlah Data (n) = 30

Min = 24,51 detik

Max = 58,31 detik

Jumlah Kelas = 1 + 3,3 log n

= 5,87

= 6

Interval Kelas = $\frac{maksimum - minimum}{6}$

= $\frac{58,31 - 24,51}{6}$

= 5,63 detik

= 5,7 detik

Tabel B.5 Frekuensi *Manuver Dumping Dump Truck* Sany 380 HP

Kelas	*Frequency* (Fi)	Persentase (%)	Nilai Tengah (xi)	Fi * xi
24,51 – 30,21	4	13,33	27,36	109,44
30,22 – 35,93	10	33,33	33,06	330,6
35,94 – 41,61	9	30	38,76	348,84
41,62 – 47,31	5	16,67	44,46	222,3
47,32 – 53,01	1	3,33	50,16	50,16
53,02 – 58,72	1	3,33	55,86	55,86
TOTAL	30	100 %	249,66	1.130,4

Sumber : Penulis (2026)

Nilai rata-rata waktu *Manuver Dumping Dump Truck* adalah:

Rata – Rata = $\frac{(Fi\ .Xi)}{Fi}$

= $\frac{(1.130,4)}{30}$

= 37,68 detik

B.6 WAKTU PARAMETER *DUMPING* ALAT ANGKUT *DUMP TRUCK* SANY 380 HP

Jumlah Data (n) = 30

Min = 26,22 detik

Max = 73,00 detik

Jumlah Kelas = 1 + 3,3 log n

= 5,87

= 6

Interval Kelas = $\frac{maksimum - minimum}{6}$

= $\frac{73,00 - 26,22}{6}$

= 7,8 detik

Tabel B.6 Frekuensi *Dumping Dump Truck* Sany 380 HP

Kelas	*Frequency* (Fi)	Persentase (%)	Nilai Tengah (xi)	Fi * xi
26,22 – 34,02	6	20	30,12	180,72
34,03 – 41,83	10	33,34	37,92	379,2
41,84 – 49,64	7	23,33	45,72	320,04
49,65 – 57,45	3	10	53,52	160,56
57,46 – 65,26	1	3,33	61,32	61,32
65,27 – 73,07	3	10	69,12	207,36
TOTAL	30	100 %	297,72	1.311,9

Sumber : Penulis (2026)

Nilai rata-rata waktu *Dumping Dump Truck* adalah:

Rata – Rata = $\frac{(Fi\ .Xi)}{Fi}$

= $\frac{(1.311,9)}{30}$

= 43,73 detik

B.7 WAKTU PARAMETER *HAULING* KOSONG ALAT ANGKUT *DUMP TRUCK* SANY 380 HP

Jumlah Data (n) = 30

Min = 441,1 detik

Max = 855,2 detik

Jumlah Kelas = 1 + 3,3 log n

= 5,87

= 6

Interval Kelas $= \frac{maksimum - minimum}{6}$

$= \frac{855,2 - 441,1}{6}$

= 69,02 detik

Tabel B.7 Frekuensi *Hauling* Kosong *Dump Truck* Sany 380 HP

Kelas	*Frequency* (Fi)	Persentase (%)	Nilai Tengah (xi)	Fi * xi
441,1 – 510,12	9	30	475,61	7.173,92
510,13 – 579,15	11	36,67	544,63	9.193,68
579,16 – 648,18	5	16,67	613,65	2.475,15
648,19 – 717,21	1	3,33	682,67	0
717,22 – 786,24	3	10	751,69	1.126,73
786,25 – 855,27	1	3,33	820,71	4.655,14
TOTAL	30	100 %	3.888,96	17.356,5

Sumber : Penulis (2026)

Nilai rata-rata waktu *Hauling* Kosong *Dump Truck* adalah:

Rata – Rata $= \frac{(Fi \, . Xi)}{Fi}$

$= \frac{(17.356,5)}{30}$

= 578,55detik

LAMPIRAN C SPESIFIKASI ALAT

C.1 SANY SY550 HD



Sumber : Penulis (2026)

Gambar C.1 *Excavator* Sany SY550 HD

Tabel C.1 Spesefikasi *Excavator* Sany SY550 HD

No	Uraian	Speesifikasi Sany SY550 HD
1	Mesin	Isuzu 6WG1
2	Tenaga Mesin	300 kW
3	Berat Operasional	52 T
4	Tangki Bahan Bakar	680 L
5	Kapasitas *Bucket*	3,1m^3
6	Gaya penggalian *bucket*	270 kN

Sumber: https://www.sanyglobal.com

C.2 SANY 380 HP



Sumber : Penulis (2026)

Gambar C.2 *Dump Truk* Sany 380 HP

Tabel C.2 Spesifikasi *Dump Truck* Sany 380 HP

No	Uraian	Speesifikasi Sany 380 HP SYZ322C-8S
1	Mesin	Weichai 460 HP
2	Transmisi	Automatic Transmission
3	Konfigurasi Gandar	6 x 6
5	Kapasitas Vessel	24 T
6	Kecepatan Maksimum	50 km/jam
7	Sistem Kemudi	Full Hydraulic Steering

Sumber: https://www.sanyglobal.com

C.3 GD705-5



Sumber : Penulis (2026)

Gambar C.3 Motor Grader GD707-5

Tabel C.3 Spesifikasi Motor Grader GD705-5

NO	Uraian	Speesifikasi **Komatsu GD705-5**
1	Mesin	Komatsu SAA6D114E-3
2	Tenaga Mesin	250 HP
3	Transmisi	Powershift
4	Panjang Blade	4,32 m
5	Kecepatan Maksimum Maju	42,5 km/jam
6	Radius Putar	7,6 m
7	Berat Operasional	19,300 kg

Sumber: https://product.unitedtractors.com

LAMPIRAN D PETA ORTHO MARET 2026



Sumber : PT LCL (2026)

Gambar D.1 Peta Ortho