

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PROYEK
PEMBANGUNAN JEMBATAN KERETA API TEBING
TINGGI - PEMATANG SIANTAR (JAS-2) DENGAN METODE
CATERPILLAR
(Studi Kasus)**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

ILHAM ROMADHONA
1407210259



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2022

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Ilham Romadhona

NPM : 1407210259

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisis Penggunaan Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Jembatan Kereta Api Tebing Tinggi-Pematang Siantar (Jas-2) dengan Metode Caterpillar (Studi Kasus)

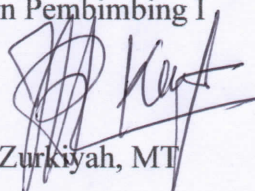
Bidang ilmu : Transportasi.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

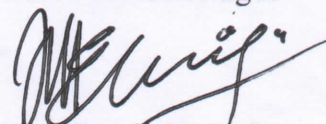
Medan, 27 Mei 2022

Disetujui untuk disampaikan kepada
Panitia Ujian Skripsi :

Dosen Pembimbing I


Ir. Zurkiyah, MT

Dosen Pembimbing II


Irma Dewi, ST, M.Si

HALAMAN PENGESAH

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Ilham Romadhona

NPM : 1407210259

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisis Penggunaan Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Jembatan Kereta Api Tebing Tinggi-Pematang Siantar (Jas-2) dengan Metode Caterpillar (Studi Kasus)

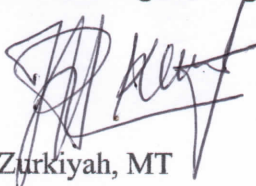
Bidang ilmu : Transportasi.

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 27 Mei 2022

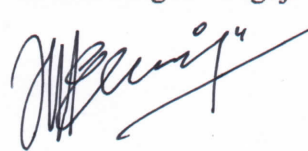
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji



Ir. Zurkiyah, MT

Dosen Pembimbing II / Peguji



Irma Dewi, ST, M.Si

Dosen Pembimbing I / Penguji



Andri, ST, MT

Dosen Pembimbing II / Peguji



Rizki Efrida, ST, MT

Program Studi Teknik Sipil
Ketua,



Dr. Fahrizal Zulkarnain

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Ilham Romadhona

Tempat /Tanggal Lahir : Bandar Setia, 07 Februari 2021

NPM : 1407210259

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Analisis Penggunaan Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Jembatan Kereta Api Tebing Tinggi – Siantar (Jas-2) Dengan Metode Caterpillar (Studi Kasus)”, bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 27 Mei 2022



Saya yang menyatakan,

Ilham Romadhona

ABSTRAK

ANALISIS PENGGUNAAN ALAT BERAT PADA PROYEK PEMBANGUNAN JEMBATAN KERETA API TEBING TINGGI – SIANTAR (JAS-2) DENGAN METODE CATERPILLAR (STUDI KASUS)

Ilham Romadhona
1407210259
Ir. Zurkiyah, MT
Irma Dewi, ST, M.Si

Jalur Kereta Api Tebing Tinggi – Pematang Siantar merupakan bagian dari sistem transportasi sebagai pelayanan sarana infrastruktur bagi dampak penjumlahan penduduk. Untuk mengatasi lamanya waktu tunggu pergantian jalur kereta api maka dibangun jembatan sebagai jalur tambahan kereta api Tebing Tinggi – Pematang Siantar, sehingga dapat mengurangi keterlambatan perjalanan kereta api di wilayah tersebut. Karena jembatan kereta api yang sudah ada sudah usang dan mengalami kerusakan, maka dibangunlah jembatan kerat api yang baru. Dalam proyek pembangunan kereta api Tebing tinggi – Pematang Siantar dibutuhkan alat-alat berat guna mempercepat pelaksanaan pekerjaan, untuk itu jumlah kebutuhan alat berat dan penerapannya harus diperhitungkan. Alat-alat berat yang dikenal dalam ilmu Teknik Sipil merupakan alat yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembangunan suatu struktur bangunan.

Penelitian ini menggunakan teori produktivitas alat berat, penentu jenis dan jumlah alat sesuai dengan medan lokasi, jenis tanah yang akan digali dan dipadatkan. Komposisi alat berat yang dipakai akan mempengaruhi jumlah alat dan waktu pekerjaan. Jam kerja alat berat menggunakan jam kerja normal yaitu 8 jam, metode perhitungan yang dilakukan dengan cara *Caterpillar*.

Kata Kunci : Produktivitas alat berat, Komposisi alat berat, Waktu Kerja alat.

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE USE OF HEAVY EQUIPMENT IN TEBING TINGGI - SIANTAR RAILWAY BRIDGE CONSTRUCTION PROJECT (JAS-2) USING THE CATERPILLAR METHOD (CASE STUDY)

Ilham Romadhona
1407210259
Ir. Zurkiyah, MT
Irma Dewi, ST, M.Si

The Tebing Tinggi – Pematang Siantar Railway is part of the transportation system as a service for infrastructure facilities for the impact of population growth. To overcome the long waiting time for changing train lines, a bridge was built as an additional line for the Tebing Tinggi – Pematang Siantar train, so as to reduce delays in train travel in the area. Because the existing railway bridge was obsolete and damaged, a new railway bridge was built. In the Tebing Tinggi – Pematang Siantar railway construction project equipment is required to speed up the work, therefore the number of heavy equipment needs and their application must be taken into account. Heavy equipment known in Civil Engineering is a tool used to assist humans in carrying out the work of constructing a building structure.

This study uses the theory of heavy equipment productivity, determining the type and number of equipment according to the terrain, the type of soil to be excavated and compacted. The composition of the heavy equipment used will affect the number of tools and work time. The working hours of heavy equipment use the normal working hours of 8 hours, the calculation method is carried out using the Caterpillar method.

Keywords: Productivity of heavy equipment, Composition of heavy equipment, Working time of equipment.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisis Penggunaan Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Jembatan Kereta Api Tebing Tinggi – Siantar (Jas-2) Dengan Metode Caterpillar (Studi Kasus)” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Ibu Zurkiyah, MT, selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Irma Dewi, ST, MSi, selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Andri, ST, MT, selaku dosen penguji I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Ibu Rizki Efrida, ST, MT, selaku dosen penguji II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Munawar Alfansury Siregar, ST, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipil kepada penulis.
8. Orang tua penulis: Jumali dan Almh. Mirah, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
9. Keluarga kecil penulis, Istri Hazrina Riswandani S.S, yng telah membantu penulis, memberi semangat dan dukungan yang besar, beserta anak – anak

penlis Afnan Al – Ghifari dan Fathan Rafka AL-Ghifari, sebagai penyemangat penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.

10. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

11. Sahabat-sahabat penulis: Hizrah Maisarah, Ramadhan Saputra, Fairuz Munawir, dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik sipil.

Medan, 17 Mei 2022

Ilham Romadhona

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR NOTASI & SINGKATAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Kajian Teori	6
2.2 Pembahasan Tentang Tanah	6
2.2.1 Karakteristik Tanah	6
2.2.2 Sifat-Sifat Tanah	7
2.2.3 Macam Pekerjaan Tanah	9
2.3 Manajemen Alat	10
2.4 Jenis Alat Berat dan Cara Kerjanya	11
2.4.1 Excavator	11
2.4.2 Vibro Roller / Vibarator Roller	12
2.4.3 Dump Truck	13
2.4.2 Alat Perata (Bulldozer)	15
2.5 Faktor Koreksi	16
2.6 Perhitungan Produktivitas Alat – alat Berat	18

2.6.1 <i>Exsavator</i>	18
2.6.2 <i>Vibro Roller / Vibrator Roller</i>	22
2.6.3 <i>Dump Truck</i>	24
2.6.4 <i>Bulldozer</i>	26
2.7 Waktu Kerja	28
2.7.1 Waktu Kerja Normal	28
2.7.2 Waktu Kerja Lembur	28
2.8 Penelitian Terdahulu	28
2.9 Hipotesa	30
BAB III METODE PENELITIAN	31
3.1 Bagan Alir Penelitian	31
3.2 Tahapan Persiapan	32
3.3 Tahapan Kerja Penelitian	32
3.4 Metode Survey Lapangan	33
3.5 Pengolahan data	33
3.5.1 Data Primer	34
3.5.2 Data Sekunder	34
3.5 Penentuan Lokasi	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1 Analisa Data dan Pembahasan	36
4.2 Analisa Estimasi Jumlah Alat-alat Berat	37
4.2.1 <i>Excavator</i>	37
4.2.2 <i>Vibro Roller / Vibrator Roller</i>	39
4.2.3 <i>Dump Truck</i>	41
4.2.4 <i>Bulldozer</i>	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Sifat – sifat beberapa macam tanah	8
Tabel 2.2	Konversi Tanah	8
Tabel 2.3	Efisiensi kerja	16
Tabel 2.4	Efisiensi Operator	17
Tabel 2.5	Faktor Kondisi Pekerjaan	17
Tabel 2.6	Efisiensi waktu kerja	18
Tabel 2.7	Faktor kedalaman <i>Excavator</i>	19
Tabel 2.8	Faktor Pengisian <i>bucket excavator</i>	20
Tabel 2.9	Waktu untuk menggali “detik”	21
Tabel 2.10	Waktu untuk <i>swing</i> pada <i>excavator</i>	21
Tabel 2.11	Lebar kerja pemadatan	23
Tabel 2.12	Kecepatan kerja alat pemadat	23
Tabel 2.13	Waktu Bongkar muat <i>dump truck</i>	25
Tabel 2.14	Waktu ganti pada <i>porsneling bulldozer</i>	26
Tabel 2.15	Faktor <i>blade</i> dalam penggusuran	26
Tabel 4.1	Rekapitulasi volume pekerjaan tanah	37

DAFTAR GAMBAR

- 2.1 Gambar 2.1 *Excavator* 12
- 2.2 Gambar 2.2 *Vibro Roller/Vibrator Roller* 13
- 2.3 Gambar 2.3 *Dump Truck* 14
- 2.4 Gambar 2.4 *Bulldozer* 16
- 2.5 Gambar 3.2 Lokasi Penelitian 35

DAFTAR NOTASI

a	= Faktor pisau <i>bulldozer</i>
b	= Lebar efektif pemadatan
Ct	= Waktu siklus <i>excavator</i>
E	= Efisiensi kerja/alat <i>excavatori</i>
F	= Kecepatan maju
Fa	= Efisiensi alat
Fa	= Efisiensi kerja/alat
Fb	= Faktor <i>bucket</i>
Fh	= Faktor pengembangan bahan
H	= Tinggi pisau <i>bulldozer</i>
h	= Waktu menumpah
J	= Jarak angkut atau gusur
j	= Waktu menunggu
K	= Faktor <i>bucket excavator</i>
Kp	= Produktivitas perjam
n	= Jumlah passing
P	= Panjang perhari
pa	= Kapasitas pompa air
PMT	= Produktivitas maksimum teoritis
q1	= Volume <i>bucket excavator</i>
q	= kapasitas <i>blade</i>
R	= Kecepatan mundur
T	= Tebal lapis pondasi kelas a
t	= Ketebalan material
ts	= Siklus waktu
Tk	= Jam kerja efektif perhari
tl	= Waktu muat
V	= kapasitas <i>dump truck</i>
V	= Volume <i>bucket</i>
V	= Kecepatan rata – rata

v_k = Kecepatan rata – rata kosong

v_l = Kecepatan rata – rata isi

W = Jarak angkat

W_a = Kebutuhan air/ m^3

Z = Waktu ganti *porsneling*

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini kepadatan transportasi lebih diwarnai kendaraan pribadi yang mengakibatkan tidak seimbangnya antara lebar jalan tersedia dengan jumlah kendaraan sehingga menimbulkan kemacetan yang akan berdampak pada penurunan dan kelambatan roda perekonomian yang diakibatkan dari tidak lancarnya sarana transportasi lalu lintas. Transportasi massal khususnya kereta api menjadi pilihan penting untuk mengatasi hal tersebut. Diharapkan dengan adanya pembangunan proyek penambahan jalur dan Pembuatan Jembatan Kereta Api Lintas Tebing Tinggi – Pematang Siantar, akan mampu mengurangi penggunaan kendaraan pribadi yang akhirnya akan mengurangi kepadatan lalu lintas.

Dalam suatu pekerjaan, terutama pada pekerjaan-pekerjaan dengan volume besar serta dikejar target penyelesaiannya peran alat berat sangat berpengaruh. Untuk itu dalam penggunaan alat berat tersebut seharusnya pihak pelaksana maupun perencana sudah dapat mengira-ngira berapa produksi tiap jam maupun tiap harinya, agar target pekerjaan sesuai dengan waktu yang ditentukan. Perencanaan matang dalam hal pemilihan jenis dan jumlah alat berat serta metode pelaksanaannya baik secara individu atau gabungan yang akan digunakan suatu proyek, artinya fungsi fungsi dan guna alat harus sesuai dengan kondisi medan kerja, kondisi peralatan dan kondisi pemeliharaan. Perencanaan yang kurang baik akan mengakibatkan bermacam persoalan dan masalah yang menjurus pada kerugian atau penggunaan dana yang kurang bermanfaat dan kesulitan-kesulitan lainnya. Oleh karena kontribusi alat berat terhadap pelaksanaan proyek yang cukup penting serta biaya penggunaan alat berat yang relatif mahal, maka dibutuhkan suatu manajemen yang baik dalam mendayagunakan sumber daya alat berat ini.

Pekerjaan galian dan timbunan merupakan kegiatan yang harus dilaksanakan pada setiap proyek konstruksi. Dalam menggunakan alat-alat berat untuk pembuatan konstruksi jalan perlu diperhatikan konstruksi jalan, alat-alat berat yang

dipakai, pengetahuan tentang kapasitas dan kemampuan alat berat agar memenuhi syarat penggunaan yaitu tidak menimbulkan pemborosan tenaga kerja, modal produktivitas serta memenuhi kebutuhan keselamatan.

Proyek Pembuatan Badan Jalan Kereta Api Lintas Tebing Tinggi–Pematang Siantar dijadwalkan selama 291 hari kalender, antara lain pada bulan 09 September 2020 sampai 07 Juni 2021. Proyek pembangunan Jembatan Kereta Api Tebing Tinggi–Pematang Siantar akan melaksanakan pekerjaan galian dan timbunan dengan volume yang cukup besar, sehingga pembangunan Jembatan Kereta Api Tebing Tinggi–Pematang Siantar ini menggunakan bantuan alat berat untuk pekerjaan galian dan timbunan. Alat berat yang akan dipakai pada pekerjaan galian dan timbunan yaitu *excavator*, *vibro roller/vibrator roller*, *dump truck* dan *bulldozer*. Alat-alat berat tersebut dipilih karena bisa menyelesaikan pekerjaan galian dan timbunan dengan mengkombinasi alat-alat tersebut, sehingga pekerjaan galian dan timbunan akan selesai sesuai waktu dan biaya yang optimal.

Kombinasi alat berat merupakan salah satu cara untuk menentukan alat berat yang dipakai, jumlah alat berat yang akan dipakai dan menghitung waktu dan biaya yang dibutuhkan. Penggunaan alat berat yang kurang tepat dengan kondisi dan situasi lapangan pekerjaan akan berpengaruh berupa kerugian antara lain rendahnya produksi, maka dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi selalu ada kemungkinan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek akan melebihi waktu yang telah ditentukan dalam kontrak pekerjaan. Maka dari itu dibutuhkan beberapa kombinasi alat berat untuk mengetahui produktivitas alat-alat tersebut, sehingga dapat menentukan alat mana saja yang memiliki produktivitas yang optimum dari segi waktu dan biaya. Sehingga kerugian dan keterlambatan pengerjaan proyek dapat diminimalisir atau bahkan dihindari. Berdasarkan data uraian di atas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Analisis Penggunaan Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Jembatan Kereta Api Tebing Tinggi – Pematang Siantar (JAS-2) dengan Metode Caterpillar (studi kasus)”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, maka rumusan masalah yang dikaji yaitu:

1. Bagaimana menetapkan komposisi jenis alat berat yang digunakan agar produktivitas alat berat mencapai optimal dengan menggunakan metode *caterpillar* ?
2. Berapa lamakah waktu yang diperlukan untuk penggunaan alat berat pada Pembuatan Jembatan Kereta Api, dengan metode *caterpillar* ?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Dalam penelitian ini, proyek yang ditinjau yaitu proyek pembuatan Jembatan Kereta Api Lintas Tebing Tinggi – Pematang Siantar pada JAS-2. Adapun Batasan masalah yang ditinjau dalam penelitian ini meliputi:

1. Data yang diambil dari PT.Tiga Putra Mandiri Jaya. Jenis alat berat yang digunakan berupa *Excavator* sebanyak 2 unit, *Vibro Roller/Vibrator roller* sebanyak 1 unit, *Dump truck* sebanyak 7 unit, dan *Bulldozer* sebanyak 1 unit.
2. Studi kasus pada lokasi yang terletak pada Jembatan kereta api Tebing tinggi – Pematang siantar, Pembuatan Jembatan Kereta Api KA Lintas Tebing Tinggi-Siantar sebanyak 1 Unit BH No. 38 km. 22 + 351.
3. Penelitian dilakukan pada pekerjaan tanah yang ditinjau adalah pemindahan, perataan/penimbunan , dan pemadatan tanah.
4. Jam kerja alat berat yang ditinjau adalah jam kerja normal dengan waktu 8 jam.
5. Kondisi kelayakan alat berat mencapai 80% - 90%.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui maksimalisasi pengelolaan dan pemanfaatan alat berat pada pekerjaan tanah pembuatan Jembatan Kereta api. Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan komposisi jenis alat berat yang digunakan agar seluruh alat berat dapat bekerja maksimal.
2. Untuk menganalisa waktu yang diperlukan untuk penggunaan alat berat pada Pembuatan Jembatan Kereta Api.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah :

1. Menambah wawasan bagi peneliti mengenai analisa pengelolaan dan pemanfaatan alat berat pada pengerjaan proyek pembangunan jembatan KA.
2. Memberikan sumbangan pemikiran bagi para kontraktor dalam pemilihan alat berat sesuai jenis pekerjaan.
3. Menambah referensi bagi pembaca/pengamat tentang wacana manajemen proyek alat berat pengelolaan dan pemanfaatn yang lebih baik pada pengerjaan sipil, khususnya di bidang pekerjaan jalan kereta api, sesuai dengan tujuan penelitian kasus ini.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memberikan gambaran umum, maka penulisan tugas akhir ini dibagi dalam 5 (lima) bab. Pembagian ini dimaksudkan untuk mempermudah pembahasan serta penelaahannya, dimana uraian yang diuraikan dalam penulisan ini dapat dengan mudah dimengerti. Pembagian yang dimaksud dilakukan sebagaiberikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini terdiri dari latar belakang masalah, rumusan masalah, ruang lingkup, tujuan penelitian, dan sistematika pembahasan.

BAB 2 TINJUAN PUSTAKA

Bab ini terdiri dari tinjauan pustaka atau landasan teori yang digunakan untuk memberikan penjelasan mengenai studi penelitian ini dan dasar perencanaan serta metode kebutuhan alat-alat berat yang akan dibahas.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini berisikan langkah-langkah pemecahan masalah yang akan dibahas meliputi persiapan pengumpulan data, dan teknik pengumpul data.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang penyajian data serta proses tatacara perhitungan kebutuhan alat-alat berat yang telah dipaparkan.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari penulis terhadap perencanaan proyek kebutuhan alat-alat berat yang dapat diambil setelah pembahasan seluruh masalah.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Teori

Pekerjaan suatu proyek biasanya terjadi beberapa kendala, baik kendala yang sudah diperhitungkan maupun kendala diluar perhitungan perencanaan. Kendala tersebut menjadi penyebab keterlambatan pekerjaan proyek, sehingga proyek tersebut tidak berlangsung sesuai rencana. Perencanaan pembangunan proyek yang menggunakan alat berat, salah satu hal yang harus mendapat perhatian penting adalah cara menghitung kapasitas produksi suatu alat, oleh karena itu perlu diketahui perhitungan kapasitas alat secara teoritis serta efisiensi kerja sesuai dengan *jobsite* yang bersangkutan, sehingga dapat diperkirakan dengan tepat waktu penyelesaian suatu pekerjaan.

Menurut (Setiawati, 2013), dalam menyatakan keuntungan-keuntungan yang diperoleh dengan menggunakan alat berat antara lain:

- a. Waktu pekerjaan lebih cepat, mempercepat proses pelaksanaan pekerjaan terutama pada pekerjaan yang sedang dikejar target penyelesaiannya.
- b. Tenaga besar, melaksanakan jenis pekerjaan yang tidak bisa dikerjakan oleh manusia.
- c. Ekonomis, karena efisiensi, keterbatasan tenaga kerja, keamanan dan faktor-faktor ekonomis lainnya.
- d. Mutu hasil kerja lebih baik dengan memakai peralatan berat, mutu hasil kerja menjadi lebih baik dan presisi.

2.2 Pembahasan Tentang Tanah

2.2.1 Karakteristik Tanah

Tanah (*soil*) merupakan bagian dari pekerjaan konstruksi yang harus diperhatikan karena tanah adalah elemen utama pendukung struktur dalam dunia konstruksi. Beberapa jenis tanah mungkin cocok digunakan dalam keadaan aslinya, sementara yang lain harus digali, diproses dan dipadatkan agar memenuhi tujuannya. Pengetahuan mengenai sifat-sifat, karakteristik dan perilaku tanah sangat penting bagi para pelaku proses dan dipadatkan agar memenuhi tujuannya. Pengetahuan mengenai sifat-sifat, karakteristik dan perilaku tanah sangat penting bagi para pelaku proses konstruksi yang melibatkan penggunaan tanah. Sebelum membahas penanganan tanah atau menganalisa persoalan-persoalan mengenai pekerjaan tanah diperlukan sekali pengenalan lebih lanjut mengenai beberapa sifat-sifat fisik tanah. Sifat-sifat ini berpengaruh langsung atas mudah atau sulitnya penanganan tanah, pemilihan peralatan dan laju produksi peralatan.

2.2.2 Sifat-sifat Tanah

Sebelum pekerjaan tanah dilaksanakan, terlebih dahulu harus diketahui sifat dari tanah tersebut. Sifat-sifat tanah sehubungan dengan pekerjaan pemindahan, penggusuran dan penempatan perlu diketahui, karena tanah yang sudah dikerjakan akan mengalami perubahan dalam volume dan kepadatannya. Keadaan tanah yang mempengaruhi volume antara lain:

- a. Keadaan asli (*insitu*), yaitu keadaan material yang masih alami dan belum mengalami gangguan teknologi (lalu lalang peralatan, digali, dipindahkan, diangkut dan dipadatkan).
- b. Keadaan gembur (*loose*), yaitu material yang telah digali dari tempat asalnya (kondisi asli). Tanah akan mengalami perubahan volume yaitu mengembang dikarenakan adanya penambahan rongga udara di antara butiran-butiran material.
- c. Keadaan padat (*compact*), keadaan ini akan dialami oleh material yang mengalami proses pemadatan (pemampatan), di mana volume akan menyusut. Perubahan volume terjadi dikarenakan adanya penyusutan rongga udara diantara partikel-partikel tanah tersebut.

Tabel 2.1: Sifat-sifat beberapa macam tanah (Haryanto. Y. W dan Hendra. S.D)

No	Jenis Tanah	Sweel (%)	Load Factor
1	Lempung Alami	38	0,72
2	Lempung berikil kering	36	0,73
3	Lempung berikil basah	33	0,73
4	Tanah biasa baik kering	24	0,81
5	Tanah biasa baik basah	26	0,79
6	Kerikil	14	0,88
7	Pasir kering	11	0,90
8	Pasir basah	12	0,89
9	Batu	62	0,61

Sifat-sifat tanah seperti tersebut di atas dipengaruhi oleh keadaan tanah asli tersebut, karena bila tanah tersebut, karena bila tanah dipindahkan dari tempat aslinya selalu akan terjadi perubahan isi dan kepadatannya dari keadaan yang asli. Oleh sebab itu dari data-data tanah di atas dapat dikonversikan sebagai berikut pada Tabel 2.2: Konversi tanah:

Tabel 2.2: Konversi tanah (Rochmanhadi)

Jenis Tanah	Kondisi Tanah Semula	Kondisi Tanah Yang Akan Dikerjakan		
		Asli	Lepas	Padat
Pasir	(A)	1,00	1,11	0,95
	(B)	0,90	1,00	0,86
	(C)	1,05	1,17	1,00
Batuan Hasil Peledakan	(A)	1,00	1,80	1,30
	(B)	0,56	1,00	0,72
	(C)	0,77	1,38	1,00
Tanah Biasa	(A)	1,00	1,25	0,90
	(B)	0,80	1,00	0,72
	(C)	1,11	1,39	1,00

Tabel 2.2 : *Lanjutan*

Jenis Tanah	Kondisi Tanah Semula	Kondisi Tanah Yang Akan Dikerjakan		
		Asli	Lepas	Padat
Tanah Liat	(A)	1,00	1,25	0,90
	(B)	0,70	1,00	0,63
	(C)	1,11	1,59	1,00
Tanah Campur Kerikil	(A)	1,00	1,18	1,08
	(B)	0,85	1,00	0,91
	(C)	0,93	1,09	1,00
Kerikil	(A)	1,00	1,13	1,03
	(B)	0,88	1,00	0,91
	(C)	0,97	1,10	1,00
Kerikil Kasar	(A)	1,00	1,42	1,29
	(B)	0,88	1,00	0,91
	(C)	0,97	1,00	1,00
Pecahan Cadas/batuan keras	(A)	1,00	1,65	1,22
	(B)	0,61	1,00	0,74
	(C)	0,82	1,10	1,00

Keterangan :

(A) Tanah Asli

(B) Tanah Lepas

(C) Tanah Pasir

2.2.3 Macam Pekerjaan Tanah

Pekerjaan tanah dapat dipisahkan menjadi beberapa kegiatan, yaitu:

- Pekerjaan pemotongan tanah (*Cutting*), pekerjaan yang dimaksud mengurangi ketinggian tanah sampai dengan ketinggian yang drenanakan.
- Pekerjaan pemuatan (*Loading*), pekerjaan memuat hasil pemotongan tanah ke dalam alat pengangkut.
- Pekerjaan pengangkutan (*Hauling*), pekerjaan memindahkan tanah ke tempat lain.

- d. Pekerjaan penebaran tanah (*Spreading*), pekerjaan penebaran tanah untuk mendapatkan tanah yang sama.
- e. Pekerjaan pembersihan permukaan (*stripping*), pekerjaan pemotongan bagian permukaan tanah agar bersih dari rumput maupun tanah yang kurang baik.
- f. Pekerjaan pemadatan tanah (*Compacting*), pekerjaan memadatkan tanah agar didapatkan kepadatan tanah yang disyaratkan.
- g. Pekerjaan pembasahan (*Watering*), pekerjaan membasahi tanah agar pada pelaksanaan pemadatan diperoleh kepadatan yang maksimal dalam waktu yang singkat.
- h. Pekerjaan galian tanah (*Exsivating*), pekerjaan membuat lubang atau saluran yang lebih rendah dari permukaan tanah di mana alat tersebut berdiri. Karena sifat pekerjaannya yang berbeda-beda, maka setiap pekerjaan memerlukan alat yang berbeda pula.

2.3 Manajemen Alat

Manajemen pemilihan dan pengendalian alat berat adalah proses merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan alat berat untuk mencapai tujuan pekerjaan yang ditentukan (Rasyid, 2008), dalam menjelaskan bahwa faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam pemilihan alat berat, sehingga kesalahan dalam pemilihan alat dapat dihindari, antara lain adalah:

- a. Fungsi yang harus dilaksanakan, alat berat dikelompokkan berdasarkan fungsinya seperti untuk menggali, mengangkut, meratakan permukaan, dan lain-lain.
- b. Kapasitas peralatan, pemilihan alat berat didasarkan pada volume total atau berat material yang harus diangkut atau dikerjakan. Kapasitas alat yang dipilih harus sesuai sehingga pekerjaan dapat diselesaikan pada waktu yang telah ditentukan.
- c. Cara operasi, alat berat dipilih berdasarkan arah (*horizontal* maupun *vertikal*) dan gerakan, kecepatan, frekuensi gerakan dan lain-lain.
- d. Pembatasan dari metode yang dipakai, pembatasan yang mempengaruhi pemilihan alat berat antara lain peraturan lalu lintas, biaya dan pembongkaran.

Selain itu, metode kontruksi yang dipakai dapat membuat pemilihan alat dapat berubah.

- e. Ekonomi, selain biaya investasi atau biaya sewa peralatan, biaya operasi dan pemeliharaan merupakan faktor penting di dalam pemilihan alat berat.
- f. Jenis proyek, ada beberapa jenis proyek yang umumnya menggunakan alat berat. Proyek-proyek tersebut antara lain proyek gedung, pelabuhan, jalan, jembatan, irigasi, pembukaan hutan, dan sebagainya.
- g. Lokasi proyek, lokasi proyek juga merupakan hal lain yang perlu diperhatikan dalam pemilihan alat berat. Sebagai contoh lokasi proyek di dataran tinggi memerlukan alat berat yang berbeda dengan lokasi proyek di dataran rendah.
- h. Jenis dan daya dukung tanah, jenis tanah di lokasi proyek dan material yang akan dikerjakan dapat mempengaruhi alat berat yang akan dipakai. Tanah dapat dalam kondisi padat, lepas, keras atau lembek.
- i. Kondisi lapangan, kondisi dengan medan yang sulit dengan kondisi yang baik merupakan faktor lain yang mempengaruhi pemilihan alat berat.

Selain itu hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menyusun rencana kerja alat berat antara lain:

- a. Volume pekerjaan yang harus diselesaikan dalam batas waktu tertentu.
- b. Dengan volume pekerjaan yang ada tersebut dan waktu yang telah ditentukan harus ditetapkan jenis dan jumlah alat berat yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut.
- c. Dengan jenis dan jumlah alat berat yang tersedia, dapat ditentukan berapa volume yang dapat diselesaikan, serta waktu yang diperlukan.

2.4 Jenis Alat Berat dan Cara Kerjanya

2.4.1 Excavator

Penggalian tanah diawali dengan *excavator bucket* dijulurkan ke depan ke tempat galian, bila *bucket* sudah pada posisi yang diinginkan lalu *bucket* diayunkan ke bawah seperti dicangkulkan, kemudian lengan *bucket* diputar ke arah alatnya. Setelah *bucket* terisi penuh lalu di angkat dari tempat penggalian dan dilakukan *swing*, dan pembuangan material hasil galian dapat dilakukan ke truk atau tempat

yang lain. Pada penggalian parit, letak *track excavator* harus sedemikian rupa sehingga arahnya sejajar dengan memanjang parit, kemudian *excavator* berjalan mundur. Sebelum memulai bekerja dengan *excavator*, sebaiknya kita pelajari kemampuan alat yang diberikan oleh pabrik pembuatannya, terutama mengenai jarak jangkauan, tinggi maksimal pembuangan, dan dalamnya galian yang mampu di capai karena kemampuan angkat alat ini tidak banyak berpengaruh terhadap kemampuan angkat standart alatnya.

Tipe *excavator* dibedakan dalam beberapa hal ini antara lain dari alat kendali dan *undercarriage* nya menurut alat kendali, *excavator* dibedakan atas :

1. Roda rantai (*crawler mounted*)
2. Roda karet (*wheel mounted*)



Gambar 2.1: *Excavator* (Dinas PU Kota Medan, 2021)

2.4.2 Vibro Roller / Vibrator Roller

Vibrator roller adalah termasuk *tanddem roller*, yang yang cara pemampatan menggunakan efek getaran, dan sangat cocok digunakan pada jenis tanah pasir atau kerikil berpasir. Efisiensi pemampatan yang dihasilkan sangat baik, karena adanya gaya dinamis terhadap tanah. Butir-butir tanah cenderung akan mengisi

bagian-bagian yang kosong yang terdapat diantara butir-butirnya. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses pemampatan dengan *vibrator roller* ialah frekwensi getaran, amplitude dan gaya sentrifugal.

Pemadatan tanah merupakan proses untuk mengurangi adanya rongga antar partikel tanah sehingga volume tanah menjadi lebih kecil. Pada umumnya proses ini dilakukan oleh alat pemadat khususnya *vibrator roller*, sehingga akibat dari getaran alat berat dari *vibrator roller* tanah menjadi padat, dengan susunan yang lebih kompak.



Gambar 2.2: *Vibro Roller/Vibrator Roller* (PT. Tiga Putra Mandiri, 2021)

2.4.3 Dump Truck

Dump truck adalah alat angkut jarak jauh, sehingga jalan angkut yang dilalui dapat berupa jalan datar, tanjakan dan turunan. Untuk mengendarai *dump truck* pada medan yang berbukit diperlukan keterampilan operator atau supir. Operator harus segera mengambil tindakan dengan memindah gigi ke gigi rendah bila mesin mulai tidak mampu bekerja pada gigi yang tinggi. Hal ini perlu dilakukan agar *dump truck* tidak berjalan mundur karena tidak mampu menanjak pada saat terlambat memindahkan pada gigi yang rendah. Untuk jalan menurun perlu juga dipertimbangkan menggunakan gigi rendah, karena kebiasaan berjalan pada gigi tinggi dengan hanya mengandalkan rem (*brakes*) sangat berbahaya dan dapat berakibat kurang baik.

Pada waktu mengangkut ataupun kosong, perlu dihindari terjadinya selip. Selip adalah keadaan gerakan mendatar ke samping dari keadaan yang tidak dapat dikuasai oleh operator. Selip ini biasanya terjadi jika roda berputar lebih cepat daripada yang diperlukan untuk keadaan kendaraan, atau apabila putaran roda lebih lambat dari pada yang diperlukan untuk gerakan kendaraan, misalnya waktu direm, atau dapat terjadi pada tikungan yang tajam dalam keadaan kecepatan tinggi.

Membuang muatan (*dumping*) operator harus hati-hati dan cermat. Operator harus yakin bahwa roda-roda berada di atas permukaan tanah yang cukup kuat dan keras untuk menghindari supaya ban-ban tidak terperosok ke dalam tanah yang kurang baik, misalnya pada permukaan tanah hasil buangan sebelumnya.



Gambar 2.3: *Dump Truck* (Dinas PU Kota Medan, 2021)

2.4.4 Bulldozer

Bulldozer adalah tractor yang dilengkapi dengan *dozer blade*, tetapi ada kalanya blade ini di pasang pada primer mover lain. *Bulldozer* sebenarnya adalah nama jenis dari *dozer* yang mempunyai kemampuan untuk mendorong atau memotong material yang di depannya. Jenis pekerjaan yang biasanya menggunakan *dozer* adalah:

1. Mengupas *top soil* (lapisan tanah atas) dan pembersihan lahan dari pepohonan.
2. Pembukaan jalan baru.
3. Menyebarkan material.

Berdasarkan *blade*-nya *dozer* dapat dibagi atas:

1. *Universal blade* pada umumnya digunakan untuk keperluan
 - a. *Land reclamation* (reklamasi tanah)
 - b. *Stock pile work* (pekerjaan penyediaan tanah)

Hal ini dimungkinkan karena bentuk *blade* agak melengkung sehingga *bulldozer* dapat mendorong muatan lebih banyak dan cocok untuk mendorong muatan non kohesif.

2. *Straight Blade (S – Blade)*

Blade ini paling cocok untuk digunakan di segala macam medan (*heavy duty blade*). Banyak digunakan untuk mendorong material cohesive penggalian struktur dan penimbunan dengan memiringkan *blade*.

3. *Angling Blade (A – Blade)*

Angle blade biasanya digunakan untuk membuang muatan kesamping pembukaan jalan perintisan, menggali saluran. Sangat efektif untuk pekerjaan *side hill cut* atau *back filling*.

4. *Cushion Blade (C – Blade)*

Blade ini dilengkapi dengan *rubber cushion* atau bantalan karet untuk meredam tumbukan. Biasanya blade ini digunakan untuk pemeliharaan jalan dan pekerjaan *dozing* lainnya, mengingat lebarnya *C – Blade*.



Gambar 2.4: *Bulldozer* (PT. tiga Puta Mandiri, 2021)

2.5 Faktor Koreksi

Dalam melaksanakan suatu proyek produktivitas perjam dari suatu alat yang diperlukan adalah produktivitas *standard* dari alat tersebut dalam kondisi ideal dikalikan dengan suatu factor. Faktor tersebut dinamakan, faktor koreksi. Faktor koreksi tergantung dari banyak faktor seperti topografi, keahlian operator, pemilihan *standard*, pemeliharaan dan sebagainya yang mneyangkut pengoperasian alat. Dalam kenyataan sulit menentukan besarnya faktor koreksi, tetapi dengan berdasarkan pada pengalaman dapat ditentukan faktor koreksi yang mendekati kenyataan. Faktor-faktor koreksi tersebut adalah:

1. Untuk efisiensi kerja, tergantung banyak faktor seperti; topografi, keahlian operator, pemilihan *standard*, pemilihan dan sebagainya. Seperti pada Tabel 2.3:

Tabel 2.3: Efisiensi kerja (Rochmanhadi, 1985)

Kondisi Alat					
Kondisi Operasi Medan	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk Sekali
Baik sekali	0,83	0,81	0,75	0,69	0,61
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,60

Tabel 2.3: *Lanjutan*

Kondisi Alat					
Kondisi Operasi Medan	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk Sekali
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60	0,54
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52	0,45
Buruk sekali	0,52	0,50	0,47	0,2	0,32

2. Untuk faktor efisiensi operator, keterampilan operator mengoperasikan alat adalah faktor penting yang perlu diperhatikan, agar tidak terjadi keterlambatan kerja. Faktor efisiensi operator dapat dilihat pada Tabel 2.4:

Tabel 2.4: Efisiensi operator (Rochmanhadi, 1985).

Ketrampilan Operator	Faktor Efisiensi
Baik	0,90 – 1,00
Normal	0,75
Jelek	0,50 – 0,60

3. Kondisi dengan medan yang sulit dan medan yang baik merupakan faktor lain yang mempengaruhi pemilihan alat – alat berat, seperti pada Tabel 2.5:

Tabel 2.5: Faktor kondisi pekerjaan (Rochmanhadi, 1985).

Kondisi Pekerjaan	Kondisi Tata Pekerjaan			
	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk
Baik	0,84	0,78	0,72	0,63
Baik Sekali	0,81	0,75	0,69	0,61
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52

4. Dalam pelaksanaan pekerjaan dengan menggunakan alat – alat berat terdapat faktor yang mempengaruhi produktivitas alat, yaitu faktor efisiensi waktu dimana kondisi pekerjaan mempengaruhi alat – alat berat yang dipakai, seperti Tabel 2.6:

Tabel 2.6: Efisiensi waktu kerja (Rochmanhadi, 1985).

Kondisi Kerja	Efisiensi
Menyenangkan	0,90
Normal	0,83
Buruk	0,75

5. Faktor material
- Faktor Kohesif = 0,75 – 1,00
 - Faktor non kohesif = 0,60 – 1,00
6. Faktor cuaca
- Baik = 1,00
 - Sedang = 0,80

2.6 Perhitungan Produktivitas Alat – alat Berat

Produktivitas didefinisikan sebagai rasio antara output dengan input, atau rasio antara hasil produksi dengan total sumber daya yang digunakan. Dalam proyek konstruksi, rasio produktivitas adalah nilai yang diukur selama proses konstruksi, dapat dipisahkan menjadi biaya tenaga kerja, material, uang, metode dan alat.

Langkah pertama dalam estimasi produktivitas alat berat ini adalah memperoleh data tentang perjalanan yang digunakan, kondisi lapangan kemudian menghitung produktivitas alat secara teoritis (dengan formula yang ada). Berikut ini adalah cara perhitungan produktivitas alat berat dengan memakai formula–formula yang ada.

2.6.1 *Excavator*

Untuk menghitung produktivitas *excavator* dalam hal ini adalah *backhoe*, terlebih dahulu baru diketahui kondisi pekerjaan. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas *backhoe* adalah :

1. Karakteristik pekerjaan, yang terdiri atas :
 - a. Jenis tanah.
 - b. Tipe dan ukuran saluran (jika membuat saluran).
 - c. Jarak buangan.
 - d. Kemampuan operator.
 - e. *Job* manajemen / pengaturan operasional.
2. Kondisi mesin, yaitu:
 - a. Ketetapan penggunaan attachment.
 - b. Kapasitas *bucket*.
 - c. Kapasitas perjalanan dan *system hidrolik*.
 - d. Kapasitas angkutan.
3. Kedalaman pemotongan sudut *swing*.

Dalamnya pemotongan yang diukur dari permukaan dimana *excavator* berada, mempengaruhi kesulitan dalam pengisian *bucket* secara optimal dengan sekali gerakan, mungkin diperlukan beberapa gerakan untuk dapat mencapai isi *bucket* optimal. Tentu saja kondisi ini mempengaruhi lama waktu siklus menghadapi kondisi demikian, maka operator mempunyai beberapa pilihan:

- a. Mengisi *bucket (land bucket)* sampai penuh dengan beberapa kali gerakan.
- b. Mengayun (*swing loaded*).
- c. Membongkar beban (*dump bucket*).
- d. Mengayun balik (*swing empty*).

Untuk mengetahui faktor kedalam *excavator* yang diperlukan dapat di lihat pada Tabel 2.7:

Tabel 2.7: Faktor kedalaman galian *excavator* (Rochmanhadi, 1985).

KEDALAMAN GALIAN	KONDISI PENGGALIAN			
	Mudah	Normal	Agak Sulit	Sulit Sekali
Di bawah 40%	0,7	0,9	1,1	1,4
(40 – 75) %	0,8	1,0	1,3	1,6
Di atas 75%	0,9	1,1	1,5	1,8

Untuk mengetahui pengisian *bucket excavator* dapat dilihat pada Tabel 2.8:

Tabel 2.8: Faktor pengisian *bucket excavator* (Rochmanhadi, 1985).

Kondisi Pemuatan		Faktor
Ringan	Menggali dan memuat stockpile atau material yang telah dikeruk oleh <i>excavator</i> lain, yang tidak membutuhkan gaya gali dan dapat dibuat munjung dalam <i>bucket</i> .	1.0 – 0.0
Sedang	Menggali dan membuat <i>stockpile</i> lepas dari tanah yang lebih sulit untuk digalid an dikeruk tetapi dapat dimuat hampir munjung. Pasir kering, tanah berpasir, tanah campuran, pasir yang telah memadat dan sebagainya, atau menggali dan memuat gravel langsung dari bukit gravel asli.	0.8 – 0.6
Agak sulit	Menggali dan memuat batu – batu pecah, tanah liat yang keras, pasir campur kerikil, tanah berpasir, tanah koloidal liat, tanah liat dengan kadar air tinggi yang telah di <i>stokpile</i> oleh <i>excavator</i> lain. Sulit untuk mengisi <i>bucket</i> dengan material tersebut.	0.6 – 0.5

Tabel 2.8: *Lanjutan*

Sulit	Bongakahan, batuan besar dengan bentuk tak teratur dengan ruangan diantaranya batuan hasil ledakan, batuan bundar, pasir campur tanah liat, tanah liat yang sulit untuk dikeruk dengan <i>bucket</i> .	0.5 – 0.4
-------	--	-----------

Untuk menghitung *cycle time* yang diperlukan dalam menggali *swing* 2 kali, dan buang / memuatkan ke *truck*, dapat digunakan pada Tabel 2.9:

Tabel 2.9: Waktu untuk menggali “detik” (Rochmanhadi, 1985).

Kondisi Penggalian	Mudah	Sedang	Agak Sulit	Sulit
< 2m	6	9	15	26
2m – 4m	7	11	17	28
>4m	8	13	19	30

Tabel 2.10: Waktu untuk *swing* pada *excavator* (Rochmanhadi, 1985).

<i>Swing</i> (Derajat)	Waktu (Detik)
45° - 90°	4 – 7
90° - 180°	5 – 8

Waktu untuk membuang atau memuatkan:

1. Tempat buang sempit, misalnya *truk* = 5 – 8 detik
2. Tempat buang longgar, misalnya *stockpile* = 3 – 6 detik

Maka :

- a. Waktu siklus, dapat di lihat pada Persamaan 2.1:

$$C_t = \text{waktu gali} + (\text{waktu putar} \times 2) + \text{waktu buang} \quad (2.1)$$

- b. Produktivitas per siklus, dapat di lihat pada Persamaan 2.2:

$$q = q_1 \times K \quad (2.2)$$

- c. Produktivitas, dapat di hitung Pers 2.3

$$KP = \frac{q_1 \times 3600 \times E}{C_t} \quad (2.3)$$

dimana:

KP = Produktivitas perjam (m³/jam)

q = produktivitas persiklus (m³)

C_t = waktu siklus (detik)

q₁ = kapasitas *bucket*

K = faktor *bucket* lihat tabel 2.8

E = efisiensi kerja alat

2.6.2 Vibro Roller / Vibrator Roller

Vibrator roller adalah alat yang digunakan untuk memadatkan tanah dengan penggilas getar. *Vibrator roller* mempunyai efisiensi sangat baik. Alat ini memungkinkan digunakan secara luas dalam tiap jenis pekerjaan pemadatan. Efek yang diakibatkan *vibrator roller* adalah gaya dinamis terhadap tanah. Butir – butir tanah cenderung mengisi bagian – bagian kosong yang terdapat diantara butir – butirnya, sehingga akibat – akibat dari getaran tanah menjadi padat, dengan susunan yang lebih kompak.

Produktivitas alat pemadat ada 2 versi, yaitu:

1. Dalam satuan volume dari material yang dipadatkan (m³/jam)

$$KP = \frac{b \times v \times t \times l \times f_a}{n} \quad (2.4)$$

2. Dalam satuan luas dari area yang dipadatkann (m³/jam)

$$KP = \frac{b \times v \times F_a}{n} \quad (2.5)$$

dimana:

KP = produktivitas (m³/jam)

v = kecepatan kerja (m/jam)

t = ketebalan material yang dipadatkan setiap jalur

n = jumlah *passing*

Fa = faktor koreksi / efisiensi alat

b = lebar kerja

Cara menghitung produktivitas alat – alat berat adalah dengan menggunakan tabel – tabel waktu tergantung pada beberapa faktor. Lebar pekerjaan tergantung pada jenis alat yang di pakai, selain itu juga diperlukan waktu kecepatan kerja.

Tabel 2.11: Lebar kerja pemadatan (Rochmanhadi, 1985).

Jenis Alat	Lebar Kerja
Tipe gilas mata dam	Lebar roda gerak = 0,2 m
Mesin gilas tandem	Lebar roda gerak = 0,2 m
Compactor tanah	(lebar roda gerak x 2) = 0,2 m
Mesin gilas roda ban	Jarak antara sisi dari ban paling luar 0,3 m
<i>Bulldozer</i>	(lebar trackshoe x 2) = 0,2 m
Mesin gilas yang kecil	Lebar roller = 0,1 m

Tabel 2.12: Kecepatan kerja alat pemadat (Rochmandi, 1985).

Jenis Alat	Kecepatan Kerja
Mesin gilas roda besi	±2 km/jam
Mesin gilas roda ban	±2,5 km/jam
Mesin gilas getar	±1,5 km/jam
Mesin gilas kaki kambing	±20 mil/jam
Compactor tanah	±4 – 10 km/jam
Tamper	±1,0 km/jam

Ketebalan setiap lapisan – lapisan pemadatan tergantung dari spesifikasi tingkat kepadatan atau berdasarkan hasil kepadatan (berdasarkan hasil yang dilakukan). Tapi secara teoritis untuk memudahkan menghitung produktivitas pada umumnya ketebalan setiap lapis pemadatan diambil 0,2m – 0,5m. Jumlah *passing* atau lintasan tergantung pada spesifikasi teknis atau kekuatan kontruksi yang dikehendaki. Oleh karena itu jumlah lintasan ditentukan dari hasil test berdasarkan tingkat kepadatan.

2.6.3 Dump Truck

Dumpt truck termasuk dalam alat berat yang berupa kendaraan yang dibuat khusus untuk alat angkut karena kelebihan dalam kecepatan, kapasitas dan *flexible*. Sebagai alat angkut, *dump truck* mudah dikoordinasikan dengan alat-alat lain (alat gali dan alat muat). Kapasitas *dumt truck* yang dipilih harus seimbang dengan alat pemuatnya (*excavator*). Produktivitas *dump truck* yang mengerjakan beberapa pekerjaan secara efisien tergantung:

1. Produktivitas per siklus.
2. Jarak angkut.
3. Jumlah *dump truck*ki.

Untuk produktivitas persiklus *dump truck* dari *quarty* tergantung pada:

1. Kapasitas *bucket* dari pemuat.
2. Kapasitas dari *dump truck* sendiri.
3. Faktor *bucket*.

1. Produksi per jam total dari beberapa *dump truck* yang sama secara simultan dapat dihitung dengan rumus pada persamaan 2.6: (rochmanhadi, 1987)

$$KP = \frac{Cx60xE}{Cm} \quad (2.6)$$

dimana:

- C = kapasitas *dump truck* (m3)
 E = efisiensi kerja

C_m = waktu siklus (menit)

KP = Produksi per jam (m^3/jam)

Untuk mendapat “n” dapat dilihat pada Persamaan 2.7:

$$n = \frac{V}{q \times F} \quad (2.7)$$

2. Produksi per siklus (C) dapat diperoleh pada Persamaan 2.8: (rochmanhadi, 1987)

$$C = n \times q^1 \times K \quad (2.8)$$

dimana:

n = Jumlah siklus yang diperlukan untuk mengisi *dump truck*

q^1 = kapasitas *bucket excavator* (m^3)

K = Faktor *bucket excavator*

3. Waktu siklus (C_m) dapat diperoleh dengan Persamaan 2.9: (Rochmanhadi, 1987)

$$C_{mt} = n \times C_{ms} + \frac{D}{V_1} + \frac{D}{V_2} + t_1 + t_2 \quad (2.9)$$

$$n = \frac{C_1}{q^1 \times K} \quad (2.10)$$

dimana:

n = Jumlah siklus yang dibutuhkan pemuat untuk memuat *dump truck*

C^1 = Kapasitar rata-rata *dump truck* (m^3)

q^1 = Kapasitas *bucket* pemuat (m^3)

C_{ms} = waktu siklus (menit)

D = Jarak angkut *dump truck* (m)

V_1 = Kecepatan rata-rata *dump truck* bermuatan (m/menit)

V_2 = Kecepatan rata-rata *dump truck* kosong (m/menit)

t_1 = Waktu buang + waktu *stand by* sampai pembuangan mulai (menit)

t_2 = Waktu untuk posisi pengisian dan pemuat mulai mengisi (menit)

Untuk mengetahui waktu bongkar muat *dump truck* yang diperlukan dapat dilihat pada Tabel 2.13:

Tabel 2.13: Waktu bongkar muat *dump truck* (Rochmandi, 1985).

KONDISI OPERASI KERJA	BAIK	SEDANG	KURANG
Waktu buang (menit)	0,1 – 0,2	0,25 – 0,35	0,4 – 0,5

2.6.4 Bulldozer

1. Waktu siklus pada *bulldozer* dapat dilihat pada Persamaan 2.11:

$$Ct = \frac{J}{F} + \frac{J}{R} + Z, \text{ menit} \quad (2.11)$$

Dimana:

J = jarak angkut atau gususr (m)

F = kecepatan maju (m/menit), berkisar 5-3 jam

R = kecepatan mundur (m/menit), berkisar 5-8 jam

Z = waktu ganti *porsneling* (menit)

Untuk alat berat *bulldozer*, waktu ganti *porsneling bulldozer* dapat dilihat pada Tabel 2.14:

Tabel 2.14 Waktu ganti *porsneling bulldozer* (Rochmanhadi, 1985)

MESIN WAKTU	GANTI <i>PORNELING</i>
Mesin gerak langsung – tongkat tunggal	0,10 menit
Tongkat ganda	0,20 menit
Mesin – mesin <i>toraflow</i>	0,05 menit

2. Kapasitas *blade* pada *bulldozer* dapat dilihat pada Persamaan 2.12:

$$q = L \times H^2 \times a \quad (2.12)$$

dimana:

L = lebar *blade*

H = tinggi *blade*

a = faktor *blade*

Pada *bulldozer*, faktor *blade* dalam penggusuran dapat dilihat pada Tabel 2.15:

Tabel 2.15: faktor *blade* dalam penggusuran (Rochmanhadi, 1985).

Derajat	Penggusuran	Faktor Blade
Ringan	Penggusuran dapat dilaksanakan dengan sudut penuh lepas. Kadar air rendah, tanah berpasir tidak dipadatkan, tanah biasa, bahan material untuk timbunan persediaan (<i>stockpile</i>).	1,1 – 0,9
Sedang	Tanah lepas tapi tidak mungkin menggusur sudut penuh. Tanah bercampur krikil atau split, pasir, batu pecah.	0,9 – 0,7
Agak sulit	Kadar air tinggi dan tanah liat, pasir bercampur krikil, tanah liat yang sangat kering dan tanah asli.	0,7 – 0,6
Sulit	Batu – batu hasil ledakan, batu – batu berukuran besar.	0,7 – 0,6

3. Produktivitas *bulldozer* dapat di hitung dengan rumus, pada Persamaan 2.13:

$$K = P \times F \quad (2.13)$$

Dimana:

KP = produktivitas

PMT = produktivitas maksimum teoritis

PMT = $q \times T$

FK = faktor koreksi

q = kapasitas *blade*

T = jumlah trip perjam

$T = \frac{6}{c}$

Jadi, ringkasan umum untuk menghitung produktivitas dapat dilihat pada

Persamaan 2.14:

$$KP = \frac{q \times 60 \times Fa}{Ct \times Fh}, \text{ m/jam} \quad (2.14)$$

Dimana:

KP = produktivitas

Fa = faktor efisiensi alat

Fh = faktor kembang material

Ct = waktu siklus (detik)

2.7 Waktu Kerja

2.7.1 Waktu Kerja Normal

Waktu kerja normal adalah waktu kerja pada setiap hari kerja senin sampai dengan sabtu ditetapkan selama 8 jam per hari dengan upah kerja sebesar upah kerja normal.

2.7.2 Waktu Kerja Lembur

Waktu kerja lembur dihitung dari lama waktu kerja yang melebihi batas waktu kerja normal (8 jam/hari). Waktu kerja lembur dilaksanakan diluar jam operasi normal untuk setiap hari kerja atau penambahan jumlah hari kerja per minggu.

2.8 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini menggunakan tinjauan terdahulu di bidang kontruksi, antara lain :

1. Yogi Setyo Tri Wibowo (2017)

Yogi membahas pelaksanaan pekerjaan pembuatan badan jalan kereta api di dominasi penggunaan alat berat. Pemilihan dan penentuan alat yang tepat agar peralatan dapat beroperasi secara efektif. Penelitiannya juga menggunakan teori produktivitas alat berat, penentu jenis dan jumlah alat sesuai dengan medan lokasi, jenis tanah yang akan digali dan dipadatkan. Hasil perolehan jumlah alat dan waktu optimum yang diperlukan untuk penyelesaian pekerjaan tanah didapatkan alternatif pertama yaitu pada tanah dipindahkan 4 unit *excavator*, 2 unit *bulldozer*, dan 6 unit *dump truck* waktu penyelesaiannya 28 hari/224 jam kerja, sedangkan tanah dipadatkan 4 unit *bulldozer*, 2 unit *vibrator roller*, dan 7 unit *dump truck* waktu penyelesaiannya 63 hari/504 jam kerja. Sehingga pekerjaan mengalami percepatan 10 hari (26,32 %) dari pekerjaan tanah dipindahkan dan tanah dipadatkan 14 hari (18,18 %) dari pekerjaan yang di lapangan.

2. Sepri Asniko, Dkk (2018)

Penelitian mereka menggunakan metode deskriptif, dimana pengamatan dilakukan dengan cara menghitung kapasitas produksi setiap alat berat, sehingga diperoleh waktu, produktivitas, dan kebutuhan alat berat sesuai alokasinya. Dalam perhitungan mereka terdapat 3 alternatif yang dengan masing-masing alternatif menggunakan alat yang sama yaitu *dump truck* dan *excavator* namun hanya jumlahnya saja yang berbeda yang akan mempengaruhi waktu bekerja dan biaya yang harus dikeluarkan. Dari hasil perhitungan pada masing – masing alternatif terdapat perbedaan waktu kerja dan biaya yang harus dikeluarkan.

3. Indah Siahaan, Edin Sinuraya (2016)

Penelitian mereka bertujuan untuk mengetahui produktivitas dan rencana anggaran biaya yang dibutuhkan untuk penggunaan alat berat *sheep foot roller* dan *vibrator roller* dalam pekerjaan badan jalan pada proyek pembangunan jalan tol Medan- Kualanamu- Tebing Tinggi Seksi 3: Perbarakan- Lubuk Pakam (zona 5). Dalam teknik pelaksanaan pekerjaan badan jalan pada proyek pembangunan jalan tol Medan- Kualanamu Tebing Tinggi Seksi 3: Perbarakan- Lubuk Pakam (zona 5) sudah sesuai dengan standard SNI. Dalam penyelesaian penelitian ini, penulis mencoba menghitung produktivitas dan rencana anggaran biaya yang diperlukan dalam pekerjaan badan jalan pada proyek pembangunan jalan tol Medan- Kualanamu- Tebing Tinggi Seksi 3: Perbarakan- Lubuk Pakam (zona 5).

Dengan demikian perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah lokasi pengamatan penelitian yakni Proyek Jembatan Kereta Api Lintas Tebing Tinggi – P. Siantar.

2.9 Hipotesa

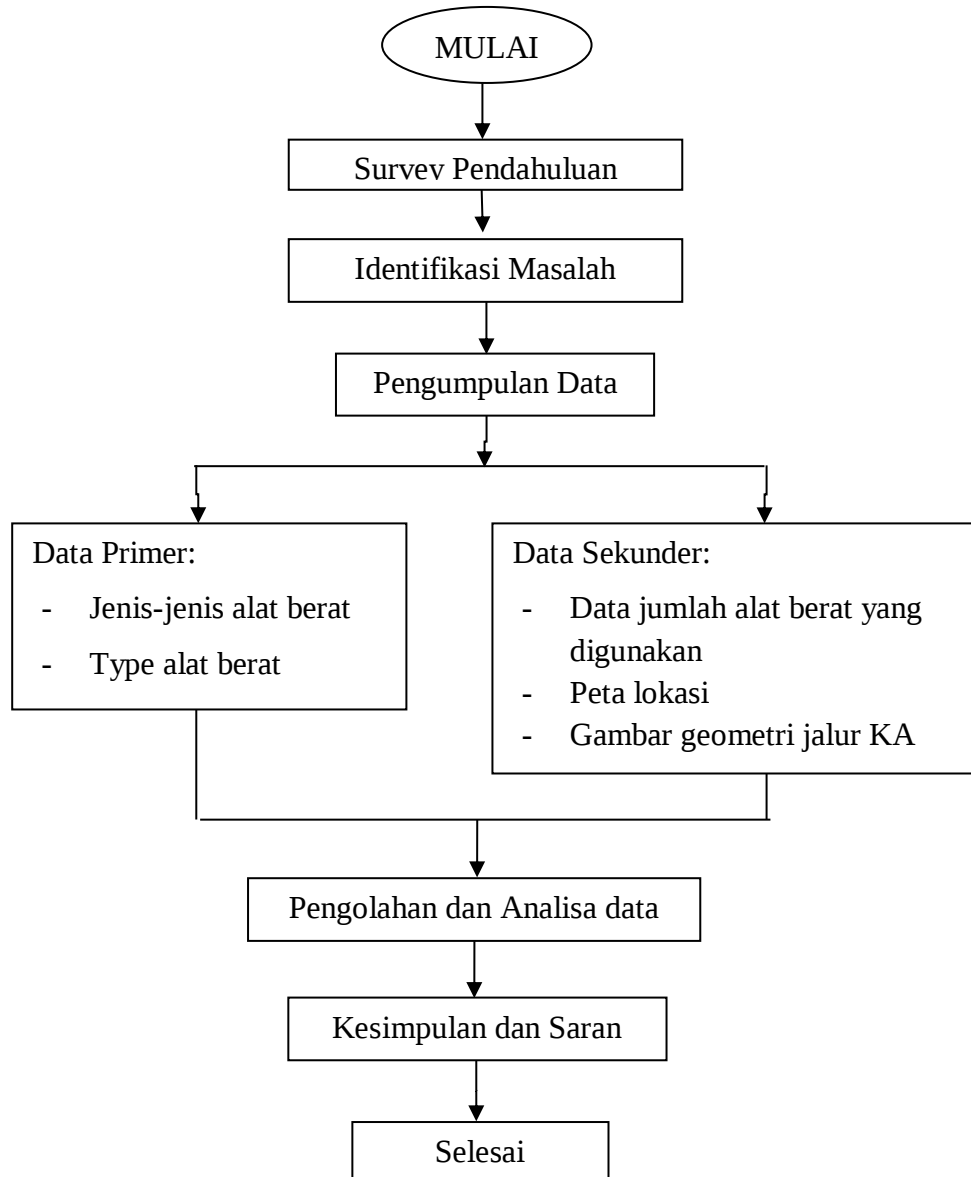
Dalam penelitian ini hipotesa yang diambil pada proyek Pembuatan Jembatan Kereta Api Lintas Tebing Tinggi–Siantar, adalah penambahan alat berat akan mempersingkat penyelesaian pekerjaan.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian

Tahapan perencanaan penelitian disajikan secara sistematis dalam Gambar 3.1:



Gambar 3.1 Bagian alir penelitian

3.2 Tahapan Persiapan

Tahapan persiapan merupakan rangkaian kegiatan sebelum memulai pengumpulan data dan pengolahan data. Dalam tahap ini dilakukan penyusunan rencana agar diperoleh waktu yang efektif dan efisien dalam mengerjakan penelitian ini. Pada tahap ini juga dilakukan pengamatan pendahuluan agar dapat gambaran umum dalam mengidentifikasi dan merumuskan masalah yang ada dilapangan. Lingkup pekerjaan yang dilakukan pada tahap persiapan adalah sebagai berikut:

- a. Studi pustaka terhadap materi terkait dengan penelitian yang dilakukan.
- b. Menentukan kebutuhan data
- c. Mendata instansi/institusi yang dapat dijadikan sumber data.

3.3 Tahapan Kerja Penelitian

Untuk mendapatkan data yang diinginkan serta memperoleh hasil yang diharapkan dalam penelitian ini, berikut diberikan tahapan-tahapan pekerjaan penelitian, yaitu sebagai berikut:

- a. Penelitian ini dimulai dengan proses identifikasi masalah kemudian dirumuskan menjadi tujuan penelitian.
- b. Setelah dirumuskan tujuan penelitian, selanjutnya melakukan studi/survey pendahuluan untuk menentukan ruang lingkup pembahasan dan pembatasan masalah yang akan dibahas, identifikasi data yang dibutuhkan, teknik/cara pengumpulan data, termasuk waktu pelaksanaan survey. Survey pendahuluan ini juga ditunjang dengan studi kasus dari beberapa sumber terkait dengan perencanaan lalu lintas, kebutuhan alat berat, perhitungan dengan metode caterpillar, dan rujukan beberapa studi terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini.
- c. Tahapan pelaksanaan survey adalah proses pengumpulan data yang akan diolah sehingga dapat digunakan sebagai input dalam proses analisis selanjutnya. Pengumpulan data dan analisis dalam penelitian ini secara garis besar terkait dengan kebutuhan alat-alat berat, alat-alat berat yang dipakai, pengetahuan tentang kapasitas dan kemampuan alat berat agar

- memenuhi ayarat penggunaan yaitu tidak menimbulkan pemborosan tenaga kerja, modal, produktivitas serta memnuhi kebutuhan keselamatan.
- d. Survey kebutuhan alat berat dan ketepatan dalam pemilihan alat berat akan memperlancar jalannya pekerjaan.
 - e. Setelah dilakukan survey kebutuhan alat-alat berat di proyek pembuatan Jembatan Kereta Api yang diamati, tahap selanjutnya adalah pengolahan data. Analisis untuk mengetahui kinerja alat-alat berat menggunakan metode caterpillar berdasarkan data yang diperoleh.
 - f. Setelah taha-tahap di atas dilakukan, maka akan diperoleh beberapa kesimpulan berupa kebutuhan alat – alat berat yang akan digunakan haruslah tepat, baik jenis, ukuran, maupun jumlah.

3.4 Metode Survey Lapangan

Untuk mengetahui kondisi sesungguhnya dan mengumpulkan data yang dibutuhkan, maka dilakukan survey langsung ke tempat proyek PT.Tiga Putra Mandiri Jaya berlangsung di Jembatan Kereta Api Tebing tinggi – Pematang Siantar, bertepatan Jalur KA yang melintasi Kab.Simalungun dan tembus ke pusat kota Pematang iantar. Sehingga penulis dapat melihat proses pengoperasian *excavator, vibrato roller, water tanki, dump truck, bulldozer* dan sekaligus melakukan wawancara atau tanya jawab antara pemilik (pemakai) alat – alat berat tersebut, dan operator yang mengoperasikan alat. Sekaligus mengetahui kendala serta permasalahan yang mengganggu pengoperasian alat – alat berat tersebut, baik dari sumber daya manusia (SDM) ataupun faktor alam, seperti cuaca dan kontur proyek.

3.5 Pengambilan Data

Dalam suatu penelitian tentunya harus memiliki dasar pembahasan dari suatu objek yang akan diteliti, hal ini sangat berkaitan dengan data-data yang akan dikumpulkan untuk menunjang hasil penelitian tersebut.

Data-data yang perlu dikumpulkan pada Tugas Akhir terbagi menjadi dua, yaitu sebagai berikut:

1. Data Primer
2. Data Sekunder

3.5.1 Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh melalui data pengamatan survei dilapangan. Data primer yang dilakukan untuk melengkapi data pada penelitian Tugas Akhir ini ialah dengan melakukan survei terhadap aktifitas pada Proyek Pembangunan Jembatan Kereta Api Lintas Tebing Tiinggi – Pematang Siantar dan menentukan produktivitas alat-alat berat. Data primer ini sebagai acuan data sumber untuk melakukan penelitian langsung. Pengambilan data dilakukan dengan melakukan survei alat berat dilapangan pada 8 jam kerja. Adapun data yang diperoleh adalah :

1. Jenis – jenis alat berat yang digunakan pada Proyek Pembangunan Jembatan Kereta Api Lintas Tebing Tiinggi – Siantar antara lain:
 - a. *Excavator*
 - b. *Vibrator roller / compactor roller*
 - c. *Dump truck*
 - d. *Bulldozer*
2. Tipe Alat Berat
 - a. *Excavator*

Spesifikasi alat yang digunakan:

Exavator type Komatsu PC 200

Kondisi kerja alat berat di lapangan :

Nama alat = Komatsu PC 200

Kapasitas *bucket* = $1,2 \text{ m}^3$ (Spesifikasi alat yang digunakan di lapangan)

Efisiensi kerja (E)= 0,81 (baik *Tabel . Efisiensi kerja*)

Jam Kerja/Hari = 8 jam

Faktor *bucket* = 0,80 (sedang *Tabel . Faktor Bukcet Exavator*)

Waktu gali = 12 detik (Rata-rata 0 m – 2 m, *Tabel . Waktu gali Excavator*)
Waktu Buang = 6 detik (Pengamatan di lapangan)
Waktu putar = 8 detik (90° - 180°, *Tabel . Waktu putar Excavator*)

b. *Vibrator roller / compactor roller*

Spesifikasi alat yang digunakan :

Vibro roller Sakai SV 525 D

Tebal rata-rata tanah dipadatkan (t) = 35 cm = 0,3, 5 m

Jumlah lintasan (n) = 8 lintasan

Tebal rata-rata sub balas dipadatkan (L) = 15 cm = 0,15 m

Jumlah lintasan (n) = 6 lintasan

Lebar efektif (b) = 1.2 m (spesifikasi alat yang digunakan)

Kecepatan gilas (v) = 2,5 km/jam (Tabel 2.12) = 2500 m/jam

Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,75 (Tabel 2.3)

Jam kerja/hari = 8 jam

c. *Dump truck*

Spesifikasi alat yang digunakan:

Dump truck tipe hino dutro 120 ps

Kapasitas bak *dump truck* (C) = 6,5 m³

Faktor *dump* (K) = 0,9

Kapasitas *bucket* (q) = 0,95

Efisiensi alat (E) = 0,83 (Tabel 3. Efisiensi kerja)

Jarak angkut (D) = 5000 m

Kecepatan bermuatan (v1) = 30 km/jam = 500,01 m/menit

Kecepatan kosong (v2) = 50 km/jam = 833,35 m/menit

$$\begin{aligned}\text{Waktu buang } (t_1) &= \frac{D}{V_1} = \frac{5000}{500,01} = 10 \text{ menit} \\ \text{Waktu tunggu dan tunda } (t_2) &= 5 \text{ menit (pengamatan dilapangan)} \\ \text{Waktu siklus pemuat (Cms)} &= \text{waktu gali} + (2 \times \text{waktu putar}) + \text{waktu} \\ &\quad \text{buang untuk muat } \textit{dump truck} \\ &= 12 + (2 \times 8) + 6 = 34 \text{ detik} = 0,57 \text{ menit}\end{aligned}$$

d. *Bulldozer*

Spesifikasi alat yang digunakan :

Jenis *Bulldozer type Caterpillar D3K2*

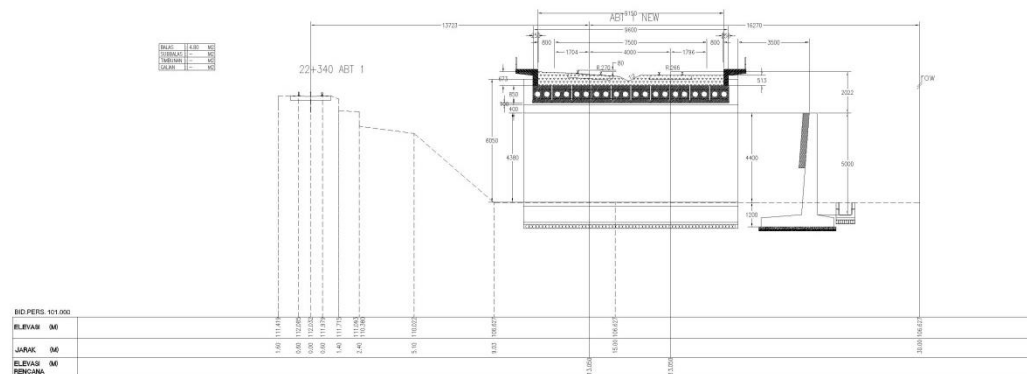
$$\begin{aligned}\text{Jarak gusur (J)} &= 100 \text{ meter} \\ \text{Efisiensi kerja} &= 0,81 \text{ (Tabel 3. Efisiensi Kerja)} \\ \text{Jam kerja/hari} &= 8 \text{ jam} \\ \text{Faktor sudut (a)} &= 0,70 \text{ (Tabel 7. Faktor Sudut)} \\ \text{Tinggi sudut (H)} &= 1.40 \text{ m (pengamatan dilapangan)} \\ \text{Lebar sudut (L)} &= 2,85 \text{ m (pengamatan dilapangan)} \\ \text{Kecepatan maju (F1)} &= 4 \text{ km/jam} = 66,67 \text{ m/menit (pengamatan} \\ &\quad \text{dilapangan)} \\ \text{Kecepatan mundur (R)} &= 10 \text{ km/jam} = 166,67 \text{ m/menit (pengamatan} \\ &\quad \text{dilapangan)} \\ \text{Waktu ganti } \textit{perseneling} \text{ (Z)} &= 0,20 \text{ menit (pengamatan dilapangan)}\end{aligned}$$

3.5.2 Data Sekunder

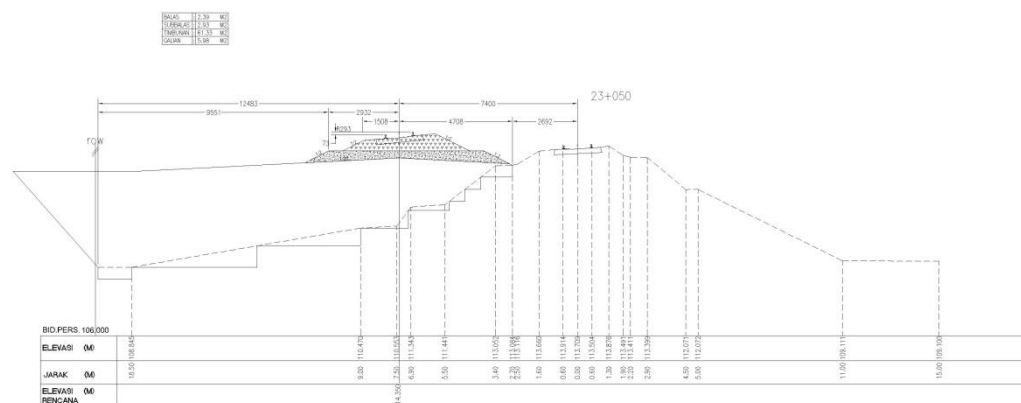
Data sekunder adalah data pendukung yang dapat membantu dalam proses kelancaran menganalisis data primer. Dalam Tugas Akhir ini yang menjadi data sekunder ialah data-data dari jumlah alat berat yang digunakan, gambar geometri jalur KA dan peta lokasi yang sesuai dengan judul penelitian ini.

1. Data yang diperoleh dari PT.Tiga Putra Mandiri Jaya. Jenis alat berat yang digunakan berupa *Excavator* sebanyak 2 unit, *Vibro Roller/Vibrator roller* sebanyak 1 unit, *Dump truck* sebanyak 7 unit, dan *Bulldozer* sebanyak 1 unit.

2. Gambar geometri jalur KA yang diperoleh dari PT.Tiga Putra Mandiri Jaya



Gambar 3.3: Cross section 22+340 (PT. Tiga Putra Mandiri Jaya, 2021)

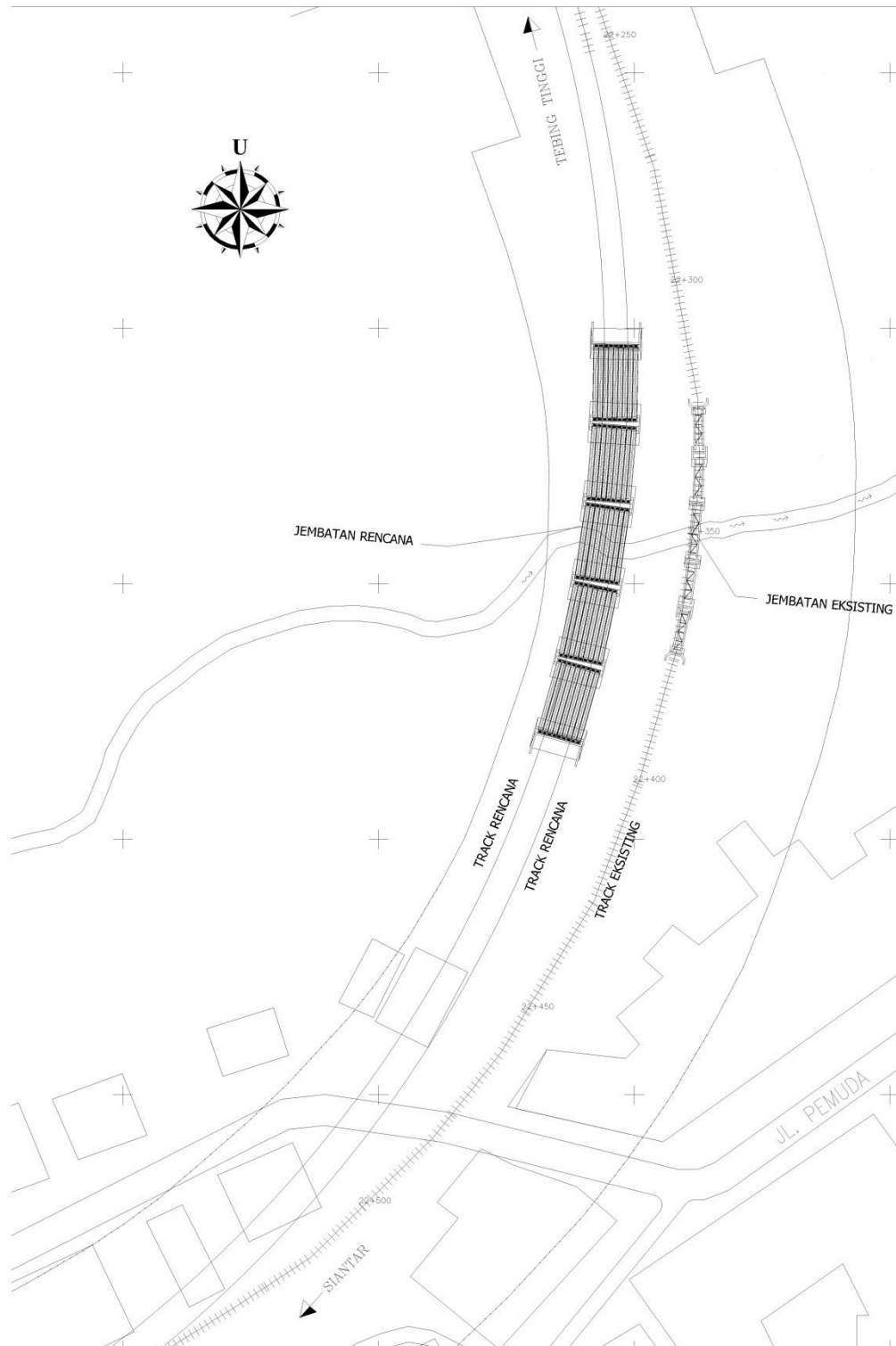


Gambar 3.4: Cross section 23+050 (PT. Tiga Putra Mandiri Jaya, 2021)

3.6 Penentuan Lokasi

Berdasarkan penelitian yang diperoleh dari Proyek Jembatan KA Jalur Tebing tinggi- Siantar JAS-2, penentuan lokasi tugas akhir yang dilakukan ini ada pada tahap finishing.

Karena keterbatasan penulis, maka untuk perencanaan ini penulis hanya dapat menganalisa kebutuhan alat berat pada tahap finishing saja, yaitu pembuatan Jembatan KA saja pada Gambar 3.2 dibawah ini akan diperlihatkan lokasi tempat penelitian.



Gambar 3.4 Lokasi Penelitian (PT. Tiga Putra Mandiri Jaya, 2021)

BAB 4

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Data dan Pembahasan

Pada umumnya setiap pekerjaan pembangunan bangunan sipil, selalu berkaitan dengan masalah pekerjaan tanah. Kadang kala kegiatan pekerjaan tanah mempunyai porsi yang cukup besar. Hal ini dapat terjadi pada proyek pembangunan bendungan, pembuatan jalan baru, pembukaan lahan untuk lokasi atau perkebunan, irigasi dan lain sebagainya.

Satu hal yang sangat penting dalam merencanakan sebuah proyek pematangan tanah yang dikerjakan dengan menggunakan alat berat, yaitu menghitung produktifitas alat berat itu sendiri.

Dahulu pembuatan jalan menggunakan tenaga manual dalam hal ini manusia. Semua pekerjaan konstruksi dalam pembuatan jalan dilakukan oleh manusia. Namun, seiring berjalannya waktu, manusia telah menemukan suatu alat yang digunakan untuk mempermudah pekerjaannya.

Alat sendiri terdiri dari berbagai macam jenis, ada yang besar dan ada yang kecil. Alat-alat yang berukuran besar inilah yang kerap kali kita temukan dalam pelaksanaan pembuatan jalan. Orang yang berkecukupan dalam dunia konstruksi menyebutkan dengan istilah alat berat. Hampir semua proyek besar pasti membutuhkan alat berat. Dalam hal ini, pembuatan jalan rel juga termasuk dalam pekerjaan proyek skala besar. Oleh karena itu, penggunaan alat berat dalam pekerjaan proyek sudah tidak asing lagi.

Berdasarkan hal tersebut, perlu adanya studi perhitungan jumlah alat berat, sehingga perhitungan alat berat yang diperlukan pada proyek Pembuatan Jembatan Kereta Api lintas Tebing Tinggi – P. Siantar. Alat-alat berat yang ditinjau adalah *excavator*, *bulldozer*, *dump truck* dan *vibration roller*.

4.2 Analisa Estimasi jumlah Alat-alat Berat

Dalam pekerjaan galian dan timbunan tanah digunakan 4 (empat) jenis alat berat yang terdiri dari *excavator*, *bulldozer*, *compactin/vibro roller*, *dump truck*. Rekapitulasi volume pekerjaan tanah yang diperoleh dari perhitungan dilapangan dapat dilihat pada Tabel 4.1:

Tabel 4.1: Rekapitulasi volume pekerjaan tanah (PT. Tiga Mandiri Jaya, 2021)

No.	Uraian Pekerjaan	Volume
1	Galian tanah	5739
2	Timbunan tanah	13313.07
3	Sub balas	2102.17

4.2.1 Analisa *excavator*

Waktu Siklus :

$$\begin{aligned}C_t &= \text{waktu gali} + (2 \times \text{waktu putar}) + \text{waktu buang untuk muat } \textit{dump truck} \\&= 12 + (2 \times 8) + 6 \\&= 34 \text{ detik}\end{aligned}$$

Produksi per siklus :

$$\begin{aligned}Q &= q_1 \times K \\&= 1,2 \times 0,80 \\&= 0,96 \text{ m}\end{aligned}$$

Produktivitas *Excavator* per jam (m^3/jam) untuk tanah asli :

$$\begin{aligned}K_p &= \frac{q \times 3600 \times E}{C_t} \\&= \frac{0,96 \times 3600 \times 0,81}{34} \\&= 82.33 \text{ m}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

Produktivitas per hari *excavator* :

$$K_p = 82.33 \times 8$$

$$= 658.7 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Produktivitas *excavator* per jam (m^3/jam) untuk tanah lepas :

$$K_p = \frac{q \times 3600 \times E}{Ct}$$

$$= \frac{0,96 \times 3600 \times 0,81}{34}$$

$$= 82.33 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Produktivitas per hari *excavator* :

$$K_p = 82.33 \times 8$$

$$= 658.7 \text{ m}^3/\text{hari}$$

a. Pekerjaan memindahkan tanah

Jumlah *excavator* yang dibutuhkan untuk memindahkan tanah dilapangan :

$$n = \frac{\text{volume tanah}}{\text{produksi /hari} \times \text{lama waktu}} = \frac{5739}{658.7 \times 8} = 1,1 \gg 1 \text{ unit}$$

Lama waktu pekerjaan:

$$\text{Produksi per unit} = 82.33 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Jumlah excavator} = 1 \text{ unit}$$

$$\text{Produksi per hari} = 82.33 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam} = 658.7 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Volume tanah yang dipindahkan} = \frac{\text{volume tanah}}{\text{produksi perhari}} = \frac{5739}{658.7} = 9 \text{ hari} = 72 \text{ jam}$$

b. Pekerjaan memadatkan tanah

Jumlah *excavator* yang dibutuhkan dilapangan :

$$n = \frac{\text{volume tanah}}{\text{produksi /hari} \times \text{lama waktu}} = \frac{13313.07}{658.7 \times 8 \text{ jam}} = 2.4 \text{ unit} \gg 2 \text{ unit}$$

$$\text{Produksi per unit} = 82.33 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Jumlah excavator} = 2 \text{ unit dengan waktu operasi 8 jam}$$

$$\text{Produksi per hari} = 2 \text{ unit} \times 82.33 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam} = 1664 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Volume tanah yang dipadatkan} = \frac{v.\text{tanah}}{\text{Produksi perhari}} = \frac{13313.07}{1664}$$

$$= 8 \text{ hari} = 64 \text{ jam}$$

4.2.2 Analisa Vibrator roller

Produktivitas Vibrator roller per jam (m^3/jam) untuk tanah yang dipadatkan :

$$\begin{aligned} K_p &= \frac{b \times v \times t \times 1 \times f_a}{n} \\ &= \frac{1,2 \times 2,5 \times 0,35 \times 1000 \times 0,75}{8} \\ &= 98,44 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Produktivitas *vibrator roller* per jam (m^3/jam) untuk sub balas yang dipadatkan :

$$\begin{aligned} K_p &= \frac{b \times v \times t \times 1 \times f_a}{n} \\ &= \frac{1,2 \times 2,5 \times 0,15 \times 1000 \times 0,75}{6} \\ &= 56,25 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Jumlah produktivitas per jam *vibrator roller* :

$$\begin{aligned} K_p &= \frac{98,44 + 56,25}{2} \\ &= 77,34 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Produktivitas *vibrator roller* per hari :

$$K_p = 77,34 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam} = 618,75 \text{ m}^3/\text{hari}$$

a. Pekerjaan memadatkan tanah

Jumlah *vibro roller* yang dibutuhkan di lapangan :

$$N = \frac{\text{volume tanah}}{\text{produksi /hari} \times \text{lama waktu}} = \frac{15415,24}{618,75 \times 8 \text{ jam}} = 3,11 \gg 3 \text{ unit}$$

Lama waktu pekerjaan :

$$\begin{aligned}
\text{Produksi per unit} &= 618,75 \text{ m}^3/\text{hari} \\
\text{Jumlah } \textit{vibro roller} &= 3 \text{ unit} \\
\text{Produksi } \textit{vibro roller} &= 3 \times 618,75 \text{ m}^3/\text{hari} = 1926,91 \text{ m}^3/\text{hari} \\
\text{Volume tanah yang dipindahkan} &= \frac{v.tanah}{\text{Produksi perhari}} = \frac{15415,24}{1926,91} \\
&= 7,9 \text{ hari} \gg 8 \text{ hari} = 64 \text{ jam}
\end{aligned}$$

4.2.3 Analisa Dump Truck

Jumlah siklus *excavator* untuk mengisi *dump truck* dapat dicari dengan persamaan dibawah ini:

$$\begin{aligned}
n &= \frac{C1}{q1 \times K} \\
&= \frac{6,5}{0,95 \times 0,9} \\
&= 7,60
\end{aligned}$$

Produksi per siklus :

$$\begin{aligned}
C &= n \times q^1 \times K \\
&= 7,60 \times 0,95 \times 0,90 \\
&= 6,50
\end{aligned}$$

Waktu siklus:

$$\begin{aligned}
Cmt &= n \times Cms + \frac{D}{V1} + \frac{D}{V2} + t_1 + t_2 \\
&= 7,60 \times 0,57 + \frac{5000}{500,01} + \frac{5000}{833,33} + 10 + 5 \\
&= 35,33 \text{ menit} = 0,58 \text{ jam}
\end{aligned}$$

Produktifitas per jam *dump truck* :

$$KP = \frac{C \times 60 \times E}{Cmt} = \frac{6,5 \times 60 \times 0,83}{35,33} = 9,16 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Produktifitas perhari *dump truck* :

$$KPh = KP \times 8 \text{ jam} = 9,16 \times 8 = 73,28 \text{ m}^3/\text{hari}$$

a. Pekerjaan memindahkan tanah

Jumlah *dump truck* yang dibutuhkan di lapangan :

Alat yang dimaksimalkan pada pekerjaan tanah yang dipindahkan adalah sejumlah 1 unit excavator sehingga jumlah *dump truck* disesuaikan dengan jumlah excavator.

$$n = \frac{\text{volume tanah}}{\text{produksi /hari} \times \text{lama waktu}} = \frac{5739}{73,28 \times 8} = 9,79 \gg 10 \text{ unit}$$

Lama waktu pekerjaan :

$$\text{Produksi per unit} = 73,28 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Jumlah } \textit{dump truck} = 10 \text{ unit}$$

$$\text{Produksi } \textit{dump truck} = 10 \times 73,28 \text{ m}^3/\text{hari} = 732,8 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume tanah yang dipindahkan} &= \frac{v.\text{tanah}}{\text{Produksi perhari}} = \frac{5739}{732,8} \\ &= 7.8 \text{ hari} \gg 8 \text{ hari} = 64 \text{ jam} \end{aligned}$$

b. Pekerjaan memadatkan tanah

Jumlah *dump truck* yang dibutuhkan di lapangan :

Alat yang dimaksimalkan pada pekerjaan tanah yang dipindahkan adalah sejumlah 1 unit excavator sehingga jumlah *dump truck* disesuaikan dengan jumlah excavator.

$$N = \frac{\text{volume tanah}}{\text{produksi /hari} \times \text{lama waktu}} = \frac{15415,24}{73,28 \times 8 \text{ jam}} = 26,3 \gg 26 \text{ unit}$$

Lama waktu pekerjaan :

$$\text{Produksi per unit} = 73,28 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Jumlah } \textit{dump truck} = 26 \text{ unit}$$

$$\text{Produksi } \textit{dump truck} = 26 \times 73,28 \text{ m}^3/\text{hari} = 1926,9 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume tanah yang dipindahkan} &= \frac{v.\text{tanah}}{\text{Produksi perhari}} = \frac{15415,24}{1926,9} \\ &= 8 \text{ hari} = 64 \text{ jam} \end{aligned}$$

4.2.4 Analisa Bulldozer

Waktu siklus :

$$\begin{aligned}C_t &= \frac{J}{F} + \frac{J}{R} + Z \\&= \frac{100}{66,67} + \frac{100}{166,67} + 0,20 \\&= 2,3 \text{ menit}\end{aligned}$$

Produksi per siklus:

$$\begin{aligned}Q &= L \times H^2 \times a \\&= 2,85 \times 1,40^2 \times 0,70 \\&= 3,91 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Produktivitas *bulldozer* per jam (m³/jam) untuk tanah asli :

$$\begin{aligned}K_p &= \frac{q \times 60 \times F_a}{C_t \times F_h} \\&= \frac{3,91 \times 60 \times 0,81}{2,3 \times 0,8} \\&= 103,3 \text{ m}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

Produktivitas per hari *bulldozer* :

$$K_p = 103,3 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam} = 826,2 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Produktivitas *bulldozer* per jam (m³/jam) untuk tanah lepas :

$$\begin{aligned}K_p &= \frac{q \times 60 \times F_a}{C_t \times F_h} \\&= \frac{3,91 \times 60 \times 0,81}{2,3 \times 1,00} \\&= 82,62 \text{ m}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

Produktivitas per hari *bulldozer* :

$$K_p = 82,62 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam} = 660,96 \text{ m}^3/\text{hari}$$

a. Pekerjaan memindahkan tanah

Jumlah *bulldozer* yang dibutuhkan untuk memindahkan tanah dilapangan :

$$n = \frac{\text{volume tanah}}{\text{produksi /hari} \times \text{lama waktu}} = \frac{5739}{660,96 \times 8} = 1,085 \gg 1 \text{ unit}$$

$$\begin{aligned}
\text{Produksi per unit} &= 82.62 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{Jumlah } \textit{Bulldozer} &= 1 \text{ unit dengan waktu operasi 8 jam} \\
\text{Produksi per hari} &= 1 \text{ unit} \times 82.62 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam} = \\
&660.96 \text{ m}^3/\text{hari} \\
\text{Volume tanah yang dipindahkan} &= \frac{v.tanah}{\text{Produksi perhari}} = \frac{5739}{660.96} \\
&= 10.85 \text{ hari} \gg 11 \text{ hari} = 88 \text{ jam}
\end{aligned}$$

b. Pekerjaan pemadatan tanah

Jumlah *bulldozer* yang dibutuhkan untuk memindahkan tanah dilapangan :

$$n = \frac{\text{volume tanah}}{\text{produksi /hari} \times \text{lama waktu}} = \frac{15415,24}{660.96 \times 8 \text{ jam}} = 2.91 \gg 3 \text{ unit}$$

$$\begin{aligned}
\text{Produksi per unit} &= 82.62 \text{ m}^3/\text{jam} \\
\text{Jumlah } \textit{Bulldozer} &= 3 \text{ unit dengan waktu operasi 8 jam} \\
\text{Produksi per hari} &= 3 \text{ unit} \times 82.62 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ jam} = \\
&1982.88 \text{ m}^3/\text{hari} \\
\text{Volume tanah yang dipadatkan} &= \frac{v.tanah}{\text{Produksi perhari}} \\
&= \frac{15415,24}{1982.88} \\
&= 7.78 \text{ hari} \gg 8 \text{ hari} = 64 \text{ jam}
\end{aligned}$$

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan pada bab 4 proyek pembangunan jembatan kereta api Tebing Tinggi – Pematang Siantar pada JAS-2 dengan metode caterpillar, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Setelah dilakukan analisa komposisi alat berat yang tepat untuk pekerjaan pemindahan tanah dan pekerjaan tanah yang dipadatkan pada proyek pembangunan jembatan kereta api Tebing Tinggi – Pematang Siantar pada JAS-2 adalah:
 - a. Pekerjaan pemindahan tanah, kebutuhan alat berat untuk pekerjaan pemindahan tanah adalah:
 - Unit *excavator* dibutuhkan = 1 unit
 - Unit *bulldozer* dibutuhkan = 1 unit
 - Unit *Dump Truck* dibutuhkan = 10 unit
 - b. Pekerjaan pemadatan tanah, kebutuhan alat berat untuk pekerjaan pemadatan tanah adalah:
 - Unit *excavator* dibutuhkan = 2 unit
 - Unit *bulldozer* dibutuhkan = 3 unit
 - Unit *dump truck* dibutuhkan = 26 unit
 - Unit *vibroroller* dibutuhkan = 3 unit
2. Setelah dilakukan analisa waktu yang diperlukan untuk penggunaan alat berat pada proyek pembangunan jembatan kereta api Tebing Tinggi – Pematang Siantar pada JAS-2 adalah:
 - a. Pekerjaan pemindahan tanah, waktu yang dibutuhkan alat berat untuk pekerjaan pemindahan tanah adalah:
 - Unit *excavator* dibutuhkan = 9 hari (72 jam kerja)
 - Unit *bulldozer* dibutuhkan = 11 hari (88 jam kerja)
 - Unit *Dump Truck* dibutuhkan = 8 hari (64 jam kerja)

b. Pekerjaan pemadatan tanah, waktu yang butuhkan alat berat untuk pekerjaan pemindahan tanah adalah:

- Unit *excavator* dibutuhkan = 8 hari (64 jam kerja)
- Unit *bulldozer* dibutuhkan = 8 hari (64 jam kerja)
- Unit *dump truck* dibutuhkan = 8 hari (64 jam kerja)
- Unit *vibroroller* dibutuhkan = 8 hari (64 jam kerja)

5.2 Saran

Dalam Penggunaan alat-alat berat pada pelaksanaan pekerjaan tanah untuk pembuatan jembatan kereta api Tebing Tinggi – Pematang Siantar, hal-hal yang perlu di perhtikan adalah:

1. Berdasarkan pengamatan dilapangan, banyak masalah yang dapat mengalami keterlambatan seperti halnya cuaca hujan dan pekerjaan selain pekerjaan tanah yang dapat mengganggu manuver alat bert, sehingga mempengaruhi kinerja alat berat, maka di lapangan perlu menambah waktu jam kerja alat berat.
2. Dalam melakukan perhitungan produktivitas alat berat maka data-data alat berat harus benar-benar diperhatikan dari kapasitas, waktu siklus, dan efisiensi kerja alat berat, karena hal tersebut akan menentukan prduksi alat berat yang digunakan.
3. Keteapan dalam memilik komposisi alat berat sesuai dengan bidang pekerjaan yang dikerjakan.
4. Kondisi alat berat yang baik, operator yang berpengalaman dan jumlah alat berat yang akan digunakan hendaknya hars disesuaikan dengan lama waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pelakssanaan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Hadi, i. R. (1992). *Alat alat berat dan penggunaannya*. 1243. [https://doi.org/10.1016/s0031-9422\(00\)84895-5](https://doi.org/10.1016/s0031-9422(00)84895-5)
- Miharja, g. S., caterpillar, b., studi, p., sipil, t., teknik, f., & pakuan, u. (2015). (*studi kasus : pembangunan jalan tol medan – kualanamu – persamaan sebagai berikut : 1–14*).
- Kementerian PUPR. (2016). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. In *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia* (Vol. 147).
- Rostiyanti, Susi Fatena. (2002). “*Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*”. Jakarta: Rineka Cipta.
- Rochmanhadi. (1992). “*Alat-alat Berat dan Penggunaannya*” Semarang: YPBBU.
- Rochmanhadi, 1984. *Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat-alat Berat*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Peraturan Kontruksi Jalan Rel Indonesia, 1986. *Perusahaan Jawatan Kereta Api*, Lembaga Afiliasi Penelitian Dan Industri Institun Teknologi Bandung.
- Caterpillar tractor Co. (1981), *Carterpillar Performnce handbook*, Carterpillar Tractor Co., Peoria, Illinois, USA.
- Komatzu Ltd. (1980), *Spasifications and Application Handbook*, 5th edition.
- Wibowo, Y, T, S. (2017). Analisa Produktivitas Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Tanah Pembuatan Badan Jalan Kereta Api. *Laporan Tugas Akhir.Purwokerto: Program Studi Teknik Sipil, Unipersitas Muhammadiyah Purwokerto*.
- Siahaan, I., & Sinuraya, E. (2016). Analisis Rencana Anggaran Biaya Penggunaan Alat Berat *Sheep’s Foot Roller* Dan *Vibrator Roller* Dalam Pekerjaan Badan Jalan Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Medan- Kualanamu- Tebing Tinggi Seksi 3: Parbarakan – Lubuk Pakam Zona 5. *Jurnal Teknik Sipil UNIMED*. Vol. 2(2), diakses 10 Juli 2021.
- Asniko, S., Yanti, G., Lubis, F. (2018) Analisis Optimalisasi Penggunaan Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Menara Bank Rakyat Indonesia Pekanbaru. *Jurnal Teknik*. Vol. 12, 1-7, diakses 10 Juli 2021.

LAMPIRAN



Gambar L1: Jembatan Existing



Gambar L2: *Vibro Roller dan Buldzer*



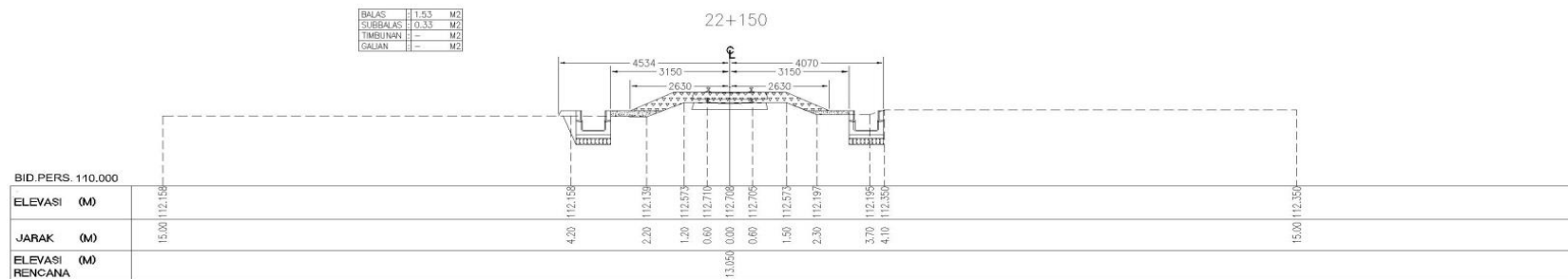
Gambar L3: Timbunan Jembaran



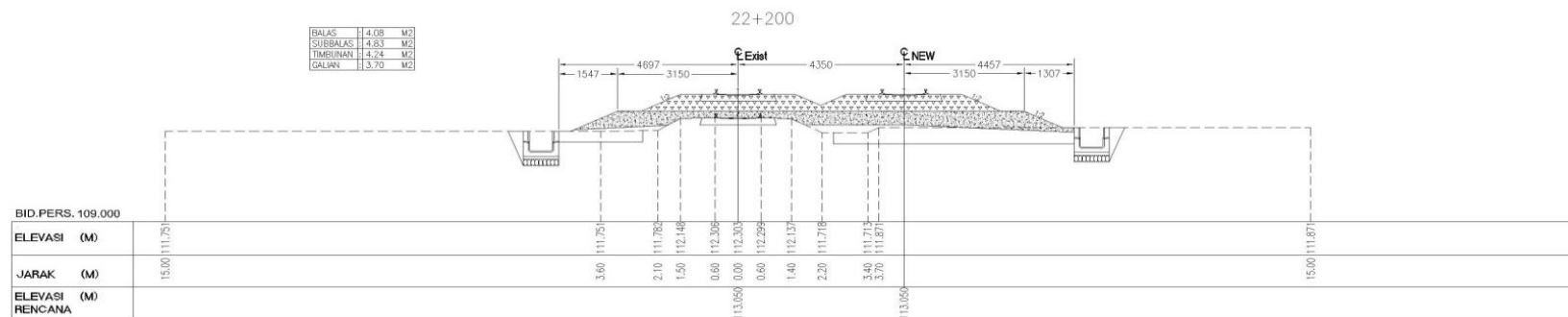
Gambar L4: Pilar Jembatan BH-3



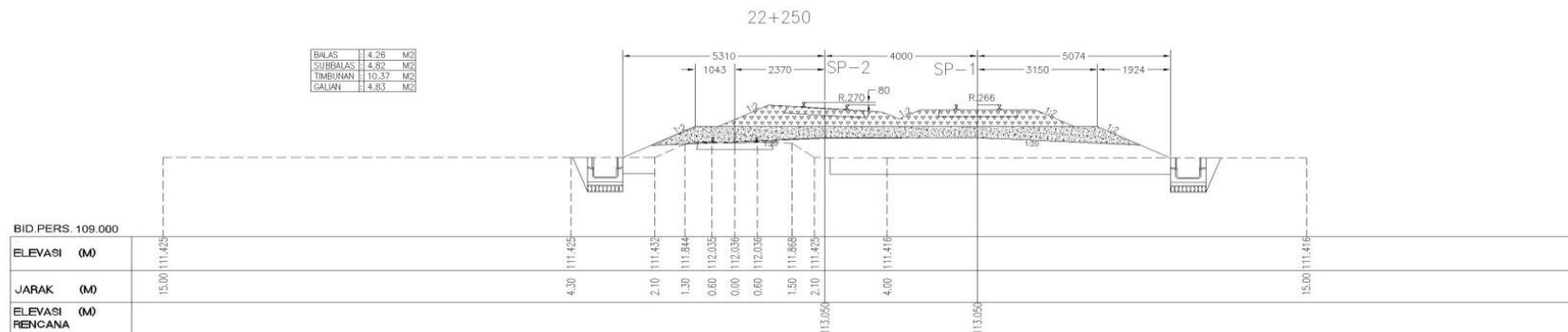
Gambar L4: Jembatan BH-3



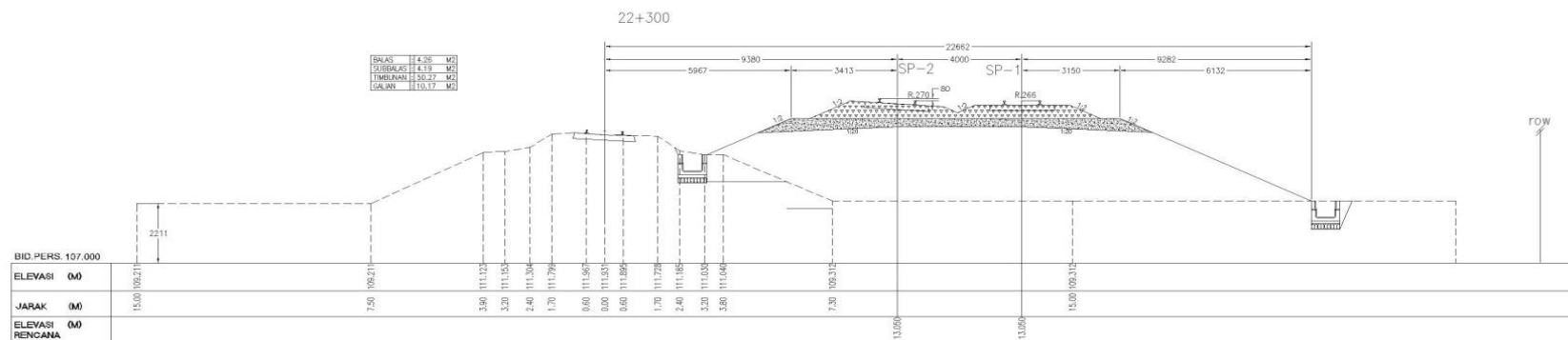
Gambar L5: Cross section 22+150



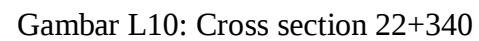
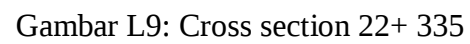
Gambar L6: Cross section 22+200

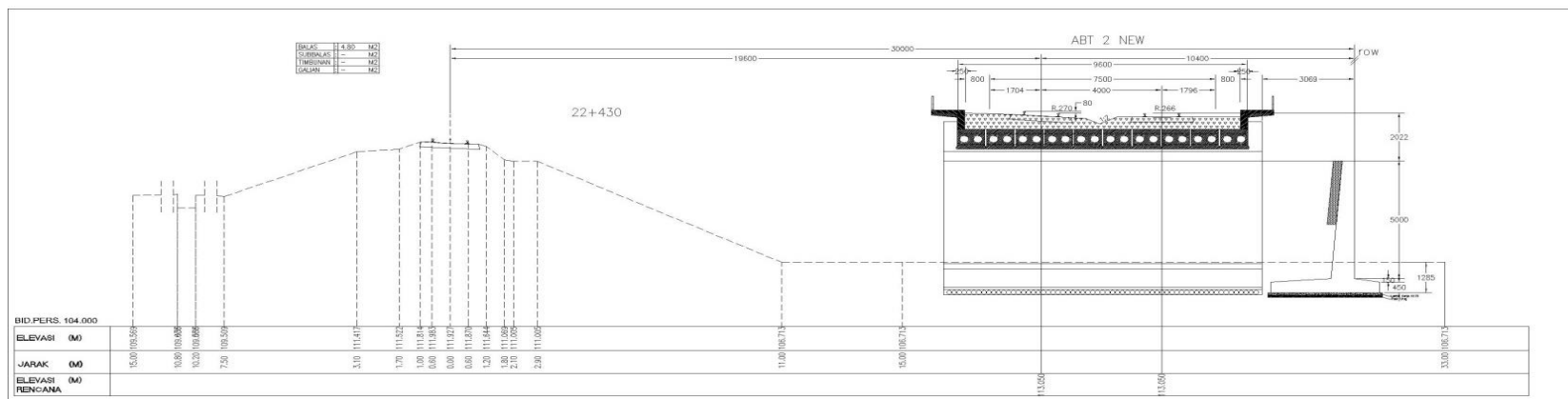


Gambar L7: Cross section 22+250

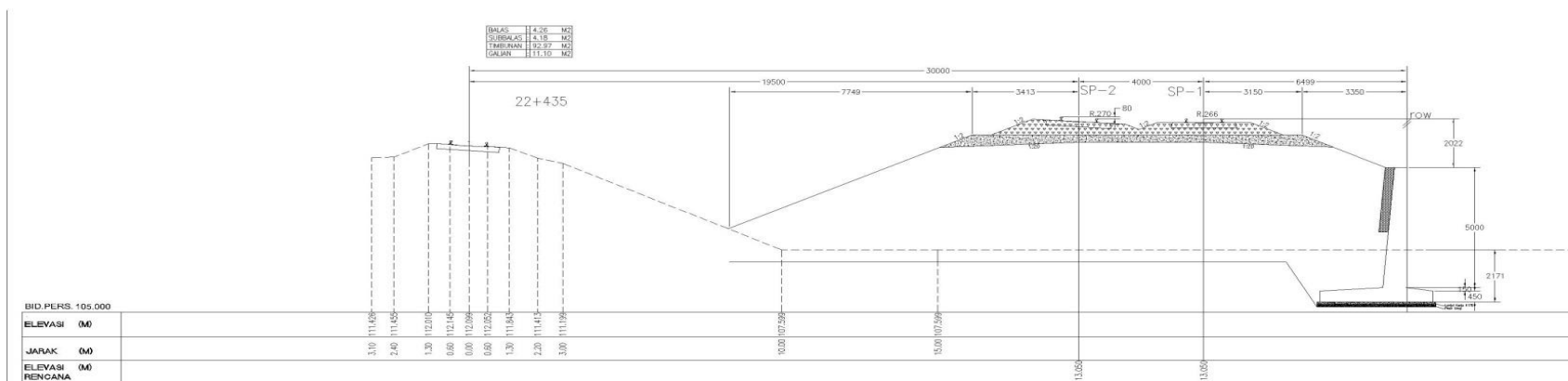


Gambar L8: Cross section 22+300

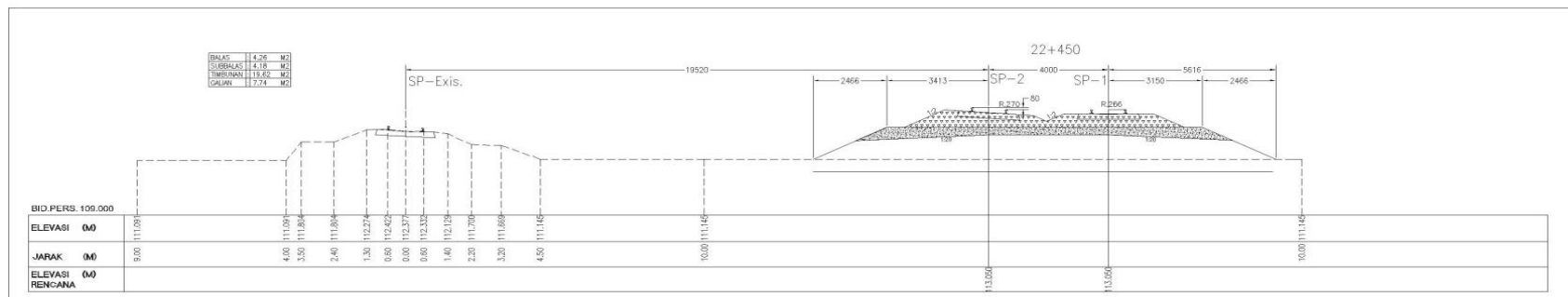




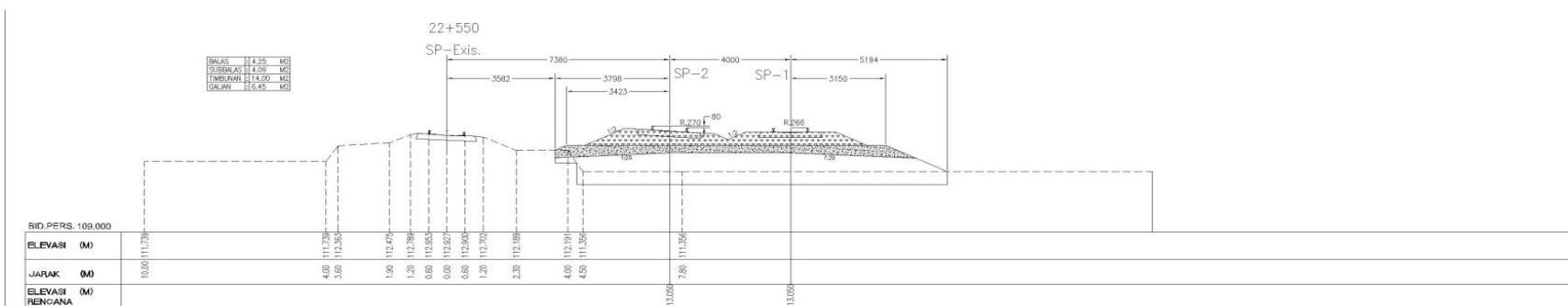
Gambar L11: Cross section 22+430



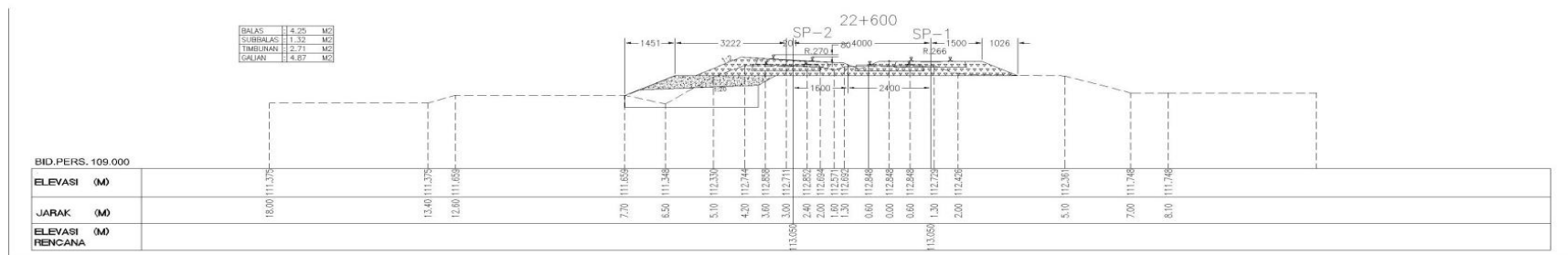
Gambar L12: Cross section 22+435



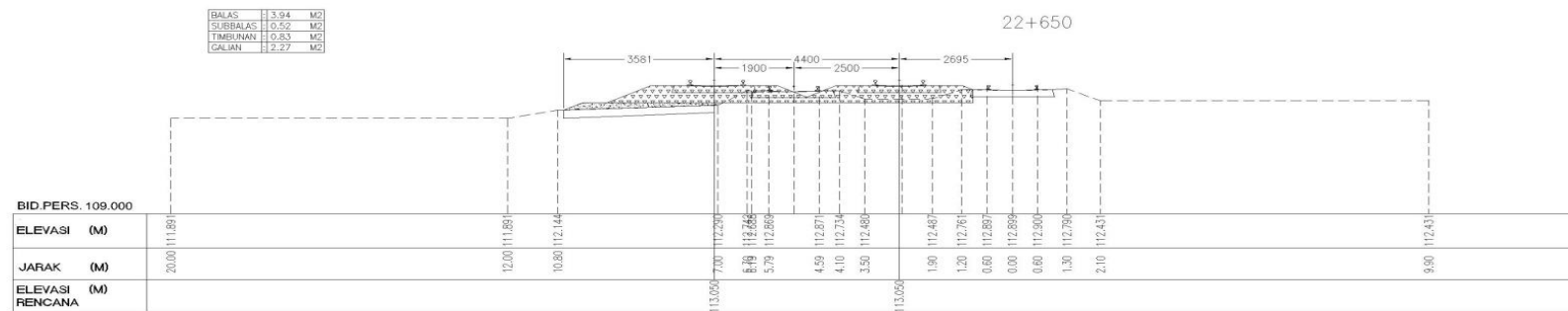
Gambar L13: Cross section 22+450



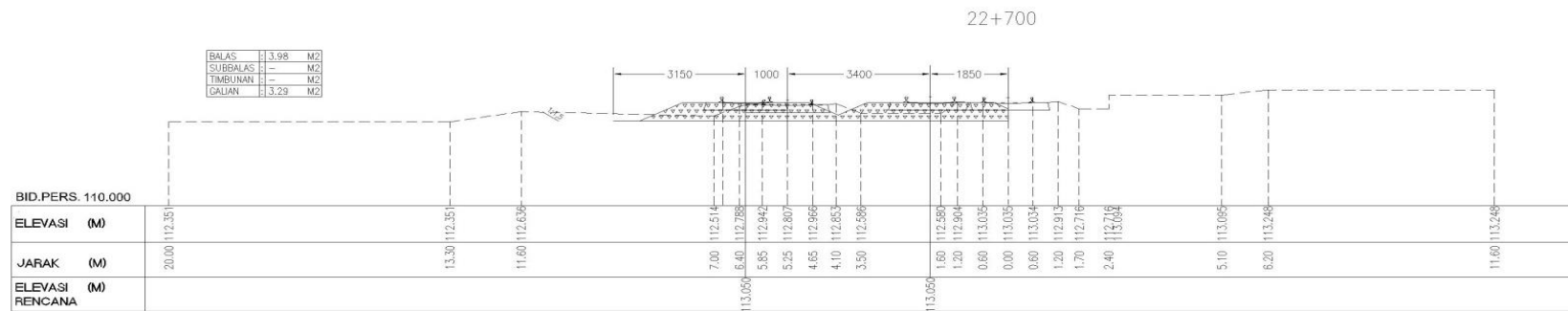
Gambar L14: Cross section 22+550



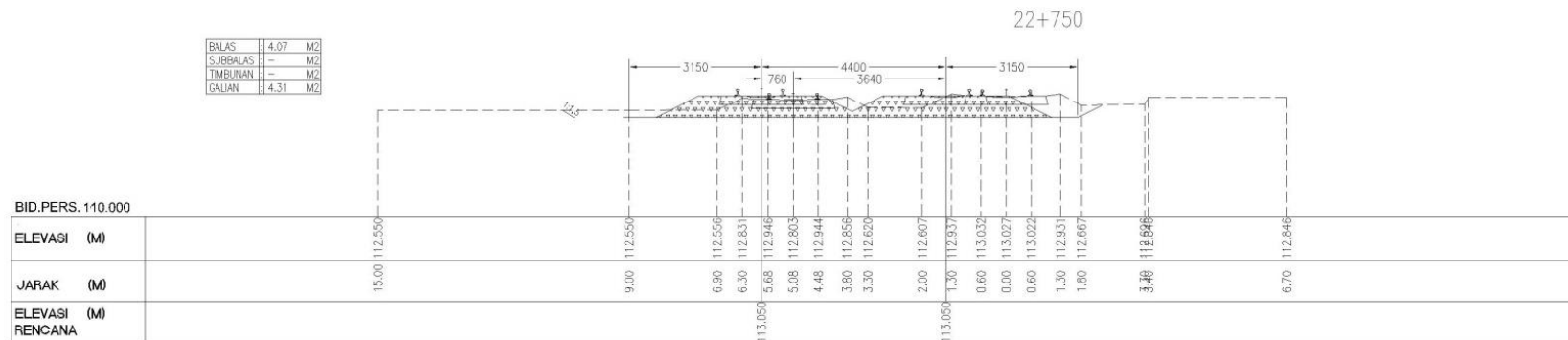
Gambar L15: Cross section 22+600



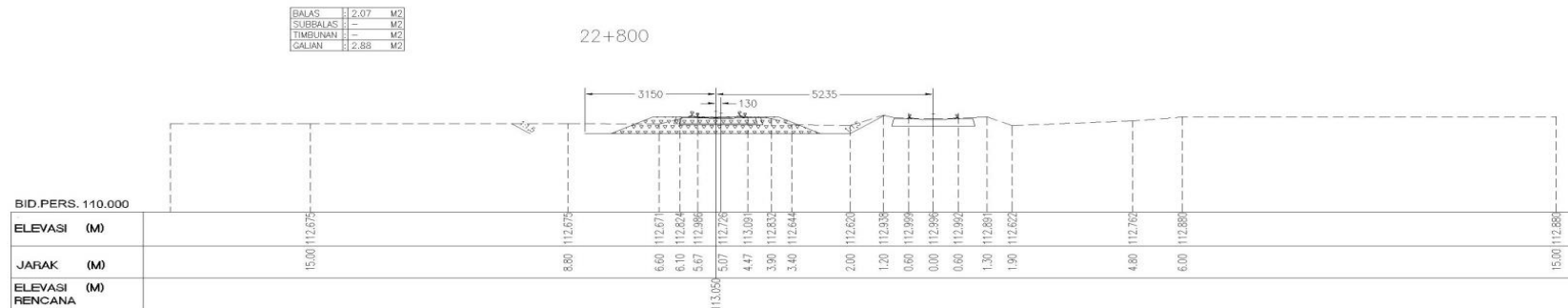
Gambar L16: Cross section 22+650



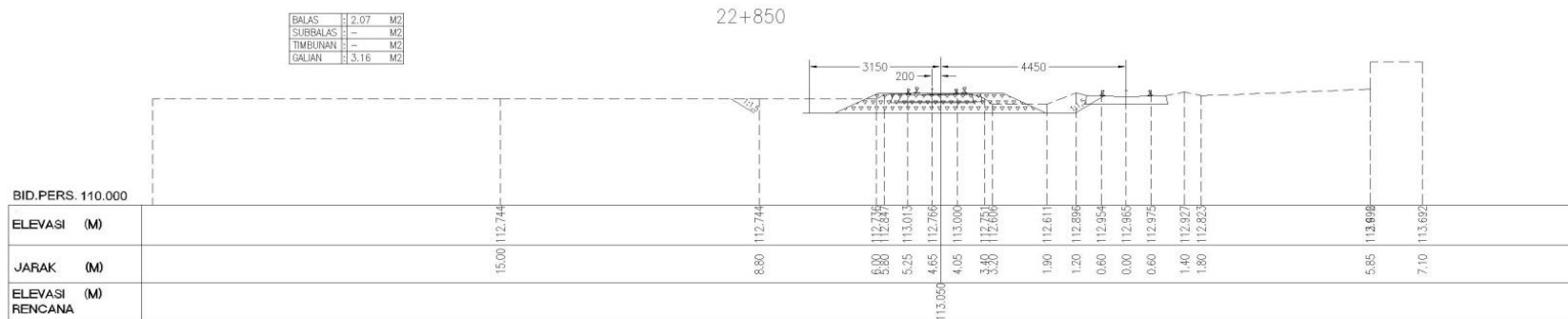
Gambar L17: Cross section 22+700



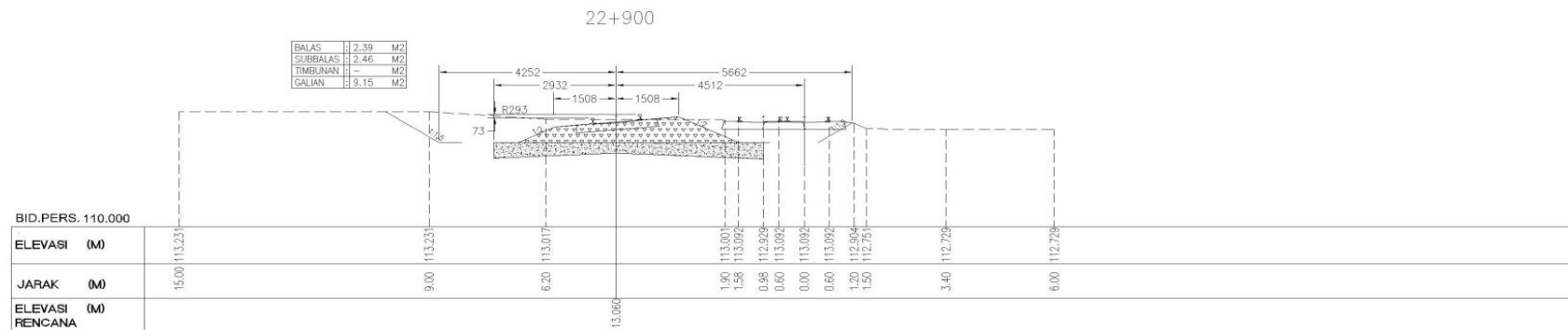
Gambar L18: Cross section 22+750



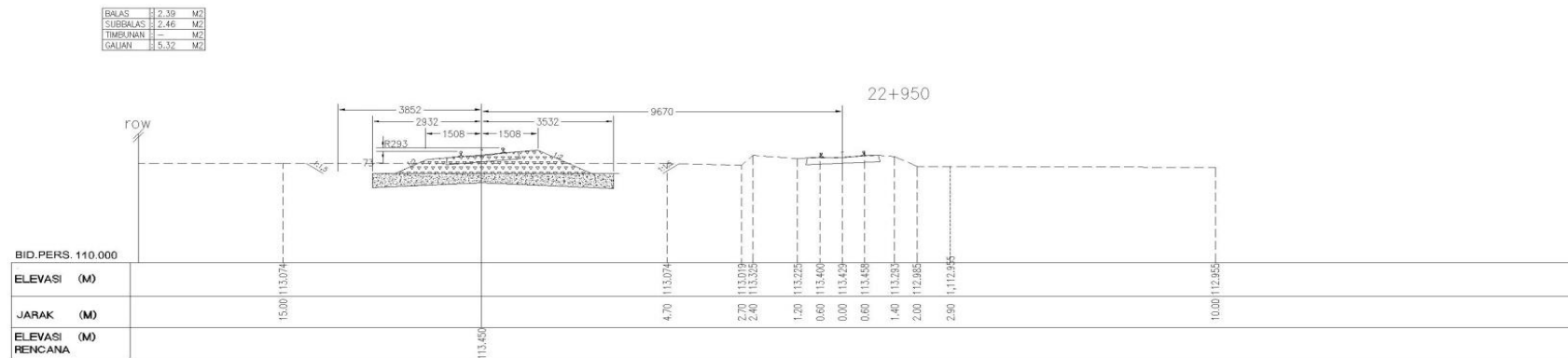
Gambar L19: Cross section 22+800



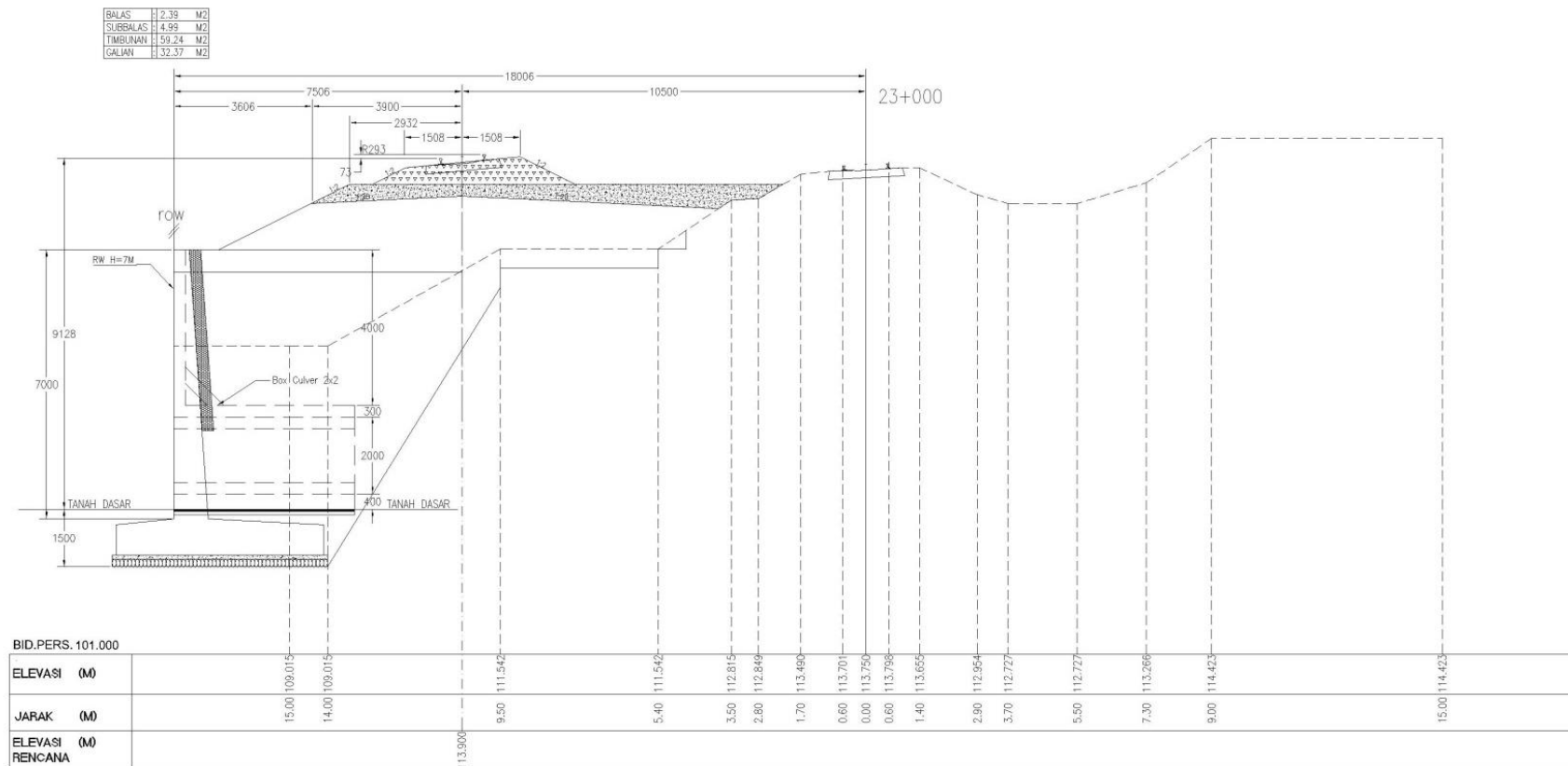
Gambar L20: Cross section 22+850



Gambar L21: Cross section 22+900

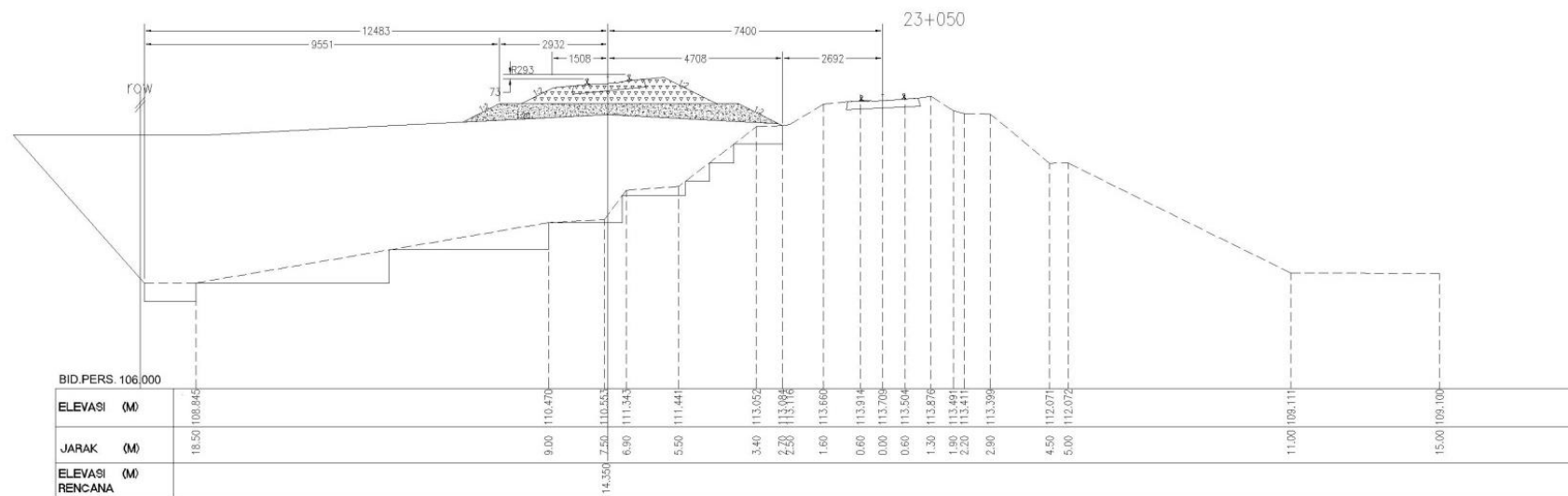


Gambar L22: Cross section 22+950



Gambar L23: Cross section 23+000

BALAS	2.59	M2
SUBBALAS	2.93	M2
TIMBUNAN	61.33	M2
GALIAN	5.98	M2



Gambar L24: Cross section 23+050

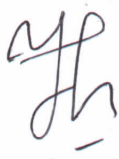
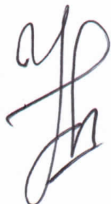
BID. PERS. 110.000		23+100	
ELEVASI (M)	15,00 113,100	4,30 113,100	15,00 114,900
JARAK (M)		3,00 113,580	
ELEVASI (M)		2,40 113,637	
RENCANA		1,60 113,827	
		1,20 114,360	
		0,80 114,529	
		0,00 114,571	
		0,60 114,617	
		1,30 114,448	
		1,80 112,800	
		2,10 114,039	
		3,30 114,062	
		5,00 114,180	

Gambar L24: Cross section 23+100

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI/TUGAS AKHIR

NAMA : Ilham Romadhona
NPM : 1407210259
PRODI : Teknik Sipil
JUDUL SKRIPSI : Analisis Penggunaan Alat Berat Pada Proyek
Pembangunan Kreta Api Tebing Tinggi –
Pematang Siantar dengan metode Caterpillar

DOSEN PEMBIMBING : 1. Ir. Zurkiyah, MT.
2. Irma Dewi, St,M.Si

NO.	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1.	7-7-2021	- Sesuaikan penulisan T.A dg panduan Fdk. Teknik UMSU - Penulisan No & judul tabel - Buat rata kiri dg Tdk di bold - Perbaiki bagian alir penulisan - Buat daerah lokasi proyek - Lampirkan - Asistensikan ke Pembimbing 2	
2.	7-9-2021	- Buat referensi yg benar - ambil sesuai dg judul TA - Perbaiki bagian alir - Data yg didapat (data primer dan sekunder) dimasukkan ke bab 3 - lanjut analisa data (bab 4) - dan seterusnya	
3	1-10-2021	- cantumkan data primer / data sekunder di bab 3 - perbaiki daerah lokasi - lampirkan citra satelit dan dg ukuran sesuai & tajam	

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI/TUGAS AKHIR

NAMA : Ilham Romadhona
NPM : 1407210259
PRODI : Teknik Sipil
JUDUL SKRIPSI : Analisis Penggunaan Alat Berat Pada Proyek
Pembangunan Kreta Api Tebing Tinggi –
Pematang Siantar dengan metode Caterpillar

DOSEN PEMBIMBING : 1. Ir. Zurkiyah, MT.
2. Irma Dewi, St,M.Si

NO.	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
	9/10-2021	Acc vt di seminar Hasil kan	

LEMBAR ASISTENSI SKRIPSI/TUGAS AKHIR

NAMA : Ilham Romadhona
NPM : 1407210259
PRODI/BAGIAN : Teknik Sipil
JUDUL SKRIPSI : Analisis Penggunaan Alat Berat Pada Proyek pembangunan Kereta Api Tebing Tinggi – Siantar Dengan Metode Caterpillar
DOSEN PEMBIMBING : 1. Ir. Zurkiyah, MT
2. Irma Dewi, ST, M.Si

NO	TANGGAL	KOMENTAR	PARAF
1.	2/8-21	- Pemulisan file konsisten. - Belan sesuai dgn panduan (standar penulisan).	af
2.	15/8-21	- Perhatikan spasi jarak, ukuran font, penggunaan tanda baca, tabel. - Margin - No. halaman.	af
3.	11/10-21	Acc. selesai.	af

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



INFORMASI PRIBADI

Nama : Ilham Romadhona
Panggilan : Ilham
Tempat, Tanggal Lahir : Bandar Setia, 07 – 02 – 1996
Jenis Kelamin : Laki - laki
Alamat Sekarang : JL.Terusan Dsn VIII Desa Bandar Setia, Kec.Percut Sei Tuan
No.Hp : 0823-6664-4154
Email : romadhoneilham22@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1407210259
Fakultas : Teknik
Teknik Program Studi : Teknik Sipil
Peguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Peguruan Tinggi : JL.Kapten Muchtar Basri, No.13 Medan, 20238

PENDIDIKAN FORMAL

Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
Sekolah Dasar	SDN 104202	2008
Sekolah Menengah Pertama	MTsN 2 Medan	2011
Sekolah Menengah Kejuruan	SMKN 1 Percut Sei Tuan	2014