



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

LAPORAN TUGAS AKHIR TERAPAN

PERENCANAAN JALAN TOL PANDAAN - MALANG STA
15+000 - 18+000 MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU
METODE BINA MARGA KABUPATEN MALANG JAWA
TIMUR

Mahasiswa:

Jihad Sakti Budi P

NRP. 1011160000069

Imanullah Sandy P

NRP. 1011160000075

Dosen Pembimbing:

Ir. ACHMAD FAIZ HADI PRAJITNO, Ms.

NIP. 19603101989031004

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

FAKULTAS VOKASI

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA 2020



LAPORAN TUGAS AKHIR TERAPAN

**PERENCANAAN JALAN TOL PANDAAN – MALANG
STA 15+000 – 18+000 MENGGUNAKAN PERKERASAN
KAKU METODE BINA MARGA KABUPATEN
MALANG JAWA TIMUR**

Mahasiswa:

Jihad Sakti Budi P

NRP. 10111600000069

Imanullah Sandy P

NRP. 10111600000075

Dosen Pembimbing:

Ir. ACHMAD FAIZ HADI PRAJITNO, Ms.

NIP. 19603101989031004



FINAL PROJECT REPORTS

REPLANNING PANDAAN – MALANG HIGHWAY STA 15+000 – 18+000 USING RIGID PAVEMENT WITH BINA MARGA METHOD AT MALANG DISTRICT JAWA TIMUR

Students:

**Jihad Sakti Budi P
NRP. 1011160000069**

**Imanullah Sandy P
NRP. 1011160000075**

Counselor Lecture

**Ir. ACHMAD FAIZ HADI PRAJITNO, Ms.
NIP. 19603101989031004**



BERITA ACARA
TUGAS AKHIR TERAPAN
 PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA
 TEKNIK SIPIL
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI ITS

No. Agenda :
 44852/IT2.VI.B.1/PP.05.02/2019

Tanggal :
 15 Januari 2020

Judul Tugas Akhir Terapan	Perencanaan Jalan Tol Pandaan - Malang STA 15+000 - 18+000 Menggunakan Perkerasan Kaku Metode Bina Marga Kabupaten Malang Jawa Timur		
Nama Mahasiswa 1	Jihad Sakti Budi P.	NRP	1011160000069
Nama Mahasiswa 2	Imanullah Sandy Pratama	NRP	1011160000075
Dosen Pembimbing 1	Ir. Achmad Faiz Hadi Prajitno, MS. NIP. 19630310 198903 1 004	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2	NIP -	Tanda tangan	

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
<p>1. Lembar pengesahan ^{mta ka-ki} Blm ada, ABSTRAK ^{Blm ada}, Font nya disamakan, Daftar Isi, Kadep.</p> <p>2. ABSTRAK, lat-Bel, Metode, Hasil. - MKJI → PKJI 2014. Cek di Fayanan Pustaka. - No. Rumus - Rumus di titik ulang (Cep ya bagus)</p> <p>3. Pertumbuhan Lalun → ambil populasi y' Keda. H. badi</p>	<p></p> <p>Amalia Firdaus Mawardi, ST. MT. NIP 19770218 200501 2 002</p>
<p>1. Drainage dibuat TERRA SIRING.</p> <p>2. Kurva DIVERSI : Jln EXISTING → Jln tol - Prediksi Traffic y' An. Canggihnya - 0.85 PKJI dihasukkan d' d' d' daftar Pustaka (mting D/c sth terjadi perubahan.) - cek d' g' 5000LE MAPS / EARTH arah aliran - drainage jalan tol dr STA 15+000 - 18+000 - lay out Drainage → catchment AREA - Kontrol Beowatti diperbaiki penulisannya. - U' funtunan lah dari 8 m → uraikan Blw tals dibahas. - Blw funtunan diperbaiki & dilengkapi d' drainage</p>	<p></p> <p>Ir. Rachmad Basuki, MS. NIP. 19641114 198903 1 001</p>
	NIP -
	NIP -

PERSETUJUAN HASIL REVISI			
Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4
Amalia Firdaus Mawardi, ST. MT. NIP 19770218 200501 2 002	Ir. Rachmad Basuki, MS. NIP. 19641114 198903 1 001	NIP -	NIP -

Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjilidan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan	Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
	<p></p> <p>Ir. A. Faiz Hadi Prajitno, MS. NIP. 19630310 198903 1 004</p>	NIP -



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 2
 NRP : 1 2
 Judul Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing :

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
	11 - Oktober 2019	- Hitung LHR yang Paling tinggi dari 3 data yang ada Sesuaikan golongan kendaraan dengan PDT		B	C	K
		- Browsing data ke PDRB Kob Bojonegara 2010-2018		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Hitung pertumbuhan lalu lintas Sesuai PDRB		B	C	K
		- Rencanakan tebal perkerasan		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		-				
	22 - Oktober 2019	- Bandingkan LHR jalan lama dengan jalan realisasi		B	C	K
		- Faktor keamanan Beban memakai rata-rata (1.1)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Koefisien gesekan memakai rata-rata $- \text{rata} \left(\frac{1 + 1.5}{2} \right) = 1.25 \approx 1.3$		B	C	K
		- Cek Tonase STR 26 PDT menjadi 0.75		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- koefisien distribusi pakai 0.7		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal




KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
 Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

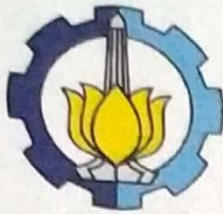
ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 2
 NRP : 1 2
 Judul Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing :

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
	4/10/2018	Rekap data lalin.				
		- Jalan Tol				
		- Jalan lama.		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Ambil CBR Terkecil antara				
		Tutu & Puntir				
		Hitung tebal perkerasan melalui		B	C	K
		CBR tersebut.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Bandingkan semua data lalin				
		ambil yang terbesar.		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket.
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116

Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025

<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama

: 1 Jihad Sahati B. P

2 Muhammad Sandy P.

NRP

: 1 10111600000069

2 10111600000075

Judul Tugas Akhir

: Perencanaan Jalan tol Pandaan - Malang STA 15+000 - 18+000 menggunakan Perkerasan kaku Metode Bina Marga Kab. Malang Jawa Timur

Dosen Pembimbing

: Ir. Achmad Faiz Hadi Prajitno, Ms.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1.	11-9-2018	- Semua data dibawa				
		- Data CBR STA 15+000 - 18+000				
		di ketik kembali		B	C	K
		- Hitung CBR Rata-rata		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Data LHR di ketik kembali				
		2 arah				
		- Pilih Volume lalu lintas		B	C	K
		terbesar		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Minta komposisi kendaraan				
		di tol pandaan - malang setelah				
		beroperasi		B	C	K
		- Hitung tebal Perkerasan berdasarkan		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Proporsi kendaraan masing-ma-				
		sing				
		- Pelajari Perkerasan Laku Pu		B	C	K
		Bina Marga		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket.

B = Lebih cepat dari jadwal

C = Sesuai dengan jadwal

K = Terlambat dari jadwal



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
 Telp. 031-5947837 Fax. 031-5938025
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 2
 NRP : 1 2
 Judul Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing :

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
				B	C	K
	10-12-2019	• Cari peraturan jalan Tol bebans • Untuk kapasitas pekar yang terkecil • Nilai k ambil yang terkecil = 0,85 • Cari tahun berapa terjadi pelebaran yang awalnya 4/2 D menjadi 8/2 D		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal



ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 2
 NRP : 1 2
 Judul Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing :

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
				B	C	K
	12-11-2019	-Hitung PDRB 2008-2018 - Hitung Pertumbuhan PDRB • Gerakan Pertumbuhan tersebut Untuk menghitung Pertumbuhan lalu lintas dan tebal perkerasan.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	25-11-2019	PDRB Mulai dari 2010-2018 pakai harga km(2010) • Untuk fct pakai 4,25 • Untuk fhd pakai 1,2 • Tebal perkerasan mendekati 100% (ftl) • Hitung Perbandingan beton bertulang dan tidak bertulang		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	29-11-2019	• Khusus rigid = Pengaruh fctik sangat besar • fctik dan erosi harus dibatasi 100% • Koreksi PDRB tahun 2011-2012 yang terjadi kenaikan terbesar		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket. :
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal

LEMBAR PENGESAHAN

PERENCANAAN JALAN TOL PANDAAN – MALANG STA 15+000 – 18+000 MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU METODE BINA MARGA KABUPATEN MALANG JAWA TIMUR

LAPORAN TUGAS AKHIR TERAPAN

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

Disusun oleh:

MAHASISWA I



**JIHAD SAKTI BUDI
PUTRO**

NRP. 10111600000069

MAHASISWA II



**IMANULLAH SANDY
PRATAMA**

NRP. 10111600000075



30 JAN 2020

**PERENCANAAN JALAN TOL PANDAAN – MALANG
STA 15+000 – 18+000 MENGGUNAKAN PERKERASAN
KAKU METODE BINA MARGA KABUPATEN MALANG
JAWA TIMUR**

Di susun oleh:

Nama mahasiswa : Jihad Sakti Budi Putro
NRP : 1011160000069
Jurusan : Diploma 3 Teknik Infrastruktur Sipil

Nama mahasiswa : Imanullah Sandy Pratama
NRP : 1011160000075
Jurusan : Diploma 3 Teknik Infrastruktur Sipil

Dosen Pembimbing : Ir. Achmad Faiz Hadi Prajitno, MT.
NIP : 19603101989031004

ABSTRAK

Jalan merupakan salah satu sarana penghubung darat yang mempunyai peranan penting dalam kehidupan manusia baik dalam ekonomi maupun sosial. Disisi lain pertumbuhan penduduk setiap tahunnya semakin meningkat, maka jalan mempunyai peranan penting untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan masyarakat baik sebagai akses perekonomian maupun sosial. Dalam perencanaan jalan kenyamanan dan keamanan jalan merupakan hal terpenting. Seperti pada perencanaan jalan Tol Pandaan-Malang.

Rencana pembangunan Jalan Tol Pandaan – Malang . pada tugas akhir ini, perencanaan jalan tol Pandaan-Malang dibatasi pada Sesi II STA 15+000- 18+000.

Perencanaan jalan tol Pandaan-Malang memiliki beberapa tahapan yaitu pengumpulan data data yang dibutuhkan, mengolah data lalu lintas, analisa geometric, perencanaan tebal perkerasan jalan menggunakan metode Pd-T-14-2003, perencanaan sambungan, perencanaan drainase dan gambar rencana. Hasil

perhitungan perencanaan jalan Tol Pandaan-Malang sesi II STA 15+000 – 18+000 untuk analisa kapasitas jalan, pada awal tahun 2019 **DS = 0,47** dengan kategori jalan **4/2 D** menggunakan **PKJI 2014 Jalan bebas hambatan**. Analisa geometrik jalan untuk alinyemen horizontal memenuhi syarat $R \text{ rencana} = 6000 \text{ m} > R_{\text{min}} = 365 \text{ m}$ dan $LC < 2tc$ sedangkan alinyemen vertical memiliki kelandaian maksimal 3% (datar). Hasil perencanaan tebal perkerasan untuk metode **Pd-T-14-2003** sebesar **260 mm**. Tebal perkerasan metode Pd – T – 14 – 2003 sebagai acuan perencanaan sambungan. Dimensi perencanaan **drainase tepi** menggunakan **tipe persegi** dengan **dimensi b= 1,0 m; h= 1,0 m**.

Total biaya yang dibutuhkan pada jalan Tol Pandaan – Malang sesi II STA 15+000 – 18+000 dengan acuan HSPK Kab. Malang 2019 dan tebal perkerasan terpilih yaitu metode Pd – T – 14 – 2003 dengan tebal perkerasan 260 mm sebesar **Rp 63.075.231.712**

Kata kunci : Tol Pandaan – Malang, Metode Pd-T-14-2003, Tebal Perkerasan.

**REPLANNING PANDAAN – MALANG HIGHWAY STA
15+000 – 18+000 USING RIGID PAVEMENT WITH BINA
MARGA METHOD AT MALANG DISTRICT JAWA
TIMUR**

Composed By:

Name : Jihad Sakti Budi Putro
NRP : 1011160000069
**Majority : Infrastructure Civil Engineering
Department – Faculty of Vocational -
ITS**

Name : Imanullah Sandy Pratama
NRP : 1011160000075
**Majority : Infrastructure Civil Engineering
Department – Faculty of Vocational -
ITS**

Counselor Lecture : Ir. Achmad Faiz Hadi Prajitno, MT.
NIP : 19603101989031004

ABSTRACT

Road is one of the land connector facility that has an important role in human's life, for economy's life as good as for social's life. On the other hand, population growth for every year is increased, so the road has an important role for fulfilling the need of people, for economy's access as well as social. On the planning of the road, comfort and safety are very important. Just like the planning of Pandaan – Malang Highway.

The plan of building Pandaan – Malang Highway is the government's program to resolve the traffic growth's of the kabupaten Pandaan and Malang which is this highway will connected.

Pandaan – Malang highway building planning on this final project was restricted at section II STA 15+000 – 18+000.

This replanning have a few stages which is gathering data that needed, processing the traffic data; geometric analysis, planning the thickness of rigid pavement with Pd - T - 14 - 2003 method, joint planning, drainage planning, and the last one is drawing planning. The result of the calculation of Pandaan – malang highway road capacity which is the first year of planning DS = 0, 47 with road category 4/2 D using PKJI 2014 : Jalan Bebas Hambatan. Road geometric analysis for horizontal alignment fulfill the requirement $R_{rencana} = 600 \text{ m} > R_{min} 365 \text{ m}$ with $LC < 2tc$. While the vertical alignment has sloppiness maximum 3 % (flat). The result of thickness according to Pd – T – 14 – 2003 method is **260** mm. For joint result according to calculation on how thickness of rigid pavement based on Pd – T – 14 – 2003. The planning dimension of the side drainage using square type with b : 1 m and h: 1 m.

Cost that needed to build Pandaan – Malang section II STA 15+000 – STA 18+000 based on HSPK Kabupaten Malang 2019 and thickness that chosen according to Pd – T – 14 – 2003 is **Rp 63.075.231.712**

Keyword : Pandaan – Malang highway, Pd – T – 14 – 2003 methods, Pavement thickness

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas segala rahmat-Nya kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir kami yang berjudul *PERENCANAAN JALAN TOL PANDAAN – MALANG STA 15+000 – 18+000 MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU METODE BINA MARGA KABUPATEN MALANG JAWA TIMUR* ini dengan cukup baik dan lancar.

Tak lupa juga penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebanyak-banyaknya kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan laporan ini, antara lain kepada:

1. Mohamad Khoiri ST., MT., Ph.D selaku Kepala Program Studi Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember,
2. Ir. Achmad Faiz Hadi P,Ms. , selaku Dosen Pembimbing kami,
3. PT. Pembangunan Perumahan (Persero), Tbk., selaku Kontraktor Pelaksana Proyek Pembangunan Jalan Tol Pandaan-Malang Seksi 2
4. Orangtua Penulis yang telah memberikan dukungan spiritual dan materi yang tidak terhingga.
5. Hanny Fauzyalina Magenda yang telah memberi dukungan kepada kami.
6. Ramadhian Bilva Pradana STr. T yang telah memberi bantuan dan dukungan kepada kami
7. Semua Pihak dan Instansi yang telah membantu dalam penyelesaian Proposal Tugas Akhir ini

Penulis menyadari jika dalam penyelesaian Proposal Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan, oleh dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun sehingga dapat dijadikan masukan dalam penyempurnaan penulisan-penulisan berikutnya. Semoga Laporan ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca pada umumnya.

Surabaya, 8 Desember

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Lokasi Studi	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Definisi- Definisi Jalan	7
2.2 Analisa Kapasitas Jalan	7
2.2.1 Arus Lalu Lintas	7
2.2.2 Kapasitas Dasar	9
2.2.3 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FCI)	10
2.2.4 Faktor Penyesuaian Akibat Pemisahan Arah (FCsp)	11

2.2.5.	Derajat Kejenuhan (DS) _____	11
2.3	Geometrik jalan _____	12
2.3.1	Lebar Lajur dan Bahu Jalan Tol _____	12
2.3.2	Median _____	12
2.3.3	Jarak Pandang _____	13
2.3.4	Geometrik jalan _____	14
2.3.4.4	Superelevasi _____	18
2.4	Perencanaan perkerasan kaku _____	19
2.4.1	Daya dukung Tanah Dasar _____	19
2.4.3	Lalu Lintas _____	21
2.5.	Perencanaan Tebal Plat _____	23
2.6.	Perencanaan Tulangan _____	26
2.6.1	Perkerasan Beton Semen Bersambung Tanpa Tulangan (BBTT) _____	26
2.6.2	Perkerasan Beton Semen Bersambung Dengan Tulangan (BBDT) _____	27
2.6.3	Perkerasan Beton Semen Menerus Dengan Tulangan (BMDT) _____	27
2.7.	Perencanaan Sambungan Perkerasan Kaku _____	29
2.7.1	Sambungan Memanjang Dengan Batang Pengikat (Tie bars) _____	30
2.7.2	Sambungan Pelaksanaan Memanjang _____	31
2.7.3	Sambungan Pelaksanaan Memanjang _____	32
2.7.4	Sambungan Pelaksanaan Melintang _____	33
2.8.	Perencanaan Saluran Tepi _____	34

2.8.1	Intensitas Curah Hujan	35
2.8.2	Nilai Konsentrasi (TC)	37
BAB III	METODOLOGI	41
3.1	Umum	41
3.2	Pekerjaan Persiapan	41
3.3	Tinjauan Pustaka	41
3.4	Pengumpulan data	42
3.5	Analisa Kapasitas Rencana Jalan	42
3.6	Kontrol Geometrik Jalan	42
3.7	Tebal Perkerasan Jalan	43
3.8	Perencanaan Sambungan	43
3.9	Perencanaan Sistem Drainase	43
3.10	Gambar Rencana	43
3.11	Perhitungan Anggaran Biaya	43
BAB IV	ANALISA DATA	49
4.1.	Umum	49
4.2.	Pengumpulan Data	49
4.2.1.	Peta Lokasi Proyek	49
4.2.2.	Data CBR	49
4.2.3.	Pengumpulan data LHR	51
4.2.4.	Data Perekonomian	52
4.2.5.	Data Curah Hujan	53
5.1.2.	Menentukan faktor penyesuaian Kapasitas akibat pemisah arah (FC_{sp})	54

4.3.	Pengolahan data	55
4.3.1	Data Lalu Lintas	55
4.3.2	Pengolahan data curah hujan	56
BAB V PERENCANAAN STRUKTUR JALAN		59
5.1	Analisa Kapasitas Jalan	59
5.1.1	Menentukan Kapasitas Dasar (C_0)	59
5.1.3.	Menentukan Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Lalu Lintas (FC_L)	62
5.1.4	Metode Perpindahan	62
5.1.5	Menghitung derajat kejenuhan (D_s)	64
5.2	Kontrol Geometri Jalan	66
5.2.1	Kontrol alinyemen vertical	66
5.2.2	Kontrol Alinyemen horizontal	83
5.3	Perencanaan tebal perkerasan menurut Pd-T-14-2003	96
5.3.1.	Perencanaan tebal pondasi bawah	96
5.3.2.	Kekuatan beton semen (f_{cf})	96
5.3.3.	Perencanaan tebal plat beton	96
5.3.4	Perencanaan Sambungan	113
5.4	Perencanaan saluran tepi	115
5.5	Perencanaan saluran terasering pada timbunan	125
5.6	Metode Pelaksanaan	138
5.6.1	Tahap Persiapan	138
5.6.2	Tahap galian drainase	139
5.6.3	Tahap pekerjaan Lapisan agregat A	139

5.6.4	Tahap Pekerjaan <i>Lean Concrete</i>	139
5.6.5	Tahap Pekerjaan Perkerasan Kaku	139
5.6.6	Pekerjaan Perlengkapan Jalan	140
BAB VI	RANCANGAN ANGGARAN BIAYA	143
6.1	HSPK Kabupaten malang tahun 2019	143
6.2	Analisa alat	144
6.3	Rekapan AHS	154
BAB VII		163
PENUTUP		163
7.1	Kesimpulan	163
7.2	Saran	164
DAFTAR PUSTAKA		167
LAMPIRAN		168

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

<i>gambar 2. 1 Jarak pandang Henti Pada lengkung Vertikal Cembung</i>	13
<i>gambar 2. 2 Jarak Pandang Henti Pada Lengkung Vertikal Cekung</i>	13
<i>gambar 2. 3 Tikungan Berbentuk Lingkaran Full Circle (FC)</i>	15
<i>gambar 2. 4 Tikungan Berbentuk Spiral – Circle - Spiral (SCS)</i>	16
<i>gambar 2. 5 Tikungan Berbentuk Spiral Spiral (SS)</i>	17
<i>gambar 2. 6 Tebal pondasi bawah minimum untuk perkerasan beton semen</i>	20
<i>gambar 2. 7 CBR tanah dasar efektif dan tebal pondasi bawah</i>	20
<i>gambar 2. 8 Analisis Fatigue dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, Dengan/Tanpa Bahu Beton.</i>	25
<i>gambar 2. 9 Analisis Erosi dan Jumlah Repetisi Beban Berdasarkan Faktor Erosi, Dengan Bahu Beton</i>	26
<i>gambar 2. 10 Tipikal Sambungan Memanjang</i>	31
<i>gambar 2. 11 Ukuran standar Penguncian Sambungan memanjang</i>	31
<i>gambar 2. 12 Sambungan Susut Melintang Tanpa Ruji</i>	33
<i>gambar 2. 13 Sambungan Susut Melintang Dengan Ruji</i>	33
<i>gambar 2. 14 Sambungan Pelaksanaan yang direncanakan dan tidak direncanakan untuk pengecoran per lajur</i>	34
<i>gambar 2. 15 Sambungan pelaksanaan yang direncanakan dan yang tidak direncanakan untuk pengecoran seluruh lebar perkerasan .</i>	34
<i>gambar 3. 1 Flowchart pekerjaan</i>	46
<i>gambar 4. 1 Grafik untuk mencari tebal pondasi minimum</i>	50
<i>gambar 4. 2 Grafik CBR tanah dasar efektif</i>	51
<i>gambar 5. 1 Lokasi jalan tol sta 15+000 - 18+000 pada aplikasi google earth</i>	115

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

<i>Tabel 2. 1 Ekuivalensi Mobil Penumpang Untuk Jalan Bebas Hambatan Dua –Arah Empat Lajur</i>	8
<i>Tabel 2. 2 Ekuivalensi Mobil Penumpang Untuk Jalan Bebas Hambatan Dua –Arah Enam Lajur</i>	9
<i>Tabel 2.3 Kapasitas Jalan Bebas Hambatan Terbagi</i>	10
<i>Tabel 2. 4 Jalur Lalu – Lintas Wc</i>	10
<i>Tabel 2.5 Faktor Penyesuaian Akibat Pemisahan Arah (FCsp)</i>	11
<i>Tabel 2. 6 Lebar Lajur Dan Bahu Jalan Tol</i>	12
<i>Tabel 2. 7 Perencanaan Median Pada Jalan Tol</i>	12
<i>Tabel 2. 8 Panjang Bagian Lurus Maksimum</i>	15
<i>Tabel 2. 9 Panjang Tikungan Minimum</i>	18
<i>Tabel 2.10 Superelevasi Maksimum Berdasarkan Tata Guna Lahan Dan Iklim</i>	19
<i>Tabel 2.11 Jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan dan koefisien distribusi (C) kendaraan niaga pada lajur rencana</i>	22
<i>Tabel 2. 12 Faktor keamanan Beban (Fkb)</i>	23
<i>Tabel 2.13 Langkah-Langkah Perencanaan Tebal Perkerasan Beton Semen</i>	24
<i>Tabel 2. 14 Hubungan kuat tekan beton dan angka ekivalen baja dan beton</i>	28
<i>Tabel 2. 15 Diameter Ruji</i>	32
<i>Tabel 2. 16 kemiringan Melintang Perkerasan dan Bahu Jalan</i>	35
<i>Tabel 2. 17 nilai Yt</i>	36
<i>Tabel 2. 18 Nilai Yn</i>	36
<i>Tabel 2. 19 Nilai Sn</i>	37
<i>Tabel 2. 20 Hubungan Kondisi Permukaan Dengan Koefisien Hambatan</i>	38

Tabel 5. 1 Rekapitulasi Potongan Memanjang	59
Tabel 5. 2 Klasifikasi jenis kendaraan	62
Tabel 5. 3 Tabel DS pada tahun 2019	64
Tabel 5. 4 Rekapitulasi DS	65
Tabel 5. 5 Data perencanaan saluran Tepi	126
Tabel 5. 6 Kecepatan aliran ijin	127
Tabel 5. 7 Data perencanaan saluran tepi	131
Tabel 5. 8 Rekapitulasi perhitungan waktu konsentrasi saluran terasiring	132
Tabel 5. 9 Tabel rekapitulasi perhitungan debit saluran terasiring	133
Tabel 5. 10 perhitungan Dimensi saluran terasiring	136
Tabel 5. 11 kontrol saluran terasiring	137
Tabel 6. 1 Harga upah Kab malang 2019	143
Tabel 6. 2 Tabel harga alat kabupaten Malang 2019	144
Tabel 6. 3 Analisa harga Wheel loader	145
Tabel 6. 4 Analisa harga Dump truck	146
Tabel 6. 5 Analisa harga motor grader	147
Tabel 6. 6 Analisa harga vibro roller	148
Tabel 6. 7 Analisa harga water tank truck	149
Tabel 6. 8 Analisa harga concrete mixer	150
Tabel 6. 9 Analisa harga Concrete paver	151
Tabel 6. 10 Analisa harga excavator	152
Tabel 6. 11 Analisa harga kompressor	153
Tabel 6. 12 AHSP Pembuatan Direksi keet	154
Tabel 6. 13 AHSP Pembersihan tempat kerja	155
Tabel 6. 14 AHS Pekerjaan Lapisan Pondasi Agregat A	156
Tabel 6. 15 AHS pekerjaan Lean Concrete	157
Tabel 6. 16 AHS pekerjaan Rigid pavement	158
Tabel 6. 17 AHSP tabel saluran tepi dengan U ditch	159
Tabel 6. 18 AHSP perlengkapan jalan	159
Tabel 6. 19 RAB Pekerjaan Tol Pandaan - Malang STA 15+000 - 18+000	160

(halaman ini sengaja dikosongkan)

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan Tol Pandaan – Malang dirancang untuk meningkatkan konektivitas di kawasan ini. Di samping itu, Jalan Tol Pandaan – Malang diharapkan dapat memperlancar transportasi Industri dari Pandaan ke Malang yang terkoneksi langsung ke Surabaya, begitu pula sebaliknya. Jalan Tol Pandaan – Malang memiliki jalur yang melintasi 3 (tiga) Wilayah administratif, yaitu Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Malang dan Kota Malang. Jalan tol ini direncanakan akan terhubung dengan jalan nasional yang sudah ada, bermula dari Pandaan kemudian mengarah ke selatan, yaitu Purwosari, Purwodadi, Lawang, Singosari, Karangko, dan berakhir di Malang. Pembangunan Jalan Tol Pandaan – Malang bukan salah satu jaringan jalan tol trans jawa, tetapi termasuk dalam Proyek Strategis Nasional.

Proyek Pembangunan Jalan Tol Pandaan-Malang ini dimiliki oleh PT. Jasa Marga Pandaan- Malang. Dengan perencanaan 730 Hari kalender dihitung setelah 60 hari pekerjaan desain dimulai. Dan waktu desain selama 365 hari, serta masa pemeliharaan selama Proyek Pembangunan Jalan Tol Pandaan – Malang memiliki panjang 38,488 km, dan dibagi menjadi 5 seksi. Menggunakan perkerasan beton

Berdasarkan latar belakang diatas, metode perencanaan pada Jalan Tol ini menggunakan perkerasan kaku Metode Bina Marga pada Sta 15+000 – Sta 18+000 yang berlokasi pada seksi 2 di proyek pembangunan jalan Tol Pandaan – Malang. Perkerasan kaku dapat digunakan pada jalan kelas tinggi, job mix lebih mudah dikendalikan kualitasnya, dapat lebih bertahan terhadap kondisi drainase yang buruk, umur rencana dapat mencapai 10 tahun, jika terjadi kerusakan maka kerusakan tersebut cepat dalam waktu yang singkat, dan indeks pelayanan tetap baik hampir umur rencana.

Dengan demikian, pembangunan jalan Tol Pandaan – Malang diharapkan mampu menjadi solusi untuk kenyamanan berlalu – lintas serta dapat mengeffisiensi waktu tempuh dari Pandaan – Malang.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah ditinjau dari segi teknis perencanaan jalan dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Berapa kebutuhan kapasitas rencana jalan yang berpedoman pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia: Jalan Bebas Hambatan (2014) yang dibutuhkan selama 35 tahun?
2. Bagaimana perencanaan geometri jalan yang meliputi alinyemen vertical dan alinyemen horizontal berpedoman pada Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga 2009 untuk jalan Tol bebas hambatan?
3. Berapa dimensi saluran tepi (drainase) yang direncanakan pada jalan tersebut?
4. Berapakah ketebalan perkerasan kaku yang direncanakan untuk jalan tersebut dengan Metode Bina Marga Pd T – 14 – 2003 untuk umur rencana 35 tahun?
5. Berpakah rancangan anggaran dan biaya proyek jalan berdasarkan HSPK Kabupaten Malang?

1.3 Batasan Masalah

Mengingat luasnya perencanaan yang dapat terjadi, maka batasan masalah yang digunakan meliputi:

1. Rencana anggaran biaya dibatasi pada konstruksi perkerasan dan saluran drainase, dan tidak memperhitungkan biaya perawatan perkerasan.
2. Tidak membahas dinding penahan, struktur jembatan, box culvert, pipe culvert yang terdapat dalam proyek tersebut.
3. Tidak membahas perencanaan timbunan.

4. Teknis pelaksanaan hanya dibahas sebatas metode pelaksanaan proyek. Perkerasan jalan yang ditinjau hanya pada STA 15+000 – STA 18+000.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dari perencanaan tugas akhir ini adalah:

1. Untuk mengetahui kebutuhan kapasitas rencana jalan yang berpedoman pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 yang dibutuhkan selama 35 tahun.
2. Untuk Mengetahui perencanaan geometri jalan yang meliputi alinyemen vertical dan alinyemen horizontal berpedoman pada Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga 2009 untuk jalan Tol bebas hambatan.
3. Untuk mengetahui saluran tepi (drainase) yang direncanakan pada jalan tersebut.
4. Untuk mengetahui ketebalan perkerasan kaki yang direncanakan untuk jalan tersebut dengan Metode Bina Marga Pd T – 14 – 2003 untuk umur rencana 35 tahun.
5. Untuk mengetahui rancangan anggaran dan biaya proyek jalan berdasarkan HSPK Kabupaten Malang.

1.5 Manfaat Penelitian

Pelaksanaan penulisan tugas akhir ini pun memiliki manfaat terhadap pengembangan bidang ilmu dan teknologi dan sebagai salah satu bentuk pengaplikasian materi perkuliahan.

Penulisan tugas akhir dimaksudkan untuk pembentukan individu yang matang selama perkuliahan dan siap dalam dunia kerja. Dengan adanya penyusunan tugas akhir ini, penulis akan dihadapkan dengan berbagai permasalahan yang berkaitan dengan materi tugas akhir. Permasalahan inilah yang dapat dijadikan oleh penulis untuk modal menghadapi dunia kerja.

Selain itu diharapkan menjadi bahan pustaka Institut Teknologi Sepuluh Nopember yang dapat bermanfaat bagi para pembaca. Mampu memberikan informasi kepada pembaca mengenai

perencanaan perkerasan kaku dimulai dari perencanaan geometri jalan, perhitungan perencanaan tebal perkerasan, perencanaan drainase, dan perencanaan anggaran biaya.

1.6 Lokasi Studi

- Nama Proyek : Pekerjaan Pemborongan dan Penyusunan Desain Pembangunan Jalan Tol Pandaan-Malang
- Lokasi Proyek :
 - Kab.Pasuruan : Kec.Pandaan, Kec.Sukorejo, Kec. Purwosari, Kec. Purwodadi
 - Kab.Malang : Kec. Lawang, Kec. Singosari, Kec. Pakis
 - Kota Malang : Kec.Kedung kandang

(halaman ini sengaja dikosongkan)

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi- Definisi Jalan

Dalam undang – undang jalan raya no. 13/1980 bahwa jalan adalah sistem prasarana perhubungan darat dalam bentuk apapun meliputi segala bagian jalan termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas.

- 2.1. Jalan umum adalah jalan yang diperuntukkan bagi lalu - lintas umum
- 2.2. Jalan Khusus adalah jalan selain yang termasuk diatas
- 2.3. Jalan Toll adalah jalan yang kepada para pemakainya dikenakan kewajiban membayar toll. (referensi)

2.2 Analisa Kapasitas Jalan

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai arus lalu lintas, analisa kapasitas, kapasitas dasar, factor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas, faktor penyesuaian akibat pemisah arah, derajat kejухan, serta control geometri jalan.

2.2.1. Arus Lalu Lintas

Perhitungan arus lalu – lintas pada jalan bebas hambatan berpedoman pada PKJI 2014 dengan perhitungan sebagai berikut . Penentuan ekivalensi mobil penumpang untuk jalan bebas hambatan 2 arah empat lajur dan 2 arah enam lajur dapat dilihat pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2:

$$Q=LHRT \times K \times emp..... pers(2.1)$$

Keterangan :

Q = Arus kendaraan (kendaraan/jam)

LHRT = Lalu lintas Harian Rata – rata Tahunan (kendaraan/ hari)

Km = Rasio antara arus jam rencana dan LHRT (nilai normal 0.11)

emp= Ekivalensi mobil penumpang

Tabel 2. 1 Ekivalensi Mobil Penumpang Untuk Jalan Bebas Hambatan Dua –Arah Empat Lajur

Tipe Alinyemen	q per arah (kend./jam)	Ekr		
		KS	BB	TB
Datar	0	1.2	1.2	1.6
	1250	1.4	1.4	2.0
	2250	1.6	1.7	2.5
	≥ 2800	1.3	1.5	2.0
Buktit	0	1.8	1.6	4.8
	900	2.0	2.0	4.6
	1700	2.2	2.3	4.3
	≥ 2250	1.8	1.9	3.5
Gunung	0	3.2	2.2	5.5
	700	2.9	2.6	5.1
	1450	2.6	2.9	4.8
	≥ 2000	2.0	2.4	3.8

Sumber : PKJI 2014

Tabel 2. 2 Ekivalensi Mobil Penumpang Untuk Jalan Bebas Hambatan Dua –Arah Enam Lajur

Tipe A linayemen	q per arah (kend./jam)	Ekr		
		KS	BB	TB
Datar	0	1.2	1.2	1.6
	1500	1.4	1.4	2.0
	2750	1.6	1.7	2.5
	≥ 3250	1.3	1.5	2.0
Buktit	0	1.8	1.6	4.8
	1100	2.0	2.0	4.6
	2100	2.2	2.3	4.3
	≥2650	1.8	1.9	3.5
Gunung	0	3.2	2.2	5.5
	800	2.9	2.6	5.1
	1700	2.6	2.9	4.8
	≥2300	2.0	2.4	3.8

Sumber : PKJI 2014

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \text{ (smp/jam)} \dots \dots \dots \text{pers(2.2)}$$

Keterangan :

C = Kapasitas

C_o = Kapasitas dasar (smp/jam)

FC_w = Faktor penyesuaian akibat lebar jalan lalu-lintas

FC_{sp} = Faktor penyesuaian akibat pemisahan arah (jalan bebas hambatan tak terbagi)

2.2.2. Kapasitas Dasar

Kapasitas dasar adalah kapasitas dari suatu segmen untuk suatu set koordinasi sebelum (geometrik, pola arus lalu lintas dan, faktor lingkungan). Perlu diperhatikan bahwa pengaruh tipe medan pada kapasitas dasar diperhitungkan melalui penggunaan

emp yang berbeda, dapat dilihat pada Tabel 2.3 dan Tabel 2.4 dibawah ini :

Tabel 2.3 Kapasitas Jalan Bebas Hambatan Terbagi

Tipe JBH/ Tipe Alinyemen	Kapasitas Dasar (skr/jam/lajur)
JBH 4/2 dan JBH 6/2	
Datar	2300
Bukit	2250
Gunung	2150

Sumber: PKJI 2014

2.2.3. Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FCI)

Untuk jalan bebas hambatan umumnya mempunyai bahu diperkeras yang dapat digunakan untuk lalu – lintas, lebar bahu tidak ditambahkan pada lebar efektif. Jalur lalu – lintas dapat dilihat pada Tabel 2.4 dibawah ini :

Tabel 2. 4 Jalur Lalu – Lintas Wc

Tipe Jalan	Lebar efektif jalur lalu lintas	FCI
JBH 4/2	3.25	0.96
dan Per Lajur	3.5	1.00
JBH 6/2	3.75	1.03

Sumber : PKJI 2014

Faktor penyesuaian kapasitas jalan dengan lebih dari enam lajur dapat ditentukan dengan menggunakan nilai per lajur yang diberikan untuk jalan bebas hambatan empat-dan enam-lajur pada tabel diatas.

2.2.4. Faktor Penyesuaian Akibat Pemisahan Arah (FCsp)

Faktor penyesuaian akibat pemisahan arah ditetapkan menurut Tabel 2.5 berikut.

Tabel 2.5 Faktor Penyesuaian Akibat Pemisahan Arah (FCsp)

Pemisahan arah SP % - %		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FCsp	Dua-lajur 2/2	1.00	0.97	0.94	0.91	0.88
	Empat-lajur 4/2	1.00	0.975	0.95	0.925	0.90

Sumber : PKJI 2014

2.2.5. Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat kejenuhan adalah ratio antara arus total lalu – lintas dalam smp/jam dengan kapasitas (C).

$$DS = \frac{Q}{C} \dots \dots \dots \text{pers (2.3)}$$

Dimana :

DS = Derajat kejenuhan

Q = Arus total lalu – lintas (smp/jam)

C = Kapasitas

2.2.6. Kontrol Geometrik Jalan

Geometrik jalan merupakan perencanaan bentuk jalur yang akan memberikan pelayanan optimum pada arus lalu – lintas dan sebagai prasarana suatu wilayah. Dasar perencanaan geometrik jalan adalah sifat gerakan dan ukuran kendaraan tersebut akan mempengaruhi perencanaan ukuran jalan, bentuk, dan ruang gerak kendaraan yang memenuhi tingkat keasaman dan kenyamanan pengemudi.

2.3 Geometrik jalan

Geometrik jalan merupakan jalur yang memberikan pelayanan optimum pada arus lalu – lintas dan sebagai prasarana jalan suatu wilayah.

2.3.1 Lebar Lajur dan Bahu Jalan Tol

Lebar lajur dan lebar bahu jalan yang ditentukan berdasarkan lokasi jalan tol dan kecepatan rencana. Lebar lajur dan bahu jalan dapat dilihat pada tabel 2.6

Tabel 2. 6 Lebar Lajur Dan Bahu Jalan Tol

Lokasi Jalan Tol	V_R (km/jam)	Lebar Lajur (m)		Lebar Bahu Luar Diperkeras (m)		Lebar Bahu Dalam Diperkeras (m)
		Minimal	Ideal	Minimal	Ideal*	
Antarkota	120	3,60	3,75	3,00	3,50	1,50
	100	3,60	3,60	3,00	3,50	1,50
	80	3,60	3,60	3,00	3,50	1,00
Perkotaan	100	3,50	3,60	3,00	3,50	1,00
	80	3,50	3,50	2,00	3,50	0,50
	60	3,50	3,50	2,00	3,50	0,50

Sumber : Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga 2009

2.3.2 Median

Median atau pemisah tengah merupakan bangunan yang berfungsi memisahkan arus lalu – lintas berlawanan arah. Perencanaan median pada jalan tol ditetapkan menurut Tabel 2.8 dibawah ini.

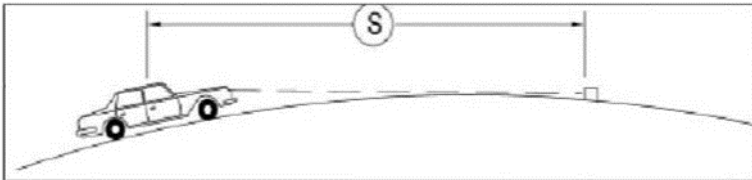
Tabel 2. 7 Perencanaan Median Pada Jalan Tol

Lokasi Jalan Tol	Lebar Median (m)		Keterangan
	Minimal	Konstruksi Bertahap	
Antarkota	5,50	13,00	diukur dari garis tepi dalam lajur lalu lintas
Perkotaan	3,00	10,00	

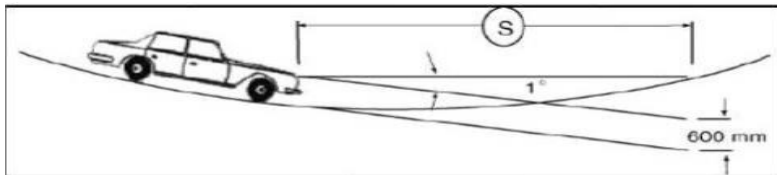
Sumber : Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga 2009

2.3.3 Jarak Pandang

Jarak pandang (S) diukur berdasarkan asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 108 cm dan tinggi halangan 60 cm diukur dari permukaan jalan. Setiap bagian jalan harus memenuhi jarak pandang. Jarak pandang henti pada vertical cembung dapat dilihat pada Gambar 2.1 dan jarak pandang henti pada vertikal cekung pada Gambar 2.2 dibawah ini.



gambar 2. 1 Jarak pandang Henti Pada lengkung Vertikal Cembung



gambar 2. 2 Jarak Pandang Henti Pada Lengkung Vertikal Cekung

Jarak Pandang Henti (S_s) terdiri dari 2 (dua) elemen jarak yaitu :

1. Jarak awal reaksi (S_r) adalah jarak pergerakan kendaraan sejak pengemudi melihat suatu halangan yang menyebabkan berhenti sampai saat pengemudi menginjak rem.
2. Jarak awal pengereman (S_b) adalah jarak pergerakan kendaraan sejak pengemudi menginjak rem sampai kendaraan berhenti.
 - a. Jarak pandang henti (S_s) pada bagian datar dihitung dengan rumus

$$S_s = 0.278 \times V_r \times T + 0.039 \frac{V_r^2}{a} \quad \dots\dots\dots \text{pers}(2.4)$$

- b. Jarak pandang henti (S_s) akibat kelandaian dihitung dengan rumus

$$S_s = 0.278 \times V_r \times T + \frac{V_r^2}{254 \left\{ \left(\frac{a}{9.81} \right) \pm G \right\}} \quad \dots\dots\dots \text{pers}(2.5)$$

Keterangan :

- V_r = Kecepatan rencana (Km/Jam)
 T = Waktu reaksi, ditetapkan 2.5 detik
 a = Tingkat perlambatan (m/dtk^2), ditetapkan 3.4 m/dtk^2
 G = Kelandaian Jalan (%)

2.3.4 Geometrik jalan

Alinyemen horizontal adalah proyeksi sumbu jarak bidang horizontal. Alinyemen horizontal sering disebut situasi jalan atau trase jalan. Alinyemen horizontal terdiri dari garis lurus dan garis lengkung.

- Alinyemen Horizontal terdiri dari bagian lurus dan bagian lengkung (disebut juga tikungan).
- Geometri pada bagian lengkung didesain sedemikian rupa dimaksudkan untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima oleh kendaraan berjalan pada kecepatan V_r .
- Untuk keselamatan pemakai jalan, jarak pandang daerah bebas samping jalan, maka arah horizontal harus diperhitungkan secara akurat.

2.3.4.1 Alinyemen Horizontal Panjang Bagian Lurus

Dengan mempertimbangkan factor keselamatan pengguna jalan, ditinjau dari segi kelelahan pengemudi maka panjang maksimum bagian jalan yang lurus dan harus ditempuh tidak boleh

lebih dari 2.5 menit (sesuai VR). Panjang bagian lurus ditetapkan menurut Tabel 2.9 dibawah ini :

Tabel 2. 8 Panjang Bagian Lurus Maksimum

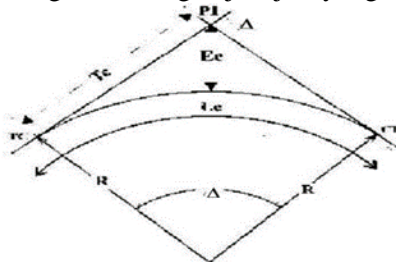
Vr (km/jam)	Panjang Bagian Lurus Maksimum (m)	
	Perhitungan	Pembulatan
140	5833.3	5850
120	5000.0	5000
100	4166.7	4200
80	3333.3	3350
60	2500.0	2500

Sumber : Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga 2009

2.3.4.2 Standar Bentuk Tikungan Full Circle, Spiral Circle Spiral, Spiral Spiral

Standar bentuk tikungan ada 3 (tiga) bentuk secara umum yaitu :

1. Full Circle (FC), Yaitu tikungan yang berbentuk busur lingkaran secara penuh. Tikungan ini memiliki satu titik pusat lingkaran dengan jari-jari yang seragam



gambar 2. 3 Tikungan Berbentuk Lingkaran Full Circle (FC)

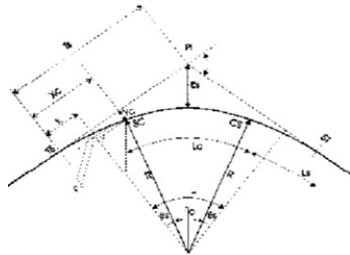
$$Tc=R\tan\frac{1}{2}\Delta \quad \text{.....pers(2.6)}$$

$$Lc=\frac{\Delta}{360} 2 \pi R \quad \text{.....pers(2.7)}$$

$$Ec=\frac{R}{\text{Cos}\frac{\Delta}{2}} - R \quad \text{.....pers(2.8)}$$

$$Ec=Tc\tan\frac{1}{4}\Delta \quad \text{.....pers(2.9)}$$

2. Spirai - Circle – Spirai (SCS), yaitu tikungan yang terdiri dari 1 (satu) lengkung lingkaran dan 2(dua) lengkung spirai.



gambar 2. 4 Tikungan Berbentuk Spirai – Circle - Spirai (SCS)

$$\theta_s = \frac{L_s}{2R} \times \frac{360}{2\pi} \quad \text{.....pers(2.10)}$$

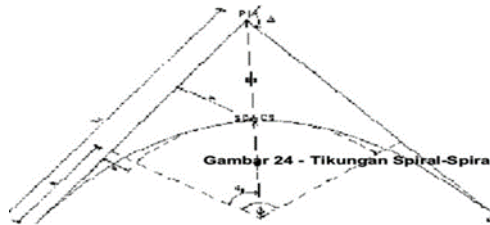
$$\Delta c = \Delta - 2\theta_s \quad \text{.....pers(2.12)}$$

$$Lc = \frac{\Delta c}{360} 2\pi R \quad \text{.....pers(2.13)}$$

$$Yc = \frac{L_s}{6R} \quad \text{.....pers(2.14)}$$

$$Xc = L_s - \frac{L_s}{40R^2} \quad \text{.....pers(2.15)}$$

3. Spirai spirai (Ss), yaitu tikungan yang terdiri atas 2 (dua) lengkung spirai



gambar 2. 5 Tikungan Berbentuk Spiral Spiral (SS)

$$K = Xc - R \sin^2 Q^2 \dots\dots\dots \text{pers}(2.16)$$

$$P = Yc - R(1 - \cos Q^2) \dots\dots\dots \text{pers}(2.17)$$

$$Ts = (R + p) \tan \frac{\alpha}{2} + k \dots\dots\dots \text{pers}(2.18)$$

$$Qs = \frac{Ls}{2R} \times \frac{360}{2\pi} \dots\dots\dots \text{pers}(2.19)$$

$$\Delta c = \Delta - 2\phi_s \dots\dots\dots \text{pers}(2.20)$$

$$Lc = \frac{\Delta c}{360} 2\pi R \dots\dots\dots \text{pers}(2.21)$$

$$Yc = \frac{Ls}{6R} \dots\dots\dots \text{pers}(2.22)$$

$$Xc = Ls - \frac{Ls}{40R^2} \dots\dots\dots \text{pers}(2.23)$$

$$L \text{ total} = Lc + 2Ls \dots\dots\dots \text{pers}(2.24)$$

2.3.4.3 Panjang Tikungan

Panjang tikungan (L_t) dapat terdiri dari panjang busur lingkaran (L_c) dan panjang 2 (dua) lengkung spiral (L_s) atau beberapa lengkungan spiral yang diukur sepanjang sumbu jalan. Untuk menjamin kelancaran dan kemudahan mengemudikan kendaraan pada saat menikung, maka panjang suatu tikungan tidak kurang dari 6 detik perjalanan dengan V_r . Panjang ini dapat diperhitungkan berdasarkan V_r atau ditetapkan berdasarkan Tabel 2.9 sebagai berikut :

Tabel 2. 9 Panjang Tikungan Minimum

V_r (km/jam)	Panjang tikungan minimum (m)
120	200
100	170
80	140
60	100

Sumber : Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga 2009

- Pada tikungan full circle, nilai $L_s = 0$, sehingga $L_t = L_c$
- Pada tikungan Spiral – spiral, nilai $L_c = 0$, sehingga $L_t = 2$

2.3.4.4 Superelevasi

Superelevasi harus dibuat pada semua tikungan kecuali tikungan yang memiliki radius yang lebih besar dari R_{min} tanpa superelevasi. Besarnya superelevasi harus direncanakan sesuai dengan V_r . Superelevasi berlaku pada jalur lalu lintas dan bahu jalan. Nilai superelevasi maksimum ditetapkan antara 4%- 10%. Harus diperhatikan masalah drainase pada pencapaian kemiringan. Jari – jari tikungan minimum (R_{min}) ditetapkan sebagai berikut :

$$R_{min} = \frac{V_r^2}{127(e_{max} + f_{max})} \dots\dots\dots pers(2.25)$$

Keterangan :

R_{min}	= Jari – jari tikungan minimum	(m)
V_r	= Kecepatan rencana	(km/j)
e_{max}	= Superelevasi maksimum	(%)
f_{max}	= Koefisien gesek maksimum	

Tabel 2.10 Superelevasi Maksimum Berdasarkan Tata Guna Lahan Dan Iklim

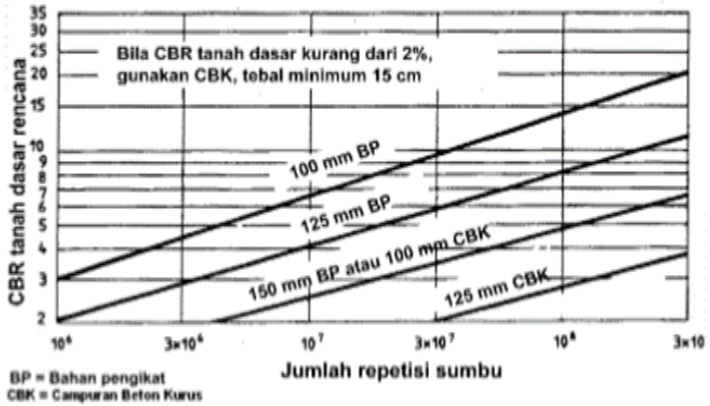
Superelevasi Maksimum	Kondisi yang digunakan
10%	Maksimum untuk jalan tol antarkota
8%	Maksimum untuk jalan tol antarkota dengan curah hujan tinggi
6%	Maksimum untuk jalan tol perkotaan
4%	Maksimum untuk jalan tol perkotaan dengan kepadatan tinggi

Sumber : Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga 2009.

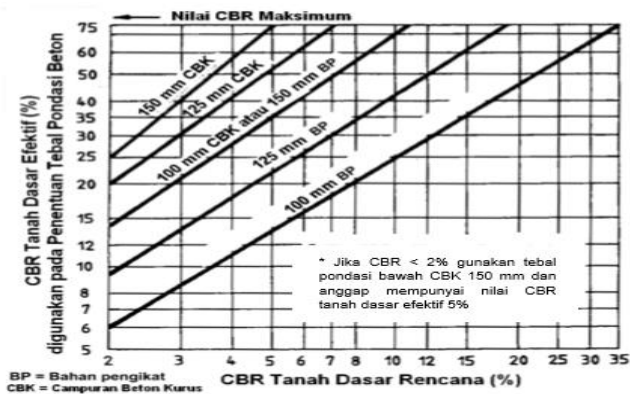
2.4 Perencanaan perkerasan kaku

2.4.1 Daya dukung Tanah Dasar

Daya dukung tanah dasar ditentukan dengan pengujian CBR sesuai dengan SNI 03-1731-1989 atau CBR laboratorium sesuai dengan SNI 03-1744-1989, masing- masing untuk tebal perkerasan lama dan perkerasan jalan baru. Apabila tanah dasar mempunyai nilai CBR lebih kecil dari 2%, maka harus dipasang pondasi bawah yang terbuat dari beton kurus (*Lean-Mix Concrete*) setebal 15 cm yang dianggap mempunyai nilai dasar CBR tanah dasar efektif 5%.



gambar 2. 6 Tebal pondasi bawah minimum untuk perkerasan beton semen



gambar 2. 7 CBR tanah dasar efektif dan tebal pondasi bawah

Kekuatan beton harus dinyatakan dalam nilai kuat Tarik lentur (*flexural strength*) umur 28 hari. Hubungan antara kuat tekan karakteristik dengan kuat lentur beton yaitu sebagai berikut :

$$-f_{cf} = K (fc')^{0.50} \text{ dalam Mpa atau}$$

$$-f_{cf} = 3,13 K (fc') \text{ dalam kg/cm}^2$$

Dengan pengertian :

f_c' = Kuat tekan beton karakteristik 28 hari
(kg/cm^2)

f_{cf} = Kuat Tarik lentur beton 28 hari (kg/cm^2)

K = Konstanta, 0,7 untuk agregat tidak dipecah dan 0,75 untuk agregat pecah.

2.4.3 Lalu Lintas

Lalu lintas harus dianalisis berdasarkan hasil perhitungan volume lalu lintas dan konfigurasi sumbu, menggunakan data terakhir atau 2 tahun terakhir. Kendaraan yang ditinjau untuk perencanaan perkerasan beton minimum 5 Ton.

2.4.3.1 Konfigurasi Sumbu

Konfigurasi sumbu terdiri atas 4 jenis kelompok sumbu sebagai berikut :

- Sumbu tunggal roda tunggal
- Sumbu tunggal roda ganda
- Sumbu tandem roda ganda
- Sumbu tridem roda ganda

2.4.3.2 Lajur Rencana dan Koefisien Distribusi

Lajur Rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dari satu ruas jalan raya yang menampung lalu lintas kendaraan niaga terbesar. Jumlah lajur dengan berdasarkan lebar perkerasan dan koefisien distribusi diuraikan dalam Tabel 2.11 dibawah ini:

Tabel 2.11 Jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan dan koefisien distribusi (C) kendaraan niaga pada lajur rencana

Lebar perkerasan (L _p)	Jumlah lajur (n _i)	Koefisien distribusi	
		1 Arah	2 Arah
L _p < 5,50 m	1 lajur	1	1
5,50 m ≤ L _p < 8,25 m	2 lajur	0,70	0,50
8,25 m ≤ L _p < 11,25 m	3 lajur	0,50	0,475
11,23 m ≤ L _p < 15,00 m	4 lajur	-	0,45
15,00 m ≤ L _p < 18,75 m	5 lajur	-	0,425
18,75 m ≤ L _p < 22,00 m	6 lajur	-	0,40

Sumber : Perencanaan perkerasan jalan beton semen, Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah

2.4.3.3 Pertumbuhan Lalu Lintas

Volume lalu-lintas akan bertambah sesuai dengan umur rencana atau sampai tahap di mana kapasitas jalan dicapai dengan faktor pertumbuhan lalu-lintas yang dapat ditentukan berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$R = \frac{(1 + i)^{UR} - 1}{i} \dots\dots\dots \text{pers (2.26)}$$

Dengan pengertian :

- R : Faktor pertumbuhan lalu lintas
- i : Laju pertumbuhan lalu lintas per tahun dalam %.
- UR : Umur rencana (tahun)

2.4.3.4 Lalu lintas Rencana

Lalu-lintas rencana adalah jumlah kumulatif sumbu kendaraan niaga pada lajur rencana selama umur rencana, meliputi proporsi sumbu serta distribusi beban pada setiap jenis sumbu kendaraan. Beban pada suatu jenis sumbu secara tipikal dikelompokkan dalam interval 10 kN (1 ton) bila diambil dari survai beban. Jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana dihitung dengan rumus berikut :

$$JSKN = JSKNH \times 365 \times R \times C .$$

Dengan pengertian :

JSKN : Jumlah total sumbu kendaraan niaga selama umur rencana .

JSKNH: Jumlah total sumbu kendaraan niaga per hari pada saat jalan dibuka.

R : Faktor pertumbuhan kumulatif dari Rumus (5) atau Tabel 3 atau Rumus (6), yang besarnya tergantung dari pertumbuhan lalu lintas tahunan dan umur rencana.

C : Koefisien distribusi kendaraan

2.4.3.5 Faktor Keamanan Beban

Pada penentuan beban rencana, beban sumbu dikalikan dengan faktor keamanan beban (FKB). Faktor keamanan beban ini digunakan berkaitan adanya berbagai tingkat realibilitas perencanaan seperti terlihat pada Tabel 2.12.

Tabel 2. 12 Faktor keamanan Beban (Fkb)

No.	Penggunaan	Nilai F_{KB}
1	Jalan bebas hambatan utama (<i>major freeway</i>) dan jalan berlajur banyak, yang aliran lalu lintasnya tidak terhambat serta volume kendaraan niaga yang tinggi. Bila menggunakan data lalu-lintas dari hasil survai beban (<i>weight-in-motion</i>) dan adanya kemungkinan route alternatif, maka nilai faktor keamanan beban dapat dikurangi menjadi 1,15.	1,2
2	Jalan bebas hambatan (<i>freeway</i>) dan jalan arteri dengan volume kendaraan niaga menengah.	1,1
3	Jalan dengan volume kendaraan niaga rendah.	1,0

Sumber : Perencanaan perkerasan jalan beton semen, Departemen Permukiman dan prasarana wiayah

2.5. Perencanaan Tebal Plat

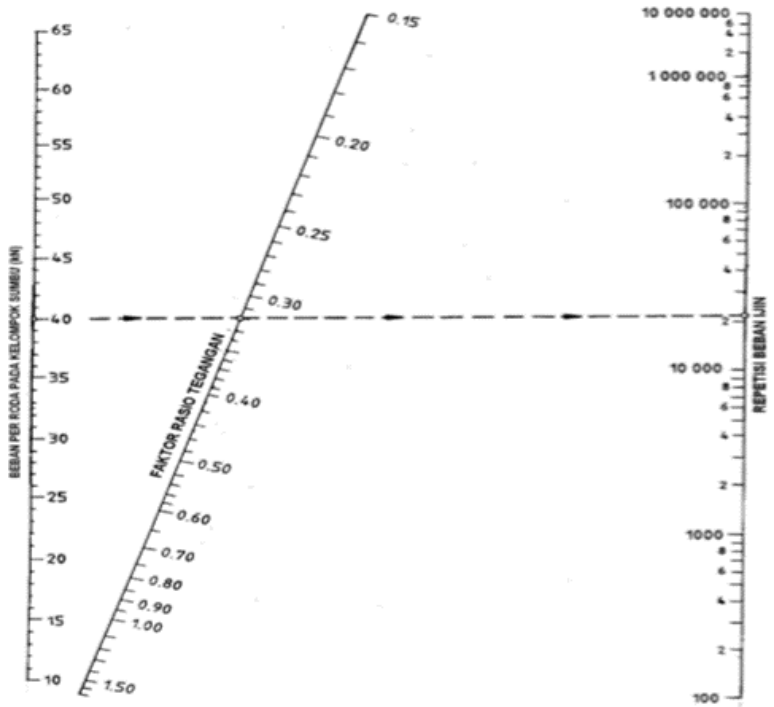
Tebal pelat taksiran dipilih dan total fatik serta kerusakan erosi dihitung berdasarkan komposisi lalu-lintas selama umur rencana. Jika kerusakan fatik atau erosi lebih dari 100%, tebal taksiran dinaikan dan proses perencanaan diulangi. Tebal rencana adalah tebal taksiran yang paling kecil yang mempunyai total fatik dan atau total kerusakan erosi lebih kecil atau sama dengan 100%.

Langkah-langkah perencanaan tebal pelat diperlihatkan pada tabel 2.13 serta analisa fatik dan erosi dapat dilihat pada lampiran

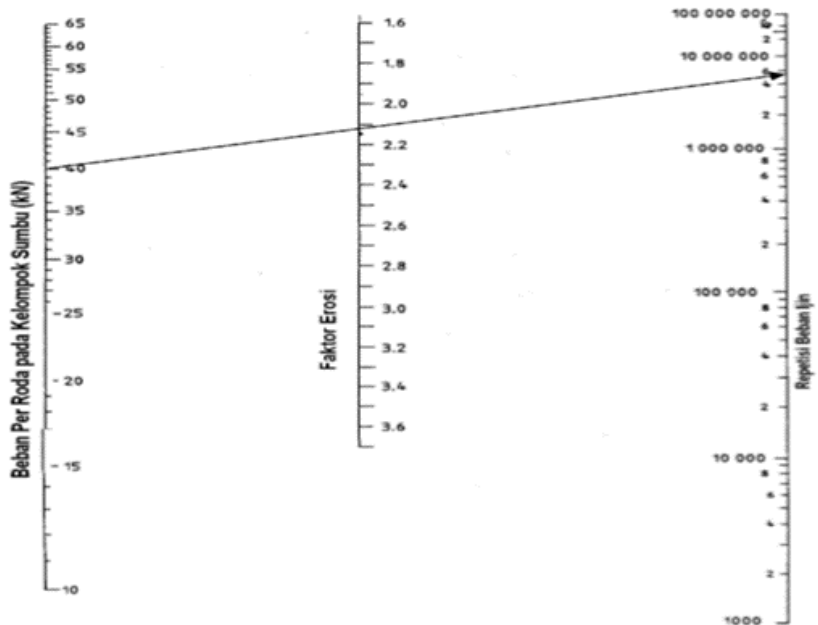
Tabel 2.13 Langkah-Langkah Perencanaan Tebal Perkerasan Beton Semen

Langkah	Uraian Kegiatan
1	Pilih jenis perkerasan beton semen, bersambung tanpa ruji, bersambung dengan ruji, atau menerus dengan tulangan.
2	Tentukan apakah menggunakan bahu beton atau bukan.
3	Tentukan jenis dan tebal pondasi bawah berdasarkan nilai CBR rencana dan perkiraan jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana sesuai dengan Gambar 2
4	Tentukan CBR efektif berdasarkan nilai CBR rencana dan pondasi bawah yang dipilih sesuai dengan Gambar 3.
5	Pilih kuat tarik lentur atau kuat tekan beton pada umur 28 hari (f_{cr})
6	Pilih faktor keamanan beban lalu lintas (F_{KB})
7	Taksir tebal pelat beton (taksiran awal dengan tebal tertentu berdasarkan pengalaman atau menggunakan contoh yang tersedia atau dapat menggunakan Gambar 24 sampai dengan Gambar 31
8	Tentukan tegangan ekuivalen (TE) dan faktor erosi (FE) untuk STRT dari Tabel 8 atau Tabel 9
9	Tentukan faktor rasio tegangan (FRT) dengan membagi tegangan ekuivalen (TE) oleh kuat tarik-lentur (f_{cr}).
10	Untuk setiap rentang beban kelompok sumbu tersebut, tentukan beban per roda dan kalikan dengan faktor keamanan beban (F_{KB}) untuk menentukan beban rencana per roda. Jika beban rencana per roda ≥ 65 kN (6,5 ton), anggap dan gunakan nilai tersebut sebagai batas tertinggi pada Gambar 19 sampai Gambar 21
11	Dengan faktor rasio tegangan (FRT) dan beban rencana, tentukan jumlah repetisi ijin untuk fatik dari Gambar 19, yang dimulai dari beban roda tertinggi dari jenis sumbu STRT tersebut.
12	Hitung persentase dari repetisi fatik yang direncanakan terhadap jumlah repetisi ijin.
13	Dengan menggunakan faktor erosi (FE), tentukan jumlah repetisi ijin untuk erosi, dari Gambar 20 atau 21.
14	Hitung persentase dari repetisi erosi yang direncanakan terhadap jumlah repetisi ijin.
15	Ulangi langkah 11 sampai dengan 14 untuk setiap beban per roda pada sumbu tersebut sampai jumlah repetisi beban ijin yang terbaca pada Gambar 19 dan Gambar 20 atau Gambar 21 yang masing-masing menapai 10 juta dan 100 juta repetisi.
16	Hitung jumlah total fatik dengan menjumlahkan persentase fatik dari setiap beban roda pada STRT tersebut. Dengan cara yang sama hitung jumlah total erosi dari setiap beban roda pada STRT tersebut.
17	Ulangi langkah 8 sampai dengan langkah 16 untuk setiap jenis kelompok sumbu lainnya.
18	Hitung jumlah total kerusakan akibat fatik dan jumlah total kerusakan akibat erosi untuk seluruh jenis kelompok sumbu.
19	Ulangi langkah 7 sampai dengan langkah 18 hingga diperoleh ketebalan tertipis yang menghasilkan total kerusakan akibat fatik dan atau erosi $\leq 100\%$. Tebal tersebut sebagai tebal perkerasan beton semen yang direncanakan.

Sumber : Perencanaan perkerasan jalan beton semen, Departemen Permukiman dan prasarana wiayah



gambar 2. 8 Analisis Fatigue dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, Dengan /Tanpa Bahu Beton.



gambar 2. 9 Analisis Erosi dan Jumlah Repetisi Beban Berdasarkan Faktor Erosi, Dengan Bahu Beton

2.6. Perencanaan Tulangan

2.6.1 Perkerasan Beton Semen Bersambung Tanpa Tulangan (BBTT)

Pada perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan ada kemungkinan penulangan perlu dipasang guna mengendalikan retak. Bagian – bagian pelat yang diperkirakan akan mengalami retak akibat konsentrasi tegangan yang tidak dapat dihindari dengan pengaturan pola sambungan, maka pelat harus diberi tulangan.

2.6.2 Perkerasan Beton Semen Bersambung Dengan Tulangan (BBDT)

Luas penampang tulangan dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$A_s = \frac{\mu L M g h}{2 f_s} \quad \dots\dots\dots \text{pers (2.28)}$$

Dengan Pengertian

- A_s = Luas penampang tulangan baja (mm^2/m lebar pelat).
- f_s = Kuat tarik ijin tulangan (MPa), Biasanya 0,6 kali tegangan leleh.
- g = Gravitasi (m/detik^2).
- h = Tebal pelat beton (m).
- L = Jarak antara sambungan yang tidak diikat dan atau tepi bebas pelat(m).
- M = Berat per satuan volume pelat (kg/m^3).
- μ = Koefisien gesek anantara pelat beton dan pondasi bawah

2.6.3 Perkerasan Beton Semen Menerus Dengan Tulangan (BMDT)

a. Tulangan Memanjang

Tulangan memanjang yang dibutuhkan pada perkerasan beton semen bertulang menerus dengan tulangan dihitung dari persamaan berikut :

$$P_s = \frac{100 f_{ct} (1,3 - 0,2\varphi)}{f_y - n f_a} \quad \dots\dots\dots \text{pers (2.29)}$$

Dengan pengertian :

- P_s = presentase luas tulangan memanjang yang dibutuhkan terhadap luas penampang beton (%).
- f_{ct} = kuat tarik langsung beton ($0,4 - 0,5 f_{ct}$).
- f_y = Tegangan Leleh rencana baja (kg/cm^2).

- n = Angka ekivalensi antara baja dan beton (E_s/E_c).
- μ = Koefisien gesekan antara pelat beton dengan lapisan dibawahnya.
- E_s = Modulus elastisitas baja ($2,1 \times 10^6$ (kg/cm²))
- E_c = Modulus elastisitas beton ($1485\sqrt{f'c}$ (kg/cm²))

Tabel 2. 14 Hubungan kuat tekan beton dan angka ekivalen baja dan beton

f'_c (kg/cm ²)	n
175 - 225	10
235 - 285	8
290 - ke atas	6

Sumber : Perencanaan perkerasan jalan beton semen,PDT 14-2003

Presentase minimum dari tulangan memanjang pada perkerasan beton menerus adalah 0,6% luas penampang beton. Jumlah optimum tulangan memanjang, perlu dipasang agar jarak dan lebar retakan dapat dikendalikan. Secara teoritis jarak antara retakan pada perkerasan beton menerus dengan tulangan dihitung dari persamaan berikut :

$$L_{ct} = \frac{f_{ct}^2}{n p^2 u f_b (\epsilon_s E_c - f_{ct})} \dots\dots\dots \text{pers (2.30)}$$

Dengan pengerian :

- L_{ct} = Jarak teoritis antara retakan (cm).
- P =Perbandingan luas tulangan memanjang dengan luas penampang beton.
- u = Perbandingan keliling terhadap luas tulangan 4/d.
- f_b = Tegangan lekat antara tulangan dengan beton ($1,97\sqrt{f'c}/d$ (kg/cm²)).
- ϵ_s = Koefisien susut beton (400×10^{-6}).
- f_{ct} = Kuat tarik langsung beton ($0,4 - 0,5f_{ct}$ (kg/cm²)).

- n = Angka ekuivalensi antar baja dan beton (E_s/E_c).
 E_s = Modulus elastisitas baja ($2,1 \times 10^6$ (kg/cm²))
 E_c = Modulus elastisitas beton ($1485\sqrt{f'c}$ (kg/cm²))

b. Tulangan Melintang

Luas tulangan melintang (A_s) yang diperlukan pada perkerasan beton menerus dengan tulangnya dihitung menggunakan rumus berikut :

$$A_s = \frac{\mu L M g h}{2 f_s} \quad \dots\dots\dots \text{pers (2.31)}$$

Dengan Pengertian :

- A_s = Luas penampang tulangan baja (mm²/m lebar pelat).
 f_s = Kuat tarik ijin tulangan (MPa), Biasanya 0,6 kali tegangan leleh.
 g = Gravitasi (m/detik²).
 h = Tebal pelat beton (m).
 L = Jarak antara sambungan yang tidak diikat dan atau tepi bebas pelat (m).
 M = Berat per satuan volume pelat (kg/m³).
 μ = Koefisien gesek anantara pelat beton dan pondasi bawah.

Tulangan melintang direkomendasikan sebagai berikut :

- Diameter batang ulir tidak lebih kecil dari 12 mm .
- Jarak maksimum tulangan dari sumbu ke sumbu 75cm.

2.7. Perencanaan Sambungan Perkerasan Kaku

Sambungan atau joint adalah alat yang digunakan pada perkerasan kaku untuk menghubungkan tiap segmen pada perkerasan. Berfungsi untuk mendistribusikan atau menyalurkan beban yang diterima pelat atau segmen satu ke segmen yang lain sehingga tidak terjadi pergeseran pada segmen akibat beban dan kendaraan.

Ada tiga dasar jenis Joint yang digunkakan pada perkerasan kaku yaitu contraction, construction, dan isolasi joint. Faktor yang penting pada joint adalah mekanis menyambungkan pelat, seperti

constraction dan construction joint, kecuali pada isolasi joint dengan penyambungan membantu penyebaran beban pada satu pelat ke pelat yang lainnya.

1. Contraction Joint

Contraction joint adalah joint – joint yang dibuat khusus untuk mengontrol retak alamiah akibat beton mengeras pada area beton yang sangat luas. Constraction joint umumnya melintang tegak lurus as jalan.

2. Construction Joint

Construction joint adalah joint yang dibuat untuk menghubungkan segmen- segmen dalam proses pengecoran beton bila area pengecoran luas, sulit untuk dilakukan pengecoran sekaligus, oleh karena itu dikerjakan dengan beberapa segmen pengecoran atau dilakukan dalam waktu yang berbeda.

2.7.1 Sambungan Memanjang Dengan Batang Pengikat (Tie bars)

Pemasangan sambungan memanjang ditunjukkan untuk mengendalikan terjadinya retak memanjang. Jarak antar sambungan memanjang sekitar 3-4 m. Sambungan memanjang harus dilengkapi dengan batang ulir dengan mutu minimum BJTU-24 dan berdiameter 16 mm. Ukuran batang pengikat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$A_t = 204 \times b \times h \quad \dots\dots\dots \text{pers (2.33)}$$

$$I = (38,3 + \varphi) + 75 \quad \dots\dots\dots \text{pers (2.34)}$$

Dengan pengertian :

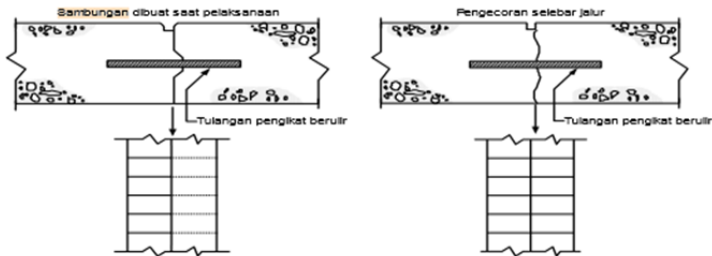
A_t = Luas penampang tulangan per meter panjang sambungan (mm^2).

b = Jarak terkecil antar sambungan atau jarak sambungan dengan tepi perkerasan (m).

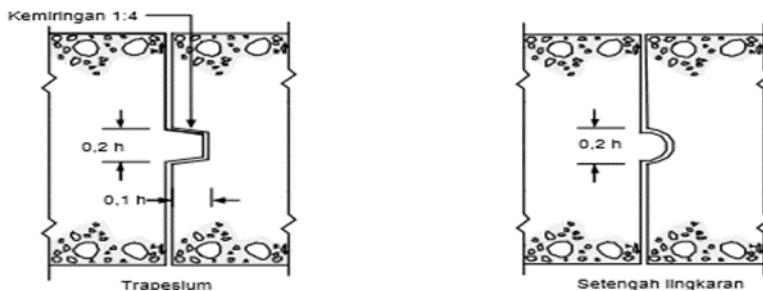
- h = Tebal pelat (m).
 l = Panjang batang pengikat (mm).
 ϕ = Diameter batang pengikat yang dipilih (mm).
 Jarak batang pengikat yang digunakan adalah 75 cm.

2.7.2 Sambungan Pelaksanaan Memanjang

Sambungan pelaksanaan memanjang umumnya dilakukan dengan cara penguncian. Bentuk dan ukuran penguncian dapat berbentuk trapesium atau setengah lingkaran sebagai mana diperlihatkan pada gambar di bawah ini :



gambar 2. 10 Tipikal Sambungan Memanjang



gambar 2. 11 Ukuran standar Penguncian Sambungan memanjang

Sebelum penghamparan pelat beton di sebelahnya, permukaan sambungan pelaksanaan harus dicat dengan aspal atau kapur tembok untuk mencegah terjadinya ikatan beton lama dengan yang baru.

2.7.3 Sambungan Pelaksanaan Memanjang

Kedalaman sambungan kurang lebih mencapai seperempat dari tebal pelat untuk perkerasan dengan lapis pondasi berbutir atau sepertiga dari tebal pelat untuk lapis pondasi stabilisasi semen sebagai mana diperlihatkan pada gambar 2.11 dan 2.12.

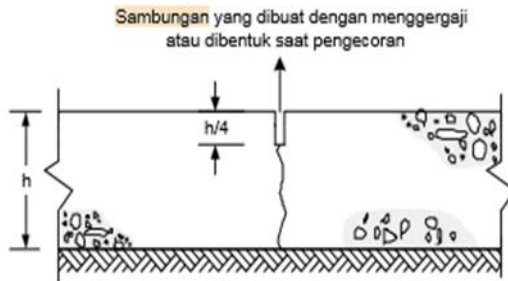
Jarak sambungan susut melintang untuk perkerasan beton bersambung tanpa tulangan sekitar 4 - 5 m, sedangkan untuk perkerasan beton bersambung dengan tulangan 8 - 15 m dan untuk sambungan perkerasan beton menerus dengan tulangan sesuai dengan kemampuan pelaksanaan. Sambungan ini harus dilengkapi dengan ruji polos panjang 45 cm, jarak antara ruji 30 cm, lurus dan bebas dari tonjolan tajam yang akan mempengaruhi gerakan bebas pada saat pelat beton menyusut.

Setengah panjang ruji polos harus dicat atau dilumuri dengan bahan anti lengket untuk menjamin tidak ada ikatan dengan beton. Diameter ruji tergantung pada tebal pelat beton sebagaimana terlihat pada tabel 2.17.

Tabel 2. 15 Diameter Ruji

No	Tebal pelat beton, h (mm)	Diameter ruji (mm)
1	$125 < h \leq 140$	20
2	$140 < h \leq 160$	24
3	$160 < h \leq 190$	28
4	$190 < h \leq 220$	33
5	$220 < h \leq 250$	36

Sumber : Perencanaan perkerasan jalan beton semen, pdt 14-2003



gambar 2. 12 Sambungan Susut Melintang Tanpa Ruji

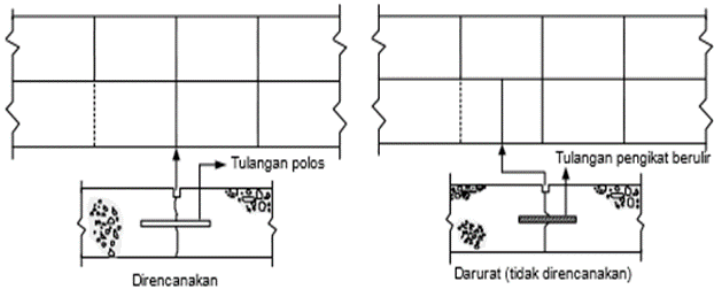


gambar 2. 13 Sambungan Susut Melintang Dengan Ruji

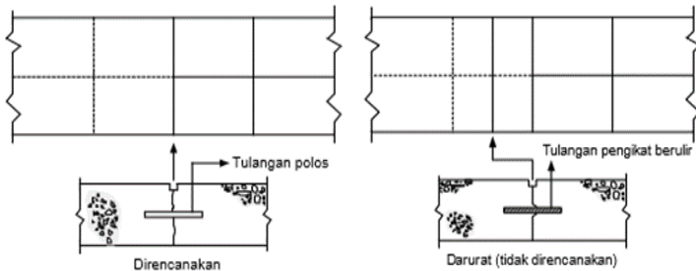
2.7.4 Sambungan Pelaksanaan Melintang

Sambungan pelaksanaan melintang yang tidak direncanakan (darurat) harus menggunakan batang pengikat berulir, sedangkan pada sambungan yang direncanakan harus menggunakan batang tulangan polos yang diletakkan di tengah tebal pelat. Tipikal sambungan pelaksanaan melintang diperlihatkan pada Gambar 2.13 dan Gambar 2.14.

Sambungan pelaksanaan tersebut di atas harus dilengkapi dengan batang pengikat berdiameter 16 mm, panjang 69 cm dan jarak 60 cm, untuk ketebalan pelat sampai 17 cm. Untuk ketebalan lebih dari 17 cm, ukuran batang pengikat berdiameter 20 mm, panjang 84 cm dan jarak 60 cm.



gambar 2. 14 Sambungan Pelaksanaan yang direncanakan dan tidak direncanakan untuk pengecoran per lajur



gambar 2. 15 Sambungan pelaksanaan yang direncanakan dan yang tidak direncanakan untuk pengecoran seluruh lebar perkerasan .

2.8. Perencanaan Saluran Tepi

Drainase merupakan bagian yang harus diperhatikan sehingga konstruksi jalan tidak cepat rusak dan dapat berfungsi sesuai dengan umur rencana. Dalam perencanaan konstruksi jalan perlu adanya kemiringan melintang, untuk memudahkan dan mempercepat mengalirnya air ke system drainase di tepi jalan.

Tabel 2. 16 kemiringan Melintang Perkerasan dan Bahu Jalan

No.	Jenis lapisan perkerasan jalan	Kemiringan melintang i_m (%)
1.	Aspal, Beton	2 - 3
2.	Japat (jalan yang dipadatkan)	2 - 4
3.	Kerikil	3 - 6
4.	Tanah	4 - 6

Sumber : Perencanaan drainase jalan 2006

2.8.1 Intensitas Curah Hujan

Rumus menghitung curah hujan (I) menggunakan analisa distribusi frekuensi sebagai berikut :

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x}^2)}{n}} \quad \dots\dots\dots \text{pers (2.34)}$$

$$X_t = \bar{x} + \frac{S_x}{S_n}(y_t - y_n) \quad \dots\dots\dots \text{pers (2.35)}$$

$$I = \frac{90\% \times X_t}{4} \quad \dots\dots\dots \text{pers (2.36)}$$

Keterangan :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

X_t = Besarnya curah hujan untuk periode ulang T tahun (mm)/24 jam

S_x = Standard deviasi

Y_n = Nilai tergantung pada n

S_n = Standar deviaasi merupakan fungsi dari n

\bar{x} = Hujan rata – rata

Y_t =Variasi yang merupakan fungsi periode ulang

Tabel 2. 17 nilai Yt

Periode ulang (tahun)	Variasi yang berkurang
2	0.36665
5	1.4999
10	2.2502
25	3.1985
50	3.9019
100	4.6001

Sumber : SNI 03-3424-1994

Tabel 2. 18 Nilai Yn

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.4952	0.4996	0.5035	0.5070	0.5100	0.5128	0.5157	0.5181	0.5202	0.5220
20	0.5225	0.5252	0.5268	0.5283	0.5296	0.5309	0.5320	0.5332	0.5343	0.5353
30	0.5352	0.5371	0.5380	0.5388	0.5402	0.5402	0.5410	0.5418	0.5424	0.5432
40	0.5436	0.5422	0.5448	0.5453	0.5458	0.5463	0.5468	0.5473	0.5477	0.5481
50	0.5485	0.5489	0.5493	0.5497	0.5501	0.5504	0.5508	0.5511	0.5519	0.5518
60	0.5521	0.5534	0.5527	0.5530	0.5533	0.5535	0.5538	0.5540	0.5543	0.5545
70	0.5548	0.5552	0.5555	0.5555	0.5557	0.5559	0.5561	0.5563	0.5565	0.5567
80	0.5569	0.5570	0.5572	0.5574	0.5576	0.5578	0.5580	0.5581	0.5583	0.5585
90	0.5586	0.5587	0.5589	0.5591	0.5592	0.5593	0.5595	0.5596	0.5598	0.5599

Sumber : SNI 03-3424-1994

Tabel 2. 19 Nilai Sn

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.9496	0.9676	0.9833	0.9971	1.0095	1.0205	1.0316	1.0411	1.0493	1.0565
20	0.0628	1.0696	1.0696	1.0811	1.0864	1.0915	1.0961	1.1004	1.1047	1.1088
30	0.1124	1.1159	1.1159	1.1226	1.1255	1.1285	1.1313	1.1339	1.1363	1.1386
40	0.1413	1.1436	1.1436	1.1480	1.1499	1.1519	1.1538	1.1557	1.1574	1.159
50	0.1607	1.1623	1.1623	1.1658	1.1667	1.1681	1.1698	1.1708	1.1721	1.1734
60	0.1747	1.1759	1.1759	1.1782	1.1793	1.1803	1.1814	1.1824	1.1834	1.1844
70	0.1859	1.1863	1.1863	1.1881	1.189	1.898	1.1908	1.1915	1.1923	1.193
80	0.1938	1.1945	1.1945	1.1959	1.1967	1.1973	1.1980	1.1987	1.1994	1.2001
90	0.2007	1.2013	1.2013	1.2026	1.2032	1.2038	1.2044	1.2049	1.2055	1.205

Sumber : SNI 03-3424-1994

2.8.2 Nilai Konsentrasi (TC)

Waktu konsentrasi Tc dihitung dengan rumus berikut :

$$Tc = t1 + t2$$

$$t1 = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times Lo \times \frac{nd}{\sqrt{s}} \right]^{0,167}$$

$$t2 = \frac{L}{60V}$$

Keterangan :

Tc = waktu konsentrasi (menit)

t1 = waktu inlet (menit)

t2 = Waktu aliran (menit)

Lo = Jarak titik terjauh ke fasilitas drainase

L = Panjang Saluran

Nd = Koefisien hambatan

V = Kecepatan air rata-rata di selokan (m/dt)

Tabel 2. 20 Hubungan Kondisi Permukaan Dengan Koefisien Hambatan

no	Kondisi lapis permukaan	nd
1	lapisan semen dan aspal beton	0.013
2	permukaan licin dan kedap air	0.02
3	permukaan licin dan kokoh	0.1
4	tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0.2
5	padang rumput dan rerumputan	0.4
6	hutan gundul	0.6
7	hutan rimbun dan hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai rapat	0.8

Sumber : Perencanaan drainase jalan 2006

(halaman ini sengaja dikosongkan)

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III METODOLOGI

3.1 Umum

Dalam suatu perencanaan jalan terdapat metodologi suatu proses urutan kerja yang merupakan sebuah cara pada suatu perhitungan perencanaan serta penulangan pada perencanaan kaku (*rigid pavement*). Untuk ruas Jalan Tol serta anggaran biaya yang dibutuhkan. Skema pada metodologi terdapat bagan pekerjaan dan dapat diharapkan dapat membantu proses pengerjaan sesuai rencana.

3.2 Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan persiapan merupakan pekerjaan awal suatu kegiatan sebelum pengumpulan data dan pengolahan data, beberapa tahap persiapan adalah:

- a. Survey lokasi
- b. Mencari data yang dibutuhkan selama pengerjaan tugas akhir
- c. Mencari dan mengumpulkan segala bentuk kegiatan yang dapat mendukung dalam proses penyusunan proyek akhir terapan
- d. Konsultasi dengan dosen pembimbing tugas akhir.

3.3 Tinjauan Pustaka

Sebelum melakukan pengolahan data, sebaliknya mencari dan memahami tinjauan pustaka yang akan digunakan dalam pembahasan tugas akhir ini. Tinjauan pustaka mengacu pada standar- standar perencanaan jalan ataupun teori yang terdapat dalam buku- buku perencanaan jalan. Standar yang digunakan pada perencanaan ini adalah Bina Marga 2003. Adapun teori yang diperlukan dalam perencanaan tugas akhir ini adalah:

- a. Analisa kapasitas jalan (PKJI 2014 – jalan bebas hambatan)

- b. Perencanaan Geometri Jalan (Standar Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol 2009).
- c. Tebal perkerasan jalan dan sambungan perkerasan jalan dan "*Tata Cara Perencanaan Beton Semen Pd-T-14-2003*, Ditrektorat Jenderal Bina Marga Peraturan Departemen Pekerjaan Umum.
- d. Dimensi Saluran Tepi "*Perencanaan Sistem Drainase Jalan*" T-02-2006 B", Ditrektorat Jenderal Bina Marga Peraturan Departemen Pekerjaan Umum.

3.4 Pengumpulan data

Data yang telah didapatkan untuk merencanakan pekerjaan jalan sebagai suatu dasar atau acuan dalam perencanaan. Berikut ini adalah data yang diperlukan:

- a. Data Lalu- lintas.
- b. Data Curah Hujan.
- c. Data CBR tanah.
- d. Gambar potongan memanjang dan melintang.

3.5 Analisa Kapasitas Rencana Jalan

Menganalisis rasio arus terhadap kapasitas jalan (derajat kejenuhan) yang merupakan faktor kunci dalam penentuan perilaku lalu-lintas pada suatu simpang dan segmen jalan tersebut layak digunakan apa tidak. Derajat kejenuhan ini diberi batasan $>0,85$ apabila melebihi maka dianggap jalan itu tak mampu lagi menampung arus lalu-lintas sehingga rencana jalan perlu diperlebar.

3.6 Kontrol Geometrik Jalan

Melakukan kontrol terhadap alinyemen vertikal maupun alinyemen horizontal dengan tujuan untuk memberikan kenyamanan dan keselamatan pada pengguna jalan.

3.7 Tebal Perkerasan Jalan

Berdasarkan data lalu-lintas dan data CBR tanah dapat dihitung tebal perkerasan. Tebal perkerasan jalan umur rencana 10 tahun dan perencanaan ini mengacu pada "*Tata Cara Perencanaan Beton Semen* Pd-T-14-2003, Ditrektorat Jenderal Bina Marga Peraturan Departemen Pekerjaan Umum.

3.8 Perencanaan Sambungan

Pada tahap ini akan direncanakan sambungan perkerasan yang juga mengacu pada "*Tata Cara Perencanaan Beton Semen* Pd-T-14-2003, Ditrektorat Jenderal Bina Marga Peraturan Departemen Pekerjaan Umum.

3.9 Perencanaan Sistem Drainase

Pada tahap ini menggunakan "*Perencanaan Sistem Drainase Jalan*" T-02-2006 B", Ditrektorat Jenderal Bina Marga Peraturan Departemen Pekerjaan Umum. Data yang digunakan adalah peta situasi dan data curah hujan.

3.10 Gambar Rencana

Setelah menyelesaikan semua perhitungan dari perencanaan jalan, maka dapat membuat gambar rencana. Gambar rencana dibuat dengan detail untuk memudahkan proses pelaksanaan di lapangan.

3.11 Perhitungan Anggaran Biaya

1. Umum

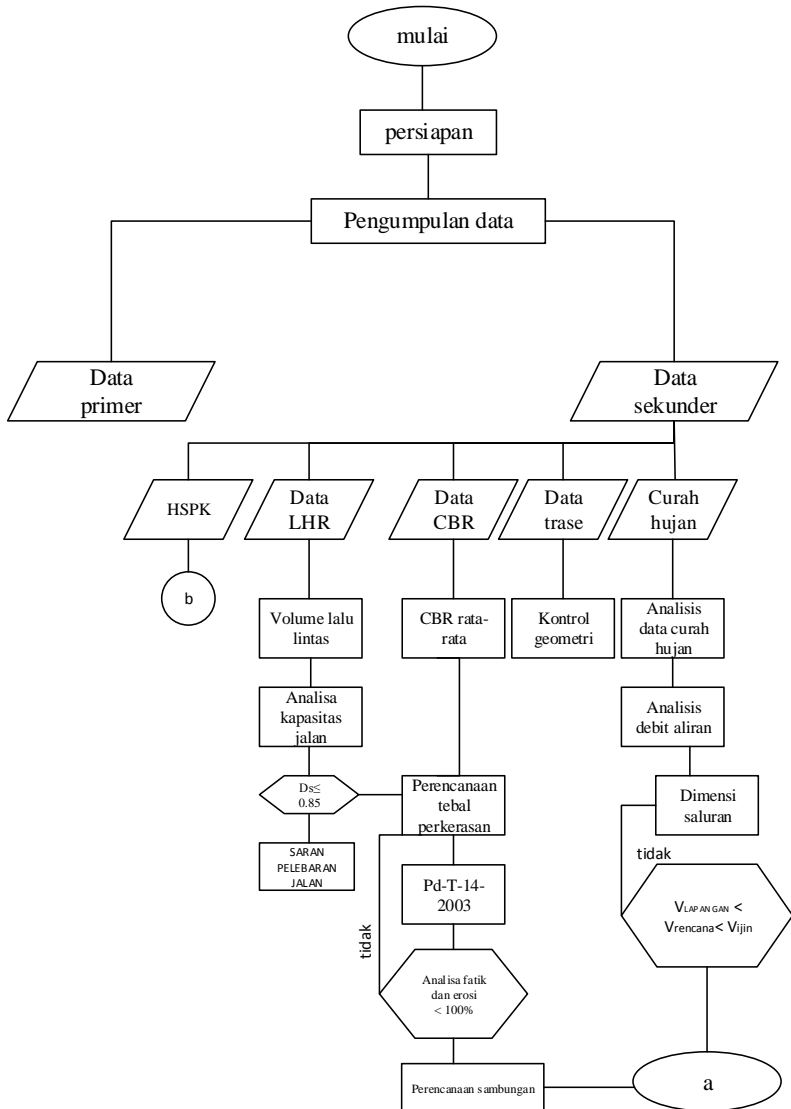
Pengertian dari rencana anggaran biaya (RAB) merupakan rencana besarnya biaya yang diperlukan selama pelaksanaan proyek. RAB didapatkan dari hasil perkalian menentukan harga satuan biaya proyek menggunakan prinsip-prinsip dasar dengan membuat analisa biaya kegiatan beracuan HSPK Kabupaten Malang 2016 untuk bahan, alat, tenaga kerja dan sewa alat yang telah ditentukan pemerintah

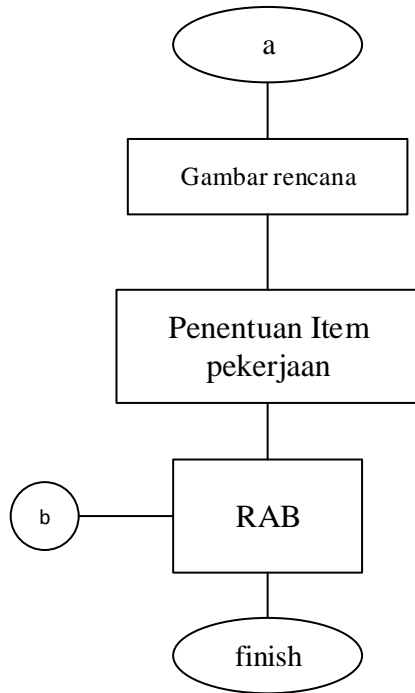
2. Tenaga Kerja

Perhitungan menentukan jumlah tenaga kerja dan jumlah tukang yang diperlukan didasarkan pada kapasitas kerja rata-rata dan angka-angka produktivitas yang didapat dari studi-studi yang dilaksanakan sebelumnya.

3. Bahan

Harga bahan bisa berubah tergantung dari ketetapan pemerintah daerah atau dari HSPK suatu wilayah. Namun, harga tersebut perlu dibandingkan dengan daerah sekitar.





Gambar 3. 1 Flowchart pekerjaan

(halaman ini sengaja dikosongkan)

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV

ANALISA DATA

4.1. Umum

Perencanaan Jalan Tol Pandaan- Malang pada STA 15+000 s/d STA 18+000 ini merupakan bagian dari program Jalan Tol yang menghubungkan Kec. Pandaan dan Malang sepanjang 38 km. Konstruksi dalam perencanaan ini menggunakan perkerasa kaku. (*Rigid Pavement*). Dalam perencanaan jalan ini terdapat data – data yang dibutuhkan yaitu sebagai berikut :

- Trase jalan
- *Long section* dan *cross section*
- Data lalu lintas
- Data curah hujan
- Data CBR
- HSPK Kab malang

4.2. Pengumpulan Data

4.2.1. Peta Lokasi Proyek

Jalan Tol Pandaan-malang ini termasuk dalam klasifikasi jalan bebas hambatan. Yang dimaksud dalam jalan bebas hambatan adalah jalan umum untuk lalu-lintas menerus dengan pengendalian jalan masuk secara penuh dan tanpa adanya persimpangan sebidang serta dilengkapai dengan pagar ruang milik jalan. Lokasi proyek pada perencanaan jalan tol ini berada di Desa Parelegi, Lawang, Jawa Timur (Seksi II)

4.2.2. Data CBR

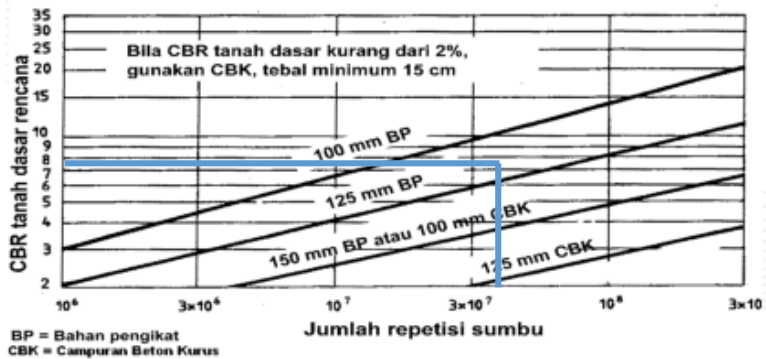
Parameter paling utama digunakan untuk menyatakan daya dukung tanah dasar serta menentukan lapisan bawah pada perkerasan kaku menurut PdT-2004 adalah CBR. Berikut adalah data untuk CBR dari setiap material yang dipasang untuk lokasi STA 15+000-18+000.

Tabel 4. 1 Data CBR

STA	gravel %	sand %	silt %	clay%	LL%	PL%	PI%	OMC%	δd max (gr/cc)	CBR				CBR Desain
										Top		Bottom		
										0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	
Ex quarry tutur	0.00	17.77	82.23		65.6	30.91	34.89	27.43	1.221	1.91	2.05	2.27	2.49	2.38
17+900	0.00	4.75	32.03	63.02	60.32	31.7	28.62	28.48	1	7.8	8.01	8.54	8.23	8.54
18+050	0.12	2.78	35.6	61.5	62.43	30.5	31.93	30.51	1	8.2	7.89	8.12	7.89	8.12
18+100	7.55	37.03	19.2	36.22	54.52	28.71	25.81	28.7	1.340	8.65	8.97	7.86	7.12	7.86
Ex quarry ngembali					32.2	16.7	15.6	23.3	1.159					12
Ex quarry puntir					50.8	42.2	8.6	20.73	1.557					14

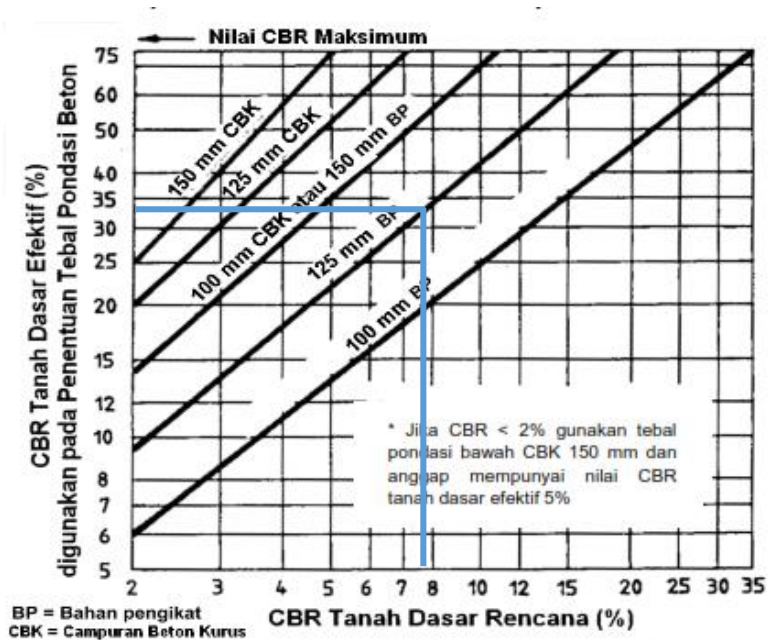
Sumber: Laporan hasil CBR lap quarry dan borrow sta 15+000 - 18+000

Setelah direkap, diambil CBR dengan presentase 7.86 %. Untuk menghitung tebal pondasi minimum digunakan grafik



Gambar 4. 1 Grafik untuk mencari tebal pondasi minimum

Untuk mencari CBR tanah efektif digunakan grafik berikut



Gambar 4. 2 Grafik CBR tanah dasar efektif

4.2.3. Pengumpulan data LHR

Data lalu lintas harian rata-rata perencanaan struktur konstruksi perkerasan jalan dan analisa kapasitas jalan dengan memperkerikan tingkat kenaikan intensitas lalu lintas harian rata – rata per tahun sampai

dengan umur rencana. Data lalu lintas diperoleh dari laporan analisa lalu – lintas Jalan Tol Pandaan-Malang tahun 2019. Data LHR Tol Pandaan- Malang Seksi II tercantum pada tabel 4.2

Tabel 4. 2 Data Lalu Lintas Tahun 2019

Tanggal	daerah	gol.2	gol.3	gol.4	gol.5a	gol.5b	gol.6a	gol.6b	gol.7a	gol.7b	gol.7c
2/4/2019	LwG-PTL	1296	570	345	3	7	173	0	122	16	27
	PTL-LwG	952	216	220	3	8	83	0	94	9	22
2/5/2019	LwG-PTL	1455	647	328	3	3	141	0	107	21	21
	PTL-LwG	860	216	233	3	8	88	0	97	20	18
2/6/2019	LwG-PTL	1263	582	421	3	7	172	0	122	18	27
	PTL-LwG	878	286	286	2	7	112	0	84	18	23
2/7/2019	LwG-PTL	1121	618	329	3	7	107	0	104	16	26
	PTL-LwG	847	272	276	3	7	95	0	99	20	18
2/8/2019	LwG-PTL	1342	590	346	3	2	142	0	121	15	23
	PTL-LwG	498	300	319	10	0	77	0	20	18	19
2/9/2019	LwG-PTL	1297	508	393	2	6	154	0	114	20	26
	PTL-LwG	907	272	250	2	6	84	0	86	18	27
2/10/2019	LwG-PTL	1267	660	346	4	6	151	0	125	23	19
	PTL-LwG	627	217	283	1	10	74	0	95	23	23

Jumlah	14610	5954	4375	45	84	1653	0	1390	255	319
Data tahunan	759720	309608	227500	2340	4368	85956	0	72280	13260	16588
Data Harian	2081	848	623	6	12	235	0	198	36	45

Sumber: Perhitungan data counting PT. PP Pan-mal

4.2.4. Data Perekonomian

Sejumlah studi telah menunjukkan hubungan antara pertumbuhan ekonomi dan lalu – lintas. Secara khusus lalu– lintas pada ruas – ruas jalan arteri utama baik jalan tol maupun non tol akan dipengaruhi beberapa faktor salah satunya adalah Parameter sosio-ekonomi seperti PDRB, dan PDRB/kapita diasumsikan mempunyai korelasi yang kuat terhadap kepemilikan kendaraan dan pertumbuhan lalu – lintas. Data pertumbuhan Produk Domestik regional Bruto digunakan untuk meramalkan pertumbuhan kendaraan berat seperti truk dan angkutan barang.

Dan PDRB/kapasitas digunakan untuk meramalkan pertumbuhan kendaraan pribadi. Data diperoleh dari Badan Pusat Statistik

Tabel 4. 3 Laju pertumbuhan PDRB Kab. Malang 2010-2018

Tahun	Persentase
2010-2011	4.83%
2011-2012	9.16%
2012-2013	4.87%
2013-2014	4.80%
2014-2015	7.70%
2015-2016	4.44%
2016-2017	5.43%
2017-2018	3.25%

Sumber: PDRB Kab. Malang dalam angka 2010-2018

Setelah di rekapitulasi, untuk mencari pertumbuhan lalu-lintas didapat 5.56 %

4.2.5. Data Curah Hujan

Data Curah hujan adalah tinggi hujan dalam satu tahun waktu. Data curah hujan ini digunakan untuk merencanakan drainase jalan baik saluran tepi maupun saluran tengah. Pembuatan saluran tepi ini sangat diperlukan karena perkerasan kaku rawan adanya rembesanair yang masuk pada lapisan beton tersebut. Sehingga perlu adanya perencanaan saluran tepi untuk mengalirkan air yang menggenang pada badan jalan. Data curah hujan didapat dari Data curah hujan milik PT. PP Pandaan-Malang. Data curah hujan yang digunakan adalah curah hujan rata-rata terbesar per tahun selama 10 tahun dari tahun 2006 hingga tahun 2015.

Tabel 4. 4 Data Curah Hujan

No	Tahun	Xi (mm/jam)
1	2006	91.1
2	2007	70.02
3	2008	112.35
4	2009	57.25
5	2010	80.56
6	2011	89.84
7	2012	85.85
8	2013	98.92
9	2014	81.83
10	2015	90.6

Sumber: Data curah hujan PT. PP Pandaan malang

5.1.2. Menentukan faktor penyesuaian Kapasitas akibat pemisah arah (FC_{sp})

Diketahui pemisah arah sebesar 50% - 50% karena pada jalan tol Mojokerto – Kertosono mempunyai disini median sebagai pemisah arah pada dua arah tersebut, maka berdasarkan tabel 2.6 didapatkan nilai **FC= 1,0**.

5.1.3 Menghitung nilai kapasitas (C)

Dengan menggunakan persamaan 2.2 dapat dihitung nilai C sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 C &= CO \times FCL \times FC \times \text{Jumlah Lajur} \\
 &= 2300 \times 1,012 \times 1 \times 4 \\
 &= \mathbf{9310,4 \text{ smp/jam}}
 \end{aligned}$$

5.1.4 Menghitung nilai arus total (Q)

Menentukan nilai Q dapat diketahui melalui persamaan 2.1 contoh perhitungan Q awal umur rencana :

Gol 2 (Mobil Penumpang)

$$Q = \text{LHRT} \times k \times \text{emp}$$

$$= 2081 \times 0.85 \times 1$$

$$= \mathbf{1768.9 \text{ smp/jam}}$$

4.3. Pengolahan data

4.3.1 Data Lalu Lintas

Jalan tol dibuka pada tahun 2019 dengan umur rencana 35 tahun, sehingga akhir umur rencana adalah pada tahun 2055. Dari data LHR pada tahun 2019 dihitung perkiraan kenaikan intensitas lalu-lintas sampai dengan awal umur rencana dengan angka pertumbuhan 5.56%. Rekapitulasi hasil perhitungan LHR hingga awal umur rencana dapat dilihat pada tabel 4.5

Tabel 4. 5 LHR Jalan Hingga Umur Rencana

Tahun	gol. 2	gol.3	gol.4	gol 5a	gol 5b	gol 6a	gol 6b	gol 7a	gol 7b	gol 7c
2019	759720	309608	227500	2340	4368	85956	0	72280	13260	16588
2020	802264	326946	240240	2471	4613	90770	0	76328	14003	17517
2021	847191	345255	253693	2609	4871	95853	0	80602	14787	18498
2022	894634	364589	267900	2756	5144	101220	0	85116	15615	19534
2023	944733	385006	282903	2910	5432	106889	0	89882	16489	20628
2024	997638	406567	298745	3073	5736	112874	0	94916	17413	21783
2025	1053506	429334	315475	3245	6057	119195	0	100231	18388	23003
2026	1112502	453377	333142	3427	6396	125870	0	105844	19417	24291
2027	1174803	478766	351797	3618	6755	132919	0	111771	20505	25651
2028	1240592	505577	371498	3821	7133	140363	0	118030	21653	27088
2029	1310065	533889	392302	4035	7532	148223	0	124640	22866	28604
2030	1383428	563787	414271	4261	7954	156523	0	131620	24146	30206
2031	1460900	595359	437470	4500	8399	165289	0	138991	25498	31898
2032	1542711	628699	461968	4752	8870	174545	0	146774	26926	33684
2033	1629103	663907	487839	5018	9367	184319	0	154993	28434	35570
2034	1720332	701085	515158	5299	9891	194641	0	163673	30026	37562
2035	1816671	740346	544007	5595	10445	205541	0	172839	31708	39666
2036	1918404	781806	574471	5909	11030	217052	0	182518	33483	41887
2037	2025835	825587	606641	6240	11648	229206	0	192739	35359	44233
2038	2139282	871820	640613	6589	12300	242042	0	203532	37339	46710
2039	2259082	920641	676487	6958	12989	255596	0	214930	39430	49326
2040	2385590	972197	714371	7348	13716	269910	0	226966	41638	52088
2041	2519183	1026640	754376	7759	14484	285025	0	239676	43969	55005
2042	2660258	1084132	796621	8194	15295	300986	0	253098	46432	58085
2043	2809232	1144844	841231	8653	16152	317841	0	267271	49032	61338
2044	2966549	1208955	889340	9137	17056	335640	0	282238	51778	64773
2045	3132676	1276856	938087	9649	18011	354436	0	298044	54677	68400
2046	3308105	1348149	990620	10189	19020	374285	0	314734	57739	72230
2047	3493359	1423646	1046095	10760	20085	395245	0	332359	60972	76275
2048	3688988	1503370	1104676	11362	21210	417378	0	350971	64387	80547
2049	3895571	1587558	1166538	11999	22398	440751	0	370626	67993	85057
2050	4113723	1676462	1231864	12671	23652	465434	0	391381	71800	89821
2051	4344091	1770344	1300849	13380	24976	491498	0	413298	75821	94850
2052	4587360	1869483	1373696	14129	26375	519022	0	436443	80067	100162
2053	4844253	1974174	1450623	14921	27852	548087	0	460884	84551	105771
2054	5115531	2084728	1531858	15756	29412	578780	0	486693	89285	111694
2055	5402000	2201472	1617642	16639	31059	611191	0	513948	94285	117949

Sumber: Hasil perhitungan dengan i 5.56%

4.3.2 Pengolahan data curah hujan

Pengolahan data curah hujan ini membahas tentang pengolahan data curah hujan yang telah didapat, penentuan periode curah hujan maksimum pada wilayah tersebut dan penentuan periode curah hujan yang nantinya akan berfungsi untuk merencanakan saluran tepi. Data curah hujan ini diperoleh dari stasiun Purwosari, Kab pasuruan diambil data 10 tahun, mulai dari 2006 s/d 2015 seperti pada tabel 4.6. selanjutnya dilakukan

perhitungan data curah hujan SNI Perencanaan drainase permukaan jalan sebagai berikut :

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

Dimana :

R = Rata – rata data curah hujan harian maks

Xi = Curah hujan haraian makasimum per tahun

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n}}$$

Dimana:

S_x = standar deviasi

n = jumlah tahun

Tabel 4. 6 Perhitungan curah hujan

No	Tahun	Xi (mm/jam)	$\bar{X}_i - X$	$(\bar{X}_i - \bar{X})^2$
1	2006	91.1	5.27	27.75
2	2007	70.02	-15.81	250.02
3	2008	112.35	26.52	703.20
4	2009	57.25	-28.58	816.93
5	2010	80.56	-5.27	27.79
6	2011	89.84	4.01	16.06
7	2012	85.85	0.02	0.00
8	2013	98.92	13.09	171.30
9	2014	81.83	-4.00	16.02
10	2015	90.6	4.77	22.73
X(rata-rata) = 85.83		Total $(\bar{X}_i - X_{rata-rata})^2 = 2051.81$		

Sumber: Data pribadi

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V
PERENCANAAN STRUKTUR JALAN

5.1 Analisa Kapasitas Jalan

5.1.1 Menentukan Kapasitas Dasar (Co)

Kapasitas dasar adalah kapasitas suatu segmen jalan untuk suatu set koordinasi yang ditentukan berdasarkan kondisi geometrik jalan dan tipe jalan yang direncanakan. Penentuan medan pada jalan tol Pandaan-Malang STA 15+000 – 18 +000 adalah sebagai berikut :

Dari gambar long section didapatkan elevasi potongan memanjang jalan, Rekapitulasi elevasi potongan memanjang dapat dilihat pada tabel 5.1 dari hasil rekapitulasi dapat ditentukan medan pada jalan tol Pandaan - Malang tersebut.

Tabel 5. 1 Rekapitulasi Potongan Memanjang

No	STA	Elevasi	Selisih
1	15+000	360.79	
2	15+050	357.95	-2.844
3	15+100	359.16	1.216
4	15+150	357.31	-1.854
5	15+200	358.31	0.998
6	15+250	361.51	3.207
7	15+300	362.64	1.123
8	15+350	359.27	-3.365
9	15+400	361.72	2.444
10	15+450	365.35	3.638
11	15+500	363.5	-1.854
12	15+550	361.72	-1.781
13	15+600	363.36	1.64
14	15+650	365.14	1.777
15	15+700	365.67	0.538

No	STA	Elevasi	Selisih
16	15+750	359.37	-6.303
17	15+800	358.65	-0.722
18	15+850	359.79	1.144
19	15+900	354.6	-5.195
20	15+950	358.03	3.432
21	16+000	359.29	1.261
22	16+050	357.39	-1.897
23	16+100	356.4	-0.998
24	16+150	356.96	0.559
25	16+200	354.72	-2.236
26	16+250	355.66	0.936
27	16+300	357.21	1.551
28	16+350	353.96	-3.251
29	16+400	353.57	-0.388
30	16+450	355.79	2.219
31	16+500	356.06	0.275
32	16+550	353.43	-2.636
33	16+600	350.08	-3.349
34	16+650	340.33	-9.743
35	16+700	341.28	0.943
36	16+750	343.97	2.69
37	16+800	354.79	10.828
38	16+850	355.39	0.598
39	16+900	355.35	-0.04
40	16+950	354.36	-0.992
41	17+000	354.17	-0.193
42	17+050	354.07	-0.1
43	17+100	357.7	3.63

No	STA	Elevasi	Selisih
44	17+150	359.65	1.953
45	17+200	359.48	-0.174
46	17+250	355.42	-4.059
47	17+300	358.25	2.837
48	17+350	361.34	3.081
49	17+400	361.63	0.293
50	17+450	364.8	3.17
51	17+500	365.7	0.899
52	17+550	367.36	1.662
53	17+600	370.82	3.456
54	17+650	370.9	0.086
55	17+700	369.93	-0.974
56	17+750	371.77	1.844
57	17+800	373.63	1.855
58	17+850	375.48	1.85
59	17+900	377.9	2.419
60	17+950	379.96	2.063
61	18+000	381.98	2.019
Jumlah			21.186

Sumber: Potongan memanjang STA 15+000-18+000

$$\begin{aligned}
 \text{Naik + Turun} &= \frac{\Sigma H}{P} \\
 &= \frac{21.186}{3} \\
 &= 7.062 \text{ m/km}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan Tabel 5.1 maka dapat disimpulkan hasil perhitungan diatas menunjukkan tipe medannya adalah **datar**.

Berdasarkan Tabel 2.3 pada jalan bebas hambatan 4 lajur 2 arah terbagi **adalah 2300 smp/jam/jalur.**

5.1.3. Menentukan Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Lalu Lintas (FC_L)

Untuk tipe jalan 6/2 D dengan lebar lajur 3,6 m, berdasarkan tabel B.6 . Tentang faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar lalu lintas di dapat nilai = **1,012** melalui interpolasi.

5.1.4 Metode Perpindahan

Berikut klasifikasi dari golongan kendaraan hasil counting yang diberikan oleh pelaksana menjadi seperti berikut.

Tabel 5. 2 Klasifikasi jenis kendaraan

Golongan Kendaraan	Klasifikasi Jenis Kendaraan
LV	Mobil Penumpang
MHV	Truk 2 as, Bus Kecil
LB	Bus Besar
LT	Truk 3as, truk 4as (gandeng), truk 5as (trailer)

Sumber : Dokumen Pribadi

Selanjutnya, mencari perbedaan jarak tempuh dari jalan tol dan jalan nasional (mil).

Jarak tempuh jalan tol	=	3	Km	=	1.875	Mil
Jarak tempuh jalan existing	=	4.2	Km	=	2.625	Mil
Selisih				=	0.75	Mil

Selanjutnya, menghitung kecepatan yang terdapat di jalan nasional dan jalan tol.

Survei kecepatan Jalan Tol

rata -rata kecepatan LV	=	80 Km/jam
rata -rata kecepatan MHV	=	80 Km/jam
rata - rata kecepatan LB	=	60 Km/jam
rata -rata kecepatan LT	=	60 Km/jam

Survei kecepatan Jalan Nasional

rata -rata kecepatan LV	=	50 Km/jam
rata -rata kecepatan MHV	=	50 Km/jam
rata - rata kecepatan LB	=	30 Km/jam
rata -rata kecepatan LT	=	30 Km/jam

Setelah itu, menghitung perbedaan waktu yang terdapat pada jalan tol dan jalan nasional.

		LHV dan MHV	LB dan LT
Waktu Jalan Tol	=	0.038 Jam	0.050 Jam
	=	0.0006 Menit	0.0008 Menit
Waktu Jalan Arteri	=	0.084 Jam	0.600 Jam
	=	0.0014 Menit	0.010 Menit
Selisih Waktu	=	0.0008 Menit	0.0092 Menit

Setelah mengetahui perbedaan kecepatan dan waktu pada jalan tol dan jalan nasional. Untuk mengetahui perpindahannya digunakan rumus

$$P = \frac{50 + 50 \times (d + (0,5 \times t))}{\sqrt{((d - (50 \times t))^2 + 4,5)}}$$

Keterangan

:

P	=	Persentase Volume Kendaraan Pindah ke jalan baru (%)
d	=	Selisih jarak tempuh jalan lama dan jalan baru (mil)
t	=	selisih travel time (menit)

Di dapatkan hasil seperti berikut,

Golongan Kendaraan	Persentase pindah ke Jalan Tol (%)
LV	66.38
MHV	66.38
LB	66.81
LT	66.81

5.1.5 Menghitung derajat kejenuhan (Ds)

Dalam perhitungan ini menggunakan kode – kode yang mencakup jenis penggolongan kendaraan dari golongan 2- 7c ,(kode LV =2,3,4|MHV = 5a,6a|LB = 5b|LT=7a-c). Besarnya Ds Dapat diketahui menggunakan perhitungan berikut.

Tabel 5. 3 Tabel DS pada tahun 2019

Tahun	Golongan Kendaraan	LHR	k	Q	emp	Q	C	DS
				(kend/jam)		(smp/jam)		
2019	LV	2358	0,11	259	1	259	9310	0,036
	MHV	242	0,11	27	1,3	35		
	LB	8	0,11	1	1,5	1		
	LT	178	0,11	20	2	39		
Total		2786		306		334		

Sumber : hasil perhitungan

Tabel 5. 4 Rekapitulasi DS

Tahun	Pertumbuhan	DS
2020	353	0.038
2021	373	0.040
2022	393	0.042
2023	415	0.045
2024	438	0.047
2025	463	0.050
2026	488	0.052
2027	516	0.055
2028	544	0.058
2029	574	0.062
2030	606	0.065
2031	640	0.069
2032	676	0.073
2033	713	0.077
2034	753	0.081
2035	795	0.085
2036	839	0.090
2037	886	0.095
2038	935	0.100
2039	987	0.106
2040	1042	0.112
2041	1100	0.118
2042	1161	0.125
2043	1225	0.132
2044	1294	0.139
2045	1365	0.147

Tahun	Pertumbuhan	DS
2046	1441	0.155
2047	1521	0.163
2048	1606	0.173
2049	1695	0.182
2050	1790	0.192
2051	1889	0.203
2052	1994	0.214
2053	2105	0.226
2054	2222	0.239
2055	2346	0.252

Dari hasil perhitungan pada rekapitulasi DS untuk 4/2D tidak diperlukan pelebaran jalan karena DS kurang dari 0.85 sampai umur rencana.

5.2 Kontrol Geometri Jalan

5.2.1 Kontrol alinyemen vertical

Kontrol alinyemen vertikal diperlukan untuk mendapatkan tingkat kenyamanan bagi pengguna jalan.

a. Alinyemen vertical pada PPV STA 15 + 250

Diketahui :

$$G1 = 2,5\%$$

$$G2 = 0,4\%$$

$$A = |G1 - G2|$$

$$A = |2,5 \% - 0,4 \%|$$

$A = 2,1$ (Cekung)

$L = 300$ m (gambar rencana)

Kecepatan Rencana = 100 Km/jam

Perhitungan Jarak Pandang Henti :

$$S = 0,278 \times Vr \times T + 0,039 \times \frac{Vr^2}{a}$$

$$S = 0,278 \times 100 \times 2,5 + 0,039 \times \frac{100^2}{3,4}$$

$$S = 184,2 \text{ m}$$

Keterangan :

Vr = Kecepatan rencana (Km/Jam)

T = waktu reaksi, ditetapkan 2,5 detik

a = tingkat perlambatan 3,4 m/s²

Panjang Lengkung

- Berdasarkan jarak Pandang Henti Untuk ($S < L$)

$$L = \frac{A \times S^2}{120 + 3,5S}$$

$$L = \frac{2,1 \times 184,2^2}{120 + 3,5 \times 184,2}$$

$$L = 93,18 \text{ m}$$

Maka Berdasarkan Jarak pandang henti $S < L$ (Belum memenuhi)

- Berdasarkan jarak pandang henti untuk ($S > L$)

$$L = 2S - \frac{120 + 3,5S}{A}$$

$$L = 2 \times 184,2 - \frac{120 + 3,5 \times 184,2}{2,1}$$

$$L = 4,259 \text{ m}$$

Maka berdasarkan jarak pandang Henti $S > L$ (Memenuhi)

- Berdasarkan syarat keluwesan bentuk

$$L = 0,6 \times Vr$$

$$L = 0,6 \times 100$$

$$L = 60 \text{ m}$$

- Berdasarkan syarat drainase

$$L = 40 \times A$$

$$L = 40 \times 2,1$$

$$L = 84 \text{ m}$$

- Berdasarkan syarat kenyamanan

$$Lv = \frac{A \times Vr^2}{395}$$

$$Lv = \frac{2,1 \times 100^2}{395}$$

$$Lv = 53,16 \text{ m}$$

- Kontrol Panjang lengkung vertikal

Dari gambar rencana, L desain memiliki nilai yang lebih besar daripada semua syarat Panjang lengkung maka tidak memerlukan perubahan desain.

- Mencari koordinat lengkung vertikal

- Jika $x = 0$ m

$$Y' = \frac{A}{200 \times L} \times x^2$$

$$Y' = \frac{2,1}{200 \times 300} \times 0^2$$

$$Y' = 0 \text{ m}$$

- Jika $x = 50$ m

$$Y' = \frac{A}{200 \times L} \times x^2$$

$$Y' = \frac{2,1}{200 \times 300} \times 50^2$$

$$Y' = 0,0875 \text{ m}$$

- Jika $x = 100$ m

$$Y' = \frac{A}{200 \times L} \times x^2$$

$$Y' = \frac{2,1}{200 \times 300} \times 100^2$$

$$Y' = 0,35 \text{ m}$$

- Jika $x = 150$ m

$$Y' = \frac{A}{200 \times L} \times x^2$$

$$Y' = \frac{2,1}{200 \times 300} \times 150^2$$

$$Y' = 0,7875 \text{ m}$$

- Jika $x = 200$ m

$$Y' = \frac{A}{200 \times L} \times x^2$$

$$Y' = \frac{2,1}{200 \times 300} \times 200^2$$

70

$$Y' = 1,4 \text{ m}$$

b. Alinyemen vertical pada PPV STA 16 + 150

Diketahui :

$$G1 = -3,3 \%$$

$$G2 = 0,5 \%$$

$$A = |G1 - G2|$$

$$A = |-3,3 \% - 0,5 \%|$$

$$A = -3,8 \text{ (Cekung)}$$

$$L = 200 \text{ m (gambar rencana)}$$

$$\text{Kecepatan Rencana} = 100 \text{ Km/jam}$$

Perhitungan Jarak Pandang Henti :

$$S = 0,278 \times Vr \times T + 0,039 \times \frac{Vr^2}{a}$$

$$S = 0,278 \times 100 \times 2,5 + 0,039 \times \frac{100^2}{3,4}$$

$$S = 184,2 \text{ m}$$

Keterangan :

Vr = Kecepatan rencana (Km/Jam)

T = waktu reaksi, ditetapkan 2,5 detik

a = tingkat perlambatan 3,4 m/s²

Panjang Lengkung

- Berdasarkan jarak Pandang Henti untuk ($S < L$)

$$L = \frac{A \times S^2}{120 + 3,5S}$$

$$L = \frac{3,8 \times 184,2^2}{120 + 3,5 \times 184,2}$$

$$L = 168,612 \text{ m}$$

Maka Berdasarkan Jarak pandang henti $S < L$ (Belum memenuhi)

- Berdasarkan jarak pandang henti untuk ($S > L$)

$$L = 2S - \frac{120 + 3,5S}{A}$$

$$L = 2 \times 184,2 - \frac{120 + 3,5 \times 184,2}{3,8}$$

$$L = 167,170 \text{ m}$$

Maka berdasarkan jarak pandang Henti $S > L$ (Memenuhi)

- Berdasarkan syarat keluwesan bentuk

$$L = 0,6 \times Vr$$

$$L = 0,6 \times 100$$

$$L = 60 \text{ m}$$

- Berdasarkan syarat drainase

$$L = 40 \times A$$

$$L = 40 \times 3,8$$

$$L = 152 \text{ m}$$

- Berdasarkan syarat kenyamanan

$$L_v = \frac{A \times Vr^2}{395}$$

$$L_v = \frac{2,1 \times 100^2}{395}$$

$$L_v = 96,2 \text{ m}$$

- Kontrol Panjang lengkung vertikal

Dari gambar rencana, L desain memiliki nilai yang lebih besar daripada semua syarat Panjang lengkung maka tidak memerlukan perubahan desain.

- Mencari koordinat lengkung vertikal

- Jika $x = 0 \text{ m}$

$$Y' = \frac{A}{200 \times L} \times x^2$$

$$Y' = \frac{3,8}{200 \times 200} \times 0^2$$

$$Y' = 0 \text{ m}$$

- Jika $x = 50 \text{ m}$

$$Y' = \frac{A}{200 \times L} \times x^2$$

$$Y' = \frac{3,8}{200 \times 200} \times 50^2$$

$$Y' = 0,238 \text{ m}$$

- Jika $x = 100 \text{ m}$

$$Y' = \frac{A}{200 \times L} \times x^2$$

$$Y' = \frac{3,8}{200 \times 200} \times 100^2$$

$$Y' = 0,95 \text{ m}$$

- Jika $x = 150$ m

$$Y' = \frac{A}{200 \times L} \times x^2$$

$$Y' = \frac{3,8}{200 \times 200} \times 150^2$$

$$Y' = 2,138 \text{ m}$$

- Jika $x = 200$ m

$$Y' = \frac{A}{200 \times L} \times x^2$$

$$Y' = \frac{3,8}{200 \times 200} \times 200^2$$

$$Y' = 3,8 \text{ m}$$

c. Alinyemen vertical pada PPV STA 16 + 575

Diketahui :

$$G1 = 0,5 \%$$

$$G2 = -0,9 \%$$

$$A = |G1 - G2|$$

$$A = |0,5 \% - (-0,9) \%|$$

$$A = 1,4 \text{ (Cembung)}$$

$$L = 200 \text{ m (gambar rencana)}$$

$$\text{Kecepatan Rencana} = 100 \text{ Km/jam}$$

Perhitungan Jarak Pandang Henti :

$$S = 0,278 \times Vr \times T + 0,039 \times \frac{Vr^2}{a}$$

$$S = 0,278 \times 100 \times 2,5 + 0,039 \times \frac{100^2}{3,4}$$

$$S = 184,2 \text{ m}$$

Keterangan :

V_r = Kecepatan rencana (Km/Jam)

T = waktu reaksi, ditetapkan 2,5 detik

a = tingkat perlambatan 3,4 m/s²

Panjang Lengkung

- Berdasarkan jarak Pandang Henti Untuk ($S < L$)

$$L = \frac{A \times S^2}{120 + 3,5S}$$

$$L = \frac{1,4 \times 184,2^2}{120 + 3,5 \times 184,2}$$

$$L = 62,120 \text{ m}$$

Maka Berdasarkan Jarak pandang henti $S < L$ (Belum memenuhi)

- Berdasarkan jarak pandang henti untuk ($S > L$)

$$L = 2S - \frac{120 + 3,5S}{A}$$

$$L = 2 \times 184,2 - \frac{120 + 3,5 \times 184,2}{1,4}$$

$$L = -117,817 \text{ m}$$

Maka berdasarkan jarak pandang Henti $S > L$ (Memenuhi)

- Berdasarkan syarat keluwesan bentuk

$$L = 0,6 \times V_r$$

$$L = 0,6 \times 100$$

$$L = 60 \text{ m}$$

- Berdasarkan syarat drainase

$$L = 40 \times A$$

$$L = 40 \times 1,4$$

$$L = 56 \text{ m}$$

- Berdasarkan syarat kenyamanan

$$L_v = \frac{A \times V_r^2}{395}$$

$$L_v = \frac{2,1 \times 100^2}{395}$$

$$L_v = 35,44 \text{ m}$$

- Kontrol Panjang lengkung vertikal

Dari gambar rencana, L desain memiliki nilai yang lebih besar daripada semua syarat Panjang lengkung maka tidak memerlukan perubahan desain.

- Mencari koordinat lengkung vertikal

- Jika $x = 0 \text{ m}$

$$Y^p = \frac{A}{200 \times L} \times x^2$$

$$Y^p = \frac{1,4}{200 \times 200} \times 0^2$$

$$Y^p = 0 \text{ m}$$

- Jika $x = 50 \text{ m}$

$$Y' = \frac{A}{200 \times L} \times x^2$$

$$Y' = \frac{1,4}{200 \times 200} \times 50^2$$

$$Y' = 0,0875 \text{ m}$$

- Jika $x = 100 \text{ m}$

$$Y' = \frac{A}{200 \times L} \times x^2$$

$$Y' = \frac{1,4}{200 \times 200} \times 100^2$$

$$Y' = 0,35 \text{ m}$$

- Jika $x = 150 \text{ m}$

$$Y' = \frac{A}{200 \times L} \times x^2$$

$$Y' = \frac{1,4}{200 \times 200} \times 150^2$$

$$Y' = 0,788 \text{ m}$$

- Jika $x = 200 \text{ m}$

$$Y' = \frac{A}{200 \times L} \times x^2$$

$$Y' = \frac{1,4}{200 \times 200} \times 200^2$$

$$Y' = 1,4 \text{ m}$$

d. Alinyemen vertical pada PPV STA 17 + 025

Diketahui :

$$G1 = -0,9 \%$$

$$G2 = 3,6 \%$$

$$A = |G1 - G2|$$

$$A = |-0,9 \% - 3,6 \%|$$

$$A = 4,5 \text{ (Cekung)}$$

$$L = 300 \text{ m (gambar rencana)}$$

$$\text{Kecepatan Rencana} = 100 \text{ Km/jam}$$

Perhitungan Jarak Pandang Henti :

$$S = 0,278 \times Vr \times T + 0,039 \times \frac{Vr^2}{a}$$

$$S = 0,278 \times 100 \times 2,5 + 0,039 \times \frac{100^2}{3,4}$$

$$S = 184,2 \text{ m}$$

Keterangan :

Vr = Kecepatan rencana (Km/Jam)

T = waktu reaksi, ditetapkan 2,5 detik

a = tingkat perlambatan 3,4 m/s²

Panjang Lengkung

- Berdasarkan jarak Pandang Henti Untuk ($S < L$)

$$L = \frac{A \times S^2}{120 + 3,5S}$$

$$L = \frac{4,5 \times 184,2^2}{120 + 3,5 \times 184,2}$$

78

$$L = 199,672 \text{ m}$$

Maka Berdasarkan Jarak pandang henti $S < L$ (memenuhi)

- Berdasarkan jarak pandang henti untuk ($S > L$)

$$L = 2S - \frac{120 + 3,5S}{A}$$

$$L = 2 \times 184,2 - \frac{120 + 4,5 \times 184,2}{1,4}$$

$$L = 198,474 \text{ m}$$

Maka berdasarkan jarak pandang Henti $S > L$ (Belum memenuhi)

- Berdasarkan syarat keluwesan bentuk

$$L = 0,6 \times Vr$$

$$L = 0,6 \times 100$$

$$L = 60 \text{ m}$$

- Berdasarkan syarat drainase

$$L = 40 \times A$$

$$L = 40 \times 4,5$$

$$L = 180 \text{ m}$$

- Berdasarkan syarat kenyamanan

$$Lv = \frac{A \times Vr^2}{395}$$

$$Lv = \frac{4,5 \times 100^2}{395}$$

$$Lv = 113,92 \text{ m}$$

- Kontrol Panjang lengkung vertikal

Dari gambar rencana, L desain memiliki nilai yang lebih besar daripada semua syarat Panjang lengkung maka tidak memerlukan perubahan desain.

- Mencari koordinat lengkung vertikal

- Jika $x = 0$ m

$$Y' = \frac{A}{200 \times L} \times x^2$$

$$Y' = \frac{4,5}{200 \times 300} \times 0^2$$

$$Y' = 0 \text{ m}$$

- Jika $x = 50$ m

$$Y' = \frac{A}{200 \times L} \times x^2$$

$$Y' = \frac{4,5}{200 \times 300} \times 50^2$$

$$Y' = 0,188 \text{ m}$$

- Jika $x = 100$ m

$$Y' = \frac{A}{200 \times L} \times x^2$$

$$Y' = \frac{4,5}{200 \times 300} \times 100^2$$

$$Y' = 0,75 \text{ m}$$

- Jika $x = 150$ m

$$Y' = \frac{A}{200 \times L} \times x^2$$

$$Y' = \frac{4,5}{200 \times 300} \times 150^2$$

$$Y' = 1,688 \text{ m}$$

- Jika $x = 200 \text{ m}$

$$Y' = \frac{A}{200 \times L} \times x^2$$

$$Y' = \frac{4,5}{200 \times 300} \times 200^2$$

$$Y' = 3 \text{ m}$$

e. Alinyemen vertical pada PPV STA 17 + 875

Diketahui :

$$G1 = 3,6 \%$$

$$G2 = 0,5 \%$$

$$A = |G1 - G2|$$

$$A = |3,6 \% - 0,5 \%|$$

$$A = 3,1 \text{ (Cembung)}$$

$$L = 200 \text{ m (gambar rencana)}$$

$$\text{Kecepatan Rencana} = 100 \text{ Km/jam}$$

Perhitungan Jarak Pandang Henti :

$$S = 0,278 \times Vr \times T + 0,039 \times \frac{Vr^2}{a}$$

$$S = 0,278 \times 100 \times 2,5 + 0,039 \times \frac{100^2}{3,4}$$

$$S = 184,2 \text{ m}$$

Keterangan :

V_r = Kecepatan rencana (Km/Jam)

T = waktu reaksi, ditetapkan 2,5 detik

a = tingkat perlambatan 3,4 m/s²

Panjang Lengkung

- Berdasarkan jarak Pandang Henti Untuk ($S < L$)

$$L = \frac{A \times S^2}{120 + 3,5S}$$

$$L = \frac{3,1 \times 184,2^2}{120 + 3,5 \times 184,2}$$

$$L = 137,552 \text{ m}$$

Maka Berdasarkan Jarak pandang henti $S < L$ (Belum memenuhi)

- Berdasarkan jarak pandang henti untuk ($S > L$)

$$L = 2S - \frac{120 + 3,5S}{A}$$

$$L = 2 \times 184,2 - \frac{120 + 4,5 \times 184,2}{3,1}$$

$$L = 121,728 \text{ m}$$

Maka berdasarkan jarak pandang Henti $S > L$ (memenuhi)

- Berdasarkan syarat keluwesan bentuk

$$L = 0,6 \times V_r$$

$$L = 0,6 \times 100$$

$$L = 60 \text{ m}$$

- Berdasarkan syarat drainase

$$L = 40 \times A$$

$$L = 40 \times 3,1$$

$$L = 124 \text{ m}$$

- Berdasarkan syarat kenyamanan

$$L_v = \frac{A \times Vr^2}{395}$$

$$L_v = \frac{3,1 \times 100^2}{395}$$

$$L_v = 78,48 \text{ m}$$

- Kontrol Panjang lengkung vertikal

Dari gambar rencana, L desain memiliki nilai yang lebih besar daripada semua syarat Panjang lengkung maka tidak memerlukan perubahan desain.

- Mencari koordinat lengkung vertikal

- Jika $x = 0 \text{ m}$

$$Y' = \frac{A}{200 \times L} \times x^2$$

$$Y' = \frac{3,1}{200 \times 200} \times 0^2$$

$$Y' = 0 \text{ m}$$

- Jika $x = 50 \text{ m}$

$$Y' = \frac{A}{200 \times L} \times x^2$$

$$Y' = \frac{3,1}{200 \times 200} \times 50^2$$

$$Y' = 0,194 \text{ m}$$

- Jika $x = 100 \text{ m}$

$$Y' = \frac{A}{200 \times L} \times x^2$$

$$Y' = \frac{3,1}{200 \times 200} \times 100^2$$

$$Y' = 0,775 \text{ m}$$

- Jika $x = 150 \text{ m}$

$$Y' = \frac{A}{200 \times L} \times x^2$$

$$Y' = \frac{3,1}{200 \times 200} \times 150^2$$

$$Y' = 1,744 \text{ m}$$

- Jika $x = 200 \text{ m}$

$$Y' = \frac{A}{200 \times L} \times x^2$$

$$Y' = \frac{3,1}{200 \times 200} \times 200^2$$

$$Y' = 3,1 \text{ m}$$

5.2.2 Kontrol Alinyemen horizontal

-STA PI I

Diketahui :

-STA PI I Terletak pada STA 16 + 625 s/d STA 16 + 848

-Lengkung Peralihan terletak pada STA 16 + 625 – STA 16 + 728 dan STA 16 + 745 – STA 16 + 848

- STA PI I terletak pada STA 16 + 737

- Rc = 1000 m (gambar rencana)

$$- em = 10\%$$

$$- fm = 11,6 \%$$

$$- V = 100 \text{ km/jam}$$

$$- R_{\min} = \frac{V^2}{127 (em + fm)}$$

$$- R_{\min} = \frac{100^2}{127 (0,1 + 0,116)}$$

$$- R_{\min} = 365 \text{ m}$$

$$- R_c = 1000 \text{ m} > R_{\min} = 365 \text{ m (ok)}$$

$$- \Delta = 60^\circ$$

$$- L_s \text{ min} = 18 \text{ m (lihat tabel)}$$

$$- L_s = 103 \text{ m (gambar rencana)}$$

$$- L_s = 103 \text{ m} > L_s \text{ min} = 18 \text{ m (ok)}$$

$$- \Phi_s = \frac{L_s}{2R} \times \frac{360}{2\pi}$$

$$\Phi_s = \frac{103}{2(1000)} \times \frac{360}{2\pi}$$

$$\Phi_s = 2,95^\circ$$

$$- \Delta_c = \Delta - 2 \Phi_s$$

$$\Delta_c = 60^\circ - 2 (2,95^\circ)$$

$$\Delta_c = 54,096^\circ$$

$$- L_c = \frac{\Delta_c}{360} \times 2R_c \times \pi$$

$$L_c = \frac{54,96^\circ}{360^\circ} \times 2 (1000) \times \pi$$

$$L_c = 16,5 < 20 \text{ m (No)}$$

$$- Y_c = \frac{L_s^2}{6R}$$

$$Y_c = \frac{60^2}{6(1000)}$$

$$Y_c = 1,8 \text{ m}$$

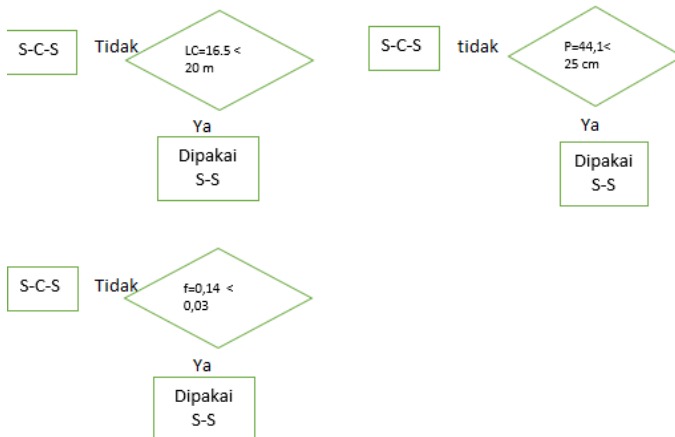
$$- P = Y_c - R(1 - \cos \Phi_s)$$

$$P = 1,8 - 1000(1 - \cos 2,95^\circ)$$

$$P = 0,441 \text{ m} \rightarrow 44,1 \text{ cm} < 25 \text{ cm (No)}$$

$$f < 1,5 \text{ en}$$

$$0,14 < 0,03 \text{ (No)}$$



Dari ketentuan diatas maka tikungan menggunakan tipe S-C-S

$$- X_c = L_s - \frac{L_s^3}{40R^2}$$

$$X_c = 103 - \frac{103^3}{40(1000)^2}$$

$$X_c = 102,97$$

$$- K = X_c - R \sin \Phi_s$$

$$K = 102,97 - 1000 \sin 2,95^\circ$$

$$K = 51,47 \text{ m}$$

$$- T_s = (R + P) \frac{\tan \Delta}{2} + K$$

$$T_s = (1000 + 0,441) \frac{\tan 60^\circ}{2} + 51,47$$

$$T_s = 340,27 \text{ m}$$

$$- E_s = \frac{(R+P)}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R$$

$$E_s = \frac{(1000+0,441)}{\cos \frac{60^\circ}{2}} - 1000$$

$$E_s = 155,21 \text{ m}$$

$$- L_{\text{total}} = L_c + 2L_s$$

$$L_{\text{total}} = 16,5 + 2(103)$$

$$L_{\text{total}} = 222,47 \text{ m}$$

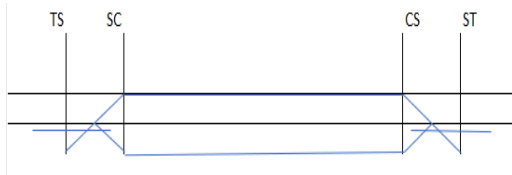
$$2T_s > L_{\text{total}}$$

$$2(340,27) > 222,47$$

$$680,54 > 222,47 \quad (\text{ok})$$

- Diagram Superelevasi

$$L_s = 103 \text{ m} \quad L_c = 16,5 \text{ m} \quad L_s = 103 \text{ m}$$



- Letak STA

$$\begin{aligned} \text{STA } T_s &= \text{STA PII} - T_s \\ &= 16 + 737 - 340,27 \\ &= 16 + 396,73 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA } C_s &= \text{STA } T_s + L_s \\ &= 16 + 396,73 + 103 \\ &= 16 + 499,73 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA } S_c &= \text{STA } C_s + L_c \\ &= 16 + 499,73 + 16,5 \text{ m} \\ &= 16 + 516,2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA } S_t &= \text{STA } S_c + L_s \\ &= 16 + 516,2 + 103 \\ &= 16 + 619,2 \text{ m} \end{aligned}$$

-STA PI II

Diketahui :

-STA PI II Terletak pada STA 16 + 850 s/d STA 17 + 300

-Lengkung Peralihan terletak pada STA 16 + 850 – STA 17 + 050 dan STA 17 + 060 – STA 17 + 260

- STA PI II terletak pada STA 17 + 055

- $R_c = 1000$ m (gambar rencana)

- $e_m = 10\%$

- $f_m = 11,6 \%$

- $V = 100$ km/jam

$$- R_{min} = \frac{v^2}{127 (e_m + f_m)}$$

$$- R_{min} = \frac{100^2}{127 (0,1 + 0,116)}$$

- $R_{min} = 365$ m

- $R_c = 1000$ m $>$ $R_{min} = 365$ m (ok)

- $\Delta = 45^\circ$

- $L_s \text{ min} = 18$ m (lihat tabel)

- $L_s = 200$ m (gambar rencana)

- $L_s = 200$ m $>$ $L_s \text{ min} = 18$ m (ok)

$$- \Phi_s = \frac{L_s}{2R} \times \frac{360}{2\pi}$$

$$\Phi_s = \frac{200}{2(1000)} \times \frac{360}{2\pi}$$

$$\Phi_s = 5,73^\circ$$

$$-\Delta_c = \Delta - 2\Phi_s$$

$$\Delta_c = 45^\circ - 2(5,73^\circ)$$

$$\Delta_c = 33,54^\circ$$

$$-L_c = \frac{\Delta_c}{360} \times 2Rc \times \pi$$

$$L_c = \frac{33,54^\circ}{360^\circ} \times 2(1000) \times \pi$$

$$L_c = 10,21 < 20 \text{ m (No)}$$

$$-Y_c = \frac{L_s^2}{6R}$$

$$Y_c = \frac{200^2}{6(1000)}$$

$$Y_c = 6,7 \text{ m}$$

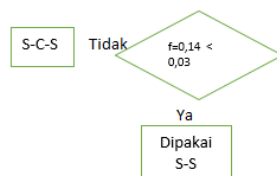
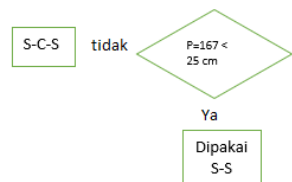
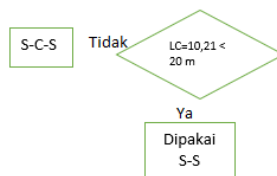
$$-P = Y_c - R(1 - \cos \Phi_s)$$

$$P = 6,7 - 1000(1 - \cos 5,73^\circ)$$

$$P = 1,67 \text{ m} \rightarrow 167 \text{ cm} < 25 \text{ cm (No)}$$

$$f < 1,5 \text{ en}$$

$$0,12 < 0,03 \text{ (No)}$$



Dari ketentuan yang ada tikungan menggunakan tipe S-C-S

$$- X_c = L_s - \frac{L_s^3}{40R^2}$$

$$X_c = 200 - \frac{200^3}{40(1000)^2}$$

$$X_c = 199,8$$

$$- K = X_c - R \sin \Phi_s$$

$$K = 199,8 - 1000 \sin 5,73^\circ$$

$$K = 99,92 \text{ m}$$

$$- T_s = (R + P) \frac{\tan \Delta}{2} + K$$

$$T_s = (1000 + 1,67) \frac{\tan 60^\circ}{2} + 99,92$$

$$T_s = 307,37 \text{ m}$$

$$- E_s = \frac{(R+P)}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R$$

$$E_s = \frac{(1000+1,67)}{\cos \frac{60^\circ}{2}} - 1000$$

$$E_s = 84,195 \text{ m}$$

$$- L_{\text{total}} = L_c + 2L_s$$

$$L_{\text{total}} = 10,21 + 2(200)$$

$$L_{\text{total}} = 410,21 \text{ m}$$

$$2T_s > L_{\text{total}}$$

$$2(307,37) > 410,21$$

$$680,54 > 222,47$$

(ok)

- Diagram Superelevasi

$$L_s = 200 \text{ m} \quad L_c = 10,21 \text{ m} \quad L_s = 200 \text{ m}$$



- Letak STA

$$\text{STA } T_s = \text{STA PI II} - T_s$$

$$= 17 + 055 - 307,37$$

$$= 16 + 747,63$$

$$\text{STA } C_s = \text{STA } T_s + L_s$$

$$= 16 + 747,63 + 200$$

$$= 16 + 947,63$$

$$\text{STA } S_c = \text{STA } C_s + L_c$$

$$= 16 + 947,63 + 10,21 \text{ m}$$

$$= 16 + 957,84$$

$$\text{STA } S_t = \text{STA } S_c + L_s$$

$$= 16 + 957,84 + 200$$

$$= 17 + 157,84 \text{ m}$$

-STA PI III

Diketahui :

-STA PI III Terletak pada STA 17 + 500 s/d STA 18 + 000

-Lengkung Peralihan terletak pada STA 17 + 500 – STA 17 + 746 dan STA 17 + 754 – STA 18 + 000

- STA PI III terletak pada STA 17 + 750

- $R_c = 1000$ m (gambar rencana)

- $e_m = 10\%$

- $f_m = 11,6 \%$

- $V = 100$ km/jam

$$- R_{\min} = \frac{V^2}{127 (e_m + f_m)}$$

$$- R_{\min} = \frac{100^2}{127 (0,1 + 0,116)}$$

- $R_{\min} = 365$ m

- $R_c = 1000$ m $>$ $R_{\min} = 365$ m (ok)

- $\Delta = 40^\circ$

- $L_s \min = 18$ m (lihat tabel)

- $L_s = 246$ m (gambar rencana)

- $L_s = 246$ m $>$ $L_s \min = 18$ m (ok)

$$- \Phi_s = \frac{L_s}{2R} \times \frac{360}{2\pi}$$

$$\Phi_s = \frac{246}{2(1000)} \times \frac{360}{2\pi}$$

$$\Phi_s = 7,05$$

$$- \Delta c = \Delta - 2 \Phi_s$$

$$\Delta c = 40^\circ - 2 (7,05^\circ)$$

$$\Delta c = 25,898^\circ$$

$$- Lc = \frac{\Delta c}{360} \times 2Rc \times \pi$$

$$Lc = \frac{25,898^\circ}{360^\circ} \times 2 (1000) \times \pi$$

$$Lc = 7,89 < 20 \text{ m (No)}$$

$$- Yc = \frac{Lc^2}{6R}$$

$$Yc = \frac{246^2}{6(1000)}$$

$$Yc = 10,1 \text{ m}$$

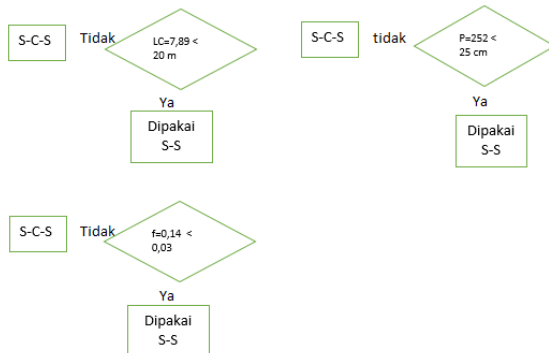
$$- P = Yc - R(1 - \cos \Phi_s)$$

$$P = 10,1 - 1000(1 - \cos 7,05^\circ)$$

$$P = 2,52 \text{ m} \quad \rightarrow \quad 252 \text{ cm} < 25 \text{ cm (No)}$$

$$f < 1,5 \text{ en}$$

$$0,12 < 0,03 \text{ (No)}$$



Dari ketentuan yang ada tikungan menggunakan tipe S-C-S

$$- Xc = Ls - \frac{Ls^3}{40R^2}$$

$$Xc = 246 - \frac{246^3}{40(1000)^2}$$

$$Xc = 245,63$$

$$- K = Xc - R \sin \Phi_s$$

$$K = 245,63 - 1000 \sin 7,05^\circ$$

$$K = 122,88 \text{ m}$$

$$- Ts = (R + P) \frac{\tan \Delta}{2} + K$$

$$Ts = (1000 + 2,52) \frac{\tan 60^\circ}{2} + 99,92$$

$$Ts = 305,32 \text{ m}$$

$$- Es = \frac{(R+P)}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R$$

$$Es = \frac{(1000+2,52)}{\cos \frac{60^\circ}{2}} - 1000$$

$$Es = 66,86 \text{ m}$$

$$- L_{total} = Lc + 2Ls$$

$$L_{total} = 7,89 + 2(246)$$

$$L_{total} = 499,89 \text{ m}$$

$$2Ts > L_{total}$$

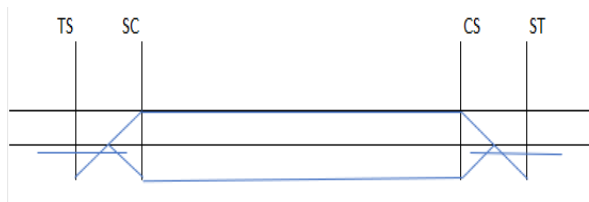
$$2(305,32) > 499,89$$

$$610,64 > 499,89$$

(ok)

Diagram Superelevasi

$$L_s = 246 \text{ m} \quad L_c = 7,89 \text{ m} \quad L_s = 246 \text{ m}$$



- Letak STA

$$\begin{aligned} \text{STA Ts} &= \text{STA PI III} - T_s \\ &= 17 + 750 - 305,32 \\ &= 17 + 444,68 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA CS} &= \text{STA Ts} + L_s \\ &= 17 + 444,68 + 246 \\ &= 17 + 690,68 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA SC} &= \text{STA CS} + L_c \\ &= 17 + 690,68 + 7,89 \text{ m} \\ &= 17 + 698,56 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{STA ST} &= \text{STA SC} + L_s \\ &= 17 + 698,56 + 246 \end{aligned}$$

$$= 17 + 944,56 \text{ m}$$

5.3 Perencanaan tebal perkerasan menurut Pd-T-14-2003

5.3.1. Perencanaan tebal pondasi bawah

Untuk perencanaan pondasi bawah pada proyek ini digunakan CBK (campuran beton kurus) setebal 12,5 cm.

5.3.2. Kekuatan beton semen (fcf)

Kekuatan beton semen yang digunakan pada proyek ini adalah menggunakan kekuatan sebesar 53,95 kg/cm² sehingga,

$$F_{cf} = 0.7 \times (53,95^2)$$

$$= 5 \text{ mpa}$$

5.3.3. Perencanaan tebal plat beton

5.3.4. Menentukan beban sumbu kendaraan

Penentuan beban sumbu kendaraan di dapatkan dari data LHR jalan tol Pandaan- Malang tahun 2019. Ditentukannya beban sumbu kendaraan nantinya akan berpengaruh untuk data perencanaan pelat beton (*rigid pavement*).

Tabel 5.4 tabel penentuan sumbu kendaraan niaga

jenis kendaraan	konfigurasi beban sumbu (Ton)				Jml Kend	jumlah sumbu per kend	STRT		STRG		STDRG	
	rd	rb	rgd	rgb			BS (ton)	JS (bh)	BS (ton)	JS (bh)	BS (ton)	JS (bh)
Mp	1	1	-	-	2081	-	-	-	-	-	-	-
Bus	3	5	-	-	6	2	13	3	6	5	6	-
Truk 2 as Kcl	2	4	-	-	235	2	471	2	235	-	-	-
							4	235	-	-	-	-
Truk 2 as Bsr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Truk 3 as Td	6	14	-	-	198	2	396	6	198	-	-	14
Truk semi trailer dan truk gandg	6	14	10	10	82	4	327	6	82	10	82	14
							-	-	10	82	-	-
							-	-	-	-	-	-
total							1207		757		170	280

Sumber: hasil perhitungan

5.3.5. Perencanaan lalu-lintas

Selanjutnya, perhitungan jumlah sumbu kendaraan niaga dapat dilakukan dengan menggunakan nilai faktor pertumbuhan lalu- lintas (R)

$$R = \frac{(1+i^n)-1}{i}$$

$$= 101,52$$

5.3.6. Hitungan JSKN

Berikut adalah cara untuk menghitung Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga dalam 35 tahun.

$$\begin{aligned} \text{JSKN} &= \text{JSKNH} \times 365 \times R \\ &= 1207 \times 365 \times R \\ &= 4.47 \times 10^7 \end{aligned}$$

Selanjutnya dilakukan perhitungan terhadap JSKN rencana

$$\begin{aligned} \text{JSKN rencana} &= 0.7 \times \text{JSKN} \\ &= 0.7 \times 4.47 \times 10^7 \\ &= 3.13 \times 10^7 \end{aligned}$$

5.3.7. Perhitungan repetisi sumbu

tabel 5.5 repetisi sumbu

Jenis sumbu	beban sumbu (ton)	jumlah sumbu	Proporsi beban	proporsi sumbu	Lalu lintas rencana	repetisi yang terjadi
STRT	6	280	0.40	0.63	3.13×10^7	0.79×10^7
	4	235	0.27	0.63	3.13×10^7	0.52×10^7
	3	6	0.20	0.63	3.13×10^7	0.39×10^7
	2	235	0.13	0.63	3.13×10^7	0.26×10^7
total		757	1.00			
STRG	5	6	0.33	0.14	3.13×10^7	0.15×10^7
	10	164	0.67	0.14	3.13×10^7	0.29×10^7
total		170	1.00			
STdRG	14	280	1.00	0.23	3.13×10^7	0.73×10^7
total		280	1.00			
Kumulatif						3.13×10^7

Sumber: hasil perhitungan

Data teknis

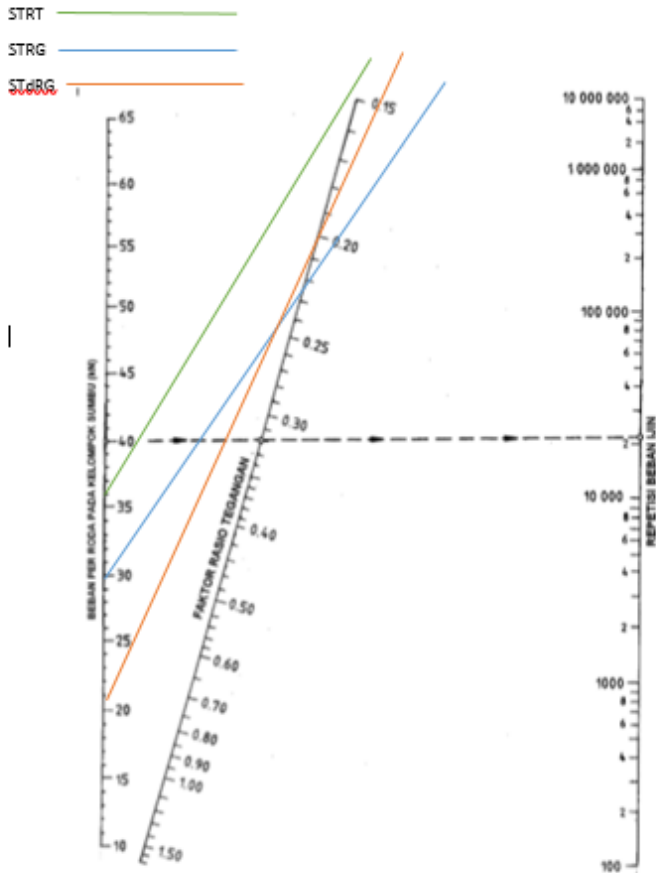
Data teknis tebal 240 mm

sumber data beban	:	hasil survey	
jenis perkerasan	:	BBTT dengan ruji	
jenis bahu	:	beton	
umur rencana	:	35 tahun	
JSK	:	2.09×10^7	
faktor keamanan beban	:	1.2	
kuat tekan beton umur 28 hari f_c'	:	500	Kg/cm ²
jenis dan tebal lapis pondasi	:	CBK 12,5 cm	
CBR tanah dasar	:	7.86%	
CBR Efektif	:	34.00%	
Tebal Taksiran	:	240 mm	
Kuat tarik lentur f_{cf}	:	5.25	Mpa

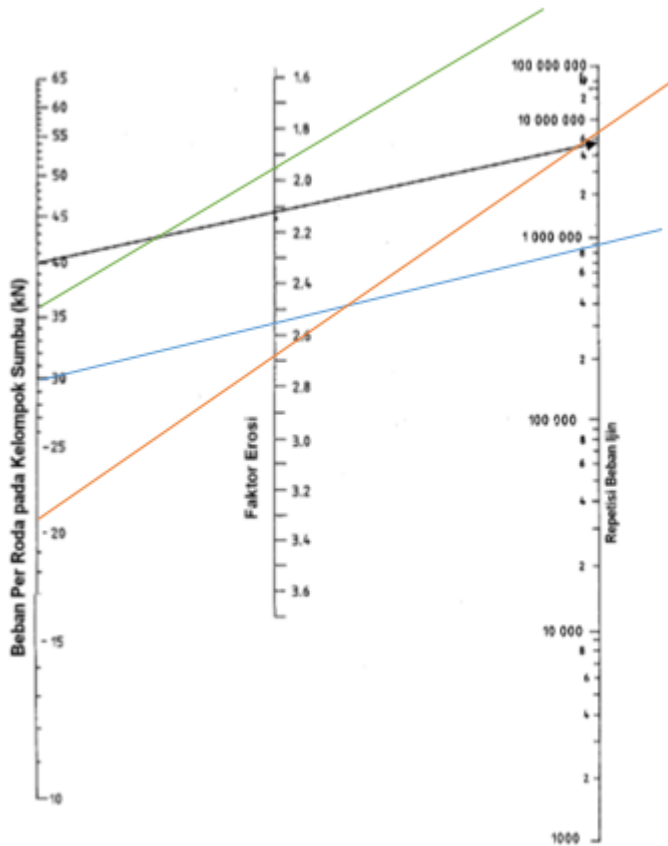
Tabel 5.6 analisa tebal fatik dan erosi 240 mm

Jenis Sumbu	Beban Sumbu ton (kN)	Beban rencan per roda (kN)	Repetisi yang terjadi	Faktor tegangan dan erosi	Analisa Fatik		Analisa Erosi	
					Repetisi Ijin	Persen Rusak (%)	Repetisi Ijin	Persen Rusak (%)
1	2	3	4	5	6	$7=4*100/6$	8	$9=4*100/8$
STRT	6	36	0.52×10^7	TE = 0.72	TT	0%	TT	0%
	4	24	0.35×10^7	FE = 1.96 FRT = 0.14	TT	0%	TT	0%
	3	18	0.26×10^7		TT	0%	TT	0%
	2	12	0.17×10^7		TT	0%	TT	0%
STRG	5	15	0.10×10^7	TE = 1.18	TT	0%	=	0%
	10	30	0.20×10^7	FE = 2.56 FRT = 0.22	TT	0%	990000	198.35%
STdRG	14	21	0.48×10^7	TE = 1.00 FE = 2.69 FRT = 0.19	TT	0%	8200000	59%
Total					0.00% <100%		257.48% <100%	
					ok		salah	

Sumber: perhitungan analisa fatik dan erosi



gambar 5.1 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan/ tanpa bahu beton



gambar 5.2 Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Beban Berdasarkan Faktor Erosi, dengan/ tanpa bahu beton

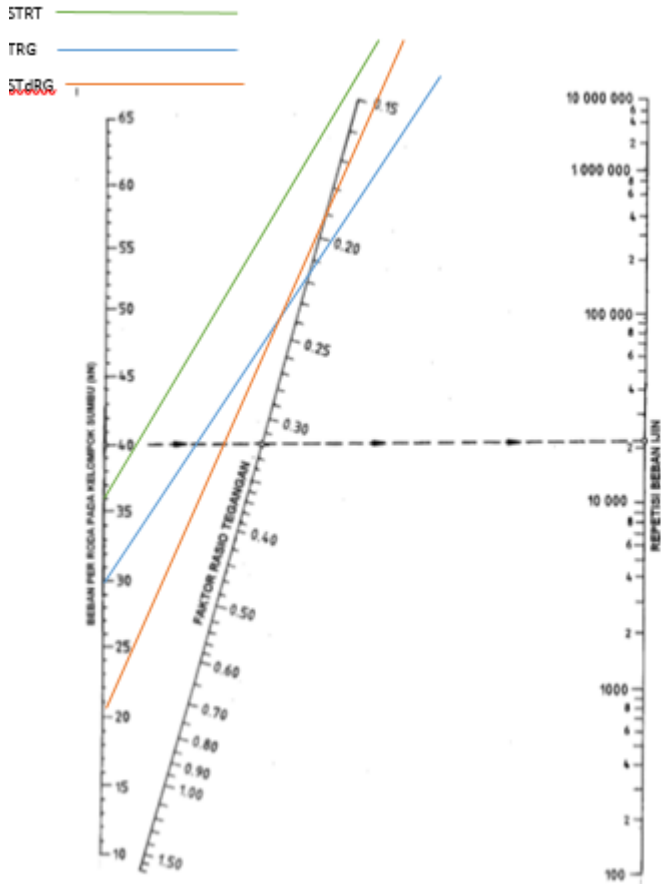
Data teknis tebal 250 mm

sumber data beban	: hasil survey
jenis perkerasan	: BBTT dengan ruji
jenis bahu	: beton
umur rencana	: 35 tahun
JSK	: 2.09×10^7
faktor keamanan beban	: 1.2
kuat tekan beton umur 28 hari f_c'	: 500.00 Kg/cm ²
jenis dan tebal lapis pondasi	: CBK 12,5 cm
CBR tanah dasar	: 7.86%
CBR Efektif	: 34.00%
Tebal Taksiran	: 250 mm
Kuat tarik lentur f_{cf}	: 5.25

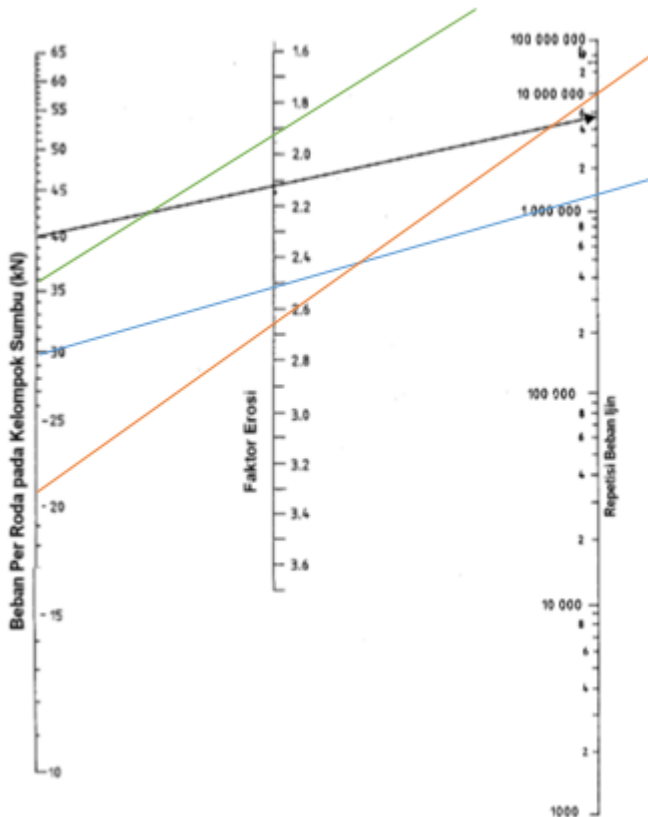
Tabel 5.7 analisa tebal fatik dan erosi 250 mm

Jenis Sumbu	Beban Sumbu ton (kN)	Beban rencana per roda (kN)	Repetisi yang terjadi	Faktor tegangan dan erosi	Analisa Fatik		Analisa Erosi	
					Repetisi Ijin	Persen Rusak (%)	Repetisi Ijin	Persen Rusak (%)
1	2	3	4	5	6	$7=4*100/6$	8	$9=4*100/8$
STRT	6	36	0.52×10^7	TE = 0.68	TT	0%	TT	0%
	4	24	0.35×10^7	FE = 1.91 FRT = 0.13	TT	0%	TT	0%
	3	18	0.26×10^7		TT	0%	TT	0%
	2	12	0.17×10^7		TT	0%	TT	0%
STRG	5	15	0.10×10^7	TE = 1.12	TT	0%	TT	0%
	10	30	0.20×10^7	FE = 2.51 FRT = 0.21	TT	0%	1400000	140.26%
STdRG	14	21	0.48×10^7	TE = 0.96 FE = 2.64 FRT = 0.18	TT	0%	10000000	5%
Total					0.00% <100%		145.11% <100%	
					ok		salah	

Sumber: perhitungan analisa fatik dan erosi



gambar 5.4 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan/ tanpa bahu beton



gambar 5.5 Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Beban Berdasarkan Faktor Erosi, dengan/ tanpa bahu beton

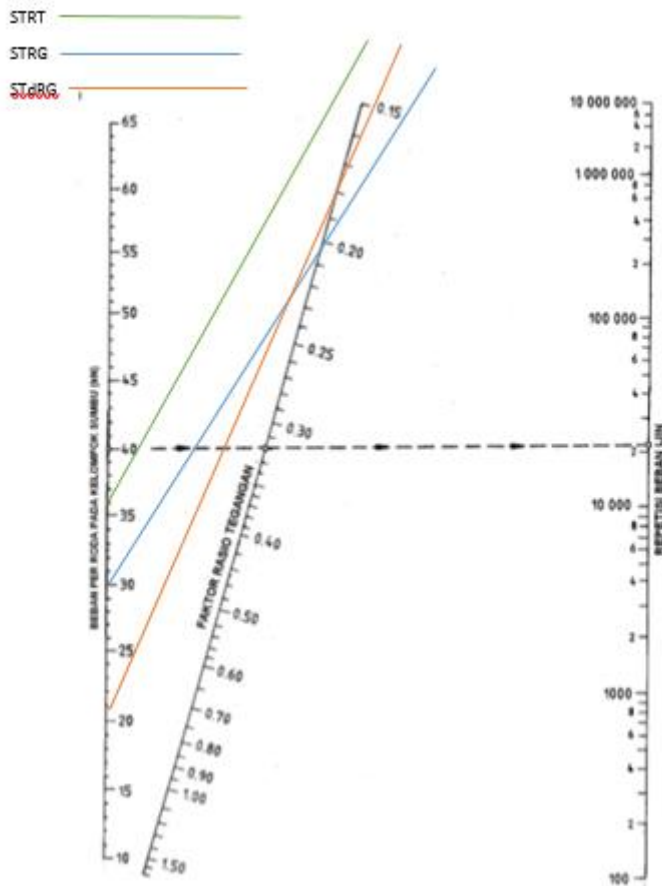
Data teknis tebal 260 mm

sumber data beban	:	hasil survey BBTT dengan
jenis perkerasan	:	ruji
jenis bahu	:	beton
umur rencana	:	35 tahun
JSK	:	2.09×10^7
faktor keamanan beban	:	1.2
kuat tekan beton umur 28 hari f_c'	:	500.00 Kg/cm ²
jenis dan tebal lapis pondasi	:	CBK 12,5 cm
CBR tanah dasar	:	7.86%
CBR Efektif	:	34.00%
Tebal Taksiran	:	260 mm
Kuat tarik lentur f_{cf}	:	5.25

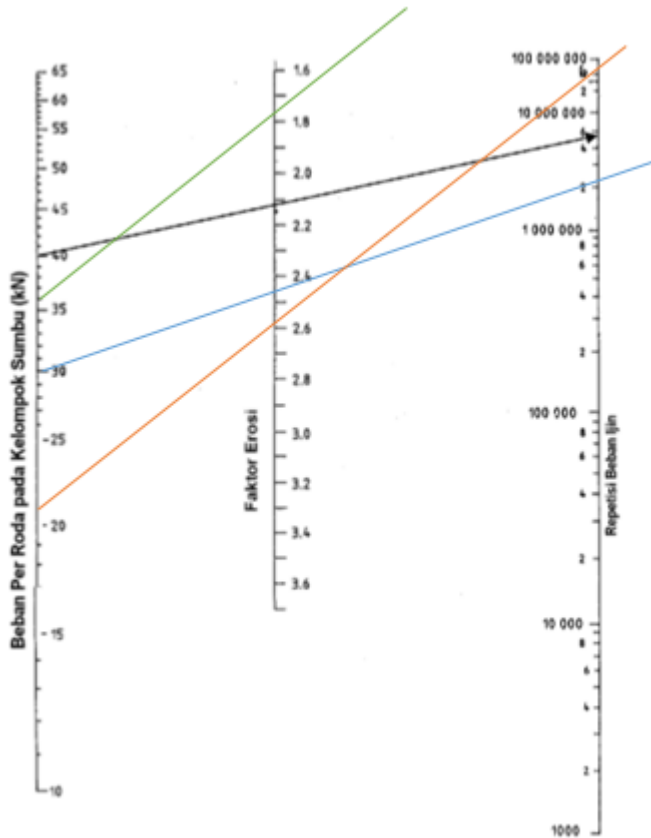
Tabel 5.7 analisa tebal fatik dan erosi 260 mm

Jenis Sumbu	Beban Sumbu ton (kN)	Beban rencan per roda (kN)	Repetisi yang terjadi	Faktor tegangan dan erosi	Analisa Fatik		Analisa Erosi	
					Repetisi Ijin	Persen Rusak (%)	Repetisi Ijin	Persen Rusak (%)
1	2	3	4	5	6	7=4*100/6	8	9=4*100/8
STRT	6	36	0.52×10^7	TE = 0.64	TT	0%	TT	0%
	4	24	0.35×10^7	FE = 1.86	TT	0%	TT	0%
	3	18	0.26×10^7	FRT = 0.12	TT	0%	TT	0%
	2	12	0.17×10^7		TT	0%	TT	0%
STRG	5	15	0.10×10^7	TE = 1.06	TT	0%	TT	0%
	10	30	0.20×10^7	FE = 2.46	TT	0%	2100000	93.51%
				FRT = 0.20				
STdRG	14	21	0.48×10^7	TE = 0.92	TT	0%	TT	0%
				FE = 2.59				
				FRT = 0.17				
Total					0.00% <100%		93.51% <100%	
					ok		ok	

Sumber: perhitungan analisa fatik dan erosi



gambar 5.6 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan/ tanpa bahu beton



gambar 5.7 Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Beban Berdasarkan Faktor Erosi, dengan/ tanpa bahu beton

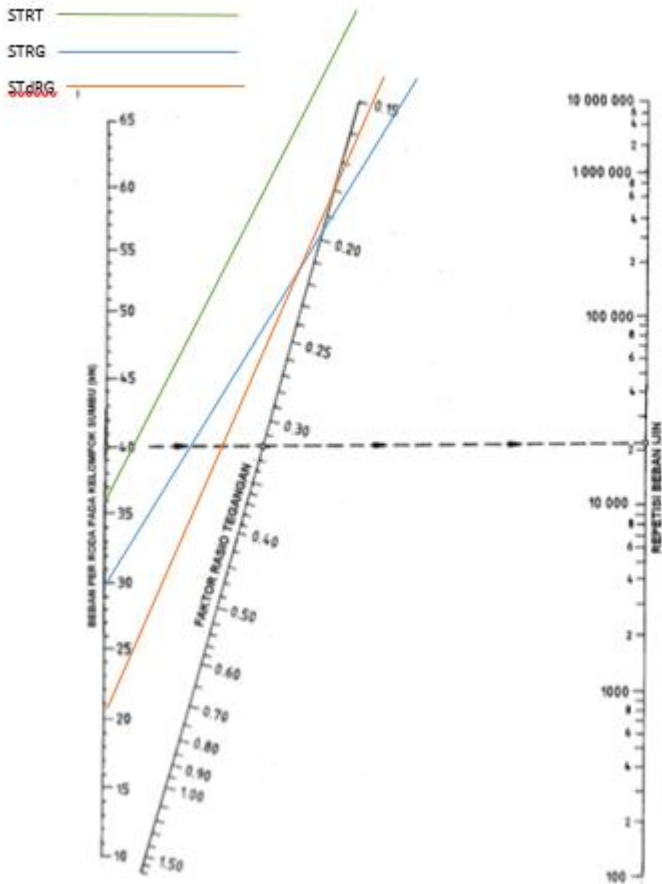
Data teknis 270 mm

sumber data beban	:	hasil survey BTT dengan
jenis perkerasan	:	ruji
jenis bahu	:	beton
umur rencana	:	35 tahun
JSK	:	2.09×10^7
faktor keamanan beban	:	1.2
kuat tekan beton umur 28 hari f_c'	:	500.00 Kg/cm ²
jenis dan tebal lapis pondasi	:	CBK 12,5 cm
CBR tanah dasar	:	7.86%
CBR Efektif	:	34.00%
Tebal Taksiran	:	270 mm
Kuat tarik lentur f_{cf}	:	5.25

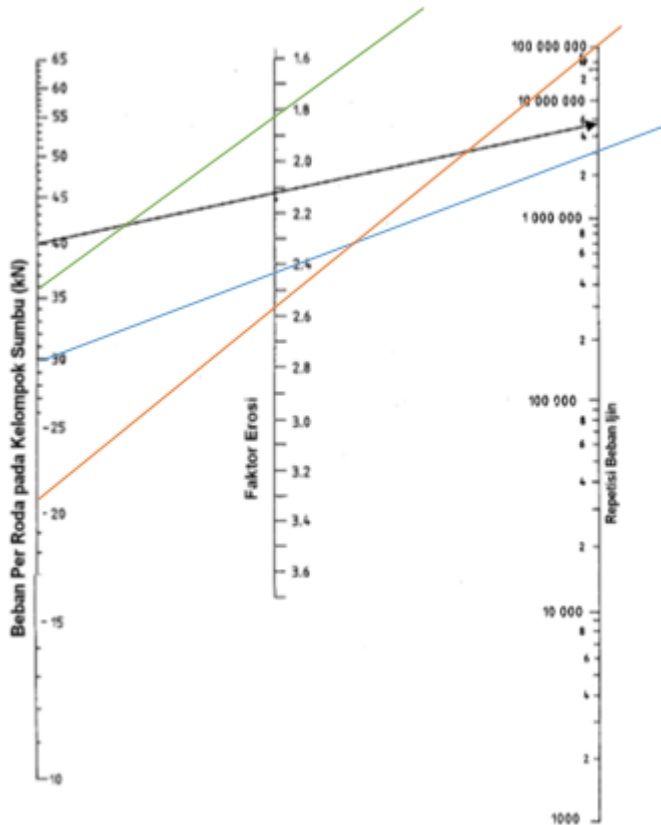
Tabel 5.8 analisa tebal fatik dan erosi 270 mm

Jenis Sumbu	Beban Sumbu ton (kN)	Beban rencana per roda (kN)	Repetisi yang terjadi	Faktor tegangan dan erosi	Analisa Fatik		Analisa Erosi	
					Repetisi Ljin	Persen Rusak (%)	Repetisi Ljin	Persen Rusak (%)
1	2	3	4	5	6	$7=4*100/6$	8	$9=4*100/8$
STRT	6	36	0.52×10^7	TE = 0.60	TT	0%	TT	0%
	4	24	0.35×10^7		TT	0%	TT	0%
	3	18	0.26×10^7	FE = 1.81	TT	0%	TT	0%
	2	12	0.17×10^7		TT	0%	TT	0%
				FRT = 0.11				
STRG	5	15	0.10×10^7	TE = 1.00	TT	0%	TT	0%
	10	30	0.20×10^7	FE = 2.41 FRT = 0.19	TT	0%	4100000	47.89%
STdRG	14	21	0.48×10^7	TE = 0.88	TT	0%	100000000	5%
				FE = 2.55 FRT = 0.17				
Total					0.00% <100%		52.74% <100%	
					ok		ok	

Sumber: perhitungan analisa fatik dan erosi



gambar 5.8 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan/ tanpa bahu beton



gambar 5.9 Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Beban Berdasarkan Faktor Erosi, dengan/ tanpa bahu beton

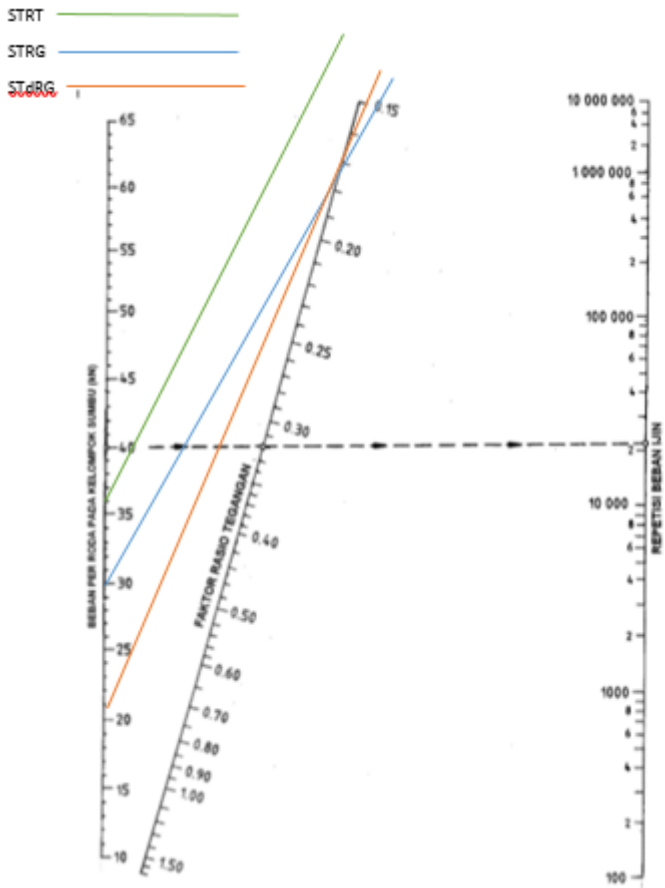
Data teknis 280 mm

sumber data beban	: hasil survey BBTT dengan
jenis perkerasan	: ruji
jenis bahu	: beton
umur rencana	: 35 tahun
JSK	: 2.09×10^7
faktor keamanan beban	: 1.2
kuat tekan beton umur 28 hari	: 500.00
f_c'	: Kg/cm ²
jenis dan tebal lapis pondasi	: CBK 12,5 cm
CBR tanah dasar	: 7.86%
CBR Efektif	: 34.00%
Tebal Taksiran	: 280 mm
Kuat tarik lentur f_{cf}	: 5.25

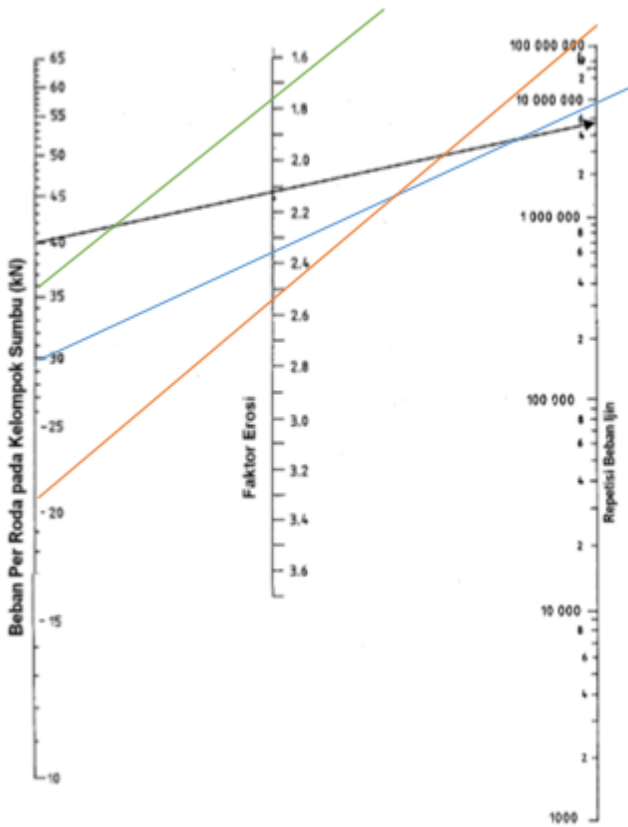
Tabel 5.9 analisa tebal fatik dan erosi 280 mm

Jenis Sumbu	Beban Sumbu ton (kN)	Beban rencan per roda (kN)	Repetisi yang terjadi	Faktor tegangan dan erosi	Analisa Fatik		Analisa Erosi	
					Repetisi Ijin	Persen Rusak (%)	Repetisi Ijin	Persen Rusak (%)
1	2	3	4	5	6	7=4*100/6	8	9=4*100/8
STRT	6	36	0.52×10^7	TE = 0.57	TT	0%	TT	0%
	4	24	0.35×10^7	FE = 1.76	TT	0%	TT	0%
	3	18	0.26×10^7	FRT = 0.11	TT	0%	TT	0%
	2	12	0.17×10^7		TT	0%	TT	0%
STRG	5	15	0.10×10^7	TE = 0.95	TT	0%	TT	0%
	10	30	0.20×10^7	FE = 2.36 FRT = 0.18	TT	0%	10000000	19.64%
STdRG	14	21	0.48×10^7	TE = 0.84 FE = 2.51 FRT = 0.16	TT	0%	TT	0%
Total					0.00% <100%		19.64% <100%	
					ok		ok	

Sumber: perhitungan analisa fatik dan erosi



gambar 5.10 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan/ tanpa bahu beton



gambar 5.11 Analisa Fatik dan Beban Repetisi Ijin Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan/ tanpa bahu beton

5.3.8. Kesimpulan perhitungan

Berdasarkan perhitungan dengan metode Pd-T-14-2003 maka dapat disimpulkan tebal perkerasan yang memenuhi analisa fatik dan erosi ialah **260 mm**. Nilai analisa fatik sebesar **0% < 100 % (OK)** dan analisa erosi **93.51% < 100 % (OK)**. Berdasarkan analisa tersebut plat mampu menerima beban hingga akhir umur rencana. Adapun penjelasan analisa fatik dan erosi sebagai berikut :

a. Analisa fatik (kelelahan) adalah kekuatan perkerasan baton menerima beban berulang dengan terus menerus dan faktor kuat lentur beton sangat berpengaruh pada analisa fatik atau kelelahan beton menerima beban berulang.

b. Analisa Erosi adalah daya dukung tanah dasar untu menerima lendutan yang ditimbulkan oleh perkerasan beton (plat). CBR tanah menjadi faktor utama untuk mengetahui ketahanan pondasi untuk meneruma beban berulang.

5.3.4 Perencanaan Sambungan

Setelah didapat tebal plat beton, langkah selanjutnya adalah merencanakan tulangan untuk Beton Bersambung Tanpa Tulangan. Berikut adalah rincian data nya:

- Jenis Perkerasan : BBTT
- Tebal Plat : 270 mm
- Lebar Plat : (2 x 3,6 m) + 3 m
- Panjang Plat : 4,5 m

Sambungan susut melintang

- Dowel : 36 mm
- Panjang Dowel : 450 mm
- Jarak : 350 mm

Sambungan memanjang Tie Bar

Pemasangan sambungan memanjang ditunjukkan untuk mengendalikan terjadinya retak memanjang. Berikut adalah perhitungannya

$$\begin{aligned} A_t &= 204 \times h \times b \\ &= 204 \times 3.6 \times 0.28 \\ &= 205.63 \text{ mm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{4} \times \pi \times d \times l \\ &= 287.09 \text{ mm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

Dicoba diameter Tiebar

dengan:

Batang pengikat digunakan baja ulir ϕ	=	16.00 mm
Jarak	=	75.00 cm

$$A > A_t = 287.09 \text{ mm}^2/\text{m} > 205.63 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$\begin{aligned} I &= (38.3 \times \phi) + 75 \\ I &= 687.80 \\ &= 68.78 \text{ cm} \sim 70.00 \text{ cm} \end{aligned}$$

Kesimpulan dari sambungan pelaksanaan memanjang. Dipasang tulangan baja ulir D-16 mm BJTU 24 dengan panjang 70 cm dan jarak 75 cm

5.4 Perencanaan saluran tepi

Untuk lokasi STA 15+000 – 18+000 didalam google earth tampak seperti berikut.



Gambar 5. 1 Lokasi jalan tol sta 15+000 - 18+000 pada aplikasi google earth

Penentuan arah aliran ditentukan sesuai dengan kelandaian jalan yang ada serta titik pembuangan air. Data – data perencanaan sebagai berikut :

Tabel 5.4. Data perencanaan saluran Tepi

No	Bagian	Kode	Keterangan	nd	s	C	V ijin (m/s)	Koef. Manning (n)
1	Bahu dalam	1	Beton	0.013	0.02	0.7	1.5	0.02
2	Badan Jalan	2	Beton	0.013	0.02	0.7	1.5	0.02
3	Bahu Luar	3	Beton	0.013	0.02	0.7	1.5	0.02
4	Timbunan	4	Tanah kasar berumput	0.2	0.5	0.2	1.5	0.04
5	Area luar	5	Ladang/persawahan	0.4	0.06	0.45	1.5	0.05

Dibawah ini adalah langkah – langkah yang harus dilakukan ketika melakukan perencanaan dimensi saluran tepi :

Perhitungan saluran tepi pada STA 15 + 000 – 15 + 150
(Sebelah Kanan).

- a. Menentukan waktu konsentrasi (t_c)
Waktu konsentrasi merupakan waktu paling jauh yang dibutuhkan air untuk mencapai saluran drainase (inlettime) dan titik terjauh yang terletak didaerah pengaliran.

- Daerah Pengaliran

Daerah pengaliran merupakan daerah yang dialiri oleh air sebelum masuk ke saluran drainase

L1	= 1,5 m	(bahu dalam)
L2	= 7,2 m	(badan jalan)
L3	= 3 m	(bahu luar)
L4	= 13,3 m	(timbunan)
L5	= 1,5 m	(terasering)

- Hubungan kondisi permukaan dengan kondisi hambatan (n_d) berdasarkan tabel maka didapatkan nilai n_d sebagai berikut :
 - n_d Bahu dalam = 0,013 (jalan beton)
 - n_d Badan jalan = 0,013 (jalan beton)
 - n_d Bahu luar = 0,013 (jalan aspal)
 - n_d timbunan = 0,20 (tanah kasar berumput)
 - n_d area luar = 0,4 (ladang dan perumahan)
- Kemiringan Daerah Pengaliran (s)

Bahu dalam	= 2%
Badan jalan	= 2%
Bahu luar	= 2%
Timbunan	= 50%
Area Luar	= 6%

- Kecepatan aliran yang diijinkan
Berdasarkan jenis materialnya yaitu pasangan batu kali,
maka dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 5.5 Kecepatan aliran ijin

Jenis Bahan	Kecepatan aliran air yang diizinkan (m/s)
Pasir halus	0.45
Lempung kepasiran	0.5
lanau aluvial	0.6
Kerikil halus	0.75
lempung kokoh	0.75
lempung padat	1.1
kerikil kasar	1.2
batu-batu besar	1.5
pasangan batu	1.5
Beton	1.5
Beton bertulang	1.5

- Tahapan perhitungan t_c adalah sebagai berikut penentuan inlet time (t_1)

Maka di dapat nilai sebagai berikut :

$$T_c = t_1 + t_2$$

$$t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_0 \times \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0,167}$$

$$t_2 = \frac{L}{60 V}$$

Keterangan :

T_c = Waktu Konsentrasi (menit)

t1 = Waktu Inlet (Menit)

t2 = Waktu aliran (Menit)

L = Panjang Saluran (m)

V = Kecepatan air rata-rata diselokan (m/dt)

Lo = Panjang bagian jalan (m)

Berikut contoh perhitungan drainase saluran tepi pada STA 15 + 000 – 15 + 150

$$t1 \text{ (bahu dalam)} = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 1,5 \times \frac{0,013}{\sqrt{2\%}}\right)^{0,167}$$

$$t1 \text{ bahu dalam} = 0,82 \text{ menit}$$

$$t1 \text{ badan jalan} = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 7,2 \times \frac{0,013}{\sqrt{2\%}}\right)^{0,167}$$

$$t1 \text{ badan jalan} = 1,064 \text{ menit}$$

$$t1 \text{ bahu luar} = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 3 \times \frac{0,013}{\sqrt{2\%}}\right)^{0,167}$$

$$t1 \text{ bahu luar} = 0,919 \text{ menit}$$

$$t1 \text{ timbunan} = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 13,5 \times \frac{0,2}{\sqrt{50\%}}\right)^{0,167}$$

$$t1 \text{ timbunan} = 1,425 \text{ menit}$$

$$t1 \text{ area luar} = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 50 \times \frac{0,4}{\sqrt{6\%}}\right)^{0,167}$$

$$t1 \text{ area luar} = 2,377 \text{ menit}$$

$$t1 \text{ Total} = 6,604 \text{ menit}$$

$$t2 = \frac{150}{60 \times 1,5}$$

$$t2 = 1,667 \text{ menit}$$

$$TC = t1 + t2$$

$$= 8,27 \text{ menit}$$

Menentukan Intensitas hujan (I)

Dari hasil tc dalam satuan menit yang diplotkan pada kurva basis maka didapatkan I rencana sebesar 183 mm/jam

Menentukan daerah pengaliran

$$\begin{aligned} \text{A1 bahu dalam} &= L_o \times \text{Panjang saluran m}^2 \\ \text{A1 bahu dalam} &= 1,5 \times 150 \\ \text{A1 bahu dalam} &= 225 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{A2 badan jalan} &= L_o \times \text{Panjang saluran m}^2 \\ \text{A2 badan jalan} &= 7,2 \times 150 \\ \text{A2 badan jalan} &= 1080 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{A3 bahu luar} &= L_o \times \text{Panjang saluran m}^2 \\ \text{A3 bahu luar} &= 3 \times 150 \\ \text{A3 bahu luar} &= 450 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{A4 timbunan} &= L_o \times \text{Panjang saluran m}^2 \\ \text{A4 timbunan} &= 13,5 \times 150 \\ \text{A4 timbunan} &= 2025 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{A5 area luar} &= L_o \times \text{Panjang saluran m}^2 \\ \text{A5 area luar} &= 50 \times 150 \\ \text{A5 area luar} &= 7500 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Menentukan Koefisien Pengaliran (C)

Berdasarkan hubungan antara kondisi permukaan tanah dan koefisien pengaliran maka didapat :

$$\begin{aligned} \text{C1 (bahu dalam)} &= 0,7 \\ \text{C2 (badan jalan)} &= 0,7 \\ \text{C3 (bahu luar)} &= 0,7 \end{aligned}$$

C4 (timbunan)	= 0,2
C5 (area luar)	= 0,4

e. Menentukan debit air Q

$$Q = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A$$

$$Q = 0,254 \text{ m}^3/\text{det}$$

Menentukan kemiringan saluran(i)

Untuk mengetahui arah aliran air pada saluran maka harus ditentukan kemiringan saluran. Kemiringan saluran ditentukan oleh prosentase dari perbandingan antara tinggi elevasi dengan Panjang saluran

Kemiringan lapangan menggunakan elevasi lapangan

$$I = \frac{T_0 - T_1}{L} \times 100\%$$

$$T_0 = 360.76$$

$$T_1 = 357.32$$

$$L = 150 \text{ m}$$

$$I = 2.29\%$$

- Kontrol kemiringan
 - I lapangan = 2.29%
 - I perhitungan = 2.30%
 - Syarat :
 - I lapangan \leq I perhitungan
 - 0,41% \leq 1,50% (Ok)
- Kontrol kecepatan aliran

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 1,39 \text{ m/s}$$

Syarat :

V aliran \leq v ijin

$$1,29 \leq 1,5 \quad (\text{Ok})$$

Untuk perhitungan rekapitulasi drainase disajikan dalam bentuk tabel rekapitulasi

Tabel 5.6 Data perencanaan saluran tepi

No	Bagian	Kode	Keterangan	nd	s	C	V ijin (m/s)	Koef. Manning (n)
1	Bahu dalam	1	Beton	0,013	0,02	0,7	1,5	0,02
2	Badan Jalan	2	Beton	0,013	0,02	0,7	1,5	0,02
3	Bahu Luar	3	Beton	0,013	0,02	0,7	1,5	0,02
4	Timbunan	4	Tanah kasar berumput	0,2	0,5	0,2	1,5	0,04
5	Area luar	5	Ladang/persawahan	0,4	0,06	0,45	1,5	0,05

Sumber: hasil perhitungan

Tabel 5.7 Rekapitulasi perhitungan waktu konsentrasi dan debit

No	STA	L		nd	s	L	T1	T2	Tc	I rencan
1	STA 15+000 - 15+150 (a)	150	Bahu dalam	0.013	0.02	1.5	0.819	1.667	8.267	183
			Badam Jalan	0.013	0.02	7.2	1.064			
			Bahu luar	0.013	0.02	3	0.919			
			Timbunan	0.2	0.5	13.3	1.422			
	Area luar	0.4	0.06	50	2.377					
	STA 15+000 - 15+150 (b)	150	Bahu dalam	0.013	0.02	1.5	0.819	1.667	8.131	
			Badam Jalan	0.013	0.02	7.2	1.064			
			Bahu luar	0.013	0.02	3	0.919			
Timbunan			0.2	0.5	7.3	1.286				
Area luar	0.4	0.06	50	2.377						
2	STA 15+150 - 15+400 (a)	250	Bahu dalam	0.013	0.02	1.5	0.819	2.778	9.478	180
			Badam Jalan	0.013	0.02	7.2	1.064			
			Bahu luar	0.013	0.02	3	0.919			
			Timbunan	0.2	0.5	20	1.522			
	Area luar	0.4	0.06	50	2.377					
	STA 15+150 - 15+400(b)	250	Bahu dalam	0.013	0.02	1.5	0.819	2.778	9.478	
			Badam Jalan	0.013	0.02	7.2	1.064			
			Bahu luar	0.013	0.02	3	0.919			
Timbunan			0.2	0.5	20	1.522				
Area luar	0.4	0.06	50	2.377						
3	STA 15+400 - 15+500 (a)	100	Bahu dalam	0.013	0.02	1.5	0.819	1.111	7.811	185
			Badam Jalan	0.013	0.02	7.2	1.064			
			Bahu luar	0.013	0.02	3	0.919			
			Timbunan	0.2	0.5	20	1.522			
	Area luar	0.4	0.06	50	2.377					
	STA 15+400 - 15+500 (b)	100	Bahu dalam	0.013	0.02	1.5	0.819	1.111	7.811	
			Badam Jalan	0.013	0.02	7.2	1.064			
			Bahu luar	0.013	0.02	3	0.919			
Timbunan			0.2	0.5	20	1.522				
Area luar	0.4	0.06	50	2.377						
4	STA 15+650 - 15+900 (a)	250	Bahu dalam	0.013	0.02	1.5	0.819	2.778	9.3	180
			Badam Jalan	0.013	0.02	7.2	1.064			
			Bahu luar	0.013	0.02	3	0.919			
			Timbunan	0.2	0.5	9.5	1.344			
	Area luar	0.4	0.06	50	2.377					
	STA 15+650 - 15+900 (b)	250	Bahu dalam	0.013	0.02	1.5	0.819	2.778	9.187	
			Badam Jalan	0.013	0.02	7.2	1.064			
			Bahu luar	0.013	0.02	3	0.919			
Timbunan			0.2	0.5	5.6	1.231				
Area luar	0.4	0.06	50	2.377						

5	STA 15+975 - 16+150 (a)	175	Bahu dalam	0.013	0.02	1.5	0.819	1.944	8.198	182
			Badam Jalan	0.013	0.02	7.2	1.064			
			Bahu luar	0.013	0.02	3	0.919			
			Timbunan	0.2	0.5	2.5	1.075			
			Area luar	0.4	0.06	50	2.377			
	STA 15+975 - 16+150 (b)	175	Bahu dalam	0.013	0.02	1.5	0.819	1.944	8.043	
			Badam Jalan	0.013	0.02	7.2	1.064			
			Bahu luar	0.013	0.02	3	0.919			
			Timbunan	0.2	0.5	0.98	0.92			
			Area luar	0.4	0.06	50	2.377			
6	STA 16+150 - 16+350 (a)	200	Bahu dalam	0.013	0.02	1.5	0.819	2.222	8.616	
			Badam Jalan	0.013	0.02	7.2	1.064			
			Bahu luar	0.013	0.02	3	0.919			
			Timbunan	0.2	0.5	5.2	1.215			
			Area luar	0.4	0.06	50	2.377			
	STA 16+150 - 16+350 (b)	200	Bahu dalam	0.013	0.02	1.5	0.819	2.222	8.589	
			Badam Jalan	0.013	0.02	7.2	1.064			
			Bahu luar	0.013	0.02	3.32	0.935			
			Timbunan	0.2	0.5	4.2	1.173			
			Area luar	0.4	0.06	50	2.377			
7	STA 16+350 - 16+600 (a)	250	Bahu dalam	0.013	0.02	1.5	0.819	2.778	9.171	
			Badam Jalan	0.013	0.02	7.2	1.064			
			Bahu luar	0.013	0.02	3	0.919			
			Timbunan	0.2	0.5	5.2	1.215			
			Area luar	0.4	0.06	50	2.377			
	STA 16+350 - 16+600 (b)	250	Bahu dalam	0.013	0.02	1.5	0.819	2.778	9.099	
			Badam Jalan	0.013	0.02	7.2	1.064			
			Bahu luar	0.013	0.02	3.32	0.935			
			Timbunan	0.2	0.5	3.32	1.128			
			Area luar	0.4	0.06	50	2.377			
8	STA 16+600 - 16+800 (a)	200	Bahu dalam	0.013	0.02	1.5	0.819	2.222	9.119	
			Badam Jalan	0.013	0.02	7.2	1.064			
			Bahu luar	0.013	0.02	3	0.919			
			Timbunan	0.2	0.5	41.4	1.719			
			Area luar	0.4	0.06	50	2.377			
	STA 16+600 - 16+800 (b)	200	Bahu dalam	0.013	0.02	1.5	0.819	2.222	9.121	
			Badam Jalan	0.013	0.02	7.2	1.064			
			Bahu luar	0.013	0.02	3.32	0.935			
			Timbunan	0.2	0.5	39.4	1.705			
			Area luar	0.4	0.06	50	2.377			

9	STA 16+800 - 16+950 (a)	150	Bahu dalam	0.013	0.02	1.5	0.819	1.667	8.564	182
			Badam Jalan	0.013	0.02	7.2	1.064			
			Bahu luar	0.013	0.02	3	0.919			
			Timbunan	0.2	0.5	41.4	1.719			
			Area luar	0.4	0.06	50	2.377			
	STA 16+800 - 16+950 (b)	150	Bahu dalam	0.013	0.02	1.5	0.819	1.667	8.565	
			Badam Jalan	0.013	0.02	7.2	1.064			
			Bahu luar	0.013	0.02	3.32	0.935			
			Timbunan	0.2	0.5	39.4	1.705			
			Area luar	0.4	0.06	50	2.377			
10	STA 16+950 - 17+150 (a)	200	Bahu dalam	0.013	0.02	1.5	0.819	2.222	9.119	
			Badam Jalan	0.013	0.02	7.2	1.064			
			Bahu luar	0.013	0.02	3	0.919			
			Timbunan	0.2	0.5	41.4	1.719			
			Area luar	0.4	0.06	50	2.377			
	STA 16+950 - 17+150 (b)	200	Bahu dalam	0.013	0.02	1.5	0.819	2.222	9.121	
			Badam Jalan	0.013	0.02	7.2	1.064			
			Bahu luar	0.013	0.02	3.32	0.935			
			Timbunan	0.2	0.5	39.4	1.705			
			Area luar	0.4	0.06	50	2.377			
11	STA 17+150 - 17+325 (a)	175	Bahu dalam	0.013	0.02	1.5	0.819	1.944	8.841	
			Badam Jalan	0.013	0.02	7.2	1.064			
			Bahu luar	0.013	0.02	3	0.919			
			Timbunan	0.2	0.5	41.4	1.719			
			Area luar	0.4	0.06	50	2.377			
	STA 17+150 - 17+325 (b)	175	Bahu dalam	0.013	0.02	1.5	0.819	1.944	8.843	
			Badam Jalan	0.013	0.02	7.2	1.064			
			Bahu luar	0.013	0.02	3.32	0.935			
			Timbunan	0.2	0.5	39.4	1.705			
			Area luar	0.4	0.06	50	2.377			
12	STA 17+375 - 17+575 (a)	200	Bahu dalam	0.013	0.02	1.5	0.819	2.222	8.92	
			Badam Jalan	0.013	0.02	7.2	1.064			
			Bahu luar	0.013	0.02	3	0.919			
			Timbunan	0.2	0.5	19.8	1.519			
			Area luar	0.4	0.06	50	2.377			
	STA 17+375 - 17+575 (b)	200	Bahu dalam	0.013	0.02	1.5	0.819	2.222	8.909	
			Badam Jalan	0.013	0.02	7.2	1.064			
			Bahu luar	0.013	0.02	3.32	0.935			
			Timbunan	0.2	0.5	17.8	1.493			
			Area luar	0.4	0.06	50	2.377			

13	STA 17+625 - 17+800 (a)	175	Bahu dalam	0.013	0.02	1.5	0.819	1.944	8.642	183
			Badam Jalan	0.013	0.02	7.2	1.064			
			Bahu luar	0.013	0.02	3	0.919			
			Timbunan	0.2	0.5	19.8	1.519			
			Area luar	0.4	0.06	50	2.377			
	STA 17+625 - 17+800 (b)	175	Bahu dalam	0.013	0.02	1.5	0.819	1.944	8.631	
			Badam Jalan	0.013	0.02	7.2	1.064			
			Bahu luar	0.013	0.02	3.32	0.935			
			Timbunan	0.2	0.5	17.8	1.493			
			Area luar	0.4	0.06	50	2.377			
14	STA 17+800 - 18+000 (a)	200	Bahu dalam	0.013	0.02	1.5	0.819	2.222	8.92	
			Badam Jalan	0.013	0.02	7.2	1.064			
			Bahu luar	0.013	0.02	3	0.919			
			Timbunan	0.2	0.5	19.8	1.519			
			Area luar	0.4	0.06	50	2.377			
	STA 17+800 - 18+000 (b)	200	Bahu dalam	0.013	0.02	1.5	0.819	2.222	8.909	
			Badam Jalan	0.013	0.02	7.2	1.064			
			Bahu luar	0.013	0.02	3.32	0.935			
			Timbunan	0.2	0.5	17.8	1.493			
			Area luar	0.4	0.06	50	2.377			

Sumber: hasil perhitungan.

5.5 Perencanaan saluran terasering pada timbunan

Perencanaan saluran pada terasering timbunan mempunyai langkah langkah yang sama dengan saluran tepi. Drainase terasering terletak pada beberapa STA dikarenakan bentuk timbunan yang berbeda. Penentuan arah aliran ditentukan sesuai dengan kelandaian jalan yang ada serta titik pembuangan air. Data – data perencanaan sebagai berikut :

Tabel 5. 5 Data perencanaan saluran Tepi

No	Bagian	Kode	Keterangan	nd	s	C	V _{ijin} (m/s)	Koef. Manning (n)
1	Bahu dalam	1	Beton	0,013	0,02	0,7	1,5	0,02
2	Badan Jalan	2	Beton	0,013	0,02	0,7	1,5	0,02
3	Bahu Luar	3	Beton	0,013	0,02	0,7	1,5	0,02
4	Timbunan	4	Tanah kasar berumput	0,2	0,5	0,2	1,5	0,04
5	terasering	5	Beton	0,013	0,02	0,45	1,5	0,05

Sumber : hasil analisa

Dibawah ini adalah langkah – langkah yang harus dilakukan ketika melakukan perencanaan dimensi saluran terasering :

Perhitungan saluran tepi pada STA 15 + 000 – 15 + 150 (Sebelah Kanan).

- b. Menentukan waktu konsentrasi (tc)
Waktu konsentrasi merupakan waktu paling jauh yang dibutuhkan air untuk mencapai saluran drainase (inlettime) dan titik terjauh yang terletak didaerah pengaliran.

- Daerah Pengaliran

Daerah pengaliran merupakan daerah yang dialiri oleh air sebelum masuk ke saluran drainase

- L1 = 1,5 m (bahu dalam)
L2 = 7,2 m (badan jalan)
L3 = 3 m (bahu luar)
L4 = 10,54 m (timbunan)
L5 = 1,5 m (terasering)

- Hubungan kondisi permukaan dengan kondisi hambatan (nd) berdasarkan tabel maka didapatkan nilai nd sebagai berikut :
 - nd Bahu dalam = 0,013 (jalan beton)
 - nd Badan jalan = 0,013 (jalan beton)
 - nd Bahu luar = 0,013 (jalan aspal)
 - nd timbunan = 0,20 (tanah kasar berumpuk)
 - nd terasering = 0,013 (plesteran beton)
- Kemiringan Daerah Pengaliran (s)
 - Bahu dalam = 2%
 - Badan jalan = 2%
 - Bahu luar = 2%
 - Timbunan = 50%
 - Terasering = 2%
- Kecepatan aliran yang diijinkan
 Berdasarkan jenis materialnya yaitu pasangan batu kali, maka dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 5. 6 Kecepatan aliran ijin

Jenis Bahan	Kecepatan aliran air yang diizinkan (m/s)
Pasir halus	0.45
Lempung kepasiran	0.5
lanau aluvial	0.6
Kerikil halus	0.75
lempung kokoh	0.75
lempung padat	1.1
kerikil kasar	1.2
batu-batu besar	1.5
pasangan batu	1.5
Beton	1.5
Beton bertulang	1.5

Tahapan perhitungan t_c adalah sebagai berikut penentuan inlet time (t_1)

Maka di dapat nilai sebagai berikut :

$$T_c = t_1 + t_2$$

$$t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_o \times \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0,167}$$

$$t_2 = \frac{L}{60V}$$

Keterangan :

T_c = Waktu Konsentrasi (menit)

t_1 = Waktu Inlet (Menit)

t_2 = Waktu aliran (Menit)

L = Panjang Saluran (m)

V = Kecepatan air rata-rata diselokan (m/dt)

L_o = Panjang bagian jalan (m)

Berikut contoh perhitungan drainase saluran tepi pada STA 15 + 000 – 15 + 150

$$t_1 \text{ (bahu dalam)} = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 1,5 \times \frac{0,013}{\sqrt{2\%}} \right)^{0,167}$$

$$t_1 \text{ bahu dalam} = 0,82 \text{ menit}$$

$$t_1 \text{ badan jalan} = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 7,2 \times \frac{0,013}{\sqrt{2\%}} \right)^{0,167}$$

$$t_1 \text{ badan jalan} = 1,064 \text{ menit}$$

$$t_1 \text{ bahu luar} = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 3 \times \frac{0,013}{\sqrt{2\%}} \right)^{0,167}$$

$$t_1 \text{ bahu luar} = 0,919 \text{ menit}$$

$$t_1 \text{ timbunan} = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 10,54 \times \frac{0,2}{\sqrt{50\%}} \right)^{0,167}$$

$$t_1 \text{ timbunan} = 1,37 \text{ menit}$$

$$t_1 \text{ terasering} = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 1,5 \times \frac{0,4}{\sqrt{2\%}} \right)^{0,167}$$

$$t_1 \text{ terasering} = 0,78 \text{ menit}$$

$$t_1 \text{ Total} = 4,95 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned}
 t_2 &= \frac{150}{60 \times 1.5} \\
 t_2 &= 1,667 \text{ menit} \\
 \\
 TC &= t_1 + t_2 \\
 &= 6,619 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Menentukan Intensitas hujan (I)

Dari hasil t_c dalam satuan menit yang diplotkan pada kurva basis maka didapatkan I rencana sebesar 183 mm/jam

Menentukan daerah pengaliran

$$\begin{aligned}
 A1 \text{ bahu dalam} &= L_o \times \text{Panjang saluran m}^2 \\
 A1 \text{ bahu dalam} &= 1,5 \times 150 \\
 A1 \text{ bahu dalam} &= 225 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A2 \text{ badan jalan} &= L_o \times \text{Panjang saluran m}^2 \\
 A2 \text{ badan jalan} &= 7,2 \times 150 \\
 A2 \text{ badan jalan} &= 1080 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A3 \text{ bahu luar} &= L_o \times \text{Panjang saluran m}^2 \\
 A3 \text{ bahu luar} &= 3 \times 150 \\
 A3 \text{ bahu luar} &= 450 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A4 \text{ timbunan} &= L_o \times \text{Panjang saluran m}^2 \\
 A4 \text{ timbunan} &= 10,54 \times 150 \\
 A4 \text{ timbunan} &= 1581 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A5 \text{ terasering} &= L_0 \times \text{Panjang saluran m}^2 \\
 A5 \text{ terasering} &= 1.5 \times 150 \\
 A5 \text{ terasering} &= 225 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Menentukan Koefisien Pengaliran (C)

Berdasarkan hubungan antara kondisi permukaan tanah dan koefisien pengaliran maka didapat :

$$C1 \text{ (bahu dalam)} = 0,7$$

$$C2 \text{ (badan jalan)} = 0,7$$

$$C3 \text{ (bahu luar)} = 0,7$$

$$C4 \text{ (timbunan)} = 0,2$$

$$C5 \text{ (terasering)} = 0,7$$

e. Menentukan debit air Q

$$Q = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A$$

$$Q = 0,254 \text{ m}^3/\text{det}$$

Menentukan kemiringan saluran(i)

Untuk mengetahui arah aliran air pada saluran maka harus ditentukan kemiringan saluran. Kemiringan saluran ditentukan oleh prosentase dari perbandingan antara tinggi elevasi dengan Panjang saluran

Kemiringan lapangan menggunakan elevasi lapangan

$$I = \frac{T_0 - T_1}{L} \times 100\%$$

$$T_0 = 363.02$$

$$T_1 = 360.81$$

$$L = 150 \text{ m}$$

$$I = 1.21\%$$

- Kontrol kemiringan

$$I \text{ lapangan} = 1.21\%$$

$$I \text{ perhitungan} = 1.5\%$$

Syarat :

$$I \text{ lapangan} \leq I \text{ perhitungan}$$

$$1.21\% \leq 1.50\% \text{ (Ok)}$$

- Kontrol kecepatan aliran

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 0.81 \text{ m/s}$$

Syarat :

$$V \text{ aliran} \leq v \text{ ijin}$$

$$0.81 \leq 1.5 \text{ (Ok)}$$

Untuk perhitungan rekapitulasi drainase disajikan dalam bentuk tabel rekapitulasi

Tabel 5. 7 Data perencanaan saluran tepi

No	Bagian	Kode	Keterangan	nd	s	C	V ijin (m/s)	Koef. Manning (n)
1	Bahu dalam	1	Beton	0,013	0,02	0,7	1,5	0,02
2	Badan Jalan	2	Beton	0,013	0,02	0,7	1,5	0,02
3	Bahu Luar	3	Beton	0,013	0,02	0,7	1,5	0,02
4	Timbunan	4	Tanah kasar berumput	0,2	0,5	0,2	1,5	0,04
5	terasering	5	Beton	0,013	0,02	0,45	1,5	0,05

Sumber: Hasil perhitungan.

Tabel 5. 8 Rekapitulasi perhitungan waktu konsentrasi saluran terasering

No	STA	L		nd	s	L	T1	T2	Tc	I rencan
1	STA 15+000 - 15+150 (a)	150	Bahu dalam	0.013	0.02	1.5	0.819	1.667	6.619	183
			Badam Jalan	0.013	0.02	7.2	1.064			
			Bahu luar	0.013	0.02	3	0.919			
			Timbunan	0.2	0.5	10.54	1.368			
			terasering	0.01	0.02	1.5	0.783			
	STA 15+000 - 15+150 (b)	0	Bahu dalam	0.013	0.02	1.5	0.819	0	0	
			Badam Jalan	0.013	0.02	7.2	1.064			
			Bahu luar	0.013	0.02	3	0.919			
			Timbunan	0.2	0.5	0	0			
			terasering	0.01	0.02	0	0			
2	STA 15+200 - 15+400 (a)	250	Bahu dalam	0.013	0.02	1.5	0.819	2.778	7.788	180
			Badam Jalan	0.013	0.02	7.2	1.064			
			Bahu luar	0.013	0.02	3	0.919			
			Timbunan	0.2	0.5	13.5	1.425			
			terasering	0.01	0.02	1.5	0.783			
	STA 15+200 - 15+400(b)	250	Bahu dalam	0.013	0.02	1.5	0.819	2.778	7.788	
			Badam Jalan	0.013	0.02	7.2	1.064			
			Bahu luar	0.013	0.02	3	0.919			
			Timbunan	0.2	0.5	13.5	1.425			
			terasering	0.01	0.02	1.5	0.783			
3	STA 15+400 - 15+500 (a)	200	Bahu dalam	0.013	0.02	1.5	0.819	2.222	7.232	185
			Badam Jalan	0.013	0.02	7.2	1.064			
			Bahu luar	0.013	0.02	3	0.919			
			Timbunan	0.2	0.5	13.5	1.425			
			terasering	0.01	0.02	1.5	0.783			
	STA 15+400 - 15+500 (b)	200	Bahu dalam	0.013	0.02	1.5	0.819	2.222	7.232	
			Badam Jalan	0.013	0.02	7.2	1.064			
			Bahu luar	0.013	0.02	3	0.919			
			Timbunan	0.2	0.5	13.5	1.425			
			terasering	0.01	0.02	1.5	0.783			
4	STA 16+650 - 16+750 (a)	100	Bahu dalam	0.013	0.02	1.5	0.819	1.111	6.123	182
			Badam Jalan	0.013	0.02	7.2	1.064			
			Bahu luar	0.013	0.02	3	0.919			
			Timbunan	0.2	0.5	13.58	1.427			
			terasering 1	0.01	0.02	1.5	0.783			
		100	Bahu dalam	0.013	0.02	1.5	0.819	1.111	6.252	
			Badam Jalan	0.013	0.02	7.2	1.064			
			Bahu luar	0.013	0.02	3	0.919			
			Timbunan	0.2	0.5	27.7	1.607			
			terasering 2	0.01	0.02	1	0.732			

4	STA 16+650 - 16+750 (b)	100	Bahu dalam	0.013	0.02	1.5	0.819	1.111	6.123	182
			Badam Jalan	0.013	0.02	7.2	1.064			
			Bahu luar	0.013	0.02	3	0.919			
			Timbunan	0.2	0.5	13.58	1.427			
			terasering 1	0.01	0.02	1.5	0.783			
		100	Bahu dalam	0.013	0.02	1.5	0.819	1.111	6.303	
			Badam Jalan	0.013	0.02	7.2	1.064			
			Bahu luar	0.013	0.02	3	0.919			
			Timbunan	0.2	0.5	27.66	1.607			
			terasering 2	0.01	0.02	1.5	0.783			
5	STA 17+800 - 18+000 (a)	200	Bahu dalam	0.013	0.02	1.5	0.819	2.222	7.194	182
			Badam Jalan	0.013	0.02	7.2	1.064			
			Bahu luar	0.013	0.02	3	0.919			
			Timbunan	0.2	0.5	10.9	1.375			
			terasering 2	0.01	0.02	1.64	0.795			
	STA 17+800 - 18+000 (b)	200	Bahu dalam	0.013	0.02	1.5	0.819	2.222	7.197	
			Badam Jalan	0.013	0.02	7.2	1.064			
			Bahu luar	0.013	0.02	3	0.919			
			Timbunan	0.2	0.5	10.95	1.376			
			terasering 2	0.01	0.02	1.66	0.797			

Sumber: hasil perhitungan

Tabel 5. 9 Tabel rekapitulasi perhitungan debit saluran terasiring

No	STA	L	Bahu dalam		Badan jalan		Bahu luar		Timbunan		area luar		C total	I rencana	Q
			Koef	A	Koef	A	Koef	A	Koef	A	Koef	A			
1	STA 15+000 - 15+150 (a)	150	0.7	225	0.7	1080	0.7	450	0.2	1995	0.45	7500	0.44	183	0.254
	STA 15+000 - 15+150 (b)	150	0.7	225	0.7	1080	0.7	450	0.2	1095	0.45	7500	0.47		0.245
2	STA 15+150 - 15+400 (a)	250	0.7	375	0.7	1800	0.7	750	0.2	5000	0.45	12500	0.42	180	0.434
	STA 15+150 - 15+400 (b)	250	0.7	375	0.7	1800	0.7	750	0.2	5000	0.45	12500	0.42		0.434
3	STA 15+400 - 15+500 (a)	100	0.7	150	0.7	720	0.7	300	0.2	2000	0.45	5000	0.42	185	0.173
	STA 15+400 - 15+500 (b)	100	0.7	150	0.7	720	0.7	300	0.2	2000	0.45	5000	0.42		0.173
4	STA 15+650 - 15+900 (a)	250	0.7	375	0.7	1800	0.7	750	0.2	2375	0.45	12500	0.46	180	0.407
	STA 15+650 - 15+900 (b)	250	0.7	375	0.7	1800	0.7	750	0.2	1400	0.45	12500	0.47		0.398
5	STA 15+975 - 16+150 (a)	175	0.7	263	0.7	1260	0.7	525	0.2	437.5	0.45	8750	0.49	182	0.276
	STA 15+975 - 16+150 (b)	175	0.7	263	0.7	1260	0.7	525	0.2	171.5	0.45	8750	0.49		0.273
6	STA 16+150 - 16+350 (a)	200	0.7	300	0.7	1440	0.7	600	0.2	1040	0.45	10000	0.47	182	0.321
	STA 16+150 - 16+350 (b)	200	0.7	300	0.7	1440	0.7	600	0.2	840	0.45	10000	0.48		0.319
7	STA 16+350 - 16+600 (a)	250	0.7	375	0.7	1800	0.7	750	0.2	1300	0.45	12500	0.47	181	0.399
	STA 16+350 - 16+600 (b)	250	0.7	375	0.7	1800	0.7	750	0.2	830	0.45	12500	0.48		0.394
8	STA 16+600 - 16+800 (a)	200	0.7	300	0.7	1440	0.7	600	0.2	8280	0.45	10000	0.38	182	0.394
	STA 16+600 - 16+800 (b)	200	0.7	300	0.7	1440	0.7	600	0.2	7880	0.45	10000	0.38		0.390
9	STA 16+800 - 16+950 (a)	150	0.7	225	0.7	1080	0.7	450	0.2	6210	0.45	7500	0.38	182	0.296
	STA 16+800 - 16+950 (b)	150	0.7	225	0.7	1080	0.7	450	0.2	5910	0.45	7500	0.38		0.292

10	STA 16+950 - 17+150 (a)	200	0.7	300	0.7	1440	0.7	600	0.2	8280	0.45	10000	0.38	181	0.392
	STA 16+950 - 17+150 (b)	200	0.7	300	0.7	1440	0.7	600	0.2	7880	0.45	10000	0.38		0.388
11	STA 17+150 - 17+325 (a)	175	0.7	263	0.7	1260	0.7	525	0.2	7245	0.45	8750	0.38	182	0.345
	STA 17+150 - 17+325 (b)	175	0.7	263	0.7	1260	0.7	525	0.2	6895	0.45	8750	0.38		0.341
12	STA 17+375 - 17+575 (a)	200	0.7	300	0.7	1440	0.7	600	0.2	3960	0.45	10000	0.43	181	0.348
	STA 17+375 - 17+575 (b)	200	0.7	300	0.7	1440	0.7	600	0.2	3560	0.45	10000	0.43		0.344
13	STA 17+625 - 17+800 (a)	175	0.7	263	0.7	1260	0.7	525	0.2	3465	0.45	8750	0.43	183	0.308
	STA 17+625 - 17+800 (b)	175	0.7	263	0.7	1260	0.7	525	0.2	3115	0.45	8750	0.43		0.305
14	STA 17+800 - 18+000 (a)	200	0.7	300	0.7	1440	0.7	600	0.2	3960	0.45	10000	0.43	182	0.350
	STA 17+800 - 18+000 (b)	200	0.7	300	0.7	1440	0.7	600	0.2	3560	0.45	10000	0.43		0.346

Sumber: hasil perhitungan

Tabel 5. 10 perhitungan Dimensi saluran terasiring

No	STA	b	d	w	H	R
1	STA 15+000 - 15+150 (a)	0,50	0,18	0,30	0,5	0,09
	STA 15+000 - 15+150 (b)	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00
2	STA 15+150 - 15+400 (a)	0,50	0,18	0,30	0,5	0,09
	STA 15+150 - 15+400 (b)	0,50	0,24	0,35	0,6	0,12
3	STA 15+400 - 15+500 (a)	0,50	0,30	0,39	0,7	0,15
	STA 15+400 - 15+500 (b)	0,50	0,30	0,39	0,7	0,15
4	STA 16+650 - 18+000 (a)	0,50	0,20	0,31	0,5	0,10
		0,50	0,16	0,29	0,5	0,08
	STA 16+650 - 18+000 (b)	0,50	0,18	0,30	0,5	0,09
		0,50	0,16	0,28	0,4	0,08
5	STA 17+800 - 18+000 (a)	0,50	0,15	0,27	0,4	0,07
	STA 17+800 - 18+000 (b)	0,50	0,15	0,27	0,4	0,07

Sumber : hasil perhitungan.

Tabel 5. 11 kontrol saluran terasiring

No	STA	T0	T1	Isaluran	I renca	Kontr oli	V	Kontr olV
1	STA 15-000 - 15-150 (a)	363	360,8	1,21%	1,50%	ok	0,81	ok
	STA 15-000 - 15-150 (b)	0	0	0,00%	0,00%	ok	0,00	ok
2	STA 15-200 - 15-400 (a)	360,4	363,9	1,97%	2,20%	ok	1,00	ok
	STA 15-200 - 15-400 (b)	361	364,6	1,99%	2,20%	ok	1,20	ok
3	STA 15-400 - 15-500 (a)	363,9	365,7	0,98%	1,00%	ok	0,95	ok
	STA 15-400 - 15-500 (b)	364,6	366,4	0,99%	1,00%	ok	0,94	ok
4	STA 16-650 - 16-750 (a)	352,9	353,6	0,37%	0,50%	ok	0,50	ok
		347	349,1	1,10%	1,50%	ok	0,77	ok
	STA 16-650 - 16-750 (b)	351,2	352,2	0,55%	1,00%	ok	0,66	ok
		345,2	347,7	1,36%	1,50%	ok	0,75	ok
5	STA 17-800 - 18-000 (a)	376,3	384,1	4,28%	4,50%	ok	1,25	ok
	STA 17-800 - 18-000 (b)	377,8	385,3	4,10%	4,50%	ok	1,26	ok

Sumber: hasil perhitungan.

5.6 Metode Pelaksanaan

5.6.1 Tahap Persiapan

1. Pembuatan direksi kit
Direksi Kit merupakan bangunan sementara yang memiliki fungsi sebagai tempat kerja bagi kontraktor, pengawas, dan lain-lain. Dengan adanya direksi kit memudahkan pengawasan dan koordinasi untuk kontraktor dan pengawas dalam kegiatan proyek. Direksi kit diletakkan di dekat STA 15+000 dikarenakan pekerjaan dimulai dari STA tersebut. Direncanakan direksi kit sebesar 5 x 5 m² berlantaikan plesteran agar terkesan rapi dan bersih.
2. Pembuatan *Stock Pile*
Stock Pile merupakan tempat penyimpanan material sebelum digunakan langsung di lapangan. Luas stock pile adalah 100 x 100 m berada di dekat STA 15+000
3. Pekerjaan Pengukuran
Pekerjaan pengukuran dilakukan untuk menentukan letak-letak batas pengerjaan proyek, elevasi as jalan, elevasi tanah dasar serta pekerjaan-pekerjaan yang berkaitan.
4. Pekerjaan Pembersihan
Pembersihan lapangan dilakukan sebelum pelaksanaan pekerjaan konstruksi dimulai. Pekerjaan ini bertujuan untuk mempermudah pelaksanaan pekerjaan konstruksi dengan membuang benda- benda yang mengganggu pekerjaan seperti rumput-rumput liar atau semak belukar.

5.6.2 Tahap galian drainase

1. Penggalian dilakukan menggunakan *excavator*
2. Selanjutnya *excavator* menuangkan material hasil galian ke dalam *dump truck*
3. *Dump truck* membuang hasil galian keluar lokasi
4. Sekelompok pekerja akan merapikan hasil galian

5.6.3 Tahap pekerjaan Lapisan agregat A

1. *Excavator* menggali dan memuat ke dalam *dump truck*
2. *Dump truck* mengangkut ke lapangan dengan jarak dari sumber galian ke lapangan
3. Material diratakan dengan menggunakan *motor grader*.
4. Material dipadatkan dengan menggunakan *vibro roller*.
5. Selama proses pemadatan pekerja meratakan tepi hamparan dan level permukaan dengan alat bantu

5.6.4 Tahap Pekerjaan Lean Concrete

1. Semen, pasir, batu kerikil, dan air dicampur dan diaduk menjadi beton
2. Beton di cor ke dalam bekisting yang telah disiapkan
3. Penyelesaian dan perapihan setelah pemasangan

5.6.5 Tahap Pekerjaan Perkerasan Kaku

1. Tandai posisi dowel yaitu setiap jarak 4,5 m
2. Strake out sting line sesuai dengan elevasi rencana.
3. Perhatikan posisi sting line agar bebas dari pekerja.
4. Posisikan paver pada jalur rencana
5. Pengaturan alat slipform SP 500 sesuai dengan
6. lebar 3.6 m dan tinggi 28 cm.
7. Beton ready mix ditungakan ke lokasi pengecoran dan disebar secara merata dengan wheel loader dari tepi luar lokasi pengecoran

8. Slipform paver bergerak perlahan sambil memproses beton ready mix
9. Dari sisi kanan dan kiri beton dipasang tie bar secara otomatis dan juga dowel dipasang secara otomatis disetiap pergantian segmen.
10. Kemudian dilakukan pemebentukan alur atau grooving ± 30 menit setelah beton dihampar.
11. Semprotkan curing compound sesaat setelah grooving.
12. Setelah beton setting, lapiasi dengan geotextile.
13. Selanjutnya dilakukan pemotongan beton rigid dengan alat saw concrete cutting.
14. Proses pemotongan ini dilakukan maksimal 12 jam setelah beton diproses dengan ketebalan $\frac{1}{4}$ dari tebal beton.
15. Setelah minimal 7 hari pengecoran, material joint sealent diisikan pada area yang telah dicutting.

5.6.6 Pekerjaan Perlengkapan Jalan

1. Pekerjaan *Median Concrete Barrier* (MCB)
Sebagai pemisah arah dalam arus lalu-lintas di jalan tol digunakan *Median Concrete Barrier* (MCB). *Barrier* adalah beton bertulang pra-cetak yang mempunyai ketinggian bervariasi.
2. Pekerjaan Marka Jalan
 1. Masukkan Cat *thermoplastic* ke dalam *sprayer* hingga meleleh.
 2. Semprotkan cat *thermoplastic* diatas permukaan jalan sesuai dengan letak, jarak, dan dimensi yang telah direncanakan. Agar hasil maksimal maka lalu lintas sebaiknya ditutup sampai suhu marka jalan dingin.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB VI
RANCANGAN ANGGARAN BIAYA

6.1 HSPK Kabupaten Malang tahun 2019

Untuk mengetahui harga keseluruhan harga proyek keseluruhan, kami menggunakan HSPK Kabupaten Malang pada tahun 2016 yang dianalisa menggunakan bunga inflasi milik Bank Indonesia hingga tahun 2019. Berikut adalah hasil analisa kami.

Tabel 6. 1 Harga upah Kab Malang 2019

No.	U R A I A N	SATUAN	HARGA YG DIGUNAKAN (Rp.)	HARGA SATUAN (Rp.)	KETERANGAN
1.	Pekerja	Jam	9,142.86	62,000.00	(L01)
2.	Tukang Batu	Jam	12,428.57	85,000.00	(L02)
3.	Tukang Kayu	Jam	12,428.57	85,000.00	(L03)
4.	Tukang Besi	Jam	12,428.57	85,000.00	(L04)
5.	Tukang Aspal	Jam	12,428.57	85,000.00	(L05)
6.	Mandor	Jam	15,000.00	103,000.00	(L06)
7.	Operator	Jam	12,357.14	84,500.00	(L07)
8.	Pembantu Operator	Jam	9,857.14	67,000.00	(L08)
9.	Sopir/Driver	Jam	11,285.71	77,000.00	(L09)
10.	Surveyor	Jam	12,428.57	85,000.00	(L010)
11.	Pembantu Surveyor	Jam	9,857.14	67,000.00	(L011)
12	Tukang gambar	Jam	11,000.00	75,000.00	(L012)

Sumber: Hasil Analisa

Tabel 6. 2 Tabel harga alat kabupaten Malang 2019

NO.	URAIAN	KODE	SATUAN	BIAYA SEWA ALAT (di luar ppn)	BIAYA SEWA SETELAH INFLASI (Th.2019)
1	Asphalt Mixing Plant		Bh	Rp 5.280,000	Rp 5.809,292.64
2	Asphalt Finisher		Bh	Rp 1.584,000	Rp 1,742,787.79
3	Asphalt Sprayer		Bh	Rp 114,840	Rp 126,352.11
4	Bulldozer 100-150 HP		Bh	Rp 1,364,880	Rp 1,501,702.15
5	Concrete Mixer D 3-0.6 MS		Bh	Rp 231,660	Rp 254,882.71
6	Crawler Crane 30T		Jam	Rp 1,218,264	Rp 1,340,388.38
7	Dump Truck 5m3		Bh	Rp 158,400	Rp 174,278.78
8	Dump Truck 20m3		Bh	Rp 396,000	Rp 435,696.95
9	Excavator 80-140HP		Unit/Hari	Rp 1,516,970	Rp 1,669,038.38
10	Generator Set		Bh	Rp 198,000	Rp 217,848.47
11	Motor Grader >100HP		Bh	Rp 1,296,240	Rp 1,426,181.34
12	Wheel Loader 1.0-1.6 M3		Bh	Rp 744,480	Rp 819,110.26
13	Tandem Roller 6-8 T		Bh	Rp 462,000	Rp 508,313.11
14	Tire Roller 4-50T		Bh	Rp 947,232	Rp 1,042,187.10
15	Vibratory Roller 6-8 T		Unit/hari	Rp 1,212,799	Rp 1,334,375.82
16	Concrete Vibrator		Bh	Rp 528,000	Rp 580,929.26
17	Water Tanker 3000-4000 L		Bh	Rp 138,600	Rp 152,493.93
18	Trailer 12M		Bh	Rp 594,000	Rp 653,545.42
19	Bore Pile Machine		Bh	Rp 2,970,000	Rp 3,267,727.11
20	Concrete Pump		Bh	Rp 165,500	Rp 182,090.52
21	Concrete Paver		Jam	Rp 4,731,243	Rp 5,205,525.05
22	Tamper		Bh	Rp 22,440,000	Rp 24,689,493.72
23	Bar Bander		Jam	Rp 32,923	Rp 36,223.68
24	Bar Cuber		Jam	Rp 32,922	Rp 36,222.71
25	Snocrete Machine		Jam	Rp 398,499	Rp 438,446.18
26	Read Marking Machine		Jam	Rp 34,923	Rp 38,423.93

Sumber: hasil analisa

6.2 Analisa alat

Setelah mengetahui harga satuan pada HSPK kabupaten malang tahun 2019, selanjutnya menganalisa harga alat yang dipakai. Berikut adalah tabel analisa harga alat yang dipakai.

Tabel 6. 3 Analisa harga Wheel loader

No.	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN	KET.
A.	URAIAN PERALATAN				E15
1.	Jenis Peralatan				
2.	Tenaga	Pw	96.0	HP	
3.	Kapasitas	Cp	1.5	M3	
4.	Alat Baru : a. Umur Ekonomis	A	5.0	Tahun	
	b. Jam Kerja Dalam 1 Tahun	W	2,000.0	Jam	
	c. Harga Alat	B	368,851,380.00	Rupiah	
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA				
1.	Nilai Sisa Alat = 10 % x B	C	36,885,138	Rupiah	
2.	Faktor Angsuran Modal = $\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$	D	0.26380	-	
3.	Biaya Pasti per Jam :				
a.	Biaya Pengembalian Modal = $\frac{(B - C) \times D}{W}$	E	43,785.93	Rupiah	
b.	Asuransi, dll = $\frac{0.002 \times B}{W}$	F	368.85	Rupiah	
	Biaya Pasti per Jam = (E + F)	G	44,154.78	Rupiah	
C.	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA				
1.	Bahan Bakar = (12%-15%) x Pw x Ms	H	153,783.59	Rupiah	
2.	Pelumas = (2.5%-3%) x Pw x Mp	I	127,672.41	Rupiah	
	Biaya bengkel = $\frac{(6.25\% \text{ dan } 8.75\%) \times B}{W}$	J	16,137	Rupiah	
3.	Perawatan dan perbaikan = $\frac{(12.5\% - 17.5\%) \times B}{W}$	K	23,053.21	Rupiah	
4.	Operator = (1 Orang / Jam) x U1	L	11,277.51	Rupiah	
5.	Pembantu Operator = (1 Orang / Jam) x U2	M	8,966.31	Rupiah	
	Biaya Operasi per Jam = (H+I+K+L+M)	P	340,890.28	Rupiah	
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT / JAM = (G + P)	S	385,045.06	Rupiah	
E.	LAIN - LAIN				
1.	Tingkat Suku Bunga	i	10.00	% / Tahun	
2.	Upah Operator / Sopir	U1	11,277.51	Rp./Jam	
3.	Upah Pembantu Operator / Pmb.Sopir	U2	8,966.31	Rp./Jam	
4.	Bahan Bakar Bensin	Mb	15,270.39	Liter	
5.	Bahan Bakar Solar	Ms	13,349.27	Liter	
6.	Minyak Pelumas	Mp	53,196.84	Liter	
7.	PPN diperhitungkan pada lembar Rekapitulasi Biaya Pekerjaan				

Tabel 6. 4 Analisa harga Dump truck

No.	U R A I A N	KODE	KOEF.	SATUAN	KET.
A.	URAIAN PERALATAN				E08
1.	Jenis Peralatan				
2.	Tenaga	Pw	100.0	HP	
3.	Kapasitas	Cp	3.5	Ton	
4.	Alat Baru : a. Umur Ekonomis	A	5.0	Tahun	
	b. Jam Kerja Dalam 1 Tahun	W	2,000.0	Jam	
	c. Harga Alat	B	236,482,451	Rupiah	
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA				
1.	Nilai Sisa Alat = 10 % x B	C	23,648,245	Rupiah	
2.	Faktor Angsuran Modal = $\frac{i \times (1 + i)^A}{(1 + i)^A - 1}$	D	0.26380	-	
3.	Biaya Pasti per Jam :				
a.	Biaya Pengembalian Modal = $\frac{(B - C) \times D}{W}$	E	28,072.56	Rupiah	
b.	Asuransi, dll = $\frac{0.002 \times B}{W}$	F	236.48	Rupiah	
	Biaya Pasti per Jam = (E + F)	G	28,309.05	Rupiah	
C.	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA				
1.	Bahan Bakar = (12%-15%) x Pw x Ms	H	160,191.24	Rupiah	
2.	Pelumas = (2.5%-3%) x Pw x Mp	I	132,992.09	Rupiah	
	Biaya bengkel $\frac{(6.25\% \text{ dan } 8.75\%) \times B}{W}$	J	10,346		
3.	Perawatan dan perbaikan = $\frac{(12.5\% - 17.5\%) \times B}{W}$	K	14,780.15	Rupiah	
4.	Operator = (1 Orang / Jam) x U1	L	11,277.51	Rupiah	
5.	Pembantu Operator = (1 Orang / Jam) x U2	M	8,966.31	Rupiah	
	Biaya Operasi per Jam = (H+I+K+L+M)	P	338,553.41	Rupiah	
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT / JAM = (G + P)	S	366,862.46	Rupiah	
E.	LAIN - LAIN				
1.	Tingkat Suku Bunga	i	10.00	% / Tahun	
2.	Upah Operator / Sopir / Mekanik	U1	11,277.51	Rp./Jam	
3.	Upah Pembantu Operator / Pmb.Sopir / Pmb.Mekanik	U2	8,966.31	Rp./Jam	
4.	Bahan Bakar Bensin	Mb	15,270.39	Liter	
5.	Bahan Bakar Solar	Ms	13,349.27	Liter	
6.	Minyak Pelumas	Mp	53,196.84	Liter	
7.	PPN diperhitungkan pada lembar Rekapitulasi Biaya Pekerjaan				

Tabel 6. 5 Analisa harga motor grader

No.	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN	KET.
A.	URAIAN PERALATAN				E13
1.	Jenis Peralatan		MOTOR GRADER >100 HP		
2.	Tenaga	Pw	135.0	HP	
3.	Kapasitas	Cp	10,800.0	-	
4.	Alat Baru : a. Umur Ekonomis	A	5.0	Tahun	
	b. Jam Kerja Dalam 1 Tahun	W	2,000.0	Jam	
	c. Harga Alat	B	904,729,800	Rupiah	
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA				
1.	Nilai Sisa Alat = 10 % x B	C	90,472,980	Rupiah	
2.	Faktor Angsuran Modal = $\frac{i \times (1 + i)^A}{(1 + i)^A - 1}$	D	0.26380	-	
3.	Biaya Pasti per Jam :				
a.	Biaya Pengembalian Modal = $\frac{(B - C) \times D}{W}$	E	107,399.45	Rupiah	
b.	Asuransi, dll = $\frac{0.002 \times B}{W}$	F	904.73	Rupiah	
	Biaya Pasti per Jam = (E + F)	G	108,304.18	Rupiah	
C.	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA				
1.	Bahan Bakar = (12%-15%) x Pw x Ms	H	216,258.18	Rupiah	
2.	Pelumas = (2.5%-3%) x Pw x Mp	I	179,539.32	Rupiah	
	Biaya bengkel $\frac{(6.25\% \text{ dan } 8.75\%) \times B}{W}$	J	39,582	Rupiah	
3.	Perawatan dan perbaikan = $\frac{(12.5\% - 17.5\%) \times B}{W}$	K	56,545.61	Rupiah	
4.	Operator = (1 Orang / Jam) x U1	L	11,277.51	Rupiah	
5.	Pembantu Operator = (1 Orang / Jam) x U2	M	8,966.31	Rupiah	
	Biaya Operasi per Jam = (H+I+K+L+M)	P	512,168.86	Rupiah	
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT / JAM = (G + P)	S	620,473.04	Rupiah	
E.	LAIN - LAIN				
1.	Tingkat Suku Bunga	i	10.00	% / Tahun	
2.	Upah Operator / Sopir	U1	11,277.51	Rp./Jam	
3.	Upah Pembantu Operator / Pmb.Sopir	U2	8,966.31	Rp./Jam	
4.	Bahan Bakar Bensin	Mb	15,270.39	Liter	
5.	Bahan Bakar Solar	Ms	13,349.27	Liter	
6.	Minyak Pelumas	Mp	53,196.84	Liter	
7.	PPN diperhitungkan pada lembar Rekapitulasi Biaya Pekerjaan				

Tabel 6. 6 Analisa harga vibro roller

No.	U R A I A N	KODE	KOEF.	SATUAN	KET.
A.	URAIAN PERALATAN				E19
1.	Jenis Peralatan				
2.	Tenaga	Pw	82.0	HP	
3.	Kapasitas	Cp	7.050	Ton	
4.	Alat Baru : a. Umur Ekonomis	A	5.0	Tahun	
	b. Jam Kerja Dalam 1 Tahun	W	2.000.0	Jam	
	c. Harga Alat	B	183,729,744	Rupiah	
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA				
1.	Nilai Sisa Alat = 10 % x B	C	18,372,974	Rupiah	
2.	Faktor Angsuran Modal = $\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$	D	0.26380	-	
3.	Biaya Pasti per Jam :				
a.	Biaya Pengembalian Modal = $\frac{(B - C) \times D}{W}$	E	21,810.35	Rupiah	
b.	Asuransi, dll = $\frac{0.002 \times B}{W}$	F	183.73	Rupiah	
	Biaya Pasti per Jam = (E + F)	G	21,994.08	Rupiah	
C.	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA				
1.	Bahan Bakar = (12%-15%) x Pw x Ms	H	131,356.82	Rupiah	
2.	Pelumas = (2.5%-3%) x Pw x Mp	I	109,053.52	Rupiah	
	Biaya bengkel $\frac{(6.25\% \text{ dan } 8.75\%) \times B}{W}$	J	8,038	Rupiah	
3.	Perawatan dan perbaikan = $\frac{(12.5\% - 17.5\%) \times B}{W}$	K	11,483.11	Rupiah	
4.	Operator = (1 Orang / Jam) x U1	L	11,277.51	Rupiah	
5.	Pembantu Operator = (1 Orang / Jam) x U2	M	8,966.31	Rupiah	
	Biaya Operasi per Jam = (H+I+K+L+M)	P	280,175.44	Rupiah	
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT / JAM = (G + P)	S	302,169.52	Rupiah	
E.	LAIN - LAIN				
1.	Tingkat Suku Bunga	i	10.00	% / Tahun	
2.	Upah Operator / Sopir	U1	11,277.51	Rp./Jam	
3.	Upah Pembantu Operator / Pmb.Sopir	U2	8,966.31	Rp./Jam	
4.	Bahan Bakar Bensin	Mb	15,270.39	Liter	
5.	Bahan Bakar Solar	Ms	13,349.27	Liter	
6.	Minyak Pelumas	Mp	53,196.84	Liter	
7.	PPN diperhitungkan pada lembar Rekapitulasi Biaya Pekerjaan				

Tabel 6. 7 Analisa harga water tank truck

No.	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN	KET.
A.	URAIAN PERALATAN				E23
1.	Jenis Peralatan				
2.	Tenaga				
3.	Kapasitas				
4.	Alat Baru : a. Umur Ekonomis b. Jam Kerja Dalam 1 Tahun c. Harga Alat				
			WATER TANKER 3000-5000L.		
		Pw	100.0	HP	
		Cp	4,000.0	Liter	
		A	5.0	Tahun	
		W	2,000.0	Jam	
		B	167,027.040	Rupiah	
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA				
1.	Nilai Sisa Alat = 10 % x B	C	16,702.704	Rupiah	
2.	Faktor Angsuran Modal = $\frac{i \times (1 + i)^A}{(1 + i)^A - 1}$	D	0.26380	-	
3.	Biaya Pasti per Jam :				
a.	Biaya Pengembalian Modal = $\frac{(B - C) \times D}{W}$	E	19,827.59	Rupiah	
b.	Asuransi, dll = $\frac{0.002 \times B}{W}$	F	167.03	Rupiah	
	Biaya Pasti per Jam = (E + F)	G	19,994.62	Rupiah	
C.	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA				
1.	Bahan Bakar = (12%-15%) x Pw x Ms	H	160,191.24	Rupiah	
2.	Pelumas = (2.5%-3%) x Pw x Mp	I	132,992.09	Rupiah	
	Biaya bengkel $\frac{(6.25\% \text{ dan } 8.75\%) \times B}{W}$	J	7,307	Rupiah	
3.	Perawatan dan perbaikan = $\frac{(12,5\% - 17,5\%) \times B}{W}$	K	10,439.19	Rupiah	
4.	Operator = (1 Orang / Jam) x U1	L	11,277.51	Rupiah	
5.	Pembantu Operator = (1 Orang / Jam) x U2	M	8,966.31	Rupiah	
	Biaya Operasi per Jam = (H+I+K+L+M)	P	331,173.78	Rupiah	
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT / JAM = (G + P)	S	351,168.39	Rupiah	
E.	LAIN - LAIN				
1.	Tingkat Suku Bunga	i	10.00	% / Tahun	
2.	Upah Operator / Sopir	U1	11,277.51	Rp./Jam	
3.	Upah Pembantu Operator / Pmb.Sopir	U2	8,966.31	Rp./Jam	
4.	Bahan Bakar Bensin	Mb	15,270.39	Liter	
5.	Bahan Bakar Solar	Ms	13,349.27	Liter	
6.	Minyak Pelumas	Mp	53,196.84	Liter	
7.	PPN diperhitungkan pada lembar Rekapitulasi Biaya Pekerjaan				

Tabel 6. 8 Analisa harga concrete mixer

No.	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN	KET.
A.	URAIAN PERALATAN				E06
1.	Jenis Peralatan				
2.	Tenaga	Pw	20.0	HP	
3.	Kapasitas	Cp	500.0	Liter	
4.	Alat Baru : a. Umur Ekonomis	A	2.0	Tahun	
	b. Jam Kerja Dalam 1 Tahun	W	1,500.0	Jam	
	c. Harga Alat	B	4,871,622	Rupiah	
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA				
1.	Nilai Sisa Alat = 10 % x B	C	487,162	Rupiah	
2.	Faktor Angsuran Modal = $\frac{i \times (1 + i)^A}{(1 + i)^A - 1}$	D	0.57619	-	
3.	Biaya Pasti per Jam :				
a.	Biaya Pengembalian Modal = $\frac{(B - C) \times D}{W}$	E	1,684.19	Rupiah	
b.	Asuransi, dll = $\frac{0.002 \times B}{W}$	F	6.50	Rupiah	
	Biaya Pasti per Jam = (E + F)	G	1,690.68	Rupiah	
C.	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA				
1.	Bahan Bakar = (12%-15%) x Pw x Ms	H	40,047.81	Rupiah	
2.	Pelumas = (2.5%-3%) x Pw x Mp	I	31,918.10	Rupiah	
	Biaya bengkel $\frac{(6.25\% \text{ dan } 8.75\%) \times B}{W}$	J	284	Rupiah	
3.	Perawatan dan perbaikan = $\frac{(12,5\% - 17,5\%) \times B}{W}$	K	568.36	Rupiah	
4.	Operator = (1 Orang / Jam) x U1	L	11,277.51	Rupiah	
5.	Pembantu Operator = (1 Orang / Jam) x U2	M	8,966.31	Rupiah	
	Biaya Operasi per Jam = (H+I+K+L+M)	P	93,062.26	Rupiah	
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT / JAM = (G + P)	S	94,752.95	Rupiah	
E.	LAIN - LAIN				
1.	Tingkat Suku Bunga	i	10.00	% / Tahun	
2.	Upah Operator / Sopir	U1	11,277.51	Rp./Jam	
3.	Upah Pembantu Operator / Pmb.Sopir	U2	8,966.31	Rp./Jam	
4.	Bahan Bakar Bensin	Mb	15,270.39	Liter	
5.	Bahan Bakar Solar	Ms	13,349.27	Liter	
6.	Minyak Pelumas	Mp	53,196.84	Liter	
7.	PPN diperhitungkan pada lembar Rekapitulasi Biaya Pekerjaan				

Tabel 6. 9 Analisa harga Concrete paver

No.	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN	KET.
A.	URAIAN PERALATAN				E02
1.	Jenis Peralatan				
2.	Tenaga	Pw	72.4	HP	
3.	Kapasitas	Cp	10.0	Ton	
4.	Alat Baru : a. Umur Ekonomis	A	6.0	Tahun	
	b. Jam Kerja Dalam 1 Tahun	W	1,400.0	Jam	
	c. Harga Alat	B	12,517,006,803	Rupiah	
5.					
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA				
1.	Nilai Sisa Alat = 10 % x B	C	1,251,700,680	Rupiah	
2.	Faktor Angsuran Modal = $\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$	D	0.22961	-	
3.	Biaya Pasti per Jam :				
a.	Biaya Pengembalian Modal = $\frac{(B - C) \times D}{W}$	E	1,847,569.59	Rupiah	
b.	Asuransi, dll = $\frac{0.002 \times B}{W}$	F	17,881.44	Rupiah	
	Biaya Pasti per Jam = (E + F)	G	1,865,451.03	Rupiah	
C.	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA				
1.	Bahan Bakar = (12%-15%) x Pw x Ms	H	144,973.08	Rupiah	
2.	Pelumas = (2.5%-3%) x Pw x Mp	I	115,543.53	Rupiah	
	Biaya bengkel $\frac{(6.25\% \text{ dan } 8.75\%) \times B}{W}$	J	558,795		
3.	Perawatan dan perbaikan = $\frac{(12.5\% - 17.5\%) \times B}{W}$	K	1,564,625.85	Rupiah	
4.	Operator = (1 Orang / Jam) x U1	L	11,277.51	Rupiah	
5.	Pembantu Operator = (1 Orang / Jam) x U2	M	8,966.31	Rupiah	
	Biaya Operasi per Jam = (H+I+K+L+M)	P	2,404,181.22	Rupiah	
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT / JAM = (G + P)	S	4,269,632.25	Rupiah	
E.	LAIN - LAIN				
1.	Tingkat Suku Bunga	i	10.00	% / Tahun	
2.	Upah Operator / Sopir	U1	11,277.51	Rp./Jam	
3.	Upah Pembantu Operator / Pmb.Sopir	U2	8,966.31	Rp./Jam	
4.	Bahan Bakar Bensin	Mb	15,270.39	Liter	
5.	Bahan Bakar Solar	Ms	13,349.27	Liter	
6.	Minyak Pelumas	Mp	53,196.84	Liter	
7.	PPN diperhitungkan pada lembar Rekapitulasi Biaya Pekerjaan				

Tabel 6. 10 Analisa harga excavator

No.	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN	KET.
A.	URAIAN PERALATAN				
1.	Jenis Peralatan				
2.	Tenaga				
3.	Kapasitas				
4.	Alat Baru : a. Umur Ekonomis b. Jam Kerja Dalam 1 Tahun c. Harga Alat				
			EXCAVATOR 80-140 HP		E10
		Pw	133.0	HP	
		Cp	0.93	M3	
		A	5.0	Tahun	
		W	2,000.0	Jam	
		B	490,780.800	Rupiah	
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA				
1.	Nilai Sisa Alat = 10% x B	C	49,078.080	Rupiah	
2.	Faktor Angsuran Modal = $\frac{i \times (1 + i)^N A}{(1 + i)^N A - 1}$	D	0.26380	-	
3.	Biaya Pasti per Jam :				
a.	Biaya Pengembalian Modal = $\frac{(B - C) \times D}{W}$	E	58,260.03	Rupiah	
b.	Asuransi, dll = $\frac{0.002 \times B}{W}$	F	490.78	Rupiah	
	Biaya Pasti per Jam = (E + F)	G	58,750.81	Rupiah	
C.	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA				
1.	Bahan Bakar = (12%-15%) x Pw x Ms	H	213,054.36	Rupiah	
2.	Pelumas = (2.5%-3%) x Pw x Mp	I	176,879.48	Rupiah	
	Biaya bengkel = $\frac{(6.25\% \text{ dan } 8.75\%) \times B}{W}$	J	21,472	Rupiah	
3.	Perawatan dan perbaikan = $\frac{(12.5\% - 17.5\%) \times B}{W}$	K	30,673.80	Rupiah	
4.	Operator = (1 Orang / Jam) x U1	L	11,277.51	Rupiah	
5.	Pembantu Operator = (1 Orang / Jam) x U2	M	8,966.31	Rupiah	
	Biaya Operasi per Jam = (H+I+K+L+M)	P	462,323.12	Rupiah	
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT / JAM = (G + P)	S	521,073.93	Rupiah	
E.	LAIN - LAIN				
1.	Tingkat Suku Bunga	i	10.00	% / Tahun	
2.	Upah Operator / Sopir	U1	11,277.51	Rp./Jam	
3.	Upah Pembantu Operator / Pmb.Sopir	U2	8,966.31	Rp./Jam	
4.	Bahan Bakar Bensin	Mb	15,270.39	Liter	
5.	Bahan Bakar Solar	Ms	13,349.27	Liter	
6.	Minyak Pelumas	Mp	53,196.84	Liter	
7.	PPN diperhitungkan pada lembar Rekapitulasi Biaya Pekerjaan				

Tabel 6. 11 Analisa harga kompresor

No.	URAIAN	KODE	KOEF.	SATUAN	KET.
A.	URAIAN PERALATAN				
1.	Jenis Peralatan				
2.	Tenaga	Pw	60.0	HP	
3.	Kapasitas	Cp	5,000.0	CPM/(L/m)	
4.	Alat Baru : a. Umur Ekonomis b. Jam Kerja Dalam 1 Tahun c. Harga Alat	A W B	5.0 2,000.0 8,500,000	Tahun Jam Rupiah	
					E05
B.	BIAYA PASTI PER JAM KERJA				
1.	Nilai Sisa Alat = $10\% \times B$	C	850,000	Rupiah	
2.	Faktor Angsuran Modal = $\frac{i \times (1+i)^A}{(1+i)^A - 1}$	D	0.26380	-	
3.	Biaya Pasti per Jam : a. Biaya Pengembalian Modal = $\frac{(B - C) \times D}{W}$	E	1,009.03	Rupiah	
	b. Asuransi, dll = $\frac{0.002 \times B}{W}$	F	8.50	Rupiah	
	Biaya Pasti per Jam = (E + F)	G	1,017.53	Rupiah	
C.	BIAYA OPERASI PER JAM KERJA				
1.	Bahan Bakar = $(12\%-15\%) \times Pw \times Ms$	H	96,114.75	Rupiah	
2.	Pelumas = $(2.5\%-3\%) \times Pw \times Mp$	I	79,795.26	Rupiah	
	Biaya bengkel $\frac{(6.25\% \text{ dan } 8.75\%) \times B}{W}$	J	372		
3.	Perawatan dan perbaikan = $\frac{(12.5\% - 17.5\%) \times B}{W}$	K	531.25	Rupiah	
4.	Operator = $(1 \text{ Orang / Jam}) \times U1$	L	11,277.51	Rupiah	
5.	Pembantu Operator = $(1 \text{ Orang / Jam}) \times U2$	M	8,966.31	Rupiah	
	Biaya Operasi per Jam = (H+I+K+L+M)	P	197,056.94	Rupiah	
D.	TOTAL BIAYA SEWA ALAT / JAM = (G + P)	S	198,074.47	Rupiah	
E.	LAIN - LAIN				
1.	Tingkat Suku Bunga	i	10.00	% / Tahun	
2.	Upah Operator / Sopir	U1	11,277.51	Rp./Jam	
3.	Upah Pembantu Operator / Pmb.Sopir	U2	8,966.31	Rp./Jam	
4.	Bahan Bakar Bensin	Mb	15,270.39	Liter	
5.	Bahan Bakar Solar	Ms	13,349.27	Liter	
6.	Minyak Pelumas	Mp	53,196.84	Liter	
7.	PPN diperhitungkan pada lembar Rekapitulasi Biaya Pekerjaan				

Sumber: hasil analisa

6.3 Rekapitan AHS

AHS adalah analisis harga satuan dari tiap item pekerjaan pada proyek perencanaan tol Pandaan – Malang. Yang nantinya, akan digunakan untuk menghitung total pekerjaan proyek di mulai dari STA 15+000 – 18+000. Berikut adalah rekapitan tabel AHS tiap pekerjaan.

Tabel 6. 12 AHSP Pembuatan Direksi keet

No	Komponen	Satuan	Kuantitas	Satuan (Rp)	Harga
A.	Tenaga				
1	Mandor	jam	0.05	15000	750
2	Pembantu tukang	jam	1.5	8375	12562.5
3	Tukang kayu	jam	1.5	12429	18642.86
			Jumlah		31955.36
B.	Bahan				
1	Kayu balok	m3	0.06	45,000.00	2700
2	Kayu 5/7 x 400	m3	0.276	5,034.00	1389.384
3	Paku biasa	kg	0.7	2,900.00	2030
4	Paku payung	kg	0.02	30,000.00	600
5	Seng gelombang bjs 32 (80x150)	lembar	1.5	46,833.33	70250
			Jumlah		76969.38
C	Peralatan				
			Jumlah		0
D	Jumlah AHS (A + B + C)				108924.7
E	Overhead & Profit (10% x D)				10892.47
F	Jumlah harga satuan pekerjaan (D + E)				119817.2

Tabel 6. 13 AHSP Pembersihan tempat kerja

No	Komponen	Satuan	Kuantitas	Satuan (Rp)	Harga
A.	Tenaga				
1	Mandor	jam	0.001396	15000	20.94011
2	Tukang	jam	0.01396	12429	173.5038
3	Operator	jam	0.126214	12357	1559.649
			Jumlah		1754.093
B.	Bahan				
			Jumlah		0
C	Peralatan				
1	Wheel loader	jam	0.008495	385,045.06	3271.133
2	Dump truck	jam	0.0271	366,862.46	9942.072
3	Motor grader	jam	0.001994	620,473.04	1237.407
4	Vibro roller	jam	0.005291	302,169.52	1598.781
5	Water tank truck	jam	0.083333	351,168.39	29264.03
6	Alat bantu	Ls	1	100,000.00	100000
			Jumlah		145313.4
D	Jumlah AHS (A + B + C)				147067.5
E	Overhead & Profit (10% x D)				14706.75
F	Jumlah harga satuan pekerjaan (D + E)				161774.3

Tabel 6. 14 AHS Pekerjaan urugan sirtu B

No	Komponen	Satuan	Kuantitas	Satuan (Rp)	Harga
A.	Tenaga				
1	Mandor	jam	0.83	15000	12450
2	Tukang	jam	1.6	12429	19885.71429
3	Operator	jam	1.5	12357	18535.71429
			Jumlah		50871.42857
B.	Bahan				
1	Aggregat A	m3	1	296260	296260
			Jumlah		296260
C	Peralatan				
1	Wheel loader	jam	0.010076	1,237.41	12.46829569
2	Dump truck	jam	0.609318	1,598.78	974.1660207
3	Motor grader	jam	0.003012	29,264.03	88.14467736
4	Vibro roller	jam	0.002008	100,000.00	200.8032129
5	Water Tanker 3000-4500 L.	jam	0.001506	145,313.43	218.8455204
6	Alat Bantu	Ls	1	10,000	10000
			Jumlah		10507.79341
D	Jumlah AHS (A + B + C)				357,639.22
E	Overhead & Profit (10% x D)				35,763.92
F	Jumlah harga satuan pekerjaan (D + E)				393,403.14

Tabel 6. 15 AHS Pekerjaan Lapisan Pondasi Agregat A

No	Komponen	Satuan	Kuantitas	Satuan (Rp)	Harga
A.	Tenaga				
1	Mandor	jam	0.05	15000	750
2	Tukang	jam	1.5	12429	18642.85714
3	Operator	jam	1.5	12357	18535.71429
		Jumlah			37928.57143
B.	Bahan				
1	Agregat A	m3	1	293669.623	293669.623
		Jumlah			293669.623
C	Peralatan				
1	Wheel loader	jam	0.010076	385,045.06	3879.770583
2	Dump truck	jam	0.609318	366,862.46	223535.9633
3	Motor grader	jam	0.003012	620,473.04	1868.894705
4	Vibro roller	jam	0.002008	302,169.52	606.7661004
5	Water Tanker 3000-4500 L.	jam	0.001506	351,168.39	528.8680642
6	Alat Bantu	Ls	1	10,000	10000
		Jumlah			13004.52887
D	Jumlah AHS (A + B + C)				344,602.72
E	Overhead & Profit (10% x D)				34,460.27
F	Jumlah harga satuan pekerjaan (D + E)				379,063.00

Tabel 6. 16 AHS pekerjaan Lean Concrete

No	Komponen	Satuan	Kuantitas	Satuan (Rp)	Harga
A.	Tenaga				
1	Mandor	jam	0.05	15000	750
2	Tukang	jam	1.5	12429	18642.85714
			Jumlah		19392.85714
B.	Bahan				
1	semen	kg	327.54	1,848.60	605490.444
2	pasir beton	m ³	0.502385	254,182.50	127697.3775
3	agregat kasar	m ³	0.90525	392,877.82	355652.6493
4	multiplex 12 mm	m ²	0.16	271,128.00	43380.48
5	paku	kg	0.8	2,900.00	2320
6	kayu acuan	m ²	0.096	4,287.00	411.552
C	Peralatan				1134952.503
1	Concrete Mixer	jam	0.682731	94,752.95	64690.76839
2	Water Tanker 3000-4500 L.	jam	0.038153	351,168.39	13397.99096
3	Alat Bantu	Ls	1	100,000.00	100000
			Jumlah		178088.7594
D	Jumlah AHS (A + B + C)				802,972.06
E	Overhead & Profit (10% x D)				80,297.21
F	Jumlah harga satuan pekerjaan (D + E)				883,269.27

Tabel 6. 17 AHS pekerjaan Rigid pavement

No	Komponen	Satuan	Kuantitas	Satuan (Rp)	Harga
A.	Tenaga				
1	Mandor	jam	0.05	15000	750
2	Tukang	jam	1.5	12429	18642.85714
		Jumlah			19392.85714
B.	Bahan				
1	semen	kg	466.852	1,848.60	863022.6072
2	pasir beton	m3	0.3631	254,182.50	92293.66575
3	agregat kasar	m3	0.6588	392,877.82	258827.9098
4	Besi				
	Dowel	kg	3.928089	13,659.10	53654.15894
	Tie bar	kg	1.1046	13,659.10	15087.84186
	wiremesh	kg	1.02	25,983.10	26502.762
5	paku	kg	0.4	2,900.00	1160
6	kayu acuan	m2	4.8	4,287.00	20577.6
		Jumlah			1331126.546
C	Peralatan				
1	Concrete Mixer	jam	0.682731	94,752.95	64690.76839
2	Truck mixer	jam	0.1672	110,000	18392
3	Concrete paver	jam	0.035415	4,269,632.25	151209.1488
2	Water Tanker 3000-4500 L.	jam	0.038153	236,687.43	9030.243474
3	Alat Bantu	Ls	1	100,000.00	100000
		Jumlah			343322.1606
D	Jumlah AHS (A + B + C)				1,693,841.56
E	Overhead & Profit (10% x D)				169,384.16
F	Jumlah harga satuan pekerjaan (D + E)				1,863,225.72

Tabel 6. 18 AHSP tabel saluran tepi dengan U ditch

No	Komponen	Satuan	Kuantitas	Satuan (Rp)	Harga
A.	Tenaga				
1	Mandor	jam	0.05	15000	750
2	Tukang	jam	1.5	12429	18642.85714
			Jumlah		19392.85714
B.	Bahan				
1	U ditch 100 x 100 x 120	m	1	1,965,600.00	1965600
					753342
C	Peralatan				
1	Excavator	jam	0.025818	521,073.93	13452.85529
2	Dump Truck	jam	0.072041	366,862.46	26429.09178
3	Alat bantu	Ls	1	100,000.00	100000
			Jumlah		139881.9471
D	Jumlah AHS (A + B + C)				2,124,874.80
E	Overhead & Profit (10% x D)				212,487.48
F	Jumlah harga satuan pekerjaan (D + E)				2,337,362.28

Tabel 6. 19 AHSP perlengkapan jalan

No	Komponen	Satuan	Kuantitas	Satuan (Rp)	Harga
A.	Tenaga				
1	Mandor	jam	0.05	15000	750
2	Tukang	jam	1.5	12429	18642.85714
			Jumlah		19392.85714
B.	Bahan				
1	Cat Marica Thermoplastic	kg	1.9695	56,114.69	110517.8745
2	Minyak Pencair (Thinner)	L	1.0605	44,125.32	46794.90021
3	Glass Bead	kg	0.45	44,125.32	19856.3933
					177169.168
C	Peralatan				
1	Kompresor	jam	0.1	198,074.47	19807.44696
3	Alat bantu	Ls	1	100,000.00	100000
			Jumlah		119807.447
D	Jumlah AHS (A + B + C)				249,718.18
E	Overhead & Profit (10% x D)				24,971.82
F	Jumlah harga satuan pekerjaan (D + E)				274,690.00

**Tabel 6. 20 RAB Pekerjaan Tol Pandaan - Malang STA
15+000 - 18 +000**

No	Item Pekerjaan	Vol	Sat	Harga Satuan		Jumlah
				(Rp)		(Rp)
1	2	3	4	5	(3 x 5)	
1	TAHAP PERSIAPAN					
1.1	Pembangunan direksi keet	25	M2	Rp 131,259	Rp	3,281,479
1.2	Pembersihan lahan	68580	M2	Rp 163,894	Rp	11,239,847,319
2	PEKERJAAN PONDASI BAWAH					
2.1	Pekerjaan Lapisan Pondasi Kelas A	9287	M3	Rp 393,300	Rp	3,652,759,304.17
2.2	Pekerjaan Lean Concrete	7898	M3	Rp 1,466,222	Rp	11,579,488,491
2.3	Pekerjaan Lapisan sirtu Kelas B	126360	M3	Rp 393,403	Rp	49,710,421,299
3	PEKERJAAN PERKERASAN KAKU					
3.1	Pekerjaan Rigid Pavement K-500	16427	M3	Rp 2,241,531	Rp	36,821,175,637
4	PEKERJAAN DRAINASE					
4.1	Pemasangan U- Ditch 100 x 100 x 120	2700	M	Rp 2,337,362	Rp	6,310,878,169
5	Pekerjaan Perlengkapan					
5.1	Pekerjaan pengecatan marka jalan	8,515.38	m3	Rp 274,690	Rp	2,339,090,971
5.2	Pemasangan Median Concrete Barrier	2700	Unit	Rp 824,000	Rp	2,224,800,000
TOTAL						Rp 123,881,742,669

(halaman ini sengaja dikosongkan)

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB VII

PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa dan perhitungan dalam perencanaan Jalan Tol Pandaan – Malang STA 15+000 – 18+000 maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari analisa kebutuhan kapasitas jalan didapat:
 - a. Jalan Tol Pandaan – Malang di rencanakan dengan:
 - Pembagian jalur = 4 lajur 2 arah terbagi median (4/2 D)
 - Lebar Lajur = 3.6 m
 - Lebar Jalur = 2 x 3.6 m
 - Lebar Bahu Dalam = 1.5 m
 - Lebar Bahu Luar = 3 m
 - b. Nilai derajat kejenuhan pada awal rencana (2019) adalah sebesar 0.036. Dan tidak membutuhkan pelebaran jalan sampai umur rencana
2. Dari hasil hitungan control geometrik jalan dengan mengacu Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga (No. 007 /BM/ 2009) sebagai berikut:
 - a. Alinyemen Horizontal
 $R \text{ rencana} = 600 \text{ m} > R_{\text{min}} = 365$ (Memenuhi Syarat)
 - c. Alinyemen Vertikal
Berdasarkan analisa kelandaian trase diperoleh sebesar 3% jika kelandaian trase jalan $< 5 \%$ maka dapat diasumsikan tidak mengalami lengkung cembung maupun lengkung cekung.

3. Dari hasil perhitungan tebal perkerasan diperoleh
 - a. Direncanakan Jalan Tol Pandaan – Malang sesi II menggunakan Beton Bertulang Tanpa Tulangan (BBTT)
 - b. Perhitungan tebal plat dengan menggunakan metode Pd – T - 14 – 2003 diperoleh ketebalan plat sebesar 26 cm dengan total prosentasi fatik sebesar 0% dan prosentase analisa erosi sebesar 92.51%
 - c. Perkerasan menggunakan dowel (ruji) dengan diameter 36 mm, Panjang 450 mm dan jarak antara dowel 300 mm. Menggunakan *tiebar* dengan diameter 16 mm, panjang 700 mm dan jarak antara tiebar 750 mm.
4. Dari hasil perhitungan dimensi saluran drainase diperoleh saluran tepi dengan dimensi $b = 1.0$ m dan $h = 1.0$ m
5. Total rencana anggaran biaya untuk perencanaan jalan tol Pandaan – Malang sesi II untuk STA 15+000 – 18+000 sebesar Rp 63.075.231.712

7.2 Saran

1. Perencanaan menggunakan metode Pd – T – 14 – 2003 menggunakan bantuan nomogram sehingga untuk pengerjaan membutuhkan ketelitian, atau dapat dengan mengubah nomogram tersebut menjadi persamaan sehingga memudahkan proses pengerjaan.
2. Perlu dilakukan pula evaluasi pelebaran saluran tepi setelah berakhir umur rencana, menggunakan data curah hujan yang lebih update.
3. Perlu ditambahkan dinding penahan untuk wilayah timbunan.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga,2009 “Perencanaan Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol”. Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga,1997. “Manual Kapasitas Jalan Indonesia ”. Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga,2014. “Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia : Jalan Bebas Hambatan”. Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga,2003. “Pekerasan Beton Semen”. Jakarta.

Badan Standardisasi Nasional,1994. “Tata Cara Perencanaan Drainase Jalan”. Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum Kabupaten Malang. 2016. “Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK)”. Kabupaten Malang

LAMPIRAN

Berikut adalah daftar dokumentasi kegiatan pekerjaan di tol pandaan malang.

Pekerjaan Lean Concrete

1. Pemasangan Patok dan Bekisting

Memasang patok dan bekisting dari baja hollow untuk menentukan lebar dan tebal pengecoran LC, untuk lebar sekitar 2 meter dan tebal 10 cm.



gambar 8. 1 pemasangan patok bekisting pada pekerjaan LC

2. Slump test dan pembuatan benda uji

Slump test beton dengan quality target $5 \pm 2,5$ cm dan pengambilan benda uji sebanyak 6 berukuran silinder 15x30 cm secara acak.



gambar 8. 2 benda uji untuk LC

3. Pengecoran LC

Menuangkan beton segar dan diratakan oleh pekerja menggunakan alat cangkul dan ruskam.



gambar 8. 3 pengecoran LC

4. Melepas Bekisting dan Pembersihan Area LC

Melepas bekisting , yang kemudian bekisting tersebut akan digunakan untuk pengecoran LC selanjutnya. Setelah itu membersihkan area LC dari segala jenis benda asing dan kotor untuk pekerjaan Perkerasan kaku.



gambar 8. 4 LC setelah pelepasan bekisting

Pekerjaan Rigid Pavement

1. Pembersihan Area Lean Concrete

Pembersihan dengan alat compressor dari pasir dan batu untuk mendapat elevasi yang akurat.



gambar 8. 5 Pembersihan LC

2. Pemberian Grease pada Dowel

Memberikan Grease pada setengah bagian dari panjang dowel dan dilapisi plastik agar beton bisa bergerak (tidak terikat tulangan), selain itu pemberian grease juga digunakan untuk mencegah besi dowel berkarat akibat air yang mungkin bisa masuk kedalam beton melalui celah cutting. Dowel adalah besi tulangan polos berdiameter 32 mm dengan panjang 60 cm, yang dipasang searah panjang jalan pada setiap jarak 5 meter atau disetiap adanya potongan melintang. Fungsi dari dowel adalah untuk menyalurkan beban kendaraan pada masing-masing slab beton perkerasan kearah memanjang.



gambar 8. 6 pemberian tulangan dowel dan tie bar

3. Pekerjaan pengecoran

Memasang wirtgen SP500 pada sensor yang telah disiapkan sebelumnya dan menyiapkan backhoe setelah itu menyiapkan dowel dan tie bar pada alat wirtgen SP500, dimana alat ini dapat memasukan dowel secara otomatis kedalam cor beton, sesuai kedalaman rencana (15 cm).



gambar 8. 7 pekerjaan pengecoran