



TUGAS AKHIR TERAPAN - VC180609

**ESTIMASI WAKTU DAN BIAYA PADA
PELAKSANAAN PROYEK PEMBANGUNAN
JALAN TOL PANDAAN-MALANG SEKSI 4 STA
32+000 SAMPAI DENGAN STA 35+000**

**AGUSTIAN DWI KURNIA PUTRA
NRP. 10111600000050**

**Dosen Pembimbing:
Ir. Achmad Faiz Hadi Prajitno, M.T.
NIP. 19630310 198903 1 004**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
2020**



TUGAS AKHIR TERAPAN - VC180609

**ESTIMASI WAKTU DAN BIAYA PADA
PELAKSANAAN PROYEK PEMBANGUNAN
JALAN TOL PANDAAN-MALANG SEKSI 4 STA
32+000 SAMPAI DENGAN STA 35+000**

**AGUSTIAN DWI KURNIA PUTRA
NRP. 10111600000050**

**Dosen Pembimbing:
Ir. Achmad Faiz Hadi Prajitno, M.T.
NIP. 19630310 198903 1 004**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
2020**



FINAL PROJECT - VC180609

**TIME AND COST ESTIMATION ON THE
IMPLEMENTATION OF PANDAAN -MALANG
TOLL ROAD DEVELOPMENT PROJECT
SECTION 4 STA 32 + 000 TO STA 35 + 000**

**Agustian Dwi Kurnia Putra
NRP. 10111600000050**

Advisor Lecturer:
**Ir. Achmad Faiz Hadi Prajitno, M.T.
NIP. 19630310 198903 1 004**

**DIPLOMA III INFRASTRUCTURE
CIVIL ENGINEERING DEPARTEMENT
FAKULTY OF VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
2020**

LEMBAR PENGESAHAN

ESTIMASI WAKTU DAN BIAYA PADA PELAKSANAAN
PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL PANDAAN –
MALANG SEKSI 4
STA 32+000 SAMPAI DENGAN STA 35+000

TUGAS AKHIR TERAPAN

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan pada
Program Studi Diploma III Teknik Sipil
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Disusun oleh:

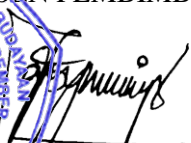
MAHASISWA



AGUSTIAN DWI KURNIA P.
NRP. 1011160000050

DOSEN PEMBIMBING




Ir. Achmad Faiz Hadi Prajitno, M.T.
NIP. 19630310 198903 1 004

**ESTIMASI WAKTU DAN BIAYA PADA PELAKSANAAN
PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL PANDAAN –
MALANG SEKSI 4 STA 32+000 SAMPAI DENGAN STA
35+000**

Mahasiswa : Agustian Dwi Kurnia Putra
NRP : 10111600000050
Jurusan : Departemen Teknik Insfrastruktur
Sipil Fakultas Vokasi – ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Achmad Faiz Hadi Prajitno, M.T.
NIP :19630310 198903 1 004

ABSTRAK

Jalan tol Merupakan jalan alternatif tanpa hambatan yang bertujuan untuk mempersingkat jarak dan waktu perjalanan dari satu daerah ke daerah lainnya. Jalan tol sendiri dikhususkan kendaraan dengan minimal 2 gandar (Truk, Mobil, Bus, dll) dan sebelum memasuki jalan tol terdapat gerbang tol untuk membayar biaya masuk ke jalan tol tersebut dengan biaya yang berbeda setiap golongannya. Kebutuhan penggunaan jalan untuk ke Pandaan - Malang secara lebih singkat, melatar belakangi dilakukannya proyek jalan tol Pandaan - Malang ini, dengan estimasi yang singkat dengan hasil optimal, agar jalan tol Pandaan - Malang ini segera dinikmati pengguna kendaraan

Permasalahan yang terjadi pada proyek ini, yaitu waktu yang kurang optimal dalam proyek sehingga terjadi keterlambatan dalam pengerjaan dari jadwal perencanaan, akibat dari hal tersebut pengguna jalan tol Pandaan - Malang harus diundur dari jadwal yang ditetapkan yang berpengaruh pada biaya proyek jalan tol tersebut, hasil yang diinginkan dari peninjauan kembali permasalahan ini adalah, sebagai bahan evaluasai kedepannya dalam pembuatan jalan tol Pandaan - Malang jika terjadi kerusakan dengan hal - hal yang terjadi dilapangan.

Kata Kunci :Jalan tol Pandaan - Malang, perencanaan, penjadwalan , rencana anggaran biaya

**TIME AND COST ESTIMATION ON THE
IMPLEMENTATION OF PANDAAN-MALANG TOLL ROAD
DEVELOPMENT PROJECT SECTION 4 STA 32 + 000 TO
STA 35 + 000**

Name of Student I : Agustian Dwi Kurnia Putra
NRP : 10111600000050
Departement : Diploma III Infrastructure Civil
engineering Departement Faculty Of
Vokasi – ITS
Advisor Lecturer : Ir. Achmad Faiz Hadi Prajito, M.T.
NIP : 19630310 198903 1 004

ABSTRACT

Toll roads represent alternative roads without obstacles intended to shorten the distance and travel time from one area to another. The toll road itself is specialized in vehicles with a minimum of 2 axles (Trucks, Cars, Buses, etc.) and before entering the toll road a toll gate is required to pay the entrance fee to the toll road with different fees for each class. Pandas - Pandaan - Malang road, shorter, background, pandana road, Pandaan - Malang toll road, with a short estimation with optimal results, so that the Pandaan - Malang toll road is immediately bought by vehicle users

The problems that occur in this project, namely the use of heavy equipment that is less than optimal in the project so that there is a delay in the execution of the planning schedule, as a result of this Pandaan - Malang toll road users must be postponed from the specified schedule, the desired results of the review are, as evaluation materials in the future in the construction of the Pandaan - Malang toll road in the event of damage to things that occur in the field.

Keywords: *Pandaan - Malang toll road, planning, scheduling, budget planning*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa, atas limpahan Rahmat dan Karunia-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas Akhir yang berjudul “ESTIMASI WAKTU DAN BIAYA PADA PELAKSANAAN PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL PANDAAN – MALANG SEKSI 4 STA 32+000 SAMPAI DENGAN STA 35+000” dengan baik dan lancar

Penulis juga ingin mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya, kepada:

1. Dr. Machus Fawzi, S.T, M.T, selaku Kepala Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember,
2. Ir. Achmad Faiz Hadi Prajitno, M.T. selaku Dosen Pembimbing kami, yang senantiasa membimbing dan mengarahkan kami dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. PT. PP (Persero), Tbk., selaku Kontraktor Pelaksana Proyek Pembangunan Jalan Tol Pandaan-Malang
4. Orangtua Penulis yang selalu memberika dukungan spiritual dan materi yang tidak terhingga
5. Teman-teman dan semua pihak yang secara tidak langsung ikut membantu penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir Terapan ini yang tidak bisa kami sebutkan satu persatu

Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian Tugas Akhir Terapan ini tidak terlepas dari kesalahan dan kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk dijadikan masukan dalam penulisan-penulisan berikutnya. Semoga dengan adanya laporan ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Surabaya, 01 Oktober 2019

Penyusun

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Peta Lokasi	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Umum.....	4
2.2 Pekerjaan Persiapan.....	4
2.2.1 Pekerjaan Pembersihan.....	4
2.2.2 Pekerjaan Pembuatan Jalan Akses.....	5
2.2.3 Pekerjaan Pembuatan Direksi Keet	5
2.3 Pekerjaan Tanah	10
2.3.1 Pekerjaan Galian Badan Jalan	10
2.3.2 Pekerjaan Timbunan Badan Jalan	11
2.3.3 Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas A	12
2.4 Pekerjaan Perkerasan.....	13
2.4.1 Pekerjaan rantai kerja (lean concrete).....	13
2.4.2 Pekerjaan perkerasan jalan (rigid pavement).....	14
2.5 Rencana Anggaran Biaya	14
2.5.1 Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK).....	15
2.5.2 Analisa Harga Satuan (AHS).....	15
2.5.3 Harga Satuan Pekerjaan (HSP).....	15
2.5.3 Harga Perkiraan Sendiri (HPS)	16
2.6 Penggunaan Peralatan/Alat Berat.....	16
2.6.1 Dump Truck 10 ton	16
2.6.2 Excavator.....	18
2.6.3 Bulldozer 100 – 150 HP	20

2.6.4	Vibratory Roller 5-8 ton	22
2.6.5	Sheep Foot Roller	23
2.6.6	Motor Grader >100 HP.....	24
2.6.7	Water Tank Truck 3000 – 4000 L	25
2.6.8	Concrete Mixer Truck 7 m ³	26
2.6.9	Concrete Pan Mixer.....	27
2.6.10	Slipform Paver (Wirtgen SP 500 Vario)	28
2.7	Penjadwalan.....	29
2.7.2	Kurva S.....	29
2.7.3	Microsoft Office Project.....	30
2.8	Aspek K3.....	31
BAB III METODOLOGI		35
3.1	Tujuan Metodologi	35
3.2	Tahapan Metodologi.....	35
3.2.1	Rumusan Masalah	36
3.2.2	Pengumpulan Data	36
3.3	Bagan Alir (Flow Chart).....	38
BAB IV		41
PERHITUNGAN VOLUME		41
4.1	Pekerjaan Persiapan.....	41
4.1.1	Pembersihan Lahan	41
4.1.2	Pekerjaan Jalan Akses Proyek	43
4.1.3	Pembuatan Direksi Keet	43
4.2	Pekerjaan Tanah	46
4.2.1	Umum.....	46
4.2.2	Perhitungan.....	46
4.3	Pekerjaan Perkerasan Berbutir	46
4.3.1	Lapis Pondasi Kelas A	46
4.4	Pekerjaan Perkerasan.....	47
4.4.1	<i>LeanConcrete</i>	47
4.4.2	Lapisan <i>Rigid Pavement</i>	48
BAB V		50
PERHITUNGAN PRODUKTIVITAS DAN DURASI		50
5.1	Pekerjaan Persiapan.....	50
5.1.1	Pembersihan Lahan	50

5.1.2	Pembuatan Jalan Akses Proyek	54
5.1.3	Pembuatan Direksi Kit dan Gudang	56
5.2	Pekerjaan Tanah	59
5.2.1	Pekerjaan Timbunan.....	59
5.2.2	Penghamparan tanah.....	62
5.2.3	Pemadatan tanah.....	64
5.3	Pekerjaan Perkerasan Berbutir	68
5.3.1	Pekerjaan Lapisan Pondasi Agregat Kelas A	68
5.4	Pekerjaan Perkerasan.....	74
5.4.1	Pekerjaan Lean Concreate	74
5.4.2	Pekerjaan perkerasan Rigid Pavement	76
5.4.3.1	Penulangan Rigid Pavement.....	76
RENCANA ANGGARAN BIAYA DAN PENJADWALAN		80
6.1	Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK)	80
6.2	Analisa Harga Satuan (AHS)	80
6.3	Harga Perkiraan Sendiri (HPS)	80
6.4	Rencana Anggaran Biaya (RAB)	93
6.5	Kurva S.....	97
6.6	Microsoft Office Project.....	97
PENUTUP		98
7.1	Kesimpulan.....	98
7.2	Saran.....	98
DAFTAR PUSTAKA.....		99
LAMPIRAN		101

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Peta Lokasi Proyek Jalan Tol Pandaan - Malang	3
Gambar 2. 1 Bagian metode pengecoran perkerasan jalan.....	14
Gambar 2. 2 Dump Truck.....	17
Gambar 2. 3 Excavator	18
Gambar 2. 4 Bulldozer	20
Gambar 2. 5 Vibratory Roller.....	22
Gambar 2. 6 Sheep Foot Roller	23
Gambar 2. 7 Motor Grader	24
Gambar 2. 8 Water Tank Truck.....	26
Gambar 2. 9 Concrete Mixer	27
Gambar 2. 10 Concrete Pan Mixer	27
Gambar 2. 11 Concrete Paver.....	28
Gambar 2. 12 Contoh Penggunaan Rambu-rambu keamanan.....	33

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Keperluan Paku yang dibutuhkan untuk Direksi Keet .	6
Tabel 2.2 Jam Kerja Yang Diperlukan Setiap 2,36 m ³ Konstruksi Ringan	8
Tabel 2. 3 Jam kerja yang diperlukan untuk pemasangan papan kasar	9
Tabel 2. 4 Berat Isi Tanah dan Agregat.....	19
Tabel 2. 5 Kondisi Tanah	19
Tabel 2. 6 Faktor Pisau Bulldozer	20
Tabel 4. 1 Pembersihan Lahan	41
Tabel 6. 1 Rekapitulasi Perhitungan HPS Alat	80
Tabel 6. 2 HPS Pekerjaan Pembersihan Lahan	81
Tabel 6. 3 HPS Pekerjaan Jalan Akses Proyek	82
Tabel 6. 4 HPS Pekerjaan Direksi Keet	83
Tabel 6. 5 HPS Pengiriman Material Timbunan	84
Tabel 6. 6 HPS Penghamparan Material Timbunan	85
Tabel 6. 7 HPS Pemadatan Material Timbunan	85
Tabel 6. 8 HPS Pengiriman Lapisan Pondasi Agregat Kelas A	86
Tabel 6. 9 HPS Penghamparan Lapisan Pondasi Agregat Kelas A	87
Tabel 6. 10 HPS Pemadatan Lapisan Pondasi Agregat Kelas A	88
Tabel 6. 11 HPS Pembuatan dan Pemasangan Bekisting Lean Concreate	89
Tabel 6. 12 HPS Pengecoran Lean Concreate	90
Tabel 6. 13 HPS Penulangan Rigid Pavement	91
Tabel 6. 14 HPS Pengecoran Rigid Pavement	92
Tabel 6. 15 Rencana Anggaran Biaya	93
Tabel 6. 16 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya	95
Tabel 6. 17 Rencana Anggaran Biaya + PPN	96

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semakin majunya jaman kebutuhan akan akses kendaraan dengan waktu yang relative singkat menuju ke suatu tempat semakin dibutuhkan, jalan tol merupakan solusi dari hal tersebut. Jalan tol sendiri menjadi pilihan pertama para pengguna kendaraan, dikarenakan dengan membayar biaya yang ditentukan secara golongan, pengendara dapat menikmati jalan tanpa hambatan kemacetan dengan mempersingkat estimasi waktu sampai tujuan.

Tol Pandaan – Malang adalah tol dengan panjang 38,48 Km yang menghubungkan dua kota besar di Jawa timur yaitu, Surabaya dan Malang. Yang terdiri dari lima seksi yaitu, Seksi pertama Pandaan – Purwodadi sepanjang 15,475 km, Seksi dua Purwodadi – Lawang sepanjang 8,050 km, Seksi tiga Lawang – Singosari sepanjang 7,100 km, Seksi empat Singosari – Pakis sepanjang 4.750 km, dan Seksi lima Pakis – Malang sepanjang 3.113 km. Pada proyek akhir ini akan terfokuskan pada Seksi empat, tepatnya pada STA 32+00 hingga STA 35+00

Dalam pelaksanaan jalan tol Pandaan – Malang pada seksi empat terjadi kendala perihal penggunaan alat berat, dikarenakan hal tersebut pada proyek tugas akhir ini akan membahas mengenai estimasi biaya dan waktu dalam proyek tol Pandaan – Malang, sehingga output dari proyek tugas akhir ini adalah meminimalisir biaya tambahan serta waktu pengerjaan sehingga perencanaan diawal proyek dapat terlaksana.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang sesuai dalam proyek tersebut, tentunya penulis perlu menentukan pola sistem kerja dalam pembangunan proyek secara efektif dan efisien, antara lain:

1. Bagaimana perhitungan anggaran biaya yang diperlukan untuk membangun Jalan Tol Pandaan-Malang Seksi 4 berdasarkan metode yang ditentukan?
2. Berapa lama waktu yang diperlukan dalam menyelesaikan pembangunan proyek Jalan Tol Pandaan-Malang Seksi4?
3. Bagaimana menentukan metode pelaksanaan pekerjaan pada proyek Jalan Tol Pandaan-Malang Seksi4?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini antara lain:

1. Mendapatkan kebutuhan waktu dalam pelaksanaan pembangunan proyek tersebut.
2. Menganalisa tentang metode pengganti dari pelaksanaan yang digunakan untuk pembangunan Jalan Tol Pandaan –Malang.
3. Mendapatkan rencana anggaran biaya yang dibutuhkan dalam pembangunan Proyek Jalan Tol Pandaan – Malang Seksi 4.

1.4 Batasan Masalah

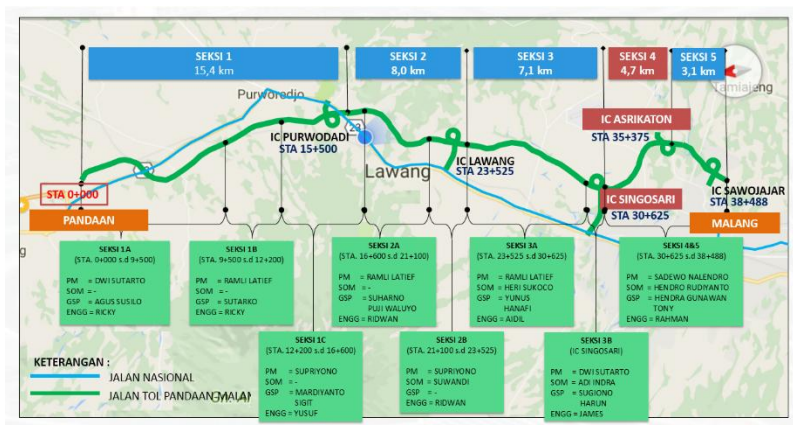
Batasan masalah dalam penulisan Tugas Akhir ini beberapa permasalahan adalah sebagai berikut:

1. Tidak membahas masalah lalu lintas disekitar lokasi proyek pada saat pelaksanaan.
2. Tidak membahas masalah permasalahan terkait pembebasan lahan.
3. Tidak membahas masalah perhitungan perencanaan struktur jalan raya, pembuatan saluran drainase dan dimensi saluran

1.5 Peta Lokasi

Nama Proyek : Proyek Pekerjaan Pemborongan dan Penyusunan Desain Pembangunan Jalan Tol Pandaan - Malang

Alamat Proyek : Jalan Perelegi no.8A Desa Purwodadi ke c. Purwodadi Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur



Gambar 1. 1 Peta Lokasi Proyek Jalan Tol Pandaan - Malang

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Dalam sebuah proyek pembangunan jalan tol ada hal yang sangat penting untuk membantu proses penyelesaian yaitu pemilihan metode yang tepat, praktis, cepat, dan aman. Setiap penjadwalan proyek, aspek biaya yang diperhitungkan dengan membuat hubungan antara waktu dan biaya dalam setiap aktivitas proyek. Untuk kondisi ini dibutuhkan percepatan waktu pelaksanaan maka waktu yang bersifat minimum dengan maksimum biaya yang mungkin, yaitu disebut crash program (Arvianto dkk., 2017) Pada tugas akhir ini, proyek yang dibahas adalah Jalan Tol Pandaan Malang Seksi 4 STA 32+000 - STA 35+000, dapat ditentukan uraian pekerjaan dalam Proyek, antara Lain:

2.2 Pekerjaan Persiapan

2.2.1 Pekerjaan Pembersihan

Pembersihan lahan merupakan kegiatan yang dilakukan setiap proyek, agar semua kondisi proyek dapat terlihat dan mempermudah pekerjaan-pekerjaan selanjutnya. Pembersihan lahan terdiri dari clearing dan grubbing. Clearing yaitu kegiatan menyingkirkan seluruh tumbuhan, kotoran, dan atau material yang tidak diperlukan dari areal yang dijadikan lokasi konstruksi jalan. Area harus bersih dari pepohonan, tunggul, semak belukar, material lain yang tidak diperlukan. Kemudian hasil clearing di buang ke tempat pembuangan atau penumpukan material di daerah lokasi yang tidak mengganggu aktivitas masyarakat sekitar dengan menggunakan dump truk. Pekerjaan clearing dilakukan sedalam 50 cm untuk lahan bekas sawah dan 30 cm untuk lahan tanah biasa.

2.2.2 Pekerjaan Pembuatan Jalan Akses

Jalan Akses untuk mobilisasi pekerjaan dari jalan umum menuju ke tempat proyek

2.2.3 Pekerjaan Pembuatan Direksi Keet

Pembangunan direksi keet bertujuan untuk menunjang proses pekerjaan peningkatan jalan tersebut. Untuk menentukan durasi dan biaya dari pekerjaan ini, maka diperlukan data material yang dipilih, volume material, dan kapasitas produksi.

Direksi keet direncanakan dengan panjang 6 m, lebar 3 m, dan tinggi 3 m. Direksi keet ini dibangun dengan beberapa komponen yaitu tiang vertikal dan horizontal, dinding, dan atap. Tiang vertikal dan horizontal berfungsi sebagai penyangga dinding. Sedangkan untuk atap dalam direksi keet ini hanya memerlukan kuda-kuda dan gording saja karena atap direksi keet terbuat dari seng gelombang.

Material yang digunakan dalam pembangunan direksi keet ini adalah kayu meranti 8/12 sebagai tiang penyangga vertical dan horizontal, serta kuda-kuda. Gording menggunakan kayu meranti 5/7. Sedangkan dinding direksi keet ini menggunakan plywood ukuran 1,2 x 2,4 m. Untuk atap memakai seng gelombang 0,8 x 1,5 m.

Setelah material untuk pembangunan direksi keet diketahui, volume material dari pekerjaan ini dapat ditentukan melalui dimensi material dan jumlahnya.

- Volume tiang vertical
= dimensi tiang (m^2) x tinggi (m) x jumlah tiang
- Volume tiang horizontal
= dimensi tiang (m^2) x tinggi (m) x jumlah tiang
- Volume kuda-kuda ukuran kecil
= dimensi kuda-kuda (m^2) x panjang (m) x jumlah kuda – kuda

- Volume gording
= dimensi gording (m²) x panjang (m) x jumlah kuda – kuda
- Volume dinding
= jumlah Plywood
- Volume penutup atap
= Jumlah seng

Pada pembangunan direksi keet, selalu membutuhkan paku untuk mengaitkan setiap material. Paku yang dipakai biasanya berukuran 1,5 atau 2 kali tebal dari papan. Paling sedikit dipergunakan 2 buah paku untuk setiap ujung papan. Keperluan paku untuk pekerjaan ini dapat diketahui dengan melihat Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Keperluan Paku yang dibutuhkan untuk Direksi Keet

No.	Bahan Kayu dan Jenis Konstruksi	Satuan (m ³)	Kebutuhan Paku (kg)
Kerangka Kayu :			
1.	Ambang, satu balok	2,36	2,27 – 4,55
2.	Ambang, terdiri dari beberap kayu	2,36	4,55 -9,09
3.	Tiang (posts)	2,36	-
4.	Balok pendukung	2,36	4,55 -11,36
5.	Kerangka tegak dinding (Studs)	2,36	4,55 – 6,82
6.	Kayu dasar dan atas kerangka tegak	2,36	4,55 – 9,09
7.	Balok pendukung lantai	2,36	4,55 – 11, 32
8.	Kayu penguatan	2,36	9,09 – 11,32
9.	Kayu kuda-kuda dan bagian atas	2,36	3, 64 – 6, 82
	Lapis papan, lantai :		

1.	Lantai dengan sambungan		
	Mendatar	2,36	9,09 – 13,64
	Miring	2,36	9,09 – 13,64
2.	Atap dengan sambungan		
	Mendatar	2,36	9,09 – 13,64
	Miring	2,36	9,09 – 13,64
	Lapian dinding :	92,90 m²	5,45 – 9,09
3.	Lapisan tanpa sambungan		
	Tegak lurus kayu pendukung	2,36	9,09 – 13,64
	Miring terhadap kayu pendukung	2,36	9,09 – 13,64
4.	Atap tidak dengan sambungan		
	Mendatar	2,36	9,09 – 13,64
	Miring	2,36	9,09 – 13,64
5.	Lapisan dengan sambungan		
	Dipasang tegak lurus kayu pendukung	2,36	9,09 – 13,64
	Dipasang miring terhadap kayu pendukung	2,36	9,09 – 13,64

Sumber : *Ir. Soedrajat S, Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan, Nova, Bandung, halaman 175*

Untuk mengetahui durasi dari pekerjaan ini, diperlukan perhitungan kapasitas produksi atau jam kerja dari tiap pemasangan konstruksi direksi keet. Jam kerja yang dibutuhkan dari pekerjaan ini berdasarkan ketentuan pada *Tabel 2.2* dan *Tabel 2.3* dibawah ini.

**Tabel 2.2 Jam Kerja Yang Diperlukan Setiap 2,36 m³
Konstruksi Ringan**

No.	Jenis Pekerjaan	Jam Kerja / 2,36 m ³		
		Persispan	Mendirikan	Jumlah
1.	Ambang :			
	Sebatang kayu	12 - 18	8 - 12	20 - 30
	Seberapa batang kayu	15 - 25	8 - 12	25 - 35
2.	Tiang, sebatang kayu	8 - 12	8 - 12	16 - 24
3.	Pendukung mendatar :			
	Sebaang kayu	12 - 15	10 - 15	24 - 35
	Beberapa batang kayu	15 - 25	10 - 15	27 - 40
4.	Balok pendukung lantai	12 - 18	9 - 15	22 - 23
5.	Balok kerangka langit-langit	15 - 20	10 - 16	25 - 35
6.	Penguat balok pendukung lantai :			
	Setiap 1000 batang	10 - 15	10 - 15	20 - 30
	Setiap 2,36 m ³	30 - 40	30 - 40	60 - 80
7.	Kerangka tegak dinding	15 - 25	8 - 12	18 - 37
	Kerangka dinding pemisah	12 - 25	8 - 15	20 - 40
8.	Kayu penutup kerangka tegak	-	-	20 - 40
9.	Balok atas kuda – kuda pendukung tap (gording)	10 - 20	10 - 15	20 - 35
	Bagian pendukung bubungan dan lembah	20 - 30	12 - 20	30 - 45
10.	Kuda-kuda ukuran kecil	25 - 30	15 - 20	40 - 50

*Sumber : Ir. Sudrajat S, Analisa (Cara Modern)
Anggaran Biaya Pelaksanaan, Nova,
Bandung, halaman 178*

Tabel 2.2 menyajikan jam kerja untuk pengerjaan konstruksi kayu ringan menggunakan satuan setiap 2,36 m³. Dari tabel diketahui jam kerja mulai dari persiapan hingga mendirikan untuk :

1. Pemasangan beberapa kayu pendukung mendarat atau tiang horizontal adalah 27 - 40 jam per 2,36 m³
2. Pemasangan kerangka tegak dinding atau tiang vertikal adalah 18 - 37 jam per 2,36 m³
3. Pemasangan balok gording adalah 20 - 35 jam per 2,36 m³
4. Pemasangan kuda-kuda dengan ukuran kecil adalah 40 - 50 jam per 2,36 m³.

Tabel 2. 3 Jam kerja yang diperlukan untuk pemasangan papan kasar

No.	Jenis Pekerjaan	Jem kerja / 10 m ²	Jam kerja / 2,36 m ²
1.	Lantai kasar :		
	Tidak dengan sambungan	1,72 - 3,13	14 - 25
	Miring terhadap pendukung	2,27 - 3,78	17 - 29
	Dengan sambungan pendukung	2,05 - 3,56	16 - 27
	Miring terhadap pendukung	2,59 - 4,32	19 - 31
2.	Atap :		
	Tidak dengan sambungan, rata	2,16 - 3,24	17 - 25
	Ujung kuda-kuda dan jendela atap	2,92 - 4,32	22 - 32
	Dengan sambungan rata	2,48 - 3,78	19 - 28
	Ujung kuda-kuda dan jendela atap	3,24 - 4,86	24 - 35
3.	Lapisan dinding :		
	Tidak dengan sambungan	1,94 - 3,24	16 - 26
	Dengan sambungan pendukung	2,16 - 3,78	17 - 29

	Miring terhadap pendukung	2,7 – 4,43	20 - 32
4.	Papan dinding	1,62 – 3,02	14 – 26

Sumber : *Ir. Soedrajat S, Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan, Nova, Bandung, halaman 179*

Tabel 2.3 menyajikan jam kerja untuk pemasangan papan kasar menggunakan satuan setiap 10 m². Dari tabel diketahui jam kerja untuk :

1. Pemasangan atap tidak dengan sambungan adalah 2,16 - 3,24 jam per 10 m²
2. Pemasangan papan dinding adalah 1,62 - 3,02 jam per 10 m²

2.3 Pekerjaan Tanah

Pada proyek pembangunan tol pandaan-malang pekerjaan persiapan permukaan tanah dasar meliputi pekerjaan galian tanah dan pekerjaan timbunan tanah.

2.3.1 Pekerjaan Galian Badan Jalan

Dalam pembuatan jalan, galian merupakan proses mengurangi elevasi tanah asli yang bertujuan untuk melakukan pemenuhan terhadap elevasi yang dibutuhkan, karena jalan raya mempunyai elevasi yang telah direncanakan agar suatu jalan dapat dilewati dengan aman dan nyaman. Perbedaan dari material galian tanah akan berdampak pada penggunaan jenis peralatan dan produktivitas alat. Ada beberapa tipe pekerjaan galian tanah, diantaranya:

1. Galian tanah biasa

Pekerjaan galian tanah biasa adalah pekerjaan galian dengan material hasil galian berupa tanah pada umumnya, yang dengan mudah dapat dilakukan dengan Excavator. Galian ini tidak mencangkup galian batu,

namun galian untuk konstruksi atau galian material yang digunakan sebagai bahan baku. Selama proses penggalian tanah agar secara langsung dipisahkan dan ditumpuk pada suatu tempat. Material yang layak selanjutnya akan dipakai untuk timbunan tanah biasa dan timbunan kembali, sedangkan material yang tidak layak selanjutnya akan dibuang keluar daerah irigasi atau kesuatu tempat yang tidak akan mengganggu area pertanian dan fungsi jaringan.

2. Galian Batuan

Galian keras dan padat yang tidak dapat disingkirkan dengan mudah, galian yang membongkar batuan yang sebesar 1m³ dan membutuhkan pembongkaran dengan excavator yang dilengkapi dengan breaker atau dengan bahan Peledak.

3. Galian Bangunan

Galian pada segala jenis tanah dalam batas pekerjaan yang disebut atau ditunjukkan dalam gambar untuk bangunan, seperti pondasi struktur, galian untuk gorong-gorong, box culvert dan saranapembuangan air lainnya yang sesuai gambar.

2.3.2 Pekerjaan Timbunan Badan Jalan

Pekerjaan ini meliputi pekerjaan pengadaan, pengangkutan, penghamparan dan pemadatan tanah atau bahan berbutir yang direncanakan untuk pembuatan timbunan, untuk penimbunan kembali galian pipa atau struktur dan untuk timbunan umum yang diperlukan untuk membentuk dimensi timbunan sesuai dengan garis, kelandaian, dan elevasi penampang melintang. Penimbunan tanah dilakukan

secara bertahap dengan ketebalan 30 cm dalam keadaan gembur dan kemudian dipadatkan sampai ketinggian rencana. Nilai kepadatan tanah pada timbunan berlapis min 95 % dan pada timbunan top subgrade min 100%. Ada beberapa jenis pekerjaan timbunan tanah, yaitu :

1. Timbunan Biasa

Timbunan atau urugan yang digunakan untuk pencapaian elevasi akhir subgrade yang disyaratkan dalam gambar perencanaan tanpa maksud khusus lainnya. Timbunan biasa ini juga digunakan untuk penggantian material existing subgrade yang tidak memenuhi syarat.

2. Timbunan Pilihan

Timbunan atau urugan yang digunakan untuk pencapaian elevasi akhir subgrade yang disyaratkan dalam gambar perencanaan dengan maksud khusus lainnya, misalnya untuk mengurangi tebal lapisan pondasi bawah, untuk memperkecil gaya lateral tekanan tanah dibelakang dinding penahan tanah talud jalan

2.3.3 Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat Kelas A

Lapis Pondasi atas dalam pembangunan proyek ini menggunakan lapis pondasi dengan agregat kelas A. Pekerjaan ini meliputi pengangkutan, penghamparan, pembasahan, dan pemadatan agregat batu pecah yang bergradasi diantara lapisan subgrade dan lapisan permukaan. Lapisan ini dipadatkan dengan tebal hamparan sebesar +15 cm, dilaksanakan selebar rencana. Fungsi dari lapis pondasi ini antara lain :

1. Sebagai bagian dari konstruksi perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda.
2. Sebagai lapisan peresapan untuk pondasi bawah.

3. Memberikan bantalan terhadap lapisan permukaan.

2.4 Pekerjaan Perkerasan

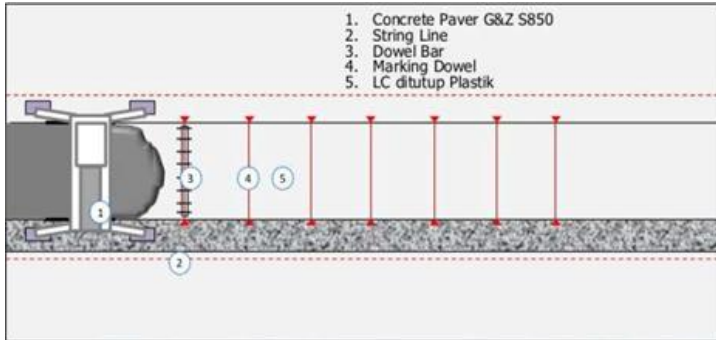
Perkerasan jalan adalah campuran antara agregat dan bahan pengikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas. Agregat yang dipakai adalah batu pecah atau batu belah atau batu kali ataupun bahan lainnya. Bahan ikat yang dipakai adalah aspal, semen ataupun tanah liat. Pada jalan Tol Pandaan Malang, perkerasan yang digunakan adalah rigid pavement. Perkerasan kaku atau rigid Adalah perkerasan yang menggunakan bahan ikat aspal, yang sifatnya kaku. Perkerasan kaku berupa plat beton dengan atau tanpa tulangan di atas tanah dasar dengan atau tanpa pondasi bawah.

2.4.1 Pekerjaan lantai kerja (lean concrete)

Dalam proyek ini pekerjaan *LeanConcrete* (lantai kerja) dengan beton K-125 atau beton kelas E $f_c' 10$ MPa setebal 10 cm. Pekerjaan ini meliputi penyediaan tenaga kerja, peralatan, material, dan pelaksanaan semua pekerjaan yang berkaitan dengan pembuatan lapisan perataan dan pekerjaan pelebaran perkerasan dengan *lean concrete*, termasuk persiapan lapisan alas, pengangkutan dan penyiapan agregat, pencampuran, pengadukan, penuangan, pemadatan, dan finishing.

Pekerjaan ini memerlukan ketelitian dalam hal kerataan dan elevasi harus diperhatikan. *Lean concrete* akan menentukan kualitas pekerjaan beton rigid di atasnya, maka sebelum dilaksanakan, permukaan dasar harus bersih dari kotoran, lumpur, batu lepas, atau bahan asing lainnya.

2.4.2 Pekerjaan pekerasan jalan (rigid pavement)



Gambar 2. 1 Bagian metode pengecoran pekerasan jalan

Pekerjaan ini meliputi pembuatan lapisan pekerasan beton semen-portland diatas lapis pondasi agregat dan menggunakan beton *lean concrete* sebagai lantai kerjanya. Sebagaimana disyaratkan dengan ketebalan dan bentuk penampang melintang, jenis pekerjaan jalan beton semen ini dibuat dengan tanpa tulangan. Dimana panjang pelatnya dibatasi oleh adanya sambungan – sambungan melintang. Pengecoran dapat dibagi atas 3 ruas jalan dengan ketentuan lebar 4,6 meter, 4,6 meter dan 2,6 meter setebal 30 cm yang dicor secara berkala sepanjang 50 meter

2.5 Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya merupakan perkiraan besarnya biaya yang diperlukan untuk membiayai pelaksanaan hasil setiap pekerjaan. Biaya tersebut didapatkan dengan menjumlahkan hasil pekerjaan di lapangan. Biaya tersebut didapatkan dengan menjumlahkan hasil perkalian antara harga masing -

masing pekerjaan dengan waktu masing – masing pekerjaan dengan volume masing-masing pekerjaan.

2.5.1 Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK)

Harga Satuan Pokok Kegiatan adalah harga untuk setiap pekerjaan yang terdiri dari beberapa komponen dengan nilai koefisien yang berdasarkan perhitungan Standar Nasional Indonesia (SNI) dengan penentuan besaran nilai koefisien disesuaikan dengan metode pelaksanaan yang akan diterapkan.

2.5.2 Analisa Harga Satuan (AHS)

Analisa Harga Satuan adalah suatu cara perhitungan harga satuan pekerjaan konstruksi yang dijabarkan dalam perkalian kebutuhan bahan bangunan, upah kerja, dan peralatan dengan harga bangunan, standar pengupahan pekerja dan harga sewa/beli peralatan untuk menyelesaikan per satuan pekerjaan konstruksi. Besarnya harga per satuan pekerjaan tersebut tergantung dari besarnya harga satuan bahan, harga satuan upah dan harga satuan alat dimana harga satuan upah tergantung pada tingkat produktivitas dari pekerja dalam menyelesaikan pekerjaan.

2.5.3 Harga Satuan Pekerjaan (HSP)

Merupakan harga satuan setiap (item) pembayaran. Selanjutnya harga satuan setiap mata pembayaran dikalikan dengan volume pekerjaan, menghasilkan harga pekerjaan setiap mata pembayaran. Jumlah harga bahan dan upah tenaga kerja berdasarkan perhitungan analisis. Harga bahan didapat dari harga pasaran, yang dikumpulkan dalam suatu daftar yang dinamakan Harga Satuan Bahan, Sedangkan upah dan tenaga kerja didapat

dilokasi, dikumpulkan dan dicatat sehingga menjadi daftar yang dinamakan Harga Satuan Upah.

2.5.4 Harga Perkiraan Sendiri (HPS)

Harga Perkiraan Sendiri adalah cara memperkirakan kemungkinan besarnya biaya atas pengadaan barang/jasa sesuai dengan syarat-syarat yang ditentukan Rencana Umum Pengadaan (RUP) dan spesifikasi, yang dikalkulasikan secara keahlian dan berdasarkan data yang dapat dipertanggung jawabkan.

2.6 Penggunaan Peralatan/Alat Berat

2.6.1 Dump Truck 10 ton

Dump Truck adalah kendaraan yang memiliki bak untuk mengangkut material menuju lokasi proyek dan pengangkutan atau pembuangan tanah. Dalam mengoperasikan dump truck yang sesuai dengan kapasitas excavator, hal yang utama adalah menghitung siklus dump truck. Waktu siklusnya terdiri dari:

1. Waktu muat adalah waktu yang diperlukan excavator dalam mengisi dump truck. Waktu muat sendiri tergantung pada: Ukuran dan jenis alat pemuat, jenis dan kondisi material yang dimuat, kapasitas alat angkut, serta kemampuan operator alat pemuat dan alat angkut.
2. Waktu Angkut adalah waktu berangkat saat dump truck dimuat. Waktu ini tergantung pada: Jarak tempuh alat angkut, serta kondisi jalan yang dilalui.
3. Waktu bongkar adalah waktu yang dibutuhkan untuk membongkar muatan material. Waktu ini tergantung pada: Kondisi dan jenis material, cara pembongkaran material, serta jenis alat pengangkutan.

4. Waktu kembali adalah waktu berangkat saat dump truck dalam keadaan kosong/tanpa muatan. Waktu kembali juga dipengaruhi hal-hal yang sama seperti: Waktu angkut.
5. Waktu tunggu adalah waktu yang diperlukan untuk posisi pengisian dan untuk excavator mengisi dumptruck. Waktu ini dipengaruhi oleh: Jenis alat pemuat, kemampuan alat pengangkutan alat pengangkut untuk berputar.



Gambar 2. 2 Dump Truck

Spesifikasi alat:

- | | |
|--|---------------|
| a. Kapasitas bak (V) | = 10 ton |
| b. Faktor efisiensi alat (Fa) | = 0.80 |
| c. Faktor konversi tanah lepas-padat (Fv) | = 0.86 |
| d. Berat tanah volume lepas (D) | = 1 |
| e. Kecepatan rata-rata bermuatan (V ₁) | = 20 km/jam |
| f. Kecepatan rata-rata kosong (V ₂) | = 30 km/jam |
| g. Waktu siklus : | |
| - Muat (t ₁) | = 20.08 menit |
| - Waktu tempuh isi (t ₂) | = 3 menit |
| - Waktu tempuh kosong (t ₃) | = 2 menit |
| - Lain lain (t ₄) | = 1 menit |
| - Total waktu siklus (ts) | = 26.08menit |

Kapasitas produksi perjam (Q):

$$\frac{V \times Fa \times 60}{D \times Fv \times Ts} \quad (\text{Pers. 1})$$

2.6.2 Excavator

Excavator adalah alat berat yang digunakan untuk memindahkan suatu material sehingga meringankan pekerjaan yang berat apabila dilakukan dengan tenaga manusia serta mempercepat waktu pelaksanaan sehingga menghemat waktu. Pada proyek ini, *excavator* digunakan untuk galian tanah.



Gambar 2. 3 Excavator

Spesifikasi alat:

- | | | |
|----|--|----------------------|
| a. | Kapasitas bucket (V) | = 1,2 m ³ |
| b. | Faktor bucket (Fb) | = 1 |
| c. | Faktor efisiensi alat (Fa) | = 0.75 |
| d. | Faktor konversi tanah lepas-padat (Fv) | = 0.9 |
| e. | Waktu siklus: | |
| | - Menggali/memuat (t ₁) | = 1 menit |
| | - Lain lain (t ₂) | = 0.50 menit |
| | - Total waktu siklus (ts) | = 1.5 menit |

Tabel 2. 4 Berat Isi Tanah dan Agregat

No.	Nama Bahan	Berat Isi Padat (Bip) (t/m ³)		Berat Isi Lepas (Bil) (t/m ³)	
		Min	Maks	Min	Maks
1	Agregat Kelas A	1.74	1.85	1.303	1.583
2	Agregat Kelas B	1.76	1.88	1.324	1.6
3	Agregat Kasar, hasil pemecah batu	1.32	1.45	1	1.283
4	Gravel	1.62	1.95	1.373	1.473
5	Pasir Urug	1.3	1.6	1.04	1.151
6	Pasir Pasang	1.38	1.54	1.243	1.316

Sumber : Permen PUPR th. 2016

Tabel 2. 5 Kondisi Tanah

Jenis Tanah	Kondisi Tanah Semula	Kondisi Tanah Yang Akan Dikerjakan		
		Asli	Lepas	Padat
Pasir	A	1	1.11	0.95
	B	0.9	1	0.86
	C	1.05	1.17	1
Kerikil Kasar	A	1	1.42	1.29
	B	0.7	1	0.91
	C	0.77	1.1	1

Sumber : Permen PUPR th. 2016

Kapasitas produksi perjam (Q):

$$\frac{V \times Fb \times Fa \times Fv \times 60}{T_s} \quad (\text{Pers. 2})$$

2.6.3 Bulldozer 100 – 150 HP

Bulldozer adalah traktor beroda rantai serba guna dan memiliki kemampuan traksi yang digunakan untuk mendorong, menggusur, mengurug dan sebagainya. Baik untuk kondisi medan kerja yang berat sekalipun, seperti daerah berbukit, berbatu, berhutan dan sebagainya. Bulldozer mampu beroperasi pada tanah kering hingga lembab. Pada kondisi tanah yang sangat lunak (liat berlumpur) dapat menggunakan swamp bulldozer.



Gambar 2. 4 Bulldozer

Tabel 2. 6 Faktor Pisau Bulldozer

Kondisi Kerja	Kondisi permukaan	Faktor Pisau
Mudah	Tidak keras/padat, tanah biasa, kadar air rendah, bahan timbunan	1,1 – 0,9
Sedang	Tidak terlalu keras/padat, sedikit	0,9 – 0,7

	mengandung pasir, kerikil, agregat halus	
Agak sulit	Kadar air agak tinggi, mengandung tanah liat, berpasir, kering/keras	0,7 – 0,6
Sulit	Batu hasil ledakan, batu belah ukuran besar	0,6 – 0,4

Sumber : Permen PUPR th. 2016

Spesifikasi alat:

- a. Panjang hamparan (Lh) = 50 meter
- b. Lebar efektif kerja blade (b) = 0.9 meter
- c. Jumlah lintasan (n) = 6 lintasan
- d. Jumlah lajur lintasan (N) = 3
- e. Kecepatan rata-rata alat (v) = 4 km/jam
- f. Lebar overlap (bo) = 0.3 meter
- g. Kapasitas pisau, (q) = 5,4 m³
- h. Faktor bucket (Fb) = 1
- i. Faktor efisiensi alat (Fa) = 0.83
- j. Waktu siklus:
 - Perataan 1 lintasan (t₁) = 0.75menit
 - Lain lain (t₂) = 1 menit
 - Total waktu siklus (ts) = 1.75 menit

Kapasitas produksi perjam (Q):

$$\frac{Lh \times (N(b-bo)+bo) \times t \times Fa \times 60}{n \times Ts} \quad (\text{Pers. 3})$$

2.6.4 Vibratory Roller 5-8 ton

Menurut Rochmanhadi (1982), *vibratory roller* adalah alat yang memungkinkan digunakan secara luas dalam tiap jenis pekerjaan pemadatan. Efek yang diakibatkan *vibratory roller* adalah gaya dinamis terhadap tanah. Butir-butir tanah cenderung mengisi bagian-bagian kosong yang terdapat diantara butirbutirnya. Sehingga akibat getaran ini tanah menjadi padat, dengan susunan yang lebih kompak. Menurut Soedrajat (1982), *vibratory roller* berfungsi sebagai alat pemadat.



Gambar 2. 5 Vibratory Roller

Spesifikasi alat:

- | | |
|---------------------------------|--------------|
| a. Kecepatan rata-rata alat (v) | = 4 km/jam |
| b. Lebar efektif pemadatan (b) | = 1.6 meter |
| c. Jumlah lintasan (n) | = 6 lintasan |
| d. Jumlah jalur lintasan (N) | = 3 lintasan |
| e. Lebar overlap (bo) | = 0.2 meter |
| f. Tebal pemadatan (t) | = 0.3 meter |
| g. Faktor efisiensi alat (Fa) | = 0.71 |

Kapasitas produksi perjam (Q):

$$\frac{(b \times v \times 1000) \times t \times Fa}{n} \quad (\text{Pers. 4})$$

2.6.5 Sheep Foot Roller

Prinsip dari sheep foot roller adalah sebuah silinder yang di bagian luarnya dipasang kaki-kaki. Pada kaki-kaki ini terjadi tekanan yang tinggi, sehingga kaki kaki ini masuk ke dalam tanah dan memberikan efek "pemadatan dari bawah". Sheep foot roller ini baik digunakan untuk tanah 15 berpasir dengan sedikit mengandung lempung, juga untuk tanah yang plastis dan kohesif. Sangat efektif digunakan untuk memadatkan material lepas dengan tebal lapisan antara 15 – 25 cm. Selain sheep foot roller dengan tarikan (towed) juga terdapat sheep foot roller yang bermesin yang dapat bergerak sendiri dengan kecepatan mencapai sekitar 32 km/jam. Untuk sheep foot roller yang ditarik, jika tenaga traktor penariknya cukup besar, biasanya ditarik beberapa jauh, berjajar ke samping, satu garis atau kombinasi keduanya. Ukuran sheep foot roller ini antara 3 - 5 ton, namun ada juga yang 12 - 30 ton.



Gambar 2. 6 Sheep Foot Roller

Spesifikasi alat:

- | | |
|---------------------------------|--------------|
| a. Kecepatan rata-rata alat (v) | = 1.5 km/jam |
| b. Lebar efektif pemadatan (b) | = 1.2 meter |
| c. Jumlah lintasan (n) | = 6 lintasan |
| d. Jumlah lajur lintasan (N) | = 3 |
| e. Lebar overlap (bo) | = 0.3 meter |
| f. Faktor efisiensi alat (Fa) | = 0.71 |

Kapasitas produksi perjam (Q):

$$\frac{(v \times 1000) \times (N \times (b - bo) + bo) \times t \times Fa}{n} \quad (\text{Pers. 5})$$

2.6.6 Motor Grader >100 HP

Grader asal kata dari *grade* atau kemiringan (permukaan), adalah alat khusus untuk pekerjaan membentuk kemiringan permukaan tanah secara mekanis. *Grader* digunakan untuk mengupas, memotong, meratakan suatu pekerjaan tanah, terutama pada tahap *finishing* agar di peroleh hasil pekerjaan dengan kerataan dan ketelitian yang optimal, disamping itu dapat pula digunakan untuk membuat kemiringan tanah atau badan jalan atau *slope* dan bisa juga digunakan untuk membuat parit-parit kecil.



Gambar 2. 7 Motor Grader

Spesifikasi alat:

- | | | |
|----|------------------------------|--------------|
| a. | Panjang hamparan (Lh) | = 50 meter |
| b. | Lebar overlap (bo) | = 0.3 meter |
| c. | Faktor efisiensi alat (Fa) | = 0.71 |
| d. | Kecepatan rata-rata alat (v) | = 4 km/jam |
| e. | Jumlah lintasan (n) | = 2 lintasan |
| f. | Jumlah lajur lintasan (N) | = 1 |
| g. | Lebar pisau efektif (b) | = 2.6 meter |

Waktu siklus:

- | | | |
|---|--|--------------|
| - | Perataan 1 kali lintasan (t ₁) | = 0.75 menit |
| - | Lain lain (t ₂) | = 1 menit |
| - | Total waktu siklus (ts) | = 1.75 menit |

Kapasitas produksi perjam (Q):

$$\frac{Lh \times (N \times (b - bo) + bo) \times t \times Fa \times 60}{ts + n} \quad (\text{Pers. 6})$$

2.6.7 Water Tank Truck 3000 – 4000 L

Water tanker truck (Truk Tangki Air) adalah kendaraan dirancang untuk membawa air, atau gas di jalan. kendaraan ini hampir mirip dengan kereta api mobil yang dirancang untuk membawa beban cair. Banyak varian yang ada karena berbagai cairan bisa diangkut. truk tangki cenderung besar, mereka dapat terisolasi atau non terisolasi, bertekanan atau non- bertekanan, dan dirancang untuk beban satu atau beberapa.



Gambar 2. 8 Water Tank Truck

Spesifikasi alat:

- a. Volume tangki air (V) = 4000L
- b. Kebutuhan air/m³ agregat padat (Wc) = 0.07 m³
- c. Kapasitas pompa air (pa) = 100 liter/menit
- d. Faktor efisiensi alat (Fa) = 0.71

Kapasitas produksi perjam (Q):

$$\frac{pa \times Fa \times 60}{1000 \times Wc} \quad (\text{Pers. 7})$$

2.6.8 Concrete Mixer Truck 7 m³

Truck mixer berfungsi mengangkut ready mix concrete dari batching plant ke lokasi pengecoran. Biasanya didalam truck mixer diisi dengan bahan material kering dan air melalui proses pengadukan (pencampuran) material tersebut terjadi selama waktu transportasi ke lokasi pengecoran. Untuk mempertahankan stabilitas kekentalan beton cor yang berada dalam truck-truck mixer ini melalui proses agitasi atau memutar drum (tangki yang berada diatas truck mixer) bagian dalam drum tersebut dilengkapi dengan spiral pisau satu arah rotasi putaran, sebagai pengaduk material beton cor selama waktu transportasi ke lokasi pengecoran (Wior, 2015).



Gambar 2. 9 Concrete Mixer

Spesifikasi alat:

- | | |
|---|--------------------|
| a. Kapasitas drum (V) | = 7 m ³ |
| b. Faktor efisiensi alat (Fa) | = 0.71 |
| c. Kecepatan rata-rata isi (v ₁) | = 30 km/jam |
| d. Kecepatan rata-rata kosong (v ₂) | = 40 km/jam |
| e. Waktu siklus: | |
| • Mengisi (t ₁) | = 0,5 menit |
| • Mencampur (t ₂) | = 1 menit |
| • Menuang (t ₃) | = 0,3 menit |
| • Menunggu (t ₄) | = 0,2 menit |
| • Total waktu siklus (t _s) | = 2 menit |

Kapasitas produksi perjam (Q):

$$\frac{V \times Fa \times 60}{T_s} \quad (\text{Pers. 8})$$

2.6.9 Concrete Pan Mixer

Merupakan alat berat yang digunakan untuk memproduksi adukan beton yang selanjutnya didistribusikan ke lokasi pengecoran menggunakan *Concrete Mixer*



Gambar 2. 10 Concrete Pan Mixer

Spesifikasi alat:

- | | |
|-----------------------------------|--------------|
| a. Kapasitas (V) | = 500 liter |
| b. Faktor efisiensi alat (Fa) | = 0.71 |
| c. Waktu siklus: | |
| • Muat (t ₁) | = 0.5 menit |
| • Mengaduk (t ₂) | = 0.5 menit |
| • Menuang (t ₃) | = 0.25 menit |
| • Menunggu, dll (t ₄) | = 0,25 menit |
| • Waktu total siklus (ts) | = 1.5 menit |

Kapasitas produksi perjam (Q):

$$\frac{V \times Fa \times 60}{1000 \times ts} \quad (\text{Pers. 9})$$

2.6.10 Slipform Paver (Wirtgen SP 500 Vario)

Concrete Paver berfungsi menghampar beton ready mix sama fungsinya dengan alat Asphalt Finisher. Menggunakan sistem slipform dan digunakan dalam proses pengecoran jalan raya (rigid) secara menerus dengan jaminan kualitas, kemiringan dan kerataan sesuai dengan titik yang ditentukan dengan sangat akurat.



Gambar 2. 11 Concrete Paver

Spesifikasi alat:

- a. Kapasitas lebar hamparan (b) = 3 m³
- b. Kecepatan menghampar (v) = 6 m/menit
- c. Faktor efisiensi alat (Fa) = 0.71

Kapasitas produksi perjam (Q):

$$b \times t \times Fa \times v \times 60 \quad (\text{Pers. 10})$$

2.7 Penjadwalan

Penjadwalan merupakan langkah menterjemahkansuatu perencanaan kegiatan kedalam suatu diagram-diagramyang sesuai dengan skala waktu. Penjadwalan ini sangatmenentukan aktivitas pelaksanaan proyek untuk dimulai,ditunda, dan diselesaikan sehingga biaya pelaksanaan danpemakaian sumber biaya dapat diselesaikan dengan waktumenurut waktu yang diperlukan. (“Manajemen Proyek” Ir.Imam Soeharto, 2001)

Jadwal waktu proyek juga merupakan tulangpunggung keseluruhan proses konstruksi sehingga harusdibuat berdasarkan sasaran dan pencapaian target yang jelasdengan memakai jadwal rencana kerja yang tepat, setiap tahap proses mendapat alokasi waktu yang cukup denganberbagai kegiatan dapat dimulai pada saat yang tepat pula.Dalam tugas akhir ini akan dibahas penjadwalandengan Bar Chart, Kurva S. dan Ms Project

2.7.1 Kurva S

Kurva S adalah sebuah grafik yang menunjukkan kemajuan pembangunan berdasarkan kegiatan, waktu, dan bobot pekerjaan yang dipresentasikan sebagai presentasi kumulatif dari seluruh kegiatan pembangunan. Visualisasi kurva S dapat memberikan informasi mengenai kemajuan pembangunan dengan membandingkan terhadap jadwal rencana. Dari

sinilah diketahui apakah ada keterlambatan atau percepatan jadwal pembangunan. Indikasi tersebut dapat menjadi informasi awal mula melakukan tindakan koreksi dalam proses pengendalian penjadwalan. Penyusun menggunakan kurva S untuk menyajikan progres pekerjaan berdasarkan waktu dan biaya pekerjaan, dikarenakan dengan kurva S dapat ditunjukkan lebih rinci mengenai durasi dan biaya pekerjaan, serta bobot tiap kerjaan terhadap kumulatif bobot pekerjaan.

2.7.2 Microsoft Office Project

Microsoft Office Project (Ms. Project) merupakan sebuah program komputer yang berguna untuk menyusun rencana kerja sebuah proyek. Program ini dirancang untuk membantu pekerjaan sebuah proyek dalam perencanaan pengembangan, mengatur durasi pekerjaan, mengatur jadwal pekerjaan, penggunaan sumber daya, dan masih banyak hal yang berhubungan dengan manajemen proyek. Ms. Project menyusun metode pelaksanaan dengan metode Precedence Diagram Method (PDM). Hubungan antar pekerjaan (Predecessors) dalam MS. Project dapat dituliskan dalam beberapa macam, yaitu:

- a. Finish to Start (FS)
Suatu hubungan ketergantungan dimana pekerjaan B tidak boleh dimulai sampai pekerjaan A selesai
- b. Start to Start (SS)
Suatu hubungan ketergantungan dimana pekerjaan B tidak boleh dimulai sebelum pekerjaan A dimulai juga

- c. Finish to Finish (FF)
Suatu hubungan ketergantungan dimana pekerjaan B tidak dapat diselesaikan sebelum pekerjaan A selesai
- d. Start to Finish (SF)
Suatu hubungan ketergantungan dimana pekerjaan B tidak dapat diselesaikan sebelum pekerjaan A dimulai.

2.8 Aspek K3

Dalam setiap pelaksanaan suatu proyek, Pihak Manajemen Perusahaan diwajibkan menerapkan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan (K3L) sebagai bagian dari kegiatan yang terintegrasi dalam semua kegiatan proyek yang sedang dikerjakan. Komitmen ini meliputi keinginan dan keyakinan untuk mencapai derajat kesehatan yang optimal bagi seluruh karyawan dan tercapainya minimal kecelakaan serta tercapainya target mutu Perusahaan yaitu kepuasan pelanggan.

Tujuan dari Rencana K3L adalah menyediakan suatu strategi manajemen yang efektif untuk mengatur kesehatan, keselamatan kerja, keamanan dan lingkungan proyek. Untuk mencapai tersebut, ini akan dibahas mengenai:

- a. Keselamatan dan Kesehatan Kerja meliputi rencana untuk menjaga keselamatan dan kesehatan dalam pelaksanaan pekerjaan sehingga memiliki tempat kerja yang bebas dari kecelakaan, penyakit dan kerusakan.
- b. Mitigasi dan Identifikasi Bahaya meliputi rencana untuk mengidentifikasi potensi bahaya dan cara penanggulangan bahaya tersebut di lapangan.

- c. Rencana Pengendalian Waktu meliputi rencana pengendalian waktu proyek untuk memastikan target proyek tercapai pada waktunya.
- d. Rencana Manajemen Mutu meliputi rencana pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan kriteria dan standard yang ditetapkan untuk mencapai suatu produk dan memenuhi kepuasan Pemangku Kepentingan.
- e. Rencana Manajemen Lingkungan meliputi rencana mengenai dampak proyek terhadap lingkungan dan cara meminimalisir dampak tersebut.

Program Keselamatan Kerja adalah suatu rencana pengendalian terhadap resiko kecelakaan kerja yang mungkin terjadi didalam suatu aktivitas pekerjaan. Hirarki pengendalian terhadap resiko kecelakaan kerja adalah:

- Eliminasi (menghilangkan) bahaya
- Substitusi (mengganti) misalnya peralatan atau bahan kimia
- Rekayasa Engineering, misalnya dengan menambah guarding atau penutup
- Pengendalian secara administrasi misalnya pengawasan, pelatihan, rotasi.
- Alat Pelindung Diri (APD).

Ketentuan-ketentuan dalam manajemen Keselamatan Kerja ini, meliputi:

1. Rambu Peringatan

- Setiap Pekerja diberi pengarahan mengenai K3 & Rambu-rambu yang digunakan
- Rambu peringatan dipasang disetiap area proyek dengan pertimbangan kemungkinan bahaya yang dapat terjadi.

- Untuk tempat tinggi dan berbahaya diberi Pagar serta JaringPengaman



Gambar 2. 12 Contoh Penggunaan Rambu-rambu keamanan

2. Personil atau Petugas K3L di lapangan

Manajemen menjamin bahwa personil-personil yang dipilih adalah orang-orang yang dapat mengikuti prosedur kerja, berkompeten/ahli serta memenuhi standar yang ditetapkan Perusahaan. Langkah-langkah yang dilakukan untuk memastikan hal di atas adalah:

- Memberikan identitas diri kepada seluruh pekerja dilapangan (ID Card).
- Memberikan lisensi/ijin terbatas kepada kelompok keahlian tertentu yang bekerja (operator alat berat).
- Meningkatkan jumlah personil untuk mengikuti pelatihan-pelatihan yang berhubungan dengan jenis pekerjaan dan sesuai tingkat resiko.

3. Penyiapan Alat Pelindung Diri

- a. APD Disediakan untuk Konsultan MK dan Tim Pengelolah Kegiatan.
- b. Selain itu semua pekerja diwajibkan mengenakan APD
- c. Dilengkapi fasilitas K3L Lainnya.

Daftar Peralatan Keselamatan Kerja meliputi:

1. Safety Helmet
2. Safety Shoes
3. Gloves
4. Rubber Gloves
5. Face Shields
6. Disposal Hearing Protectors
7. Safety Glasses
8. Mask Respiratory
9. Full Body Harness
10. Life Vest

BAB III METODOLOGI

3.1 Tujuan Metodologi

Pada suatu perencanaan dalam manajemen konstruksi merupakan cara atau perhitungan mengenai runtutan item pekerjaan, Bertujuan dalam mengetahui langkah - langkah pemecahan masalah sesuai dari tujuan yang ingin dicapai. Sebelum melaksanakan pekerjaan, Langkah awal yang dilakukan adalah persiapan. Persiapan pada awal, Bertujuan dalam mempermudah pelaksanaan pekerjaan berikutnya. Serangkaian pekerjaan persiapan, meliputi :

1. Mengumpulkan informasi mengenai data apa saja yang dibutuhkan dalam proses pengerjaan Tugas Akhir.
2. Mencari data ke instansi/perusahaan yang terkait yaitu PT. PP (Persero), serta meminta ijin dalam pengumpulan data
3. Mengajukan berkas-berkas untuk pengajuan permohonan data Tugas Akhir
4. Mengumpulkan dan mempelajari semua data yang berkaitan dengan hal-hal yang menunjang isi Tugas Akhir.

3.2 Tahapan Metodologi

Untuk mengetahui langkah – langkah yang dilakukan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini. Pada Tugas Akhir ini, membahas mengenai Estimasi Biaya dan Waktu pada Pelaksanaan Proyek Pembangunan Jalan Tol Pandaan Malang Seksi 4 STA 32+000 – STA 35+000. Tahapan – tahapan pada proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

3.2.1 Rumusan Masalah

Dalam merumuskan masalah pengerjaan tugas akhir ini, sebelumnya dapat dipahami permasalahan yang dibahas, bertujuan mendapatkan hasil dari tugas akhir tidak menyimpang dengan tujuan awal. Berdasarkan ide dan gagasan permasalahan proyek, maka dilakukan perhitungan Estimasi waktu dan biaya pada proyek Jalan Tol Pandaan malang Seksi 4 STA 32+000 - STA 35+000

3.2.2 Pengumpulan Data

Sebelum menentukan *variable* yang digunakan dalam permodelan tugas akhir ini, maka diperlukan data-data. Data-data yang diperlukan untuk penyusunan laporan tugas akhir ini antara lain :

- a. Gambar Rencana
- b. Data Alat Berat
- c. Harga Dasar Alat, Upah dan Bahan
- d. Spesifikasi Teknik

3.2.3 Pengolahan Data

Tahap pengolahan data yang diperoleh dari data proyek pengerjaan. Berupa perhitungan Volume, Produktivitas, Harga Satuan, Maupun Perhitungan durasi proyek pekerjaan pembangunan jalan tol.

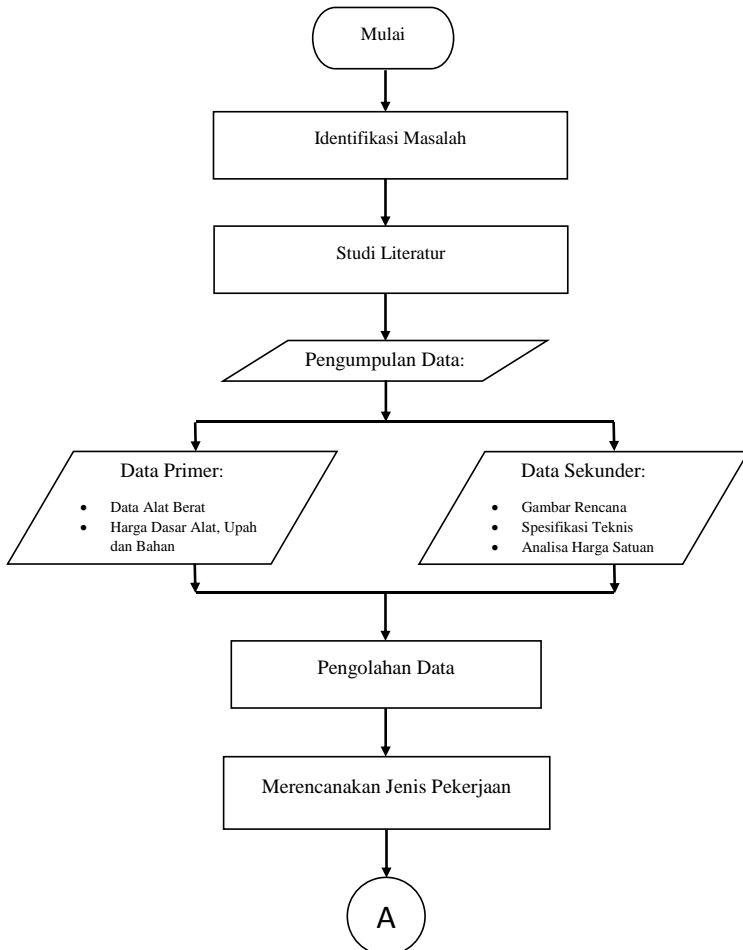
- a. Penyusunan Rincian Pekerjaan
Rincian pekerjaan dilakukan berdasarkan data dari proyek
- b. Perhitungan volume
Menghitung volume dari setiap pekerjaan struktur agar dapat merencanakan biaya dan waktu.

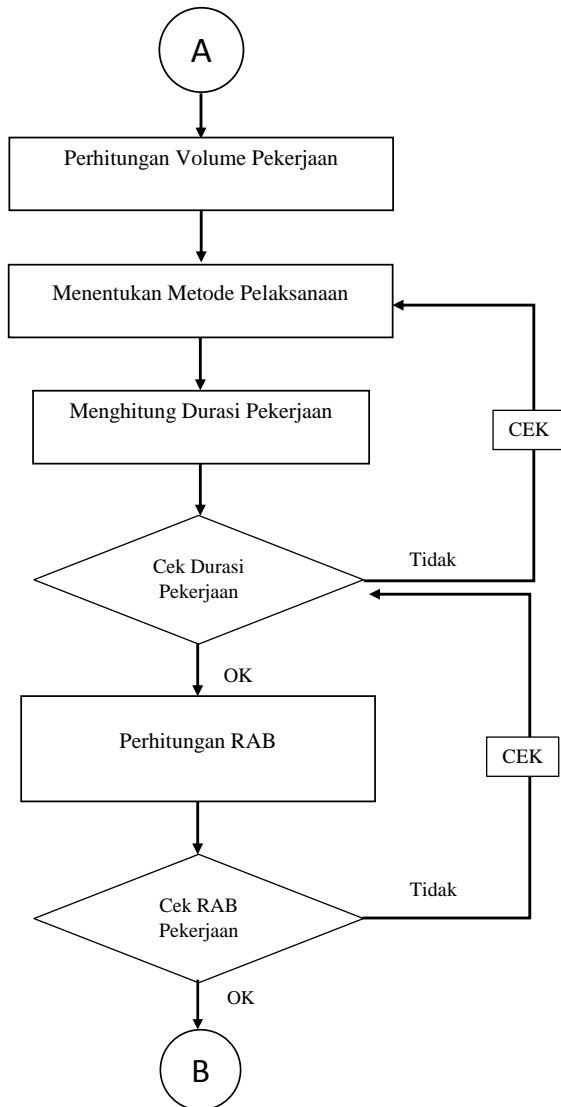
- c. Perhitungan Produktivitas
Melakukan perhitungan durasi waktu yang diperlukan setiap pekerjaan dengan memperhatikan kapasitas tenaga dan kapasitas produksi setiap alat.
- d. Rencana Anggaran Biaya
Melakukan perhitungan biaya yang dibutuhkan dalam setiap pekerjaan
- e. Penyusunan *Network Planning*
Tahap ini akan dilakukan penjadwalan dengan menggunakan *Network Planning* yang dibantu dengan aplikasi *Microsoft Office Project*.
- f. Penyusunan Kurva S
Pada tahap ini, akan dilakukan dengan membuat bar chart yang kemudian dihitung bobot per-item pekerjaannya sehingga dapat membentuk diagram kurva S yang berfungsi untuk pemantauan pelaksanaan proyek.

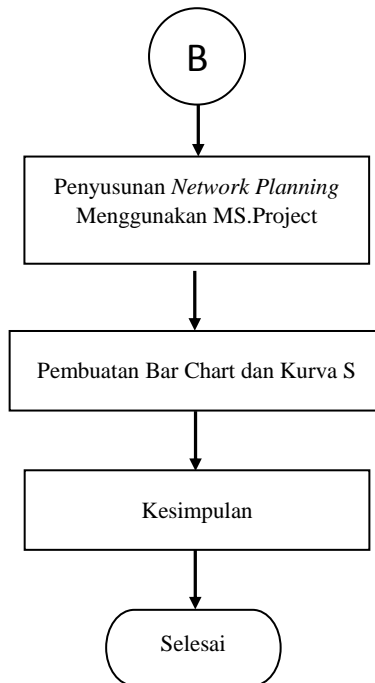
3.2.4 Hasil Dan Kesimpulan

Didapatkan kesimpulan dengan menganalisa data proyek dan total biaya proyek, serta gambar rencana dan spesifikasi pekerjaan proyek dengan tepat akan menghasilkan biaya dan waktu yang efisien.

3.3 Bagan Alir (Flow Chart)







BAB IV PERHITUNGAN VOLUME

4.1 Pekerjaan Persiapan

4.1.1 Pembersihan Lahan

Volume yang dihitung dalam pekerjaan pembersihan lahan yaitu volume galian tanah asli sedalam 20 cm. Jadi perhitungan volume galian pembersihan lahan untuk STA 32+000 sampai 35+000 adalah

$$\begin{aligned} &\text{Perhitungan volume total :} \\ &= \text{Panjang} \times \text{Lebar rata-rata} \times \text{tebal} \\ &= 3000 \times 35.043 \times 0.2 \\ &= 21026 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Tabel 4. 1 Pembersihan Lahan

STA awal	Lebar rata-rata (m)	Tebal	Panjang (m)	Volume (m3)
32+050	34.6	0.2	50	346
32+100	34.3	0.2	50	343
32+150	34.2	0.2	50	342
32+200	34.4	0.2	50	344
32+250	34.3	0.2	50	343
32+300	34.7	0.2	50	347
32+350	36.2	0.2	50	362
32+400	34.7	0.2	50	347
32+450	34.7	0.2	50	347
32+500	34.7	0.2	50	347
32+550	34.6	0.2	50	346

32+600	34.6	0.2	50	346
32+650	34.8	0.2	50	348
32+700	33.5	0.2	50	335
32+750	33.7	0.2	50	337
32+800	35.3	0.2	50	353
32+850	35.5	0.2	50	355
32+900	36.3	0.2	50	363
32+950	36.8	0.2	50	368
33+000	36.2	0.2	50	362
33+050	36.8	0.2	50	368
33+100	34.8	0.2	50	348
33+150	33.8	0.2	50	338
33+200	35.7	0.2	50	357
33+250	35.7	0.2	50	357
33+300	36.8	0.2	50	368
33+350	37.2	0.2	50	372
33+400	37.3	0.2	50	373
33+450	36.8	0.2	50	368
33+500	37	0.2	50	370
33+550	37.2	0.2	50	372
33+600	37.3	0.2	50	373
33+650	36.5	0.2	50	365
33+700	36.2	0.2	50	362
33+750	34.7	0.2	50	347
33+800	33.4	0.2	50	334
33+850	35.3	0.2	50	353
33+900	35.4	0.2	50	354
33+950	35.3	0.2	50	353
34+000	35.3	0.2	50	353
34+050	34.6	0.2	50	346

34+100	33.8	0.2	50	338
34+150	34.2	0.2	50	342
34+200	24.6	0.2	50	246
34+250	34.6	0.2	50	346
34+300	34.6	0.2	50	346
34+350	34.6	0.2	50	346
34+400	34.6	0.2	50	346
34+450	34.6	0.2	50	346
34+500	35.2	0.2	50	352
34+550	35.4	0.2	50	354
34+600	35.4	0.2	50	354
34+650	35.4	0.2	50	354
34+700	35.5	0.2	50	355
34+750	35.5	0.2	50	355
34+800	35.5	0.2	50	355
34+850	34.8	0.2	50	348
34+900	34.5	0.2	50	345
34+950	34.4	0.2	50	344
35+000	34.2	0.2	50	342
Total	35.043		3000	21026

4.1.2 Pekerjaan Jalan Akses Proyek

Material yang digunakan untuk jalan akses proyek adalah material yang sama pada timbunan, tujuan pembuatan jalan akses proyek ini sebagai jalan alternatif untuk akses para pekerja, alat berat, dan lain lain.

4.1.3 Pembuatan Direksi Keet

- Panjang direksi keet = 6m
- Lebardireksi keet = 3m
- Tinggidireksi keet = 3m

- Keliling direksi keet = $2 \times (p+1)$
= $2 \times (6 \text{ m} + 3\text{m})$
= 18m
- Luasan dinding
= $2 \times ((p \times t) + (l \times t)) + \text{Luas } \Delta \text{ penutup lubang}$
= $2 \times ((6 \times 3) + (3 \times 3)) + (2 \times \frac{3 \times 0,83}{2})$
= $45 \text{ m}^2 + 2,5\text{m}^2$
= $47,5 \text{ m}^2$
- Luasan atap = $2 \times (2 \times 6)$
= 24 m^2

Material yang akan digunakan dalam proses pembangunan direksi keet sebagai berikut:

- Tiang berbahan kayu meranti (5/7)
Dimensi = $0,05 \times 0,07\text{m}$
Panjang = 3 m
Jarak antar tiang = 1,2 m
Jumlah tiang = $\frac{\text{keliling direksi keet}}{\text{Jarak antar tiang}}$
= $\frac{18 \text{ m}}{1,2 \text{ m}}$
= 15 tiang
- Kuda kuda berbahan kayu meranti (5/7)
Dimensi = $0,05 \times 0,07 \text{ m}$
Panjang = $(2 \text{ m} + 2 \text{ m} + 2 \text{ m})$
= 6 m
Jumlah = 3 buah
- Gording berbahan kayu meranti (5/7)
Dimensi = $0,05 \times 0,07\text{m}$
Panjang = 6 m

- Jumlah = 6 buah
- Plywood 9mm
 - Dimensi = 1.2 m x 2.4m
 - Jumlah = $\frac{\text{Luasan direksi keet}}{\text{Luas penutup}}$
 - = $\frac{18 \text{ m}^2}{1.2 \text{ m}}$
 - = 15 lembar
 - Atap seng bergelombang 0.2mm
 - Dimensi = 0.8 x 1.8 m
 - Jumlah = $\frac{\text{Luasan atap}}{\text{Luas seng}}$
 - = $\frac{24 \text{ m}^2}{0.8 \text{ m} \times 1.8 \text{ m}}$
 - = 17 lembar

Perhitungan Volume

Berikut adalah perhitungan volume untuk pekerjaan pembangunan direksi keet

- Volume tiang
 - = (0.05m x 0.07m) x 3m x 15 tiang
 - = 0.1575 m³
- Volume kuda-kuda
 - = (0.05m x 0.07m) x 6 m x 3 buah
 - = 0.063 m³
- Volume gording
 - = (0.05m x 0.07m) x 6 m x 6 buah
 - = 0.126 m³
- Volume dinding
 - = 15 lembar
- Volume penutup atap
 - = 17 lembar

4.2 Pekerjaan Tanah

4.2.1 Umum

Pekerjaan tanah ini bertujuan untuk membentuk badan jalan meliputi galian, pekerjaan timbunan dan penggaruan serta dengan cara pemadatan, pembentukan pengujian tanah, dan pemeliharaan permukaan. Semua pekerjaan tanah dari berbagai bagian harus dilaksanakan sesuai menurut ukuran pada gambar kerja yang telah diarahkan oleh Direksi

4.2.2 Perhitungan

a. Timbunan dan galian

Metode perhitungan volume biasa dilakukan dengan perhitungan per 50 m setiap patok dengan tanah yang di timbun setiap layer 30 cm

Luas timbunan di STA 32+000 dirata-rata dengan Luas timbunan di STA 32+050, dimana rumus Luasnya adalah

$$= \frac{(\text{Panjang sisi bawah} + \text{panjang sisi atas}) \times \text{jarak per STA}}{2}$$

Dan untuk mencari volume adalah :

$$= \text{Luas rata-rata} \times \text{Panjang jalan per STA}$$

Untuk perhitungan timbunan pada setiap STA bisa dilihat di lampiran 1-1

4.3 Pekerjaan Perkerasan Berbutir

4.3.1 Lapis Pondasi Kelas A

Lapisan pondasi kelas A pada Jalan Tol Pandaan – Malang Seksi 4 adalah 15 cm. berikut adalah contoh perhitungan volume Lapis Pondasi Kelas A pada STA 32+000 sampai 32+050 sisi kanan :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= \text{Tebal} \times \text{Lebar jalan} \times \text{Panjang} \\
 &= 0,15 \times 11,7 \times 50 \\
 &= 87.75\text{m}^3
 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan semua perhitungan volume yang didapat dengan panjang 3000 m untuk semua Lapis Pondasi Kelas A adalah $10,530 \text{ m}^3$

4.4 Pekerjaan Perkerasan

4.4.1 *Lean Concrete*

Lapisan pondasi bawah untuk perkerasan kaku dapat berupa Lean Concrete atau bahan berbutir yang bisa berupa agregat atau lapisan pasir. Pada lantai kerja tidak di khususkan untuk menahan beban lalu lintas akan tetapi bertujuan untuk menyediakan lapisan yang seragam, stabil dan permanen. Maka dari itu sebelum dilaksanakan permukaan dasar harus bersih dari kotoran, lumpur, batu lepas atau benda asing lainnya. Beton yang digunakan untuk pekerjaan lean concrete menggunakan beton K-125 dengan ketebalan 10 cm, lebar Lean Concrete 2 jalur 23,4 m dan panjang Lean Concrete 3000 m. Adapun volume untuk material Lean Concrete :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= \text{tebal LC} \times \text{Lebar jalan} \times \text{Panjang Jalan} \\
 &\quad \times 2 \text{ jalur} \\
 &= 0,1 \times 11,7 \times 3000 \times 2 \\
 &= 7020 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

4.4.2 Lapisan Rigid Pavement

Perkerasan kaku pada proyek Jalan Tol Pandaan Malang seksi 4 merupakan struktur yang terletak diatas lean concrete dengan dibagi menjadi 2 jalur dengan ketebalan beton 30 cm menggunakan mutu K – 450 beton kelas P. Berikut adalah perhitungan volume:

$$\begin{aligned}
 &= \text{Tebal} \times \text{Lebar jalan} \times \text{Panjang} \times 2 \text{ jalur} \\
 &= 0,30 \times 11,7 \times 3000 \times 2 \\
 &= 21060 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

- Penulangan Rigid

Besi Dowel

Tebal Segmen	=0,36m
Lebar Segmen cepat	= 4,6m
Lebar Segmen lambat	= 4,6 m
Lebar Segmen bahu	= 2,6 m
Panjang segmen	= 5 m

Kebutuhan dowel 1 jalur Pemasangan dowel 1 kali pengecoran rigid

$$= \frac{\text{Lebar alat rigid}}{\text{jarak antar dowel}} = \frac{585 \text{ cm}}{45 \text{ cm}} = 13 \text{ dowel}$$

Pemasangan dowel 2 kali pengecoran dengan alat rigid

$$= 2 \times 13 \text{ Dowel} = 26 \text{ Dowel}$$

Pemasangan dowel tiap 5 m sekali

$$= \frac{\text{Panjang jalan}}{5 \text{ m}} = \frac{3000 \text{ m}}{5 \text{ m}} = 600 \text{ kali}$$

Jalur pemasangan dowel

$$\begin{aligned}
 &= 26 \text{ dowel} \times 600 \text{ kali pemasangan} \\
 &= 15600 \text{ Dowel}
 \end{aligned}$$

Kebutuhan 2 jalur pemasangan dowel

$$\begin{aligned}
 &= 15600 \text{ Dowel} \times 2 \text{ jalur} \\
 &= 31200 \text{ Dowel}
 \end{aligned}$$

$$1 \text{ Lonjor besi dowel} = 12$$

$$= \frac{1 \text{ lonjor besi}}{\text{panjang dowel}} = \frac{12000 \text{ cm}}{30 \text{ cm}} = 40 \text{ dowel}$$

Banyak lonjor besi yang dibutuhkan untuk dowel

$$= \frac{\text{kebutuhan dowel}}{40 \text{ dowel}} = \frac{31200}{40} = 780 \text{ dowel}$$

Volume Tulangan Dowel Diameter 36 mm

Luas penampang

$$= 3,14 \times r \times r$$

$$= 3,14 \times 0,018 \text{ m} \times 0,018 \text{ m}$$

$$= 0,00102 \text{ m}^2$$

Volume besi per batang

$$= \text{Luas penampang} \times \text{panjang besi per lonjor}$$

$$= 0,00102 \text{ m}^2 \times 12 \text{ m}$$

$$= 0,0122 \text{ m}^3$$

Berat besi per batang

$$= \text{Volume besi per batang} \times \text{Berat jenis besi}$$

$$= 0,0122 \text{ m}^3 \times 7850 \text{ kg/m}^3$$

$$= 95,835 \text{ Kg}$$

Total berat kebutuhan tulangan dowel

$$= \text{Berat besi per batang} \times \text{Jumlah keseluruhan besi perlonjor}$$

$$= 95,835 \text{ Kg} \times 780 = 74752 \text{ kg}$$

BAB V

PERHITUNGAN PRODUKTIVITAS DAN DURASI

5.1 Pekerjaan Persiapan

5.1.1 Pembersihan Lahan

Diketahui kebutuhan sumber daya untuk pekerjaan pembersihan lahan adalah sebagai berikut :

- **Kapasitas Produksi**

Jam kerja efektif per hari $T_k = 7$ jam

Faktor pengembangan tanah $F_k = 0.9$

Faktor tanah lepas $F_k 1 = 1$

1. Bulldozer

Dengan menggunakan rumus pada Pers.(3) dan spesifikasi Bulldozer yang sudah ditentukan, dapat dihitung produktivitasnya dengan uraian sebagai berikut:

Kapasitas produksi/jam :

$$Q = \frac{Lh \times (N(b - bo) + bo) \times t \times Fa \times 60}{n \times Ts}$$

$$Q = \frac{50 \times (3(0.9 - 0.3) + 0.3) \times 0.3 \times 0.83 \times 60}{6 \times 1.75}$$

$$Q = 149.40 \text{ m}^3$$

Koefisien Alat/ m^3 :

$$Q = \frac{1}{149.40}$$

$$Q = 0,007 \text{ jam}$$

2. Excavator

Dengan menggunakan rumus pada Pers.(2) dan spesifikasi Excavator yang sudah ditentukan, dapat dihitung produktivitasnya dengan uraian sebagai berikut:

Kapasitas produksi/jam (Q) :

$$Q = \frac{V \times Fb \times Fa \times Fv \times 60}{1.5}$$

$$Q = \frac{1.2 \times 1 \times 0.75 \times 0.83 \times 60}{1.5}$$

$$Q = 32.40 \text{ m}^3$$

Koefisien Alat/ m³:

$$Q = \frac{1}{32.40}$$

$$Q = 0,03 \text{ jam}$$

3. DumpTruck

Dengan menggunakan rumus pada Pers.(1) dan spesifikasi Dump Truck yang sudah ditentukan, dapat dihitung produktivitasnya dengan uraian sebagai berikut:

Kapasitas produksi/jam (Q) :

$$Q = \frac{V \times Fa \times 60}{D \times Fv \times ts}$$

$$Q = \frac{10 \times 0.83 \times 60}{1 \times 0.86 \times 17.57}$$

$$Q = 20.59 \text{ m}^3$$

Koefisien Alat/m³ :

$$Q = \frac{1}{20.59}$$

$$Q = 0,05 \text{ jam}$$

- **Durasi Pekerjaan**

Untuk menghitung durasi pekerjaan, maka digunakan kapasitas produksi yang terbesar untuk menentukan durasi pekerjaan. Dengan demikian, durasi pekerjaan penggalian dan pengangkutan tanah dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

1. Bulldozer

Jumlah alat yang digunakan
= 3 unit

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Kapasitas Produksi}}$$

$$\text{Durasi} = \frac{21026 \text{ m}^3}{149.40 \text{ m}^3/\text{jam} \times 3 \text{ unit}}$$

$$\text{Durasi} = 46.91 \text{ Jam}$$

Rencana total waktu penyelesaian

$$\begin{aligned} \text{Total waktu} &= \frac{\text{Durasi alat}}{\text{waktu kerja per hari}} \\ &= \frac{46.97 \text{ jam}}{7 \text{ jam}} = 8 \text{ hari} \end{aligned}$$

2. Excavator

Jumlah alat yang digunakan
= 6 unit

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Kapasitas Produksi}}$$

$$\text{Durasi} = \frac{21026 \text{ m}^3}{32.40 \text{ m}^3/\text{jam} \times 6 \text{ unit}}$$

$$Durasi = 108.15 \text{ Jam}$$

Rencana total waktu penyelesaian

$$\begin{aligned} \text{Total waktu} &= \frac{\text{Durasi alat}}{\text{waktu kerja per hari}} \\ &= \frac{108.15 \text{ jam}}{7 \text{ jam}} = 16 \text{ hari} \end{aligned}$$

3. Dump Truck

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Kapasitas Produksi}} \\ &= \frac{21026 \text{ m}^3}{20.59 \text{ m}^3/\text{jam} \times 5 \text{ unit}} \\ \text{Durasi} &= 204.23 \text{ Jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Excavator memuat ke Dump Truck :} \\ &= \frac{\text{Kapasitas bak dump truck}}{\text{Kapasitas bucket excavator}} = \frac{10}{1,2} \\ &= 8 \text{ kali muatan} \end{aligned}$$

Jadi waktu yang di butuhkan Excavator
untuk mengisi 1 Dump Truck
= CT excavator x 8
= 1.5 x 8
= 12 Menit

Rencana total waktu penyelesaian

$$\begin{aligned} \text{Total waktu} &= \frac{\text{Durasi alat}}{\text{waktu kerja per hari}} \\ &= \frac{204.23 \text{ jam}}{7 \text{ jam}} = 29 \text{ hari} \end{aligned}$$

5.1.2 Pembuatan Jalan Akses Proyek

Diketahui kebutuhan sumber daya untuk pekerjaan pembuatan jalan akses proyek adalah sebagai berikut :

1. Excavator

Dengan menggunakan rumus pada Pers.(2) dan spesifikasi Excavator yang sudah ditentukan, dapat dihitung produktivitasnya dengan uraian sebagai berikut:

$$\begin{aligned} & \text{Kapasitas produksi/jam (Q) :} \\ Q &= \frac{V \times Fb \times Fa \times Fv \times 60}{ts} \\ Q &= \frac{1.2 \times 1 \times 0.75 \times 0.83 \times 60}{1.5} \\ Q &= 32.40 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Koefisien Alat/m}^3: \\ Q &= \frac{1}{32.40} \\ Q &= 0,03 \text{ jam} \end{aligned}$$

2. DumpTruck

Dengan menggunakan rumus pada Pers.(1) dan spesifikasi Dump Truck yang sudah ditentukan, dapat dihitung produktivitasnya dengan uraian sebagai berikut:

$$\begin{aligned} & \text{Kapasitas produksi/jam (Q) :} \\ Q &= \frac{V \times Fa \times 60}{D \times Fv \times ts} \\ Q &= \frac{10 \times 0.83 \times 60}{1 \times 0.86 \times 17.57} \\ Q &= 20.59 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Koefisien Alat/m³ :

$$Q = \frac{1}{20.59}$$

$$Q = 0,05 \text{ jam}$$

- **Durasi Pekerjaan**

Untuk menghitung durasi pekerjaan, maka digunakan kapasitas produksi yang terbesar untuk menentukan durasi pekerjaan. Dengan demikian, durasi pekerjaan penggalian dan pengangkutan tanah dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

1. Excavator

Jumlah alat yang digunakan
= 1 unit

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Kapasitas Produksi}}$$

$$\text{Durasi} = \frac{175.5 \text{ m}^3}{32.40 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$\text{Durasi} = 5.41 \text{ Jam}$$

Rencana total waktu penyelesaian

$$\begin{aligned} \text{Total waktu} &= \frac{\text{Durasi alat}}{\text{waktu kerja per hari}} \\ &= \frac{5.41 \text{ jam}}{7 \text{ jam}} = 0.77 \text{ hari} \end{aligned}$$

2. Dump Truck

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Kapasitas Produksi}}$$

$$\text{Durasi} = \frac{175.5 \text{ m}^3}{20.59 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$\text{Durasi} = 8.52 \text{ Jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Excavator memuat ke Dump Truck :} \\ &= \frac{\text{Kapasitas bak dump truck}}{\text{Kapasitas bucket excavator}} = \frac{10}{1,2} \\ &= 8 \text{ kali muatan} \end{aligned}$$

Jadi waktu yang di butuhkan Excavator untuk mengisi 1 Dump Truck
 = CT excavator x 8
 = 1.5 x 8
 = 12 Menit

Rencana total waktu penyelesaian

$$\begin{aligned} \text{Total waktu} &= \frac{\text{Durasi alat}}{\text{waktu kerja per hari}} \\ &= \frac{8.5 \text{ jam}}{7 \text{ jam}} = 1.21 \text{ hari} \end{aligned}$$

5.1.3 Pembuatan Direksi Kit dan Gudang

Berikut ini adalah jam kerja yang diperlukan untuk pembuatan Direksi Keet konstruksi ringan. Berdasarkan *Tabel 2.2* keperluan jam kerja untuk pekerjaan konstruksi ringan tiap 2,36 m³ dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} - \text{ Pemasangan tiang vertikal} \\ &= \frac{18 \text{ jam} + 30 \text{ jam}}{2} = 24 \text{ jam} \end{aligned}$$

- Pemasangan tiang horizontal

$$= \frac{27 \text{ jam} + 40 \text{ jam}}{2} = 33,5 \text{ jam}$$
- Pemasangan kuda-kuda ukuran kecil

$$= \frac{40 \text{ jam} + 50 \text{ jam}}{2} = 45 \text{ jam}$$
- Pemasangan gording

$$= \frac{18 \text{ jam} + 30 \text{ jam}}{2} = 24 \text{ jam}$$

Berdasarkan *Tabel 2.3* keperluan jam kerja untuk pemasangan papan kasar tiap 10 m² dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

- Pemasangan dinding penutup

$$= \frac{1,62 \text{ jam} + 3,02 \text{ jam}}{2} = 2,32 \text{ jam}$$
- Pemasangan penutup atap

$$= \frac{2,16 \text{ jam} + 3,24 \text{ jam}}{2} = 2,7 \text{ jam}$$

Durasi Pekerjaan

Berikut ini adalah perhitungan durasi yang diperlukan untuk pembuatan Direksi Keet konstruksi ringan. Diketahui kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan ini adalah 2 grup.

Jadi untuk perhitungan durasi pekerjaan tiang dan kayu atap tiap 2,36 m³ dapat dihitung sebagai berikut :

- Pemasangan tiang vertikal

$$= \frac{\text{Volume tiang vertikal}}{2,36 \text{ m}^3} \times 24 \text{ jam}$$

$$= \frac{0,461 \text{ m}^3}{2,36 \text{ m}^3} \times 24 \text{ jam}$$

$$= 4,69 \text{ jam}$$

- Pemasangan tiang horizontal

$$= \frac{\text{Volume tiang horizontal}}{2,36 \text{ m}^3} \times 33,5 \text{ jam}$$

$$= \frac{0,614 \text{ m}^3}{2,36 \text{ m}^3} \times 33,5 \text{ jam}$$

$$= 4,69 \text{ jam}$$
- Pemasangan kuda-kuda ukuran kecil

$$= \frac{\text{Volume kuda-kuda}}{2,36 \text{ m}^3} \times 45 \text{ jam}$$

$$= \frac{0,144 \text{ m}^3}{2,36 \text{ m}^3} \times 45 \text{ jam}$$

$$= 2,75 \text{ jam}$$
- Pemasangan gording

$$= \frac{\text{Volume gording}}{2,36 \text{ m}^3} \times 27,5 \text{ jam}$$

$$= \frac{0,126 \text{ m}^3}{2,36 \text{ m}^3} \times 27,5 \text{ jam}$$

$$= 1,47 \text{ jam}$$

Untuk perhitungan durasi penutup dan atap tiap 10 m^2 dapat dihitung sebagai berikut :

- Pemasangan dinding penutup

$$= \frac{\text{Luasan direksi keet}}{10 \text{ m}^2} \times 2,32 \text{ jam}$$

$$= \frac{60,6 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 2,32 \text{ jam}$$

$$= 14,06 \text{ jam}$$
- Pemasangan penutup atap

$$= \frac{\text{Luasan atap}}{10 \text{ m}^2} \times 2,7 \text{ jam}$$

$$= \frac{24 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times 2,7 \text{ jam}$$

$$= 6,48 \text{ jam}$$

Total Durasi

= total durasi pekerjaan tiang dan kayu atap + total durasi pekerjaan penutup dan atap
 = 17,36 + 20,54 jam
 = 38,17 jam

- Durasi untuk 1 grup pekerja (d_1)
 = $\frac{38,17 \text{ jam}}{8 \text{ jam/hari}} = 5,45 \text{ hari}$
- Durasi untuk 2 grup pekerja (d_2)
 = $\frac{5,45 \text{ hari}}{2} = 2,73 \text{ hari} \approx 3 \text{ hari}$

Rencana Total Waktu Penyelesaian

Setelah diperhitungkan, maka rencana total waktu penyelesaian untuk pembangunan Direksi Keet adalah 3 hari.

5.2 Pekerjaan Tanah**5.2.1 Pekerjaan Timbunan**

Kapasitas produksi untuk pekerjaan timbunan material pilihan (Borrow material) yang terdiri dari bahan tanah atau tanah berbatu yang memenuhi semua ketentuan timbunan biasa dan sebagai tambahan harus memiliki sifat-sifat tertentu tergantung pada jenis pekerjaan yang dilakukan dan alat berat yang digunakan.

Jam kerja efektif/hari (T_k) = 7 jam

Faktor pengembangan bahan (F_k) = 0,9

Tebal hamparan Padat (t) = 0,30

- **Kapasitas produksi**

- a. **Excavator**

Kapasitas produksi/jam (Q) :

$$Q = \frac{V \times Fb \times Fa \times Fv \times 60}{ts}$$

$$Q = \frac{1.2 \times 1 \times 0.75 \times 0.83 \times 60}{1.5}$$

$$Q = 32.40 \text{ m}^3$$

Koefisien Alat/m³ :

$$Q = \frac{1}{32.40}$$

$$Q = 0,03 \text{ jam}$$

- b. **Dump Truck**

Kapasitas produksi/jam (Q) :

$$Q = \frac{V \times Fa \times 60}{D \times Fv \times ts}$$

$$Q = \frac{10 \times 0.83 \times 60}{1 \times 0.86 \times 17.57}$$

$$Q = 20.59 \text{ m}^3$$

Koefisien Alat/m³ :

$$Q = \frac{1}{20.59}$$

$$Q = 0,05 \text{ jam}$$

- **Durasi Pekerjaan**

Untuk menghitung durasi pekerjaan, maka digunakan kapasitas produksi yang terbesar untuk menentukan durasi pekerjaan. Dengan demikian, durasi pekerjaan penggalian dan pengangkutan tanah dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

b. Excavator

$$\begin{aligned} \text{Jumlah alat yang digunakan} \\ = 8 \text{ unit} \end{aligned}$$

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Kapasitas Produksi}}$$

$$\text{Durasi} = \frac{315875.84 \text{ m}^3}{32.40 \text{ m}^3/\text{jam} \times 8 \text{ unit}}$$

$$\text{Durasi} = 1218.65 \text{ Jam}$$

Rencana total waktu penyelesaian

$$\begin{aligned} \text{Total waktu} &= \frac{\text{Durasi alat}}{\text{waktu kerja per hari}} \\ &= \frac{1218.65 \text{ jam}}{7 \text{ jam}} \\ &= 174 \text{ hari} \end{aligned}$$

b. Dump Truck

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Kapasitas Produksi}}$$

$$\text{Durasi} = \frac{315875.84 \text{ m}^3}{20.59 \text{ m}^3/\text{jam} \times 10 \text{ unit}}$$

$$\text{Durasi} = 1534.12 \text{ Jam}$$

Excavator memuat ke DumpTruck :

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Kapasitas bak dump truck}}{\text{Kapasitas bucket excavator}} = \frac{10}{1,2} \\ &= 8 \text{ kali muatan} \end{aligned}$$

Jadi waktu yang di butuhkan Excavator
 untukmengisi 1 Dump Truck
 = CT excavator x 8
 = 1.5 x 8
 = 12 Menit

Rencana total waktu penyelesaian

$$\begin{aligned} \text{Total waktu} &= \frac{\text{Durasi alat}}{\text{waktu kerja per hari}} \\ &= \frac{1534.12 \text{ jam}}{7 \text{ jam}} \\ &= 219 \text{ hari} \end{aligned}$$

5.2.2 Penghamparan tanah

Jam kerja efektif per hari $T_k = 7$ jam
 Faktor pengembangan tanah $F_k = 0.9$
 Faktor tanah lepas $F_l = 1$

a. Kapasitas Produksi

1. Bulldozer

Dengan menggunakan rumus pada Pers.(8) dan spesifikasi Bulldozer yang sudah ditentukan, dapat dihitung produktivitasnya dengan uraian sebagai berikut:

Kapasitas produksi/jam :

$$\begin{aligned} Q &= \frac{Lh \times (N(b - bo) + bo) \times t \times Fa \times 60}{n \times Ts} \\ Q &= \frac{50 \times (3(0.9 - 0.3) + 0.3) \times 0.3 \times 0.83 \times 60}{6 \times 1.75} \\ Q &= 149.40 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Koefisien Alat/m³ :

$$Q = \frac{1}{149.40}$$

$$Q = 0,007 \text{ jam}$$

2. Motor Grader

Spesifikasi:

- Lebar mata pisau = 2,5 m
- Panjang mata pisau = 7,3 m
- Bobot total = 65,840 kg
- Radius belok = 12,4 m
- Sudut artikulasi kanan/kiri = 25°
- Rentang kemudi kanan/kiri = 47,5°

Dengan menggunakan Pers.(7), didapat nilai produktivitas Motor Grader dengan uraian sebagai berikut:

$$Q = \frac{Lh \times (N(b - bo) + bo) \times t \times Fa \times 60}{n \times Ts}$$

$$Q = \frac{50 \times (1(2.6 - 0.3) + 0.3) \times 0.3 \times 0.71 \times 60}{2 \times 1.75}$$

$$Q = 474.69 \text{ m}^3$$

Koefisien Alat/m³ :

$$Q = \frac{1}{474.69}$$

$$Q = 0,002 \text{ jam}$$

b. Durasi Pekerjaan

1. Bulldozer

Jumlah alat yang digunakan

= 5 unit

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Kapasitas Produksi}} \\
 \text{Durasi} &= \frac{315875.84 \text{ m}^3}{149.40 \text{ m}^3/\text{jam} \times 5 \text{ unit}} \\
 \text{Durasi} &= 422.85 \text{ Jam}
 \end{aligned}$$

Rencana total waktu penyelesaian

$$\begin{aligned}
 \text{Total waktu} &= \frac{\text{Durasi alat}}{\text{waktu kerja per hari}} \\
 &= \frac{422.85 \text{ jam}}{7 \text{ jam}} = 60 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

2. Motor Grader

Menggunakan 4buah Motor Grader

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi} &= \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Kapasitas Produksi}} \\
 \text{Durasi} &= \frac{315875.84 \text{ m}^3}{474.69 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}} \times 4 \text{ unit}} \\
 \text{Durasi} &= 166.35 \text{ Jam}
 \end{aligned}$$

Rencana total waktu penyelesaian

$$\begin{aligned}
 \text{Total waktu} &= \frac{\text{Durasi alat}}{\text{waktu kerja per hari}} \\
 &= \frac{166.35 \text{ jam}}{7 \text{ jam}} = 24 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

5.2.3 Pemasatan tanah

a. Kapasitas Produksi

- **Sheep Foot Roller**

Dengan menggunakan rumus pada Pers.(7) dan spesifikasi Sheep Foot Roller yang sudah ditentukan, dapat dihitung

produktivitasnya dengan uraian sebagai berikut:

$$Q = \frac{(v \times 1000) \times (N \times (b - b_0)) \times t \times Fa}{n}$$

$$Q = \frac{(1.5 \times 1000) \times (3 \times (1.2 - 0.3)) \times 0.3 \times 0.71}{6}$$

$$Q = 159.75 \text{ m}^3$$

Koefisien Alat/m³ :

$$Q = \frac{1}{159.75}$$

$$Q = 0,0063 \text{ jam}$$

- **Vibratory Roller**

Dengan menggunakan rumus pada Pers.(8) dan spesifikasi Vibratory Roller yang sudah ditentukan, dapat dihitung produktivitasnya dengan uraian sebagai berikut:

$$Q = \frac{(be \times v \times 1000) \times t \times Fa}{n}$$

$$Q = \frac{(1.6 \times 4 \times 1000) \times 0.3 \times 0.71}{6}$$

$$Q = 227.20 \text{ m}^3$$

Koefisien Alat/m³ :

$$Q = \frac{1}{227.20}$$

$$Q = 0,004 \text{ jam}$$

- **Water Tank Truck**

Spesifikasi:

- Volume tangki (V) = 4 m³ ≈ 4000 liter
- Jarak angkut = 2 m
- Kecepatan angkut = 50 km/jam

- Kecepatan kosong = 70 km/jam
- Waktu isi = 20 menit
- Waktu supplying = 10 menit
- Faktor Efisiensi alat (Fa) = 0,71
- Kapasitas Pompa (Pa) = 100 L/menit
- Kebutuhan air tiap m³ = 0,07 m³

Dengan menggunakan rumus pada Pers.(12), didapat nilai produktivitas Water Tank Truck dengan uraian sebagai berikut:

$$Q = \frac{Pa \times Fa \times 60}{Wc \times 1000}$$

$$Q = \frac{100 \text{ L/menit} \times 0.71 \times 60}{1000 \times 0.07}$$

$$Q = 60,86 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Koefisien Alat/m³ :

$$Q = \frac{1}{60,86}$$

$$Q = 0,02 \text{ jam}$$

b. Durasi Pekerjaan

1. Sheep Foot Roller

Durasi pekerjaan pemadatan dan penghancuran tanah keras material timbunan ini ditentukan oleh produktivitas dari Sheepfoot Roller. berikut contoh perhitungan durasi pekerjaan timbunan :

Menggunakan 10 buah Sheepfoot Roller
Maka kapasitas produksi = 10 x 159,75 m³
/jam = 1598 m³ /jam

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Kapasitas Produksi}} \\ \text{Durasi} &= \frac{315875.84 \text{ m}^3}{10 \times 159,75 \text{ m}^3/\text{jam}} \\ \text{Durasi} &= 197.66 \text{ Jam} \end{aligned}$$

Rencana total waktu penyelesaian

$$\begin{aligned} \text{Total waktu} &= \frac{\text{Durasi alat}}{\text{waktu kerja per hari}} \\ &= \frac{197.66 \text{ jam}}{7 \text{ jam}} = 28 \text{ hari} \end{aligned}$$

2. Vibratory Roller

Durasi pekerjaan pemadatan awal material timbunan ini ditentukan oleh produktivitas dari Vibratory Roller. berikut contoh perhitungan durasi pekerjaan timbunan:

Menggunakan 10 buah Vibratory Roller
Maka kapasitas produksi = $10 \times 227.20 \text{ m}^3/\text{jam} = 2272 \text{ m}^3/\text{jam}$

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Kapasitas Produksi}} \\ \text{Durasi} &= \frac{315875.84 \text{ m}^3}{2272 \text{ m}^3/\text{jam}} \\ \text{Durasi} &= 139.02 \text{ Jam} \end{aligned}$$

Rencana total waktu penyelesaian

$$\begin{aligned} \text{Total waktu} &= \frac{\text{Durasi alat}}{\text{waktu kerja per hari}} \\ &= \frac{139.02 \text{ jam}}{7 \text{ jam}} = 20 \text{ hari} \end{aligned}$$

3. Water Tank Truck

Menggunakan 10 buah Water Tank

$$Durasi = \frac{Volume Pekerjaan}{Kapasitas Produksi}$$

$$Durasi = \frac{315875.84 m^3}{60,86 \times 10 m^3/jam}$$

$$Durasi = 519.02 Jam$$

Rencana total waktu penyelesaian

$$Total waktu = \frac{Durasi alat}{waktu kerja per hari}$$

$$= \frac{519.02 jam}{7 jam} = 74 hari$$

5.3 Pekerjaan Perkerasan Berbutir

5.3.1 Pekerjaan Lapisan Pondasi Agregat Kelas A

Perincian spesifikasi pekerjaan :

Tebal lapisan = 15 cm = 0.15 m

Lebar lapisan = 11.7 m

Panjang = 3000 m

Volume lapisan pondasi agregat kelas A

= panjang (m) x lebar (m) x tebal lapisan (m) x 2 jalur

= 3000 m x 11.7m x 0.15 m x 2 = 3375 x 2 = 10,530 m³

Total volume pekerjaan agregat kelas A adalah

10,530 m³.

5.3.2 Pengiriman Material

- **Kapasitas Produksi**

1. Excavator

Dengan menggunakan rumus pada Pers.(5) dan spesifikasi Excavator yang sudah ditentukan, dapat dihitung produktivitasnya dengan uraian sebagai berikut:

Kapasitas produksi/jam (Q) :

$$Q = \frac{V \times Fb \times Fa \times Fv \times 60}{ts}$$

$$Q = \frac{1.2 \times 1 \times 0.75 \times 0.83 \times 60}{1.5}$$

$$Q = 32.40 \text{ m}^3$$

Koefisien Alat/m³ :

$$Q = \frac{1}{32.40}$$

$$Q = 0,03 \text{ jam}$$

2. Dump Truck

Kapasitas produksi/jam (Q) :

$$Q = \frac{V \times Fa \times 60}{D \times Fv \times ts}$$

$$Q = \frac{10 \times 0.83 \times 60}{1 \times 0.86 \times 17.57}$$

$$Q = 20.59 \text{ m}^3$$

Koefisien Alat/m³ :

$$Q = \frac{1}{20.59}$$

$$Q = 0,05 \text{ jam}$$

- **Durasi Pekerjaan**

Durasi pekerjaan pengiriman lapis Pondasi Kelas Aini ditentukan oleh produktivitas dari excavator dan Dump Truck. berikut contoh perhitungan durasi pekerjaan LPB

1. Excavator

Menggunakan 3 buah Excavator

kapasitas produksi = $3 \times 32.40 = 97.2\text{m}^3/\text{jam}$

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Kapasitas Produksi}}$$

$$\text{Durasi} = \frac{10,530\text{m}^3}{97.2 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$\text{Durasi} = 108.33 \text{ Jam}$$

Rencana total waktu penyelesaian

$$\begin{aligned} \text{Total waktu} &= \frac{\text{Durasi alat}}{\text{waktu kerja per hari}} \\ &= \frac{108.33 \text{ jam}}{7 \text{ jam}} = 15 \text{ hari} \end{aligned}$$

2. Dump Truck

Menggunakan 3 buah Dumptruck

kapasitas produksi = $3 \times 20.59 = 61.77 \text{ m}^3/\text{jam}$

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Kapasitas Produksi}}$$

$$\text{Durasi} = \frac{10,530\text{m}^3}{61.77\text{m}^3/\text{jam}}$$

$$\text{Durasi} = 170.47 \text{ Jam}$$

Rencana total waktu penyelesaian

$$\begin{aligned} \text{Total waktu} &= \frac{\text{Durasi alat}}{\text{waktu kerja per hari}} \\ &= \frac{170.47 \text{ jam}}{7 \text{ jam}} = 24 \text{ hari} \end{aligned}$$

5.3.3 Penghamparan Lapisan Pondasi kelas A

• Kapasitas Produksi

1. Motor Grader

Spesifikasi:

- Lebar mata pisau = 2,5 m
- Panjang mata pisau = 7,3 m
- Bobot total = 65,840 kg
- Radius belok = 12,4 m
- Sudut artikulasi kanan/kiri = 25°
- Rentang kemudi kanan/kiri = 47,5°

Dengan menggunakan Pers.(7), didapat nilai produktivitas Motor Grader dengan uraian sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Q &= \frac{Lh \times (N(b - bo) + bo) \times t \times Fa \times 60}{n \times Ts} \\ Q &= \frac{50 \times (1(2.6 - 0.3) + 0.3) \times 0.3 \times 0.71 \times 60}{2 \times 1.75} \\ Q &= 474.69 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Koefisien Alat/m³ :

$$\begin{aligned} Q &= \frac{1}{474.69} \\ Q &= 0,002 \text{ jam} \end{aligned}$$

- **Durasi Pekerjaan**

Menggunakan 1 buah Motor Grader

$$Durasi = \frac{Volume\ Pekerjaan}{Kapasitas\ Produksi}$$

$$Durasi = \frac{10,530m^3}{474.69\ m^3/jam}$$

$$Durasi = 22.18\ Jam$$

Rencana total waktu penyelesaian

$$\begin{aligned} Total\ waktu &= \frac{Durasi\ alat}{waktu\ kerja\ per\ hari} \\ &= \frac{22.18\ jam}{7\ jam} = 3\ hari \end{aligned}$$

5.3.4 Pemasangan Lapis Pondasi KelasA

1. Vibratory Roller

Dengan menggunakan rumus pada Pers.(8) dan spesifikasi Vibratory Roller yang sudah ditentukan, dapat dihitung produktivitasnya dengan uraian sebagai berikut:

$$Q = \frac{(b \times v \times 1000) \times t \times Fa}{n}$$

$$Q = \frac{(1.6 \times 4 \times 1000) \times 0.3 \times 0.71}{6}$$

$$Q = 227.20\ m^3$$

Koefisien Alat/ m^3 :

$$Q = \frac{1}{227.20}$$

$$Q = 0,004\ jam$$

- **Durasi Pekerjaan**

Menggunakan 2 buah Vibratory Roller

Maka kapasitas produksi = $2 \times 227.20 \text{ m}^3/\text{jam}$

= $454.4 \text{ m}^3/\text{jam}$

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Kapasitas Produksi}}$$

$$\text{Durasi} = \frac{10,530\text{m}^3}{454.4 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$\text{Durasi} = 23.17 \text{ Jam}$$

Rencana total waktu penyelesaian

$$\begin{aligned} \text{Total waktu} &= \frac{\text{Durasi alat}}{\text{waktu kerja per hari}} \\ &= \frac{23.17 \text{ jam}}{7 \text{ jam}} = 3 \text{ hari} \end{aligned}$$

5.3.4.1 Pembasahan Lapis Pondasi Kelas A

1. Water Tank Truck

Spesifikasi:

- Volume tangki (V) = $4 \text{ m}^3 \approx 4000 \text{ liter}$
- Jarak angkut = 2 m
- Kecepatan angkut = 50 km/jam
- Kecepatan kosong = 70 km/jam
- Waktu isi = 20 menit
- Waktu supplying = 10 menit
 - Faktor Efisiensi alat (Fa) = 0,71
 - Kapasitas Pompa (Pa) = 100 L/menit
 - Kebutuhan air tiap m^3 = $0,07 \text{ m}^3$

Dengan menggunakan rumus pada Pers.(12), didapat nilai produktivitas Water Tank Truck dengan uraian sebagai berikut:

$$Q = \frac{Pa \times Fa \times 60}{Wc \times 1000}$$

$$Q = \frac{100 \text{ L/menit} \times 0.71 \times 60}{1000 \times 0.07}$$

$$Q = 60,86 \text{ m}^3/\text{jam}$$

- **Durasi Pekerjaan**

Menggunakan 3 buah Water Tank

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Vol. Pekerjaan}}{\text{Kapasitas Produksi}}$$

$$\text{Durasi} = \frac{10,530 \text{ m}^3}{60,86 \times 3 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$\text{Durasi} = 57.67 \text{ Jam}$$

Rencana total waktu penyelesaian

$$\text{Total waktu} = \frac{\text{Durasi alat}}{\text{waktu kerja per hari}}$$

$$= \frac{57.67 \text{ jam}}{7 \text{ jam}} = 8 \text{ hari}$$

5.4 Pekerjaan Perkerasan

5.4.1 Pekerjaan Lean Concrete

Produktivitas pengangkutan material beton dari Batching Plan ke Truck Mixer tiap 1 Lajur

- **Pengecoran LC**

1. Concrete Pan Mixer (Batching Plan)

Kapasitas Produksi (V) = 500 liter

Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,71

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu memuat (T1)} &= 0,50 \text{ menit} \\
 \text{Waktu mengaduk (T2)} &= 1 \text{ menit} \\
 \text{Waktu menuang(T3)} &= 0,30 \text{ menit} \\
 \text{Waktu menunggu} &= 0,30 \text{ menit} \\
 \text{Total waktu siklus} &= \\
 T_s &= T1 + T2 + T3 + T4 \\
 &= 0,50 + 1 + 0,30 + 0,30 \\
 &= 2 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{V \times Fa \times 60}{1000 \times t_{s1}} \\
 Q &= \frac{500 \times 0,71 \times 60}{1000 \times 2} \\
 Q &= 10,65 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

$$\text{Koefisien Alat/ m}^3 \text{ (Q1)} = \frac{1}{10,65} = 0,09 \text{ jam}$$

2. Truck Mixer

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas drum} &= 7 \text{ m}^3 \\
 \text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,71 \\
 \text{Kecepatan rata-rata isi (V1)} &= 30 \text{ km/jam} \\
 \text{Kecepatan rata-rata kosong} &= 40 \text{ km/jam} \\
 \text{Waktu siklus:} & \\
 \text{Mengisi (T1)} &= \frac{V}{Q \text{ concrete pan mixer}} \times 60 \\
 &= \frac{7}{10,65} \times 60 \\
 &= 39,44 \text{ menit} \\
 \text{Tempuh isi (T2)} &= \frac{L}{v_1} \times 60 = \frac{10}{30} \times 60 = 20 \\
 &\text{menit} \\
 \text{Tempuh kosong (T3)} &= \frac{L}{v_2} \times 60 = \frac{10}{40} \times 60 = 15 \\
 &\text{menit} \\
 \text{Menuangkan (T4)} &= 0,30 \text{ menit} \\
 \text{Total waktu siklus (Ts2)} &= T1 + T2 + T3 + T4 \\
 &= 74,74 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Kapasitas Produksi/jam(Q2)

$$\begin{aligned} Q2 &= \frac{V \times Fa \times 60}{ts^2} \\ &= \frac{7 \times 0.71 \times 60}{74.74} \\ &= 3.99 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\text{Koefisien Alat/ m}^3 = \frac{1}{3.99} = 0.25 \text{ jam}$$

5.4.2 Pekerjaan perkerasan Rigid Pavement

Perincian spesifikasi pekerjaan :

- Tebal 0,30 m
- Lebar jalur 11,70 m
- Panjang 3000 m

Volume lapisan pondasi aggregate kelas

$$\begin{aligned} B &= \text{Panjang} \times \text{Lebar jalur} \times \text{Tebal} \times 2 \text{ jalur} \\ &= 3000 \text{ m} \times 11,70 \text{ m} \times 0,30 \text{ m} \times 2 \\ &= 21060 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- **Penulangan Rigid Pavement**

Produktivitas pemotongan dowel :

Pemotongan tiap 100 batang Φ 36 = 4,5 jam
(setiap 1 orang)

Pemotongan tiap 100 batang D13 = 2,5 jam
(setiap 1 orang)

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Kebutuhan Dowel}}{100 \text{ Batang}} \times 4,5 \text{ jam} \\ &= \frac{31200}{100 \text{ Batang}} \times 4,5 \text{ jam} = 1404 \end{aligned}$$

Kapasitas produksi per jam

$$\begin{aligned} &= \frac{100 \text{ batang} \times 1 \text{ jam}}{4,5 \text{ jam}} = 22 \text{ batang per jam} \\ &= 154 \text{ batang/hari (1 pekerja)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Durasi yang dibutuhkan} \\ & = \frac{\text{Kebutuhan dowel}}{\text{produksi per jam}} = \frac{31200}{154} = 201,6 \text{ hari (1 pekerja)} \\ & \qquad \qquad \qquad = 25 \text{ hari (8 pekerja)} \end{aligned}$$

Harga sewa alat, bahan, dan upah berdasarkan survey harga di daerah proyek :

Bahan - Dowel Φ 36 = 12,280.42,-/m³

Tenaga kerja - Pekerja = 8.756,-/jam

Biaya pelaksanaan pembuatan beton

$$\begin{aligned} \text{Dowel } \Phi 36 &= \text{kebutuhan besi} \times \text{harga satuan} \\ &= 74752 \times \text{Rp. } 12,280.42 \\ &= \text{Rp. } 917,985,955.84 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= \text{jumlah} \times \text{jam efektif} \times \text{durasi} \times \text{upah pekerja} \\ &= 8 \times 7 \times 25 \text{ hari} \times \text{Rp. } 8.756,- \\ &= \text{Rp. } 12.258.400,00 \end{aligned}$$

- **Pengecoran Rigid**

1. **Concrete pan mixer**

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Produksi (V)} &= 500 \text{ liter} \\ \text{Faktor efisiensi alat (Fa)} &= 0,71 \\ \text{Waktu memuat (T1)} &= 0,50 \text{ menit} \\ \text{Waktu mengaduk (T2)} &= 1 \text{ menit} \\ \text{Waktu menuang (T3)} &= 0,30 \text{ menit} \\ \text{Waktu menunggu} &= 0,30 \text{ menit} \\ \text{Total waktu siklus} &= \\ \text{Ts} &= \text{T1} + \text{T2} + \text{T3} + \text{T4} \\ &= 0,50 + 1 + 0,30 + 0,30 \\ &= 2 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= \frac{V \times Fa \times 60}{1000 \times ts1} \\ Q &= \frac{500 \times 0.71 \times 60}{1000 \times 2} \\ Q &= 10.65 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\text{Koefisien Alat/ m}^3 \text{ (Q1)} = \frac{1}{10.65} = 0,09 \text{ jam}$$

2. Slipform paver

$$\text{Lebar hamparan}(b) = 3.6 \text{ m}$$

$$\text{Tebal Hamparan}(t) = 0,3 \text{ m}$$

$$\text{Kecepatan Hampar}(v) = 6 \text{ m/menit}$$

$$\text{Faktor efisiensi alat}(Fa) = 0,71$$

Kapasitas produksi

$$= b \times t \times Fa \times v \times 60$$

$$= 3.6 \times 0,3 \times 6 \times 0.71 \times 60$$

$$= 276.05 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Koefisien Alat/ m}^3 = \frac{1}{276.05} = 0,004 \text{ jam}$$

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Vol. Pekerjaan}}{\text{Kapasitas Produksi}}$$

$$\text{Durasi} = \frac{21060 \text{ m}^3}{276.05 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$\text{Durasi} = 76.29 \text{ Jam}$$

Rencana total waktu penyelesaian

$$\begin{aligned} \text{Total waktu} &= \frac{\text{Durasi alat}}{\text{waktu kerja per hari}} \\ &= \frac{76.29 \text{ jam}}{7 \text{ jam}} = 11 \text{ hari} \end{aligned}$$

3. Truck mixer

$$\text{Kapasitas drum} = 7 \text{ m}^3$$

$$\text{Faktor efisiensi alat (Fa)} = 0,71$$

$$\text{Kecepatan rata-rata isi (V1)} = 30 \text{ km/jam}$$

$$\text{Kecepatan rata-rata kosong} = 40 \text{ km/jam}$$

Waktu siklus:

$$\text{Mengisi (T1)} = \frac{V}{Q \text{ concrete pan mixer}} \times 60$$

$$= \frac{7}{10.65} \times 60$$

$$= 39.44 \text{ menit}$$

$$\text{Tempuh isi (T2)} = \frac{L}{V_1} \times 60 = \frac{10}{30} \times 60 = 20 \text{ menit}$$

$$\text{Tempuh kosong (T3)} = \frac{L}{v_2} \times 60 = \frac{10}{40} \times 60 = 15 \text{ menit}$$

$$\text{Menuangkan (T4)} = 0.30 \text{ menit}$$

$$\text{Total waktu siklus (Ts2)} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 = 74.74 \text{ menit}$$

Kapasitas Produksi/jam(Q2)

$$Q_2 = \frac{V \times Fa \times 60}{Ts_2} = \frac{7 \times 0.71 \times 60}{74.74}$$

$$= 3.99 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Koefisien Alat/ m}^3 = \frac{1}{3.99} = 0.25 \text{ jam}$$

BAB VI

RENCANA ANGGARAN BIAYA DAN PENJADWALAN

6.1 Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK)

Dipakai Peraturan Menteri PUPR tahun 2016 dengan uraian seperti pada *Lampiran 2-1*

6.2 Analisa Harga Satuan (AHS)

Dihitung analisa harga satuan alat dengan menggunakan HSPK yang sudah ditentukan dengan uraian yang dijelaskan pada *Lampiran 2-2*

Tabel 6. 1 Rekapitulasi Perhitungan HPS Alat

NO.	PERALATAN/ALAT BERAT	Satuan	Kode	Harga Satuan (Rp)
1	Bulldozer 100 - 150 HP	unit	E01	633367.29
2	Dump Truck 16 ton	unit	E02	715123.21
3	Excavator <i>Backhoe</i>	unit	E03	583201.55
4	<i>Concrete Mixer</i> 0.3 - 0.6 m ³	unit	E04	320780.13
5	Vibratory Roller 5 - 8 ton	unit	E05	464329.33
6	<i>Concrete Vibrator</i>	unit	E06	60000.00
7	Water Tank Truck 3000 - 4000 L	unit	E07	505624.27
8	Sheep Foot Roller	unit	E08	505791.44
9	Slipform Paver (Wirtgen SP 500 Vario)	unit	E09	681603.71
10	<i>Concrete Pan Mixer</i>	unit	E10	506257.49
11	Motor Grader >100 hp	unit	E11	587159.25

6.3 Harga Perkiraan Sendiri (HPS)

Dengan menggunakan HSPK dan AHS Alat dihitung harga satuan tiap pekerjaan dengan uraian pada *Lampiran 2-3*

Tabel 6. 2 HPS Pekerjaan Pembersihan Lahan

No.	Komponen	Satuan	Koef	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)		
I	Bahan						
	Jumlah Harga Bahan						
II	Alat						
1	Excavator	E03	jam	0.03	583201.55	18000.05	
2	Dump Truck	E02	jam	0.05	715123.21	34725.01	
3	Bulldozer	E01	jam	0.007	633367.29	4239.41	
Jumlah Harga Alat					56964.47		
III	Tenaga						
1	Mandor	L04	jam	0.03	120740.13	3726.55	
2	Pekerja	L01	jam	0.06	95704.06	5907.66	
Jumlah Harga Tenaga					9634.21		
IV	Jumlah Harga Tenaga, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)				(Rp)	66598.67	
V	<i>Overhead</i> + Profit				15% x D	(Rp)	9989.80
VI	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				(Rp)	76588.47	

Tabel 6. 3 HPS Pekerjaan Jalan Akses Proyek

No.	Komponen		Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
I	Bahan					
1	Timbunan	M02	m3	0.93	119732.46	110991.99
	Jumlah Harga Bahan					110991.99
II	Alat					
1	Vibratory Roller	M15	jam	0.0063	432425.95	2706.89
2	Water Tank Truck	E08	jam	3.35	505624.2673	1695587.75
3	Bulldozer	E01	jam	0.007	633367.29	4239.41
	Jumlah Harga Alat					1702534.05
III	Tenaga					
1	Mandor	L04	jam	0.03	120740.13	3726.55
2	Pekerja	L01	jam	0.06	95704.06	5907.66
	Jumlah Harga Tenaga					9634.21
IV	Jumlah Harga Tenaga, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)				(Rp)	1823160.24
V	Overhead + Profit	15% x D			(Rp)	273474.04
VI	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				(Rp)	2096634.28

Tabel 6. 4 HPS Pekerjaan Direksi Keet

No.	Komponen		Satuan	Koe fisie n	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
I	Bahan					
1	Kayu Acuan (Kelas III / meranti)	M19	m ³	0.35	4675262.39	1636341.84
2	Dinding triplek 4 mm	M20	lbr	1.00	62500.00	62500.00
3	Batu belah 15/20	M21	m ³	0.17	258741.14	43985.99
4	Plafond asbes 3 mm (1x1 m)	M22	lbr	1.24	45000.00	55800.00
5	Paku	M07	kg	0.75	18675.85	14006.89
6	Asbes gelombang	M23	lbr	0.30	57000.00	17100.00
7	Paku asbes	M24	kg	0.10	28500.00	2850.00
8	Pasir beton	M01	m ³	0.15	286273.45	42941.02
9	Pintu <i>taekwood</i>	M25	daun	0.10	300000.00	30000.00
10	Jendela kaca kayu meranti oven	M27	daun	1.00	450000.00	450000.00
11	Cat dinding/plafond	M28	liter	1.00	65227.77	65227.77
12	Semen	M06	zak	0.15	62984.83	9447.72
13	Pasir pasang	M26	m ³	0.17	237611.81	40394.01
	Jumlah Harga Bahan					1636341.84
II	Alat					
	Jumlah Harga Alat					
III	Tenaga					
1	Mandor	L04	jam	0.02	120740.13	2414.80
3	Tukang	L02	jam	0.02	108748.93	2174.98
4	Pekerja	L01	jam	0.08	95704.06	7656.32

	Jumlah Harga Tenaga		12246.11
IV	Jumlah Harga Tenaga, Bahan, dan Peralatan (I+II+III)		1648588
V	<i>Overhead</i> + Profit	15% x IV	247288.19
VI	Harga Satuan Pekerjaan (IV+V)		1895876

Tabel 6. 5 HPS Pengiriman Material Timbunan

No.	Komponen		Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
I	Bahan					
1	Tanah timbunan	M02	m ³	0.93	119732.46	110991.99
	Jumlah Harga Bahan					110991.99
II	Alat					
1	Excavator	E03	jam	0.03	583201.55	18000.05
2	Dump Truck	E02	jam	0.05	715123.21	34725.01
	Jumlah Harga Alat					52725.06
III	Tenaga					
1	Mandor	L04	jam	0.03	120740.13	3726.55
2	Pekerja	L01	jam	0.06	95704.06	5907.66
	Jumlah Harga Tenaga					9634.21
IV	Jumlah Harga Tenaga, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)				(Rp)	173351.26
V	<i>Overhead</i> + Profit	15% x D			(Rp)	26002.69
VI	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				(Rp)	199353.95

Tabel 6. 6 HPS Penghamparan Material Timbunan

No.	Komponen	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	
I	Bahan					
	Jumlah Harga Bahan				0.00	
II	Alat					
1	Bulldozer	E01	jam	0.007	633367.29	4239.41
2	Motor Grader	E11	jam	0.002	587159.250	1236.94
	Jumlah Harga Alat				5476.35	
III	Tenaga					
1	Mandor	L04	jam	0.03	120740.13	3726.55
2	Pekerja	L01	jam	0.06	95704.06	5907.66
	Jumlah Harga Tenaga				9634.21	
IV	Jumlah Harga Tenaga, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)			(Rp)	15110.55	
V	Overhead + Profit	15% x D		(Rp)	2266.58	
VI	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)			(Rp)	17377.14	

Tabel 6. 7 HPS Pemadatan Material Timbunan

No.	Komponen	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
I	Bahan				
	Jumlah Harga Bahan				0.00

II	Alat					
1	Vibratory Roller	E06	jam	0.006	464329.33	2906.60
2	Water Tank Truck	E08	jam	0.30	505624.27	151687.28
3	Sheep Foot Roller	E09	jam	0.006	505791.44	3166.14
	Jumlah Harga Alat					157760.02
III	Tenaga					
1	Mandor	L04	jam	0.03	120740.13	3726.55
2	Pekerja	L01	jam	0.06	95704.06	5907.66
	Jumlah Harga Tenaga					9634.21
IV	Jumlah Harga Tenaga, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)				(Rp)	167394.23
V	Overhead + Profit	15% x D			(Rp)	25109.13
VI	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				(Rp)	192503.36

Tabel 6. 8 HPS Pengiriman Lapisan Pondasi Agregat Kelas A

No.	Komponen	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
I	Bahan				
1	Agregat Kelas A	M03	m ³	1.1588	222941.14
	Jumlah Harga Bahan				258333.05
II	Alat				
1	Excavator	E03	jam	0.03086	467012.82
2	Dump Truck	E02	jam	0.11	542227.30

	Jumlah Harga Alat					76484.20
III	Tenaga					
1	Mandor	L04	jam	0.03086	120740.13	3726.55
2	Pekerja	L01	jam	0.02381	95704.06	2278.67
	Jumlah Harga Tenaga					6005.22
IV	Jumlah Harga Tenaga, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)				(Rp)	340822.46
V	Overhead + Profit	15% x D			(Rp)	51123.37
VI	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				(Rp)	391945.83

Tabel 6. 9 HPS Penghamparan Lapisan Pondasi Agregat Kelas A

No.	Komponen	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	
I	Bahan					
	Jumlah Harga Bahan					0.00
II	Alat					
1	Motor Grader	E11	jam	0.0021	673388.43	1418.60
	Jumlah Harga Alat					1418.60
III	Tenaga					
1	Mandor	L04	jam	0.03086	120740.13	3726.55
2	Pekerja	L01	jam	0.02381	95704.06	2278.67
	Jumlah Harga Tenaga					6005.22
IV	Jumlah Harga Tenaga, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)				(Rp)	7423.81

V	Overhead + Profit	15% x D				(Rp)	1113.57
VI	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					(Rp)	8537.39

Tabel 6. 10 HPS Pemadatan Lapisan Pondasi Agregat Kelas A

No.	Komponen	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)		
I	Bahan						
	Jumlah Harga Bahan				0.00		
II	Alat						
1	Vibratory Roller	E06 jam	0.004	432425.95	1903.28		
2	Water Tank Truck	E08 jam	3.353	505624.267	1695587.75		
	Jumlah Harga Alat				1697491.03		
III	Tenaga						
1	Mandor	L04 jam	0.03086	120740.13	3726.55		
2	Pekerja	L01 jam	0.02381	95704.06	2278.67		
	Jumlah Harga Tenaga				6005.22		
IV	Jumlah Harga Tenaga, Bahan, dan Peralatan (A+B+C)			(Rp)	1703496.25		
V	Overhead + Profit	15% x D				(Rp)	255524.44
VI	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)				(Rp)	1959020.69	

**Tabel 6. 11 HPS Pembuatan dan Pemasangan Bekisting
Lean Concrete**

No.	Komponen		Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
I	Bahan					
1	Multiplex 12 mm	M12	lbr	0.50	20733 7.33	103668. 67
2	Minyak bekisting	M32	liter	0.10	40000. 00	4000.00
3	Paku	M06	kg	0.30	18675. 85	5602.76
4	Kayu Acuan (Kelas III / meranti)	M19	m ³	0.50	46752 62.39	2337631 .20
	Jumlah Harga Bahan					2450902 .615
II	Alat					
	Jumlah Harga Alat					
III	Tenaga					
1	Mandor	L04	jam	0.01	12074 0.13	1207.40
2	Tukang	L02	jam	0.04	10874 8.93	4349.96
	Jumlah Harga Tenaga					5557.35 85
IV	Jumlah Harga Tenaga, Bahan, dan Peralatan (I+II+III)				(Rp)	2456460
V	Overhead + Profit		15% x IV		(Rp)	368469. 00
VI	Harga Satuan Pekerjaan (IV+V)				(Rp)	2824929

Tabel 6. 12 HPS Pengecoran Lean Concrete

No.	Komponen		Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
I	Bahan					
1	Semen	M06	zak	59.00	62984.83	3716104.97
2	Pasir Beton	M01	m ³	0.04	286273.45	11908.98
3	Agregat Kasar	M05	m ³	0.54	264897.84	143669.99
Jumlah Harga Bahan						3871683.938
II	Alat					
1	Concrete Pan Mixer	E11	jam	0.30	626627.09	187988.13
2	Truck Mixer	E05	jam	0.20	102236.33	20447.27
3	Concrete Vibrator	E07	jam	0.0238	54164.97	1289.64
Jumlah Harga Alat						209725
III	Tenaga					
1	Mandor	L04	jam	0.19	120740.13	22674.20
2	Tukang	L02	jam	0.19	108748.93	20422.33
3	Pekerja	L01	jam	0.56	95704.06	53917.78
Jumlah Harga Tenaga						97014.31737
IV	Jumlah Harga Tenaga, Bahan, dan Peralatan (I+II+III)				(Rp)	306739

V	<i>Overhead</i> + Profit	15% x IV			(Rp)	46010.90
VI	Harga Satuan Pekerjaan (IV+V)				(Rp)	352750

Tabel 6. 13 HPS Penulangan Rigid Pavement

No.	Komponen	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	
I	Bahan					
1	Kawat beton	M33	kg	0.25	18805.54	4701.39
2	Tulangan baja D36	M13	kg	1.10	12280.42	13508.46
	Jumlah Harga Bahan				13508.462	
II	Alat					
	Jumlah Harga Alat					
III	Tenaga					
1	Mandor	M13	jam	0.01	12280.42	122.80
2	Tukang	M11	jam	0.02	1291393.32	25827.87
3	Pekerja	M10	jam	0.04	41196.41	1647.86
	Jumlah Harga Tenaga				27598.527	
IV	Jumlah Harga Tenaga, Bahan, dan Peralatan (I+II+III)				(Rp)	41107
V	<i>Overhead</i> + Profit	15% x IV			(Rp)	6166.05
VI	Harga Satuan Pekerjaan (IV+V)				(Rp)	47273

Tabel 6. 14 HPS Pengecoran Rigid Pavement

No.	Komponen	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)	
I	Bahan					
1	Semen	M06	zak	59.00	62984.83	3716104.97
2	Pasir Beton	M01	m ³	0.04	286273.45	11908.98
3	Agregat Kasar	M05	m ³	0.54	264897.84	143669.99
4	Multiplex 12 mm	M12	lbr	0.16	207337.33	33173.97
5	Kayu Acuan	M14	m ³	1.44	4675262.39	6732377.84
6	Paku	M07	kg	0.25	18675.85	4668.96
7	Baja tulangan dowel D36	M13	kg	0.00	12280.42	0.00
8	<i>Joint Sealant</i>	M15	kg	3.16	34100.00	107585.50
9	<i>Curing Compound</i>	M16	liter	0.00	40783.41	0.00
10	Additive	M17	liter	0.19	103503.67	19494.18
	Jumlah Harga Bahan					10768984.39
II	Alat					
1	Concrete Pan Mixer	E11	jam	0.09	626627.09	58838.22
2	Slipform Paver	E10	jam	0.004	555563.47	2012.56
3	Concrete Vibrator	E07	jam	0.00005	54164.97	2.72
4	Concrete Mixer	E05	jam	0.25	320780.13	80395.78

	Jumlah Harga Alat					141249
II I	Tenaga					
1	Mandor	L04	jam	0.19	120740.13	22674.20
2	Tukang	L02	jam	0.19	108748.93	20422.33
3	Pekerja	L01	jam	0.56	95704.06	53917.78
	Jumlah Harga Tenaga					97014.32
I V	Jumlah Harga Tenaga, Bahan, dan Peralatan (I+II+III)					238264
V	Overhead + Profit	15% x IV				35739.54
V I	Harga Satuan Pekerjaan (IV+V)					274003

6.4 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Setelah menghitung HPS dan Volume tiap pekerjaan, maka dapat diketahui RAB nya dengan uraian berikut.

Tabel 6. 15 Rencana Anggaran Biaya

No .	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	HPS (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	Pekerjaan Persiapan				
A1	Pembersihan Lahan	21026	m ³	76588.47	1610349170
A2	Pembuatan jalan akses proyek	175.5	m ³	2096634	367959316.1
A3	Pembuatan direksi kit	47.5	m ²	1895876	90054116.36

B	Pekerjaan Timbunan				
B1	Pengiriman tanah timbunan	315875.84	m ³	199353.95	62971096414
B2	Penghamparan tanah timbunan			17377.14	5489018694
B3	Pemadatan tanah timbunan			192503.36	60807160543
C	Pekerjaan Perkerasan Berbutir				
C1	Pengiriman Lapisan Pondasi Agregat Kelas A	10,530	m ³	391945.83	4127189590
C2	Penghamparan Lapisan Pondasi Agregat Kelas A			8537.39	89898716.7
C3	Pemadatan Lapisan Pondasi Agregat Kelas A			1959020.69	20628487866
D	Pekerjaan Perkerasan				
D1	Pembuatan dan pemasangan bekisting LC	58.5	m ³	2824929	165258344.7
D2	Pengecoran LC	7020	m ³	352750.26	2476306793

D3	Penulangan rigid	74752	Kg	47273.04	3533754088
D4	Pembuatan dan pemasangan bekisting rigid	175.5	m ³	2824928.97	495775034.2
D5	Pengocoran rigid	21060	m ³	274003.14	5770506228

Tabel 6. 16 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

Kode Pek.	Jenis Pekerjaan	Harga Satuan (Rp)
A	Analisa Biaya Konstruksi Pekerjaan Persiapan	
A1	Pembersihan lahan	1610349170
A2	Pembuatan jalan akses proyek	367959316.1
A3	Pembuatan direksi kit	90054116.36
	Total Biaya Pekerjaan Persiapan (Rp)	2068362603
B	Analisa Biaya Konstruksi Pekerjaan Timbunan	
B1	Pengiriman tanah timbunan	62971096414
B2	Penghamparan tanah timbunan	5489018694
C3	Pemadatan tanah timbunan	60807160543
	Total Biaya Pekerjaan Timbunan (Rp)	129267275651
C	Analisa Biaya Konstruksi Pekerjaan Perkerasan Berbutir	
C1	Pengiriman Lapisan Pondasi Agregat Kelas A	4127189590
C2	Penghamparan Lapisan Pondasi Agregat Kelas A	89898716.7
C3	Pemadatan Lapisan Pondasi Agregat Kelas A	20628487866

	Total Biaya Pekerjaan Timbunan (Rp)	24845576172
D	Analisa Biaya Konstruksi Pekerjaan Perkerasan	
D1	Pembuatan dan pemasangan bekisting Lean Concreate	165258344.7
D2	Pengecoran Lean Concreate	2476306793
D3	Penulangan rigid	3533754088
D4	Pembuatan dan pemasangan bekisting rigid	495775034.2
D5	Pengecoran rigid	5770506228
	Total Biaya Pekerjaan Perkerasan (Rp)	12441600488

Tabel 6. 17 Rencana Anggaran Biaya + PPN

No.	Jenis Pekerjaan	Harga Satuan (Rp)
A	Analisa Biaya Konstruksi Pekerjaan Persiapan	2068362603
B	Analisa Biaya Konstruksi Pekerjaan Timbunan	129267275651
C	Analisa Biaya Konstruksi Pekerjaan Perkerasan Berbutir	24845576172
D	Analisa Biaya Konstruksi Pekerjaan Perkerasan	12441600488
	Total	168622814913
	PPN 10%	16862281491
	Total + PPN	185485096405
	Pembulatan	185,485,097,000

6.5 Kurva S

Dari kurva S bisa mengetahui uraian tentang pekerjaan yang akan direalisasikan pekerjaan atau waktu pelaksanaan pekerjaan. Untuk mengetahui derajat kelengkungan kurva S bisa dilihat dari semakin tegak kurva maka semakin banyak pekerjaan yang harus diselesaikan dalam waktu tertentu.

Selain itu terdapat juga kurva S material dan Alat berat atau Sumber daya. Dalam kurva S ini dapat mengetahui material apasaja dan alat berat apa saja yang dibutuhkan pada setiap bulan sehingga bisa memperkirakan penyewaan alat berat. (Untuk lebih jelasnya lihat dilampiran).

6.6 Microsoft Office Project

Waktu pelaksanaan pada proyek jalan ini telah ditentukan berdasarkan produktivitas alat yang digunakan dalam pekerjaan. Untuk memudahkan perhitungan waktu total dan biaya pada pelaksanaan proyek ini, maka digunakan aplikasi bantuan *Microsoft Office Project 2016*. Metode pelaksanaan serta perpindahan atau ketergantungan antar pekerjaan (*Predecessor*) ini ditulis dengan cara manual begitu pula dengan kebutuhan sumber daya, biaya sewa alat, dan upah tenaga kerja (*Resource*).

BAB VII PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Dari uraian dan pembahasan laporan tugas akhir tentang Estimasi Waktu Dan Biaya Pada Pelaksanaan Proyek Pembangunan Jalan Tol Pandaan – Malang Seksi 4 STA 32+000 Sampai Dengan STA 35+000 maka dapat di simpulkan sebagai berikut :

1. Hasil perencanaan estimasi biaya dan waktu pelaksanaan diperoleh biaya total untuk RAB sebesar Rp 185,485,097,000 dengan asumsi biaya PPN sebesar 10 % yang terdiri dari :
 - Pekerjaan Persiapan = Rp. 2,068,362,603
 - Pekerjaan Timbunan = Rp. 129,267,275,651
 - Pekerjaan Perkerasan Berbutir = Rp. 24,845,576,172
 - Pekerjaan Perkerasan = Rp. 12,441,600,488

2. Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek Pembangunan Jalan Tol Pandaan – Malang Seksi 4 STA 32+000 Sampai Dengan STA 35+000 ini adalah 196 hari.

7.2 Saran

1. Untuk mempercepat pekerjaan proyek dengan mendapatkan waktu yang efisien dan biaya murah, bisa dilakukan dengan cara penambahan pada alat berat atau penambahan jam kerja lembur dengan resiko yang berbeda.
2. Pengecekan terhadap durasi dengan teliti secara berkala untuk setiap item pekerjaan.
3. Untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat harus dilakukan analisis secara cermat dan lebih teliti dalam penyusunan hubungan antar pekerjaan dalam Microsoft project 2016.

DAFTAR PUSTAKA

- Ir. Soedrajat.** (1984). *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan.* Bandung: Nova
- Menteri Pekerjaan Umum.** (2016). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.* Dinas Pekerjaan Umum
- Rochmanhadi.** (1992). *Kapasitas dan Produksi Alat- alat Berat.* Jakarta: Yayasan.
- Fatena, S. (2008).***Alat Berat untuk Proyek Konstruksi.*Jakarta: Rineka Cipta.
- PT PP (Persero) Tbk,** *Spesifikasi Teknis Jalan Tol Pandaan-Malang*

BIOGRAFI PENULIS



Penulis bernama lengkap Agustian Dwi Kurnia Putra, dilahirkan di Sumenep, 31 Agustus 1997, merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN Pajagalan 1 Sumenep, SMPN 1 Sumenep, SMAN 1 Sumenep. Setelah lulus Tahun 2016, penulis melanjutkan pendidikan di Diploma III Teknik Infrastruktur Sipil ITS, dengan mengambil konsentrasi studi di Bangunan Transportasi. Penulis

sempat mengikuti kegiatan magang kerja di PT. Pembangunan Perumahan, (pesero) tbk, dalam proyek Pembangunan Jalan Tol Pandaan-Malang. Penulis juga salah satu anggota Organisasi HMDS ITS Periode 2017 – 2018 dan Periode 2018 – 2019 sebagai Staff Media Informasi sebagai Sekretaris Departemen Media Informasi. Penulis dapat dihubungi lewat email agustian744@gmail.com.

LAMPIRAN

Lampiran 1-1 : Perhitungan Volume Timbunan

STA	Elevasi Existing	Elevasi rencana	Lebar mainroad	Luas	Panjang	Volume	Jenis Pekerjaan
				m ²	m	m ³	
32+000	459.106	463.946	24.20	64.4532	50	3300.03	Timbunan
32+050	457.610	462.696	24.20	67.5478			
32+050	457.610	462.696	24.20	67.5478	50	4055.24	Timbunan
32+100	457.68	461.446	24.20	94.6617			
32+100	457.68	461.446	24.20	94.6617	50	4264.63	Timbunan
32+150	456.023	460.275	24.20	75.9235			
32+150	456.023	460.275	24.20	75.9235	50	4811.24	Timbunan
32+200	456.903	459.438	24.20	116.5261			

32+200	456.903	459.438	24.20	116.5261	50	5044.14	Timbunan
32+250	456.639	458.955	24.20	85.2396			
32+250	456.639	458.955	24.20	85.2396	50	6283.12	Timbunan
32+300	456.292	458.827	24.20	166.0853			
32+300	456.292	458.827	24.20	166.0853	50	6690.91	Timbunan
32+350	452.400	459.053	24.20	101.5512			
32+350	452.400	459.053	24.20	101.5512	50	3941.40	Timbunan
32+400	456.228	459.632	24.20	56.1048			
32+400	456.228	459.632	24.20	56.1048	50	2765.28	Timbunan
32+450	456.275	460.488	24.20	54.5063			
32+450	456.275	460.488	24.20	54.5063	50	2922.27	Timbunan
32+500	457.02	457.202	24.20	62.3843			
32+500	457.02	457.202	24.20	62.3843	50	3345.60	
32+550	458.288	458.288	24.20	71.4396			
32+550	458.288	458.288	24.20	71.4396	50	2960.35	
32+600	459.894	459.894	24.20	46.9742			
32+600	459.894	459.894	24.20	46.9742	50	1902.47	
32+650	461.205	461.205	24.20	29.12467			
32+650	461.205	461.205	24.20	29.12467	50	1619.32	

32+700	462.657	464.883	24.20	35.6483			
32+700	462.657	464.883	24.20	35.6483	50	3008.06	Timbunan
32+750	463.764	465.728	24.20	84.6739			
32+750	463.764	465.728	24.20	84.6739	50	6607.00	Galian
32+800	466.674	466.543	24.20	179.606			
32+800	466.674	466.543	24.20	179.606	50	7824.84	Galian
32+850	467.703	467.305	24.20	133.3874			
32+850	467.703	467.305	24.20	133.3874	50	4145.56	Galian
32+900	469.248	468.012	24.20	32.435			
32+900	469.248	468.012	24.20	32.435	50	1972.68	Galian
32+950	470.86	468.665	24.20	46.4723			
32+950	470.86	468.665	24.20	46.4723	50	3130.17	Galian
33+000	469.076	469.264	24.20	78.7343			
33+000	469.076	469.264	24.20	78.7343	50	5326.92	Timbunan
33+050	466.734	469.818	24.20	134.3423			
33+050	466.734	469.818	24.20	134.3423	50	7469.97	Timbunan
33+100	463.428	470.368	24.20	164.4563			
33+100	463.428	470.368	24.20	164.4563	50	8620.10	Timbunan
33+150	467.594	470.918	24.20	180.3475			

33+150	467.594	470.918	24.20	180.3475	50	9864.55	Timbunan
33+200	469.542	471.743	24.20	214.2346			
33+200	469.542	471.743	24.20	214.2346	50	9594.95	Timbunan
33+250	472.424	472.018	24.20	169.5632			
33+250	472.424	472.018	24.20	169.5632	50	10320.52	Galian
33+300	472.199	472.568	24.20	243.2576			
33+300	472.199	472.568	24.20	243.2576	50	7692.72	Galian
33+350	474.282	473.118	24.20	64.4511			
33+350	474.282	473.118	24.20	64.4511	50	5969.40	Galian
33+400	476.473	473.668	24.20	174.3249			
33+400	476.473	473.668	24.20	174.3249	50	6440.46	Galian
33+450	478.042	474.218	24.20	83.2936			
33+450	478.042	474.218	24.20	83.2936	50	4920.82	Galian
33+500	479.317	474.768	24.20	113.5392			
33+500	479.317	474.768	24.20	113.5392	50	5197.16	Galian
33+550	479.407	475.318	24.20	94.3471			
33+550	479.407	475.318	24.20	94.3471	50	3702.76	Galian
33+600	478.107	475.868	24.20	53.7634			
33+600	478.107	475.868	24.20	53.7634	50	2237.65	Galian

33+650	472.325	476.418	24.20	35.7425			
33+650	472.325	476.418	24.20	35.7425	50	2307.89	Timbunan
33+700	471.334	476.968	24.20	56.5729			
33+700	471.334	476.968	24.20	56.5729	50	3478.91	Timbunan
33+750	469.517	477.518	24.20	82.5834			
33+750	469.517	477.518	24.20	82.5834	50	5645.80	Timbunan
33+800	468.089	478.068	24.20	143.2485			
33+800	468.089	478.068	24.20	143.2485	50	7679.59	Timbunan
33+850	468.618	478.618	24.20	163.9352			
33+850	468.618	478.618	24.20	163.9352	50	5782.11	Timbunan
33+900	469.813	479.168	24.20	67.3492			
33+900	469.813	479.168	24.20	67.3492	50	4670.87	Timbunan
33+950	470.573	479.718	24.20	119.4857			
33+950	470.573	479.718	24.20	119.4857	50	5294.57	Timbunan
34+000	471.37	480.268	24.20	92.2972			
34+000	471.37	480.268	24.20	92.2972	50	5730.59	Timbunan
34+050	471.905	480.81	24.20	136.9262			
34+050	471.905	480.81	24.20	136.9262	50	9080.33	Timbunan
34+100	472.51	481.293	24.20	226.2869			

34+100	472.51	481.293	24.20	226.2869	50	8617.77	Timbunan
34+150	472.992	481.709	24.20	118.4238			
34+150	472.992	481.709	24.20	118.4238	50	6879.68	Timbunan
34+200	473.534	482.059	24.20	156.7635			
34+200	473.534	482.059	24.20	156.7635	50	6163.00	Timbunan
34+250	473.602	482.342	24.20	89.7563			
34+250	473.602	482.342	24.20	89.7563	50	3927.97	Timbunan
34+300	473.898	482.558	24.20	67.3623			
34+300	473.898	482.558	24.20	67.3623	50	2572.42	Timbunan
34+350	474.203	482.716	24.20	35.5345			
34+350	474.203	482.716	24.20	35.5345	50	2297.94	Timbunan
34+400	474.199	484.866	24.20	56.3831			
34+400	474.199	484.866	24.20	56.3831	50	3258.42	Timbunan
34+450	474.033	482.99	24.20	73.9537			
34+450	474.033	482.99	24.20	73.9537	50	5107.56	Timbunan
34+500	472.504	482.912	24.20	130.3486			
34+500	472.504	482.912	24.20	130.3486	50	8742.82	Timbunan
34+550	471.91	482.601	24.20	219.3641			
34+550	471.91	482.601	24.20	219.3641	50	10867.75	Timbunan

34+600	471.649	482.056	24.20	215.3459			
34+600	471.649	482.056	24.20	215.3459	50	10244.29	Timbunan
34+650	472.024	481.278	24.20	194.4256			
34+650	472.024	481.278	24.20	194.4256	50	6202.96	Timbunan
34+700	469.223	480.267	24.20	53.6928			
34+700	469.223	480.267	24.20	53.6928	50	2936.45	Timbunan
34+750	469.132	479.049	24.20	63.7653			
34+750	469.132	479.049	24.20	63.7653	50	3693.07	Timbunan
34+800	466.748	477.799	24.20	83.9575			
34+800	466.748	477.799	24.20	83.9575	50	4562.57	Timbunan
34+850	465.593	476.549	24.20	98.5454			
34+850	465.593	476.549	24.20	98.5454	50	4116.40	Timbunan
34+900	465.815	475.299	24.20	66.1104			
34+900	465.815	475.299	24.20	66.1104	50	3388.65	Timbunan
34+950	465.573	474.049	24.20	69.4355			
34+950	465.573	474.049	24.20	69.4355	50	4673.24	Timbunan
35+000	465.107	472.799	24.20	117.4942			

Lampiran 1-2 : HARGA SATUAN POKOK KEGIATAN

No.	Uraian	Satuan	Kode	Harga Satuan Dasar (HSD), (Rp)
A.	UPAH TENAGA KERJA			
1	Pekerja	OH	L01	95704,06
2	Tukang	OH	L02	108748,93
3	Kepala tukang	OH	L03	122803,47
4	Mandor	OH	L04	120740,13
5	Operator/juru ukur/mechanik alat berat/teknisi	OH	L05	144271,77
6	Pembantu operator/juru ukur/mechanik alat berat/teknisi	OH	L06	111706,12
7	Ahli muda	OH	L07	450000,00
8	Ahli madya	OH	L08	650000,00
9	Ahli utama	OH	L09	1000000,00
10	Supir atau driver	OH	L10	129906,17
11	Drafter CAD/Manual	OH	L14	100000,00
12	Mekanik	OH	L15	144271,77

13	Operator komputer/printer/ploter	OH	L16	50000,00
B.	BAHAN/MATERIAL			
1	Pasir Beton	m ³	M01	286273,45
2	Bahan Tanah Timbunan	m ³	M02	119732,46
3	Agregat Kelas A	m ³	M03	222941,14
4	Agregat Kelas B	m ³	M04	213051,95
5	Agregat Pecah Kasar	m ³	M05	264897,84
6	Semen (50 kg)	zak	M06	62984,83
7	Paku	kg	M07	18675,85
8	Bensin	liter	M08	10531,72
9	Minyak Pelumas	liter	M09	34102,72
10	Geotextile	m ²	M10	41196,41
11	Beton K-125	m ³	M11	958369,48
12	Beton K-450	m ³	M12	1291393,32
13	Multipler 12 mm	lbr	M13	207337,33
14	Baja Tulangan D36	kg	M14	12280,42
15	Kayu Acuan (Kelas III / meranti)	m ³	M15	4675262,39
16	<i>Joint Sealant</i>	kg	M16	34100,00

17	<i>Curing Compound</i>	liter	M17	40783,41
18	Additive	liter	M18	103503,67
19	Solar	liter	M19	12136,55
20	Triplek 4 mm (122x244)	lbr	M20	62500,00
21	Batu belah / Kerakal	m ³	M21	258741,14
22	Plafond asbes 3 mm (1x1 m)	m ²	M22	45000,00
23	Asbes gelombang (210 x 105 mm)	m ²	M23	57000,00
24	Paku asbes	kg	M24	28500,00
25	Pintu teakwood	daun	M25	300000,00
26	Pasir pasang	m ³	M26	237611,81
27	Jendela kaca kayu meranti oven	daun	M27	450000,00
28	Cat dinding	kg	M28	65227,77
29	Banner plastik tanah air	m ²	M29	125000,00
30	Lem kayu kuning	kg	M30	24000,00
31	Minyak bekisting	liter	M31	40000,00
32	Kawat beton	kg	M32	18805,54
33	Kayu Peranca	m ³	M33	3091137,56
C. PERALATAN/ALAT BERAT				
1	Bulldozer 100 - 150 HP	unit/jam	E01	688712,02
2	Dump Truck 16 ton	unit/jam	E02	542227,30

3	Excavator Backhoe	unit/jam	E03	467012,82
4	Concrete Mixer 0.3 - 0.6 m3	unit/jam	E04	102236,33
5	Vibratory Roller 5 - 8 ton	unit/jam	E05	432425,95
6	Concrete Vibrator	unit/jam	E06	54164,97
7	Water Tank Truck 3000 - 4000 L	unit/jam	E07	291538,17
8	Sheep Foot Roller	unit/jam	E08	380000,00
9	Slipform Paver (Wirtgen SP 500 Vario)	unit/jam	E09	555563,47
10	Concrete Pan Mixer	unit/jam	E10	626627,09
11	Motor Grader >100 HP	unit/jam	E11	673388,43

Lampiran 1-3 : Uraian Analisa Harga Alat

No.	Uraian	Kode	Koefisien	Satuan	Ket.
A.	URAIAN ALAT				E02
1	Jenis peralatan	Dump Truck 10 ton			
2	Tenaga	Pw	190,00	HP	
3	Kapasitas	Cp	10,00	ton	

4	Alat baru:			
	a. Umur ekonomis	A	5,00	Tahun
	b. Jam kerja dalam 1 tahun	W	2000,00	Jam
	c. Harga alat	B	542227,30	Rupiah
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA			
1	Nilai sisa alat (10% x B)	C	54222,73	Rupiah
2	Faktor angsuran modal:			
	$\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$	D	9,00	-
3	Biaya pasti perjam:			
	a. Biaya pengembalian modal:			
	$\frac{(B - C) \times D}{W}$	E	2196,02	Rupiah
	b. Asuransi, dll:			
	$\frac{0.002 \times B}{W}$	F	0,542	Rupiah
	Biaya pasti perjam:			
	$E + F$	G	2196,56	Rupiah
C.	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA			

1	Bahan bakar (12%-15%) x Pw x Ms	H	276713,34	Rupiah
2	Pelumas (2.5%-3%) x Pw x Mp	I	161987,92	Rupiah
	Biaya bengkel: (6.25% dan 8.75%) x $\frac{B}{W}$	J	237,22	Rupiah
3	Perawatan dan perbaikan: $\frac{(12.5\%-17.5\%) \times B}{W}$	K	47,44	Rupiah
4	Operator (1 orang/jam) x U1	L	129906,17	Rupiah
5	Pembantu operator (1 orang/jam) U2	M	144271,77	Rupiah
	Biaya operasi per jam: (H+I+K+L+M)	P	712926,64	Rupiah
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT/JAM (G+P)	S	715123,21	Rupiah
E.	LAIN-LAIN			
1	Tingkat suku bunga	i	10,00	% / tahun
2	Upah operator/sopir	U1	129906,17	Rp / jam
3	Upah Mekanik	U2	144271,77	Rp / jam

4	Bahan bakar bensin	Mb	10531,72	Liter	
5	Bahan bakar solar	Ms	12136,55	Liter	
6	Minyak pelumas	Mp	34102,72	Liter	
7	PPN diperhitungkan pada lembar rekapitulasi biaya pekerjaan				

No.	Uraian	Kode	Koefisien	Satuan	Ket.
A.	URAIAN ALAT				E03
1	Jenis peratalan		Excavator <i>Backhoe</i>		
2	Tenaga	Pw	133,00	HP	
3	Kapasitas	Cp	1,17	m ³	
4	Alat baru:				
	a. Umur ekonomis	A	5,00	Tahun	
	b. Jam kerja dalam 1 tahun	W	2000,00	Jam	
	c. Harga alat	B	467012,82	Rupiah	
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA				

1	Nilai sisa alat (10% x B)	C	46701,282	Rupiah
2	Faktor angsuran modal: $\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$	D	9,00	-
3	Biaya pasti perjam:			
	a. Biaya pengembalian modal: $\frac{(B - C) \times D}{W}$	E	1891,40	Rupiah
	b. Asuransi, dll: $\frac{0.002 \times B}{W}$	F	0,467	Rupiah
	Biaya pasti perjam: E + F	G	1891,87	Rupiah
	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA			
1	Bahan bakar (12%-15%) x Pw x Ms	H	193699,338	Rupiah
2	Pelumas (2.5%-3%) x Pw x Mp	I	113391,54	Rupiah
	Biaya bengkel: $\frac{(6.25\% \text{ dan } 8.75\%) \times B}{W}$	J	204,32	Rupiah

3	Perawatan dan perbaikan: $\frac{(12.5\%-17.5\%) \times B}{W}$	K	40,86	Rupiah
4	Operator (1 orang/jam) x U1	L	129906,17	Rupiah
5	Pembantu operator (1 orang/jam) U2	M	144271,77	Rupiah
	Biaya operasi per jam: (H+I+K+L+M)	P	581309,69	Rupiah
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT/JAM (G+P)	S	583201,55	Rupiah
E.	LAIN-LAIN			
1	Tingkat suku bunga	i	10,00	% / tahun
2	Upah operator/sopir	U1	129906,17	Rp / jam
3	Upah Mekanik	U2	144271,77	Rp / jam
4	Bahan bakar bensin	Mb	10531,72	Liter
5	Bahan bakar solar	Ms	12136,55	Liter
6	Minyak pelumas	Mp	34102,72	Liter
7	PPN diperhitungkan pada lembar rekapitulasi biaya pekerjaan			

No.	Uraian	Kode	Koefisien	Satuan	Ket.
A.	URAIAN ALAT				E01
1	Jenis peratalan	Bulldozer 100-150 hp			
2	Tenaga	Pw	155,00	HP	
3	Kapasitas	Cp	-	-	
4	Alat baru:				
	a. Umur ekonomis	A	5,00	Tahun	
	b. Jam kerja dalam 1 tahun	W	4380,00	Jam	
	c. Harga alat	B	688712,02	Rupiah	
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA				
1	Nilai sisa alat (10% x B)	C	68871,202	Rupiah	
2	Faktor angsuran modal: $i \times (1+i)^A$	D	9,00	-	

	$(1+i)^A-1$			
3	Biaya pasti perjam:			
	a. Biaya pengembalian modal:			
	$\frac{(B - C) \times D}{W}$	E	1273,65	Rupiah
	b. Asuransi, dll:			
	$\frac{0.002 \times B}{W}$	F	0,314	Rupiah
	Biaya pasti perjam:			
	$E + F$	G	1273,96	Rupiah
	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA			
C.				
1	Bahan bakar (12%-15%) x Pw x Ms	H	225739,83	Rupiah
2	Pelumas (2.5%-3%) x Pw x Mp	I	132148,04	Rupiah
	Biaya bengkel:			
	$(6.25\% \text{ dan } 8.75\%) \times$			
	$\frac{B}{W}$	J	137,59	Rupiah
3	Perawatan dan perbaikan:			
	$\frac{(12.5\%-17.5\%) \times B}{W}$	K	27,52	Rupiah

4	Operator (1 orang/jam) x U1	L	129906,17	Rupiah
5	Pembantu operator (1 orang/jam) U2	M	144271,77	Rupiah
	Biaya operasi per jam: (H+I+K+L+M)	P	632093,33	Rupiah
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT/JAM (G+P)	S	633367,29	Rupiah
E.	LAIN-LAIN			
1	Tingkat suku bunga	i	10,00	% / tahun
2	Upah operator/sopir	U1	129906,17	Rp / jam
3	Upah Mekanik	U2	144271,77	Rp / jam
4	Bahan bakar bensin	Mb	10531,72	Liter
5	Bahan bakar solar	Ms	12136,55	Liter
6	Minyak pelumas	Mp	34102,72	Liter
7	PPN diperhitungkan pada lembar rekapitulasi biaya pekerjaan			

No.	Uraian	Kode	Koefisien	Satuan	Ket.
A.	URAIAN ALAT				E04
1	Jenis peratalan		Concrete Mixer 0.3-0.6 m ³		
2	Tenaga	Pw	20,00	HP	
3	Kapasitas	Cp	500,00	Liter	
4	Alat baru:				
	a. Umur ekonomis	A	5,00	Tahun	
	b. Jam kerja dalam 1 tahun	W	2000,00	Jam	
	c. Harga alat	B	102236,33	Rupiah	
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA				
1	Nilai sisa alat (10% x B)	C	10223,633	Rupiah	
2	Faktor angsuran modal: $\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$	D	9,00	-	
3	Biaya pasti perjam: a. Biaya pengembalian modal: $\frac{(B - C) \times D}{W}$	E	414,06	Rupiah	

	b. Asuransi, dll:			
	$\frac{0.002 \times B}{W}$	F	0,102	Rupiah
	Biaya pasti perjam:			
	$E + F$	G	414,16	Rupiah
	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA			
C.				
1	Bahan bakar (12%-15%) x Pw x Ms	H	29127,72	Rupiah
2	Pelumas (2.5%-3%) x Pw x Mp	I	17051,36	Rupiah
	Biaya bengkel:			
	$(6.25\% \text{ dan } 8.75\%) \times$			
	$\frac{B}{W}$	J	44,73	Rupiah
3	Perawatan dan perbaikan:			
	$\frac{(12.5\% - 17.5\%) \times B}{W}$	K	8,95	Rupiah
4	Operator (1 orang/jam) x U1	L	129906,17	Rupiah
5	Pembantu operator (1 orang/jam) U2	M	144271,77	Rupiah
	Biaya operasi per jam:			
	$(H+I+K+L+M)$	P	320365,97	Rupiah

D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT/JAM (G+P)	S	320780,13	Rupiah
E.	LAIN-LAIN			
1	Tingkat suku bunga	i	10,00	% / tahun
2	Upah operator/sopir	U1	129906,17	Rp / jam
3	Upah Mekanik	U2	144271,77	Rp / jam
4	Bahan bakar bensin	Mb	10531,72	Liter
5	Bahan bakar solar	Ms	12136,55	Liter
6	Minyak pelumas	Mp	34102,72	Liter
7	PPN diperhitungkan pada lembar rekapitulasi biaya pekerjaan			

No.	Uraian	Kode	Koefisien	Satuan	Ket.
A.	URAIAN ALAT				
1	Jenis peralatan			Motor Grader >100 hp	E11

2	Tenaga	Pw	135,00	HP
3	Kapasitas	Cp	10800,00	-
4	Alat baru:			
	a. Umur ekonomis	A	5,00	Tahun
	b. Jam kerja dalam 1 tahun	W	4380,00	Jam
	c. Harga alat	B	673388,43	Rupiah
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA			
1	Nilai sisa alat (10% x B)	C	67338,843	Rupiah
2	Faktor angsuran modal:			
	$\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$	D	9,00	-
3	Biaya pasti perjam:			
	a. Biaya pengembalian modal:			
	$\frac{(B - C) \times D}{W}$	E	1245,31	Rupiah
	b. Asuransi, dll:			
	$\frac{0.002 \times B}{W}$	F	0,307	Rupiah
	Biaya pasti perjam:			
	$E + F$	G	1245,61	Rupiah

C.	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA			
1	Bahan bakar (12%-15%) x Pw x Ms	H	196612,11	Rupiah
2	Pelumas (2.5%-3%) x Pw x Mp	I	115096,68	Rupiah
	Biaya bengkel: (6.25% dan 8.75%) x <u>B</u> W	J	134,52	Rupiah
3	Perawatan dan perbaikan: <u>(12.5%-17.5%) x B</u> W	K	26,90	Rupiah
4	Operator (1 orang/jam) x U1	L	129906,17	Rupiah
5	Pembantu operator (1 orang/jam) U2	M	144271,77	Rupiah
	Biaya operasi per jam: (H+I+K+L+M)	P	585913,63	Rupiah
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT/JAM (G+P)	S	587159,25	Rupiah
E.	LAIN-LAIN			
1	Tingkat suku bunga	i	10,00	% / tahun

2	Upah operator/sopir	U1	129906,17	Rp / jam	
3	Upah Mekanik	U2	144271,77	Rp / jam	
4	Bahan bakar bensin	Mb	10531,72	Liter	
5	Bahan bakar solar	Ms	12136,55	Liter	
6	Minyak pelumas	Mp	34102,72	Liter	
7	PPN diperhitungkan pada lembar rekapitulasi biaya pekerjaan				

No.	Uraian	Kode	Koefisien	Satuan	Ket.
A.	URAIAN ALAT				E05
1	Jenis peratalan	Vibratory Roller 5-8 ton			
2	Tenaga	Pw	82,00	HP	
3	Kapasitas	Cp	7,1	ton	
4	Alat baru:				

	a. Umur ekonomis	A	5,00	Tahun
	b. Jam kerja dalam 1 tahun	W	4380,00	Jam
	c. Harga alat	B	432425,95	Rupiah
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA			
1	Nilai sisa alat (10% x B)	C	43242,595	Rupiah
2	Faktor angsuran modal: $\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$	D	9,00	-
3	Biaya pasti perjam:			
	a. Biaya pengembalian modal: $\frac{(B - C) \times D}{W}$	E	799,69	Rupiah
	b. Asuransi, dll: $\frac{0.002 \times B}{W}$	F	0,197	Rupiah
	Biaya pasti perjam: E + F	G	799,89	Rupiah
C.	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA			
1	Bahan bakar (12%-15%) x Pw x Ms	H	119423,652	Rupiah

2	Pelumas (2.5%-3%) x Pw x Mp Biaya bengkel: (6.25% dan 8.75%) x $\frac{B}{W}$	I	69910,58	Rupiah
		J	86,39	Rupiah
3	Perawatan dan perbaikan: (12.5%-17.5%) x B $\frac{\quad}{W}$	K	17,28	Rupiah
4	Operator (1 orang/jam) x U1	L	129906,17	Rupiah
5	Pembantu operator (1 orang/jam) U2	M	144271,77	Rupiah
	Biaya operasi per jam: (H+I+K+L+M)	P	463529,45	Rupiah
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT/JAM (G+P)	S	464329,33	Rupiah
E.	LAIN-LAIN			
1	Tingkat suku bunga	i	10,00	% / tahun
2	Upah operator/sopir	U1	129906,17	Rp / jam
3	Upah Mekanik	U2	144271,77	Rp / jam

4	Bahan bakar bensin	Mb	10531,72	Liter	
5	Bahan bakar solar	Ms	12136,55	Liter	
6	Minyak pelumas	Mp	34102,72	Liter	
7	PPN diperhitungkan pada lembar rekapitulasi biaya pekerjaan				

No.	Uraian	Kode	Koefisien	Satuan	Ket.
A.	URAIAN ALAT				E08
1	Jenis peratalan	Sheep Foot Roller			
2	Tenaga	Pw	100,00	HP	
3	Kapasitas	Cp	4000,00	Liter	
4	Alat baru:				
	a. Umur ekonomis	A	5,00	Tahun	
	b. Jam kerja dalam 1 tahun	W	4380,00	Jam	
	c. Harga alat	B	380000,00	Rupiah	
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA				
1	Nilai sisa alat (10% x B)	C	38000,00	Rupiah	
2	Faktor angsuran modal: $\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$	D	9,00	-	
3	Biaya pasti perjam: a. Biaya pengembalian modal:				

	$\frac{(B - C) \times D}{W}$	E	702,74	Rupiah
	b. Asuransi, dll:			
	$\frac{0.002 \times B}{W}$	F	0,174	Rupiah
	Biaya pasti perjam:			
	$E + F$	G	702,91	Rupiah
C.	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA			
1	Bahan bakar (12%-15%) x Pw x Ms	H	145638,6	Rupiah
2	Pelumas (2.5%-3%) x Pw x Mp	I	85256,80	Rupiah
	Biaya bengkel: (6.25% dan 8.75%) $\frac{x B}{W}$	J	75,91	Rupiah
3	Perawatan dan perbaikan: $\frac{(12.5\% - 17.5\%) \times B}{W}$	K	15,18	Rupiah
4	Operator (1 orang/jam) x U1	L	129906,17	Rupiah
5	Pembantu operator (1 orang/jam) U2	M	144271,77	Rupiah

	Biaya operasi per jam: (H+I+K+L+M)	P	505088,52	Rupiah	
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT/JAM (G+P)	S	505791,44	Rupiah	
E.	LAIN-LAIN				
1	Tingkat suku bunga	i	10,00	% / tahun	
2	Upah operator/sopir	U1	129906,17	Rp / jam	
3	Upah Mekanik	U2	144271,77	Rp / jam	
4	Bahan bakar bensin	Mb	10531,72	Liter	
5	Bahan bakar solar	Ms	12136,55	Liter	
6	Minyak pelumas	Mp	34102,72	Liter	
7	PPN diperhitungkan pada lembar rekapitulasi biaya pekerjaan				

No.	Uraian	Kode	Koefisien	Satuan	Ket.
-----	--------	------	-----------	--------	------

A. URAIAN ALAT					
1	Jenis peralatan	Water Tank Truck 3000-4500			E7
2	Tenaga	L			
3	Kapasitas	Pw	100,00	HP	
4	Alat baru:	Cp	4000,00	Liter	
	a. Umur ekonomis	A	5,00	Tahun	
	b. Jam kerja dalam 1 tahun	W	4380,00	Jam	
	c. Harga alat	B	291538,17	Rupiah	
B. BIAYA PASTI PER JAM KERJA					
1	Nilai sisa alat (10% x B)	C	29153,817	Rupiah	
2	Faktor angsuran modal:	D	9,00	-	
	$\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$				
3	Biaya pasti perjam:				
	a. Biaya pengembalian modal:	E	539,15	Rupiah	
	$\frac{(B - C) \times D}{W}$				
	b. Asuransi, dll:	F	0,133	Rupiah	
	$\frac{0.002 \times B}{W}$				

	Biaya pasti perjam: $E + F$	G	539,28	Rupiah
C.	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA			
1	Bahan bakar (12%-15%) x Pw x Ms	H	145638,6	Rupiah
2	Pelumas (2.5%-3%) x Pw x Mp	I	85256,80	Rupiah
	Biaya bengkel: (6.25% dan 8.75%) x $\frac{B}{W}$	J	58,24	Rupiah
3	Perawatan dan perbaikan: $\frac{(12.5\%-17.5\%) \times B}{W}$	K	11,65	Rupiah
4	Operator (1 orang/jam) x U1	L	129906,17	Rupiah
5	Pembantu operator (1 orang/jam) U2	M	144271,77	Rupiah
	Biaya operasi per jam: (H+I+K+L+M)	P	505084,99	Rupiah
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT/JAM (G+P)	S	505624,27	Rupiah

E.	LAIN-LAIN			
1	Tingkat suku bunga	i	10,00	% / tahun
2	Upah operator/sopir	U1	129906,17	Rp / jam
3	Upah Mekanik	U2	144271,77	Rp / jam
4	Bahan bakar bensin	Mb	10531,72	Liter
5	Bahan bakar solar	Ms	12136,55	Liter
6	Minyak pelumas	Mp	34102,72	Liter
7	PPN diperhitungkan pada lembar rekapitulasi biaya pekerjaan			

No.	Uraian	Kode	Koefisien	Satuan	Ket.
A.	URAIAN ALAT				
1	Jenis peratalan		Slipform Paver (Wirtgen SP 500 Vario)		E9
2	Tenaga	Pw	176,00	HP	

3	Kapasitas	Cp	2,50	m
4	Alat baru:			
	a. Umur ekonomis	A	5,00	Tahun
	b. Jam kerja dalam 1 tahun	W	4380,00	Jam
	c. Harga alat	B	555563,47	Rupiah
B. BIAYA PASTI PER JAM KERJA				
1	Nilai sisa alat (10% x B)	C	55556,35	Rupiah
2	Faktor angsuran modal:			
	$\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$	D	9,00	-
3	Biaya pasti perjam:			
	a. Biaya pengembalian modal:			
	$\frac{(B - C) \times D}{W}$	E	1027,41	Rupiah
	b. Asuransi, dll:			
	$\frac{0.002 \times B}{W}$	F	0,254	Rupiah
	Biaya pasti perjam:			
	$E + F$	G	1027,67	Rupiah

C.	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA			
1	Bahan bakar (12%-15%) x Pw x Ms	H	256323,936	Rupiah
2	Pelumas (2.5%-3%) x Pw x Mp	I	150051,97	Rupiah
	Biaya bengkel: (6.25% dan 8.75%) x <u>B</u> W	J	110,99	Rupiah
3	Perawatan dan perbaikan: <u>(12.5%-17.5%) x B</u> W	K	22,20	Rupiah
4	Operator (1 orang/jam) x U1	L	129906,17	Rupiah
5	Pembantu operator (1 orang/jam) U2	M	144271,77	Rupiah
	Biaya operasi per jam: (H+I+K+L+M)	P	680576,04	Rupiah
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT/JAM (G+P)	S	681603,71	Rupiah
E.	LAIN-LAIN			
1	Tingkat suku bunga	i	10,00	% / tahun

2	Upah operator/sopir	U1	129906,17	Rp / jam	
3	Upah Mekanik	U2	144271,77	Rp / jam	
4	Bahan bakar bensin	Mb	10531,72	Liter	
5	Bahan bakar solar	Ms	12136,55	Liter	
6	Minyak pelumas	Mp	34102,72	Liter	
7	PPN diperhitungkan pada lembar rekapitulasi biaya pekerjaan				

No.	Uraian	Kode	Koefisien	Satuan	Ket.
A.	URAIAN ALAT				E10
1	Jenis peralatan		<i>Concrete Pan Mixer</i>		
2	Tenaga	Pw	100,00	HP	
3	Kapasitas	Cp	500,00	liter	
4	Alat baru:				
	a. Umur ekonomis	A	5,00	Tahun	
	b. Jam kerja dalam 1 tahun	W	4380,00	Jam	
	c. Harga alat	B	626627,09	Rupiah	

B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA			
1	Nilai sisa alat (10% x B)	C	62662,71	Rupiah
2	Faktor angsuran modal: $\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$	D	9,00	-
3	Biaya pasti perjam:			
	a. Biaya pengembalian modal: $\frac{(B - C) \times D}{W}$	E	1158,83	Rupiah
	b. Asuransi, dll: $\frac{0.002 \times B}{W}$	F	0,286	Rupiah
	Biaya pasti perjam: E + F	G	1159,12	Rupiah
	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA			
1	Bahan bakar (12%-15%) x Pw x Ms	H	145638,6	Rupiah
2	Pelumas (2.5%-3%) x Pw x Mp	I	85256,80	Rupiah
	Biaya bengkel:			

	$(6.25\% \text{ dan } 8.75\%) \times$ $\frac{B}{W}$	J	125,18	Rupiah
3	Perawatan dan perbaikan: $\frac{(12.5\% - 17.5\%) \times B}{W}$	K	25,04	Rupiah
4	Operator (1 orang/jam) x U1	L	129906,17	Rupiah
5	Pembantu operator (1 orang/jam) U2	M	144271,77	Rupiah
	Biaya operasi per jam: $(H+I+K+L+M)$	P	505098,38	Rupiah
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT/JAM (G+P)	S	506257,49	Rupiah
E.	LAIN-LAIN			
1	Tingkat suku bunga	i	10,00	% / tahun
2	Upah operator/sopir	U1	129906,17	Rp / jam
3	Upah Mekanik	U2	144271,77	Rp / jam
4	Bahan bakar bensin	Mb	10531,72	Liter
5	Bahan bakar solar	Ms	12136,55	Liter
6	Minyak pelumas	Mp	34102,72	Liter

7	PPN diperhitungkan pada lembar rekapitulasi biaya pekerjaan				
---	---	--	--	--	--

Lampiran 1-4 : Harga Satuan Pekerjaan

Pekerjaan Tanah Timbunan

No.	Uraian	Kode	Koefisien	Satuan	Ket.
I.	ASUMSI				
1	Pekerjaan dilakukan secara mekanis				
2	Lokasi pekerjaan: sepanjang jalan				
3	Kondisi jalan: cukup baik				
4	Jam kerja efektif per hari	Tk	7.00	jam	
5	Faktor pengembangan bahan	Fk	0.90	-	
6	Tebal hamparan padat	t	0.30	m	
7	Berat volume bahan (lepas)	D	1.6	ton/m ³	
8	Faktor kehilangan	Fh	1.03		

II.	URUTAN KERJA				
1	Excavator menggali dan memuat ke dalam Dump Truck				
2	Dump Truck mengangkut ke lokasi pekerjaan dengan jarak dari Quarry	L	1.00	km	
3	Material dihampar dengan bulldozer				
4	Material dipadatkan dengan Vibratory Roller				
5	Material dipadatkan dengan Sheep Foot Roller				
6	Material dipadatkan kembali dengan Vibratory Roller				
7	Timbunan dibasahi dengan Water Tank Truck				
III.	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT DAN TENAGA				
1	<u>Bahan</u>				
1a	Bahan timbunan	M08			

	Koefisien bahan (m³): (1 x Fk x Fh)		0.93	m ³	
2	<u>Alat</u>				
2a	Excavator	E03			
	Kapasitas bucket	V	1.2	m ³	
	Faktor bucket	Fb	1	-	
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.75	-	
	Faktor konversi lepas ke padat	Fv ₁	0.90		
	Waktu siklus:				
	a. Menggali/memuat	t ₁	1.00	menit	
	b. Lain-lain	t ₂	0.50	menit	
		ts ₁	1.50	menit	
	Kapasitas produk (jam):				
	$V \times Fb \times Fa \times Fv_1 \times 60$	Q ₁	32.40	m ³	
	ts ₁				
	Koefisien alat (m³): (1/Q1)	E10	0.03	jam	

2b	Dump Truck	E09			
	Kapasitas bak	V	10.00	ton	
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.83	-	
	Kecepatan rata-rata bermuatan	V ₁	20.00	km/jam	
	Kecepatan rata-rata kosong	V ₂	30.00	km/jam	
	Waktu siklus:				
	a. Muat $(V \times 60)/(D \times Fk \times Q_1)$	T ₁	11.57	menit	
	b. Waktu tempuh isi $(L/V_1) \times 60$	T ₂	3.00	menit	
	c. Waktu tempuh kosong $(L/V_2) \times 60$	T ₃	2.00	menit	
	d. Lain-lain	T ₄	1.00	menit	
		ts ₂	17.57	menit	
	Kapasitas produksi (jam):				
	$V \times Fa \times 60$	Q ₂	20.59	m ³	
	$D \times Fv_2 \times ts_2$				
	Koefisien alat (m³): $(1/Q_2)$	E09	0.05	jam	
2c	Bulldozer	E04			

	Panjang hampan	Lh	50	m	
	Lebar efektif kerja blade	b	0.9	m	
	Jumlah lintasan	n	6	lintasan	
	Lajur lintasan	N	3		1 x pp
	Tebal lapisan	t	0.3	m	
	Kecepatan rata-rata alat	v	4	km/jam	
	Lebar overlap	bo	0.3	m	
	Faktor bucket	Fb	1	-	
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.83	-	
	Waktu siklus:				
	a. Perataan 1 lintasan ($Lh/(v \times 1000) \times 60$)	T ₁	0.75	menit	
	b. Lain-lain	T ₂	1.00	menit	
		ts ₃	1.75	menit	
	Kapasitas produksi (jam):				
	$Lh \times (N(b-bo)+bo) \times t \times Fa \times 60$	Q ₃	149.40	m ³	
	$n \times ts_3$				
	Koefisien alat (m³): $(1/Q_3)$	E04	0.007	jam	

2d	Vibratory Roller	E19			
	Kecepatan rata-rata alat	v	4.00	km/jam	
	Lebar efektif pemadatan	b	1.60	m	
	Jumlah lintasan	n	6.00	lintasan	
	Jalur lintasan	N	3.00		
	Lebar overlap	bo	0.20	m	
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.71	-	
	Tebal lapisan	t	0.30	m	
	Kapasitas produksi (jam):				
	$(be \times v \times 1000) \times t \times Fa$	Q ₄	227.20	m ³	
	n				
	Koefisien alat (m³): $(1/Q_4)$	E19	0.004	jam	
			0.009	jam	dua kali pemakaian
2e	Water Tank Truck	E23			
	Volume tangki air	V	4.00	m ³	

	Kebutuhan air / m ³ agregat padat	Wc	0.07	m ³	
	Kapasitas pompa air	pa	100.00	liter/menit	
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.71	-	
	Kapasitas produksi (jam):				
	$\frac{pa \times Fa \times 60}{1000 \times Wc}$	Q ₅	60.86	m ³	
	Koefisien alat (m³): (1/Q ₅)	E23	0.02	jam	
2f	Sheep Foot Roller	E40			
	Kecepatan rata-rata alat	v	1.50	km/jam	
	Lebar efektif pemadatan	b	1.20	m	
	Jumlah lintasan	n	6.00	lintasan	
	Jalur lintasan	N	3.00		
	Lebar overlap	bo	0.30	m	
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.71	-	
	Tebal lapisan	t	0.30	m	
	Kapasitas produksi (jam):				
	$\frac{(v \times 1000) \times (N(b-bo)+bo) \times t \times Fa}{n}$	Q ₆	159.75	m ³	

	Koefisien alat (m³): (1/Q ₆)	E40	0.0063	jam	
2g	Motor Grader >100 hp	0			
	Panjang hamparan	Lh	50	m	
	Lebar efektif kerja blade	b	2.6	m	
	Jumlah lintasan	n	2	lintasan	
	Lajur lintasan	N	1		1 x pp
	Kecepatan rata-rata alat	v	4	km/jam	
	Lebar overlap	bo	0.3	m	
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.71	-	
	Waktu siklus:				
	a. Perataan 1 lintasan (Lh/(v x 1000) x 60)	T ₁	0.75	menit	
	b. Lain-lain	T ₂	1.00	menit	
		ts ₄	1.75	menit	
	Kapasitas produksi (jam):				
	Lh x (N(b-bo)+bo) x t x Fa x 60	Q ₇	474.69	m ³	
	n x ts ₄				
	Koefisien alat (m³): (1/Q ₃)	E04	0.002	jam	

3	<u>Tenaga</u>				
	Excavator	E10			
	Produksi	Q_1	32.40	m^3/jam	
	Produksi agregat/hari ($Tk \times Q_1$)	Q_t	226.80	m^3	
	Pekerja:				
	a. Mandor	M	1.00	OH	
	b. Pekerja	P	2.00	OH	
	Koefisien tenaga:				
	a. Mandor ($Tk \times M$)/ Q_t	L04	0.03	jam	
	b. Pekerja ($Tk \times P$)/ Q_t	L01	0.06	jam	

Pekerjaan Penghamparan dan Pematatan Lapis Pondasi Kelas A

No	Uraian	Kode	Koefisien	Satuan	Ket.
I.	ASUMSI				
1	Pekerjaan dilakukan secara mekanis				
2	Lokasi pekerjaan: sepanjang jalan				
3	Kondisi jalan: cukup baik				
4	Jam kerja efektif per hari	Tk	7.00	jam	
5	Berat isi padat	Bip	1.80	ton/m ³	
6	Tebal lapis agregat padat	t	0.30	m	
7	Berat isi agregat (lepas)	Bil	1.60	ton/m ³	
	Faktor kehilangan	Fh	1.03		
8	Proporsi campuran:				
	a. Agregat pecah 20 - 30 mm		36	%	Gradasi harus memenuhi
	b. Agregat pecah 5 - 10 mm & 10 - 20 mm		24	%	
	c. Agregat 0 - 5 mm		40	%	

					i spesifikasi
II.	URUTAN KERJA				
1	Excavator menggali dan memuat ke dalam Dump Truck				
2	Dump Truck mengangkut ke lokasi pekerjaan dengan jarak dari Quarry	L	1.00	km	
3	Material dihampar dengan motor grader				
4	Material dipadatkan dengan Vibratory Roller				
III.	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT DAN TENAGA				
1	<u>Bahan</u>				
1a	Agregat Kelas B	M27			
	Koefisien bahan (m³): (1 m ³ x (Bip/Bil) x Fh)		1.1588	m ³	
2	<u>Alat</u>				

2a	Excavator		E10			
	Kapasitas bucket		V	1.2	m ³	
	Faktor bucket		Fb	1	-	
	Faktor efisiensi alat		Fa	0.75	-	
	Faktor konversi lepas ke padat		Fv ₁	0.90		
	Waktu siklus:	a. Menggali/memuat	t ₁	1.00	menit	
		b. Lain-lain	t ₂	0.50	menit	
			ts ₁	1.50	menit	
	Koefisien alat (m³): (1/Q1)		Q ₁	32.40	m ³	
2b	Dump Truck		E10	0.03086	jam	
	Kapasitas bak					
	Faktor efisiensi alat		E09			
	Kecepatan rata-rata bermuatan		V	10.00	ton	
	Kecepatan rata-rata kosong		Fa	0.83	-	

	Waktu siklus:	V_1	20.00	km/jam	
	a. Muat ($V \times (60/Q_1) \times \text{Bil}$)	V_2	30.00	km/jam	
	b. Waktu tempuh isi (L/V_1) x 60				
	c. Waktu tempuh kosong (L/V_2) x 60	T_1	29.63	menit	
	d. Lain-lain	T_2	3.00	menit	
		T_3	2.00	menit	
	Kapasitas produksi (jam):	T_4	1.00	menit	
	$V \times F_a \times 60$	ts_2	35.63	menit	
	$ts_2 \times \text{Bil}$				
	Koefisien alat (m^3): ($1/Q_2$)	Q_2	8.74	m^3	
2c	Motor Grader >100 hp	E09	0.11	jam	
	Panjang hamparan				
	Lebar efektif kerja blade	0			
	Jumlah lintasan	L_h	50	m	
	Lajur lintasan	b	2.6	m	
	Kecepatan rata-rata alat	n	2	lintasan	

	Lebar overlap	N	1		1 x pp
	Faktor efisiensi alat	v	4	km/jam	
	Waktu siklus:	bo	0.3	m	
	a. Perataan 1 lintasan ($Lh/(v \times 1000) \times 60$)	Fa	0.71	-	
	b. Lain-lain				
		T ₁	0.75	menit	
	Kapasitas produksi (jam):	T ₂	1.00	menit	
	$Lh \times (N(b-bo)+bo) \times t \times Fa \times 60$	ts ₃	1.75	menit	
	$n \times ts_3$				
	Koefisien alat (m³): (1/Q ₃)	Q ₃	474.69	m ³	
	Vibratory Roller	E04	0.002	jam	
2d	Kecepatan rata-rata alat				
	Lebar efektif pemadatan	E19			
	Jumlah lintasan	v	4.00	km/jam	
	Jalur lintasan	b	1.60	m	
	Lebar overlap	n	6.00	lintasan	

	Faktor efisiensi alat	N	3.00		
	Tebal lapisan	bo	0.20	m	
	Kapasitas produksi (jam):	Fa	0.71	-	
	$(be \times v \times 1000) \times t \times Fa$	t	0.30	m	
	n				
	Koefisien alat (m³): $(1/Q_4)$	Q ₄	227.20	m ³	
2e	Water Tank Truck	E19	0.004	jam	
	Volume tangki air				
	Kebutuhan air / m ³ agregat padat	E23			
	Kapasitas pompa air	V	4.00	m ³	
	Faktor efisiensi alat	Wc	0.07	m ³	
	Kapasitas produksi (jam):	pa	100.00	liter/menit	
		Fa	0.71	-	
	1000 x Wc				
	Koefisien alat (m³): $(1/Q_5)$	pa x Fa x 60	Q ₅	0.30	m ³

3	<u>Tenaga</u>	E23	3.35	jam	
	Excavator				
	Produksi				
	Produksi agregat/hari (Tk x Q ₁)	E10			
	Pekerja:	Q ₁	32.40	m ³ /jam	
	a. Mandor	Qt	226.80	m ³	
	b. Pekerja				
	Koefisien tenaga:	M	1.00	OH	
	a. Mandor (Tk x M)/Qt	P	3.00	OH	
	b. Pekerja (Tk x P)/Qt				
		L04	0.03086	jam	
		L01	0.02381	jam	

Pekerjaan Pengecoran Lean Concrete

No.	Uraian	Kode	Koefisien	Satuan	Ket.
I.	ASUMSI				
1	Pekerjaan dilakukan secara mekanis				
2	Lokasi pekerjaan: sepanjang jalan				
3	Kondisi jalan: cukup baik				
4	Jam kerja efektif per hari	Tk	7.00	jam	
5	Kadar semen minimum	Ks	250.00	kg/m ³	
6	Tebal lapisan <i>lean concrete</i>	t	0.1	m	
7	Ukuran agregat maksimum	Ag	20.00	mm	

8	Perbandingan air/semen maksimum	Wcr	0.54	-	
9	Perbandingan campuran:				
	a. Semen	Sm	295.00	kg/m ³	
	b. Air	Ps	160.00	kg/m ³	
	c. Agregat kasar	Kr	1937.00	kg/m ³	
10	Faktor kehilangan bahan	Fh	0.2		
11	Berat volume material:				
	a. Beton	D1	2.20	ton/m ³	
	b. Semen	D2	1.25	ton/m ³	
	c. Pasir	D3	1.30	ton/m ³	
	d. Agregat	D4	1.40	ton/m ³	
II.	URUTAN KERJA				
1	Semen, pasir, batu kerikil dan air di campur dan di aduk menjadi beton di Batching Plant	L	10.00	km	
2	Pembersihan lokasi dan pemasangan bekisting				
3	Beton di cor ke dalam bekisting dengan Mixer Truck				

4	Penyelesaian dan perapihan setelah pemasangan oleh bekerja				
III.	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT DAN TENAGA				
1	<u>Bahan</u>				
1a	Semen (Sm x Fh)	M12	59.00	kg	
1b	Pasir beton (Ps/1000:D3) x Fh	M01	0.04	m ³	
1c	Agregat kasar (Kr/1000:D4) x Fh	M03	0.54	m ³	
1d	Multiplex 12 mm (0.15/0.3 x 0.32)	M63	0.16	lbr	
1e	Kayu acuan (0.09/0.2 x 0.32)	M99	1.44	m ³	
1f	Paku	M18	0.25	kg	
2	<u>Alat</u>				
2a	Concrete Pan Mixer	E43			
	Kapasitas produksi	V	500.00	liter	
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.71	-	
	Waktu siklus:				

	a. Memuat	T ₁	0.50	menit	
	b. Mengaduk	T ₂	1.00	menit	
	c. Menuang	T ₃	0.30	menit	
	d. Menunggu, dll	T ₄	0.20	menit	
		ts ₁	2.0	menit	
	Kapasitas produksi (jam):				
	$V \times Fa \times 60$	Q ₁	10.65	m ²	
	$1000 \times ts_1$				
	Koefisien alat (m²): (1/Q ₁)	E43	0.09	jam	
2b	Truck Mixer	E49			
	Kapasitas drum	V	7.00	m ³	
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.71	-	
	Kecepatan rata-rata isi	V ₁	30.00	km/jam	
	Kecepatan rata-rata kosong	V ₂	40.00	km/jam	
	Waktu siklus:				

	a. Memuat (V/Q_1) x 60	T_1	39.44	menit	
	b. Mengangkut (L/V_1) x 60	T_2	20.00	menit	
	c. Kembali (L/V_2) x 60	T_3	15.00	menit	
	d. Menumpahkan, dll	T_4	0.30	menit	
		ts_2	74.74	menit	
	Kapasitas produksi (jam):				
	$V \times Fa \times 60$	Q_2	3.99	m^3	
	ts_2				
	Koefisien alat (m^2): ($1/Q_2$)	E49	0.25	jam	
2c	Concrete Vibrator				
	Kebutuhan alat penggetar beton disesuaikan dengan kapasitas batching plant				
	Kapasitas produksi (jam):	Q^3	19920	m^3	
	Koefisien alat (m^2): ($1/Q^3$)		0.00005	jam	
2d	Alat Bantu				

	Palu = 3 buah				
3	<u>Tenaga</u>				
	Produksi beton dalam sehari = $T_k \times Q_1$	Q_t	74.55	m^3	
	Kebutuhan tenaga:				
	a. Mandor	M	2.00	OH	
	b. Pekerja	P	2.00	OH	
	c. Tukang	T	6.00	OH	
	Koefisien tenaga (OH):				
	a. Mandor $(T_k \times M)/Q_t$	L04	0.19	jam	
	b. Pekerja $(T_k \times P)/Q_t$	L02	0.19	jam	
	c. Tukang $(T_k \times T)/Q_t$	L02	0.56	jam	

Pekerjaan Pengecoran Perkerasan Rigid

No.	Uraian	Kode	Koefisien	Satuan	Ket.
I.	ASUMSI				
1	Pekerjaan dilakukan secara mekanis				
2	Lokasi pekerjaan: sepanjang jalan				
3	Kondisi jalan: cukup baik				
4	Jam kerja efektif per hari	Tk	7.00	jam	
5	Kadar semen minimum	Ks	250.00	kg/m ³	
6	Tebal lapisan perkerasan rigid	t	0.3	m	
7	Ukuran agregat maksimum	Ag	20.00	mm	
8	Perbandingan air/semen maksimum	Wcr	0.54	-	
9	Perbandingan campuran:				
	a. Semen	Sm	295.00	kg/m ³	
	b. Air	Ps	160.00	kg/m ³	
	c. Agregat kasar	Kr	1937.00	kg/m ³	
10	Faktor kehilangan bahan	Fh	0.2		

11	Berat volume material:				
	a. Beton	D1	2.20	ton/m ³	
	b. Semen	D2	1.25	ton/m ³	
	c. Pasir	D3	1.30	ton/m ³	
	d. Agregat	D4	1.40	ton/m ³	
II.	URUTAN KERJA				
1	Semen, pasir, batu kerikil dan air di campur dan di aduk menjadi beton di Batching Plant	L	10.00	km	
2	Pemasangan bekisting dan tulangan				
3	Beton di cor ke dalam bekisting dengan Slipform Paver				
4	Beton setelah setting langsung di grooving dengan merata				
III.	PEMAKAIAN BAHAN, ALAT DAN TENAGA				
1	<u>Bahan</u>				

1a	Semen (Sm x Fh)	M12	59.00	kg	
1b	Pasir beton (Ps/1000:D3) x Fh	M01	0.04	m ³	
1c	Agregat kasar (Kr/1000:D4) x Fh	M03	0.54	m ³	
1d	Multiplex 12 mm (0.15/0.3 x 0.32)	M63	0.16	lbr	
1e	Kayu acuan (0.09/0.2 x 0.32)	M99	1.44	m ³	
1f	Paku	M18	0.25	kg	
1g	Baja tulangan dowel D36:				
	(3.5/0.3 x 0.45 x 6.31)/(6 x 3.5x 0.3) x 3 x Fh		3.16	kg	
1h	<i>Joint Sealant:</i>				
	(0.008 x 0.1 x 1030) x (5 + 7)/(5 x 7 x 0.3) x Fh		0.19	kg	
1i	<i>Curing Compound</i> (0.435 x 1.5)		0.65	liter	
1j	Additive (0.8568/0.3 x 0.3)		0.86	liter	
2	<u>Alat</u>				
2a	Concrete Pan Mixer	E43			
	Kapasitas produksi	V	500.00	liter	

	Faktor efisiensi alat	Fa	0.71	-	
	Waktu siklus:				
	a. Memuat	T ₁	0.50	menit	
	b. Mengaduk	T ₂	1.00	menit	
	c. Menuang	T ₃	0.30	menit	
	d. Menunggu, dll	T ₄	0.20	menit	
		ts ₁	2.0	menit	
	Kapasitas produksi (jam):				
	$V \times Fa \times 60$	Q ₁	10.65	m ²	
	$1000 \times ts_1$				
	Koefisien alat (m²): (1/Q ₁)	E43	0.09	jam	
2b	Slipform Paver	E42			
	Kapasitas (lebar hamparan)	b	3.60	m ³	
	Tebal hamparan	t	0.30	m ³	
	Kecepatan menghampar	v	6.00	m/menit	

	Faktor efisiensi alat	Fa	0.71	-	
	Kapasitas produksi (jam):				
	$b \times t \times Fa \times v \times 60$	Q_2	276.05	m^3	
	Koefisien alat (m^2): $(1/Q_2)$	E42	0.004	jam	
2c	Concrete Vibrator				
	Kebutuhan alat penggetar beton disesuaikan dengan kapasitas batching plant				
	Kapasitas produksi (jam):	Q^3	19920	m^3	
	Koefisien alat (m^2): $(1/Q^3)$		0.00005	jam	
2d	Truck Mixer	E49			
	Kapasitas drum	V	7.00	m^3	
	Faktor efisiensi alat	Fa	0.71	-	
	Kecepatan rata-rata isi	V_1	30.00	km/jam	

	Kecepatan rata-rata kosong	V_2	40.00	km/jam	
	Waktu siklus:				
	a. Memuat (V/Q_1) x 60	T_1	39.44	menit	
	b. Mengangkut (L/V_1) x 60	T_2	20.00	menit	
	c. Kembali (L/V_2) x 60	T_3	15.00	menit	
	d. Menumpahkan, dll	T_4	0.30	menit	
		ts_4	74.74	menit	
	Kapasitas produksi (jam):				
	$V \times Fa \times 60$	Q_4	3.99	m^3	
	ts_4				
	Koefisien alat (m^2): ($1/Q_4$)	E49	0.25	jam	
2d	Alat Bantu				
	Palu = 3 buah				
3	<u>Tenaga</u>				
	Produksi beton dalam sehari = $T_k \times Q_1$	Q_t	74.55	m^3	
	Kebutuhan tenaga:				

	a. Mandor	M	2.00	OH	
	b. Pekerja	P	2.00	OH	
	c. Tukang	T	6.00	OH	
	Koefisien tenaga (OH):				
	a. Mandor (Tk x M)/Qt	L04	0.19	jam	
	b. Pekerja (Tk x P)/Qt	L02	0.19	jam	
	c. Tukang (Tk x T)/Qt	L02	0.56	jam	

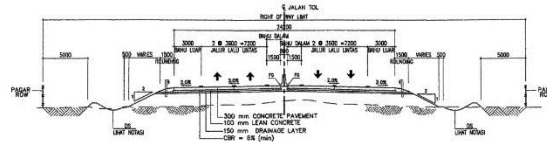
ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors	Resource Names	Qtr 3, 2018			Qtr 4, 2018	
							Jul	Aug	Sep	Oct	Nov
1	Pekerjaan Persiapan	18 days	Wed 01/08/18	Mon 27/08/18							
2	Pembersihan Lahan	18 days	Wed 01/08/18	Mon 27/08/18		Excavator(1);Dum					
3	Pembuatan Jalan Akses	3 days	Wed 01/08/18	Sat 04/08/18	2SS	Bahan timbunan					
4	Pembuatan Direksi Keet	3 days	Sat 04/08/18	Wed 08/08/18	3	Agregat pecah(1					
5	Pekerjaan Tanah	60 days	Wed 08/08/18	Wed 31/10/18							
6	Pengiriman Timbunan	44 days	Wed 08/08/18	Wed 10/10/18	4	Bahan timbunan					
7	Penghamparan Material	18 days	Wed 26/09/18	Sat 20/10/18	6FS-10 days	Bulldozer(1);Mo					
8	Pemadatan Material	13 days	Sat 13/10/18	Wed 31/10/18	7FS-5 days	Sheep foot roller					
9	Pekerjaan Perkerasan berbutir	18 days	Thu 01/11/18	Tue 27/11/18							
10	Pengiriman material	13 days	Thu 01/11/18	Mon 19/11/18	8FS+1 day	Excavator(1);Dum					
11	Penghamparan Material	3 days	Mon 19/11/18	Fri 23/11/18	10	Motor grader(1)					
12	Pemadatan Material	3 days	Thu 22/11/18	Tue 27/11/18	11SS+2 days	Vibratory roller(
13	Pekerjaan Perkerasan	66 days	Mon 26/11/18	Mon 25/02/19							
14	Pengecoran LC	23 days	Mon 26/11/18	Thu 27/12/18	12SS+2 days	Concrete pan n					
15	Penulangan rigid	25 days	Thu 27/12/18	Wed 30/01/19	14	Baja tulangan D3					
16	Pengecoran Rigid	33 days	Thu 10/01/19	Mon 25/02/19	15SS+10 days	Concrete pan n					
17											

Project: Project1 Date: Sun 26/07/20	Task		Inactive Summary		External Tasks	
	Split		Manual Task		External Milestone	
	Milestone		Duration-only		Deadline	
	Summary		Manual Summary Rollup		Progress	
	Project Summary		Manual Summary		Manual Progress	
	Inactive Task		Start-only			
	Inactive Milestone		Finish-only			

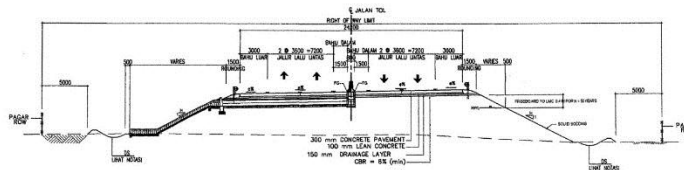
Page 1



Lampiran 1-6 : Tipikal Potongan Melintang dan Perkerasan



TIPIKAL POTONGAN MELINTANG JALAN TOL EMPAT LAJUR DUA ARAH (DIKONDISI NORMAL)



TIPIKAL POTONGAN MELINTANG JALAN TOL (SUPERELEVATED DENGAN CROSS MEDIAN DRAIN)



PROGRAM STUDI DIPLOMA III
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

ESTIMASI WAKTU DAN BIAYA
PADA PELAKSANAAN PROYEK
PEMBANGUNAN
JALAN TOL PANDAAN - MALANG
SEKSI 4
STA 32+000 SAMPAI DENGAN STA
35+000

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi Prajitno, M.T.

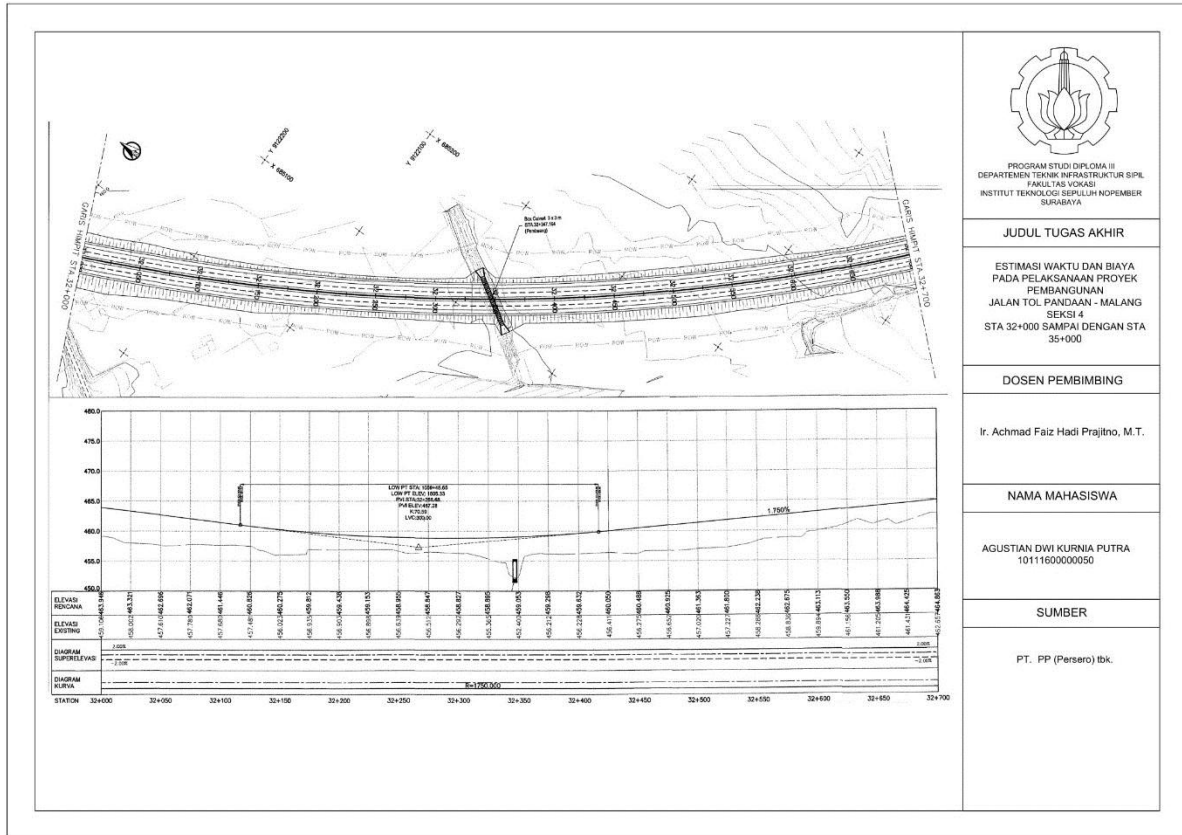
NAMA MAHASISWA

AGUSTIAN DWI KURNIA PUTRA
1011160000050

SUMBER

PT. PP (Persero) tdk.

Lampiran 1-7 : Plan and Profile



PROGRAM STUDI DIPLOMA III
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

ESTIMASI WAKTU DAN BIAYA
PADA PELAKSANAAN PROYEK
PEMBANGUNAN
JALAN TOL PANDAAN - MALANG
SEKSI 4
STA 32+000 SAMPAI DENGAN STA
35+000

DOSEN PEMBIMBING

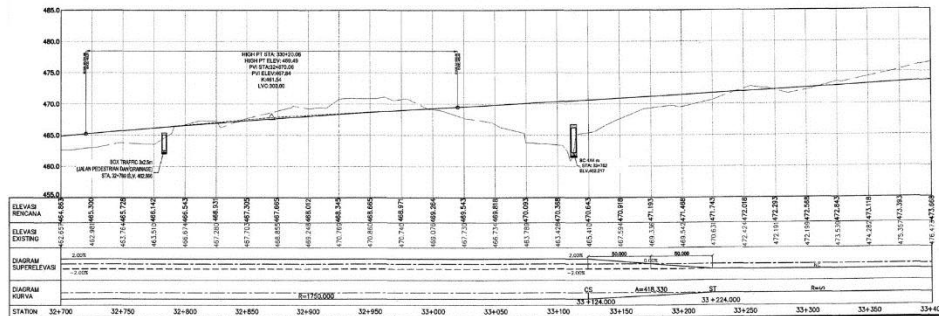
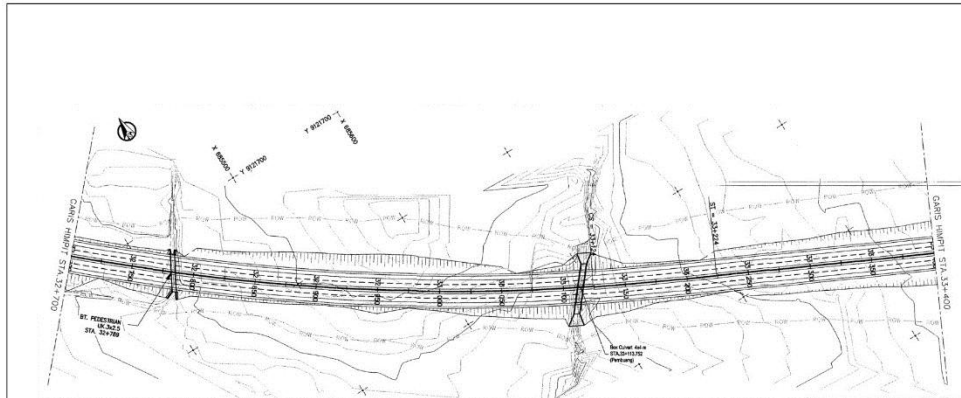
Ir. Achmad Faiz Hadi Prajitno, M.T.

NAMA MAHASISWA

AGUSTIAN DWI KURNIA PUTRA
1011160000050

SUMBER

PT. PP (Persero) Tbk.



PROGRAM STUDI DIPLOMA III
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

ESTIMASI WAKTU DAN BIAYA
PADA PELAKSANAAN PROYEK
PEMBANGUNAN
JALAN TOL PANDANAN - MALANG
SEKSI 4
STA 32+000 SAMPAI DENGAN STA
35+000

DOSEN PEMBIMBING

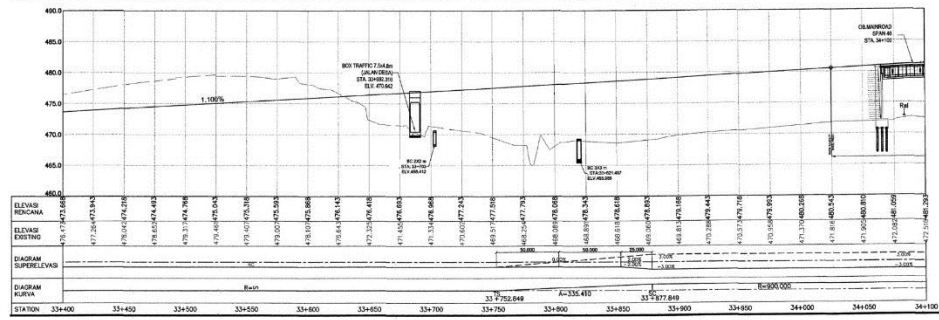
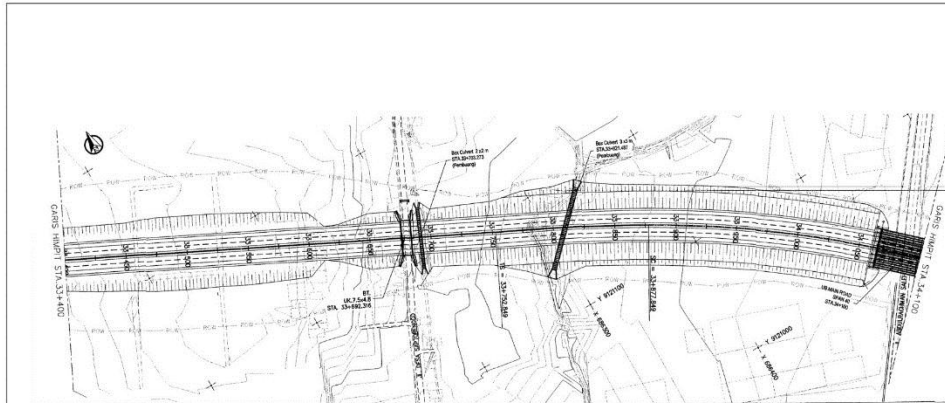
Ir. Achmad Faiz Hadi Prajinto, M.T.

NAMA MAHASISWA

AGUSTIAN DWI KURNIA PUTRA
1011160000050

SUMBER

PT. PP (Persero) Tbk.



PROGRAM STUDI DIPLOMA III
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

ESTIMASI WAKTU DAN BIAYA
 PADA PELAKSANAAN PROYEK
 PEMBANGUNAN
 JALAN TOL PANDAN - MALANG
 SEKSI 4
 STA 32+000 SAMPAI DENGAN STA
 35+000

DOSEN PEMBIMBING

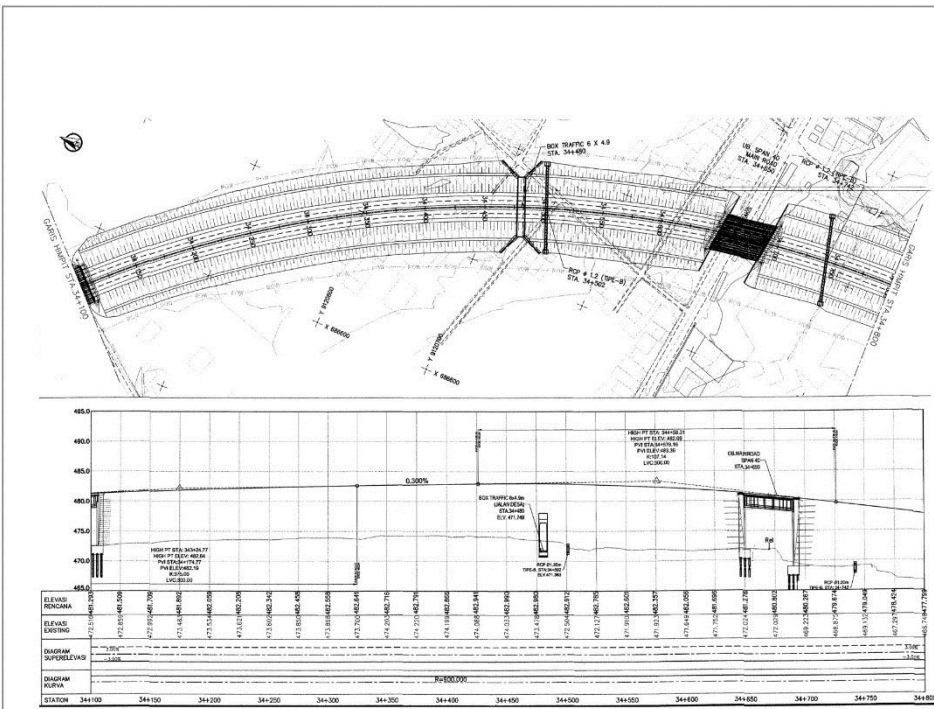
Ir. Achmad Faiz Hadi Prajito, M.T.

NAMA MAHASISWA

AGUSTIAN DWI KURNIA PUTRA
 1011160000050

SUMBER

PT. PP (Persero) Itk.



PROGRAM STUDI DIPLOMA III
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

ESTIMASI WAKTU DAN BIAYA
 PADA PELAKSANAAN PROYEK
 PEMBANGUNAN
 JALAN TOL PANDAN - MALANG
 SEKSI 4
 STA 32+000 SAMPAI DENGAN STA
 35+000

DOSEN PEMBIMBING

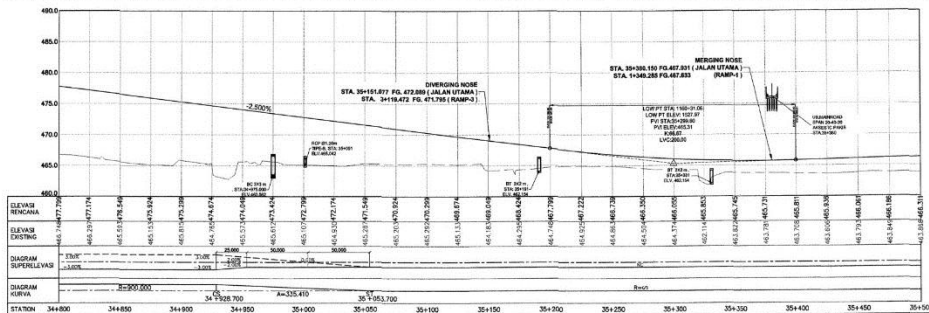
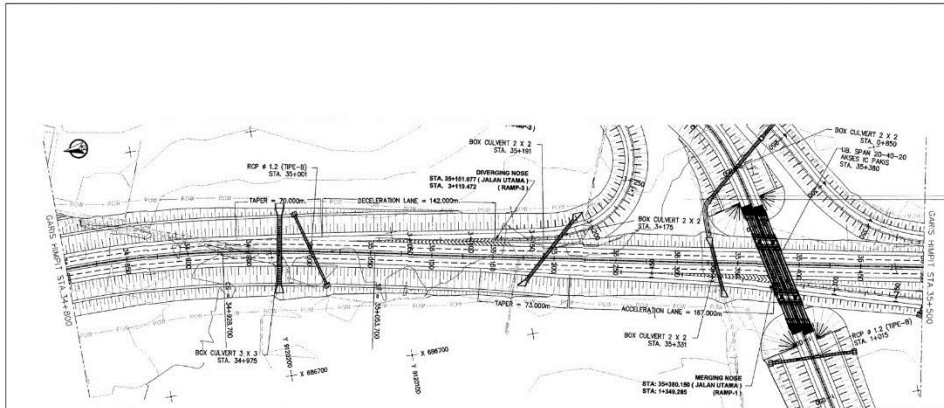
Ir. Achmad Faiz Hadi Prajino, M.T.

NAMA MAHASISWA

AGUSTIAN DWI KURNIA PUTRA
 10111600000050

SUMBER

PT. PP (Persero) Tbk.



PROGRAM STUDI DIPLOMA III
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 SURABAYA

JUDUL TUGAS AKHIR

ESTIMASI WAKTU DAN BIAYA
 PADA PELAKSANAAN PROYEK
 PEMBANGUNAN
 JALAN TOL PANDANAN - MALANG
 SEKSI 4
 STA 32+000 SAMPAI DENGAN STA
 35+000

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Achmad Faiz Hadi Prijitno, M.T.

NAMA MAHASISWA

AGUSTIAN DWI KURNIA PUTRA
 1011160000050

SUMBER

PT. PP (Persero) tbk.