TUGAS AKHIR

ANALISIS PRODUKTIVITAS ALAT BERAT PADA PEKERJAAN GALIAN DAN TIMBUNAN PADA PROYEK JALAN TOL TEBING TINGGI – PARAPAT STA 22+000 s/d 22+650

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

Disusun Oleh:

NAUVAL RAFID PENYALAI
1707210074

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2021

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama	: Nauval Rafid Penyalai
NPM	: 1707210074
Program Studi	: Teknik Sipil
Judul Skripsi	: Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Galian dan Timbunan Pada Proyek Jalan Tol Tebing Tinggi – Parapat STA 22+000 s/d 22+650

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA

PANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan, 17 September 2021

Dosen Pembimbing

Hj. Irma Dewi, S.T,M.Si

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama	: Nauval Rafid Penyalai
Npm	: 1707210074
Program Studi	: Teknik Sipil
Judul Skripsi	: Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Galian dan Timbunan Pada Proyek Jalan Tol Tebing Tinggi – Parapat STA 22+00 s/d 22+650
Bidang Ilmu	: Transportasi

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

Medan, 17 September 2021

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji

Hj. Irma Dewi, ST, MSi

Dosen Pembanding I / Penguji

Andri, ST,MT

Dosen Pembanding II / Penguji

Assoc. Prof Dr Fahrizal Z.M.Sc

Program Studi Teknik Sipil

Ketua,

Assoc. Prof Dr Fahrizal Z.M.Sc

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap	: Nauval Rafid Penyalai
Tempat /Tanggal Lahir	: Medan / 24 Januari 2000
NPM	: 1707210074
Fakultas	: Teknik
Program Studi	: Teknik Sipil

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

"Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Galian dan Timbunan Pada Proyek Jalan Tol Tebing Tinggi – Parapat STA 22+00 s/d 22+650"

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 irisinil 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 sangsi 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, 17 September 2021

menyatakan,

Rafid Penyalai

ABSTRAK

ANALISIS PRODUKTIVITAS ALAT BERAT PADA PEKERJAAN GALIAN DAN TIMBUNAN PADA PROYEK JALAN TOL TEBING TINGGI – PARAPAT STA 22+000 s/d 22+650 (Studi Kasus)

Nauval Rafid Penyalai
1707210074
Hj. Irma Dewi ST, M.Si

Jalan Tol Tebing Tinggi – Parapat merupakan proyek Jalan Tol Seksi 1 - 4 Jalan Tol Kuala Tanjung-Tebing Tinggi-Parapat saat ini progress kontruksinya telah mencapai 57,32 persen. Pembangunan jalan tol ini sangat bermanfaat untuk memperlancar laju perekonomian. Waktu pelaksanaan pekerjaan tanah dilapangan menggunakan waktu total yaitu 35 hari kalender untuk tanah dipindahkan, sedangkan tanah yang dipadatkan yaitu 73 hari kalender. Pelaksanaan pekerjaan pembuatan badan jalan kereta api di dominasi penggunaan alat berat. Pemilihan dan penentuan alat yang tepat agar peralatan dapat beroprasi secara efektif. 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 alat berat yang optimum pada pelaksanaan pekerjaan tanah jalan tol sepanjang 650 meter pada STA 22+000 s/d STA 22+650, jam kerja alat berat mengunakan jam kerja normal yaitu 10 jam, metode perhitungan yang dilakukan dengan cara trial and error. Dari trial perhitungan produksi alat berat dengan mengambil dua alternatif. Hasil perolehan jumlah alat dan waktu optimum yang diperlukan untuk penyelesaian pekerjaan tanah didapatkan alternative kedua yaitu pada tanah dipindahkan 9 unit excavator, 5 unit bulldozer, dan 18 unit dump truck waktu penyelesaiannya 28 hari/280 jam kerja, sedangkan tanah dipadatkan 6 unit bulldozer, 5 unit vibrator roller, dan 8 unit dump truck waktu penyelesaiannya 54 hari/540 jam kerja. Sehingga pekerjaan mengalami percepatan 7 hari dari pekerjaan tanah dipindahkan dan tanah dipadatkan 19 hari dari pekerjaan yang di lapangan.

Kata – kunci: Produktivitas alat berat, Komposisi alat berat, Waktu Kerja alat

ABSTRACT

ANALYSIS OF HEAVY EQUIPMENT PRODUCTIVITY ON EXCUREMENT AND HEAD WORKING ON TEBING TINGGI – PARAPAT TOLL ROAD PROJECT STA 22+000 s/d 22+650
(Case study)

Nauval Rafid Penyalai
1707210074
Hj. Irma Dewi ST, M.Si

Tebing Tinggi-Parapat Toll Road is a Section 1 - 4 Toll Road project of the Kuala Tanjung-Tebing Tinggi-Parapat Toll Road, currently the construction progress has reached 57.32 percent. The construction of this toll road is very useful to accelerate the pace of the economy. The time for carrying out earthworks in the field uses a total time of 35 calendar days for the soil to be moved, while the compacted soil is 73 calendar days. The implementation of the work on the construction of the railway body is dominated by the use of heavy equipment. Selection and determination of the right tool so that the equipment can operate effectively.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 the optimum working time of heavy equipment in the implementation of earthworks for the 650 meter toll road at STA 22+000 to STA 22+650, the working hours of heavy equipment use normal working hours of 10 hours, calculation method is done by trial and error. From the trial calculation of heavy equipment production by taking two alternatives.The results of the acquisition of the number of tools and the optimum time required for the completion of earthworks obtained a second alternative, namely the land was moved 9 units of excavators, 5 units of bulldozers, and 18 units of dump trucks, the completion time was 28 days/280 hours of work, while the soil was compacted 6 units of bulldozers, 5 vibrator roller units, and 8 units of dump trucks, the completion time is 54 days/540 working hours. So that the work has accelerated 7 days from the earthworks being moved and the soil being compacted 19 days from the work in the field.

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 kehadirat 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 "Analisa Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Galian dan Timbunan Pada Proyek Jalan Tol Tebing Tinggi - Parapat STA 22+000 s/d 22+650" Sebagai syarat untuk meraih gelar akademik sarjana teknik pada 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 mengucapkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada :

1. Ibu Hj. Irma Dewi, ST,M.Si, selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Andri, ST,MT, selaku Dosen Pembanding I dan penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Assoc. Prof Dr Fahrizal Z.M.Sc, selaku Dosen Pembanding II dan penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Bapak Assoc. Prof Dr Fahrizal Z.M.Sc, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Ibu Rizki Efrida ST, MT, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, ST, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan banyak ilmu ketekniksipilan kepada penulis.
7. Orang tua penulis : Irsan Penyalai, dan Umi Kalsum yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.

8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Sahabat-sahabat penulis: Arief Zulfikri Manurung, Amransyah Ariga, Ridho Wanuhsurya, Fikri Ananda dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebutkan satu persatu.

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 September 2021

Nauval Rafid Penyalai

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN PEBIMBING i
HALAMAN PENGESAHAN ii
HALAMAN PERNYATAAN iii
ABSTRAK iv
KATA PENGANTAR vi
DAFTAR ISI viii
DAFTAR TABEL x
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR SIMBOL xiii
DAFTAR LAMPIRAN xv
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian 3
1.4 Tujuan Penelitian 3
1.5 Manfaat Penelitian 3
1.6 Sistematika Penulisan 4
BAB 2 KAJIAN TEORI, TINJAUAN PUSTAKAN DAN HIPOTESA 5
2.1 Kajian Teori 5
2.1.1 Karaktristik Tanah 5
2.1.2 Sifat-Sifat Tanah 6
2.1.3 Macam Pekerjaan Tanah 8
2.1.4 Manajemen Alat 9
2.1.5 Cara Kerja Alat Berat 10
2.1.6 Metode Perhitungan Produksi Alat Berat 14
2.1.7 Pemilihan Peralatan Pekerjaan Tanah 16
2.1.8 Waktu Kerja 23
2.2 Tinjauan Pustaka 23
2.2.1 Tinjauan Umum 23
2.2.2 Tinjauan Penelitian 25

2.3 Hipotesa 26
BAB 3 METODELOGI PENELITAN 27
3.1 Bagan Alir Penelitian 27
3.2 Desain Penelitian 28
3.2.1 Sumber Data 28
3.2.2 Metode Pengumpulan Data 28
3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian 29
3.4 Pengumpulan Data 30
3.3 Analisa Data 33
3.3.1 Tahapan Penelitian 33
BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 34
4.1 Diskrpsi Data 34
4.1.1 Gambar Umum Proyek 34
4.1.2 Data Proyek 35
4.1.3 Alat Yang Bekerja Pada Galian dan Timbunan 38
4.2 Analisa Perhitungan Data di Lapangan 39
4.2.1 Perhitungan Produksi Alat Berat 39
4.2.2 Perhitungan Jumlah Alat dan Lama Waktu Pekerjaan Tanah 44
4.2.3 Perhitungan Alternatif Jumlah Alat dan Lama Waktu Pekerjaan 48
4.2.4 Pebandingan Antara Analisa di Lapangan, Alternatif Pertama, dan Alternatif Kedua 56
4.3 Pembahasan Volume Galian, Timbunan, dan Pemindahan Tanah 59
4.3.1 Pembahasan Jenis, Jumlah Alat Berat, dan Lama Waktu Pekerjaan 59
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN 60
5.1 Kesimpulan 60
5.2 Saran 60
DAFTAR PUSTAKA 62
LAMPIRAN 64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Sifat-sifat beberapa macam tanah 7

Tabel 2.2: Konversi Tanah 7

Tabel 2.3: Efisiensi Kerja 14

Tabel 2.4: Faktor *Bukcet Excavator* 17

Tabel 2.5: Waktu Gali *Excavator* (detik) 18

Tabel 2.6: Waktu Putar *Excavator* (detik) 18

Tabel 2.7: Faktor sudut 20

Tabel 2.8: Waktu Bongkar Muat (t1) 23

Tabel 2.9: Waktu Tunggu dan Tunda (t2) 23

Tabel 3.1 Perhitungan Volume Galian 30

Tabel 3.2 Perhitungan Volume Timbunan 31

Tabel 4.1: Perhitungan Volume Galian 35

Tabel 4.2: Perhitungan Volume Timbunan 37

Tabel 4.3: Total jumlah alat dan lama waktu pekerjaan tanah dipindahkan di lapangan 46

Tabel 4.4: Total jumlah alat dan lama waktu pekerjaan tanah dipindahkan di lapangan 48

Tabel 4.5: Total jumlah alat dan lama waktu pekerjaan tanah dipindahkan di lapangan 50

Tabel 4.6: Total jumlah alat dan lama waktu pekerjaan tanah dipindahkan di lapangan 52

Tabel 4.7: Total jumlah alat dan lama waktu pekerjaan tanah dipindahkan di lapangan 54

Tabel 4.8: Total jumlah alat dan lama waktu pekerjaan tanah dipindahkan di lapangan 56

Tabel 4.9: Perbadingan Jumlah Alat dan Waktu Penyelesaian Pekerjaan Tanah di Pindahkan Dilapangan 56

Tabel 4.10: Perbadingan Jumlah Alat dan Waktu Penyelesaian Pekerjaan Tanah di Pindahkan Alternatif Pertama 57

Tabel 4.11: Perbadingan Jumlah Alat dan Waktu Penyelesaian Pekerjaan Tanah di Pindahkan Alternatif Kedua 57

Tabel 4.12: Perbadingan Jumlah Alat berat Waktu Penyelesaian Pekerjaan Tanah Dipadatkan Dilapangan 57

Tabel 4.13: Perbadingan Jumlah Alat berat Waktu Penyelesaian Pekerjaan Tanah Dipadatkan Alternatif Pertama 58

Tabel 4.14: Perbadingan Jumlah Alat berat Waktu Penyelesaian Pekerjaan Tanah Dipadatkan Alternatif Kedua 58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1: *Excavator/Backhoe* 11
Gambar 2.2: Alat berat *Bulldozer* 12
Gambar 2.3: Alat Berat *Vibrator Roller* 12
Gambar 2.4: Alat berat *Dump Truck* 13
Gambar 3.1: Diagram Alir Penelitian 27
Gambar 3.2: Gambar Lokasi Penelitian 29

DAFTAR SIMBOL

Simbol 1	Q	= Produksi per jam (m^3/jam).
Simbol 2	q	= Produksi per siklus (m^3).
Simbol 3	Cm	= Waktu siklus (menit).
Simbol 4	E	= Efisiensi kerja.
Simbol 5	q 1	= Kapasitas munjung/backet (m^3).
Simbol 6	K	= Faktor bucket.
Simbol 7	D	= Jarak angkut (m).
Simbol 8	F	= Kecepatan maju (m/menit) 0,75 x kec.max.
Simbol 9	R	= Kecepatan mundur (m/menit) 0,85 x kec. Max.
Simbol 10	Z	= Waktu perseneling.
Simbol 11	L	= Lebar sudu/blade (meter).
Simbol 12	H	= Tinggi sudu/blade (meter).
Simbol 13	a	= Faktor sudu/blade.
Simbol 14	W	= Lebar pemadatan dalam satu laluan.
Simbol 15	L	= Tebal lapisan (inch atau mm).
Simbol 16	S	= Kecepatan rata – rata (mph atau km/jam).
Simbol17	P	= Produksi per jam (m^3/jam).
Simbol 18	C	= Kapasitas dump truck (m^3).
Simbol 19	n	= Jumlah siklus.
Simbol 20	C^1	= Kapasitas rata-rata dump truck (m^3).
Simbol 21	Cms	= Waktu siklus (menit).
Simbol 22	V1	= Kecepatan rata-rata dump truck bermuatan (m/menit).
Simbol 23	V2	= Kecepatan rata-rata dump truck kosong (m/menit).
Simbol 24	t1	= Waktu buang.
Simbol 25	t2	= Waktu tunggu dan tunda.
Simbol 26	Qa	= Luas operasi per jam (m^2/jam).
Simbol 27	V	= Kecepatan kerja (km/jam).

Simbol 28	Le	= Panjang blade effektif (m).
Simbol 29	Lo	= Lebar tumpang tindih/overlap (cm).
Simbol 30	T	= Waktu kerja (jam).
Simbol 31	N	= Jumlah trip.
Simbol 32	Wc	= Kadar air/m^3 (m^3).
Simbol 33	km	= Kilo meter.
Simbol 34	m^3	= Meter kubik.
Simbol 35	m^2	= Meter persegi.
Simbol 36	m	= Meter.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.	Dokumentasi dilapangan	63
Lampiran B.	Gambar Long Section dan Cros Section	66

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan dunia konstruksi mengakibatkan semakin tingginya kebutuhan alat berat pada setiap proyek konstruksi. Pembangunan Jalan Tol Trans Sumatera merupakan salah satu proyek untuk upaya memecah kemacetan di Pulau Sumatera. Pembangunan Jalan Tol Tebing Tinggi-Parapat salah satu proyek pembangunan jalan tol di Pulau Sumatera, selain itu proyek jalan ini merupakan penghubung Kawasan Strategis Pariwisata Nasional (KSPN) Danau Toba.

Badan Pengatur Jalan Tol Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat menyatakan proyek Jalan Tol Seksi 1 - 4 Jalan Tol Kuala Tanjung-Tebing Tinggi-Parapat saat ini progress kontruksinya telah mencapai 57,32 persen. Kepala BPJT Danang Parikesit menjelaskan rencananya seksi 1 - 4 ruas tol ini akan selesai kontruksinya secara bertahap.

Pembangunan jalan tol ini sangat bermanfaat untuk memperlancar laju perekonomian. Pembangunan jalan tol ini terdiri dari enam seksi yaitu Seksi 1 Tebing Tinggi-Inderapura (20,40 km), Seksi 2 Inderapura-Kuala Tanjung (18,05 km). Kemudian Seksi 3 Tebing Tinggi-Serbelawan (30 km), Seksi 4 Serbelawan-Pematang Siantar (28 km). Keempat seksi ini merupakan porsi Badan Usaha Jalan Tol (BUJT) yaitu PT Hutama Marga Waskita. Untuk Seksi 5 Pematang Siantar-Seribudolok (22,30 km), Seksi 6 Seribudolok-Parapat (16,70 km) yang merupakan dukungan Pemerintah dan saat ini dalam proses pengajuan *Green Book.*

Pembangunan jalan tol ini nantinya diharapkan akan memacu pertumbuhan ekonomi Sumatera Utara yang memberikan peningkatan perekonomian daerah dari Medan hingga Parapat. Adapun Jalan Tol Kuala Tanjung-Tebing Tinggi – Parapat sepanjang 143,25 Km merupakan lanjutan dari Jalan Tol Medan-Kualanamu-Tebing Tinggi (MKTT) sepanjang 61,72 Km. Sebelumnnya jalan tol Medan-Kualanamu-Tebing Tinggi telah selesai dan terhubung dengan jalan tol Belawan-Medan-Tanjung Morawa (Belmera).

Pekerjaan tanah pada suatu proyek jalan merupakan salah satu kunci utama. Adapun pekerjaan tanah pada proyek ini berupa galian dan sedikit timbunan, yang

membutuhkan bantuan alat berat. Tujuan dari penggunaan alat berat ini untuk memudahkan pekerjaan dan mengefektivitaskan waktu pekerjaan. Dalam pekerjaan tanah diperlukan alat berat seperti *excavator, dump truck, bulldozer, sheep foot* dan *smooth drum*. Penggunaan alat berat sangat diperlukan waktu kerja menjadi efektif. Nilai efektivitas penggunaan alat berat dapat dilihat dari besarnya kapasitas produksi dari alat tersebut. Disamping itu efektivitas pekerjaan tanah juga tidak lepas dari metode pekerjaan dan faktor-faktor yang mempengaruhi pekerjaan tersebut. Dengan demikian, perencanaan penggunaan alat berat dan metode pekerjaannya harus dilakukan dengan cermat sehingga waktu pekerjaan dapat dicapai sesuai dengan yang direncanakan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka peneliti melakukan penelitian terhadap produktivitas alat berat pada pekerjaan galian dan timbunan di area proyek tersebut melalui penulisan tugas akhir dengan judul "Analisa Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Galian dan Timbunan Pada Proyek Jalan Tol Tebing Tinggi - Parapat STA 22+000 s/d 22+650". Diharapkan penulis dapat memberikan kontribusi pada perhitungan produktivitas alat berat secara efektif dan efisien dalam proyek jalan ini.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana menetapkan komposisi jenis alat berat yang digunakan agar produktivitas alat berat mencapai optimal?
2. Berapa lamakah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan galian dan timbunan?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Batasan permasalahan dalam penelitian ini adalah :

1. Data yang diambil dari PT Bohana Jaya Nusantara jenis alat berat yang digunakan berupa *excavator, bulldozer, vibro roller/vibrator roller, dump truck*, dan jam kerja alat berat.
2. Penelitian dilakukan pada pekerjaan tanah yang ditinjau adalah pemindahan, perataan dan pemadatan tanah.
3. Studi kasus pada lokasi yang terletak di Tebing Tinggi, yaitu Pembuatan Badan Jalan Tol Tebing Tinggi - Parapat STA 22+000 s/d 22+650.
4. Jam kerja alat berat yang ditinjau adalah jam kerja normal dengan waktu 10 jam
5. Kondisi kelayakan alat berat mencapai 80% - 90%.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian bertujuan untuk:

1. Untuk mengetahui waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan pembuatan badan jalan tol.
2. Mendapatkan komposisi jenis alat berat yang digunakan agar seluruh alat berat dapat bekerja maksimal.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah :

1. Menambah pengetahuan dan pemahaman baik penulis maupun pembaca mengenai jenis alat berat yang dibahas dalam Laporan Tugas Akhir ini.
2. Mengetahui produktivitas alat berat yang digunakan dalam pekerjaan tanah galian dan timbunan pada proyek ini.
3. Menambah wawasan bagi peneliti mengenai optimalisasi pengelolaan alat berat pada pekerjaan galian dan timbunan suatu proyek.
4. Menambah referensi bagi pengamat tentang wacana manajemen proyek alat berat pengelolaan dan pemanfaatan yang lebih baik.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan pembahasan dalam penelitian ini, maka sistematika penulisan penelitian disusun dalam lima bab. Adapun sistematika penulisan penelitian adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini memuat latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, dan batasan masalah penelitian serta sistematika penulisan.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Bab landasan teori merupakan tinjauan pustaka, menguraikan teori yang mendukung judul penelitian, dan mendasari pembahasan secara detail.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini berisikan penjelasan mengenai langkah-langkah pengerjaan skripsi secara detail, dan menjelaskan spesifikasi jenis alat yang dipakai.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari laporan penelitian berisikan langkah-langkah pengelolaan data secara tahap demi tahap (*step by step*) dalam mengerjakan penelitian. Pembahasan berisikan penyususnan secara sistematikdan disertai dengan argumentasi yang memiliki dasar referensi dan data-data yang valid.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisikan kesimpulan hasil penelitian dan saran untuk perbaikan sistem pada penelitian yang dibahas.

DAFTAR PUSTAKA

Memuat daftar yang berisi referensi yang digunakan sebagai bahan acuan penulisan laporan.

BAB 2

KAJIAN TEORI, TINJAUAN PUSTAKA

DAN HIPOTESA

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 pelaksanaan 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 job site yang bersangkutan, sehingga dapat diperkirakan dengan tepat waktu penyelesaian suatu volume pekerjaan.

Fungsi dari diselenggarakannya jalan tol menurut UU No.38 tahun 2004 Tentang Jalan Pasal 43 dibagi menjadi empat yaitu :

1. Memperlancar lalulintas di daerah yang telah berkembang.
2. Meningkatkan hasil guna dan daya guna pelayanan distribusi barang dan jasa guna menunjang peningkatan pertumbuhan ekonomi.
3. Meringankan beban dana Pemerintah melalui partisipasi pengguna jalan.
4. Meningkatkan lebih lanjut pemerataan hasil pembangunan keadilan.

Syarat – syarat jalan to menurut UU No.38 tahun 2004 Tentang Jalan Pasal 44:

1. Jalan tol sebagai bagian dari sistem jaringan jalan umum merupakan lintas alternatif.
2. Dalam keadaan tertentu, jalan tol dapat tidak merupakan lintas alternatif.
3. Jalan tol harus mempunyai spesifikasi dan pelayanan yang libih tinggi dari pada jalan umum yang ada.
4. Ketentuan jalan bebas hambatan mempunyai spesifikasi yang dimaksut adalah tidak ada persimpangan sebidang, pengendalian jalan masuk atau keluar secara penuh, dilengkapi pagar ruang milik jalan, dilengkapi dengan median, paling

sedikit mempunyai 2 (dua) lajur setiap jalur, dan lebar lajur paling sedikit 3,5 m

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

a. Waktu pengerjaan lebih cepat, mempercepat proses pelaksanaan pekerjaan, terutama pada pekerjaan yang sedang dikejar target penyelesaiannya.
b. Tenaga besar, melaksanakan jenis pekerjaan yang tidak dapat dikerjakan oleh manusia.
c. Ekonomis, Karena alasan efiensi, 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

2.1.1 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 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 fisis tanah. Sifat-sifat ini berpengaruh langsung atas mudah atau sulitnya penanganan tanah, pemilihan peralatan dan laju produksi peralatan.

2.1.2 Sifat-Sifat Tanah

Sebelum pekerjaan tanah dilaksanakan, terlebih dahulu harus diketahui sifat dari tanah tersebut. Sifat-sifat tanah sehubungan dengan pekerjaan pemindahan, penggusuran dan pemampatan 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 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		
		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)	0,70	1,00	0,72
	(C)	1,11	1,39	1,00
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	(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 padat

2.1.3 Macam Pekerjaan Tanah

Berdasarkan diktat kuliah Pemindahan Tanah Mekanis, pekerjaan tanah dapat dipisahkan menjadi beberapa kegiatan, yaitu:

a. Pekerjaan pemotongan tanah (*Cutting*), pekerjaan yang dimaksud mengurangi ketinggian tanah sampai dengan ketinggian yang direncanakan.
b. Pekerjaan pemuatan (*Loading*), pekerjaan memuat hasil pemotongan tanah ke dalam alat pengangkut.

c. Pekerjaan pengangkutan (*Hauling*), pekerjaan memindahankan tanah ke tempat lain.
d. Pekerjaan penebaran tanah (*Spreading*), penebaran tanah untuk mendapatkan tanah yang rata.
e. Pekerjaan pembersihan permukaan (*Stripping*), 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 (*Excavating*), pekerjaan membuat lubang atau saluran yang lebih rendah dari permukaan tanah di mana alat tersebut berdiri. Karena sifat pekerjaannya yang berbeda-beda, maka tiap pekerjaan memerlukan alat yang berbeda pula.

2.1.4 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 dipilh berdasarkan arah (horisontal maupun vertikal) dan gerakan, kecepatan, frekuensi gerakan dan lain-lain.

d. Pembatasan ari metode yang dipakai, pembatasan yang mempengaruhi pemilihan alat berat antara lain peraturan lalulintas, biaya dan pembongkaran. Selain itu, metode konstruksi 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.

2.1.5 Cara Kerja Alat Berat

1. *Excavator/Backhoe*

Excavator atau sering disebut dengan backhoe termasuk dalam alat penggali hidrolis memiliki bukcet yang dipasangkan di depannya. Alat penggeraknya traktor dengan roda ban atau crawler. Backhoe bekerja dengan cara menggerakkan bukcet ke arah bawah dan kemudian menariknya menuju badan alat. Sebaliknya

front shovel bekerja dengan cara menggerakkan bukcet ke arah atas dan menjauhi badan alat. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa backhoe menggali material yang berada di bawah permukaan di mana alat tersebut berada, sedangkan front shovel menggali material di permukaan di mana alat tersebut berada. Pengoperasian backhoe umumnya untuk penggalian saluran, terowongan, atau basement. Backhoe beroda ban biasanya tidak digunakan untuk penggalian, tetapi lebih sering digunakan untuk pekerjaan umum lainnya. Backhoe digunakan pada pekerjaan penggalian di bawah permukaan serta untuk penggalian material keras. Dengan menggunakan backhoe maka akan didapatkan hasil galian yang rata. Pemilihan kapasitas bukcet backhoe harus sesuai dengan pekerjaan yang akan dilakukan.

Gambar 2.1: *Excavator/Backhoe*

Backhoe terdiri dari enam bagian utama, yaitu struktur atas yang dapat berputar boom, lengan (arm), bukcet, slewing ring, dan struktur bawah. boom, lengan dan bukcet digerakkan oleh system hidrolis. Struktur bawah adalah penggerak utama yang dapat berupa roda ban atau roda crawler. Ada enam gerakan dasar yang mencakup gerakan 24 gerakan pada masing-masing bagian,yaitu:

a. Gerakan boom: merupakan gerakan boom yang mengarahkan bukcet menuju tanah galian.
b. Gerakan bukcet menggali: merupakan gerakan bukcet saat menggali material.

c. Gerakan bukcet membongkar: adalah gerakan bukcet yang arahnya berlawanan dengan saat menggali.
d. Gerakan lengan: merupakan gerakan mengangkat lengan dengan radius sampai 100°.
e. Gerakan slewing ring: gerakan pada as yang bertujuan agar bagian atas backhoe dapat berputar 360°.
f. Gerakan struktur bawah: dipakai untuk perpindahan tempat jika area telah selesai digali.

2. *Bulldozer*

Alat ini merupakan alat berat yang sangat kuat untuk pekerjaan pekerjaan: mendorong tanah, menggusur tanah (*dozer*), membantu pekerjaan alat-alat muat, dan pembersihan lokasi (*land clearing*) dalam (Setiawati, 2013). Kegunaan Bulldozer sangat beragam antara lain untuk: Pembabatan atau penebasan (*cleraring*) lokasi proyek, merintis (*pioneering*) jalan proyek, gali/ angkut jarak pendek, Pusher *loading*, menyebarkan material, penimbunan kembali, *trimming* dan sloping, *ditching*, menarik, memuat.

Gambar 2.2: Alat berat *Bulldozer*

3. *Vibrator roller*

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. Akan tetapi, dengan adanya lalulintas di atas suatu permukaan maka secara tidak langsung material di

atas permukaan tersebut menjadi lebih padat, apa lagi yang melewati permukaan tersebut adalah alat berat, sehingga akibat dari getaran ini tanah menjadi padat, dengan susunan yang lebih kompak.

Gambar 2.3: Alat Berat *Vibrator Roller*

4. *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 sopir. 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 memindah pada gigi yang rendah. Untuk jalan yang menurun perlu juga dipertimbangkan menggunakan gigi rendah, karena kebiasaan berjalan pada gigi tinggi dengan hanya mengandalkan pada 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 dari pada yang diperlukan untuk keadaan kendaraan, atau apabila putaran roda lebih lambat dari pada yang diperlukan untuk gerakan kendaraan, atau apabila putaran roda lebih lambat dari pada 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 2.4: Alat berat *Dump Truck*

2.1.6 Metode Perhitungan Produksi Alat Berat

1. Kapasitas Produksi Alat

Kapasitas produksi alat berat pada umumnya dinyatakan dalam m^3 per jam. Produksi didasarkan pada pelaksanaan volume yang dikerjakan tiap siklus waktu dan jumlah siklus dalam satu jam. Produksi alat dengan menggunakan persamaan di bawah ini (Rochmanhadi,1984) rumus kapasitas produksi:

$$Q = q \times N \times E = q \times 60/Cm \times E \qquad 2.1$$

Dengan:

Q = Produksi per jam (m^3/jam).

q = Produksi per siklus (m^3).

N = Jumlah siklus per jam, N = 60/cm.

E = Efisiensi Kerja.

Cm = Waktu gali + (2 x waktu putar) + waktu buang

2. Efisiensi Kerja Alat Berat

Produktivitas alat berat pada kenyataannya di lapangan tidak sama jika dibandingkan dengan kondisi ideal alat dikarenakan hal-hal tertentu seperti topografi, keahlian operator, pengoperasian dan pemeliharaan alat. Produktivitas per jam alat yang harus diperhitungkan dalam perencanaan adalah produktivitas

standart alat pada kondisi ideal dikalikan suatu faktor yang disebut efisiensi kerja. Besarnya nilai efisiensi kerja ini sulit ditentukan secara tepat tetapi berdasarkan pengalaman-pengalaman dapat ditentukan efisiensi kerja yang mendekati kenyataan. Sebagai pendekatan dapat dipergunakan.

Tabel 2.3: Efisiensi Kerja (Rochmanhadi,1984)

Kondisi Operasi Alat	Pemeliharaan Mesin				
	Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk
Baik Sekali	0,83	0,81	0,76	0,70	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,60
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	0,52	0,47	0,42	0,32

Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil produksi peralatan, ditetapkan sebagai berikut:

a. Faktor peralatan
   1. untuk peralatan yang masih baru = 1,00
   2. untuk peralatan yang baik (lama) = 0,90
   3. untuk peralatan yang rusak ringan = 0,80

b. Faktor Operator
   1. untuk operator kelas I = 1,00
   2. untuk operator kelas II = 0,80
   3. untuk operator kelas III = 0,70

c. Faktor material
   1. faktor kohesif = 0,75 - 1,00
   2. faktor non kohesif = 0,60 - 1,00

d. Faktor manajemen dan sifat manusia
   1. sempurna = 1,00
   2. baik = 0,92
   3. sedang = 0,82

4. buruk = 0,75

e. Faktor cuaca

1. baik = 1,00
2. sedang = 0,80

f. Faktor kondisi lapangan

1. berat = 0,70
2. sedang = 0,80
3. ringan = 1,00

2.1.7 Pemilihan Peralatan Pekerjaan Tanah

Pemilihan alternatif peralatan yang baik merupakan faktor yang sangat penting dan sangat mempengaruhi berhasil tidaknya pelaksanaan suatu proyek. Pemilihan alat dipengaruhi oleh hal-hal berikut:

a. Kondisi medan dan keadaan tanah.

b. Kualitas pekerjaan yang disyaratkan.

c. Volume pekerjaan.

d. Prosedur operasi dan pemeliharaan alat.

e. Umur alat.

f. Undang-undang perburuhan dan keselamatan kerja.

1. *Excavator/Backhoe*

Excavator adalah alat untuk menggali daerah yang letaknya di bawah kedudukan alat, dapat menggali dengan ke dalaman yang teliti serta dapat digunakan sebagai alat pemuat dump truck. Gerakan excavator dalam beroperasi terdiri dari:

a. Mengisi *bukcet* (*land bukcet*).

b. Mengayun (*swing loaded*).

c. Membongkar beban (*dump bukcet*).

d. Mengayun balik (*swing empty*).

Kapasitas produksi *excavator* dapat dihitung dengan persamaan di bawah ini (Rochmanhadi, 1984):

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{Cm} \qquad 2.2$$

Dengan:

Q = Produksi per jam (m^3/jam).

q = Produksi per siklus (m^3).

E = Efisiensi kerja.

Cm = Waktu gali + (2 x waktu putar) + waktu buang

Sedangkan kapasitas *bukcet excavator* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (Rochmanhadi, 1984):

Rumus kapasitas bucket:

$$q = q' \times K \qquad 2.3$$

Dengan :

q1 = Kapasitas munjung (penuh) yang tercantum dalam spesifikasi alat.

K = Faktor bukcet yang besarnya tergantung tipe dan keadaan tanah.

Untuk menentukan faktor bukcet diperlukan data yang sesuai dengan apa yang dikerjakan excavator di lapangan. Untuk data faktor tersebut bisa di lihat pada Tabel 2.4 Faktor *Bukcet Excavator*:

Tabel 2.4: Faktor *Bukcet Excavator* (Rochmanhadi)

Kondisi Pemuatan		Faktor
Ringan	Menggali dan memuat dari stockpile atau material yang telah dikeruk oleh excavator lain, yang tidak membutuhkan gaya gali dan dapat dimuat munjung dalam bukcet. Pasir, Tanah berpasir, tanah kolodial dengan kadar air sedang	1,2 – 0,8
Sedang	Menggali dan memuat stockpile lepas dari tanah yang sulit untuk digali dan dikeruk tetapi dapat dimuat hampir munjung. Pasir kering, tanah berpasir, tanah campuran, tanah liat, grevel yang belum disaring, pasir yang telah memadat dan	0,8 – 0,6

	sebagainya, atau menggali dan memuat grevel langsung dari bukit grevel asli.	
Agak sulit	Menggali dan memuat batu – batu pecah, tanah liat yang keras, pasir campur kerikil, tanah berpasir, tanah kolodial liat. Tanah liat dengan kadar air tinggi yang telah di stockpile oleh excavator lain. Sulit untuk mengisi bukcet dengan material tersebut	0,6 – 0,5
Sulit	Bongkahan batuan besar dengan bentuk tak teratur dengan ruangan diantaranya batuan hasil ledakan, batuan bundar, pasir campur batu–batu bundar, tanah berpasir, tanah campur tanah liat, tanah liat yang sulit dicampur dengan bukcet	0,5 – 0,4

Rumus waktu siklus menggunakan persamaan (Rochmanhadi,1984):

$$Cm = \text{waktu gali} + (2 \times \text{waktu putar}) + \text{waktu buang} \qquad 2.4$$

Waktu buang tergantung kondisi pembuangan material:

a. Dalam *dump truck* = 5 – 8 detik.

b. Ke tempat pembuangan = 3 – 6 detik.

Waktu menggali biasanya tergantung pada ke dalaman gali dan kondisi galian.

Tabel 2.5: Waktu Gali *Excavator* (detik) (Rochmanhadi,1984)

Kedalaman	Kondisi Galian			
	Ringan	Rata - rata	Agak sulit	Sulit
0 – 2 m	6	12	15	26
2 – 4 m	7	11	17	28
> 4 m	8	13	19	30

Sedangkan untuk data waktu putar tergantung dari sudut dan kecepatan putaran.

Tabel 2.6: Waktu Putar *Excavator* (detik) (Rochmanhadi,1984)

Sudut Putar	Waktu Putar
45º - 90º	4 - 7
90 º - 180º	5 - 8

2. *Bulldozer*

Bulldozer adalah merupakan traktor yang dilengkapi dengan pisau (blade) atau dozer. Bulldozer digunakan untuk mendorong atau menggusur kearah lurus kedepan. Produksi per jam dari bulldozer dapat dihitung dengan rumus (Rochmanhadi,1984) sebagai berikut:

$$Q = \frac{q \times 3600 \times E}{Cm} \text{ m}^3\text{/jam} \qquad 2.5$$

Dengan:

Q = Produksi per jam (m³/jam).

q = Produksi per siklus (m³).

Cm = Waktu siklus (menit).

E = Efisiensi kerja

Waktu siklus yang dibutuhkan untuk suatu *bulldozer* menyelesaikan satu siklus (menggusur, ganti perseneling dan mundur) dapat dihitung dengan rumus (Rochmanhadi,1984) sebagai berikut:

$$Cm = \frac{D}{F} + \frac{D}{R} + Z \text{ (Menit)} \qquad 2.6$$

Dengan:

D = Jarak angkut (m).

F = Kecepatan maju (m/menit) 0,75 x kec.max.

R = Kecepatan mundur (m/menit) 0,85 x kec. Max.

Z = Waktu perseneling.

a. Kecepatan maju dan kecpatan mundur. Biasanya kecepatan maju berkisar 1-2 km/jam dan kecepatan mundur antara 2-3 km/jam.
b. Waktu yang diperlukan untuk ganti perseneling 0,10 menit dengan tongkat tunggal dan 0,20 menit dengan tongkat ganda.

Sedangkan perhitungan produksi persiklus *bulldozer* (Rochmanhadi, 1984) adalah:

$$q = L \times H2 \times a \qquad 2.7$$

Dengan:

Q = Produksi persiklus (m^3).
L = Lebar sudut/*blade* (meter).
H = Tinggi sudut/*blade* (meter).
A = Faktor sudut/*blade.*

Dalam menghitung produktivitas standar dari suatu bulldozer, volume tanah yang dipindahkan dalam suatu siklus dianggap sama dengan lebar sudu x (tinggi sudu)^2. Sesungguhnya produksi persiklus akan berbeda-beda tergantung dari tipe tanah, sehingga faktor sudut diperlukan untuk penyesuaian karena pengaruh tersebut.

Tabel 2.7: Faktor sudut (Rochmanhadi)

Klasifikasi	Deajat Pelaksanaan Penggusuran	Faktor Sudut
Ringan	Penggusuran dapat dilaksanakan dengan sudu penuh tanah lepas : kadar air rendah, tanah berpasir tak dipadatkan, tanah biasa, bahan/material untuk timbunan persediaan (stockpile).	1,1 – 0,9
Sedang	Tanah lepas, tetapi tidak mungkin menggusur dengan sudu penuh: tanah bercampur kerikil, pasir, dan batu pecah.	0.9 – 0,7
Agak sulit	Kadar air tinggi dan tanah liat, pasir bercampur kerikil, tanah liat yang sangat kering dan tanah asli.	0,7 – 0,6

Tabel 2.7: Faktor sudut (Rochmanhadi) lanjutan

Klasifikasi	Deajat Pelaksanaan Penggusuran	Faktor Sudut
Sulit	Batu- batu hasil ledakan, batu – batu berukuran besar,	0,6 – 0,4

3. *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 ini tanah menjadi padat, dengan susunan yang lebih kompak. Ada 3 faktor yang perlu diperhatikan dalam proses pemadatan dengan *vibrator roller*:

1. Frekuensi Getaran
2. Amplitudo Getaran
3. Gaya Sentrifugal

Produksi *vibrator roller* dapat dihitung dengan persamaan di bawah ini (Rochmanhadi,1992):

$$Q = \frac{W \times L \times S}{P} \qquad 2.8$$

Dengan:

Q = Produksi per jam (m^3/jam).
W = Lebar pemadatan dalam satu laluan.
L = Tebal lapisan (inch atau mm).
S = Kecepatan rata – rata (mph atau km/jam).
P = Jumlah pass yang diperlukan untuk kepadatan tertentu.

4. *Dump truck*

Dump truck termasuk alat berat berupa kendaraan yang dibuat khusus untuk alat angkut karena kelebihannya dalam kecepatan, kapasitas dan flexibel. Sebagai

alat angkut dump truck mudah dikoordinasikan dengan alat-alat lain (alat gali dan alat pemuat). Kapasitas *dump truck* yang dipilih harus berimbang dengan alat pemuatnya (*excavator*). Jika perbandingan kurang proporsional, maka ada kemungkinan alat pemuat ini banyak menunggu atau sebaliknya. Perbandingan yang dimaksudkan yaitu antara kapasitas truck 4 - 5 : 1 atau dengan kata lain kapasitas truck 4 - 5 kali kapasitas alat pemuat. Produksi per jam total dari beberapa dump truck yang mengerjakan pekerjaan yang sama secara simultan dapat dihitung dengan rumus berikut ini (Rochmanhadi, 1987):

$$P = \frac{q \times 3600 \times E}{Cm} \qquad 2.9$$

Dengan:

P = Produksi per jam (m^3/jam).

C = Kapasitas *dump truck* (m^3).

Cm = Waktu siklus *dump truck* (menit).

E = Efisien kerja *dump truck*.

Produksi per siklus (C) dapat diperoleh dengan persamaan sebagai berikut (Rochmanhadi,1984):

$$C = n \times q' \times K \qquad 2.10$$

Dengan :

n = Jumlah siklus yang diperlukan oleh loader untuk mengisi dump truck.

q1 = Kapasitas bukcet dari excavator (m^3).

K = Faktor bukcet dari excavator.

Waktu siklus (Cm) dapat diperoleh dengan persamaan berikut (Rochmanhadi, 1987):

$$Cm = n \times Cms + \frac{D}{V1} + \frac{D}{V1} + t1 + t2 \qquad 2.11$$

$$n = \frac{c'}{q' \times k} \qquad 2.12$$

Dengan:

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

truck.

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

q^1 = Kapasitas bukcet pemuat (m^3).

Cms = Waktu siklus (menit).

D = Jarak angkut *dump truck* (m).

V1 = Kecepatan rata-rata *dump truck* bermuatan (m/menit).

V2 = Kecepatan rata-rata *dump truck* kosong (m/menit).

t1 = Waktu buang + waktu stand by sampai pembuangan mulai (menit).

t2 = Waktu untuk posisi pengisian dan pemuat mulai mengisi (menit).

Tabel 2.8: Waktu Bongkar Muat (t1) (Rochmanhadi)

Kondisi Operasi Kerja	Baik	Sedang	Kurang
Waktu buang (menit)	0,5 – 0,7	1,0 – 1,3	1,5 – 2,0

Tabel 2.9: Waktu Tunggu dan Tunda (t2) (Rochmanhadi)

Kondisi Operasi Kerja	Baik	Sedang	Kurang
Waktu buang (menit)	0,1 – 0,2	0,25 – 0,35	0,4 – 0,5

Dalam hal ini harus diatur jenis dan jumlah alat yang dipakai sehingga diperoleh efisiensi dan efektifitas yang tinggi. Secara umum jumlah alat dapat dihitung dengan rumus:

$$n = \frac{\text{Produksi excavator}}{\text{Produksi dump truck}} \qquad 2.13$$

2.1.8 Waktu Kerja

1. Waktu Kerja Normal

Waktu kerja normal adalah waktu kerja pada setiap hari kerja senin sampai dengan sabtu ditetapkan selama 10 jam per hari dengan upah kerja sebesar upah kerja normal.

2. Waktu Kerja Lembur

Waktu kerja lembur dihitung dari lama waktu kerja yang melebihi batas waktu kerja normal (10 jam/hari). Waktu kerja lembur dilaksanakan diluar jam

operasi normal untuk setiap hari kerja atau penambahan jumlah hari kerja per minggu.

2.2 Tinjauan Pustaka

2.2.1 Tinjauan Umum

Penelitian ini menggunakan tinjauan beberapa pendapat para pakar di bidang konstruksi, antara lain:

a. Sapiie (1985)

1. Penggunaan alat-alat berat yang notabene merupakan harta perusahaan yang cukup mahal, faktor alatnya dan faktor manusia yang mengelola peralatan itu sendiri merupakan faktor yang tidak boleh diabaikan dalam keberhasilan atau kegagalan suatu pekerjaan.
2. Produktivitas suatu alat akan menentukan besarnya harga satuan dari suatu produk, makin tinggi produktivitasnya akan makin rendahlah harga satuannya, sehingga harus benar-benar dipikirkan suatu kondisi, di mana imbalan peralatan yang kita berikan kepada personil-personil yang menangani peralatan sebanding dengan produktivitas yang dihasilkannya.

b. Sastroamijoyo (1981)

1. Faktor merk alat turut menentukan dan peranan distributor pun sangat menunjang dalam hal ini, tetapi yang terpenting adalah bagaimana para kontraktor memilih alat berat yang tepat, ditangani oleh operator yang terampil dan perawatan yang baik, amat sangat menentukan.
2. Ketetapan dalam memilih alat berat yang sesuai dengan pekerjaan serta sesuai pula dengan fungsi alat tersebut akan mampu berproduksi secara maksimal dan juga menghasilkan biaya produksi terendah.
3. Faktor lain yang ikut mempengaruhi terhadap pemilihan jenis peralatan yang cocok dan sesuai dengan kebutuhan, yaitu dari sector pendanaan, faktor yang mempengaruhi adalah sumber dana investasi, tingkat bunga investasi, keuntungan yang diharapkan, pajak-pajak, dan asuransi.

c. Optimalisasi alat berat adalah proses untuk mencapai hasil alat berat yang ideal sesuai dengan kemampuan kapasitas dan produksi alat berat dalam satu siklus.

2.2.2 Tinjauan Penelitian

Berdasarkan konsep teknik, produktivitas adalah rasio dari (outpun) yang dihasilkan dari tiap sumber daya yang digunakan (input) dibandingkan menjadi sebuah rasio yang pada suatu waktu dengan kualitas sama atau mengikat. Penelitian ini menggunakan tinjau beberapa pendapat para pakar dibidang konstruksi, dan beberapa penelitian mengenai alat berat antara lain:

a. Andika (2006)

Membicarakan tentang pemilihan alat berat pada pekerjaan tanah, penentuan jenis dan tipe alat, penentuan jumlah kebutuhan alat berat, dan menghitung hasil produksi alat berat pada pelaksanaan pekerjaan tanah, bertujuan mencari pemilihan dan pengaturan alat berat yang maksimal terhadap waktu, biaya, dan mutu pada pekerjaan tanah Proyek Pembangunan Jalan Batang-Weleri (III).

b. Rasyid (2008)

Membicarakan penggunakan teori produktivitas alat berat, penentuan jenis dan jumlah alat sesuai dengan medan, lokasi dan jenis tanah yang digali. Komposisi alat yang dipakai akan mempengaruhi waktu dan biaya yang dibutuhkan dengan tujuan mencari hubungan antara biaya dan waktu yang optimum pada pelaksanaan pekerjaan galian dan timbunan pada pematangan lahan sektor 1 Apron, terminal dan pelataran parkir pada jam kerja normal yaitu 8 jam serta metode perhitungan yang dilakukan adalah dengan cara trial and error. Dari trial perhitungan produksi alat berat dengan mengambil tiga alternatif.

c. Setiawati (2013)

Membicarakan perhitungan produksi kapasitas alat berat secara aktual. Analisa yang dilakukan yaitu perhitungan perhitungan produktivitas masing-masing alat berat yang digunakan, dengan menentukan waktu siklus alat, penentuan factor koreksi alat, perhitungan produksi persiklus, produksi per jam, produksi per hari, besarnya harga sewa alat per jam, besarnya biaya dan waktu yang dibutuhkan selama alat bekerja, menentukan harga satuan pekerjaan dan penentuan komposisi alat berat yang tepat. Dengan demikian perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah lokasi pengamatan penelitian yakni

Proyek Pembuatan Badan Jalan Kereta Api Lintas Kroya-Kutoarjo Antara Sruweng-Soka Kebumen, Jawa Tengah dan fokus pada produktivitas alat berat.

2.3 Hipotesa

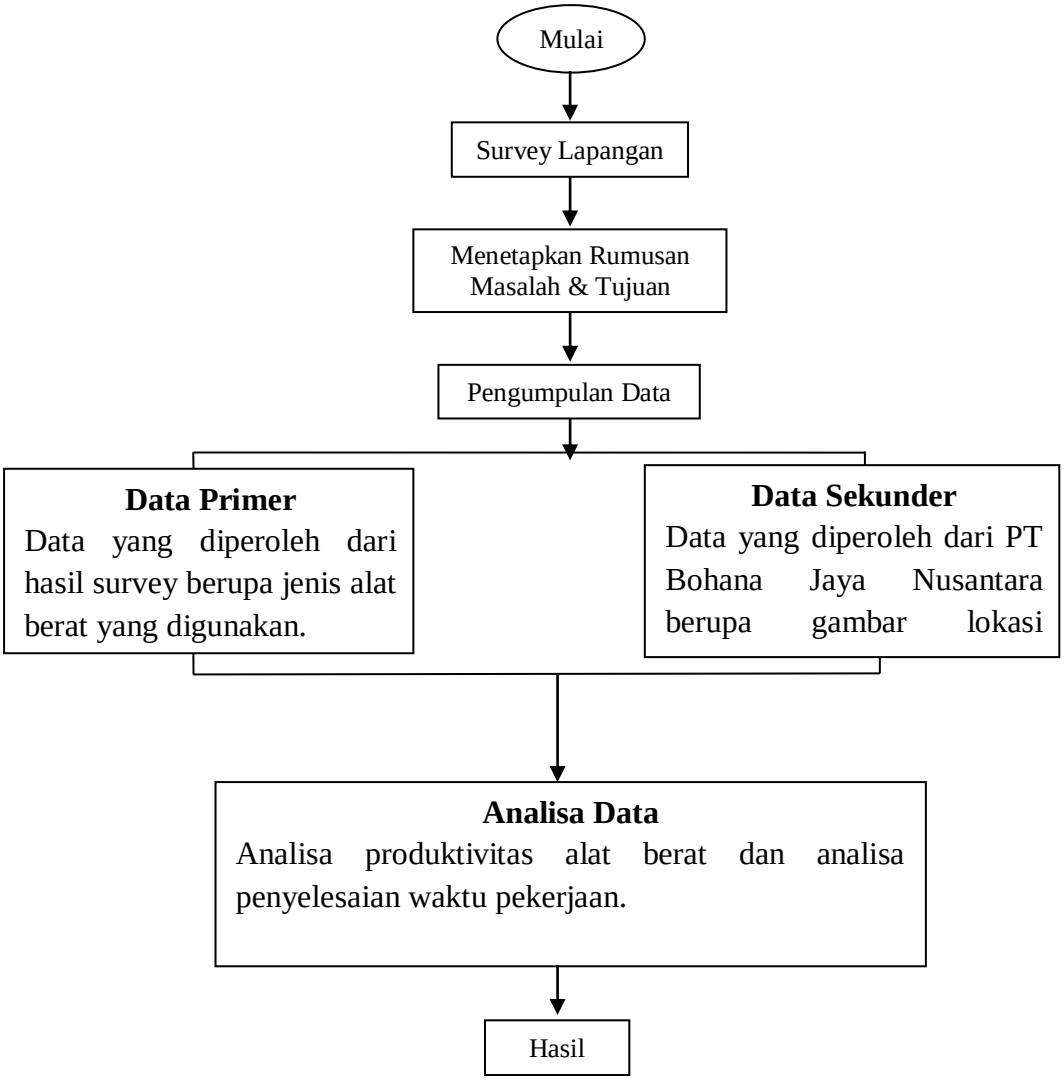
Dalam penelitian ini hipotesa yang diambil pada proyek Pembuatan Badan Jalan tol Tebing Tinggi - Parapat, adalah penambahan alat berat akan mempersingkat penyelesaian pekerjaan.

BAB 3

METEODOLOGI

3.1 Bagan Alir Penelitian

Urutan prosedur penelitian yang akan dilakukan dalam mengerjakan studi ini disajikan dalam flow chart atau diagram alir pembahasan berikut:



Gambar 3.1: Diagram Alir Penelitian

3.2 Desain Penelitian

Metode penelitian adalah langkah-langkah dan rencana dari proses berpikir dan memecahkan masalah mulai dari penelitian pendahuluan, penemuan masalah, pengamatan, pengumpulan data baik dari referensi tertulis maupun observasi langsung di lapangan, melakukan pengolahan dan interpretasi data sampai penarikan kesimpulan atas permasalahan yang diteliti. Proses penelitian dimulai mengenali permasalahan yang ada, dengan menggunakan tinjauan pustaka untuk mengetahui sejauh mana tinjauan terdapat masalah di lapangan maka digunakan trial perhitungan alat berat dengan menggunakan 2 alternatif yang akan diteliti:

a. Alternatif pertama.
b. Alternatif kedua.

3.2.1 Sumber Data

Sumber data yang digunakan dalam penelitian mengenai Analisa Produktivitas Penggunaan Alat Berat Pada Pekerjaan Tanah Pembuatan Badan Jalan Tol. antara lain:

a. Data sekunder, yaitu data yang diperoleh dari PT Bohana Jaya Nusantara antara lain berupa gambar lokasi pekerjaan, volume galian dan timbunan, jam kerja alat kerjaan pembuatan badan jalan tol antara Tebing Tinggi – Parapat.
b. Data primer, data yang diperoleh dari hasil survey berupa jenis alat berat yang digunakan.

3.2.2 Metode Pengumpulan Data

Data-data dalam penulisan mengenai produktivitas alat berat proyek pembuatan badan jalan kereta api antara Tebing Tinggi - Parapat diperoleh dengan cara antara lain:

1. Tinjauan Kepustakaan

Tinjauan pustaka bertujuan untuk mendapatkan informasi dan data mengenai teori-teori yang berkaitan dengan pokok permasalahan yang diperoleh dari literatur-literatur, bahan kuliah, majalah konstruksi, media internet dan media cetak lainnya. Selain itu studi pustaka tersebut digunakan untuk mendapatkan

gambaran mengenai teori yang dapat dipakai dalam penelitian sehingga hasil yang didapatkan bersifat ilmiah.

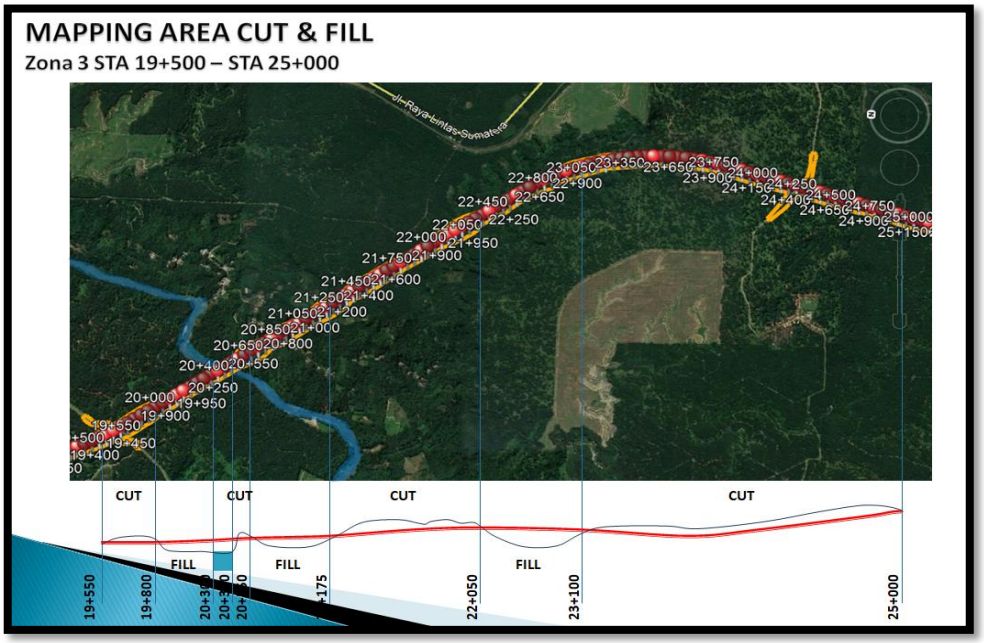
2. Tinjauan Lapangan (Lokasi Proyek)

Pengumpulan data dilakukan secara langsung pada lokasi pengamatan, setelah terlebih dahulu mengetahui kondisi proyek di mana penelitian akan dilakukan. Pada studi lapangan ini teknik-teknik pengambilan data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

a. Wawancara, yaitu dengan melakukaan tanya jawab langsung dengan narasumber yang terkait untuk mendapatkan data yang diperlukan.
b. Observasi langsung, yaitu dengan mengadakan pengamatan/survey secara langsung terhadap kegiatan-kegiatan yang terjadi di lokasi proyek pembuatan badan jalan tol antara Tebing Tinggi – Parapat.

3.3 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi studi kasus dilaksanakan di area lahan proyek pembangunan jalan tol Tebing Tinggi – Parapat pada zona 3 STA 22+000 s/d 22+650. Waktu studi kasus dan penyusunan dilakukan mulai dari bulan Mei 2021 sampai bulan Juli 2021.



Gambar 3.2: Gambar Lokasi Penelitian

Keterangan:

= Jalan Tol

= Jalur pembangunan jalan tol

3.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data volume galian dan timbunan di dapat dari PT Bohana Jaya Nusantara, setelah terlebih dahulu mengetahui kondisi proyek di mana penelitian akan dilakukan:

a. Perhitungan volume galian

Tabel 3.1 Perhitungan Volume Galian (Analisa PT. Bohana Jaya Nusantara, 2019)

STA	LUAS	RATA	JARAK	VOLUME
22+000	643.652			
		408.3515	25	0
22+025	173.051			
		86.5255	25	2163.138
22+050	0			
		120.538	25	3013.45
22+075	241.076			
		355.8105	25	8895.263
22+100	470.545			
		476.735	25	11918.38
22+125	482.925			
		538.6975	25	13467.44
22+150	594.47			
		650.318	25	16257.95
22+175	706.166			
		390.572	25	9764.3
22+200	74.978			
		37.489	25	937.225
22+225	0			
		0	25	0
22+250	0			
		46.651	25	1166.275
22+275	93.302			
		132.417	25	3310.425

22+300	171.532			
		227.21	25	5680.25
22+325	282.888			
		237.2625	25	5931.563
22+350	191.637			
		95.8185	25	2395.463
22+375	0			
		0	25	0
22+400	0			
		0	25	0
22+425	0			
		0	25	0
22+450	0			
		0	25	0
22+475	0			
		0	25	0
22+500	0			
		0	25	0
22+525	0			
		0	25	0
22+550	0			
		0	25	0
22+575	0			
		0	25	0
22+600	0			
		0	25	0
22+625	0			
		0	25	0
22+650	0			
				84,901

b. Perhitungan volume timbunan

Tabel 3.2 Perhitungan Volume Timbunan (Analisa PT. Bohana Jaya Nusantara, 2019)

STA	LUAS	RATA	JARAK	VOLUME
22+000	0			
		0	25	0
22+025	0			
		88.041	25	2201.025
22+050	176.082			
		98.0855	25	2452.1375

22+075	20.089			
		27.19	25	679.75
22+100	34.291			
		17.1455	25	428.6375
22+125	0			
		0	25	0
22+150	0			
		0	25	0
22+175	0			
		6.612	25	165.3
22+200	13.224			
		209.95	25	5248.75
22+225	406.676			
		247.864	25	6196.6
22+250	89.052			
		147.4025	25	3685.0625
22+275	205.753			
		145.9955	25	3649.8875
22+300	86.238			
		118.6235	25	2965.5875
22+325	151.009			
		210.038	25	5250.95
22+350	269.067			
		207.724	25	5193.1
22+375	146.381			
		213.3765	25	5334.4125
22+400	280.372			
		275.984	25	6899.6
22+425	271.596			
		271.2885	25	6782.2125
22+450	270.981			
		300.983	25	7524.575
22+475	330.985			
		350.9435	25	8773.5875
22+500	370.902			
		382.326	25	9558.15
22+525	393.75			
		390.4085	25	9760.2125
22+550	387.067			
		375.0915	25	9377.2875
22+575	363.116			
		357.5945	25	8939.8625
22+600	352.073			

		316.2865	25	7907.1625
22+625	280.5			
		281.696	25	7042.4
22+650	282.892			
				126,016

3.5 Analisa Data

Analisa data merupakan pengolahan terhadap data-data yang telah dikumpulkan. Analisa yang digunakan pada penelitian ini, yaitu analisa mengenai topik yang menyangkut tentang produktivitas alat berat pada pekerjaan sipil dibidang pematangan lahan, dengan menggunakan program Excel sebagai alat bantu dalam pengolahan data. Dari pengolahan data dalam penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas efisiensi waktu.

1. Tahapan Penelitian

a. Studi pustaka dari berbagai buku literatur yang berhubungan dengan alat berat proyek.
b. Merangkum teori yang saling berhubungan antara manajemen konstruksi dan hal-hal terkait dengan alat berat.
c. Mengumpulkan dan mengolah data-data yang didapat dari PT Bohan Jaya Nusantara sebagai kontraktor/pelaksana pekerjaan pembuatan badan jalan tol antara Tebing Tinggi - Parapat.
d. Menentukan volume galian dan urugan pada pekerjaan pembuatan badan jalan kereta api antara Tebing Tinggi - Parapat.
e. Menentukan alternatif komposisi alat berat yang digunakan (*excavator, bulldozer, dump truck , vibro roller/vibrator roller*).
f. Menghitung perbandingan waktu yang optimum pada setiap alternatif,
g. Menyimpulkan hasil pembahasan.

BAB 4

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Data

Deskripsi data yang akan disajikan dari hasil penelitian ini adalah untuk memberikan gambaran secara umum mengenai data yang diperoleh di lapangan. Berdasarkan survey yang dilakukan, maka diperoleh beberapa data yang ada di lapangan berupa data volume pekerjaan tanah pembuatan badan jalan tol yaitu pekerjaan pembersihan permukaan (*stripping*), pekerjaan galian tanah (*excavating*), dan pekerjaan pemadatan tanah dan sub balas (*compacting*).

4.1.1 Gambaran Umum Proyek

Proyek Pembuatan Badan Jalan Tol Tebing Tinggi - Parapat pekerjaan tersebut terdiri dari beberapa item pekerjaan utama, antara lain:

1. Pekerjaan *Stripping*

Stripping tanah dasar meliputi pekerjaan pembersihan dan pembongkaran rintangan. Semua track rencana jalan tol akan dibersihkan sampai batas minimum di luar garis lereng timbunan dan atau dari batas galian. Pada daerah galian, semua tumbuhan, akar pohon dan bahan bahan lain yang tidak berguna akan dibersihkan sampai ke dalaman tidak kurang di bawah permukaan timbunan akhir. Bila ditemukan tanah lapisan atas yang terdiri dari tanah humus atau jenis tanah lainnya yang tidak stabil, maka perlu diadakan pengupasan tanah lapisan atas dengan ketentuan sebagai berikut:

- Ke dalaman pengupasan dilakukan sampai dianggap memenuhi oleh direksi.
- Lebar pengupasan dilakukan sebesar daerah pembersihan.
- Pengerukan dilakukan lapis demi lapis seperti yang disyaratkan.

2. Pekerjaan galian tanah

Pekerjaan ini dilakukan penggalian tanah dan tanah hasil galian dikumpulkan atau dijadikan sebagai bahan timbunan tanah pada permukaan tanah yang mempunyai elevasi lebih rendah dari yang direncanakan.

3. Pekerjaan timbunan atau pemerataan, pemadatan tanah dan sub balas

Pekerjaan timbunan ini dimaksudkan untuk meratakan tanah hasil galian dan juga meratakan permukaan tanah agar sesuai dengan elevasi tanah yang diinginkan. Pekerjaan ini meliputi penghamparan dan pemadatan material berbutir (sirtu) untuk pembuatan timbunan atau penimbunan sesuai gambar yang telah layout.

4.1.2 Data Proyek

Volume pekerjaan tanah pembuatan badan jalan tol dihitung berdasarkan gambar layout gambar potongan melintang Km. 22+000 s/d Km. 22+650. Dari lampiran gambar layout untuk potongan melintang diperoleh 13 potongan melitang, pada potongan melintang jarak panjang per 25 m (meter) berjumlah 13.

a. Perhitungan volume galian

Tabel 4.1 Perhitungan Volume Galian (Analisa PT. Bohana Jaya Nusantara, 2019)

STA	LUAS	RATA	JARAK	VOLUME
22+000	643.652			
		408.3515	25	0
22+025	173.051			
		86.5255	25	2163.138
22+050	0			
		120.538	25	3013.45
22+075	241.076			
		355.8105	25	8895.263
22+100	470.545			
		476.735	25	11918.38
22+125	482.925			
		538.6975	25	13467.44
22+150	594.47			
		650.318	25	16257.95

Tabel 4.1 Perhitungan Volume Galian (Analisa PT. Bohana Jaya Nusantara, 2019) lanjutan

STA	LUAS	RATA	JARAK	VOLUME
22+175	706.166			
		390.572	25	9764.3
22+200	74.978			
		37.489	25	937.225
22+225	0			
		0	25	0
22+250	0			
		46.651	25	1166.275
22+275	93.302			
		132.417	25	3310.425
22+300	171.532			
		227.21	25	5680.25
22+325	282.888			
		237.2625	25	5931.563
22+350	191.637			
		95.8185	25	2395.463
22+375	0			
		0	25	0
22+400	0			
		0	25	0
22+425	0			
		0	25	0
22+450	0			
		0	25	0
22+475	0			
		0	25	0
22+500	0			
		0	25	0
22+525	0			
		0	25	0
22+550	0			
		0	25	0
22+575	0			
		0	25	0
22+600	0			
		0	25	0
22+625	0			
		0	25	0
22+650	0			
				84,901

b. Perhitungan volume timbunan

Tabel 4.2 Perhitungan Volume Timbunan (Analisa PT. Bohana Jaya Nusantara, 2019)

STA	LUAS	RATA	JARAK	VOLUME
22+000	0			
		0	25	0
22+025	0			
		88.041	25	2201.025
22+050	176.082			
		98.0855	25	2452.1375
22+075	20.089			
		27.19	25	679.75
22+100	34.291			
		17.1455	25	428.6375
22+125	0			
		0	25	0
22+150	0			
		0	25	0
22+175	0			
		6.612	25	165.3
22+200	13.224			
		209.95	25	5248.75
22+225	406.676			
		247.864	25	6196.6
22+250	89.052			
		147.4025	25	3685.0625
22+275	205.753			
		145.9955	25	3649.8875
22+300	86.238			
		118.6235	25	2965.5875
22+325	151.009			
		210.038	25	5250.95
22+350	269.067			
		207.724	25	5193.1
22+375	146.381			
		213.3765	25	5334.4125
22+400	280.372			
		275.984	25	6899.6
22+425	271.596			
		271.2885	25	6782.2125
22+450	270.981			
		300.983	25	7524.575

Tabel 4.2 Perhitungan Volume Timbunan (Analisa PT. Bohana Jaya Nusantara, 2019) lanjutan.

STA	LUAS	RATA	JARAK	VOLUME
22+475	330.985			
		350.9435	25	8773.5875
22+500	370.902			
		382.326	25	9558.15
22+525	393.75			
		390.4085	25	9760.2125
22+550	387.067			
		375.0915	25	9377.2875
22+575	363.116			
		357.5945	25	8939.8625
22+600	352.073			
		316.2865	25	7907.1625
22+625	280.5			
		281.696	25	7042.4
22+650	282.892			
				126,016

Perhitungan pekerjaan galian pada pekerjaan tanah, maka di dapat volume tanah yang harus dipindahkan sebesar:

- Volume tanah galian = 84.901 m^3
- Volume tanah timbunan = 126.016 m^3

4.1.3 Alat yang bekerja pada galian dan timbunan

1. *Excavator* type Komatsu PC 200
2. *Bulldozer* type Komatsu D31P
3. *Vibrator roller* tipe Bomag Komatsu BW 211D-40
4. *Dump truck* Tipe Mitsubishi 120 Ps

4.2 Analisa Perhitungan Data di Lapangan

4.2.1 Perhitungan Produksi Alat Berat

1. *Excavator* type Komatsu PC 200

Kondisi kerja alat berat di lapangan:

Alat = Komatsu PC 200

Kapasitas bukcet = 0,93 m^3 (Spesifikasi alat yang digunakan dilapangan)

Efisiensi kerja (E) = 0,81 (baik Tabel 2.3 Efisiensi Kerja)

Jam Kerja/Hari = 10 jam

Faktor bukcet = 1.2 (Sedang Tabel 2.4 Faktor Bukcet *Excavator*)

Waktu gali = 12 detik (Rata-rata 0 m – 2 m, Tabel 2.5 Waktu Gali *Excavator*)

Waktu buang = 5 detik (Pengamatan di lapangan)

Waktu putar = 5-8 detik (90^o - 180^o , Tabel 2.6 Waktu Putar *Excavator*)

- Menggali:

Waktu siklus:

Cm = waktuk gali + (2 × waktu putar) + waktu buang

= 12 + (2 x 8) + 5

= 33 detik

Produksi per siklus:

q = q' x K

= 0,93 x 1,2 = 1,116 m^3

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

$$Q = \frac{(q \times 3600 \times E)}{Cm}$$

$$= \frac{(1{,}116 \times 3600 \times 0{,}81)}{33}$$

= 98,613 m^3/jam

Produktivitas per hari *excavator*:

= 98,613 x 10 = 986,13 m^3/hari

- Memuat:

Waktu siklus:

Cm = waktuk gali + (2 × waktu putar) + waktu buang

= 12 + (2 x 8) + 5

= 33 detik

Produksi per siklus:

q = q' x K

= 0,93 x 0,8 = 0,74 m^3

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

$$Q = \frac{(q \times 3600 \times E)}{Cm}$$

$$= \frac{(0{,}74 \times 3600 \times 0{,}81)}{33}$$

= 65,389 m^3/jam

Produktivitas per hari *excavator*:

= 65,389 x 10

= 653,89 m^3/hari

2. *Bulldozer* type Komatsu D31P

Kondisi kerja alat berat di lapangan:

Jarak gusur	= 650 m
Efisiensi kerja	= 0,81 (Tabel 2.3 Efisiensi Kerja)
Jam keja/hari	= 10 jam
Faktor sudut	= 0,70 (Tabel 2.7 Faktor sudut)
Tinggi sudut	= 1,30 m (pengamatan di lapangan)
Lebar sudut	= 2,85 m (pengamatan di lapangan)
Kecepatan maju F	= 2 km/jam (pengamatan di lapangan)
Kecepatan mundur R	= 2 km/jam (pengamatan di lapangan)
Waktu ganti perseneling Z	= 0,05 menit (pengamatan di lapangan)

- Area Galian:

Waktu siklus :

F = 2 km/jam = 33,33 m/menit

R = 2 km/jam = 33,33 m/menit

$$Cm = \frac{D}{F} + \frac{D}{R} + Z \text{ (Menit)}$$

$$= \frac{650}{33,33} + \frac{650}{33,33} + 0,05$$

= 39,05 menit

Produksi per siklus:

q = L x H2 x a

= 2,85 x (1,30)2 x 0,70

= 3,37 m³

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

$$Q = \frac{(q \text{ x } 3600 \text{ x } E)}{Cm}$$

$$= \frac{(3,37 \text{ x } 3600 \text{ x } 0,81)}{39.05}$$

= 251,624 m³/jam

Produktivitas per hari *bulldozer*:

= 251,624 x 10

= 2516,24 m³/jam

- Area Timbunan:

Waktu siklus:

$$Cm = \frac{D}{F} + \frac{D}{R} + Z \text{ (Menit)}$$

$$= \frac{650}{33,33} + \frac{650}{33,33} + 0,05$$

= 39,05 menit

Produksi per siklus:

q = L x H2 x a

= 2,85 x (1,30)2 x 0,70

= 3,37 m³

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

$$Q = \frac{(q \text{ x } 3600 \text{ x } E)}{Cm}$$

$$= \frac{(3,37 \text{ x } 3600 \text{ x } 0,81)}{39,05}$$

= 251,624 m³/jam

Produktivitas per hari *bulldozer*:

= 251,624 x 10

= 2516,24 m³/jam

3. *Vibrator roller* tipe Bomag Komatsu BW 211D-40

Pekerjaan tanah pemadatan

Tebal rata-rata tanah dipadatkan (L) = 15 cm = 150 mm

Jumlah lintasan (P) = 10 lintasan

Tebal rata-rata sub balas dipadatkan (L) = 15 cm = 150 mm

Jumlah lintasan (P) = 8 lintasan

Lebar gilas efektif (W) = 2 m (Spesifikasi alat yang digunakan)

Kecepatan gilas (S) = 16 km/jam

Jam kerja/hari = 10 jam

Produktivitas per jam tanah yang dipadatkan:

$$Q = \frac{W \times S \times L}{P}$$

$$= \frac{2 \times 16 \times 150}{10}$$

= 480 m³/jam

Produktivitas per jam sub balas yang dipadatkan:

$$Q = \frac{W \times S \times L}{P}$$

$$= \frac{1{,}8 \times 16 \times 150}{10}$$

= 432 m³/jam

Jumlah produktivitas per jam *vibrator roller*:

$$Q = \frac{480+432}{2}$$

= 456 m³/jam

Jumlah produktivitas per hari *vibrator roller*:

= 456 x 10

= 4560 m³/hari

4. *Dump truck* Tipe Mitsubishi 120 Ps

Kondisi kerja alat berat di lapangan:

Kapasitas bak dump truck (C^1) = 10 m^3

Faktor Dump (K) = 0,80

Kapasitas pemuat = 1,8 m^3

Efisiensi kerja (E) = 0,75 (Tabel 2.3 Efisiensi Kerja)

Jarak Mobilitas (D) = 3 km = 3.000 m

Jam Kerja/Hari = 10 jam

Kecepatan bermuatan (V1) = 8 km/jam = 133,33 m/menit

Kecepatan kosong (V2) = 15 km/jam = 250 m/menit

Waktu buang (t1) = 3.000 m = 3.000 / 500,01 = 6 menit

Waktu tunggu dan tunda (t2) = 2 menit (Pengamatan di lapangan)

Waktu siklus pemuat (Cms) = 24 detik = 0,4 menit (Pengamatan dilapangan)

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

$$n = \frac{c\prime}{q\prime \text{ x } k}$$

$$= \frac{10}{1{,}8 \text{ x } 0{,}80}$$

= 7 siklus

Produksi per siklus:

$$C = n \text{ x } q' \text{ x } K$$

= 7,60 x 1,8 x 0,8

= 10,08 m^3

Waktu siklus:

$$Cm = n \text{ x } Cms + \frac{D}{V1} + \frac{D}{V2} + t1 + t2$$

$$= 7 \text{ x } 0{,}4 + \frac{650}{133{,}33} + \frac{650}{250} + 0{,}6 + 0{,}2$$

= 11 menit

Produktivitas per jam *dump truck*:

$$Q = \frac{c \times 60 \times E}{Cm}$$

$$= \frac{10{,}08 \times 60 \times 0{,}75}{11}$$

$$= 38{,}487 \text{ m}^3\text{/jam}$$

Produktivitas per hari *dump truck*:

$$= 38{,}487 \times 10 = 384{,}87 \text{ m}^3\text{/hari}$$

4.2.2 Perhitungan Jumlah Alat dan Lama Waktu Pekerjaan Tanah.

A. Pekerjaan tanah yang dipindahkan

1. *Excavator* type Komatsu PC 200

Jumlah *excavator* yang dibutuhkan di lapangan:

$$n = \frac{\text{Volume tanah yang dipindahkan}}{\text{Produksi per hari x jam kerja/hari}}$$

$$n = \frac{84.901}{986{,}13 \times 10} = 8 \text{ unit}$$

Lama Waktu Pekerjaan:

Produksi per unit = 98,613 m3/jam

Jumlah *excavator* = 8 unit dengan waktu operasi 10 jam

Produksi 8 unit = 8 x 98,613 = 788,904 m3/jam

Produksi per hari = 10 x 788,904 = 7889,04 m³/hari

Volume tanah yang dipindahkan:

= 84.901 m3

$$= \frac{84.901}{7889{,}04} = 11 \text{ hari}$$

= 10 x 11 = 110 jam

2. *Bulldozer* type Komatsu D31P

Jumlah *bulldozer* yang dibutuhkan di lapangan :

$$n = \frac{\text{Volume tanah yang dipindahkan}}{\text{Produksi per hari x jam kerja/hari}}$$

$$n = \frac{84.901}{2516{,}24 \times 10} = 3 \text{ unit}$$

Lama waktu pekerjaan:

Produksi per unit = 251,624 m3/jam

Jumlah *bulldozer* = 3 unit dengan waktu operasi 10 jam

Produksi 3 unit = 3 x 251,624 = 754,873 m3/jam

Produksi per hari = 10 x 754,873 = 7548,73 m3/hari

Volume tanah yang dipindahkan:

= 84.901 m^3

$= \frac{84.901}{7548,73}$ = 11 hari

= 10 x 11 = 110 jam

3. *Dump truck* Tipe Mitsubishi 120 Ps

Jumlah dump truck yang dibutuhkan di lapangan, alat yang dimaksimalkan pada pekerjaan tanah yang dipindahkan adalah excavator sejumlah 16 unit sehingga jumlah dump truck disesuaikan dengan jumlah excavator.

Jumlah *dump truck*:

$$n = \frac{\text{Produksi excavator}}{\text{Produksi dump truck}}$$

$$n = \frac{653,89}{38,487} = 16 \text{ unit}$$

Lama waktu pekerjaan:

Produksi per unit = 38,487 m3/jam

Jumlah dump truck = 16 unit dengan waktu operasi 10 jam

Produksi 16 unit = 16 x 38,487 = 651,729 m^3/jam

Produksi per hari = 10 x 651,729 = 6517,92 m^3/hari

Volume tanah yang dipindahkan:

= 84.901 m^3

$= \frac{84.901}{6517,92}$ = 13 hari

= 10 x 13 = 130 jam

4. Total jumlah alat dan lama waktu pekerjaan

Tabel 4.3: Total jumlah alat dan lama waktu pekerjaan tanah dipindahkan di lapangan

Uraian Pekerjaan	Jenis Alat Berat	Jumlah Alat berat	Produktifitas Alat Berat Pekerjaan		Lama waktu Pekerjaan	
		(unit)	(m^3/hari)	(m^3/jam)	(hari)	(jam)
Pekerjaan tanah dipindahkan	*Excavator*	8	7889,04	788,904	11	110
	Bulldozer	3	7548,73	754,873	11	110
	Dump truck	16	6517,92	651,792	13	130
Jumlah Total					35	350

Pada analisa di lapangan, pekerjaan tanah dapat selesai 100 % dengan waktu kerja selama 35 hari (350 jam) dengan komposis alat berat untuk pekerjaan tanah yang dipindahkan oleh excavator, bulldozer dan dump truck.

B. Pekerjaan tanah yang dipadatkan

1. *Bulldozer* type Komatsu D31P

Jumlah bulldozer yang dibutuhkan di lapangan:

$$n = \frac{\text{Volume tanah yang dipindahkan}}{\text{Produksi per hari x jam kerja/hari}}$$

$$n = \frac{126.016}{2516{,}24 \text{ x } 10} = 5 \text{ unit}$$

Lama waktu pekerjaan:

Produksi per unit = 251,624 m^3/jam

Jumlah bulldozer = 5 unit dengan waktu operasi 10 jam

Produksi 5 unit = 5 x 251,624 = 1258,122 m^3/jam

Produksi per hari = 10 x 1258,122 = 12581,22 m^3/hari

Volume tanah yang dipadatkan:

= 126.016 m^3

$$= \frac{126.016}{12581{,}22} = 10 \text{ hari}$$

= 10 x 10 = 100 jam

2. *Vibrator roller* tipe Bomag Komatsu BW 211D-40

Jumlah vibrator roller yang dibutuhkan di lapangan:

$$n = \frac{\text{Volume tanah yang dipindahkan}}{\text{Produksi per hari x jam kerja/hari}}$$

$$n = \frac{126.016}{4560 \text{ x } 10} = 2{,}7 \approx 3 \text{ unit}$$

Lama waktu pekerjaan:

Produksi per unit = 456 m^3/jam

Jumlah vibrator roller = 3 unit dengan waktu operasi 10 jam

Produksi 3 unit = 3 x 456 = 1.368 m^3/jam

Produksi per hari = 10 x 1368 = 13.680 m^3/hari

Volume tanah yang dipadatkan:

= 126.016 m^3

$$= \frac{126.016}{13.680} = 9 \text{ hari}$$

= 10 x 9 = 90 jam

3. *Dump truck* Tipe Mitsubishi 120 Ps

Alat yang dimaksimalkan pada pekerjaan pemadatan adalah *vibrator roller* sejumlah 3 unit sehingga jumlah *dump truck* disesuaikan dengan jumlah vibrator roller. Jumlah dump truck yang dibutuhkan di lapangan:

$$n = \frac{\text{Produksi bulldozer}}{\text{Produksi dump truck}}$$

$$n = \frac{251{,}624}{38{,}487} = 6 \text{ unit}$$

Lama waktu pekerjaan:

Produksi per unit = 38,487 m^3/jam

Jumlah dump truck = 6 unit dengan waktu operasi 10 jam

Produksi 6 unit = 6 x 38,487 = 230,922 m^3/jam

Produksi per hari = 10 x 230,922 = 2309,22 m^3/hari

Volume tanah yang dipadatkan :

= 126.016m³

$= \frac{126.016}{2309,22}$ = 54 hari

= 10 x 54 = 540 jam

4. Total jumlah alat dan lama waktu pekerjaan

Tabel 4.4: Total jumlah alat dan lama waktu pekerjaan tanah dipindahkan di lapangan

Uraian Pekerjaan	Jenis Alat Berat	Jumlah Alat berat	Produktifitas Alat Berat Pekerjaan		Lama waktu Pekerjaan	
		(unit)	(m^3/hari)	(m^3/jam)	(hari)	(jam)
Pekerjaan tanah dipadatkan	*Bulldozer*	5	12581,22	125,812	10	100
	Vibrator Roller	3	13.680	1.368	9	90
	Dump truck	6	2309,22	230,922	54	540
Jumlah Total					73	730

Pada analisa di lapangan, pekerjaan tanah dapat selesai 100 % dengan waktu kerja selama 73 hari (730 jam) dengan komposisi alat berat untuk pekerjaan tanah yang dipadatkan oleh *bulldozer, vibrator roller* dan *dump truck.*

4.2.3 Perhitungan Alternatif Jumlah Alat dan Lama Waktu Pekerjaan

A. Perhitungan Alternatif Pertama

a. Pekerjaan tanah yang dipindahkan 9 unit excavator, 3 unit bulldozer, dan 18 unit dump truck.

Berdasarkan fungsi alat maka pada alternatif ini, excavator, bulldozer, dan dump truck hanya digunakan dalam pekerjaan pemindahan tanah yang memiliki lamanya waktu pekerjaan sebesar:

1. *Excavator* type Komatsu PC 200

Lama Waktu Pekerjaan :

Produksi per unit = 98,613 m^3/jam

Jumlah excavator = 9 unit dengan waktu operasi 10 jam

Produksi 9 unit = 9 x 98,613 = 887,517 m^3/jam

Produksi per hari = 10 x 887,517 = 8875,17 m^3/hari

Volume tanah yang dipindahkan:

= 84.901 m^3

$= \frac{84.901}{8875,17}$ = 10 hari

= 10 x 10 = 100 jam

2. *Bulldozer* type Komatsu D31P

Lama waktu pekerjaan:

Produksi per unit = 251,624 m^3/jam

Jumlah *bulldozer* = 4 unit dengan waktu operasi 10 jam

Produksi 4 unit = 4 x 251,624 = 1006,504 m^3/jam

Produksi per hari = 10 x 1006,504 = 10065,04 m^3/hari

Volume tanah yang dipindahkan:

= 84.901 m^3

$= \frac{84.901}{10065,04}$ = 8 hari

= 10 x 8 = 80 jam

3. *Dump truck* Tipe Mitsubishi 120 Ps

Lama waktu pekerjaan:

Produksi per unit = 38,487 m^3/jam

Jumlah dump truck = 17 unit dengan waktu operasi 10 jam

Produksi 17 unit = 17 x 38,487 = 654,279 m^3/jam

Produksi per hari = 10 x 654,279 = 6542,79 m^3/hari

Volume tanah yang dipindahkan:

$$= 84.901 \text{ m}^3$$

$$= \frac{84.901}{6542,79} = 13 \text{ hari} = 10 \text{ x } 13 = 130 \text{ jam}$$

4. Total jumlah alat dan lama waktu pekerjaan

Tabel 4.5: Total jumlah alat dan lama waktu pekerjaan tanah dipindahkan di lapangan

Uraian Pekerjaan	Jenis Alat Berat	Jumlah Alat berat	Produktifitas Alat Berat Pekerjaan		Lama waktu Pekerjaan	
		(unit)	(m^3/hari)	(m^3/jam)	(hari)	(jam)
Pekerjaan tanah dipindahkan	*Excavator*	9	8875,17	887,517	10	100
	Bulldozer	4	10065,04	1006,504	8	80
	Dump truck	17	6542,79	654,279	13	130
Jumlah Total					31	310

Pada analisa alternatif pertama, pekerjaan tanah dapat selesai 100 % dengan waktu kerja selama 31 hari (310 jam) dan percepatan pekerjan sebesar 4 hari dari pekerjaan yang dilapangan dengan komposisi alat berat untuk pekerjaan tanah yang dipindahkan oleh *excavator, bulldozer* dan *dump truck.*

b. Pekerjaan tanah yang dipadatkan 6 unit *bulldozer,* 4 unit *vibrator roller,* dan 7 *dump truck*.

Berdasarkan fungsi alat maka pada alternatif ini, bulldozer , vibrator roller, dan dump truck hanya digunakan dalam pekerjaan penghamparan dan pemadatan yang memiliki lamanya waktu pekerjaan sebesar:

1. *Bulldozer* type Komatsu D31P

Lama waktu pekerjaan :

Produksi per unit = 251,624 m^3/jam

Jumlah bulldozer = 6 unit dengan waktu operasi 10 jam

Produksi 6 unit = 6 x 251,624 = 1509,744 m^3/jam

Produksi per hari = 10 x 1509,744 = 15097,44 m^3/hari

Volume tanah yang dipadatkan :

= 126.016 m^3

$= \frac{126.016}{15097,44}$ = 8 hari

= 10 x 8 = 80 jam

2. *Vibrator roller* tipe Bomag Komatsu BW 211D-40

Lama waktu pekerjaan :

Produksi per unit = 456 m3/jam

Jumlah *vibrator roller* = 4 unit dengan waktu operasi 10 jam

Produksi 4 unit = 4 x 456 = 1.824 m^3/jam

Produksi per hari = 10 x 1.824 = 18.240 m^3/hari

Volume tanah yang dipadatkan:

= 126.016 m^3

$= \frac{126.016}{18.240}$ = 7 hari

= 10 x 7 = 70 jam

3. *Dump truck* Tipe Mitsubishi 120 Ps

Lama waktu pekerjaan :

Produksi per unit = 38,487 m^3/jam

Jumlah dump truck = 7 unit dengan waktu operasi 10 jam

Produksi 7 unit = 7 x 38,487 = 269,409 m^3/jam

Produksi per hari = 10 x 269,409 = 2694,09 m^3/hari

Volume tanah yang dipadatkan:

= 126.016 m^3

$= \frac{126.016}{2309,22}$ = 46 hari

= 10 x 46 = 460 jam

4. Total jumlah alat dan lama waktu pekerjaan

Tabel 4.6: Total jumlah alat dan lama waktu pekerjaan tanah dipindahkan di lapangan

Uraian Pekerjaan	Jenis Alat Berat	Jumlah Alat berat	Produktifitas Alat Berat Pekerjaan		Lama waktu Pekerjaan	
		(unit)	(m^3/hari)	(m^3/jam)	(hari)	(jam)
Pekerjaan tanah dipadatkan	*Bulldozer*	6	15097,44	1509,744	8	80
	Vibrator Roller	4	18.240	1.824	7	70
	Dump truck	7	2694,09	269,409	46	460
Jumlah Total					62	620

Pada analisa di lapangan, pekerjaan tanah dapat selesai 100 % dengan waktu kerja selama 62 hari (620 jam) dan percepatan pekerjan sebesar 11 hari dari pekerjaan yang dilapangan dengan komposisi alat berat untuk pekerjaan tanah yang dipadatkan oleh *bulldozer, vibrator roller* dan *dump truck.*

B. Perhitungan Alternatif Kedua

a. Pekerjaan tanah yang dipindahkan 9 unit excavator, 5 unit bulldozer, dan 18 unit dump truck.

Berdasarkan fungsi alat maka pada alternatif ini, excavator, bulldozer, dan dump truck hanya digunakan dalam pekerjaan pemindahan tanah yang memiliki lamanya waktu pekerjaan sebesar:

1. *Excavator* type Komatsu PC 200

Lama Waktu Pekerjaan :

Produksi per unit = 98,613 m^3/jam

Jumlah excavator = 9 unit dengan waktu operasi 10 jam

Produksi 9 unit = 9 x 98,613 = 887,517 m^3/jam

Produksi per hari = 10 x 887,517 = 8875,17 m^3/hari

Volume tanah yang dipindahkan:

= 84.901 m^3

= $\frac{84.901}{8875,17}$ = 10 hari

= 10 x 10 = 100 jam

2. *Bulldozer* type Komatsu D31P

Lama waktu pekerjaan:

Produksi per unit = 251,624 m^3/jam

Jumlah *bulldozer* = 5 unit dengan waktu operasi 10 jam

Produksi 5 unit = 5 x 251,624 = 1258,12 m^3/jam

Produksi per hari = 10 x 1258,12 = 12581,2 m^3/hari

Volume tanah yang dipindahkan:

= 84.901 m^3

= $\frac{84.901}{12581,2}$ = 7 hari

= 10 x 7 = 70 jam

3. *Dump truck* Tipe Mitsubishi 120 Ps

Lama waktu pekerjaan:

Produksi per unit = 38,487 m^3/jam

Jumlah dump truck = 18 unit dengan waktu operasi 10 jam

Produksi 18 unit = 18 x 38,487 = 692,766 m^3/jam

Produksi per hari = 10 x 692,766 = 6927,66 m^3/hari

Volume tanah yang dipindahkan:

= 84.901 m^3

= $\frac{84.901}{6927,66}$ = 12 hari

= 10 x 12 = 120 jam

4. Total jumlah alat dan lama waktu pekerjaan

Tabel 4.7: Total jumlah alat dan lama waktu pekerjaan tanah dipindahkan di lapangan

Uraian Pekerjaan	Jenis Alat Berat	Jumlah Alat berat	Produktifitas Alat Berat Pekerjaan		Lama waktu Pekerjaan	
		(unit)	(m^3/hari)	(m^3/jam)	(hari)	(jam)
Pekerjaan tanah dipindahkan	*Excavator*	9	8875,17	887,517	10	100
	Bulldozer	5	12581,2	1258,12	7	70
	Dump truck	18	6927,66	692,766	12	120
Jumlah Total					28	280

Pada analisa alternatif pertama, pekerjaan tanah dapat selesai 100 % dengan waktu kerja selama 28 hari (280 jam) dan percepatan pekerjan sebesar 7 hari dari pekerjaan yang di lapangan dan percepatan pekerjaan sebesar 3 hari dari pekerjaan alternatif pertama dengan komposisi alat berat untuk pekerjaan tanah yang dipindahkan oleh *excavator, bulldozer* dan *dump truck*.

b. Pekerjaan tanah yang dipadatkan 6 unit *bulldozer*, 5 unit *vibrator roller*, dan 8 *dump truck*.

Berdasarkan fungsi alat maka pada alternatif ini, bulldozer , vibrator roller, dan dump truck hanya digunakan dalam pekerjaan penghamparan dan pemadatan yang memiliki lamanya waktu pekerjaan sebesar:

1. *Bulldozer* type Komatsu D31P

Lama waktu pekerjaan :

Produksi per unit = 251,624 m^3/jam

Jumlah bulldozer = 6 unit dengan waktu operasi 10 jam

Produksi 6 unit = 6 x 251,624 = 1509,744 m^3/jam

Produksi per hari = 10 x 1509,744 = 15097,44 m^3/hari

Volume tanah yang dipadatkan :

= 126.016 m^3

= $\frac{126.016}{15097,44}$ = 8 hari

= 10 x 8 = 80 jam

2. *Vibrator roller* tipe Bomag Komatsu BW 211D-40

Lama waktu pekerjaan :

Produksi per unit = 456 m^3/jam

Jumlah vibrator roller = 5 unit dengan waktu operasi 10 jam

Produksi 5 unit = 5 x 456 = 2.280 m^3/jam

Produksi per hari = 10 x 22.800 = 22.800 m^3/hari

Volume tanah yang dipadatkan:

= 126.016 m^3

= $\frac{126.016}{22.800}$ = 5 hari

= 10 x 5 = 50 jam

3. *Dump truck* Tipe Mitsubishi 120 Ps

Lama waktu pekerjaan :

Produksi per unit = 38,487 m^3/jam

Jumlah dump truck = 8 unit dengan waktu operasi 10 jam

Produksi 8 unit = 8 x 38,487 = 307,896 m^3/jam

Produksi per hari = 10 x 307,896 = 3078,96 m^3/hari

Volume tanah yang dipadatkan:

= 126.016 m^3

= $\frac{126.016}{3078,96}$ = 40 hari

= 10 x 40 = 400 jam

4. Total jumlah alat dan lama waktu pekerjaan

Tabel 4.8: Total jumlah alat dan lama waktu pekerjaan tanah dipindahkan di lapangan

Uraian Pekerjaan	Jenis Alat Berat	Jumlah Alat berat	Produktifitas Alat Berat Pekerjaan		Lama waktu Pekerjaan	
		(unit)	(m^3/hari)	(m^3/jam)	(hari)	(jam)
Pekerjaan tanah dipadatkan	*Bulldozer*	6	15097,44	1509,744	8	80
	Vibrator Roller	5	18.240	1.824	7	70
	Dump truck	8	3078,96	307,896	40	400
Jumlah Total					54	540

Pada analisa di lapangan, pekerjaan tanah dapat selesai 100 % dengan waktu kerja selama 54 hari (540 jam) dan percepatan pekerjan sebesar 19 hari dari pekerjaan yang di lapangan dan percepatan pekerjaan sebesar 8 hari dari pekerjaan alternatif pertama dengan komposisi alat berat untuk pekerjaan tanah yang dipadatkan oleh *bulldozer, vibrator roller* dan *dump truck*.

4.2.4 Perbadingan Antara Analisis di Lapangan , Alternatif Pertama dan Alternatif Kedua

Berikut perbandingan analisis alat berat dilapangan, alternative pertama dan kedua.

Tabel 4.9: Perbadingan Jumlah Alat dan Waktu Penyelesaian Pekerjaan Tanah di Pindahkan Dilapangan

Alat Berat Dilapangan				
Uraian Pekerjaan	Jenis Alat Berat	Jumlah Alat berat	Produktifitas Alat Berat Pekerjaan	Lama waktu Pekerjaan
		(unit)	(m^3/hari)	(hari)

Pekerjaan tanah dipindahkan	*Excavator*	8	7889,04	11
	Bulldozer	3	7548,73	11
	Dump truck	16	6517,92	13
Jumlah Total				35

Tabel 4.10: Perbadingan Jumlah Alat dan Waktu Penyelesaian Pekerjaan Tanah di Pindahkan Alternatif Pertama

Alat Berat Alternatif Pertama				
Uraian Pekerjaan	Jenis Alat Berat	Jumlah Alat berat	Produktifitas Alat Berat Pekerjaan	Lama waktu Pekerjaan
		(unit)	(m^3/hari)	(hari)
Pekerjaan tanah dipindahkan	*Excavator*	9	8875,17	10
	Bulldozer	4	10065,04	8
	Dump truck	17	6542,79	13
Jumlah Total				31

Tabel 4.11: Perbadingan Jumlah Alat dan Waktu Penyelesaian Pekerjaan Tanah di Pindahkan Alternatif Kedua

Alat Berat Alternatif Kedua				
Uraian Pekerjaan	Jenis Alat Berat	Jumlah Alat berat	Produktifitas Alat Berat Pekerjaan	Lama waktu Pekerjaan
		(unit)	(m^3/hari)	(hari)
Pekerjaan Tanah dipindahkan	*Excavator*	9	8875,17	10
	Bulldozer	5	12581,2	7
	Dump truck	18	6927,66	12
Jumlah Total				28

Tabel 4.12: Perbadingan Jumlah Alat berat Waktu Penyelesaian Pekerjaan Tanah Dipadatkan Dilapangan

Alat Berat Dilapangan				
Uraian Pekerjaan	Jenis Alat Berat	Jumlah Alat berat	Produktifitas Alat Berat Pekerjaan	Lama waktu Pekerjaan
		(unit)	(m^3/hari)	(hari)
Pekerjaan Tanah dipadatkan	*Bulldozer*	5	12581,22	10
	Vibrator Roller	3	13.680	9
	Dump truck	6	2309,22	54
Jumlah Total				73

Tabel 4.13: Perbadingan Jumlah Alat berat Waktu Penyelesaian Pekerjaan Tanah Dipadatkan Alternatif Pertama

Alat Berat Alternatif Pertama				
Uraian Pekerjaan	Jenis Alat Berat	Jumlah Alat berat	Produktifitas Alat Berat Pekerjaan	Lama waktu Pekerjaan
		(unit)	(m^3/hari)	(hari)
Pekerjaan Tanah dipadatkan	*Bulldozer*	6	15097,44	8
	Vibrator Roller	4	18.240	7
	Dump truck	7	2694,09	46
Jumlah Total				62

Tabel 4.14: Perbadingan Jumlah Alat berat Waktu Penyelesaian Pekerjaan Tanah Dipadatkan Alternatif Kedua

Alat Berat Alternatif Kedua				
Uraian Pekerjaan	Jenis Alat Berat	Jumlah Alat berat	Produktifitas Alat Berat Pekerjaan	Lama waktu Pekerjaan

		(unit)	(m^3/hari)	(hari)
Pekerjaan Tanah dipadatkan	*Bulldozer*	6	15097,44	8
	Vibrator Roller	5	18.240	7
	Dump truck	8	3078,96	40
Jumlah Total				54

4.3 Pembahasan Volume Galian, Timbunan dan Pemindahan Tanah

Hasil perhitungan yang dilakukan pada pekerjaan tanah Pembuatan Badan Jalan Tol Jalan Tol Tebing Tinggi - Parapat STA 22+000 s/d 22+650, diperoleh :

- Volume pekerjaan tanah yang dipindahkan sebesar 84.901 m^3
- Volume pekerjaan timbunan penghamparan dan pemadatan tanah sebesar 126.016 m^3

4.3.1 Pembahasan Jenis, Jumlah Alat Berat, dan Lama Waktu Pekerjaan

Excavator bekerja sebagai alat pembersihan lokasi dan penggalian tanah, untuk pekerjaan *stripping*, *excavator* bekerja di daerah galian dan timbunan pembersihan ini dilakukan sampai ke dalaman tidak kurang 50 cm di bawah permukaan timbunan akhir, sedangkan untuk *bulldozer* bekerja sebagai alat pengupasan tanah lapisan atas yang terdiri dari tanah humus atau jenis tanah lainnya yang tidak stabil. Dalam membuang sisa pembersihan lokasi dari tanah humus atau jenis tanah lainnya di tempat yang telah ditentukan sesuai dengan Peraturan Pusat maupun Daerah dan Undang-undang Pencemaran Lingkungan yang berlaku dengan alat angkut menggunakan *dump truck*.

Hasil tanah galian langsung dibuang ke quary atau tempat pembuangan tetapi ada pula tanah diletakkan di daerah sisi lokasi rencana pekerjaan pembuatan badan jalan tol untuk nantinya akan di pakai sebagai menutup lubang-lubang ruang bawah timbunan tanah akhir yang terjadi akibat pembersihan dan pembongkaran akan diurug kembali, untuk membawa bekas tanah galian dengan menggunakan *dump truck*.

BAB 5
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian dan pembahasan produktivitas alat berat pada pekerjaan tanah Pembuatan Badan Jalan Jalan Tol Tebing Tinggi - Parapat STA 22+000 s/d 22+650, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan jumlah alat berat *excavator, bulldozer, vibrator roller*, dan dump truck pada pekerjaan tanah alternatif kedua mempengaruhi waktu yang diperlukan untuk dapat melakukan penyelesaian pekerjaan tanah dipindahkan adalah 28 hari kalender atau 280 jam kerja. Sedangkan waktu yang diperlukan untuk dapat melakukan penyelesaian pekerjaan tanah dipadatkan dilapangan adalah 54 hari kalender atau 540 jam kerja
2. Setelah dilakukan analisa komposisi alat berat yang tepat dan dapat digunakan dengan optimal adalah alternatif kedua karena lebih efektif dibandingkan pada alternatif dilapangan, waktu yang dibutuhkan pun lebih optimum. Dengan komposisi alat berat alternatif kedua yaitu 9 unit excavator, 5 unit *bulldozer*, dan 18 unit *dump truck* pada pekerjaan tanah dipindahkan. Sedangkan untuk 6 unit bulldozer, 5 unit vibrator roller, dan 8 unit dump truck pada pekerjaan tanah dipadatkan.

5.2 Saran

Dalam penggunaan alat-alat berat pada pelaksanaan pekerjaan tanah untuk pembuatan jalan tol, hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

1. Berdasarkan pengamatan di lapangan, banyak masalah yang dapat mengalami keterlambatan seperti halnya cuaca hujan dan pekerjaan selain pekerjaan tanah yang dapat mengganggu manuver alat berat, sehingga mempengaruhi produktivitas kinerja alat berat, maka di lapangan perlu menambah waktu jam kerja alat berat.

2. Dalam melakukan perhitungan produktivitas alat maka data-data alat harus betul-betul diperhatikan dari kapasitas,waktu siklus, dan afisiensi kerja alat, karena hal tersebut akan menentukan produksi alat yang digunakan.
3. Ketepatan dalam memilih alat berat sesuai dengan bidang pekerjaan yang dikerjakan.
4. Kondisi alat berat yang baik.
5. Operator yang berpengalaman dalam mengendalikan alat berat.
6. Jumlah alat yang akan digunakan hendaknya harus disesuaikan dengan lama waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pelaksanaan pekerjaan tersebut.
7. Alat yang digunakan harus sesuai dengan jenis pekerjaan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

Adatika, L & Sari, W.I. 2006. Manajemen Alat Berat Pada Pekerjaan Tanah Proyek Pembangunan Jalan AP-10 Batang Waleri (III) Jateng. Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.

https://id.wikipedia.org/wiki/Pembicaraan_Pengguna:Kokikoo, 10 Oktober 2021.

Majalah Info Alat No 53/X/Mei - Juni 2004.

Nugroho, P.A. 2015. Skripsi Optimalisasi Penggunaan Alat Berat Pada Proyek Peningkatan Jalan. Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Purworejo.

Peraturan Kontruksi Jalan Rel Indonesia, 1986. Perusahaan Jawatan Kereta Api, Lembaga Afliasi Penelitian Dan Industri Institun Teknologi Bandung.

Kementrian pekerjaan umum dan perumahan rakyat. (2021). Diakses pada 15 Agustus 2021, dari https://bpjt.pu.go.id/berita/progres-mencapai-5732-jalan-tol-kuala-tanjung-tebing-tinggi-parapat-seksi-1-4

Rochmanhadi, 1984. Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat-alat Berat, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Rochmanhadi, 1992. Alat-Alat Berat dan Penggunaanya, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.

Rasyid, M.R. 2008. Analisis Produktifitas Alat- Alat Berat Proyek Studi Kasus Proyek Pengembangan Bandar Udara Hasanudin. Tugas Akhir S1 Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Sapiiee, H No. 9 Juli 1985, Th Ke- IX. Majalah Konstruksi Kontraktor, Bahan, Dan Alat.

Sastroamijoyo, S . No. 5 Mei 1981 Th Ke- V Majalah Konstruksi Kontraktor, Bahan, Dan Alat

Setiawati, D.N. 2013. Artikel Jurnal Konstruksia Volume 4, Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Proyek Pembangunan Pabrik Krakatau Posco Zone IV di Cilegon. Jurusan Teknik Sipil Universitas Sultan Ageng Titayasa, Banten.

Tenriajeng, A.T. 2003. Diktat Kuliah Pemindahan Tanah Mekanis, Gunadarma Cipta, Jakarta.

LAMPIRAN

A. Dokumentasi dilapangan

Foto dokumentasi alat berat dilapangan pekerjaan galian dilapangan.

Foto dokumentasi alat berat dilapangan pekerjaan galian dan timbunan.

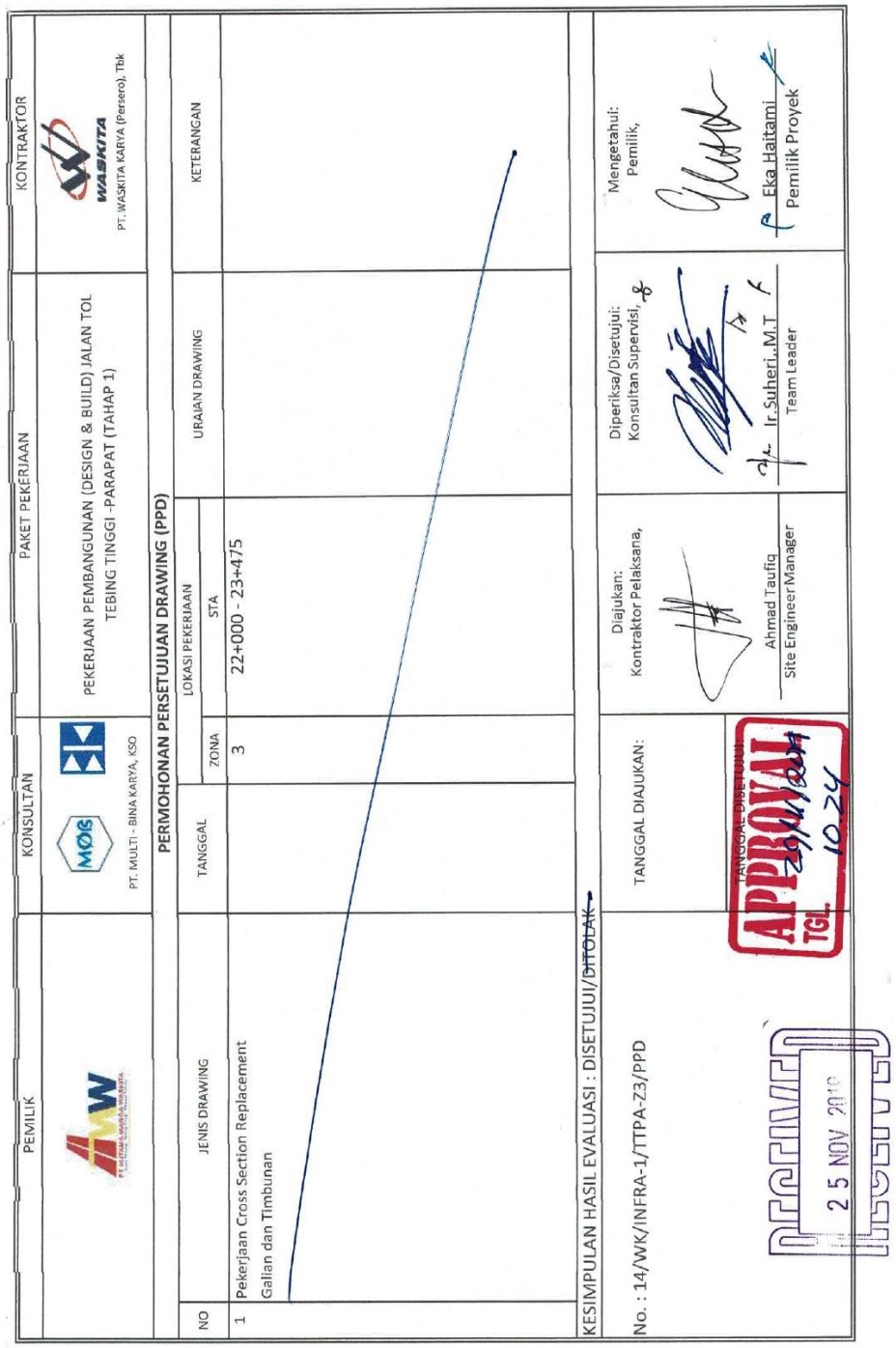
Foto dokumentasi alat berat dilapangan pemindahan tanah dengan *dump truck.*

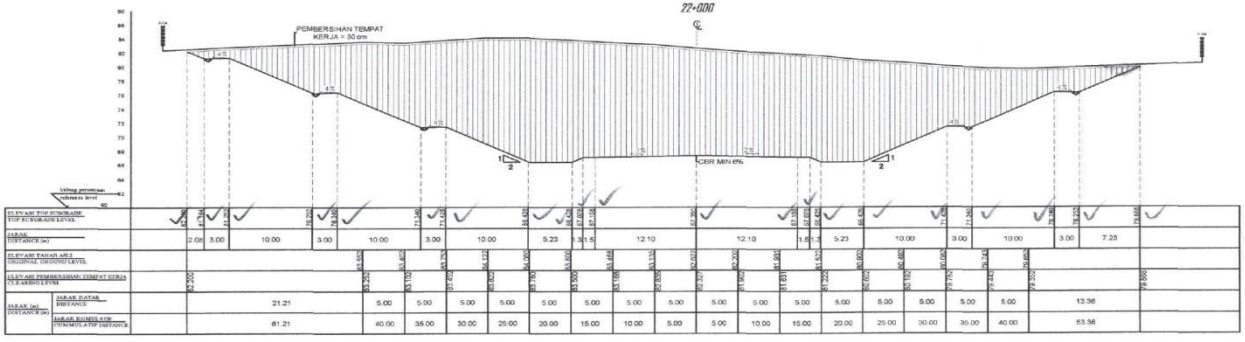
Foto dokumentasi alat berat dilapangan pekerjaan tanah dipadatkan

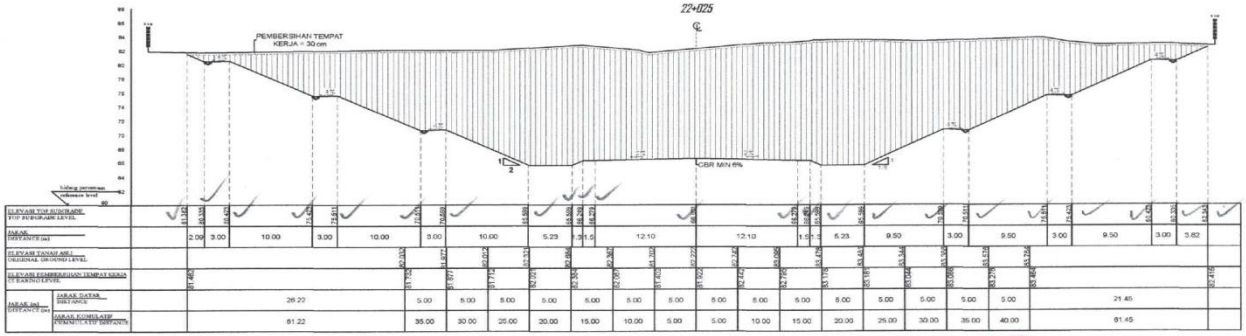
Foto dokumentasi alat berat dilapangan pekerjaan tanah dipadatkan.

Foto dokumentasi survey pekerjaan galian dan timbunan dilapangan.

B. Gambar Long Section dan Cros Section







APPROVAL
TGL. 29/11/2019
10.24

RECEIVED
21 NOV 2019

NAMA PROYEK

PEMBANGUNAN JALAN TOL
TEBING TINGGI - PARAPAT TAHAP 1
RUAS TEBING TINGGI - SERBELAWAN
TERMASUK SIMPANG SUSUN SERBELAWAN
STA. 00+000 S/D STA. 30+000

SHOP DRAWING

PEMBERI TUGAS

PT. HUTAMA MARGA WASKITA

Mengetahui:

EKA HAITAMI, S.T.
PIMPINAN PROYEK

KONSULTAN PENGAWAS

PT. MULTI PHI BETA - PT. BINA KARYA, KSO

Diperiksa/disetujui:

Ir. SUHERI, M.T.
TEAM LEADER

ENGINEER

KONTRAKTOR PELAKSANA

PT. WASKITA KARYA (Persero), Tbk

Diajukan :

AGUNG NOTONEGORO
GENERAL SUPERINTENDANT

TEKNIK

DRAFTER

NO	TANGGAL	REVISI

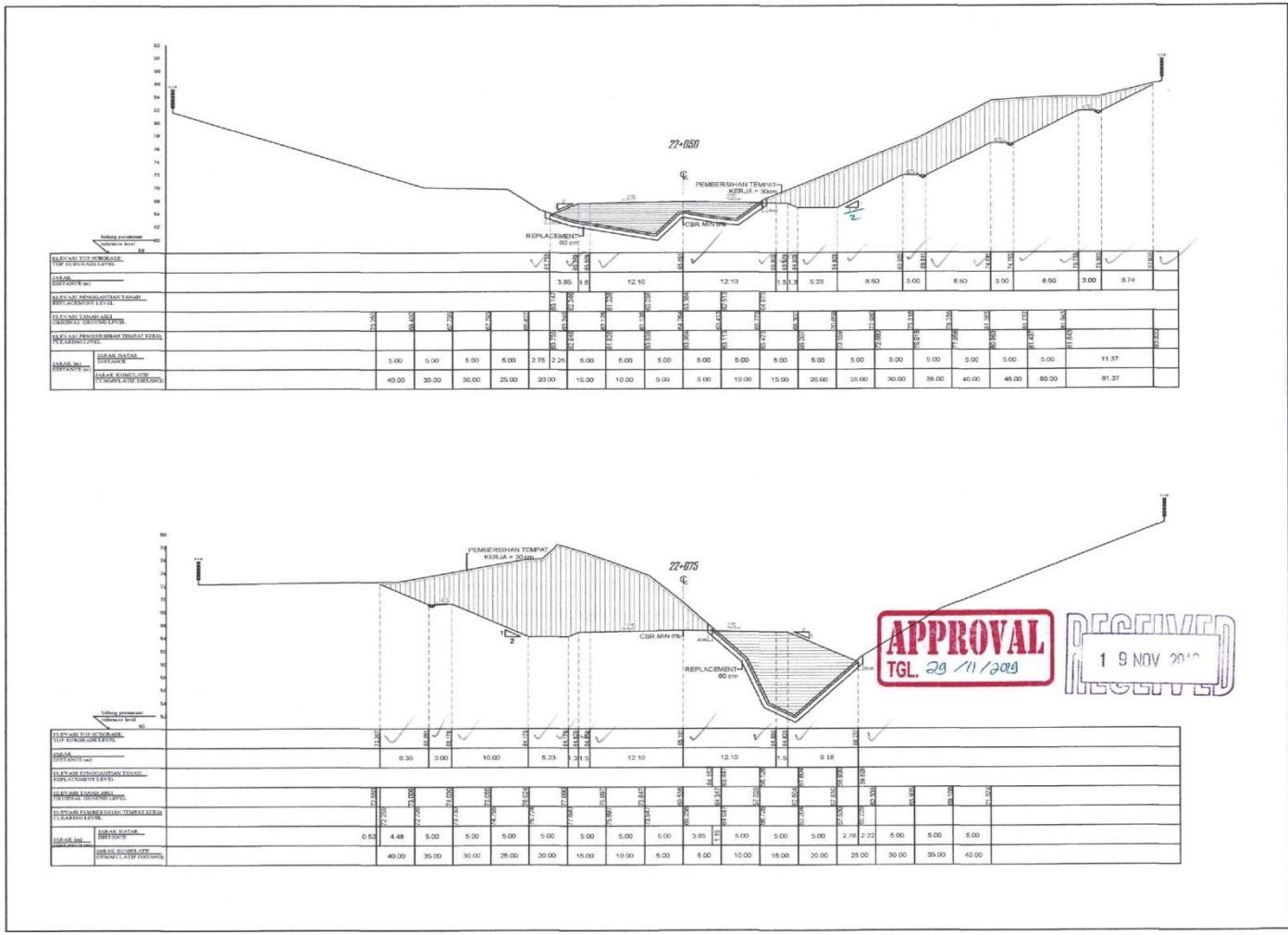
JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION REPLACEMENT
GALIAN DAN TIMBUNAN

STA : 22 + 000 - 22 + 025

JUMLAH GAMBAR	NOMOR GAMBAR	SKALA
111	SD/WK-CUTFILL- 51	1:450

REFERENSI GAMBAR



NAMA PROYEK

PEMBANGUNAN JALAN TOL
TEBING TINGGI - PARAPAT TAHAP 1
RUAS TEBING TINGGI - SERBELAWAN
TERMASUK SIMPANG SUSUN SERBELAWAN
STA. 00+000 S/D STA. 30+000

SHOP DRAWING

PEMBERI TUGAS

PT. HUTAMA MARGA WASKITA

Mengetahui:

EKA HAITAMI, S.T.
PIMPINAN PROYEK

KONSULTAN PENGAWAS

PT. MULTI PHI BETA - PT. BINA KARYA, KSO

Diperiksa/disetujui:

Ir. SUHERI, M.T.
TEAM LEADER

ENGINEER

KONTRAKTOR PELAKSANA

PT. WASKITA KARYA (Persero), Tbk

Diajukan :

AGUNG NOTONEGORO
GENERAL SUPERINTENDANT

TEKNIK

DRAFTER

NO	TANGGAL	REVISI

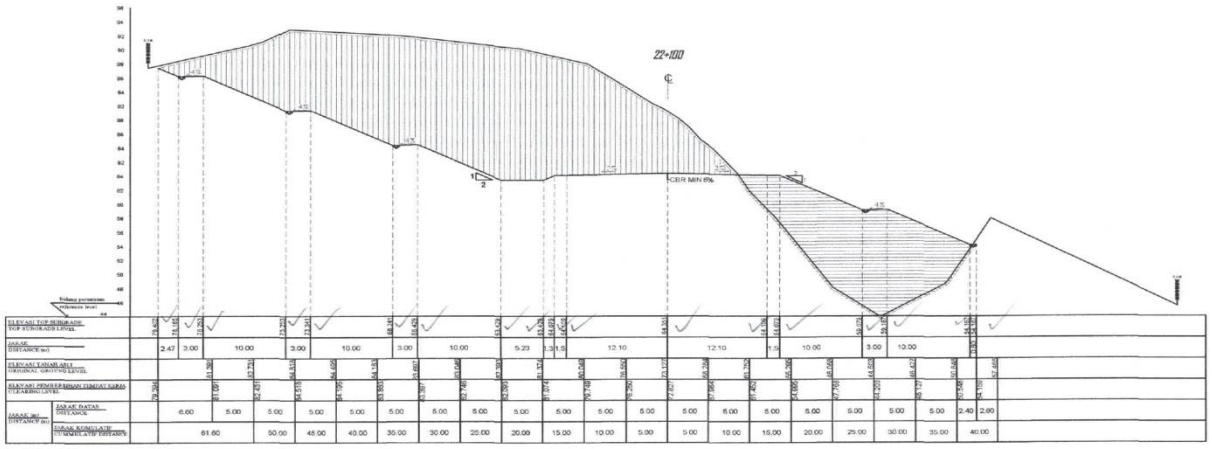
JUDUL GAMBAR

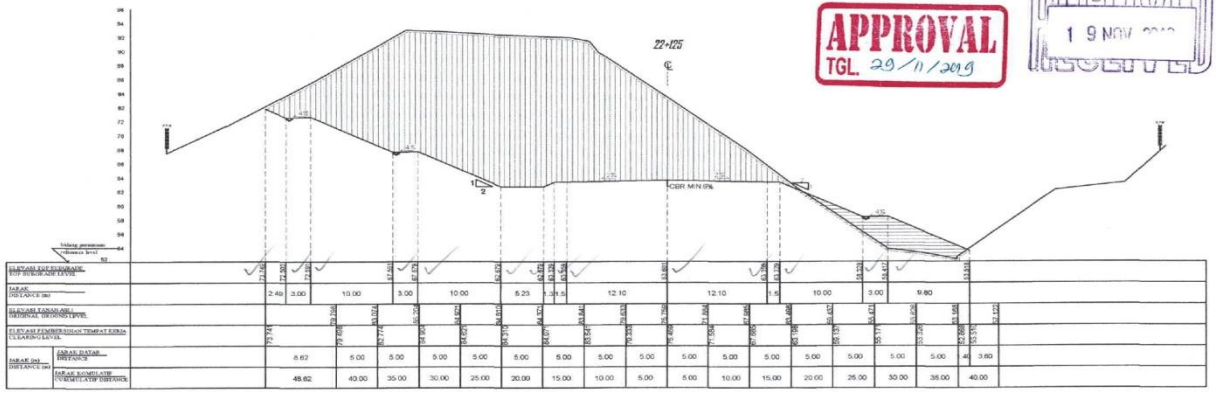
CROSS SECTION REPLACEMENT
GALIAN DAN TIMBUNAN

STA : 22 + 050 - 22 + 075

JUMLAH GAMBAR	NOMOR GAMBAR	SKALA
111	SD/WK-CUTFILL- 52	1:450

REFERENSI GAMBAR





APPROVAL
TGL. 29/11/2019

RECEIVED
19 NOV

NAMA PROYEK

PEMBANGUNAN JALAN TOL
TEBING TINGGI - PARAPAT TAHAP 1
RUAS TEBING TINGGI - SERBELAWAN
TERMASUK SIMPANG SUSUN SERBELAWAN
STA. 00+000 S/D STA. 30+000

SHOP DRAWING

PEMBERI TUGAS

PT. HUTAMA MARGA WASKITA

Mengetahui:

EKA HAITAMI, S.T.
PIMPINAN PROYEK

KONSULTAN PENGAWAS

PT. MULTI PHI BETA - PT. BINA KARYA, KSO

Diperiksa/disetujui:

ENGINEER

Ir. SUHERI, M.T.
TEAM LEADER

KONTRAKTOR PELAKSANA

PT. WASKITA KARYA (Persero), Tbk

Diajukan :

AGUNG NOTONEGORO
GENERAL SUPERINTENDANT

TEKNIK

DRAFTER

NO	TANGGAL	REVISI

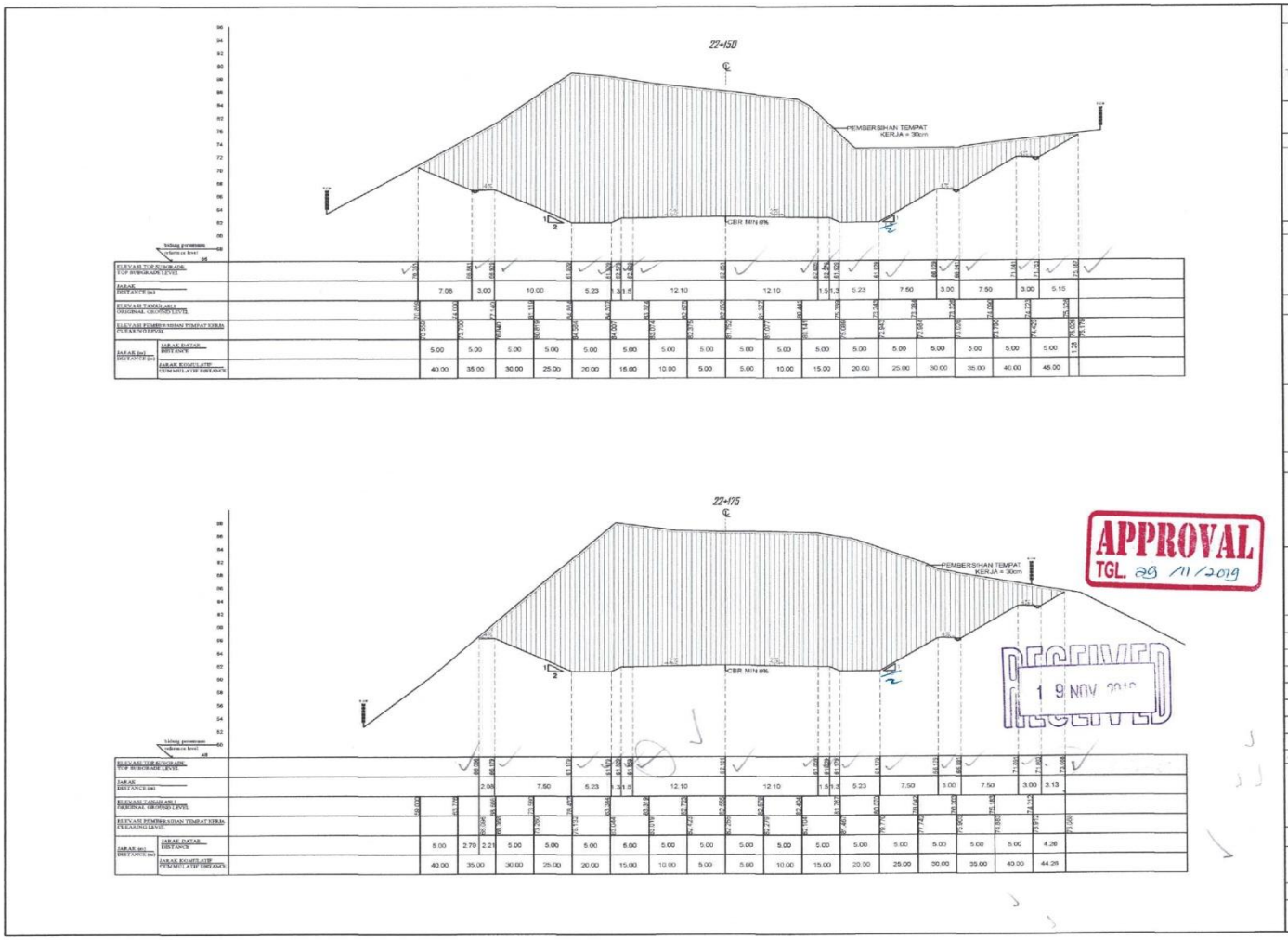
JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION REPLACEMENT
GALIAN DAN TIMBUNAN

STA : 22 + 100 - 22 + 125

JUMLAH GAMBAR	NOMOR GAMBAR	SKALA
111	SD/WK-CUTFILL- 53	1:450

REFERENSI GAMBAR



NAMA PROYEK

PEMBANGUNAN JALAN TOL
TEBING TINGGI - PARAPAT TAHAP 1
RUAS TEBING TINGGI - SERBELAWAN
TERMASUK SIMPANG SUSUN SERBELAWAN
STA. 00+000 S/D STA. 30+000

SHOP DRAWING

PEMBERI TUGAS

PT. HUTAMA MARGA WASKITA

Mengetahui:

EKA HAITAMI, S.T.
PIMPINAN PROYEK

KONSULTAN PENGAWAS

PT. MULTI PHI BETA - PT. BINA KARYA, KSO

Diperiksa/disetujui:

ENGINEER

IR. SUHERI, M.T.
TEAM LEADER

KONTRAKTOR PELAKSANA

PT. WASKITA KARYA (Persero), Tbk

Diajukan :

TEKNIK

DRAFTER

AGUNG NOTONEGORO
GENERAL SUPERINTENDANT

NO	TANGGAL	REVISI

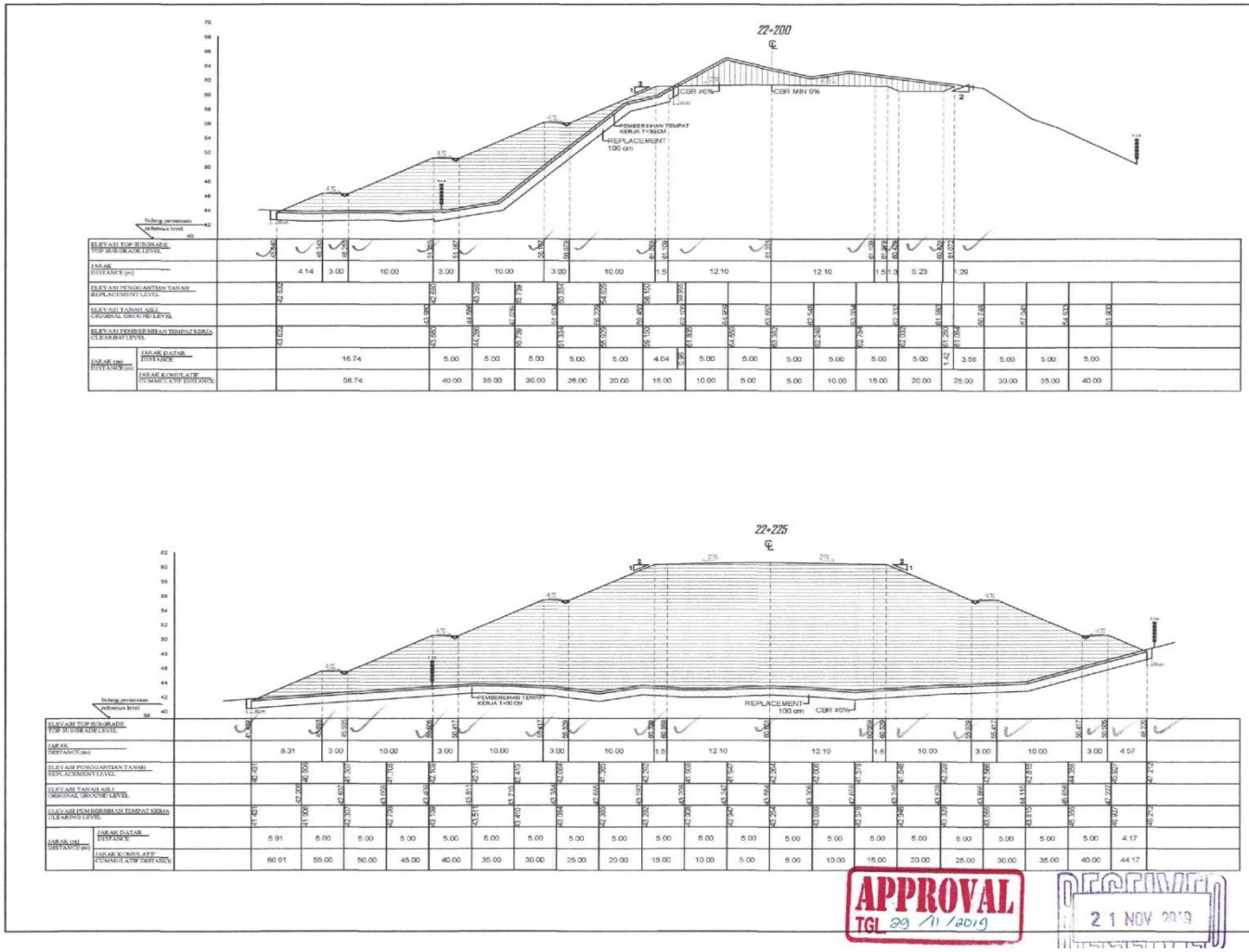
JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION REPLACEMENT
GALIAN DAN TIMBUNAN

STA : 22 + 150 - 22 + 175

JUMLAH GAMBAR	NOMOR GAMBAR	SKALA
111	SDWK-CUTFILL- 54	1:450

REFERENSI GAMBAR



APPROVAL
TGL. 29 / 11 / 2019

RECEIVED
21 NOV 2019

NAMA PROYEK

PEMBANGUNAN JALAN TOL
TEBING TINGGI - PARAPAT TAHAP 1
RUAS TEBING TINGGI - SERBELAWAN
TERMASUK SIMPANG SUSUN SERBELAWAN
STA. 00+000 S/D STA. 30+000

SHOP DRAWING

PEMBERI TUGAS

PT. HUTAMA MARGA WASKITA

Mengetahui:

EKA HAITAMI, S.T.
PIMPINAN PROYEK

KONSULTAN PENGAWAS

PT. MUITI PHI BETA - PT. BINA KARYA, KSO

Diperiksa/disetujui:
Ir. SUHERI, M.T.
TEAM LEADER

ENGINEER

KONTRAKTOR PELAKSANA

PT. WASKITA KARYA (Persero), Tbk

Dijukan:
AGUNG NOTONEGORO
GENERAL SUPERINTENDANT

TEKNIK

DRAFTER

NO	TANGGAL	REVISI

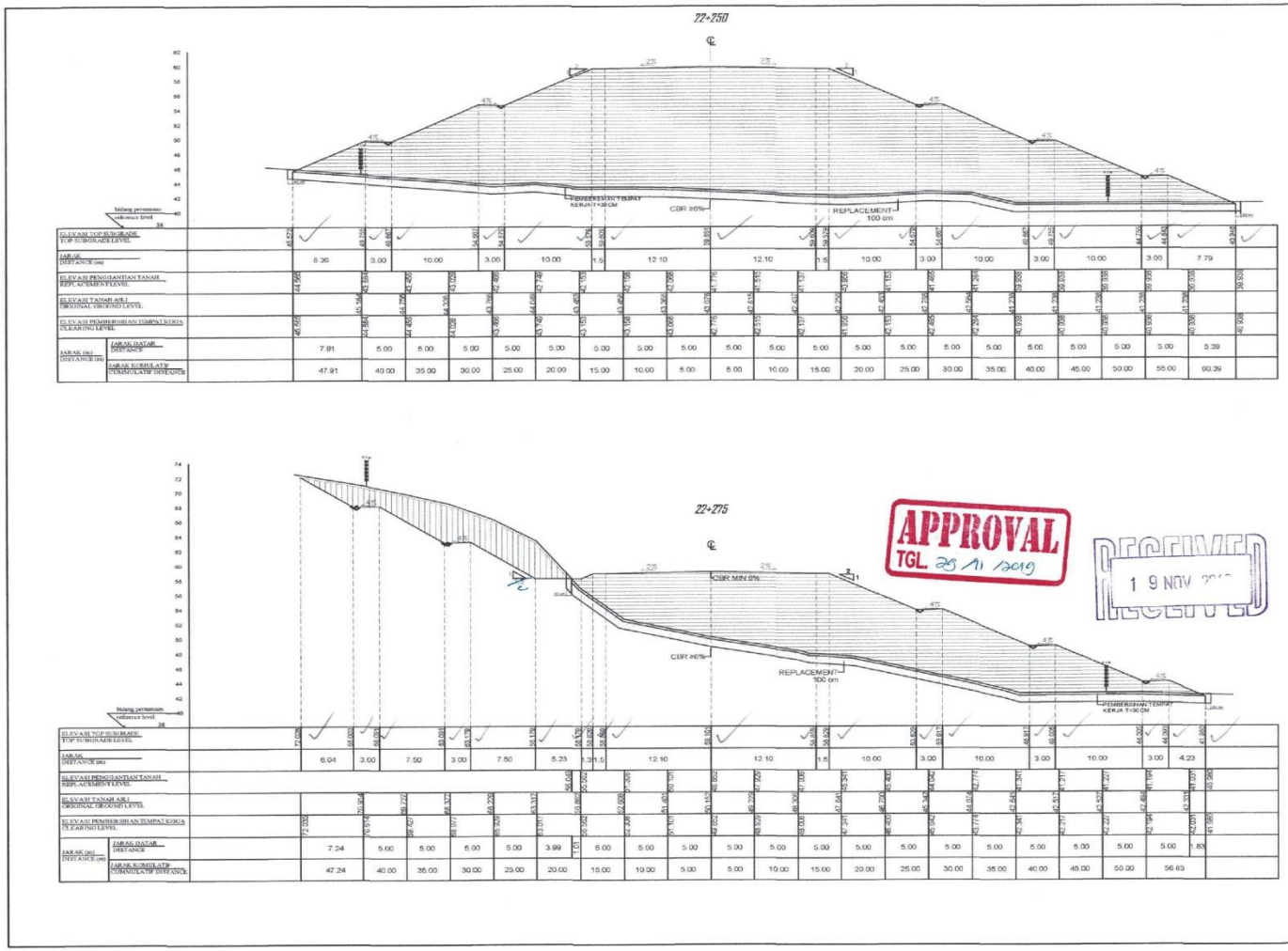
JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION REPLACEMENT
GALIAN DAN TIMBUNAN

STA : 22 + 200 - 22 + 225

JUMLAH GAMBAR	NOMOR GAMBAR	SKALA
111	SD/WK-CUTFILL- 55	1:450

REFERENSI GAMBAR



NAMA PROYEK

PEMBANGUNAN JALAN TOL
TEBING TINGGI - PARAPAT TAHAP 1
RUAS TEBING TINGGI - SERBELAWAN
TERMASUK SIMPANG SUSUN SERBELAWAN
STA. 00+000 S/D STA. 30+000

SHOP DRAWING

PEMBERI TUGAS

PT. HUTAMA MARGA WASKITA

Mengetahui:

EKA HAITAMI, S.T.
PIMPINAN PROYEK

KONSULTAN PENGAWAS

PT. MULTI PHI BETA - PT. BINA KARYA, KSO

Diperiksa/disetujui:

Ir. SOHERI, M.T.
TEAM LEADER

ENGINEER

KONTRAKTOR PELAKSANA

PT. WASKITA KARYA (Persero), Tbk

Diajukan :

AGUNG NOTONEGORO
GENERAL SUPERINTENDANT

TEKNIK

DRAFTER

NO	TANGGAL	REVISI

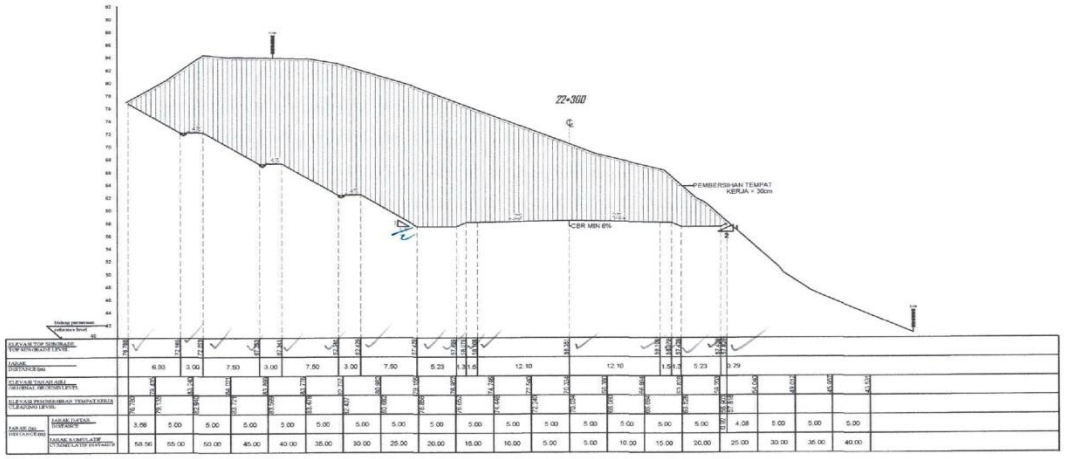
JUDUL GAMBAR

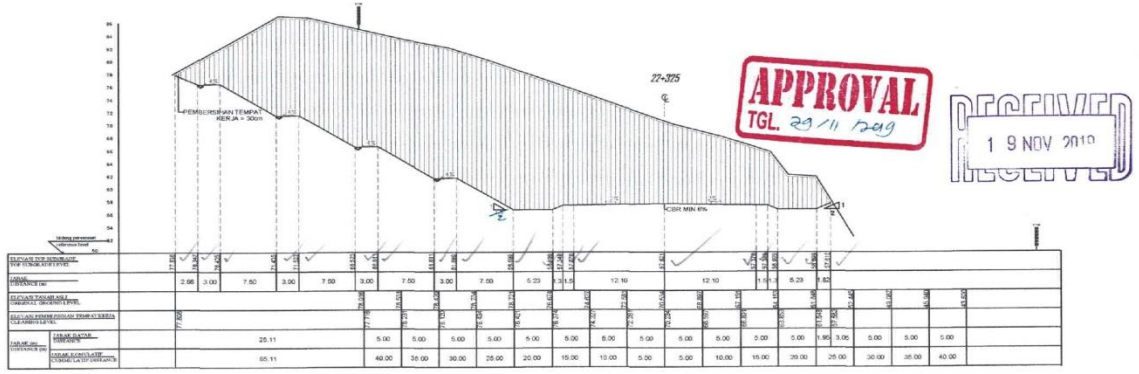
CROSS SECTION REPLACEMENT
GALIAN DAN TIMBUNAN

STA : 22 + 250 - 22 + 275

JUMLAH GAMBAR	NOMOR GAMBAR	SKALA
111	SD/WK-CUTFILL- 56	1:450

REFERENSI GAMBAR





APPROVAL
TGL. 29/11 2019

RECEIVED
19 NOV 2019

NAMA PROYEK

PEMBANGUNAN JALAN TOL
TEBING TINGGI - PARAPAT TAHAP 1
RUAS TEBING TINGGI - SERBELAWAN
TERMASUK SIMPANG SUSUN SERBELAWAN
STA. 00+000 S/D STA. 30+000

SHOP DRAWING

PEMBERI TUGAS

PT. HUTAMA MARGA WASKITA

Mengetahui:

EKA HAITAMI, S.T.
PIMPINAN PROYEK

KONSULTAN PENGAWAS

PT. MULTI PHI BETA - PT. BINA KARYA, KSO

Diperiksa/disetujui:

Ir. SUHERI, M.T.
TEAM LEADER

ENGINEER

KONTRAKTOR PELAKSANA

PT. WASKITA KARYA (Persero), Tbk

Diajukan :

AGUNG NOTONEGORO
GENERAL SUPERINTENDANT

TEKNIK

DRAFTER

NO.	TANGGAL	REVISI

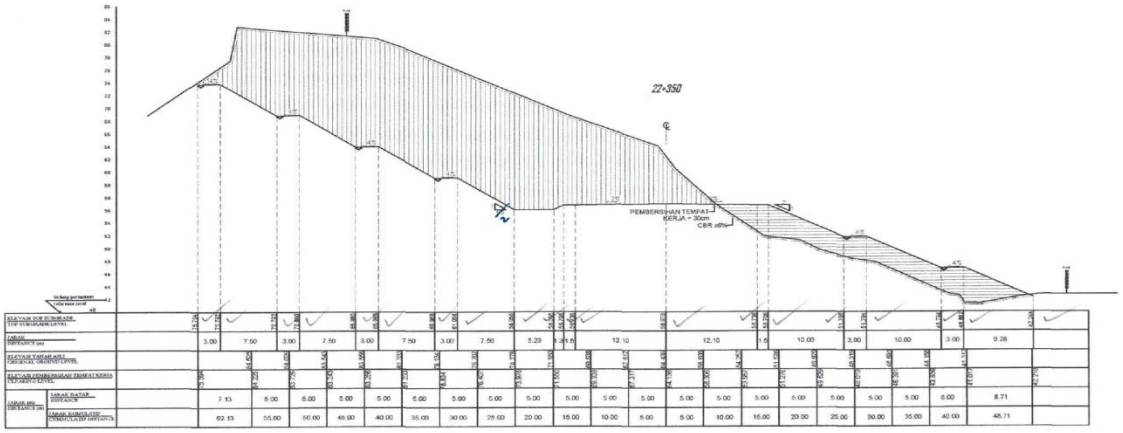
JUDUL GAMBAR

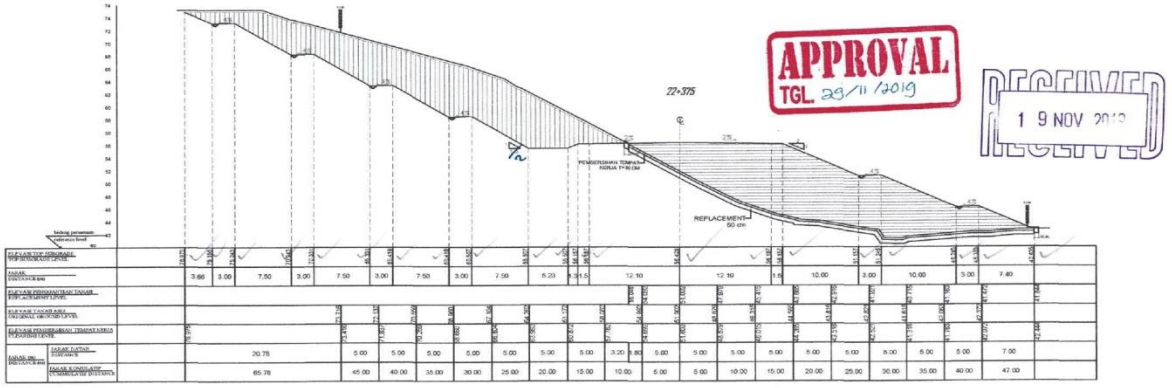
CROSS SECTION REPLACEMENT
GALIAN DAN TIMBUNAN

STA : 22 + 300 - 22 + 325

JUMLAH GAMBAR	NOMOR GAMBAR	SKALA
111	SD/WK-CUTFILL- 57	1:450

REFERENSI GAMBAR





APPROVAL
TGL. 29/11/2019

RECEIVED
19 NOV 2019

NAMA PROYEK

PEMBANGUNAN JALAN TOL
TEBING TINGGI - PARAPAT TAHAP 1
RUAS TEBING TINGGI - SERBELAWAN
TERMASUK SIMPANG SUSUN SERBELAWAN
STA. 00+000 S/D STA. 30+000

SHOP DRAWING

PEMBERI TUGAS

PT. HUTAMA MARGA WASKITA

Mengetahui:

EKA HAITAMI, S.T.
PIMPINAN PROYEK

KONSULTAN PENGAWAS

PT. MULTI PHI BETA - PT. BINA KARYA, KSO

Diperiksa/disetujui:

Ir. SUHERI, M.T.
TEAM LEADER

ENGINEER

KONTRAKTOR PELAKSANA

PT. WASKITA KARYA (Persero), Tbk

Diajukan :

AGUNG NOTONEGORO
GENERAL SUPERINTENDANT

TEKNIK

DRAFTER

NO.	TANGGAL	REVISI

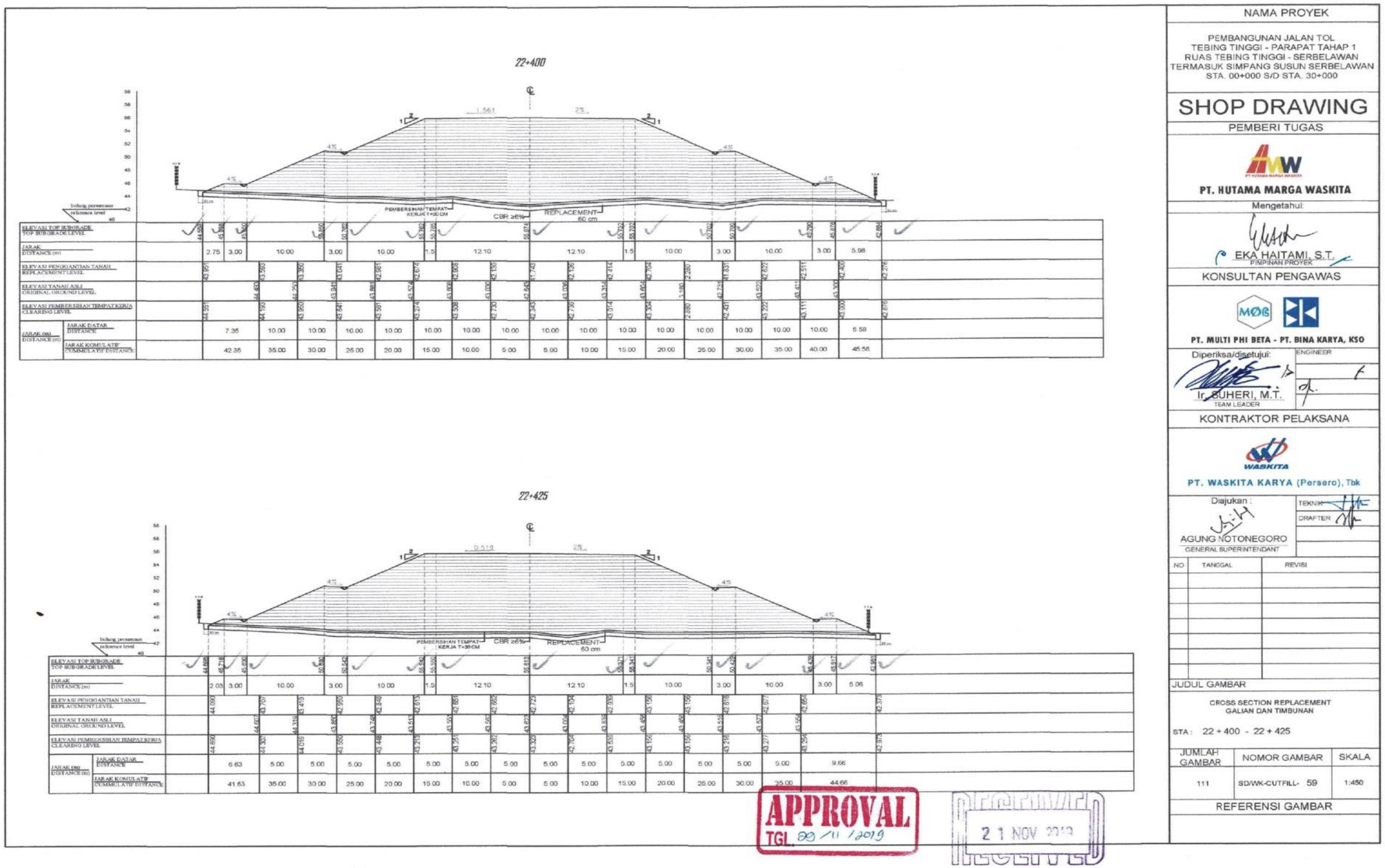
JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION REPLACEMENT
GALIAN DAN TIMBUNAN

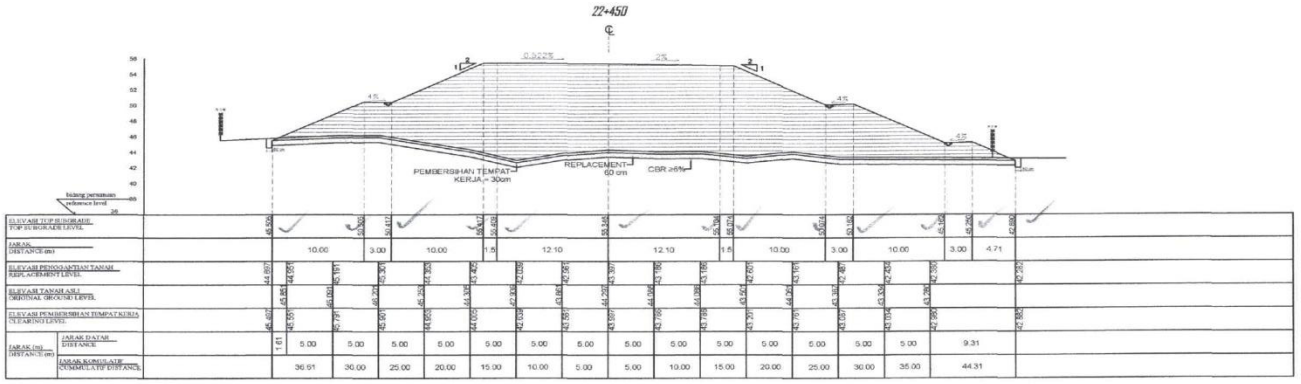
STA : 22 + 350 - 22 + 375

JUMLAH GAMBAR	NOMOR GAMBAR	SKALA
111	SD/WK-CUTFILL- 58	1:450

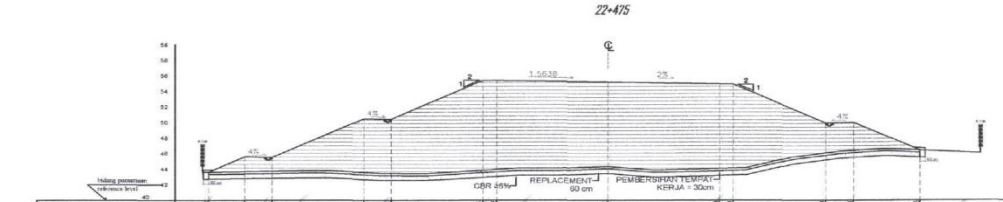
REFERENSI GAMBAR



22+400
22+425
NAMA PROYEK
PEMBANGUNAN JALAN TOL TEBING TINGGI - PARAPAT TAHAP 1 RUAS TEBING TINGGI - SERBELAWAN TERMASUK SIMPANG SUSUN SERBELAWAN STA. 00+000 S/D STA. 30+000
SHOP DRAWING
PEMBERI TUGAS
PT. HUTAMA MARGA WASKITA
Mengetahui:
EKA HAITAMI, S.T.
PIMPINAN PROYEK
KONSULTAN PENGAWAS
PT. MULTI PHI BETA - PT. BINA KARYA, KSO
Diperiksa/disetujui:
ENGINEER
Ir. SUHERI, M.T.
TEAM LEADER
KONTRAKTOR PELAKSANA
PT. WASKITA KARYA (Persero), Tbk
Diajukan :
AGUNG NOTONEGORO
GENERAL SUPERINTENDANT
TEKNIK
DRAFTER
NO
TANGGAL
REVISI
JUDUL GAMBAR
CROSS SECTION REPLACEMENT GALIAN DAN TIMBUNAN
STA : 22 + 400 - 22 + 425
JUMLAH GAMBAR
111
NOMOR GAMBAR
SD/WK-CUTFILL- 59
SKALA
1:450
REFERENSI GAMBAR
APPROVAL
TGL 20 / 11 / 2019
RECEIVED
21 NOV 2019



ELEVASI TOP SUBGRADE / TOP SUBGRADE LEVEL																			
JARAK / DISTANCE (m)			10.00	3.00	10.00	1.5	12.10		12.10	1.5	10.00	3.00	10.00	3.00	4.71				
ELEVASI PENGGANTIAN TANAH / REPLACEMENT LEVEL																			
ELEVASI TANAH ASLI / ORIGINAL GROUND LEVEL																			
ELEVASI PEMBERSIHAN TEMPAT KERJA / CLEARING LEVEL																			
JARAK (m) / DISTANCE (m)	JARAK DATAR / DISTANCE	1.61	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	9.31			
	JARAK KOMULATIF / COMMULATIF DISTANCE		36.91	30.00	25.00	20.00	15.00	10.00	5.00	5.00	10.00	15.00	20.00	25.00	30.00	35.00	44.31		



ELEVASI TOP SUBGRADE / TOP SUBGRADE LEVEL																			
JARAK / DISTANCE (m)		3.89	3.00	10.00	3.00	10.00	1.5	12.10		12.10	1.5	10.00	3.00	7.18					
ELEVASI PENGGANTIAN TANAH / REPLACEMENT LEVEL																			
ELEVASI TANAH ASLI / ORIGINAL GROUND LEVEL																			
ELEVASI PEMBERSIHAN TEMPAT KERJA / CLEARING LEVEL																			
JARAK (m) / DISTANCE (m)	JARAK DATAR / DISTANCE	8.49	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	3.76	1.72			
	JARAK KOMULATIF / COMMULATIF DISTANCE	43.49	35.00	30.00	25.00	20.00	15.00	10.00	5.00	5.00	10.00	15.00	20.00	25.00	30.00	35.00			

APPROVAL
TGL. 29/11/2019

RECEIVED
21 NOV 2019

NAMA PROYEK

PEMBANGUNAN JALAN TOL
TEBING TINGGI - PARAPAT TAHAP 1
RUAS TEBING TINGGI - SERBELAWAN
TERMASUK SIMPANG SUSUN SERBELAWAN
STA. 00+000 S/D STA. 30+000

SHOP DRAWING

PEMBERI TUGAS

PT. HUTAMA MARGA WASKITA

Mengetahui:

EKA HAITAMI, S.T.
PIMPINAN PROYEK

KONSULTAN PENGAWAS

PT. MULTI PHI BETA - PT. BINA KARYA, KSO

Diperiksa/disetujui:
Ir. SUHERI, M.T.
TEAM LEADER
ENGINEER

KONTRAKTOR PELAKSANA

PT. WASKITA KARYA (Persero), Tbk

Diajukan:
AGUNG NOTONEGORO
GENERAL SUPERINTENDANT
TEKNIK
DRAFTER

NO	TANGGAL	REVISI

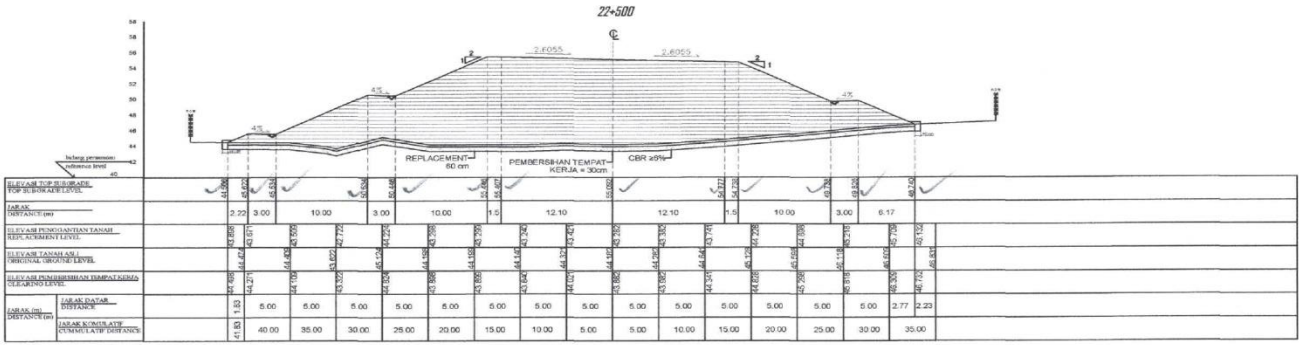
JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION REPLACEMENT
GALIAN DAN TIMBUNAN

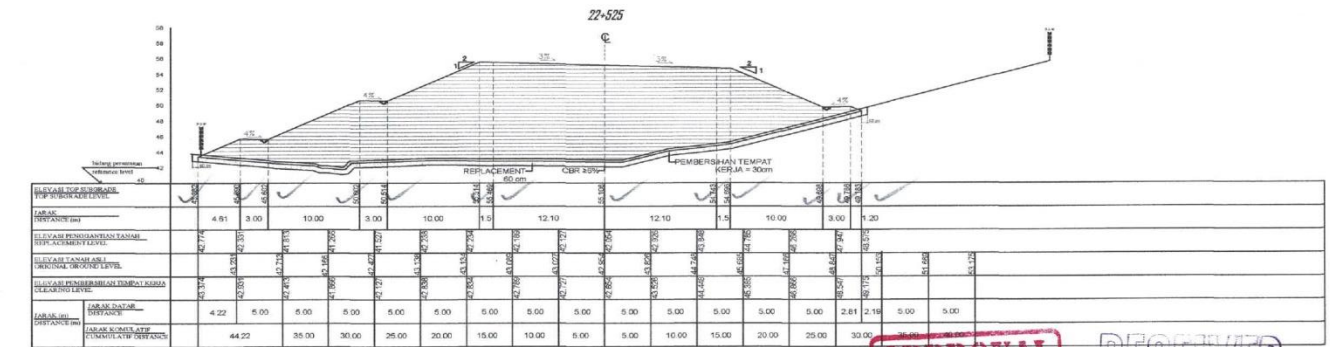
STA : 22 + 450 - 22 + 475

JUMLAH GAMBAR	NOMOR GAMBAR	SKALA
111	SD/WK-CUTFILL- 60	1:450

REFERENSI GAMBAR



ELEVASI TOP SUBGRADE TOP SUBGRADE LEVEL																					
JARAK DISTANCE (m)			2.22	3.00	10.00	3.00	10.00	1.5	12.10		12.10	1.5	10.00	3.00	6.17						
ELEVASI PENGGANTIAN TANAH REPLACEMENT LEVEL																					
ELEVASI TANAH ASLI ORIGINAL GROUND LEVEL																					
ELEVASI PEMBERSIHAN TEMPAT KERJA CLEARING LEVEL																					
JARAK (m) DISTANCE (m)	JARAK DATAR DISTANCE	1.83	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	2.77	2.23				
	JARAK KOMULATIF CUMMULATIF DISTANCE	41.83	40.00	35.00	30.00	25.00	20.00	15.00	10.00	5.00	5.00	10.00	15.00	20.00	25.00	30.00	35.00				



ELEVASI TOP SUBGRADE TOP SUBGRADE LEVEL																					
JARAK DISTANCE (m)			4.91	3.00	10.00	3.00	10.00	1.5	12.10		12.10	1.5	10.00	3.00	1.20						
ELEVASI PENGGANTIAN TANAH REPLACEMENT LEVEL																					
ELEVASI TANAH ASLI ORIGINAL GROUND LEVEL																					
ELEVASI PEMBERSIHAN TEMPAT KERJA CLEARING LEVEL																					
JARAK (m) DISTANCE (m)	JARAK DATAR DISTANCE		4.22	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	2.81	2.19	5.00	5.00		
	JARAK KOMULATIF CUMMULATIF DISTANCE		44.22	40.00	35.00	30.00	25.00	20.00	15.00	10.00	5.00	5.00	10.00	15.00	20.00	25.00	30.00	35.00	40.00		

APPROVAL
TGL. 29/11/2019

RELEASED FOR CONSTRUCTION
21 NOV 2019

NAMA PROYEK

PEMBANGUNAN JALAN TOL
TEBING TINGGI - PARAPAT TAHAP 1
RUAS TEBING TINGGI - SERBELAWAN
TERMASUK SIMPANG SUSUN SERBELAWAN
STA. 00+000 S/D STA. 30+000

SHOP DRAWING

PEMBERI TUGAS

PT. HUTAMA MARGA WASKITA

Mengetahui:

EKA HAITAMI, S.T.
PIMPINAN PROYEK

KONSULTAN PENGAWAS

PT. MULTI PHI BETA - PT. BINA KARYA, KSO

Diperiksa/disetujui:
Ir. SUHERI, M.T.
TEAM LEADER
ENGINEER

KONTRAKTOR PELAKSANA

PT. WASKITA KARYA (Persero), Tbk

Diajukan :
AGUNG NOTONEGORO
GENERAL SUPERINTENDANT
TGK/SK
DRAFTER

NO	TANGGAL	REVISI

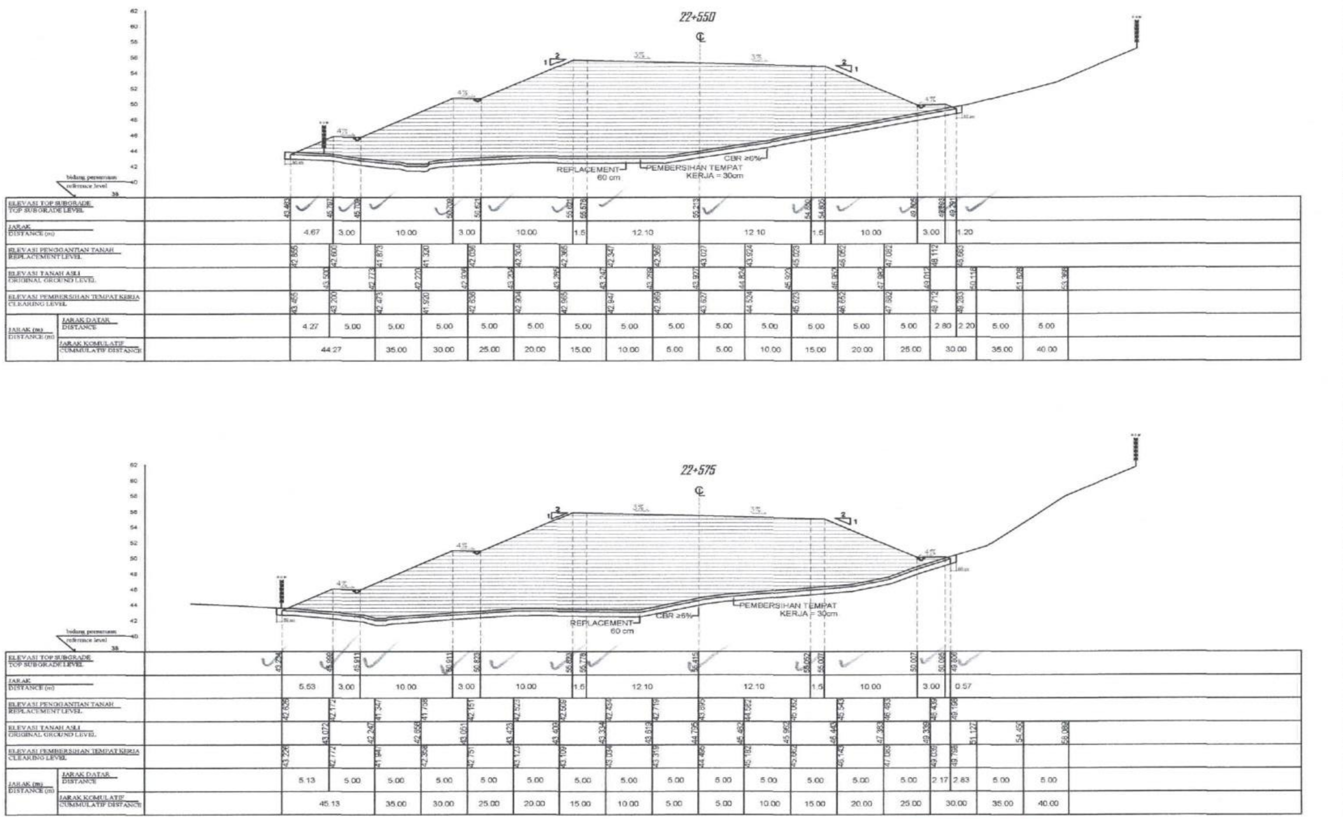
JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION REPLACEMENT
GALIAN DAN TIMBUNAN

STA : 22 + 500 - 22 + 525

JUMLAH GAMBAR	NOMOR GAMBAR	SKALA
111	SD/WK-CUTFILL- 61	1:450

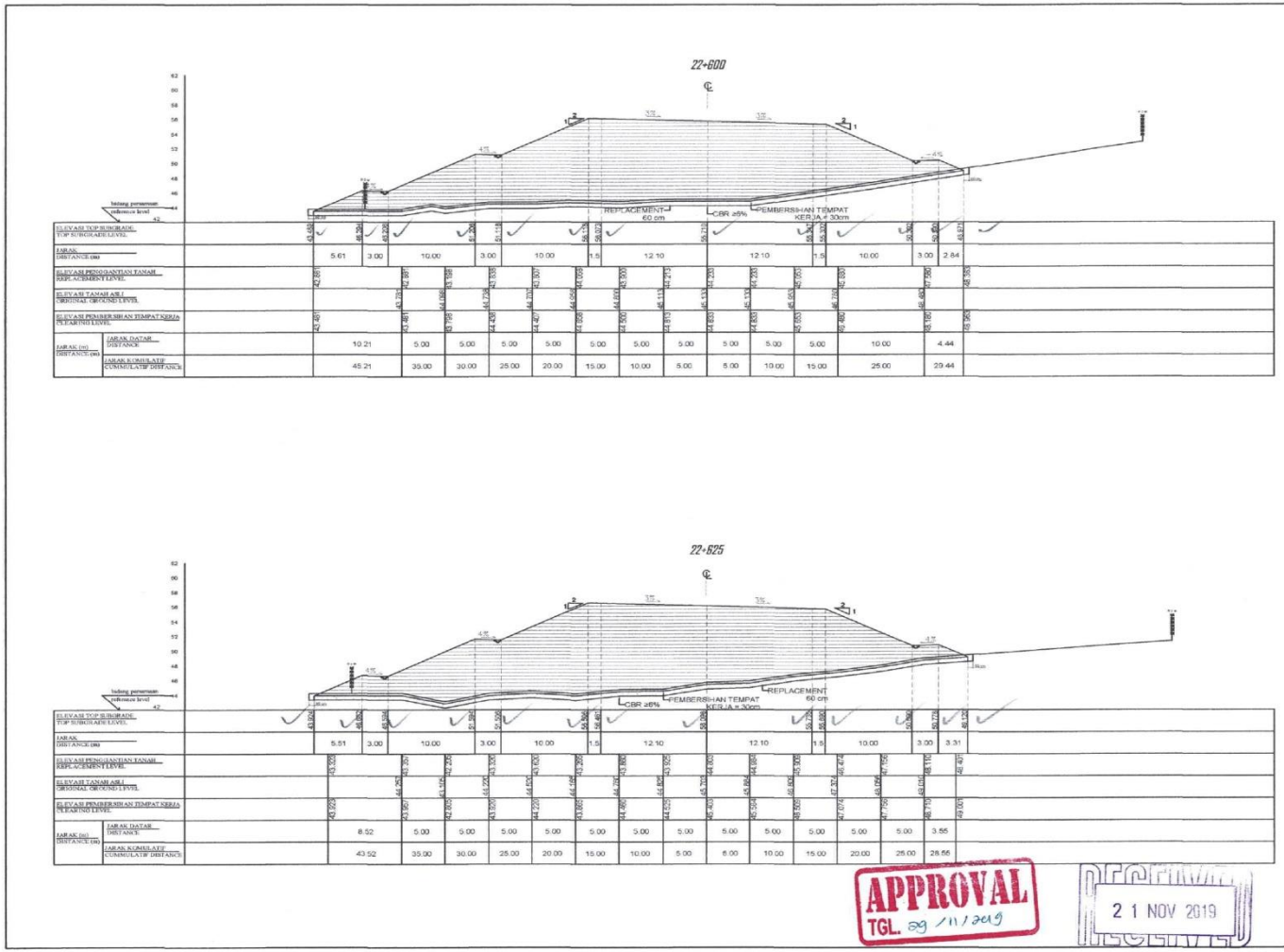
REFERENSI GAMBAR



NAMA PROYEK		
PEMBANGUNAN JALAN TOL TEBING TINGGI - PARAPAT TAHAP 1 RUAS TEBING TINGGI - SERBELAWAN TERMASUK SIMPANG SUSUN SERBELAWAN STA. 00+000 S/D STA. 30+000		
SHOP DRAWING		
PEMBERI TUGAS		
PT. HUTAMA MARGA WASKITA		
Mengetahui: EKA HAITAMI, S.T. PIMPINAN PROYEK		
KONSULTAN PENGAWAS		
PT. MULTI PHI BETA - PT. BINA KARYA, KSO		
Diperiksa/disetujui: Ir. SOHERI, M.T. TEAM LEADER	ENGINEER	
KONTRAKTOR PELAKSANA		
PT. WASKITA KARYA (Persero), Tbk		
Diajukan : AGUNG NOTONEGORO GENERAL SUPERINTENDANT	TEKNIK	DRAFTER
NO	TANGGAL	REVISI
JUDUL GAMBAR		
CROSS SECTION REPLACEMENT GALIAN DAN TIMBUNAN		
STA : 22 + 550 - 22 + 575		
JUMLAH GAMBAR	NOMOR GAMBAR	SKALA
111	SD/WK-CUTFILL- 62	1:450
REFERENSI GAMBAR		

APPROVAL TGL. 29/11/2019

RECEIVED 21 NOV 2019



APPROVAL
TGL. 29/11/2019

RECEIVED
21 NOV 2019

NAMA PROYEK

PEMBANGUNAN JALAN TOL
TEBING TINGGI - PARAPAT TAHAP 1
RUAS TEBING TINGGI - SERBELAWAN
TERMASUK SIMPANG SUSUN SERBELAWAN
STA. 00+000 S/D STA. 30+000

SHOP DRAWING

PEMBERI TUGAS

PT. HUTAMA MARGA WASKITA

Mengetahui:

EKA HAITAMI, S.T.
PIMPINAN PROYEK

KONSULTAN PENGAWAS

PT. MULTI PHI BETA - PT. BINA KARYA, KSO

Diperiksa/disetujui:

Ir. SUHERI, M.T.
TEAM LEADER

ENGINEER

KONTRAKTOR PELAKSANA

PT. WASKITA KARYA (Persero), Tbk

Diajukan:

AGUNG NOTONEGORO
GENERAL SUPERINTENDANT

TEKNIK

DRAFTER

NO	TANGGAL	REVISI

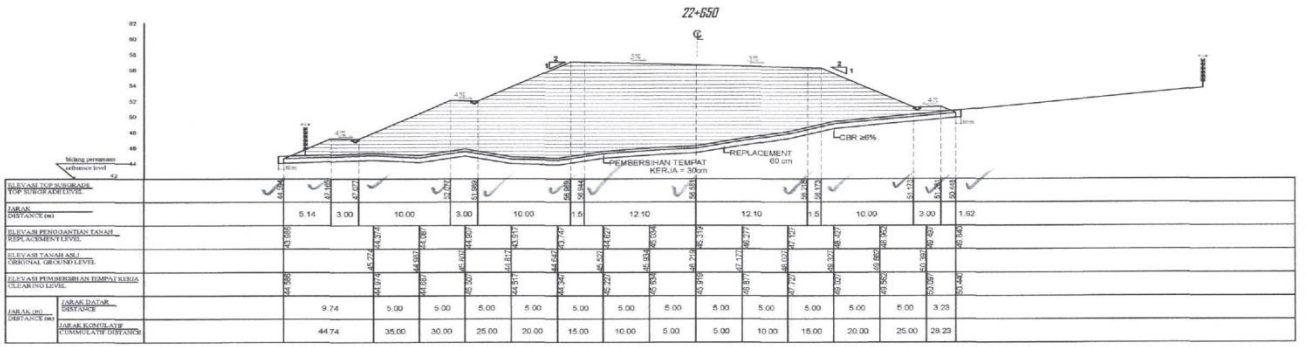
JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION REPLACEMENT
GALIAN DAN TIMBUNAN

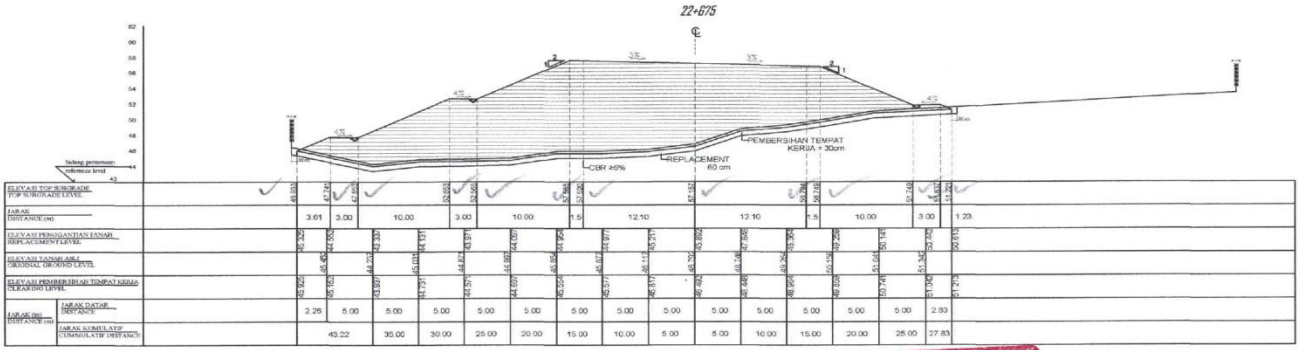
STA : 22 + 600 - 22 + 625

JUMLAH GAMBAR	NOMOR GAMBAR	SKALA
111	SD/WK-CUTFILL- 63	1:450

REFERENSI GAMBAR



ELEVASI TOP SUBGRADE / TOP SUBGRADE LEVEL																
JARAK / DISTANCE (m)			5.14	3.00	10.00	3.00	10.00	1.5	12.10	12.10	1.5	10.00	3.00	1.62		
ELEVASI PENGGANTIAN TANAH / REPLACEMENT LEVEL																
ELEVASI TANAH ASLI / ORIGINAL GROUND LEVEL																
ELEVASI PEMBERSIHAN TEMPAT KERJA / CLEARING LEVEL																
JARAK (m) / DISTANCE (m)	JARAK DATAR / DISTANCE		9.74	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	3.23	
	JARAK KOMULATIF / CUMMULATIF DISTANCE		44.74	35.00	30.00	25.00	20.00	15.00	10.00	5.00	5.00	10.00	15.00	20.00	25.00	28.23



ELEVASI TOP SUBGRADE / TOP SUBGRADE LEVEL																
JARAK / DISTANCE (m)			3.61	3.00	10.00	3.00	10.00	1.5	12.10	12.10	1.5	10.00	3.00	1.23		
ELEVASI PENGGANTIAN TANAH / REPLACEMENT LEVEL																
ELEVASI TANAH ASLI / ORIGINAL GROUND LEVEL																
ELEVASI PEMBERSIHAN TEMPAT KERJA / CLEARING LEVEL																
JARAK (m) / DISTANCE (m)	JARAK DATAR / DISTANCE		2.28	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	2.93	
	JARAK KOMULATIF / CUMMULATIF DISTANCE		43.22	35.00	30.00	25.00	20.00	15.00	10.00	5.00	5.00	10.00	15.00	20.00	25.00	27.93

APPROVAL
TGL. 29/11/2019

RECEIVED
21 NOV 2019

NAMA PROYEK

PEMBANGUNAN JALAN TOL
TEBING TINGGI - PARAPAT TAHAP 1
RUAS TEBING TINGGI - SERBELAWAN
TERMASUK SIMPANG SUSUN SERBELAWAN
STA. 00+000 S/D STA. 30+000

SHOP DRAWING

PEMBERI TUGAS

PT. HUTAMA MARGA WASKITA

Mengetahui:

EKA HAITAMI, S.T.
PIMPINAN PROYEK

KONSULTAN PENGAWAS

PT. MULTI PHI BETA - PT. BINA KARYA, KSO

Diperiksa/disetujui:
Ir. SUHERI, M.T.
TEAM LEADER

ENGINEER

KONTRAKTOR PELAKSANA

PT. WASKITA KARYA (Persero), Tbk

Diajukan:
AGUNG NOTONEGORO
GENERAL SUPERINTENDANT

TEKNIK

DRAFTER

NO	TANGGAL	REVISI

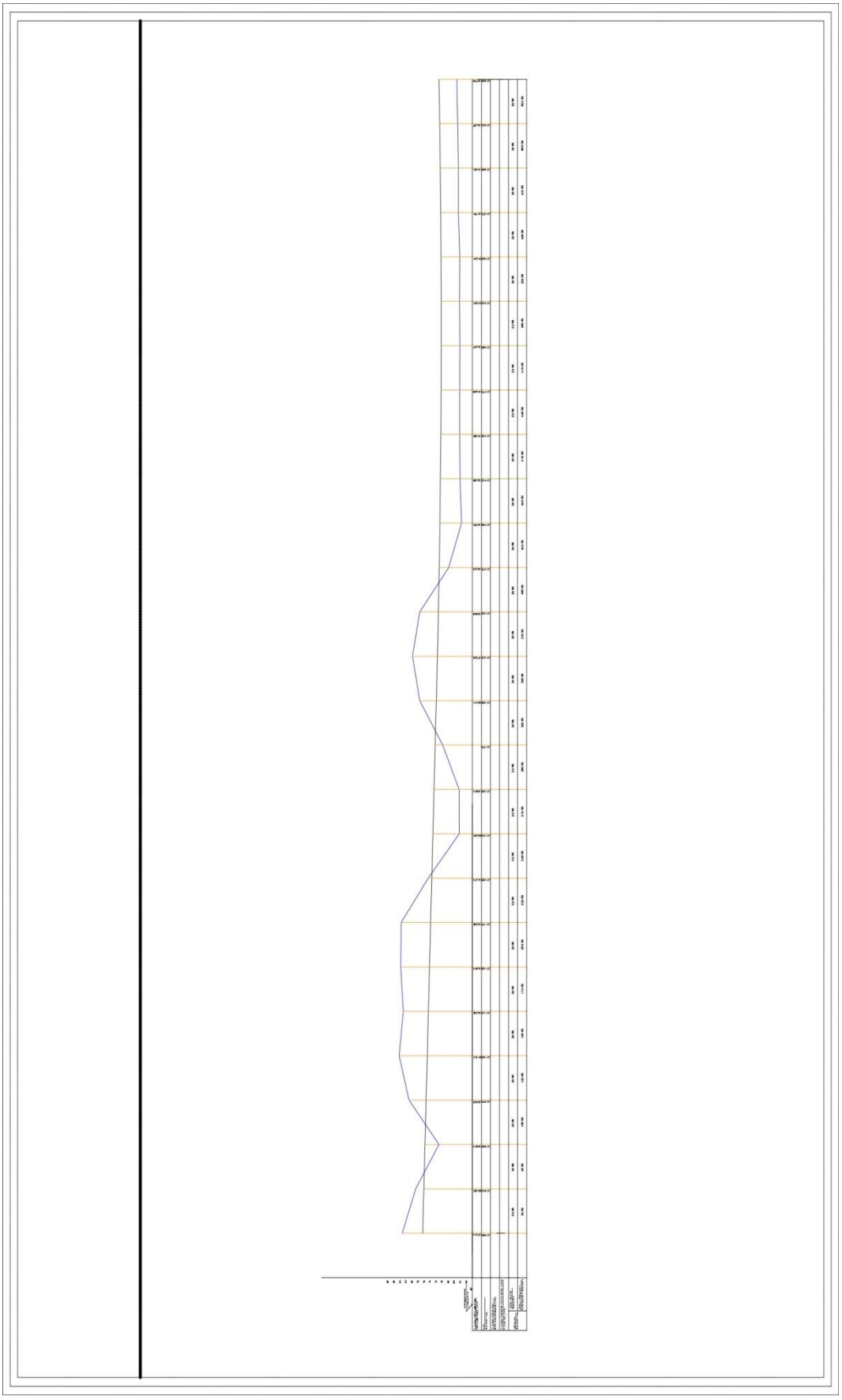
JUDUL GAMBAR

CROSS SECTION REPLACEMENT
GALIAN DAN TIMBUNAN

STA : 22 + 650 - 22 + 675

JUMLAH GAMBAR	NOMOR GAMBAR	SKALA
111	SD/WK-CUTFILL- 64	1:450

REFERENSI GAMBAR



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DATA DIRI PESERTA

Nama Lengkap	: Nauval Rafid Penyalai
Panggilan	: Nauval
Tempat, Tanggal Lahir	: Medan, 24 Januari 2000
Jenis Kelamin	: Laki-Laki
Alamat Sekarang	: Jl. Pukat Banting IV Kota Medan
Nomor KTP	: 1278012401000001
Alamat KTP	: Jl. Sirao No.13 Gunungsitoli
No. Telp Rumah	: -
No. HP/Telp Seluler	: 081260169876
E-mail	: *nauvalrafid24@gmail.com*

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa	: 1707210074
Fakultas	: Teknik
Jurusan	: Teknik Sipil
Program Studi	: Teknik Sipil
Perguruan Tinggi	: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi	: Jl. Kapten Muchtar Basri BA. No. 3 Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
1	Sekolah Dasar	SDN 070974 Gunungsitoli	2011
2	SMP	SMP Negeri 3 Gunungsitoli	2014
3	SMA	SMK Negeri 1 Gunungsitoli	2017
5	Melanjutkan Kuliah Di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2017 sampai selesai.		