ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR TERAPAN – RC 145501

PERENCANAAN LAPIS TAMBAHAN (OVERLAY)BETON SEMEN DIATAS PERKERASAN LENTUR BTS KOTA PACITAN – BTS KAB. PONOROGO,KM SBY 248+900 – KM SBY 251+900 PROVINSI JAWA TIMUR

ADI FIRMANSYAH PUTRA
3113030072

GALIH ARDIANSYAH PUTERA
3113030096

Dosen Pembimbing
Ir. Dunat Indratmo, MT
NIP. 19530323 198502 1 001

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2016

ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT – RC 145501

DESIGN OF OVERLAY CEMENT CONCRETE ON FLEXIBLE PAVEMENT BTS KOTA PACITAN – BTS KAB.PONOROGO, KM.SBY 248+900 – KM.SBY 251+900 EAST JAVA PROVINCE

ADI FIRMANSYAH PUTRA
3113030072

GALIH ARDIANSYAH PUTERA
3113030096

Counselor Lecturer
Ir. Dunat Indratmo, MT
NIP. 19530323 198502 1 001

DIPLOMA III CIVIL ENGINEERING
Civil Engineering And Planning Faculty
Sepuluh Nopember Institute Of Technology
Surabaya

2016

TUGAS AKHIR TERAPAN – RC 145501

PERENCANAAN LAPIS TAMBAHAN (OVERLAY)BETON SEMEN DIATAS PERKERASAN LENTUR BTS KOTA PACITAN – BTS KAB. PONOROGO,KM SBY 248+900 – KM SBY 251+900 PROVINSI JAWA TIMUR

ADI FIRMANSYAH PUTRA
3113030072

GALIH ARDIANSYAH PUTERA
3113030096

Dosen Pembimbing
Ir. Dunat Indratmo, MT
NIP. 19530323 198502 1 001

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016

FINAL PROJECT – RC 145501

DESIGN OF OVERLAY CEMENT CONCRETE ON FLEXIBLE PAVEMENT BTS KOTA PACITAN – BTS KAB.PONOROGO, KM.SBY 248+900 – KM.SBY 251+900 EAST JAVA PROVINCE

ADI FIRMANSYAH PUTRA
3113030072

GALIH ARDIANSYAH PUTERA
3113030096

Conselor Lecturer
Ir. Dunat Indratmo, MT
NIP. 19530323 198502 1 001

DIPLOMA III CIVIL ENGINEERING
Civil Engineering And Planning Faculty
Sepuluh Nopember Institute Of Technology
Surabaya
2016

PERENCANAAN LAPIS TAMBAHAN (OVERLAY) BETON SEMEN DIATAS PERKERASAN LENTUR BTS KOTA PACITAN – BTS KAB.PONOROGO, KM.SBY 248+900 – KM.SBY 251+900 PROVINSI JAWA TIMUR

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memnuhi salah satu syarat

Memperoleh gelar Ahli Madya

Program studi Diploma 3 Teknik Sipil

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

Disusun Oleh :

Mahasiswa 1

FIRMANSYAH PUTRA

Mahasiswa 2

GALIH ARDIANSYAH PUTERA
NRP.3113030096

28 JUN 2016

Disetujui Oleh
Dosen Pembimbing

28/6/2016

Ir. DUNAT INDRATMO, MT
NIP. 19530323 198502 1 001

LEMBAR PERNYATAAN
PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai mahasiswa Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini saya :

Nama : ADI FIRMANSYAH P./ GALIH ARDIANSYAH PUTERA

Nrp. : 3113030072 / 3113030096

Jurusan / Fak. : DIPL. III T. SIPIL

Alamat kontak :

a. Email : firmansyahadi72@gmail.com

b. Telp/HP : 085905713872

Menyatakan bahwa semua data yang saya *upload* di Digital Library ITS merupakan **hasil final** (revisi terakhir) dari karya ilmiah saya yang sudah disahkan oleh dosen penguji. Apabila dikemudian hari ditemukan ada ketidaksesuaian dengan kenyataan, maka saya bersedia menerima sanksi.

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan **Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif** ***(Non-Exclusive Royalti-Free Right)*** kepada Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Perencanaan Lapis Tambahan (Overlay) Beton Semen diatas Perkerasan Lentur Pada Ruas Jalan Batas Kab. Ponorogo UMSBY / 240+500 - 251+900 Provinsi Jawa Timur

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif ini, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data *(database)*, mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta. Saya bersedia menanggung secara pribadi, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya Ilmiah saya ini tanpa melibatkan pihak Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Surabaya

Pada tanggal : 28 Juni 2016

Yang menyatakan,

Dosen Pembimbing 1

Ir. DUNIATI MIDRATMO

NIP. 195303231985021001

ADI FIRMANSYAH H.P.

Nrp. 3113030072

KETERANGAN :

Tanda tangan pembimbing wajib dibubuhi stempel jurusan.

Form dicetak dan diserahkan di bagian Pengadaan saat mengumpulkan hard copy TA/Tesis/Disertasi.

BERITA ACARA
UJIAN TUGAS AKHIR TERAPAN
PROGRAM DIPLOMA TEKNIK SIPIL FTSP - ITS

PROGRAM DIPLOMA 3 BANGUNAN TRANSPORTASI

No. Agenda : 5

Tanggal : 14 Juni 2016

Judul Proyek Akhir	**Perencanaan Lapis Tambahan (Overlay) Beton Semen Diatas Perkerasan Lentur Bts. Kota Pacitan - Bts. Kab. Ponorogo, KM-SBY 248+900 - KM-SBY 251+900**		
Nama Mahasiswa 1	Adi Firmansyah P	NRP	3113030072
Nama Mahasiswa 2	Galih Ardiansyah P	NRP	3113030096
Dosen Pembimbing 1 Nip:	Ir. Dunat Indratmo, MT 19530323 198502 1 001	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2 Nip:		Tanda tangan	

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
- Revisi flow chart : penggunaan Eh dg gelaran plastik - Pelindung tebing dari beton ? perhitungan?	Ir. Sulchan Arifin, M.Eng. NIP 19571119 198503 1 001
- Gambar - gambar penunjang dilampirkan - Gambar detail goyong - goyong diperbaiki - Buat struktur tebal perkerasan beton di bahu yang setara dengan diatas perkerasan eksisting.	R. Buyung A A, ST., MT NIP 19740203 200212 1 002
- Revisi gambar ? pot melintang sesuai pedo. men. - Kontrol thd penyimpangan - Koordinasi aktivitas pekerjaan ditinjau. - penanganan subbase s/c basah tapi pheam u/ kurug nenko tanah dasarnya.	Ir. Djoko Sulistiono, MT. NIP 19541002 198512 1 001
-	NIP

PERSETUJUAN HASIL REVISI

Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4	Dosen Pembimbing
Ir. Sulchan Arifin, M.Eng.	R. Buyung A A, ST., MT	Ir. Djoko Sulistiono, MT.		Ir. Dunat Indratmo, MT /
NIP 19571119 198503 1 001	NIP 19740203 200212 1 002	NIP 19541002 198512 1 001	NIP	NIP 19530323 198502 1 001

Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjilidan Buku Laporan Proyek Akhir	Pembimbing 1	Pembimbing 2
	23/6/16 Ir. Dunat Indratmo, MT Nip. 19530323 198502 1 001	Nip.

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA - JURUSAN TEKNIK SIPIL
Kampus ITS Manyar, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
http://www.diplomasipil-its.ac.id

ASISTENSI PROYEK AKHIR

Nama : 1 Adi Fiemaeyah P 2 Edith Ardiantyah P.
NRP : 1 3113030072 2 3113030096
Judul Tugas Akhir : Perencanaan Lapis Tambah (Overlay) Beton semen diatas perkerasan Lentur Ruas Kota Pasuruan - Ruas Kab. Probolinggo KM. 184 248+900 - KM. 184 251+900

Dosen Pembimbing : Ir. Dwiati Indratmo, .

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1	23/2/2016	- Mulai di Bab I TA dan Bab II & III				
		- Lokasi di lengkapi		B	C	K
		di lengkapi dg peta :		☐	☐	☐
		Provinsi Jatim, Kab. Pasuruan, Kecamatan				
		yg diteliti, bawa peta teknis.		B	C	K
		- Lengkapi IG	Dwi	☐	☑	☐
		- Data primer ke-lin				
		- Data Sekunder BPS		B	C	K
		Kab. Pasuruan dlm Angka		☐	☐	☐
		2014 / 2015				
2	3-3-16	- Dicoba dg data BM				
		requisiten dan hitung		B	C	K
		DS tahunan eksisting		☐	☑	☐
		dan pertumbuhan	Dwi			
3	23-3-16	- Kerangka IG				
		- Hirarki penulisan ditambah		B	C	K
		adlh Sub Sub Bab		☐	☑	☐
		Seperti 2.3.3.1 TA	Dwi			
		- Bab III dilengkapi				
		- DS ditidur dg Software Kaji				

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

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI DIPLOMA - JURUSAN TEKNIK SIPIL
Kampus ITS , Jl. Menur 127 Surabaya 60116
Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
http://www.diplomasipil-its.ac.id

ASISTENSI PROYEK AKHIR

Nama : 1 Adi Firmansyah P 2 Galih Ardiansyah P.
NRP : 1 3113030072 2 3113030096
Judul Tugas Akhir : Perencanaan Lapis Tambah Overlay Beton Semen diatas Perkerasan Lentur Jl. Tol Kota Pelitan - Jl. Tol Pandaan Km 58 Y Lingkar Timur 25 + 900

Dosen Pembimbing : Ir. Dunat Indrawan

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan
6.	~~26~~ Mei 2016	- Saluran diperkecil dg memperbanyak gorong-gorong		
		- Dinding tebing tebal 10-15 cm tinggi 40-50 cm + disesuaikan tebal jika ada perkerasan.		B C K ☐ ☐ ☐
		- Sambungan dowel tiap 5 m.		
		- Gambar memanjang + muka air di potongan memanjang.		B C K ☐ ☐ ☐
				B C K ☐ ☐ ☐
				B C K ☐ ☐ ☐
				B C K ☐ ☐ ☐

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

ABSTRAK

PERENCANAAN LAPIS TAMBAHAN (OVERLAY)BETON SEMEN DIATAS PERKERASAN LENTUR BTS KOTA PACITAN – BTS KAB.PONOROGO, KM.SBY 248+900 – KM.SBY 251+900 PROVINSI JAWA TIMUR

Nama Mahasiswa 1 : Adi Firmansyah Putra
NRP Mahasiswa 1 : 3113030072
Nama Mahasiswa 2 : Galih Ardiansyah Putera
NRP Mahasiswa 2 : 3113030096
Program Studi : Diploma 3 Teknik Sipil
Bidang Studi : Bangunan Transportasi
Dosen Pembimbing : Ir. Dunat Indratmo, MT
NIP : 19530323 198502 1 001

Abstrak

Proyek pembangunan jalan Pacitan – Ponorogo ini merupakan jalan utama penghubung antara Kabupaten Pacitan dan Kabupaten Ponorogo. Terlebih lagi saat ini Pacitan banyak terdapat banyak wisata khususnya wisata alam seperti Pantai Klayar, Pantai banyu Tibo, Goa Gong, Goa Luweng Jaran dan masih banyak lagi, sehingga proyek ini bertujuan juga untuk mempermudah akses dari Ponorogo menuju daerah Pacitan bagi wisatawan yang ingin berkunjung kesana. Akses jalan ini merupakan yang terpendek dan tercepat menuju Pacitan dari arah Ponorogo. Jika jalan ini rusak maka para pengguna jalan dan wisatwan harus memutar agar sampai ke daerah Pacitan dengan menempuhjarak yang lebih jauh dan lebih lama lagi. Sehingga Perencanaan Lapis Tambah (Overlay) diatas Perkerasan Lentur BTS.Kota Pacitan – BTS Kab.Ponorogo KM.SBY 249+900 – KM.SBY 251+900 bertujuan untuk dapat memenuhi dan melayani volume kendaraan yang akan menuju Pacitan dari arah Ponorogo maupun sebaliknya.

Pada perencanaan proyek jalan ini metode yang digunakan pada perencanaan jalan ini meliputi analisa kapasitas jalan dengan menggunakan metode Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997. Kontrol geometrik jalan dengan menggunakan Geometrik Jalan Antar Kota (RSNI T-14-2004), perhitungan tebal perkerasan jalan beton semen pada jalan ini menggunakan Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen (Pd T-14-2003). Perencanaan drainase dengan menggunakan Tata Cara Drainase Permukaan Jalan (SNI 03-3424-1994), dan rencana anggaran biaya dengan menggunakan buku petunjuk teknis Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Surabaya.

Dari hasil perhitungan perencanaan pada proyek Jalan Bts.Kota Pacitan – Bts.Kab. Ponorogo diperoleh analisa kapasitas jalan dengan DS 0.73 pada akhir umur rencana sehingga belum diperlukan pelebaran jalan. Perencanaan tebal perkerasan jalan menggunakan perkerasan kakudiperoleh tebal beton K-350 21.5 cm dan stabilisasi tanah dasar dengan CBK 10 cm dengan umur rencana 20 tahun. Perencanaan dimensi saluran tepi (drainase) bebentuk trapesium dengan bahan terbuat dari pasangan batu kali diperoleh dimensi b=0.3 m, d=0.5 m, dan w=0.5 m. Anggaran yang diperlukan untuk melakukan pembangunan proyek ini sebesar Rp22.287.850.000 terbilang "*Dua Puluh Dua Milyar Dua Ratus Delapan Puluh Tujuh Juta Delapan Ratus Lima Puluh Ribu Rupiah"*.Dengan adanya pembangunan proyek ini dengan umur rencana 20 tahun diharapkan mempermudah akses dari Pacitan ke Ponorogo maupun sebaliknya.

Kata Kunci : Beton Semen, Tebal Perkerasan, Geometrik, Drainase

DESIGN OF OVERLAY CEMENT CONCRETE ON FLEXIBLE PAVEMENT BTS KOTA PACITAN – BTS KAB.PONOROGO, KM.SBY 248+900 – KM.SBY 251+900 EAST JAVA PROVINCE

1" Student Name	**: Adi Firmansyah Putra**
NRP 1" Student	**: 3113030072**
2" Student Name	**: Galih Ardiansyah Putera**
NRP 2" Student	**: 3113030096**
Study Program	**: Diploma 3 Teknik Sipil**
Concentrated	**: Bangunan Transportasi**
Counselor Lecture	**: Ir. Dunat Indratmo, MT**
NIP	**: 19530323 198502 1 001**

Abstract

Pacitan – Ponorogo is the main road that connect between Pacitan region with Ponorogo region. As we know Pacitan has many beatiful naturaal scenery like Klayar beach,Banyu tibo beach,Gong cave,Luweng Jaran cave etc. So with this road project, hopefully make tourist and local people easier to reach that place. This road is the shortest and fastest access to reach Pacitan for tourist to visit there. If this road is broken or maybe malfuntion,they must get the other accsess but make it will take so long because the distance between 2 region if take that roaad is very far. To make the road more powerful than before, the road must be upgrade with rigid pavement on flexible pavement in KM SBY 248+900 – KM SBY 251+900.

In this project, there are many methods. The first is analysis the capacity of this road with "Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997". And then geometry control with "Geometrik Jalan Antar Kota (RSNI T-14-2004)". Definite the thick of plate in rigid pavement with "Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen (Pd T-14-2003). Design the drainage in this road with "Tata Cara Drainase Permukaan Jalan (SNI – 03-3424-

1994). And the last is planning about cost estimate this project with “Harga Satuan Dasar Jawa Timur,Pacitan Region 2015”.

From the analysis,the capacity of vehicle in 2038 is 0.73 that meant,this road doesn’t need additional road beside the main road. The thick of concrete plate is 21. 5 cm with K- 350 and the soil stabilitation use “Campuran Beton Kurus” 10 cm. And the dimension of drainage b= 0.3 m,d = 0.5m,w= 0.5 m. Cost estimate in this project is 22.287.850.000 (Twenty Two Billion Two Hundred Eighty Seven Million Eight Hundred Fifty Thousand Rupiah). Hopefully,this project can make the access easier than before.

Keyword : Rigid Pavement,Thick of Plate, Geometry, Drainage

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan YME yang telah melimpahkan rahmat dan anugerah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul**"Perencanaan Lapis Tambahan (Overlay)Beton Semen Diatas Perkerasan LenturBts Kota Pacitan – Bts Kab.Ponorogo,Km.Sby 248+900 – Km.Sby 251+900Provinsi Jawa Timur"**

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademis pada program studi Diploma 3 Teknik Sipil ITS. Tujuan dari penulisan Tugas Akhir ini agar mahasiswa daoat mengaplikasikan secara langsung ilmu-ilmu yang didapat selama bangku perkuliahan pada perkerjaan pada pekerjaan langsung di lapangan.

Terwujudnya laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari peran, natuan serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempata ini penulis ingin mengucapkan trimakasih kepada :

1. Bapak Ir. M. Sigit Darmawan, M. EngSc, Ph.D selaku Kepala Program Studi Diploma Teknik Sipil FTSP ITS.
2. Bapak Ir. Dunat Indratmo, MTselaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan masukan, saran, kritik dan bimbingan sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik.
3. Ibu Ir. Sri Subhekti, MT selaku dosen wali yang telah memberikan bimbingannya.
4. Direktorat Jenderal Bina Marga Balai Besar Perencanaan Jalan Nasional V.
5. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan moril dan material serta selalu mendoakan sehingga penulis mampu menyelesiakan Tugas Akhir.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen dan karyawan Diploma Teknik Sipil FTSP-ITS
7. Rekan-rekan mahasiswa Diploma Teknik Sipil
8. Dan semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan yang tidak bisa kami sebutkan satu persatu.

Kami menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini tentunya jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan adanya kritik maupun saran yang membangun dari semua pihak.

Akhir kata, semoga laporan Tugas Akhir dapat memberikan manfaat bagi mahasiswa Teknik Sipil pada khususnya dan bagi para pembaca pada umunya.

Surabaya, 23 Mei 2016

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK i
KATA PENGANTAR..... v
DAFTAR ISI vii
DAFTAR GAMBAR xii
BAB 1 PENDAHULUAN .**Error! Bookmark not defined.**
1.1 Latar Belakang .....**Error! Bookmark not defined.**
1.2 Rumusan Masalah .....**Error! Bookmark not defined.**
1.3 Batasan Masalah.....**Error! Bookmark not defined.**
1.4 Maksud dan Tujuan.....**Error! Bookmark not defined.**
1.5 Manfaat Penulisan .....**Error! Bookmark not defined.**
1.6 Peta Lokasi .....**Error! Bookmark not defined.**
1.7 Kondisi Eksisting .....**Error! Bookmark not defined.**
BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... **Error! Bookmark not defined.**
2.1 Analisa Kapasitas Jalan**Error! Bookmark not defined.**
2.1.1 Kapasitas Dasar ..**Error! Bookmark not defined.**
2.1.2 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Jalur Lalu Lintas (FCW).....**Error! Bookmark not defined.**
2.1.3 Faktor penyesuaian Kapsitas Akibat Pemisah arah (FC_{SPB}) .....**Error! Bookmark not defined.**
2.1.4 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hamatan Samping (FC_{SF})...**Error! Bookmark not defined.**
2.1.5 Penentuan Kapasitas Pada Kondisi Lapangan.....**Error! Bookmark not defined.**

2.1.6 Derajat kejenuhan ..... **Error! Bookmark not defined.**

2.2 Perencanaan Tebal Perkerasan**Error! Bookmark not defined.**

2.2.1 Struktur Perkerasan Jalan Beton Semen ..... **Error! Bookmark not defined.**

2.2.2 Beton Semen .....**Error! Bookmark not defined.**

2.2.3 Lalu Lintas .....**Error! Bookmark not defined.**

2.2.4 Bahu jalan .....**Error! Bookmark not defined.**

2.2.5 Perencanaan tebal plat ..... **Error! Bookmark not defined.**

2.2.6 Sambungan .....**Error! Bookmark not defined.**

2.2.7 Perencanaan Penulangan .. **Error! Bookmark not defined.**

2.3 Kontrol Geometrik .....**Error! Bookmark not defined.**

2.3.1 Alinyemen Horizontal ..... **Error! Bookmark not defined.**

2.3.2 Bentuk Lengkung**Error! Bookmark not defined.**

2.3.3 Alinyemen Vertikal ..... **Error! Bookmark not defined.**

2.4 Perencanaan Drainase ..**Error! Bookmark not defined.**

2.4.1 Fungsi drainase ...**Error! Bookmark not defined.**

2.4.2 Tahapan menentukan debit aliran :..... **Error! Bookmark not defined.**

2.4.3 Tahapan menentukan dimensi drainase ..... **Error! Bookmark not defined.**

2.4.4 Tahapan menentukan dimensi gorong-gorong .....**Error! Bookmark not defined.**

2.6 Rencana Anggaran Biaya**Error! Bookmark not defined.**

2.6.1 Volume pekerjaan ..... **Error! Bookmark not defined.**

2.6.2 Harga satuan pekerjaan ..... **Error! Bookmark not defined.**

BAB 3 METODOLOGI .....**Error! Bookmark not defined.**

3.1 Pekerjaan Persiapan .....**Error! Bookmark not defined.**

3.2 Pengumpulan Data .....**Error! Bookmark not defined.**

3.3 Analisa Data Peningkatan Jalan**Error! Bookmark not defined.**

3.3.1 Analisis untuk Pelebaran Jalan **Error! Bookmark not defined.**

3.3.2 Menghitung Rencana Tebal Perkerasan Pelebaran Jalan .....**Error! Bookmark not defined.**

3.3.3 Menghitung Pelapisan Ulang (Overlay) pada Jalan Lama .....**Error! Bookmark not defined.**

3.3.4 Merencanakan dan Menghitung Saluran Tepi .....**Error! Bookmark not defined.**

3.4 Gambar Teknik Hasil Perencanaan**Error! Bookmark not defined.**

3.5 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya..... **Error! Bookmark not defined.**

3.6 Kesimpulan dan Saran..**Error! Bookmark not defined.**

BAB 4 PENGUMPULAN DATA .... **Error! Bookmark not defined.**

4.1 Data Lalu Lintas .....**Error! Bookmark not defined.**

4.2 Analisa Kapasitas Jalan **Error! Bookmark not defined.**

4.2.1 Kapasitas Dasar (Co) ..... **Error! Bookmark not defined.**

4.2.2 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (Fcw)**Error! Bookmark not defined.**

4.2.3 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FCsp) .....**Error! Bookmark not defined.**

4.2.4 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FCsf)...**Error! Bookmark not defined.**

4.2.5 Nilai Kapasitas (C) ..... **Error! Bookmark not defined.**

4.2.6 Arus Kendaraan (Q) dan Derajat Kejenuhan (DS).....**Error! Bookmark not defined.**

4.2.7 Kapasitas Jalan dengan KAJI 1997 ..... **Error! Bookmark not defined.**

4.3 Kontrol Geometrik .....**Error! Bookmark not defined.**

4.3.1 Alinyemen Horizontal ..... **Error! Bookmark not defined.**

4.3.2 Alinyemen Vertikal ..... **Error! Bookmark not defined.**

4.3.3 Kontrol Fase Antar Alinyemen Vertikal dan Horizontal .....**Error! Bookmark not defined.**

4.3.4 Kontrol Panjang Kritis..... **Error! Bookmark not defined.**

4.4 Perencanaan Lapis Tambah Perkerasan Kaku .... **Error! Bookmark not defined.**

4.4.1 Pengolahan Data CBR ..... **Error! Bookmark not defined.**

4.4.2 Pondasi Bawah....**Error! Bookmark not defined.**

4.4.3 Beton Semen.....**Error! Bookmark not defined.**

4.4.4 Umur Rencana ....**Error! Bookmark not defined.**

4.4.5 Jenis Sumbu Kendaran ..... **Error! Bookmark not defined.**

4.4.6 Data Teknis.....**Error! Bookmark not defined.**

4.4.7 Analisa Lalu Lintas..... **Error! Bookmark not defined.**

4.4.8 Perhitungan Tebal Plat Beton ..**Error! Bookmark not defined.**

4.4.9 Perhitungan Tulangan..... **Error! Bookmark not defined.**

4.5 Perencanaan Drainase Jalan**Error! Bookmark not defined.**

4.5.1 Data Curah Hujan ..... **Error! Bookmark not defined.**

4.5.2 Perhitungan Saluran..... **Error! Bookmark not defined.**

4.5.3 Perhitungan Gorong-Gorong ...**Error! Bookmark not defined.**

BAB 5 Metode Pelaksanaan (*Method Statement*) .....**Error! Bookmark not defined.**

.....**Error! Bookmark not defined.**

BAB 6 RAB (Rencana Anggaran Biaya) .**Error! Bookmark not defined.**
6.1 Perhitungan Volume.....**Error! Bookmark not defined.**
6.2 Daftar Harga Satuan.....**Error! Bookmark not defined.**
6.3 Analisa Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) .. **Error! Bookmark not defined.**
6.4 Rencana Anggaran Biaya**Error! Bookmark not defined.**
6.5 Rekapitulasi Biaya .....**Error! Bookmark not defined.**
BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN..... 235
7.1 Kesimpulan 235
7.2 Saran..... 236
DAFTAR PUSTAKA 236
LAMPIRAN 239

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Peta Jawa Timur ..... **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 1. 2 Peta Administasi Kabupaten Pacitan.....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 1. 3 Peta Jalan Di Kabupaten Pacitan. **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 1. 4 Peta Teknis Lokasi Proyek ....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 1. 5 Kondisi Eksisting KM 248 + 900 **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 1. 6 Kondisi Eksisting KM 249 + 900 **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 1. 7 Kondisi Eksisting KM 250 + 900 **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 1. 8 Kondisi Eksisting KM 251 + 900 **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 1. 9 Kondisi Selokan KM 249 + 900.. **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 1. 10 Kondisi Selokan KM 250 + 900 **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 1. 11 Kondisi Selokan KM 251 + 900 **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2. 1Struktur Perkerasan Beton Semen **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 2. 2. Hubungan antara CBR dengan modulus reksi tanah dasar ..... **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 2. 3 Tebal Pondasi Bawah Minimum . **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 2.4 CBR Tanah dasar efektif .....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 2. 5 Nomogram analisa erosi.....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 2. 6 Nomogram analisa fatik dan repetisi ijin.....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 2. 7 Angka Ekivalen Beban Sumbu.... **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 2. 8 Bagan Alir Perencanaan Tikungan .....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 2. 9 Lengkung Full Circle.....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 2. 10 Lengkung Spriral Circle Sprial.. **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 2. 11 Lengkung Spiral - Spiral .....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 2. 12 Penampang selokan .....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 2. 13. Kurva Basis ..... **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 2. 14 Sketsa kemiringan tanah.....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 2. 15 Penampang Gorong-Gorong Lingkaran .....**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 1 Grafik Pertumbuhan volume lalu lintas kendaraan sepeda motor (Gol 1).....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 2 Grafik Pertumbuhan Volume Lalu Lintas Kendaraan Sedan, Jeep dan Station Wagon (Gol 2)..... **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 3 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Gol. 3 (Opelet, Pick-up opelet, Sub-urban, Combi, Minibus)**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 4 Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Gol. 4 (Pick-up, Micro Truck dan Mobil Hantaran atau Pick-up Box) .....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 5 Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Gol. 5a (Bus Kecil) .....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 6 Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Gol. 5b (Bus Besar).....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 7 Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Gol. 6a (Truk ringan 2 sumbu).....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 8 Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Gol. 6b (Truk sedang 2 sumbu).....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 9 Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Gol. 7a (Truk 3 sumbu).....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 10 Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Gol. 7b (Truk gandengan) .....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 11 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Gol. 7c (Truk semitrailer) .....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 12 Rambu Dilarang Berhenti....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 13 Rambu Dilarang Mendahului Kendaraan Lain .....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 14 Rambu Hati-Hati...**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 15 Rambu Tanjakan dan Turunan...**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 16 Kontrol Alinyemen Sefase...**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 17 Grafik CBR.....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 18 CBR Tanah Dasar Efektif dan Tebal Pondasi Bawah.....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 19 Grafik Analisa Fatik STRT..**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 20 Grafik Analisa Fatik STRG .**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 21 Grafik Analisa Fatik STdRG**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 22 Grafik Analisa Erosi STRT .**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 23 Grafik Analisa Erosi STRG.**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 24 Grafik Analisa Erosi STdRG.....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 25 Grafik Analisa Fatik STRT..**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 26 Grafik Analisa Fatik STRG .**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 27 Grafik Analisa Fatik STdRG**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 28 Grafik Analisa Erosi STRT .**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 29 Grafik Analisa Erosi STRG.**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 30 Grafik Analisa Erosi STdRG.....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 31 Grafik Analisa Fatik STRT..**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 32 Grafik Analisa Fatik STRG .**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 33 Grafik Analisa Fatik STdRG**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 34 Grafik Analisa Erosi STRT .**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4. 35 Grafik Analisa Erosi STRG.**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 36 Grafik Analisa Erosi STRG.**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 37 Sketsa Plat Beton di atas Perkerasan Lentur. **Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 38 Potongan Melintang Plat Beton dengan Detail Tulangan.....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 39 Tampak Atas Tulangan Memanjang dan Melintang Plat Beton .....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 40 Kurva Basi Rencana .....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 41 Desain Gorong-Gorong .....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 42 Pemasangan Rambu Keselamatan (*Safety Sign*) .....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 43 Pekerjaan Pembetonan Dilakukan Satu Lajur dan Bertahap .....**Error! Bookmark not defined.**
Gambar 4. 44 Buka tutup Jalan dan kendaraan dari dua arah lewat bergantian.....**Error! Bookmark not defined.**

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meningkatnya mobilitas penduduk sejalan dengan pertumbuhan dan perkembangan wilayah permukiman serta industri di Provinsi Jawa Timur menyebabkan semakin meningkatnya kebutuhan akan penyediaan sarana dan prasarana trasportasi yang mencukupi. Seiring dengan itu pemerintah mengarahkan Pembangunan Nasional untuk penyediaan fasilitas transportasi, baik berupa jalan antar kabupaten/kota, provinsi maupun jalan tol di berbagai daerah di Indonesia. Jalan sebagai sarana penghubung merupakan unsur penting dalam usaha mengembangkan segenap potensi yang ada pada suatu daerah / wilayah. Jalan saat ini bukan hanya sekedar mempermudah kelancaran transportasi tetapi juga berkaitan dengan kehidupan sosial, ekonomi, politik, serta pertahanan dan keamanan. Jika jalan tersebut mampu memberikan pelayanan yang baik juga akan mampu meningkatnya taraf kehidupan masyarakat di daerah tersebut.

Ruas Jalan Bts. Kota Pacitan – Bts Kab. Ponorogo, KM.SBY 248+900 – KM.SBY 251+900 merupakan jalan arteri primer yang menghubungkan antara Kota Pacitan dengan beberapa kota/kabupaten seperti Ponorogo, Trenggalek dan Wonogiri. Jalan ini merupakan akses bagi warga yang akan menuju Pacitan ke Ponorogo maupun sebaliknya. Kondisi eksisting yang ada saat ini telah dilakukan penghamparan lapis tambah *(overlay)* menggunakan perkerasan lentur *(flexible pavement)*. Namun seiring meningkatnya jumlah dan beban lalu lintas kendaraan yang melewati ruas jalan tersebut pada tahun yang akan datang, overlay yang dilakukan dengan perkerasan lentur *(flexible pavement)* dirasa kurang layak dan tidak mampu untuk dibebani volume arus lalu lintas yang didominasi oleh kendaraan sedang hingga berat. Ditambah lagi kedua daerah tersebut terdapat tempat wisata antara lain Pantai Klayar,

Pantai banyu Tibo, Goa Gong, Goa Luweng Jaran yang berada di daerah Pacitan dan Kesenian Reog Ponorogo, Goa Lowo, Coban Lawe yang berada di daerah Ponorogo, sehingga volume kendaraan wisatawan yang akan menuju dan keluar dari kedua daerah ini semakin meningkat. Oleh karena itu penambah lapis tambah *(overlay)* menggunakan perkerasan kaku *(rigid pavement)* diatas permukaan lentur perlu dilakukan untuk meningkatkan dan tetap memberikan pelayanan yang baik bagi pengguna jalan dan perekonomian kedua daerah tersebut bisa tetap berjalan dengan lancar.

.

Dari latar belakang tersebut penulis mengangkatnya sebagai Tugas akhir dengan judul **"Perencanaan Lapis Tambah (Overlay) Beton Semen di Atas Perkerasan Lentur, Bts Kota Pacitan – Bts Kab. Ponorogo, KM.SBY 248+900 – KM.SBY 251+900, Provinsi Jawa Timur".** Tugas akhir ini dilakukan untuk melakukan studi kasus peningkatan jalan berdasarkan pada data volume lalu lintas, data geometrik jalan dengan kondisi eksisting lebar perkerasan 7 m, bahu kanan dan kiri masing masing 1.5 m, data tanah dasar untuk pelebaran dan tebal perkerasan serta data curah hujan. Perencanaan peningkataan ini meliputi peningkatan pelayanan berdasarkan analisis kapasitas jalan, kontrol geometik jalan dan perhitungan perkerasan jalan agar dapat mengakomodasi pertumbuhan lalu lintas 20 tahun mendatang. Disamping itu, perlu diadakan perencanaan saluran tepi jalan (drainase) sebagai pelengkap dari hasil perencanaan peningkatan jalan tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Dengan memperhatikan pada latar belakang tersebut perlu ditinjau kembali dari segi teknis yaitu bagaimana melakukan perkerasan jalan dengan menggunakan struktur perkerasan kaku (*rigid pavement*) dari segi perencanaan adalah sebagai berikut :

1. Berapa kebutuhan analisa kapasitas jalan untuk umur rencana jalan 20 tahun mendatang?

2. Berapa kebutuhan pelebaran yang diperlukan untuk umur rencana jalan 20 tahun mendatang?
3. Berapa kebutuhan tebal plat beton dan penulangan yang diperlukan segmen perkerasan jalan selama umur rencana 20 tahun?
4. Bagaimana merencanakan dimensi saluran tepi?
5. Berapa anggran biaya total yang diperlukan untuk melaksanakan pembangunan jalan pada segmen jalan yang direncanakan?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan dibahas dalam penulisan tugas akhir ini adalah :

a. Data lalu lintas diperoleh dari Dirjen Binamarga Balai Besar Perencanaan Jalan Nasional V (tidak melakukan survey lalu lintas).
b. Kontrol geometrik jalan KM.SBY 248+900 – KM.SBY 251+900, baik alinyemen verrtikal maupun alinyemen horizontal.
c. Perencanaan perkerasan kaku pada pelebaran jalan. Menghitung tebal lapisan ulang plat beton pada jalan lama dengan cara "Perencanaan perkerasan jalan beton semen Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah 2003".
d. Perencanaan saluran tepi jalan untuk perencanaan drainase permukaan dengan menggunakan "SNI 03 – 3424 – 1994".
e. Perhitungan rencana anggaran biaya untuk peningkatan jalan menggunakan rigid pavement beedasarkan HSPK (Harga Satuan Pokok Kegiatan) setempat.
f. Tidak membahas pelaksanaan bangunan pelengkap (gorong-gorong, jembatan, dinding penahan tanah, dan bangunan terjunan pada drainase).
g. Tidak melakukan penyelidikan tanah.
h. Tidak merencanakan waktu penyelesaian pekerjaan.

i. Tidak merencanakan geometrik jalan.
j. Tidak membahas metode pelaksanaan

1.4 Maksud dan Tujuan

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah merencanakan lapis tambah beton semen diatas perkerasan lentur Jalan Bts. Kota Pacitan – Bts. Kab. Ponorogo, KM.SBY 248+900 – KM.SBY 251+900. Dimana hal-hal yang akan direncanakan meliputi :

1. Perencanaan analisa kapasitas jalan untuk umur rencanan 20 tahun mendatang.
2. Perencanaan kebutuhan pelebaran jalan untuk umur rencana 20 tahun.
3. Perencanaan kebutuhan tebal perkerasan dan kebutuhan penulangan pada konstruksi pelebaran untuk umur rencana 20 tahun mendatang.
4. Menghitung dimensi saluran tepi jalan.
5. Menghitung rencana anggran biaya.

1.5 Manfaat Penulisan

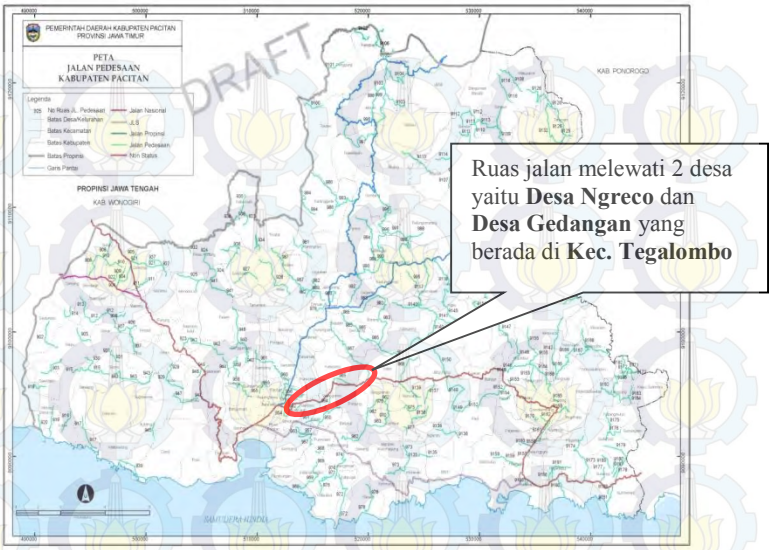
Manfaat yang diperoleh dari Tugas Akhir Perencanaan Lapis tambah beton semen diatas perkerasan lentur Jalan Bts. Kota Pacitan – Bts. Kab. Ponorogo, KM.SBY 248+900 – KM.SBY 251+900 adalah sebagai berikut :

1. Mampu mendesain proyek peningkatan jalan (analisa dan gambar rencana).
2. Mampu menentukan spesifikasi teknik jalan yang diperlukan untuk proyek peningkatan jalan.
3. Mampu menghitung rencana anggaran biaya dari proyek peningkatan jalan.

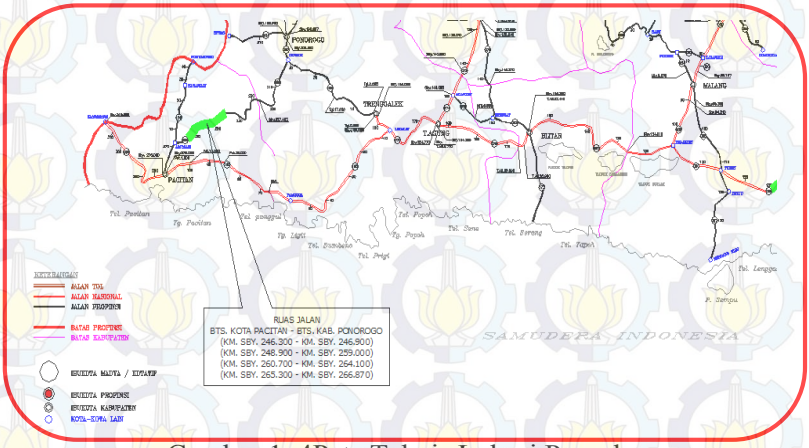
1.6 Peta Lokasi

Gambar 1. 1Peta Jawa Timur
Sumber : Dokumentasi Penulis

Gambar 1. 2 Peta Administasi Kabupaten Pacitan
Sumber : PU Bina Marga Kabupaten Pacitan



Gambar 1. 3 Peta Jalan Di Kabupaten Pacitan
Sumber : PU Bina Marga Kabupaten Pacitan



Gambar 1. 4Peta Teknis Lokasi Proyek
Sumber : Dokumentasi Proyek

1.7 Kondisi Eksisting

Uraian kondisi eksisting jalan menggambarkan tentang kondisi setempat yang biasa disebut dengan Kondisi Eksisting Jalan. Kondisi eksisting jalan dalam studi ini terletak pada KM.SBY 248+900 – KM.SBY 251+900 sperti yang ditunjukka pada gambar-gambar berikut.

Gambar 1. 5Kondisi Eksisting KM 248 + 900
Sumber : Dokumentasi Penulis

Gambar 1. 6Kondisi Eksisting KM 249 + 900
Sumber : Dokumentasi Penulis

Gambar 1. 7Kondisi Eksisting KM 250 + 900
Sumber : Dokumentasi Penulis

Gambar 1. 8Kondisi Eksisting KM 251 + 900
Sumber : Dokumentasi Penulis

Gambar 1. 9Kondisi Selokan KM 249 + 900
Sumber : Dokumentasi Penulis

Gambar 1. 10Kondisi Selokan KM 250 + 900
Sumber : Dokumentasi Penulis

Gambar 1. 11Kondisi Selokan KM 251 + 900
Sumber : Dokumentasi Penulis

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Analisa Kapasitas Jalan

Analisan kapasitas jalan bertujuan untuk menentukan peningkatan jalan akibat perilaku lalu lintas yang dikehendaki sampai 20 tahun yang akan datang. Untuk kebutuhan lebar jalan maka diperlukan langkah-langkah dalam penentuannya sebagai berikut :

2.1.1 Kapasitas Dasar

Kapasitas jalan yang ditinjau merupakan jalan luar kota dengan kondisi eksisting 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2 UD).

Tabel 2. 1 Kapasitas dasar pada jalan luar kota 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2 UD)

Tipe Jalan / Tipe Alinyemen	Kapasitas Dasar Total Kedua Arah (smp/jam)
Datar	3100
Bukit	3000
Gunung	2900

Sumber : Tabel C-1:2 Kapasitas dasar pada jalan luar kota 2-lajur-2-arah tak terbagi (2/2 UD) MKJI 1997 6-65

Penggolongan tipe medan/alinyemen sesuai dengan topografi yang dilewati oleh jalan dapat digolongkan menjadi 3 jenis berdasarkan perbedaan besarnya kemiringan medan dalam arah kira-kira tegak lurus dengan as jalan.

Tipe alinyemen adalah gambaran daerah yang dilalui oleh jalan dan ditentukan oleh naik turun lengkung vertikal dan lengkung horisontal. Untuk menentukan alinyemen vertikal dan horisontal pada jalan dapat menggunakan rumus berikut :

Alinyemen Vertikal

$$\frac{\Delta H}{\Sigma \text{ panjang jalan}} \quad (satuan\ m\ atau\ km) \quad .....(Pers\ 2.1)$$

Alinyemen Horisontal

$$\frac{\frac{\Sigma \Delta}{360} \times 2\pi \; rad}{\Sigma \; panjang \;\; jalan} \quad (satuan\ rad\ atau\ km) \; ...(Pers\ 2.2)$$

Pengelompokan medan dan kemiringan dapat dilihat pada tabel 2.2

Tabel 2. 2Pembagian Tipe Alinyemen

Tipe Alinyemen	Naik + Turun m/km	Lengkung Horisontal rad/km
Alinyemen Datar	< 10	< 1
Alinyemen Bukit	10 - 30	1 - 2.5
Alinyemen Gunung	> 30	> 2.5

Sumber : MKJI Tahun 1997 (Jalan Luar Kota), hal 6-23

2.1.2 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Jalur Lalu Lintas (FCW)

Merupakan lebar jalur jalan yang dilewati lau lintas kedaraan, tidak termasuk bahu jalan dapat dilihat pada tabel C-2:1 MKJI 1997, hal 6-66

Tabel 2. 3 Faktor Penyesuaian Kapsitas Akibat Lebar Jalur Lalu-Lintas (FC_W)

Tipe Jalan	Lebar Efektif Jalur lalu Lintas (WC) (m)	FCw
Empat - Lajur	Per Lajur	
	3	0.91
	3.25	0.96
	3.5	1.00
	3.75	1.03
Empat - Lajur Tak Terbagi	Per Lajur	
	3	0.91
	3.25	0.96
	3.5	1.00
	3.75	1.03
Dua Lajur Tak Terbagi	Total kedua arah	
	5	0.69
	6	0.91
	7	1.00
	8	1.08
	9	1.15
	10	1.21
	11	1.21

Sumber : Tabel C-2:1 MKJI 1997, hal 6-66

2.1.3 Faktor penyesuaian Kapsitas Akibat Pemisah arah (FC_{SPB})

Merupakan pembagian arah arus pada jalan dua arah yang dinyatakan dalam prosentase dari arah arus total masing-masing arah, dapat dilihat dalam tabel C-3:1 MKJI 1997, hal 6-67.

Tabel 2. 4 Faktor Penyesuaian Kapasitas akibat Pemisah Arah

Pemisah Arah SP %-%		50-50	55-45	60-40	65-35
FCspb	Dua ljur 2/2	1	0.97	0.94	0.91
	Empat Lajur 4/2	1	0.975	0.95	0.925

Sumber : Tabel C-3:1 MKJI 1997, hal 6-67

2.1.4 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hamatan Samping (FC_{SF})

Merupakan pengaruh kondisi kegiatan-kegiatan di samping ruas jalan, yang memberi dampak pada arus lalu lintas, misalnya : pejalan kaki, pemberhentian kendaraan, dan lain sebagainya. Penentuan FCSF dapat dilihat dalam tabel C-4:1 MKJI 1997 hal 6 – 68.

Tabel 2. 5 Kelas Hambatan Samping

Kelas Hambatan Samping	Kode	Frekuensi berbobot dan kejadian (kedua sisi)	Kondisi Khas
Sangat Rendah	VL	< 50	Pedesaan : Pertanian atau belum berkembang
Rendah	L	50 - 50	Pedesaan : Beberapa bangunan dan kegiatan samping jalan
Sedang	M	120 - 250	Kampung : Kegiatan pemukiman
Tinggi	H	250 - 350	Kampung : Kegiatan pasar
Sangat Tinggi	VH	> 350	Hampir perkotaan : banyak pasar / kendaraan niaga

Sumber : Tabel A-4:1 MKJI 1997 hal 5 – 39

Tabel 2. 6 Faktor Penyesuaian Kapasitas akibat Hambatan Samping (FC_{SF})

Tipe Jalan	Kelas hambatan samping	Samping (FCsf)			
		Lebar bahu efektif Ws			
		≤ 0.5	1.00	1.50	≥ 2
4/2 D	VL	0.99	1.00	1.01	1.03
	L	0.96	0.97	0.99	1.01
	M	0.93	0.95	0.96	0.99
	H	0.90	0.92	0.95	0.97
	VH	0.88	0.90	0.93	0.96
2/2 UD & 4/2 UD	VL	0.97	0.99	1.00	1.02
	L	0.93	0.95	0.97	1.00
	M	0.88	0.91	0.94	0.98
	H	0.84	0.87	0.91	0.95
	VH	0.80	0.83	0.88	0.93

Sumber : Tabel C-4:1 MKJI 1997 hal 6 – 68

2.1.5 Penentuan Kapasitas Pada Kondisi Lapangan

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum yang dapat dipertahankan per satuan jam yang melewati suatu titik di jalan dalam kondisi tertentu, dengan Rumus:

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \quad \text{.....(Pers 2.3)}$$

Keterangan :

C = kapasitas (smp/jam)
C0 = kapasitas dasar (smp/jam)
FCW = faktor penyesuaian lebar jalan
FCSP = faktor penyesuaian pemisah arah (hanya untuk jalan tak terbagi)
FCSF = faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan

2.1.6 Derajat kejenuhan

Derajat kejenuhan adalah rasio arus terhadap kapasitas, yang digunaka sebagai faktor kunci dalam penentuan perilaku lalu lintas pada suatu simpang dan segmen jalan. Nilai derajat kejenuhan menunjukkan apakah segmen jalan tersebut layak digunakan atau tidak. Derajat kejenuhan diperoleh dari pembagian arus lalu lintas dengan kapasitas kendaraan yang ada. Derajat kejenuhan diberi batasan = 0.75, jika melebihi dari 0.75 maka jalan tersebut dianggap telah tidak layak dan tidak mampu menampung arus lalu lintas. Rumus yang digunakan :

DS < 0.75
DS = Q/C
Q = LHRT x k x emp.....*(Pers 2.4)*

Keterangan :

DS = Degree of saturation / Derajat kejenuhan
Q = Arus total lalu lintas (smp/jam)
C = Kapasitas (smp/jam)
k = faktor volume lalu lintas jam sibuk (peak hour). Nilai normal = 0.11

a. Faktor k merupakan rasio antara arus jam rencana dan LHRT. Nilainya ditentukan sebesar 0.11

b. LHRT merupakan lalu lintas harian rata-ratatahunan dalam satuan smp/jam dikalikan dengan nilai emp

c. emp (ekivalen mobil penumpang) merupakan faktor dari tipe kendaraan dibanding kendaraan ringan sehubungan dengan pengaruh kecepatan kendaraan ringan antara arus campuran.

Tabel 2. 7 Ekivalen Mobil Penumpang untuk Jalan Luar Kota 2 lajur 2 Arah Tak Terbagi (2/2 UD)

Tipe Alinyemen	Arus Total (kend/jam)	emp					
		MHV	LB	LT	MC		
					lebar jalur lalu lintas		
					< 6m	6- 8 m	> 8m
Datar	0	1.2	1.2	1.8	0.8	0.6	0.4
	800	1.8	1.8	2.7	1.2	0.9	0.6
	1350	1.5	1.6	2.5	0.9	0.7	0.5
	≥ 1350	1.3	1.5	2.5	0.6	0.5	0.4
Bukit	0	1.8	1.6	5.2	0.7	0.5	0.3
	650	2.4	2.5	5	1	0.8	0.5
	1100	2	2	3	0.8	0.6	0.4
	≥ 1600	1.7	1.7	3.2	0.5	0.4	0.3
Gunung	0	3.5	2.5	6	0.6	0.4	0.2
	450	3	3.2	5.5	0.9	0.7	0.4
	900	2.5	2.5	5	0.7	0.5	0.3
	≥ 1350	1.9	2.2	4	0.5	0.4	0.3

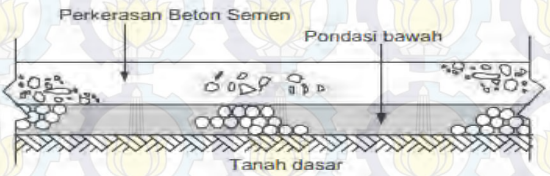
Sumber : Tabel A-3.1 MKJI 1997 hal 6 – 44

2.2 Perencanaan Tebal Perkerasan

Pada perencanaan ini tebal perkerasan menggunakan perkerasan beton semen. Perencanaan ini ditentukan oleh Perkiraan lalu lintas dan komposisinya selama umur rencana,kekuatan tanah dasar, kekuatan beton yang digunakan,jenis bahu jalan,jenis perkerasan, dan jenis penyaluran beban.

2.2.1 Struktur Perkerasan Jalan Beton Semen

Perkerasan beton semen adalah struktur yang terdiri atas pelat beton semen yang bersambung (tidak menerus) tanpa atau dengan tulangan,atau menerus dengan tulangan, terletak di atas lapis pondasi bawah atau tanah dasar,tanpa atau dengan lapis permukaan beraspal. Secara tipikal perkerasan beton semen terlihat pada gambar 2.1



Gambar 2. 1Struktur Perkerasan Beton Semen

Sumber : SNI Perkerasan Beton Semen Pd T-14-2003 hal 7

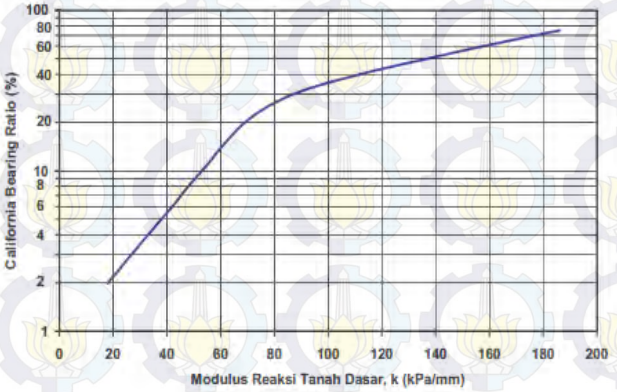
Pada perencanaan ini menggunakan perkerasan beton semen dengan BBDT (Beton semen Bersambung Dengan Tulangan). Pertimbangannya karena dari segi pelaksanaan akan lebih mudah untuk lokasi yang banyak terdapat tikungan dan daerah perbukitan pada daerah lokasi tersebut.

Perkerasan jalan dengan menggunakan perkerasan kaku (beton semen) juga memiliki keuntungan yang lebih banyak dibandingkan dengan perkerasan lentur (campuran beraspal) antara lain :

1. Total cost (biaya keseluruhan) dari awal pembangunan hingga perawatan berkala lebih murah
2. Umur rencana lebih panjang dan biaya perawatan lebih murah
3. Tahan terhadap air dan banjir
4. Kendaran berat lebih tercover (mampu menampung/dilewati kendaraan berat lebih banyak)

A. CBR Efektif dari perkerasan lama

Modulus reaksi perkerasan lama (k) didapat dari penguian pembebanan pelat (plate bearing test) menurut AASTO T222-81 diatas pemukaan perkerasan lama yang selanutnya dikorelasikan teradap nilai CBR menurut gambar 2.2. Bila nilai k lebih besar dari 140 kPa/mm (14 kg/cm^3) dengan nilai CBR 50%



Gambar 2. 2. Hubungan antara CBR dengan modulus reksi tanah dasar

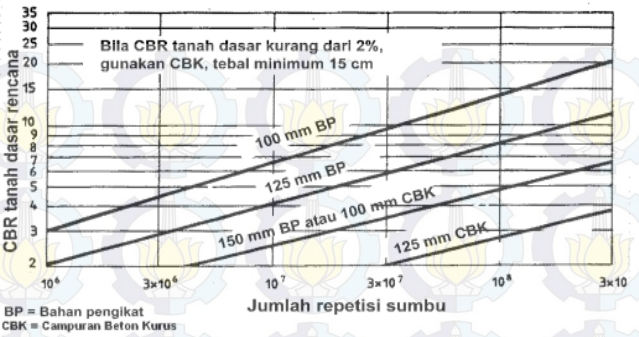
Sumber : SNI Perkerasan Beton Semen Pd T-14-2003 hal 32

B. Tanah Dasar

Daya dukung tanah tanah dasar ditentukan dengan pengujian CBR lapangan dan laboraturium. Apabila tanah dasar mempunyai 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 CBR tanah dasar efektif 50%

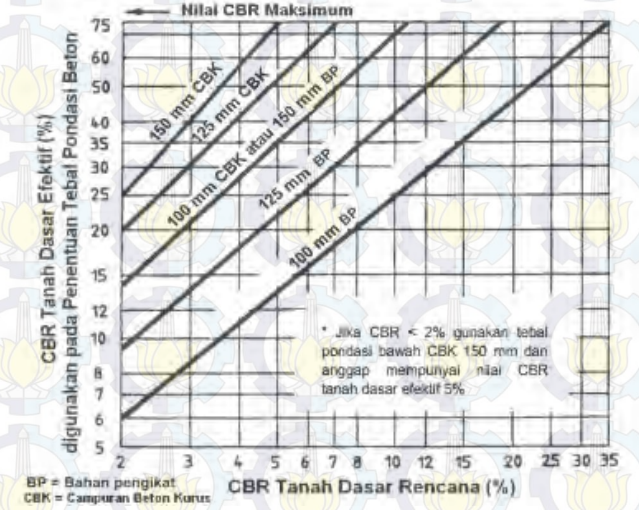
C. Pondasi Bawah

Bila direncanakan perkersan beton semen bersambung tanpa ruji,pondasi bawah harus menggunakan campuran beton kurus (CBK). Tebal lapis pondasi bawah minimum yang disarankan dapat dilihat pada gambar 2.2 dan CBR tanah dasar efektif didapat dari Gambar 2.3



Gambar 2. 3 Tebal Pondasi Bawah Minimum

Sumber : SNI Perkerasan Beton Semen Pd T-14-2003 hal 8



Gambar 2.4 CBR Tanah dasar efektif

Sumber : SNI Perkerasan Beton Semen Pd T-14-2003 hal 8

2.2.2 Beton Semen

Kekuatan beton semen harus dinyatakan dalam nilai kuat tarik lentur (*flexural strength*) umur 28 hari, yang didapat darI hasil pengujian balok dengan pembebanan tiga

titik (ASTM C -78) yang besarnya secara tipikal sekitar 3 – 5 Mpa (30 – 50 kg/cm^2).

Kuat tarik lentur beton yang diperkuat dengan bahan serat penguat seperti serat baja, aramit atau serat karbon, harus mencapai kuat tarik lentur 5 – 5,5 Mpa (50 – 55 kg/cm^2). Kekuatan rencana harus dinyatakan dengan kuat tarik lentur karakteristik yang dibulatkan hingga 0,25 Mpa (2,5 kg/cm^2) terdekat. Hubungan antara kuat tekan katrakteristik dengan kuat tarik – lentur beton dapat didekati dengan rumus berikut :

$F_{CF} = K \times (fc')^{0.50}$ *dalam MPA atau* .....*(Pers 2.5)*

$F_{CF} = 3.13\,K \times (fc')^{0.50}$ *dalam* kg/cm^2 .....*(Pers 2.6)*

Dimana :

$F_{c'}$ = Kuat tekan beton karakteristik 28 hari (kg/cm^2)

F_{cf} =Kuat tarik lentur beton 28 hari (kg/cm2)

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

2.2.3 Lalu Lintas

Beban lalu lintas rencana dinyatakan dalam jumlah sumbu kendaraan niaga (commercial vehicle), sesuai dengan konfigurasi sumbu [ada lajur rencana selama umur rencana. Volume lalu lintas menggunakan data terakhir atau data 2 tahun terakhir. Untuk perkerasan beton semen kendaraan yang ditinjau dengan berat total minimum 5 ton. Konfigurasi sumbu tersebut terdapat 4 kelompok yang terdiri dari :

- Sumbu tunggal roda tunggal (STRT)
- Sumbu tunggal roda ganda (STRG)
- Sumbu tandem roda ganda (STdRG)
- Sumbu tridem roda ganda (StrRG)

A. Lajur rencana dan koefisien distribusi

Jika jalan tidak memiliki tanda batas lajur, maka jumlah lajur dan koefisien distribusi (C) kendaraan niaga dapat ditentukan dari lebar perkerasan sesuai tabel 2.8

Tabel 2. 8 Lajur berdasarkan lebar perkerasan dan koefisien ditribusi

Lebar perkerasan (L_p)	Jumlah lajur (n_l)	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 : Perkerasan Jalan Beton Semen (Pd T-14-2003) hal 10

B. Umur rencana

Umur rencana perkerasan jalan ditentukan atas pertimbangan klasifikasi fungsional jalan, pola lalu lintas serta nilai ekonomi jalan yang bersangkutan. Umumnya perkerasan beton semen dapat direncanakan dengan umur rencana (UR) 20 sampai 40 tahun.

C. Pertumbuhan lalu lintas

Kapasitas jalan dicapai dengan factor pertumbuhan lalu lintas. Faktor pertumbuhan tersebut dapat ditentukan dengan rumus :

$$R = \frac{(1+i)^{UR-1}}{i} \quad \text{.....(Pers 2.7)}$$

Dimana :

R = Faktor pertumbuhan lalu lintas

i = Laju pertumbuhan lalu lintas per tahun dalam (%)

UR = Umur rencana (tahun)

Faktor pertumbuhan lalu lintas dapat juga ditentukan berdasarkan tabel 2.9

Tabel 2. 9 Faktor pertumbuhan lalu lintas

Umur Rencana (Tahun)	Laju Pertumbuhan (i) per tahun (%)					
	0	2	4	6	8	10
5	5	5,2	5,4	5,6	5,9	6,1
10	10	10,9	12	13,2	14,5	15,9
15	15	17,3	20	23,3	27,2	31,8
20	20	24,3	29,8	36,8	45,8	57,3
25	25	32	41,6	54,9	73,1	98,3
30	30	40,6	56,1	79,1	113,3	164,5
35	35	50	73,7	111,4	172,3	271
40	40	60,4	95	154,8	259,1	442,6

Sumber : Perkerasan Jalan Beton Semen (Pd T-14-2003) hal 11

D. Lalu Lintas Rencana

Lalu lintas rencana adalah jumlah komulatif sumbu kendaraan niaga pada lajur rencana, meliputi proporsi sumbu serta distribusi beban pada setiap jenis sumbu kendaraan. Jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana dihitung dengan rumus:

JSKN = JSKNH x 365 x R x C.....*(Pers 2.8)*

Dimana :

JSKN = Jumlah total sumbu kendaraan niaga selama umur rencana

JSKNH = Jumlah total sumbu kendaraan niaga per hari saat jalan dibuka

R = Faktor pertumbuhan komulatif dari perhitungan factor pertumbuhan lalu lintas

C = Koefisien distribusi kendaraan

E. Lalu Lintas Rencana

Pada penentuan beban rencana, beban sumbu dikalikan dengan faktor keamanan beban (Fkb). Ini digunakan berkaitan tingkat realibilitas perencanaan

Tabel 2. 10 Faktor Keamanan Beban (Fkb)

No.	Penggunaan	Nilai F_{KB}
1	Jalan bebas hambatan utama (*major freeway*) 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 (*weight-in-motion*) dan adanya kemungkinan route alternatif, maka nilai faktor keamanan beban dapat dikurangi menjadi 1,15.	1,2
2	Jalan bebas hambatan (*freeway*) dan jalan arteri dengan volume kendaraan niaga menengah.	1,1
3	Jalan dengan volume kendaraan niaga rendah.	1,0

Sumber : Pekerasan Beton Semen (SNI Pd T-14-2003)

2.2.4 Bahu jalan

Bahu beton semen adalah bahu yang dikunci dan diikatkan dengan lajur lalu lintas dengan lebar minimum 1,5 m atau bahu yang menyatu dengan lajur lalu lintas selebar 0,6 m dan mencakup saluran serta kerb.

2.2.5 Perencanaan tebal plat

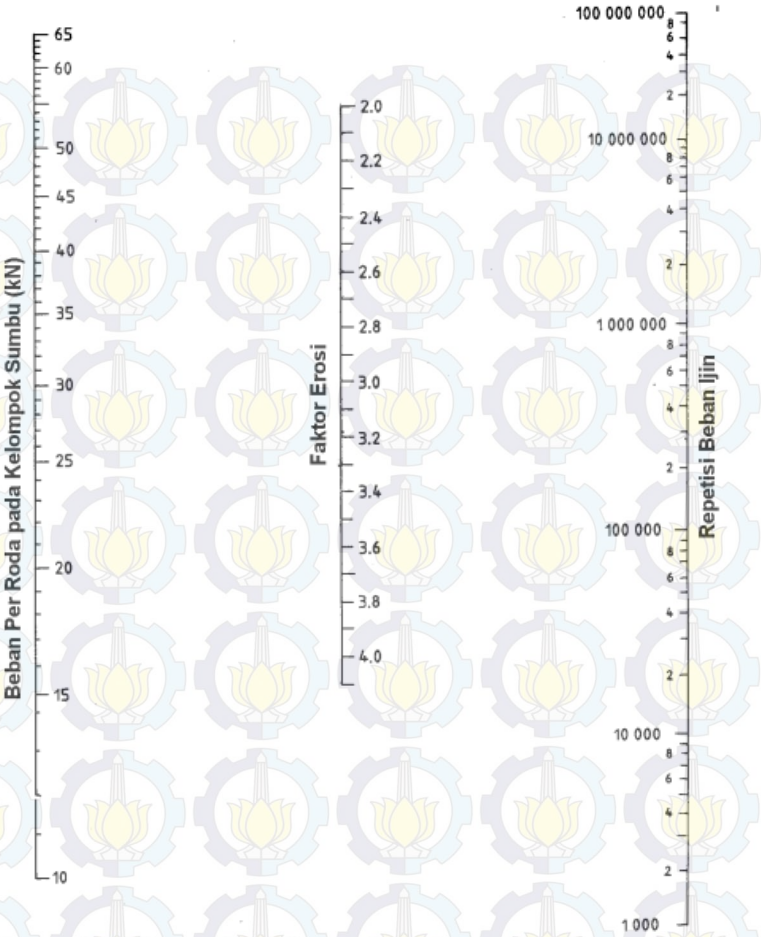
Prosedur perencanaan perkerasan beton semen ditentukan oleh 2 model kerusakan yaitu:

1. Retak fatik (lelah)
2. Erosi pada pondasi bawah atau tanah dasar

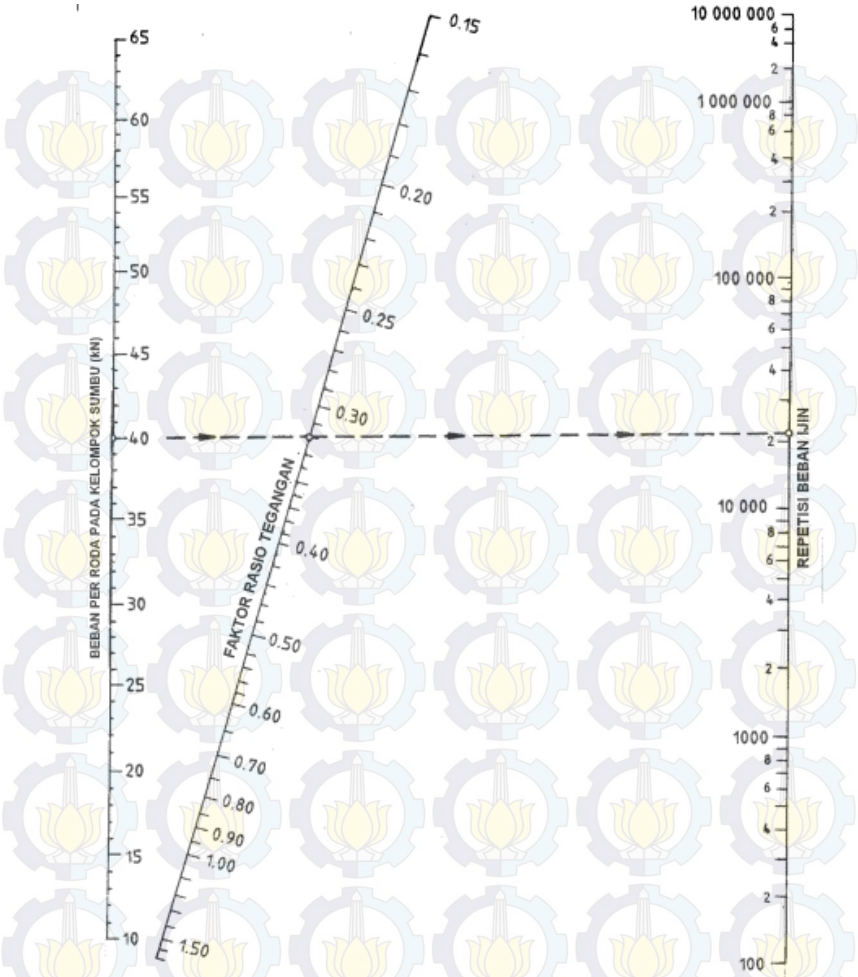
Maka untuk merencanakan tebal plat dibutuhkan taksiran berdasarkan 2 model kerusakan tersebut. Langkah – langkah untuk merencanakan tebal plat yaitu :

1. Pilih jenis perkerasan beton semen
2. Tentukan bahu jalan menggunakan beton atau tidak
3. Tentukan jenis dan tebal pondasi bawah berdasarkan CBR
4. Tentukan nilai CBR efektif
5. Taksir tebal plat beton
6. Tentukan tegangan ekivalen (TE) dan faktor erosi (FE)
7. Tentukan factor rasio tegangan (FRT) dengan membagi tegangan ekivalen (TE)
8. Tentukan factor keamanan

9. Tentukan beban per roda dan dikalikan dengan faktor keamanan
10. Tentukan jumlah repetisi ijin untuk fatik dengan factor rasio tegangan (FRT) dan beban rencana
11. Tentukan repetisi ijin untuk erosi dengan menggunakan faktor erosi (FE)
12. Ulang langkah (10 dan 11) untuk setiap beban per roda pada sumbu tersebut
13. Hitung jumlah total fatik berdasarkan presentase fatik dari setiap beban roda
14. Ulangi langkah 6 – 13 untuk setiap jenis kelompok sumbu lainnya.
15. Hitung jumlah toatal kerusakan akibat fatik dan erosi
16. Ulangi langkah 5 – 15 hingga mendapatkan tebal plat tertipis atau minimum.



Gambar 2. 5 Nomogram analisa erosi
Sumber : SNI Perkerasan Beton Semen Pd T-14-2003 hal 27



Gambar 2. 6 Nomogram analisa fatik dan repetisi ijin
Sumber : SNI Perkerasan Beton Semen Pd T-14-2003 hal 26

Tabel 2. 11 Tegangan Ekivalen untuk perkerasan dengan bahu jalan

Tabel 9 Tegangan Ekivalen dan Faktor Erosi untuk Perkerasan Dengan Bahu Beton

Tebal Slab (mm)	CBR Eff Tanah Dasar (%)	Tegangan Setara				Faktor Erosi							
						Tanpa Bahu				Dengan BahuBeton Berikatan			
		STRT	STRG	STdRG	STrRG	STRT	STRG	STdRG	STrRG	STRT	STRG	STdRG	STrRG
150	5	1,43	2,18	1,81	1,45	2,34	2,94	2,99	3	2,14	2,74	2,78	2,81
150	10	1,36	2,04	1,7	1,39	2,32	2,92	2,94	2,96	2,13	2,72	2,75	2,75
150	15	1,33	1,95	1,65	1,36	2,32	2,92	2,91	2,91	2,12	2,72	2,7	2,72
150	20	1,32	1,91	1,62	1,35	2,31	2,91	2,9	2,9	2,11	2,71	2,69	2,7
150	25	1,3	1,9	1,59	1,33	2,3	2,9	2,88	2,88	2,1	2,7	2,67	2,67
150	35	1,27	1,82	1,53	1,3	2,29	2,89	2,85	2,84	2,08	2,69	2,64	2,63
150	50	1,23	1,74	1,46	1,1	2,27	2,87	2,82	2,81	2,06	2,67	2,6	2,59
150	75	1,2	1,65	1,43	1,26	2,25	2,85	2,79	2,77	2,04	2,65	2,57	2,56
160	5	1,29	1,98	1,67	1,33	2,26	2,87	2,93	2,95	2,06	2,66	3,72	2,77
160	10	1,24	1,87	1,56	1,28	2,24	2,85	2,88	2,89	2,04	2,64	2,67	2,69
160	15	1,21	1,82	1,51	1,23	2,24	2,84	2,85	2,86	2,04	2,64	2,64	2,66
160	20	1,2	1,79	1,49	1,21	2,23	2,83	2,84	2,84	2,03	2,63	2,62	2,64
160	25	1,18	1,75	1,46	1,2	2,23	2,83	2,82	2,82	2,02	2,62	2,6	2,62
160	35	1,15	1,67	1,41	1,17	2,22	2,82	2,79	2,78	2	2,61	2,56	2,57
160	50	1,12	1,6	1,36	1,15	2,2	2,8	2,75	2,75	1,98	2,59	2,53	2,53
160	75	1,1	1,52	1,3	1,13	2,18	2,78	2,72	2,69	1,97	2,57	2,5	2,49
170	5	1,17	1,83	1,55	1,22	2,19	2,8	2,86	2,9	1,99	2,59	2,66	2,72
170	10	1,13	1,73	1,45	1,18	2,17	2,78	2,83	2,84	1,97	2,57	2,61	2,64
170	15	1,11	1,68	1,4	1,13	2,17	2,77	2,8	2,81	1,96	2,57	2,58	2,61
170	20	1,1	1,65	1,38	1,12	2,16	2,76	2,79	2,79	1,95	2,56	2,57	2,59
170	25	1,08	1,62	1,35	1,1	2,16	2,76	2,77	2,77	1,95	2,55	2,55	2,57
170	35	1,05	1,55	1,3	1,07	2,15	2,75	2,73	2,73	1,94	2,53	2,51	2,53
170	50	1,03	1,48	1,25	1,04	2,13	2,73	2,7	2,7	1,91	2,51	2,47	2,48
170	75	1,02	1,41	1,19	1,03	2,11	2,71	2,66	2,64	1,89	2,49	2,43	2,43
180	5	1,07	1,7	1,44	1,13	2,13	2,73	2,83	2,86	1,92	2,52	2,61	2,68
180	10	1,03	1,6	1,35	1,07	2,11	2,71	2,78	2,79	1,9	2,5	2,56	2,6
180	15	1,01	1,55	1,3	1,04	2,1	2,71	2,75	2,76	1,89	2,5	2,53	2,57
180	20	1,01	1,53	1,28	1,03	2,09	2,7	2,73	2,74	1,88	2,49	2,51	2,54
180	25	1	1,5	1,25	1,01	2,09	2,69	2,71	2,72	1,88	2,48	2,49	2,52
180	35	0,98	1,44	1,2	0,98	2,08	2,68	2,67	2,68	1,87	2,46	2,45	2,47
180	50	0,95	1,38	1,16	0,96	2,06	2,66	2,64	2,64	1,84	2,44	2,42	2,42
180	75	0,94	1,31	1,1	0,94	2,04	2,64	2,61	2,6	1,82	2,42	2,36	2,37
190	5	0,99	1,58	1,35	1,05	2,07	2,67	2,78	2,82	1,86	2,46	2,57	2,64
190	10	0,96	1,49	1,26	0,99	2,05	2,65	2,73	2,75	1,84	2,44	2,51	2,56
190	15	0,94	1,44	1,21	0,97	2,04	2,64	2,7	2,72	1,83	2,43	2,48	2,53
190	20	0,93	1,42	1,19	0,96	2,03	2,63	2,69	2,7	1,83	2,43	2,46	2,5
190	25	0,92	1,4	1,17	0,94	2,03	2,63	2,67	2,68	1,81	2,41	2,44	2,48
190	35	0,9	1,35	1,12	0,91	2,02	2,62	2,65	2,64	1,79	2,4	2,4	2,43
190	50	0,88	1,29	1,08	0,88	2	2,6	2,6	2,6	1,77	2,38	2,36	2,38
190	75	0,87	1,22	1,02	0,86	1,98	2,58	2,55	2,55	1,76	2,36	2,32	2,31
200	5	0,91	1,47	1,27	0,99	2,01	2,61	2,74	2,78	1,8	2,4	2,53	2,6
200	10	0,89	1,39	1,18	0,93	1,99	2,59	2,69	2,71	1,78	2,38	2,46	2,52
200	15	0,87	1,35	1,15	0,9	1,98	2,59	2,66	2,68	1,77	2,37	2,43	2,49
200	20	0,86	1,33	1,12	0,89	1,97	2,58	2,64	2,66	1,76	2,36	2,42	2,48
200	25	0,85	1,3	1,1	0,87	1,97	2,57	2,63	2,64	1,75	2,35	2,4	2,44
200	35	0,83	1,25	1,05	0,84	1,96	2,56	2,58	2,6	1,73	2,33	2,36	2,39
200	50	0,82	1,2	1,01	0,82	1,94	2,54	2,54	2,55	1,71	2,31	2,32	2,33
200	75	0,81	1,14	0,95	0,8	1,92	2,52	2,51	2,5	1,69	2,3	2,27	2,28
210	5	0,85	1,38	1,2	0,93	1,96	2,56	2,7	2,75	1,74	2,34	2,48	2,57
210	10	0,83	1,3	1,11	0,87	1,94	2,54	2,65	2,67	1,72	2,32	2,42	2,48
210	15	0,8	1,27	1,08	0,84	1,93	2,53	2,62	2,63	1,71	2,31	2,39	2,45
210	20	0,8	1,24	1,05	0,83	1,92	2,52	2,6	2,62	1,7	2,3	2,37	2,43
210	25	0,79	1,22	1,03	0,81	1,91	2,51	2,58	2,6	1,69	2,29	2,35	2,4
210	35	0,77	1,17	0,98	0,78	1,9	2,49	2,54	2,55	1,67	2,28	2,31	2,34
210	50	0,76	1,11	0,94	0,76	1,89	2,48	2,51	2,51	1,65	2,26	2,27	2,29
210	75	0,75	1,07	0,9	0,74	1,88	2,47	2,48	2,48	1,64	2,24	2,22	2,22

STRT: Sumbu Tunggal Roda Tunggal; STRG: Sumbu Tunggal Roda Ganda; STdRG: Sumbu Tandem Roda Ganda; STrRG: Su

Sumber : Perkerasan Jalan Beton Semen (Pd T-14-2003) hal 24-25

Lanjutan Tabel Ekivalen Untuk Perkerasan Tanpa Bahu Jalan

Tebal Slab (mm)	CBR Eff Tanah Dasar (%)	Tegangan Setara				Faktor Erosi							
						Tanpa Rull				Dengan Rull/Beton Bertulang			
		STRT	STRG	STdRG	STrRG	STRT	STRG	STdRG	STrRG	STRT	STRG	STdRG	STrRG
220	5	0,79	1,3	1,13	0,87	1,91	2,51	2,67	2,72	1,68	2,29	2,44	2,54
220	10	0,77	1,22	1,05	0,81	1,89	2,49	2,61	2,64	1,66	2,27	2,38	2,46
220	15	0,76	1,19	1,02	0,79	1,88	2,48	2,58	2,61	1,66	2,26	2,35	2,42
220	20	0,75	1,17	0,99	0,78	1,87	2,47	2,56	2,58	1,65	2,25	2,33	2,39
220	25	0,74	1,15	0,97	0,76	1,86	2,46	2,54	2,56	1,64	2,24	2,31	2,37
220	35	0,72	1,11	0,92	0,73	1,85	2,45	2,5	2,52	1,62	2,22	2,27	2,32
220	50	0,71	1,06	0,88	0,71	1,83	2,43	2,47	2,48	1,6	2,2	2,23	2,26
220	75	0,7	1,01	0,85	0,69	1,81	2,41	2,41	2,41	1,58	2,18	2,18	2,19
230	5	0,74	1,22	1,08	0,82	1,86	2,46	2,63	2,69	1,63	2,23	2,4	2,5
230	10	0,72	1,15	1	0,77	1,84	2,44	2,57	2,61	1,61	2,21	2,34	2,42
230	15	0,71	1,12	0,97	0,75	1,83	2,43	2,54	2,58	1,6	2,21	2,31	2,39
230	20	0,7	1,1	0,94	0,74	1,82	2,42	2,52	2,55	1,59	2,2	2,29	2,36
230	25	0,69	1,08	0,92	0,72	1,81	2,41	2,5	2,53	1,58	2,19	2,27	2,34
230	35	0,68	1,04	0,87	0,69	1,8	2,4	2,46	2,48	1,56	2,17	2,23	2,28
230	50	0,67	1	0,83	0,67	1,78	2,38	2,43	2,44	1,54	2,15	2,19	2,22
230	75	0,66	0,96	0,8	0,65	1,76	2,36	2,37	2,37	1,53	2,13	2,12	2,16
240	5	0,69	1,16	1,02	0,78	1,81	2,41	2,6	2,66	1,58	2,18	2,36	2,47
240	10	0,67	1,09	0,95	0,72	1,79	2,39	2,54	2,58	1,56	2,17	2,3	2,39
240	15	0,66	1,06	0,92	0,7	1,78	2,38	2,51	2,55	1,55	2,15	2,27	2,36
240	20	0,65	1,04	0,89	0,69	1,77	2,37	2,49	2,52	1,54	2,14	2,25	2,33
240	25	0,65	1,02	0,87	0,68	1,76	2,36	2,47	2,5	1,53	2,13	2,23	2,31
240	35	0,64	0,98	0,83	0,66	1,75	2,35	2,43	2,45	1,51	2,11	2,19	2,25
240	50	0,63	0,95	0,79	0,63	1,73	2,33	2,39	2,41	1,49	2,1	2,15	2,19
240	75	0,62	0,89	0,76	0,61	1,71	2,31	2,34	2,34	1,48	2,08	2,1	2,13
250	5	0,65	1,09	0,98	0,73	1,77	2,37	2,56	2,63	1,54	2,14	2,32	2,45
250	10	0,63	1,03	0,9	0,69	1,74	2,35	2,5	2,55	1,52	2,12	2,26	2,37
250	15	0,62	1	0,87	0,67	1,73	2,34	2,47	2,52	1,5	2,11	2,23	2,33
250	20	0,61	0,99	0,85	0,66	1,72	2,33	2,45	2,49	1,49	2,1	2,22	2,3
250	25	0,61	0,97	0,83	0,64	1,72	2,32	2,43	2,47	1,48	2,09	2,2	2,28
250	35	0,6	0,93	0,79	0,61	1,71	2,3	2,39	2,42	1,4	2,07	2,16	2,22
250	50	0,59	0,9	0,75	0,59	1,68	2,28	2,36	2,38	1,42	2,05	2,11	2,16
250	75	0,58	0,86	0,72	0,57	1,66	2,27	2,3	2,31	1,43	2,03	2,06	2,1
260	5	0,61	1,04	0,93	0,71	1,72	2,33	2,53	2,61	1,49	2,09	2,29	2,42
260	10	0,6	0,98	0,86	0,66	1,7	2,3	2,47	2,53	1,47	2,07	2,23	2,34
260	15	0,59	0,95	0,83	0,63	1,69	2,28	2,44	2,49	1,46	2,06	2,2	2,3
260	20	0,58	0,94	0,81	0,62	1,68	2,28	2,42	2,46	1,45	2,05	2,18	2,28
260	25	0,57	0,92	0,79	0,61	1,67	2,27	2,4	2,44	1,44	2,04	2,16	2,25
260	35	0,56	0,88	0,75	0,59	1,66	2,26	2,36	2,39	1,42	2,02	2,12	2,19
260	50	0,56	0,85	0,71	0,56	1,64	2,24	2,32	2,35	1,4	2	2,08	2,13
260	75	0,55	0,81	0,68	0,54	1,62	2,22	2,27	2,28	1,38	1,98	2,01	2,06
270	5	0,57	0,99	0,89	0,66	1,68	2,28	2,5	2,58	1,45	2,05	2,25	2,39
270	10	0,55	0,93	0,83	0,62	1,66	2,26	2,44	2,5	1,43	2,03	2,2	2,31
270	15	0,55	0,9	0,8	0,6	1,65	2,25	2,41	2,47	1,41	2,02	2,17	2,27
270	20	0,54	0,89	0,78	0,59	1,64	2,24	2,39	2,44	1,4	2,01	2,15	2,25
270	25	0,54	0,87	0,76	0,58	1,63	2,23	2,37	2,42	1,39	2	2,13	2,22
270	35	0,53	0,84	0,72	0,56	1,61	2,22	2,33	2,37	1,37	1,98	2,09	2,16
270	50	0,53	0,8	0,68	0,53	1,59	2,2	2,29	2,32	1,35	1,96	2,04	2,11
270	75	0,52	0,77	0,65	0,52	1,58	2,18	2,24	2,25	1,34	1,94	1,99	2,03
280	5	0,54	0,94	0,86	0,63	1,64	2,25	2,48	2,56	1,4	2,01	2,22	2,37
280	10	0,52	0,89	0,79	0,6	1,62	2,22	2,41	2,48	1,38	1,99	2,16	2,29
280	15	0,52	0,86	0,76	0,58	1,61	2,2	2,38	2,44	1,37	1,97	2,13	2,25
280	20	0,51	0,85	0,74	0,57	1,6	2,2	2,36	2,42	1,36	1,96	2,12	2,22
280	25	0,51	0,83	0,73	0,56	1,59	2,19	2,34	2,39	1,35	1,95	2,1	2,2
280	35	0,5	0,8	0,69	0,54	1,57	2,18	2,3	2,34	1,33	1,93	2,06	2,14
280	50	0,5	0,76	0,66	0,51	1,55	2,16	2,26	2,29	1,31	1,91	2,01	2,08
280	75	0,49	0,74	0,62	0,49	1,54	2,14	2,21	2,22	1,29	1,89	1,96	2

STRT: Sumbu Tunggal Roda Tunggi; STRG: Sumbu Tunggal Roda Ganda; STdRG: Sumbu Tandem Roda Ganda; STrRG: Su

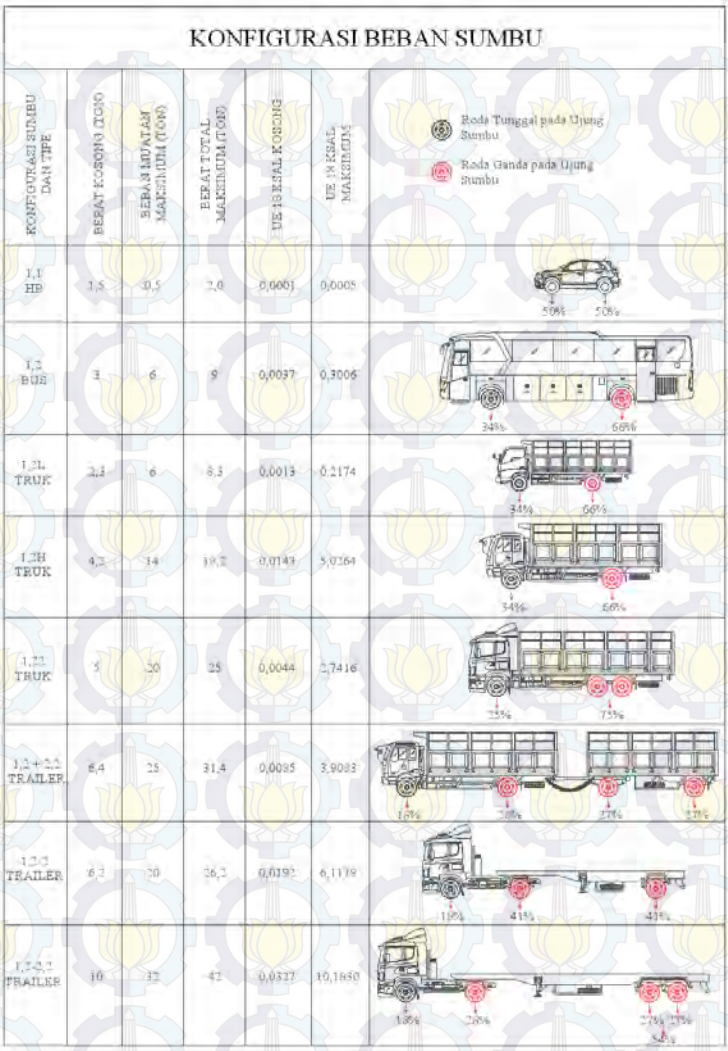
Sumber : Perkerasan Jalan Beton Semen (Pd T-14-2003) hal 24-25

Lanjutan Tabel Ekivalen Untuk Perkerasan Tanpa Bahu Jalan

Tebal Slab (mm)	CBR Eff Tanah Dasar (%)	Tegangan Setara				Faktor Erosi							
						Tanpa Ruji				Dengan Ruji/Beton Bertulang			
		STRT	STRG	STdRG	STrRG	STRT	STRG	STdRG	STrRG	STRT	STRG	STdRG	STrRG
290	5	0,51	0,9	0,82	0,6	1,61	2,21	2,45	2,54	1,36	1,97	2,19	2,34
290	10	0,5	0,85	0,76	0,57	1,58	2,18	2,39	2,46	1,34	1,94	2,13	2,26
290	15	0,5	0,82	0,73	0,55	1,56	2,16	2,36	2,42	1,33	1,92	2,1	2,22
290	20	0,49	0,81	0,72	0,54	1,56	2,16	2,34	2,39	1,32	1,92	2,08	2,2
290	25	0,49	0,79	0,7	0,53	1,55	2,15	2,32	2,37	1,31	1,91	2,06	2,17
290	35	0,48	0,76	0,66	0,51	1,53	2,14	2,28	2,32	1,29	1,89	2,02	2,11
290	50	0,47	0,73	0,63	0,49	1,51	2,12	2,23	2,27	1,27	1,87	1,98	2,05
290	75	0,47	0,7	0,6	0,47	1,5	2,1	2,18	2,19	1,25	1,85	1,93	1,96
300	5	0,49	0,86	0,79	58	157	2,17	2,42	2,52	1,32	1,93	2,16	2,32
300	10	0,48	0,81	0,73	0,55	1,55	2,15	2,36	2,44	1,3	1,91	2,1	2,24
300	15	0,47	0,78	0,7	0,53	1,53	2,14	2,33	2,4	1,29	1,89	2,07	2,2
300	20	0,46	0,77	0,69	0,52	1,52	2,13	2,31	2,37	1,28	1,88	2,05	2,18
300	25	0,48	0,76	0,67	0,51	1,51	2,12	2,29	2,35	1,27	1,87	2,03	2,15
300	35	0,46	0,73	0,64	0,49	1,49	2,1	2,25	2,3	1,25	1,85	1,99	2,09
300	50	0,45	0,7	0,6	0,46	1,48	2,08	2,2	2,24	1,23	1,83	1,95	2,03
300	75	0,45	0,67	0,57	0,45	1,46	2,06	2,15	2,17	1,21	1,81	1,9	1,95
310	5	0,46	0,81	0,76	0,55	1,54	2,14	2,4	2,5	1,29	1,89	2,13	2,3
310	10	0,4	0,77	0,7	0,52	1,51	2,11	2,33	2,42	1,27	1,87	2,07	2,22
310	15	0,45	0,75	0,68	0,5	1,49	2,09	2,3	2,38	1,25	1,86	2,04	2,18
310	20	0,44	0,74	0,66	0,5	1,49	2,09	2,28	2,35	1,24	1,85	2,03	2,15
310	25	0,44	0,72	0,64	0,49	1,48	2,08	2,26	2,33	1,23	1,84	2,01	2,13
310	35	0,43	0,69	0,61	0,47	1,48	2,06	2,22	2,28	1,21	1,82	1,97	2,07
310	50	0,43	0,67	0,58	0,44	1,44	2,04	2,18	2,22	1,19	1,79	1,92	2,01
310	75	0,42	0,63	0,54	0,43	1,42	2,02	2,13	2,15	1,17	1,77	1,87	1,93
320	5	0,44	0,78	0,74	0,53	1,5	2,11	2,37	2,48	1,25	1,85	2,1	2,27
320	10	0,43	0,74	0,68	0,5	1,48	2,08	2,31	2,4	1,23	1,83	2,05	2,19
320	15	0,43	0,72	0,65	0,48	1,46	2,06	2,28	2,36	1,22	1,82	2,02	2,15
320	20	0,42	0,71	0,64	0,48	1,45	2,06	2,26	2,33	1,21	1,81	2	2,13
320	25	0,42	0,69	0,62	0,47	1,44	2,05	2,24	2,31	1,2	1,8	1,98	2,1
320	35	0,41	0,66	0,59	0,45	1,42	2,03	2,2	2,26	1,18	1,78	1,94	2,04
320	50	0,41	0,64	0,55	0,43	1,41	2,01	2,15	2,2	1,15	1,76	1,89	1,96
320	75	0,41	0,62	0,53	0,41	1,39	1,99	2,1	2,12	1,13	1,74	1,84	1,91
330	5	0,42	0,74	0,71	0,51	1,47	2,07	2,35	2,46	1,22	1,82	2,07	2,25
330	10	0,41	0,71	0,65	0,48	1,44	2,05	2,29	2,38	1,19	1,79	2,02	2,17
330	15	0,41	0,69	0,63	0,46	1,42	2,03	2,26	2,34	1,17	1,77	1,99	2,13
330	20	0,4	0,68	0,62	0,46	1,42	2,02	2,24	2,31	1,17	1,77	1,97	2,11
330	25	0,4	0,67	0,6	0,45	1,41	2,01	2,21	2,29	1,16	1,76	1,95	2,08
330	35	0,39	0,64	0,57	0,43	1,39	1,99	2,17	2,24	1,14	1,74	1,91	2,02
330	50	0,39	0,61	0,53	0,41	1,37	1,97	2,13	2,18	1,12	1,72	1,87	1,96
330	75	0,39	0,59	0,51	0,39	1,35	1,95	2,06	2,1	1,1	1,7	1,8	188
340	5	0,4	0,71	0,69	0,49	1,44	2,04	2,33	2,44	1,18	1,78	2,05	2,23
340	10	0,39	0,68	0,64	0,47	1,41	2,02	2,26	2,36	1,16	1,76	1,99	2,15
340	15	0,39	0,66	0,61	0,45	1,39	2	2,23	2,32	1,15	1,75	1,96	2,11
340	20	0,38	0,65	0,6	0,44	1,39	1,99	2,21	2,29	1,14	1,74	1,94	2,09
340	25	0,38	0,64	0,58	0,43	1,38	1,98	2,19	2,27	1,13	1,73	1,92	2,06
340	35	0,37	0,62	0,55	0,41	1,36	1,96	2,15	2,22	1,11	1,71	1,88	2
340	50	0,37	0,59	0,52	0,39	1,34	1,94	2,1	2,16	1,08	1,69	1,84	1,94
340	75	0,37	0,57	0,49	0,38	1,32	1,92	2,05	2,08	1,06	1,67	1,79	186
350	5	0,38	0,69	0,67	0,47	1,41	2,01	2,31	2,43	1,15	1,75	2,02	2,21
350	10	0,37	0,65	0,62	0,45	1,38	1,98	2,24	2,35	1,13	1,73	1,97	2,13
350	15	0,37	0,63	0,59	0,44	1,36	1,96	2,21	2,3	1,11	1,71	1,94	2,09
350	20	0,36	0,62	0,58	0,43	1,36	1,96	2,19	2,28	1,1	1,7	1,92	2,07
350	25	0,36	0,61	0,56	0,42	1,35	1,95	2,17	2,25	1,09	1,69	1,9	2,04
350	35	0,36	0,59	0,53	0,4	1,33	1,93	2,13	2,19	1,07	1,67	1,86	1,96
350	50	0,36	0,57	0,5	0,38	1,31	1,91	2,08	2,14	1,05	1,65	1,81	1,92
350	75	0,35	0,55	0,47	0,36	1,29	1,89	2,03	2,06	1,03	1,63	1,76	1,84

STRT: Sumbu Tunggal Roda Tunggl; STRG: Sumbu Tunggal Roda Ganda; STdRG: Sumbu Tandem Roda Ganda; STrRG: Su

Sumber : Perkerasan Jalan Beton Semen (Pd T-14-2003) hal 24-25



Gambar 2. 7 Angka Ekivalen Beban Sumbu

Sumber : PU Bina Marga

2.2.6 Sambungan

1. Sambungan susut memanjang (*Tie Bars*)

   Sambungan pada bidang yang diperlukan (dummy) dibuat untuk mengalihkan tegangan tarik akibat kelembapan,suhu, gesekan untuk mencegah adanya retak.

   Pemasangan sambungan memanjnag ditujukan untuk mengendalikan retak memanjang. Jarak sambungan memanjang sekitar 3-4 m. Sambungan memanjang harus dilengkapi dengan batag ulir dengan mutu minimum BJTU-24 berdiameter 16 mm. Jarak sambungan yang digunakan adalah 75 cm. Ukuran sambungan susut dihitung dengan persamaan berikut :

   $At = 204 \times b \times h$ .....*(Pers 2.9)*

   $I = (38.3 \times \phi) + 75$ .....*(Pers 2.10)*

   Dengan pengertian :

   At = Luas penampang tulngan per meter sambungan (mm^2)

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

   h = Tepal plat beton (mm)

   I = Panjang sambungan susut (mm)

   ϕ = Diameter tulangan yang dipilih (mm)

2. Sambungan susut melintang (*Dowel*)

   Fungsi utama untuk menyiapkan ruang muai pada perkerasan untuk mencegah tegangan tekan dan mengakibatkan tertekuk. Kedalaman sambungan kurang lebih mencapai seperempat dari tebal pelat untuk perkerasan dengan lapis berbutir atau sepertiga dari tebal pelat untuk lapis pondasi stabilisasi semen.

   Jarak sambungan susut melintang untuk BBTP (beton bersambung tanpa tulangan sekitar 4-5 m, sedangkan untuk perkerasan BBDT (beton bersambung dengan tulangan) sekitar 8-15 m dan sambungan untuk beton menerus sesuai dengan kemampuan pelaksanaan.

Sambungan dilengkapi dengan ruji polos panjang 45 cm, jarak antara ruji 30 cm, setengah panjang ruji harus dicat atau dilumuri dengan bahan anti lengket untuk menjamin tidak ada ikatan dengan beton. Diameter ruji tergantung dari tebal beton dari tabel berikut :

Tabel 2. 12Diameter Ruji Sambungan Melintang

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

Sumber : SNI Perkerasan Beton Semen Pd Td-14-2003

3. Sambungan isolasi

Sambungan yang diperlukan untuk memisahkan perkerasan dengan bangunan lain seperti tiang listrik,jembatan, persimpangan dan lainnya. Sambungan isolasi harus dilengkapi dengan bahan penutup (*joint sealant*) setebal 5-7 mm dan sisanya diisi dengan bahan pengisi (*joint filler*).

2.2.7 Perencanaan Penulangan

Tujuan untuk dipasang tulangan untuk :

- Membatasi lebar retakan agar pelat tetap kuat
- Memungkinkan penggunaan pelat yang lebih panjang agar dapat mengurangi jumlah sambungan melintang sheingga dapat meningkatkan kenyamanan
- Mengurangi biaya pemeliharaan

2.2.7.1 Penulangan Melintang

Menentukan luas tulangan melintang yang diperlukan untuk perkerasan betonbersambung dapat menggunakan rumus :

$$As = \frac{\mu \times L \times M \times g \times h}{2 \times fs} \quad \text{.....(Pers 2.11)}$$

Dimana :
As = Luas penampang tulangan (mm^2/m lebar plat)
Fs = Kuat tarik ijin tulangan (MPa)
g = Gravitasi (m/dt^2)
h = Tebal plat 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 = koefiesien gesek antara pelat beton dan pondasi bawah

Penempatan tulangan melintang pada perkerasan beton semen pada kedalaman lebih besar dari 65 mm dari permukaan untuk tebal pelat < 20 cm dan maksimum sampai 1/3 tebal pelat untuk tebal pelat >20 cm.

2.2.7.2 Penulangan Memanjang

Menentukan luas tulangan memanjang yang diperlukan untuk perkerasan beton bersambung dapat menggunakan rumus :

$$As = \frac{\mu \times L \times M \times g \times h}{2 \times fs} \quad \text{.....(Pers 2.12)}$$

Dimana :
As = Luas penampang tulangan (mm^2/m lebar plat)
Fs = Kuat tarik ijin tulangan (MPa)
g = Gravitasi (m/dt^2)
h = Tebal plat 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 antara pelat beton dengan pondasi bawah

2.3 Kontrol Geometrik

Pada perencanaan jalan raya,harus diadakannyakontrol geometrik. Hal ini diperlukan karena harus memperhatikan

kenyamanan dan keamanan para pengendara . Terdapat 2 kontrol geometrik yaitu :

- Alinyemen Horizontal
- Alinyemen Vertikal

2.3.1 Alinyemen Horizontal

Alinyemen Horizontal ialah garis proyeksi sumbu jalan yang tegak lurus pada bidang horizontal. Alinyemen Horizontal terdiri dari bagian lurus dan bagian lengkung atau sering disebut dengan tikungan yang berfungsi mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima kendaraan saat melau dengan kecepatan tertentu. Dalam mengontrol alinyemen horizontal terdapat beberapa hal yang diperhatikan antara lain :

1. Disesuaikan dengan topografi dan geografi daerahnya
2. Kemantapan alinyemen
3. Keamanan dan kenyamanan bagi pengemudi

2.3.1.1 Jari – jari tikungan

Dalam Menentukan jari – jari tikungan dapat menggunakan rumus :

$$R = \frac{V_R^{\,2}}{127(e_{maks} + f)} \quad \text{.....(Pers 2.13)}$$

Dimana :

R_{min} : jari-jari tikungan minimum (m)
V_R : kecepatan rencana (km/jam)
e_{maks} : superelevasi maksimum (%)
f : koefisien gesek, untuk perkerasan aspal
f : 0,14 – 0,24

Tabel 2. 13 Jari – jari minimum tikungan

Vr (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Jari-Jari Minimum (R min) dalam (m)	600	370	210	110	80	50	30	15

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota hal 28

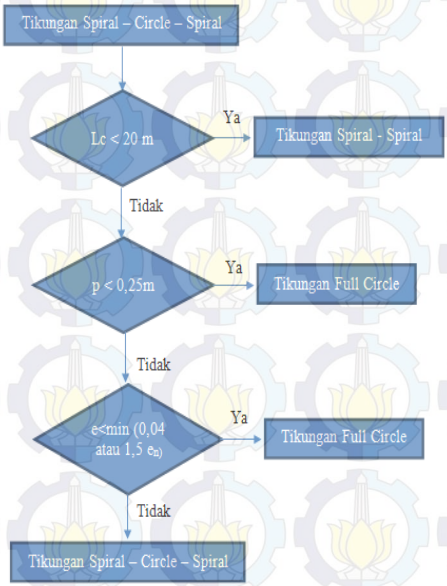
Tabel 2. 14 Koefisien Gesek maksimum

Vr (km/jam)	Koefisien Gesek maksimum (fmax)
120	0.0920
100	0.1160
80	0.1400
60	0.1520

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota

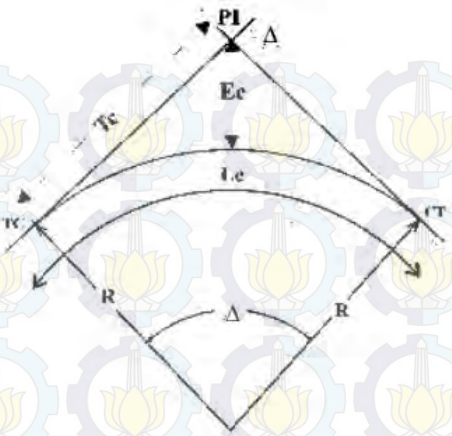
2.3.2 Bentuk Lengkung

Pada perencanaan bentuk lengkung pada alinyemen Horizontal dapat dilihat bagan alir seperti dibawah :



Gambar 2. 8 Bagan Alir Perencanaan Tikungan
Sumber : Dokumentasi Penulis

a. Full Circle (FC).



Gambar 2. 9 Lengkung Full Circle

Persamaan yang digunakan sebagai berikut :

$$Tc = R \tan(\frac{1}{2}\Delta) \qquad \textit{(Pers 2.14)}$$

$$Ec = Tc \tan(\frac{1}{4}\Delta) \qquad \textit{(Pers 2.15)}$$

$$Lc = \frac{\Delta}{360°} 2\pi Rc \qquad \textit{(Pers 2.16)}$$

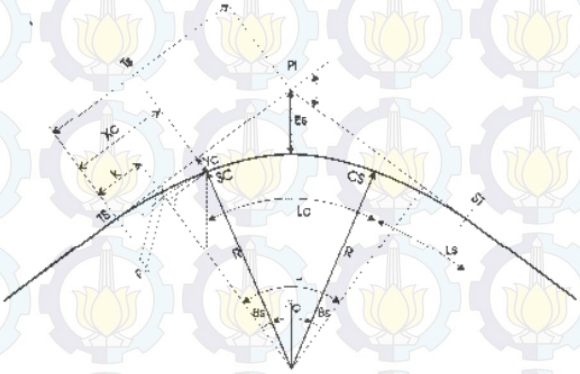
Dimana :

Tc : panjang tangen jarak dari TC ke PI atau PI ke CT (m)
Rc : jari-jari lingkaran (m), lihat Tabel 1-3.
Ec : jarak luar dari PI ke busur lingkaran
Lc : panjang busur lingkaran
Δ : sudut tikungan (°)

Untuk mengontrol lengkung tersebut sudah sesuai harus memenuhi persyaratan 2 Tc > Lc. Apabila tidak memenuhi persyaratan tersebut makan

disarankan untuk direncanakan ulang menggunakan lengkung S-C-S

b. Spiral-Circle-Spiral (SCS)



Gambar 2. 10 Lengkung Spriral Circle Sprial

Persamaan yang digunakan sebagai berikut :

$$Xs = Ls \times \left(1 - \frac{Ls^2}{40 \times R^2}\right) \textit{(Pers 2.17)}$$

$$Ys = \frac{Ls^2}{6 \times R} \textit{(Pers 2.18)}$$

$$\theta s = \frac{90 \times Ls}{\pi \times R} \textit{(Pers 2.19)}$$

$$\theta c = \Delta - (2 \times \theta s) \textit{(Pers 2.20)}$$

$$P = \frac{Ls^2}{6 \times R} - R \times (1 - \cos(\theta s)) \textit{(Pers 2.21)}$$

$$k = Ls - \frac{Ls^3}{40 \times R^2} - (R \times \sin \theta s) \textit{(Pers 2.22)}$$

$$Es = \left((R + P) \times \sec(\tfrac{1}{2}\Delta)\right) - R \textit{(Pers 2.23)}$$

$$Ts = \left((R + P) \times \tan(\tfrac{1}{2}\Delta)\right) + R \textit{(Pers 2.24)}$$

$$Lc = \frac{\theta c}{180} \times \pi \times R \text{ (Pers 2.25)}$$

$$L_{tot} = Lc + (2 \times Ls) \text{ (Pers 2.26)}$$

Dimana :

Xs : absis titik SC pada garis tangen, jarak dari titik TS ke SC (jarak lengkung peralihan) (m)

Ys : ordinat titik SC pada garis tegak lurus garis tangen, jarak tegak lurus ke titik SC pada lengkung (m)

Ls : panjang lengkung peralihan (m)

Lc : panjang busur lingkaran (m)

Ts : panjang tangen dari titik PI ke titik TS atau titik ST (m)

TS : titik dari tangen ke spiral

SC : titik dari spiral ke lingkaran

Es : jarak dari PI ke busur lingkaran (m)

θs : sudut lengkung spiral (°)

θc : sudut lengkung spiral (°)

Rc : jari-jari lingkaran (m)

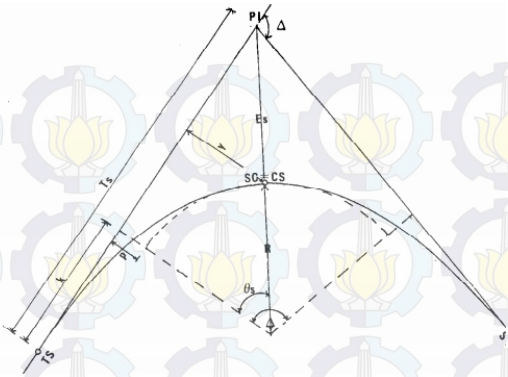
P : pergeseran tangen terhadap spiral (m)

K : absis dari p pada garis tangen spiral

Konrol lengkung S – C – S harus memenuhi persyaratan 2Ts> Ltot. Dan jika diperoleh Lc < 25 m, maka sebaiknya tidak menggunakan bentuk S-C-S, tetapi menggunakan lengkung S-S.

c. Spiral-Spiral (SS).

Spiral-Spiral atau lengkung S-S merupakan jenis lengkung yang terdiri dari dua lengkung peralihan.



Gambar 2. 11 Lengkung Spiral - Spiral

Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\theta s = \tfrac{1}{2}\Delta \text{ (Pers 2.27)}$$

$$Ls = \frac{\theta s \times R}{90} \text{ (Pers 2.28)}$$

$$P = Ls \times p^* \text{ (Pers 2.29)}$$

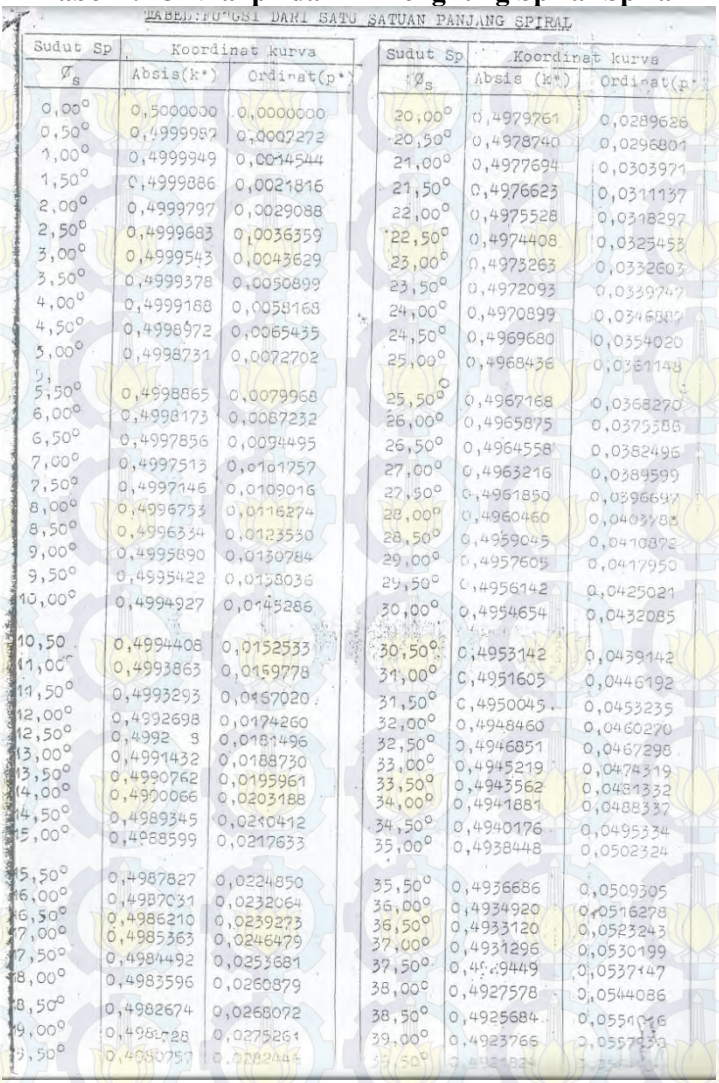
$$K = Ls \times k^* \text{ (Pers 2.30)}$$

$$Ts = \left((R+P)\times \tan(\tfrac{1}{2}\Delta)\right) + K \text{ (Pers 2.31)}$$

$$Es = \left((R+P)\times \sec(\tfrac{1}{2}\Delta)\right) + R \text{ (Pers 2.32)}$$

Untuk lengkung Spiral – Spiral harus memnuhi persyratan 2Ls<2Ts. Nilai p* dan k* dapat diambil dari tabel berikut :

Tabel 2. 15 Nilai p* dan k* Lengkung Spiral-Spiral



TABEL: FUNGSI DARI SATU SATUAN PANJANG SPIRAL

Sudut Sp	Koordinat kurva	
$\emptyset_s$	Absis(k*)	Ordinat(p*
0,00°	0,5000000	0,0000000
0,50°	0,4999982	0,0007272
1,00°	0,4999949	0,0014544
1,50°	0,4999886	0,0021816
2,00°	0,4999797	0,0029088
2,50°	0,4999683	0,0036359
3,00°	0,4999543	0,0043629
3,50°	0,4999378	0,0050899
4,00°	0,4999188	0,0058168
4,50°	0,4998972	0,0065435
5,00°	0,4998731	0,0072702
5,50°	0,4998865	0,0079968
6,00°	0,4998173	0,0087232
6,50°	0,4997856	0,0094495
7,00°	0,4997513	0,0101757
7,50°	0,4997146	0,0109016
8,00°	0,4996753	0,0116274
8,50°	0,4996334	0,0123530
9,00°	0,4995890	0,0130784
9,50°	0,4995422	0,0138036
10,00°	0,4994927	0,0145286
10,50	0,4994408	0,0152533
11,00°	0,4993863	0,0159778
11,50°	0,4993293	0,0167020
12,00°	0,4992698	0,0174260
12,50°	0,4992 3	0,0181496
13,00°	0,4991432	0,0188730
13,50°	0,4990762	0,0195961
14,00°	0,4990066	0,0203188
14,50°	0,4989345	0,0210412
15,00°	0,4988599	0,0217633
15,50°	0,4987827	0,0224850
16,00°	0,4987031	0,0232064
16,50°	0,4986210	0,0239273
17,00°	0,4985363	0,0246479
17,50°	0,4984492	0,0253681
18,00°	0,4983596	0,0260879
18,50°	0,4982674	0,0268072
19,00°	0,4981728	0,0275261
19,50°	0,4980757	0,0282444

Sudut Sp	Koordinat kurva	
$\emptyset_s$	Absis (k*)	Ordinat(p*
20,00°	0,4979761	0,0289626
20,50°	0,4978740	0,0296801
21,00°	0,4977694	0,0303971
21,50°	0,4976623	0,0311137
22,00°	0,4975528	0,0318297
22,50°	0,4974408	0,0325453
23,00°	0,4973263	0,0332603
23,50°	0,4972093	0,0339747
24,00°	0,4970899	0,0346887
24,50°	0,4969680	0,0354020
25,00°	0,4968436	0,0361148
25,50°	0,4967168	0,0368270
26,00°	0,4965875	0,0375386
26,50°	0,4964558	0,0382496
27,00°	0,4963216	0,0389599
27,50°	0,4961850	0,0396697
28,00°	0,4960460	0,0403788
28,50°	0,4959045	0,0410872
29,00°	0,4957605	0,0417950
29,50°	0,4956142	0,0425021
30,00°	0,4954654	0,0432085
30,50°	0,4953142	0,0439142
31,00°	0,4951605	0,0446192
31,50°	0,4950045	0,0453235
32,00°	0,4948460	0,0460270
32,50°	0,4946851	0,0467298
33,00°	0,4945219	0,0474319
33,50°	0,4943562	0,0481332
34,00°	0,4941881	0,0488337
34,50°	0,4940176	0,0495334
35,00°	0,4938448	0,0502324
35,50°	0,4936686	0,0509305
36,00°	0,4934920	0,0516278
36,50°	0,4933120	0,0523243
37,00°	0,4931296	0,0530199
37,50°	0,4929449	0,0537147
38,00°	0,4927578	0,0544086
38,50°	0,4925684	0,0551016
39,00°	0,4923766	0,0557939
39,50°	0,4921824	0,0564851

Sumber : Konstruksi Jalan Raya Buku 1 Geometrik Jalan

Lanjutan Tabel Nilai p* dan k* Lengkung Spiral-Spiral

Sudut Sp	Koordinat kurva	
θ_s	Absis(k*)	Ordinat(p*)
40,00°	0,4919860	0,0571754
40,50°	0,4917872	0,0578648
41,00°	0,4915860	0,0585533
41,50°	0,4913825	0,0592409
42,00°	0,4911767	0,0599275
42,50°	0,4909686	0,0606131
43,00°	0,4907582	0,0612978
43,50°	0,4905455	0,0619815
44,00°	0,4903305	0,0626643
44,50°	0,4901132	0,0633460
45,00°	0,4898935	0,0640267
45,50°	0,4896716	0,0647064
46,00°	0,4894475	0,0653850
46,50°	0,4892210	0,0660626
47,00°	0,4889923	0,0667392
47,50°	0,4887613	0,0674147
48,00°	0,4885281	0,0680891
48,50°	0,4882926	0,0687624
49,00°	0,4880549	0,0694346
49,50°	0,4878150	0,0701058
50,00°	0,4875728	0,0707758
50,50°	0,4873283	0,0714447

Sudut Sp	Koordinat kurva	
θ_s	Absis(k*)	Ordinat(p*)
51,00°	0,4870817	0,0721124
51,50°	0,4868328	0,0727791
52,00°	0,4865818	0,0734445
52,50°	0,4863285	0,0741088
53,00°	0,4860731	0,0747720
53,50°	0,4858154	0,0754339
54,00°	0,4855556	0,0760946
54,50°	0,4852936	0,0767542
55,00°	0,4850294	0,0774125
55,50°	0,4847631	0,0780696
56,00°	0,4844946	0,0787255
56,50°	0,4842239	0,0793801
57,00°	0,4839511	0,0800335
57,50°	0,4836762	0,0806857
58,00°	0,4833991	0,0813365
58,50°	0,4831200	0,0819861
59,00°	0,4828387	0,0826344
59,50°	0,4825553	0,0832814
60,00°	0,4822698	0,0839270

CATATAN : 1. Untuk harga θ_s yang terletak diantara nilai-nilai TABEL, maka harga k* dan harga p*. didapat dengan cara interpolasi.

2. Harga k dan harga p* yang didapat merupakan harga-harga untuk nilai $L_s = 1$, maka :

$k = k^*. L_s$ dan $p = p^*. L_s$

Sumber : Konstruksi Jalan Raya Buku 1 Geometrik Jalan

d. Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan (Ls) berfungsi untuk memberikan kesempatan kepada pengemudi untuk mengantisipasi perubahan alinyemen jalan dari bentuk lurus (R tak terhingga) sampai bagian lengkung jalan dengan jari jari R tetap, dengan demikian, gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan saat melintasi tikungan berubah secara berangsur-angsur, baik ketika kendaraan mendekati tikungan maupun meninggalkan tikungan.

Ketentuan lengkung peralihan adalah sebagai berikut:

a. Bentuk lengkung peralihan yang digunakan adalah bentuk spiral (clothoide)
b. Panjang lengkung peralihan ditetapkan atas pertimbangan-pertimbangan sebagai berikut:
   - waktu perjalanan melintasi lengkung peralihan
   - tingkat perubahan kelandaian melintang jalan
   - gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan
   - tingkat perubahan kelandaian relative
c. Ls ditentukan yang memenuhi ke empat kriteria tersebut di atas, sehingga dipilih nilai Ls yang terpanjang.

Panjang lengkung peralihan (Ls) diambil nilai yang terbesar diantara 3 persamaan berikut :

a. Berdasarkan waktu tempuh maksimal (3 detik) di lengkung peralihan

$$Ls = \frac{V_R}{3{,}6} T \qquad \textit{(Pers 2.33)}$$

Keterangan :
V_R : kecepatan rencana (km/jam)
T : waktu tempuh pada lengkung peralihan (detik), ditetapkan 2 detik

b. Berdasarkan antisipasi gaya sentrifugal

$$Ls = 0{,}0214.\frac{V_R^3}{R.C} \qquad \textit{(Pers 2.34)}$$

Keterangan :
V_R : kecepatan rencana (km/jam)
R : radius tikungan (m)
C : perubahan maksimum percepatan arah radial (m/det^3) ; digunakan 1,2 m/det^3

c. Berdasarkan tingkat pencapaian perubahan kelandaian

$$Ls = \frac{\left(\frac{e_m - e_n}{100}\right)}{3{,}6.r_e} V_R \qquad \textit{(Pers 2.35)}$$

Keterangan :
e_m : superelevasi maksimum (%)
e_n : superelevasi normal (%)
V_R : kecepatan rencana (km.jam)
r_e : tingkat perubahan kelandaian melintang jalan (m/m/det)

2.3.3 Alinyemen Vertikal

Alinyemen Vertikal ialah perpotongan bidang vertical dengan permukaan jalan melalui sumbu jalan. Diasumsikan bahwa nilai positif (+) menunjukkan pendakian dan negative (-) merupakan penurunan.

Untuk menentukan kontrol alinyemen vertikal yaitu dengan meninjau panjanglengkung lapangan yang

dapat dilihat dari potongan memanjang. Selanjutnya dihitung berdasarkan syarat-syarat berikut :

1. Jarak Pandang Mendahului
2. Jarak Pandang Henti
3. Kenyamanan
4. Keluwesan bentuk
5. Drainase

Jika salah satu persyarratan tersebut tidak memenuhi maka solusinya dengan menambah rambu atau menurunkan kecepaatn rencana.

A. Landai Maksimum

1. Kelandaian maksimum dimaksudkan untuk memungkinkan kendaraanbergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti.
2. Kelandaian maksimum didasarkan pada kecepatan truk yang bermuatan penuh yang mampu bergerak dengan penurunan kecepatan tidak lebih dari separuh kecepatan semula tanpa harus menggunakan gigi rendah.
3. Kelandaian maksimum untuk berbagai VR ditetapkan dapat dilihat dalam Tabel.2.13

Tabel 2. 16 Landai Maksimum

Vr (km/jam)	120	110	100	80	60	50	40	<40
Kelandaian maksimal (%)	3	3	4	5	8	9	10	10

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota hal 36

B. Jarak Pandang Henti dan Mendahului

- **Alinyemen Vertikal Cembung**

Pada lengkung vertikal cembung dibatasi berdasarkan jarak pandang henti,yakni :

a. Jarak pandang berada seluruhnya dalam daerah lengkung (S<L)

Persamaan yang digunakan dalam jarak pandang henti dimana h1 dan h2 ialah :

$$L = \frac{AS^2}{100(\sqrt{2h1} + \sqrt{2h2})^2}$$

$$L = \frac{AS^2}{399} \qquad \textit{(Pers 2.36)}$$

b. *Jarak pandang berada di luar dan di dalam daerah lengkung (S>L)*

Apabila digunakan jarak pandang henti, dimana h1 = 10 cm dan h2 = 20 cm maka persamaannya menjadi :

$$L = 2 \times S - \frac{200 \times \left(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2}\right)^2}{A}$$

$$L = 2 \times S - \frac{399}{A} \textit{ (Pers 2.37)}$$

Dimana :

A = Beda Grade
L = Panjang Lengkung Cembung
S = Jarak pandang (henti/menyiap)
h1 = 1.25 m (tinggi mata pengemudi diatas perkerasan)
h2 = Tinggi objek benda diatas perkerasan
= 1.25 m (untuk jarak pandang menyiap)
= 0.10 m (untuk jarak pandang henti)

Tabel 2. 17 Jarak Pandang Henti (Jh) Minimum

V_R, km/jam	120	100	80	60	50	40	30	20
J_h minimum (m)	250	175	120	75	55	40	27	16

Sumber : TPGJAK 1997

Tabel 2. 18 Jarak Pandang Menyiap (Jd)

V_R (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
J_d(m)	800	670	550	350	250	200	15	100

Sumber : TPGJAK 1997

- **Alinyemen Vertikal Cekung**

Pada lengkung vertikal cekung dipengaruhi oleh jarak penyinaran lampu kendaraan. Pada perencanaan lampu yang digunakan 60 cm dengan sudut penyinaran 1°. Lengkung vertikal cekung dibedakan menjadi 2 keadaan yaitu :

a. *Lengkung vertikal cekung dengan jarak pandang penyinaran lampu <L*

Pada keadaan ini dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$L = 2 \times S - \frac{200 \times \left(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2}\right)^2}{A}$$

Dengan asumsi tinggi lampu yang digunakan 60 cm dan penyinaran 1°,maka :

$$L = \frac{A \times S^2}{150 + (3.5 \times S)} \quad \textit{(Pers 2.38)}$$

b. *Lengkung vertikal cekung dengan jarak penyinaran lampu depan >L*

Dengan asumsi tinggi lampu yang digunakan 60 cm dan penyinaran 1°,maka :

$$L = 2 \times S - \frac{150 + (3.5 \times S)}{A} \textit{(Pers 2.39)}$$

C. Berdasarkan Kenyamanan Mengemudi

Panjang lengkung vertikal cebung minimum adalah ditentukan oleh percepatan sentripetal. Untuk menghitung panjang minimum berdasarkan keluwesan menggunakan persamaan berikut :

$$L = \frac{A \times v^2}{390}$$

Dimana : A = Beda Grade %
v = Kecepatan rencana (km/jam)

Panjang yang dihitung adalah panjang minimum, sehingga kesimpulan dari kontrol ini, jika panjang minimum ini tidak terpenuhi maka kecepatan rencana harus diturunkan

D. Berdasarkan Keluwesan Bentuk

Untuk menghitung panjang minimum berdasarkan keluwesan bentuk yaitu dengan menggunakan peramaan berikut :

$$L = 0.6 \times v$$

Panjang yang dihitung adalah panjang minimum, jika panjang minimum melebihi dari panjang lengkung kondisi eksisting, maka syarat untuk keluwesan bentuk tidak terpenuhi dan kecepatan harus dikurangi

E. Berdasarkan Persyaratan Drainase

Berdasarkan lanadai minimum untuk keperluan drainase adalah 0.5%. Pada lengkung vertikal cembung, dimana ada bagian yang hampir datar pada puncak lengkung diperlukan pengkajian khusus. Untuk tipe jalan yang tidak menggunakan kerb bagian yang mendatar tersebut tidak terlalu memberikan masalah karena fungsi lereng jalan udah menjamin kelancaran drainase. Untuk tipe jalan yang menggunakan kerb dengan diberika kelandaian 0.5% pada jarak 20 meter dari puncak lereng sudah cukup memadai.

Jadi, syarat panjang maksimum adalah :

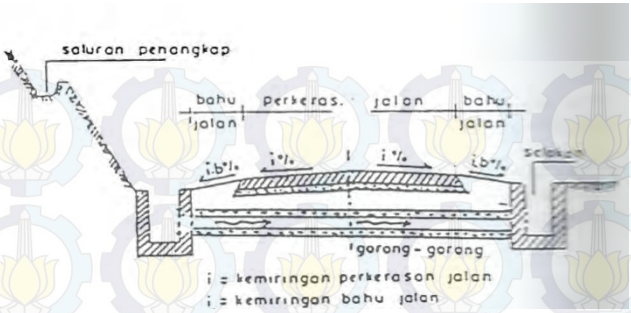
$$L_v = 40 \times A$$

2.4 Perencanaan Drainase

Drainase permukaan adalah sistem darinase yang berkaitan dengan pengendalian air permukaan. Dalam merencanakan drainase terdapat ketentuan – ketentuan yang diperhatikan, diantaranya ialah :

1. Perencanaan drainase harus sedemikian rupa sehingga fungsi fasilitas drainase sebagai penampung, pembagi , dan pembuang air dapat sepenuhnya berdaya guna dan berhasil guna
2. Pemilihan dimensi dari fasilitas drainase harus mempertimbangkan faktor ekonomi dan faktor keamanan
3. Perencanaan drainase harus dipertimbangkan pula segi kemudahan dan nilai ekonomis terhadap pemeliharaan system drainase
4. Sebagai bagian sistem drainase yang lebih besar atau sungai – sungai pengumpul drainase
5. Perencanaan drainase ini tidak termasuk untuk sistem drainase areal,tetapi harus diperhatikan dalam perencanaan terutama untuk tempat air keluar.

Pada sistem drainase permukaan jalan terdiri dari melintang perkerasan dan bahu jalan, selokan samping , gorong – gorong dan saluran penangkap. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat gambar 2.6



Gambar 2. 12 Penampang selokan

Sumber : Tata Cara Permukaan Drainase Jalan SNI 03-3424-1994

2.4.1 Fungsi drainase

Drainase permukaan jalan merupakan komponen penting,adapun fungsi dari drainase tersebut ialah :

1. Menjaga permukaan jalan tetap dalam kondisi kering
2. Menjaga stabilitas struktur perkerasan jalan agar tidak adanya erosi

2.4.2 Tahapan menentukan debit aliran :

1. Menentukan intensitas curah hujan dengan menggunakan rumus sebagai berikut

$$Xt = X + \frac{Sx}{Sn}(Yt - Yn) \qquad \textit{(Pers 2.40)}$$

$$I = \frac{90\% \times Xt}{4} \qquad \textit{(Pers 2.41)}$$

Dimana :

Xt = Besarnya curah hujan untuk periode ulang T tahun (mm)/24 jam
X = Nilai rata – rata aritmatik hujan komulatif
Sx = Standar deviasi
Yt = Variasi yang merupakan fungsi periode ulang
Yn = Nilai yang tergantung pada n
Sn = Standar deviasi merupakan fungsi dari n
I = Intensitas curah hujan mm/jam

Nilai Yt dapat dilihat di tabel 2.10,nilai Yn dapat dilihat di tabel 2.11 dan Sn di tabel 2.12

Tabel 2. 19 Nilai Variasi Yt

Periode Ulang (tahun)	Variasi yang berkurang
2	0.3665
5	1
10	2
25	3.1985
50	3.9019

Sumber : Tata Cara Permukaan Drainase Jalan SNI 03-3424-1994

Tabel 2. 20 Nilai Yn

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.4952	0.4996	0.5035	0.5070	0.5100	0.5126	0.5157	0.5181	0.5202	0.5220
20	0.5225	0.5252	0.5268	0.5283	0.5296	0.5309	0.5332	0.5332	0.5343	0.5353
30	0.5352	0.5371	0.5380	0.5368	0.5402	0.5402	0.5410	0.5416	0.5242	0.5432
40	0.5436	0.5442	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	0.5550	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	0.5595	0.5598	0.5599

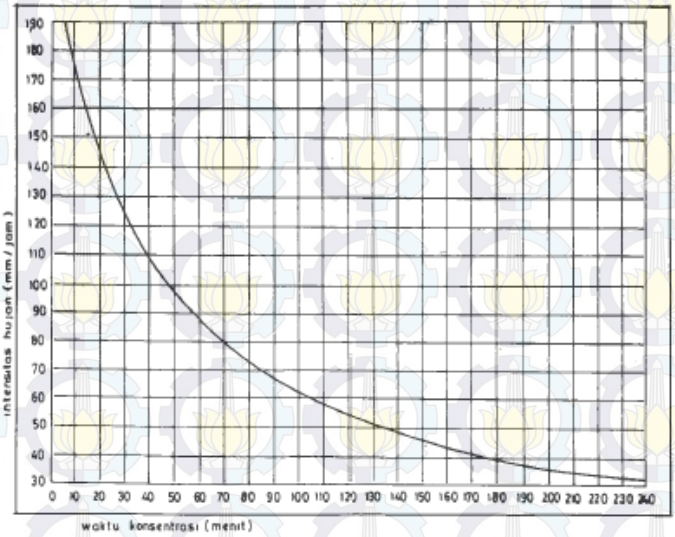
Sumber : Tata Cara Drainase Permukaan Jalan (SNI 03-3424-1994) hal 16

Tabel 2. 21 Nilai Sn

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.95	0.968	0.983	0.997	1.01	1.021	1.032	1.041	1.049	1.057
20	0.063	1.07	1.07	1.081	1.088	1.092	1.096	1.1	1.105	1.109
30	0.112	1.116	1.116	1.113	1.126	1.129	1.131	1.134	1.136	1.139
40	0.141	1.144	1.144	1.148	1.15	1.152	1.154	1.156	1.157	1.159
50	0.161	1.162	1.162	1.166	1.167	1.168	1.17	1.171	1.172	1.173
60	0.175	1.176	1.176	1.178	1.179	1.18	1.181	1.182	1.183	1.184
70	0.186	1.186	1.186	1.188	1.189	1.19	1.191	1.192	1.192	1.193
80	0.194	1.195	1.195	1.196	1.197	1.197	1.198	1.197	1.199	1.2
90	0.201	1.201	1.202	1.203	1.203	1.204	1.204	1.205	1.206	1.205

Sumber : Tata Cara Drainase Permukaan Jalan (SNI 03-3424-1994) hal 16

Nilai I yang didapatkan di plotkan pada kurva basis. Pada waktu konstentrasi 240 menit dan kemudian tarik garis lengkung searah dengan kurva basis



Gambar 2. 13. Kurva Basis

Sumber : Tata Cara Permukaan Drainase Jalan SNI 03-3424-1994

2. Menentukan waktu konstentrasi dengan menggunakan rumus sebagai berikut

$$T_1 = \frac{2}{3} \times 3.28 \times Lo \times \left(\frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0.167} \quad \textit{(Pers 2.42)}$$

$$T_1 = \frac{L}{60 \times v} \quad \textit{(Pers 2.43)}$$

$$Tc = T_1 + T_2 \quad \textit{(Pers 2.44)}$$

Dimana :

T_1 = Waktu inlet (tempat air masuk) (menit)
T_2 = Waktu aliran (menit)
Tc = Waktu konsentrasi
Lo = Jarak dari titik terjauh ke fasilitas drainase (m)
L = Panjang saluran (m)
nd = Koefisien hambatan
s = kemiringan daerah pengaliran
V = kecepatan air rata – rata diselokan (m/dt)

Nilai Nd dapat dilihat dari tabel 2.19. nilai nd didapat dari pengaruh kondisi lapis permukaan yang ditinjau

Tabel 2. 22 Nilai hambatan kondisi lapis permukaan

Kondisi Lapis Permukaan	nd
Lapis Semen Permudakaan	0.013
Permukaan Licin dan Kedap Air	0.02
Permukaan Licin dan Kokoh	0.1
Tanah dengan Rumput Tipis dan Gundul	0.2
Padang Rumput dan Rerumputan	0.4
Hutan Gundul	0.6
Hutan Rimbun dan Hutan Gundul Rapat	0.8

Sumber : Tata Cara Drainase Permukaan Jalan (SNI 03-3424-1994) hal 17

3. Menentukan koefisien pengaliran dengan menggunakan rumus sebagai berikut

$$C = \frac{C1\ xA1 + C2\ xA2 + C3\ xA3 + \cdots .}{A1 + A2 + A3 + \cdots ..} \quad \textit{(Pers 2.45)}$$

Dimana :

C =Koefisien pengaliran

C_1, C_2, C_3 =Koefisien pengaliran yang sesuai dengan tipe kondisipermukaan

A_1, A_2, A_3 = Luas daerah pengaliran yang diperhitungkan sesuai dengan kondisi permukaan

4. Menentukan debit aliran dengan menggunakan rumus sebagai berikut

   $Q = \frac{1}{3,6} CxIxA$ *(Pers 2.46)*

   Dimana :

   Q = Debit air (m^3/dt)

   C = Koefisien pengaliran

   I = Intensitas hujan (mm/jam)

   A = Luas daerah pengaliran (km^2)

2.4.3 Tahapan menentukan dimensi drainase

1. Menentukan kecepatan aliran air yang diizinkan berdasarkan jenis material
2. Menghitung luas penampang basah selokan berdasarkan debit aliran menggunakan rumus :

   $Fd = \frac{Q}{V}$ *.....(Pers 2.47)*

   Dimana :

   Fd = Luas penampang (m^2)

   Q = Debit air (m^3/dt)

   V = Kecepatan aliran (m/dt)
3. Menghitung dimensi selokan berdasarkan luas penampang basah selokan menggunakan rumus :

   Fe = Fd *.....(Pers 2.48)*

   Dimana :

   Fe = Luas penampang ekonomis (m^2)

   Fd = Luas penampang berdasarkan debit air (m^2)
4. Menghitung tinggi jagaan selokan dengan menggunakan rumus :

$W = \sqrt{0{,}5}d$ .....*(Pers 2.49)*

Dimana :

W = Tinggi jagaan (m)

d = Tinggi selokan yang terendam air

5. Menghitung kemiringan selokan dengan menggunakan rumus :

$i = \left(\frac{Vxn}{R^{2/3}}\right)^2$ .....*(Pers 2.50)*

R= F/p

Untuk merencanakan kemiringan juga mempertimbangkan kemiringan tanah pada lokasi yang akan dibuat selokan dengan menggunakan rumus :

$i = \frac{t1-t2}{L} x\ 100\%$ .....*(Pers 2.51)*

Dimana :

V = Kecepatan aliran (m/dt)

n = Koefisien kekasaran manning

R = Jari – jari hidrolik

F = Luas penampang basah (m2)

P = Keliling basah (m)

i = kemiringan saluran yang diizinkan

t_1 = Tinggi tanah bagian tertinggi (m)

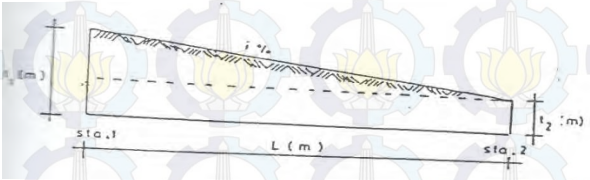
t_2 = Tinggi tanah bagian terendah (m)

L = Panjang saluran (m)

Tabel 2. 23 Harga n untuk rumus Manning

No	Tipe Saluran	Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
	SALURAN BUATAN				
1	Saluran tanah,lurus teratur	0.017	0.02	0.023	0.03
2	Saluran tanah yang di buat dengan excavator	0.023	0.028	0.03	0.04
3	Saluran pada dinding batuan,lurus teratur	0.02	0.03	0.033	0.04
4	Saluran pada dinding batuan,tidak lurus, tidak teratur	0.035	0.04	0.045	0.05
5	Saluran batuan yang diledakkan,ada tumbuh – tumbuhan	0.025	0.03	0.035	0.04
6	Dasar saluran dari tanah,sisi saluran berbatu	0.028	0.03	0.033	0.04
7	Saluran lengkung dengan kecepatan aliran rendah	0.02	0.025	0.028	0.03
	SALURAN ALAM				
8	Bersih,lurus,tidak berpasir,tidak berlubang	0.025	0.028	0.03	0.03
9	Seperti no. 8 tetapi ada timbunan atau kerikil	0.03	0.033	0.035	0.04
10	Melengkung,bersih,berlubang, dan berdinding pasir	0.033	0.035	0.04	0.05
11	Seperti No. 10 dangkal,tidak teratur	0.04	0.045	0.05	0.06
12	Seperti No. 10,berbatu dan ada tumbuh – tumbuhan	0.035	0.04	0.045	0.05
13	Seperti no. 11, sebagian berbatu	0.045	0.05	0.055	0.06
14	Aliran pelan, banyak tumbuh - tumbuhan dan berlubang	0.05	0.06	0.07	0.08
15	Banyak tumbuh – tumbuhan	0.075	0.1	0.125	0.15
	SALURAN BUATAN,BETON ATAU BATU KALI				
16	Saluran pasangan batu, tanpa penyelesaian	0.025	0.03	0.033	0.04
17	Seperti No. 16, tapi dengan penyelesaian	0.017	0.02	0.025	0.03
18	Saluran beton	0.014	0.016	0.019	0.02
19	Saluran beton halus dan rata	0.01	0.011	0.012	0.01
20	Saluran beton pracetak dengan acuan baja	0.013	0.014	0.014	0.02
21	Saluran beton pracetak dengan acuan kayu	0.015	0.016	0.016	0.02

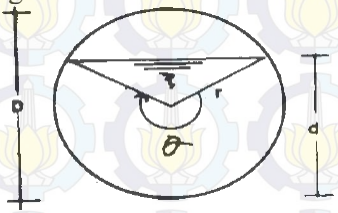
Sumber : Tata Cara Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994 hal 26-27



Gambar 2. 14 Sketsa kemiringan tanah
Sumber : Tata Cara Permukaan Drainase Jalan SNI 03-3424-1994

2.4.4 Tahapan menentukan dimensi gorong-gorong

Gorong-gorong difungsikan agar air dari saluran tepi cepat mengalir ke aliran sungai, sehingga panjang desain saluran tepi akan mengecil dan mengantisipasi hasil dimensinya yang terlalu besar.



Gambar 2. 15 Penampang Gorong-Gorong Lingkaran
Sumber : Drainase Permukaan Jalan SNI 03-3424-1994

$\phi = 4.5$ *radial (Pers 2.52)*

$d = 0.8\ D$ *(Pers 2.53)*

$F = 1/8\ (\phi - \sin\phi) \times D^2$ *(Pers 2.54)*

$P = 2 \times r \times \phi$ *(Pers 2.55)*

$R = \frac{F}{P}$ *(Pers 2.56)*

$Fc = 0.685 \times D^2$ *(Pers 2.57)*

$Fc = Fd$ *(Pers 2.58)*

Keterangan :

ϕ = besarnya sudut dalam radial
d = tinggi selokan yang tergenang air (m)
F = luas penampang basah (m²)
D = garis tengah selokan bentuk lingkarang
P = keliling basah (m)
r = jari-jari lingkaran
R = jari-jari hidrolik
Fc = luas penampang ekonomis
Fd = luas penampang berdasarkan debit air

2.6 Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya merupakan perencanaan besarnya biaya yang akan dikeluarkan dalam pelaksanaan pembangunan proyek yang sudah direncanakan sebelumnya. Anggaran tersebut diperoleh dari hasil perkalian satuan – satuan harga dengan volume yang diperlukan untuk membangun proyek tersebut. Volume – volume yang didapat berdasarkan gambar perencanaan.

2.6.1 Volume pekerjaan

Volume pekerjaan merupakan jumlah pekerjaan dalam satuan. Dalam Perencanaan jalan volume didapat dari cross section (potongan melintang) dan long section (potongan memanjang).

2.6.2 Harga satuan pekerjaan

Harga satuan pekerjaan didapat dari perhitungan satuan bagian penunjangpekerjaan seperti upah,peralatan,material dan lainnnya yang nantinya dikalikan dengan koefisien seuai dengan ketentuan.

BAB 3 METODOLOGI

Metodologi yang kami gunakan untuk menyelesaikan tugas akhir adalah sebagai berikut :

3.1 Pekerjaan Persiapan

Survei lapangan untuk mebgetahui keadaan eksisting jalan serta mengetahui jenis kendaraan yang melewati jalan tersebut yang nantinya untuk mengetahui beban kendaraan.

3.2 Pengumpulan Data

a. Peta Lokasi Proyek
   Peta lokasi proyek diperoleh dari Direktorat Jenderal Bina Marga Balai Besar Perencanaan Jalan Nasional V
b. Data Geometrik Jalan
   Data geometrik jalan dari Direktorat Jenderal Bina Marga Balai Besar Perencanaan Jalan Nasional V
c. Data LHR
   Data LHR diperoleh dari Direktorat Jenderal Bina Marga Balai Besar Perencanaan Jalan Nasional V
d. Data CBR Tanah Dasar
   Data CBR Tanah Dasar diperoleh dari Direktorat Jenderal Bina Marga Balai Besar Perencanaan Jalan Nasional V
e. Data Curah Hujan
   Data Curah Hujan diperoleh dari Direktorat Jenderal Bina Marga Balai Besar Perencanaan Jalan Nasional V
f. Gambar Long Section dan Cross Section
   Gambar Long Section dan Cross Section diperoleh dari Direktorat Jenderal Bina Marga Balai Besar Perencanaan Jalan Nasional V (data-data terlampir)

3.3 Analisa Data Peningkatan Jalan

3.3.1 Analisis untuk Pelebaran Jalan

Pelebaran jalan, data-data yang diperlukan untuk dianalisis antara lain :

1. Analisis data jumlah kendaraan
2. Analisis data CBR

Dari data analisis tersebut akan diketahui kinerja jalan

3.3.2 Menghitung Rencana Tebal Perkerasan Pelebaran Jalan

Merencanakan tebal perkerasan maupun pelebaran jalan data-data yang dihitung antara lain :

1. LHR awal dan akhir umur rencana
2. Lintas ekivalen tengah dan lintas ekivalen rencana

Dari perhitungan data-data yang telah diolah diatas dapat ditentukan tebal perkerasan jalan.

3.3.3 Menghitung Pelapisan Ulang (Overlay) pada Jalan Lama

Merencanakan tebal lapis tambahan (overlay) data – data yang diperlukan antara lain :

1. Perhitungan faktor umur rencana
2. Perhitungan unit ekivalen beban sekunder
3. Perhitungan akumulatif ekivalen beban sekunder
4. Perhitungan lendutan balik yang diijinkan

3.3.4 Merencanakan dan Menghitung Saluran Tepi

Merencanakan saluran tepi jalan (drainase) data – data yang diperlukan antara lain :

1. Menghitung waktu konsentrasi
2. Menghitung intensitas hujan
3. Menghitung debit air
4. Menghitung dimensi saluran

3.4 Gambar Teknik Hasil Perencanaan

Gambar teknik pelaksanaan meliputi :

a. Gambar long section
b. Gambar cross section
c. Gambar detail drainase

3.5 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

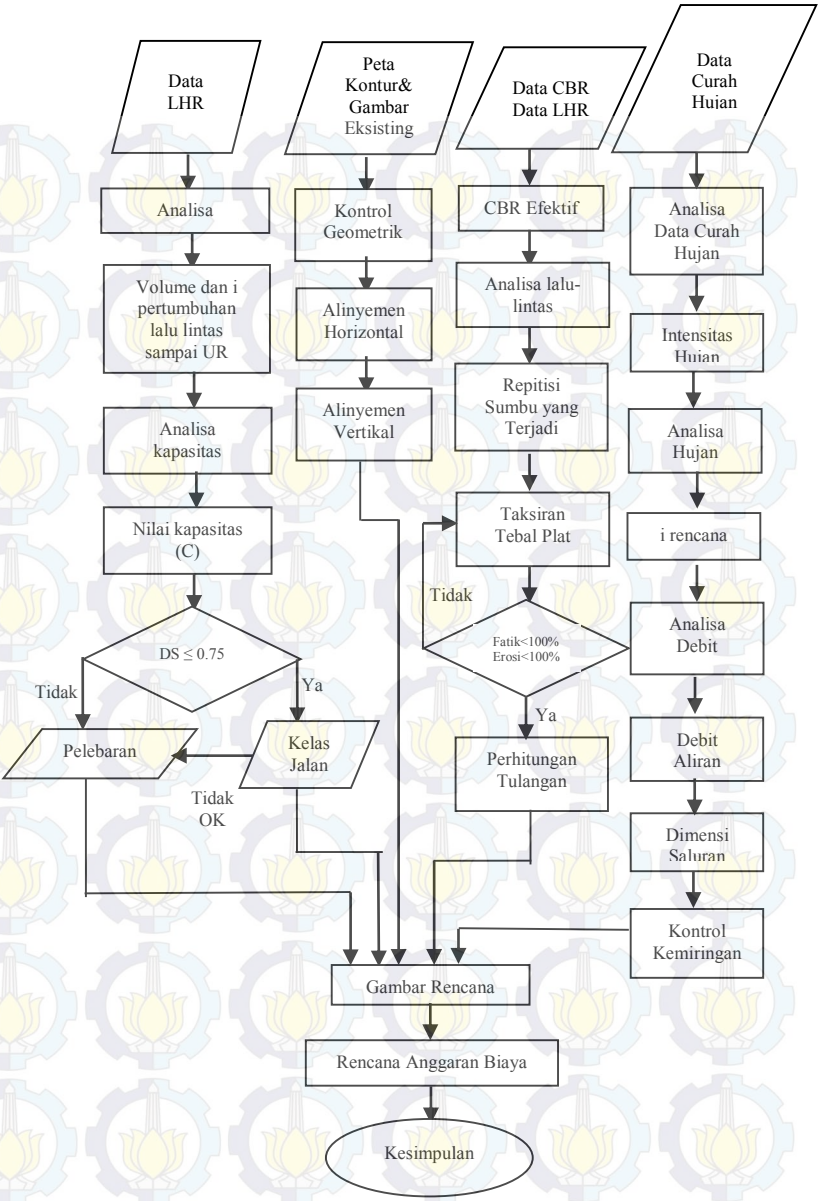
a. Perhitungan rencana anggaran biaya dihitung berdasarkan :
   1. Volume pekerjaan perkerasan
   2. Volume pekerjaan timbunan tanah kembali
   3. Volume pekerjaan plesteran
   4. Volume pekerjaan batu kali
   5. Volume pekerjaan galian
b. HSPK setempat (Pacitan/Ponorogo)

3.6 Kesimpulan dan Saran

Berisi kesimpulan dan saran yang diambil dari hasil tugas akhir ini.Didalam perencanaan konstruksi jalan,hasil yang didapatkan apa yang adalah terealisasikannya apa yang telah direncanakan yaitu jalan yang telah sesuai dengan apa yan telah diperhitungkan sesuai dengan ketentuan yang telah ditetapkan. Jalan yang telah dibuat diharapkan untuk menambah umur atau masa layan jalan penghubung Kota Pacitan dan Kab. Ponorogo dan meminimalisir

kerusakan jalan akibat bencana longsor yang sering terjadi didaerah tersebut.

Untuk mempermudah proses pengerjaan, maka metodologi disusun membentuk suatu flow chart atau bagan metodologi. Bagan tersebut dapat dilihat secara terperinci dibawah ini.



Gambar 3. 1 Bagan Alir Metodelogi

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 4 PENGUMPULAN DATA

4.1 Data Lalu Lintas

Data lalu lintas diperlukan untuk merencanakan tebal perkerasan dan analisa pelebaran jalan jika dibutuhkan suatu pelebaran di ruas jalan tersebut dengan memperkirakan tingkat rata-rata pertumbuhan lalu lintas kendaraan pertahun.

Data lalu lintas diperoleh dari Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional V. Data yang diperoleh adalah LHRT selama 3 tahun dari tahun 2012 hingga tahun 2014. Data ini sebagai acuan untuk memperoleh hasil regresi jumlah kendaraan pada awal tahun rencana 2018 hingga masa akhir pelayanan jalan yaitu pada tahun 2038. Data volume lalu lintas dari tahun 2012 hingga tahun 2014 dapat dilihat di dalam tabel berikut :

Tabel 4. 1 Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHRT) Ruas Bts Kota Pacitan – Bts Kab. Ponorogo

DATA LALU LINTAS
RUAS JALAN BTS.KOTA PACITAN - BTS KAB. PONOROGO

No.	Jenis Kendaran	Golongan	Tahun		
			2012	2013	2014
1	Sepeda motor, Sekuter, Spd Kumbang, Roda 3	1	9079	9805	10590
2	Sedan, jeep, dan station wagon	2	794	850	909
3	Opelet, Pick-up opelet, Sub-urban, Combi, Minibus	3	320	336	353
4	Pick-up, Micro Truck dan Mobil Hantaran atau Pick-up Box	4	335	360	387
5	Bus Kecil	5a	27	28	30
6	Bus Besar	5b	24	25	26
7	Truk ringan 2 sumbu	6a	264	277	291
8	Truk sedang 2 sumbu	6b	155	161	168
9	Truk 3 sumbu	7a	28	29	31
10	Truk gandengan	7b	6	*6*	*7*
11	Truk Semi Trailer	7c	10	*10*	*11*
	JUMLAH		**11042**	**11887**	**12803**

Sumber : Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional V

Data yang dianalisis adalah data volume lalu lintas kendaraan pada tabel 4.1. Dalam melakukan analisa lalu lintas, dapat digunakan untuk mencari pertumbuhan kendaraan pertahun dan prediksi jumlah kendaraan dari awal tahun rencana hingga akhir tahun rencana untuk masing-masing kendaraan. Untuk mencari pertumbuhan dan jumlah kendaraan hingga umur akhir rencana dapat digunakan persamaan regresi yang terdapat pada program Ms. Excel.

Data primer diambil dari hasil counting pada saat survey lokasi proyek, data ini bertujuan untuk membandingkan data yang telah didapat dari Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional V. Karena pada saat survey Pacitan mengalami gempa 5,0 SR hasil dan longsor di beberapa ruas jalan, hasil data counting jumlah kendaraan yang lewat mengalami penurunan.

Tabel 4. 2 Data Primer Hasil Counting Kendaraan yang Menuju Ponorogo

FORMAT SURVEY LALU LINTAS

Hari / Tanggal,Bln,Tahun : Kamis 31 Maret 2016
Nomor Arah Pergerakan : Segmen Jl.Pacitan-Jl.Ponorogo KM SBY.249+900 - KM SBY.251+900
Arah : Lurus/ Belok Kiri/ Belok Kanan
: (Dari Pacitan ke Ponorogo)
Jam : 06.00 - 07.00 /11.00 - 14.00 / 16.00 - 19.00 WIB
Periode : Pagi / Siang / Sore
Nama Surveyor/ No.Tlp : Galih Ardiansyah Putera & Adi Firmansyah

No.	Jenis Kendaran	Golongan	Waktu						Total kend
			0:10:00	0:20:00	0:30:00	0:40:00	0:50:00	1:00:00	
1	Sepeda motor, Sekuter, Spd Kumbang, Roda 3	1	22	12	19	22	17	20	112
2	Sedan, jeep, dan station wagon	2	0	1	0	3	1	1	6
3	Opelet, Pick-up opelet, Sub-urban, Combi, Minibus	3	3	2	2	1	2	4	14
4	Pick-up, Micro Truck dan Mobil Hantaran atau Pick-up Box	4	1	0	0	3	0	2	6
5	Bus Kecil	5a	1	0	0	2	1	0	4
6	Bus Besar	5b	0	0	0	0	0	0	0
7	Truk ringan 2 sumbu	6a	2	1	1	2	0	3	9
8	Truk sedang 2 sumbu	6b	1	1	1	2	3	4	12
9	Truk 3 sumbu	7a	0	0	0	0	0	0	0
10	Truk gandengan	7b	0	0	0	0	0	0	0
11	Truk Semi Trailer	7c	0	0	0	0	0	0	0
	Jumlah								163

Sumber : Hasil Pengolahan

Tabel 4. 3 Data Primer Hasil Counting Kendaraan yang Menuju Pacitan

FORMAT SURVEY LALU LINTAS

Hari / Tanggal,Bln,Tahun : Kamis 31 Maret 2016
Nomor Arah Pergerakan : Segmen Jl.Pacitan-Jl.Ponorogo KM SBY.249+900 - KM SBY.251+900
Arah : Lurus/ Belok Kiri/ Belok Kanan
: (Dari Ponorogo ke Pacitan)
Jam : 06.00 - 07.00 /11.00 - 14.00 /16.00 - 19.00 WIB
Periode : Pagi / Siang / Sore
Nama Surveyor/ No.Tlp : Galih Ardiansyah Putera & Adi Firmansyah

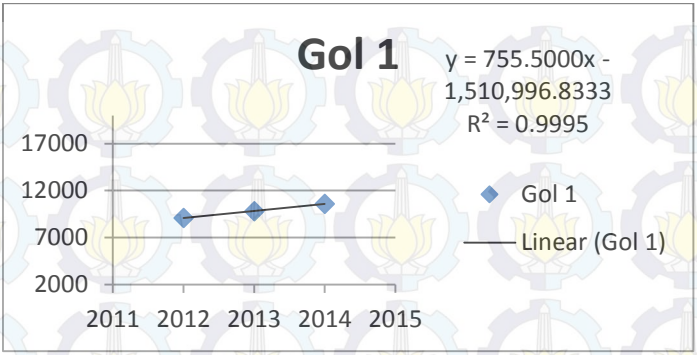
No.	Jenis Kendaran	Golongan	Waktu						Total kend
			0:10:00	0:20:00	0:30:00	0:40:00	0:50:00	1:00:00	
1	Sepeda motor, Sekuter, Spd Kumbang, Roda 3	1	19	25	18	23	21	27	133
2	Sedan, jeep, dan station wagon	2	1	2	1	2	1	0	7
3	Opelet, Pick-up opelet, Sub-urban, Combi, Minibus	3	0	3	4	5	0	3	15
4	Pick-up, Micro Truck dan Mobil Hantaran atau Pick-up Box	4	3	0	2	1	0	0	6
5	Bus Kecil	5a	1	1	0	1	1	1	5
6	Bus Besar	5b	0	0	0	0	1	0	1
7	Truk ringan 2 sumbu	6a	1	1	1	1	2	1	7
8	Truk sedang 2 sumbu	6b	1	0	3	1	1	2	8
9	Truk 3 sumbu	7a	0	0	0	0	0	0	0
10	Truk gandengan	7b	0	0	0	0	0	0	0
11	Truk Semi Trailer	7c	0	0	0	0	0	0	0
Jumlah									182

Sumber : Hasil Pengolahan

Tabel 4. 4 Pertumbuhan Volume Lalu Lintas Kendaraan Sepeda Motor (Gol 1)

Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Gol. 1 (Sepeda motor, Sekuter, Spd Kumbang, Roda 3)						
No	Tahun (x)	LHR (y)	Pers. Regresi (Y)	i	i rata2	i (%)
1	2012	9079	9070.00	0	0.0416447	4.1644687
2	2013	9805	9825.00	0.0768448		
3	2014	10590	10581.00	0.0714488		
4	2015		11336.00	0.066602		
5	2016		12092.00	0.0625207		
6	2017		12847.00	0.0587686		
7	2018		13603.00	0.055576		
8	2019		14358.00	0.0525839		
9	2020		15114.00	0.0500198		
10	2021		15869.00	0.047577		
11	2022		16625.00	0.0454737		
12	2023		17380.00	0.0434407		
13	2024		18136.00	0.041685		
14	2025		18891.00	0.0399661		
15	2026		19647.00	0.0384792		
16	2027		20402.00	0.0370062		
17	2028		21158.00	0.0357312		
18	2029		21913.00	0.0344544		
19	2030		22669.00	0.0333495		
20	2031		23424.00	0.0322319		
21	2032		24180.00	0.0312655		
22	2033		24935.00	0.0302787		
23	2034		25691.00	0.0294266		
24	2035		26446.00	0.0285487		
25	2036		27202.00	0.0277921		
26	2037		27957.00	0.0270058		
27	2038		28713.00	0.0263295		
Jumlah				1.1244065		

Sumber : Hasil Pengolahan



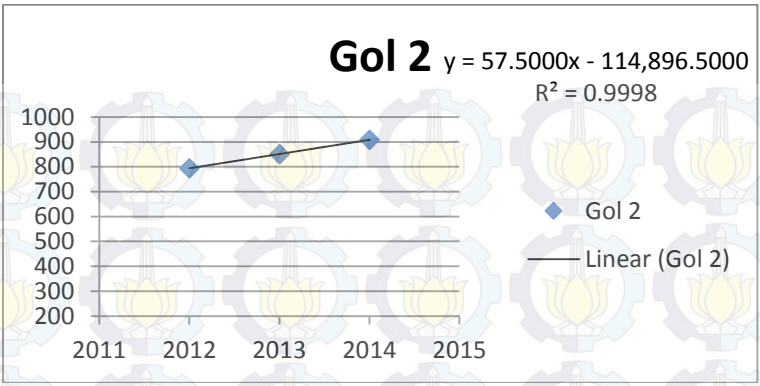
Gambar 4. 1 Grafik Pertumbuhan volume lalu lintas kendaraan sepeda motor (Gol 1)

Sumber : Hasil Pengolahan

Tabel 4. 5 Pertumbuhan Volume Lalu Lintas Kendaraan Sedan, Jeep dan Station Wagon (Gol 2)

Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Gol. 2 (Sedan, jeep, dan station wagon)						
No	Tahun (x)	LHR (y)	Pers. Regresi (Y)	i	i rata2	i (%)
1	2012	794	793	0	0.038382	3.8382001
2	2013	850	850	0.0670588		
3	2014	909	908	0.0638767		
4	2015		965	0.0590674		
5	2016		1023	0.056696		
6	2017		1080	0.0527778		
7	2018		1138	0.0509666		
8	2019		1195	0.0476987		
9	2020		1253	0.0462889		
10	2021		1310	0.0435115		
11	2022		1368	0.0423977		
12	2023		1425	0.04		
13	2024		1483	0.0391099		
14	2025		1540	0.037013		
15	2026		1598	0.0362954		
16	2027		1655	0.0344411		
17	2028		1713	0.0338587		
18	2029		1770	0.0322034		
19	2030		1828	0.0317287		
20	2031		1885	0.0302387		
21	2032		1943	0.0298507		
22	2033		2000	0.0285		
23	2034		2058	0.0281827		
24	2035		2115	0.0269504		
25	2036		2173	0.0266912		
26	2037		2230	0.0255605		
27	2038		2288	0.0253497		
Jumlah				1.036314		

Sumber : Hasil Pengolahan

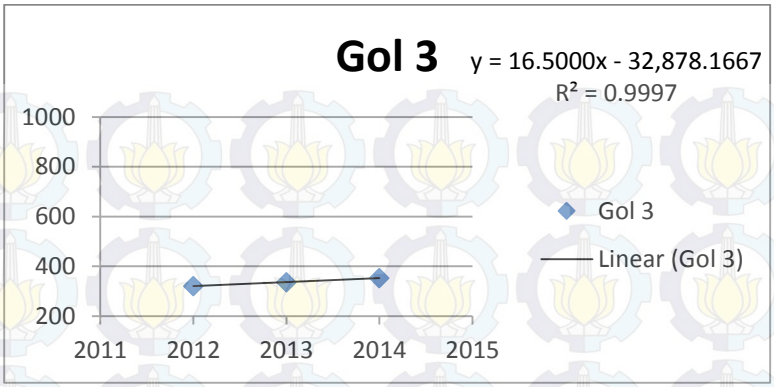


Gambar 4. 2 Grafik Pertumbuhan Volume Lalu Lintas Kendaraan Sedan, Jeep dan Station Wagon (Gol 2)
Sumber : Hasil Pengolahan

Tabel 4. 6 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Gol. 3 (Opelet, Pick-up opelet, Sub-urban, Combi, Minibus)

Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Gol. 3 (Opelet, Pick-up opelet, Sub-urban, Combi, Minibus)						
No	Tahun (x)	LHR (y)	Pers. Regresi (Y)	i	i rata2	i (%)
1	2012	320	320	0	0.0309557	3.0955691
2	2013	336	337	0.0504451		
3	2014	353	353	0.0453258		
4	2015		370	0.0459459		
5	2016		386	0.0414508		
6	2017		403	0.0421836		
7	2018		419	0.0381862		
8	2019		436	0.0389908		
9	2020		452	0.0353982		
10	2021		469	0.0362473		
11	2022		485	0.0329897		
12	2023		502	0.0338645		
13	2024		518	0.030888		
14	2025		535	0.0317757		
15	2026		551	0.0290381		
16	2027		568	0.0299296		
17	2028		584	0.0273973		
18	2029		601	0.0282862		
19	2030		617	0.0259319		
20	2031		634	0.0268139		
21	2032		650	0.0246154		
22	2033		667	0.0254873		
23	2034		683	0.0234261		
24	2035		700	0.0242857		
25	2036		716	0.0223464		
26	2037		733	0.0231924		
27	2038		749	0.0213618		
Jumlah				0.8358037		

Sumber : Hasil Pengolahan



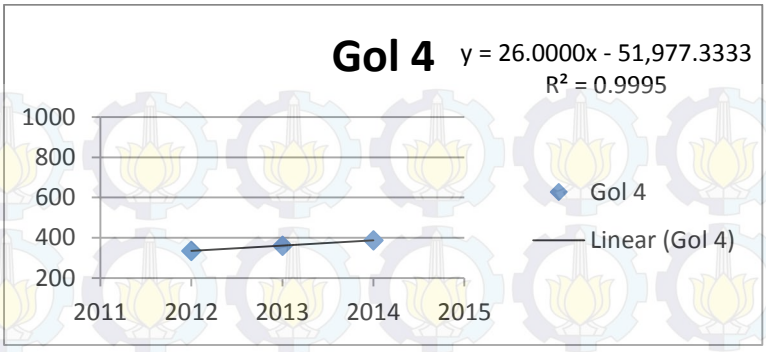
Gambar 4. 3 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Gol. 3 (Opelet, Pick-up opelet, Sub-urban, Combi, Minibus)

Sumber : Hasil Pengolahan

Tabel 4. 7 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Gol. 4 (Pick-up, Micro Truck dan Mobil Hantaran atau Pick-up Box)

Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Gol. 4 (Pick-up, Micro Truck dan Mobil Hantaran atau Pick-up Box)						
No	Tahun (x)	LHR (y)	Pers. Regresi (Y)	i	i rata2	i (%)
1	2012	335	335	0	0.0399653	3.9965327
2	2013	360	361	0.0720222		
3	2014	387	387	0.0671835		
4	2015		413	0.062954		
5	2016		439	0.0592255		
6	2017		465	0.055914		
7	2018		491	0.0529532		
8	2019		517	0.0502901		
9	2020		543	0.0478821		
10	2021		569	0.0456942		
11	2022		595	0.0436975		
12	2023		621	0.041868		
13	2024		647	0.0401855		
14	2025		673	0.038633		
15	2026		699	0.037196		
16	2027		725	0.0358621		
17	2028		751	0.0346205		
18	2029		777	0.033462		
19	2030		803	0.0323786		
20	2031		829	0.0313631		
21	2032		855	0.0304094		
22	2033		881	0.0295119		
23	2034		907	0.0286659		
24	2035		933	0.0278671		
25	2036		959	0.0271116		
26	2037		985	0.0263959		
27	2038		1011	0.0257171		
Jumlah				1.0790638		

Sumber : Hasil Pengolahan

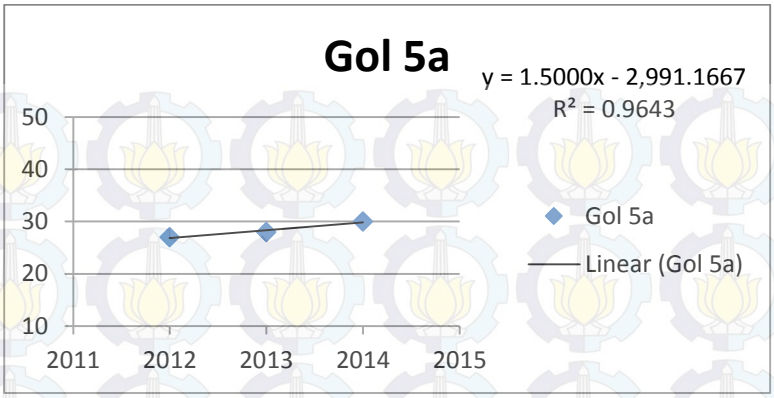


Gambar 4. 4 Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Gol. 4 (Pick-up, Micro Truck dan Mobil Hantaran atau Pick-up Box)
Sumber : Hasil Pengolahan

Tabel 4. 8 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Gol. 5a (Bus Kecil)

Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Gol. 5a (Bus Kecil)						
No	Tahun (x)	LHR (y)	Pers. Regresi (Y)	i	i rata2	i (%)
1	2012	27	27	0	0.0324328	3.2432799
2	2013	28	29	0.0689655		
3	2014	30	30	0.0333333		
4	2015		32	0.0625		
5	2016		33	0.030303		
6	2017		35	0.0571429		
7	2018		36	0.0277778		
8	2019		38	0.0526316		
9	2020		39	0.025641		
10	2021		41	0.0487805		
11	2022		42	0.0238095		
12	2023		44	0.0454545		
13	2024		45	0.0222222		
14	2025		47	0.0425532		
15	2026		48	0.0208333		
16	2027		50	0.04		
17	2028		51	0.0196078		
18	2029		53	0.0377358		
19	2030		54	0.0185185		
20	2031		56	0.0357143		
21	2032		57	0.0175439		
22	2033		59	0.0338983		
23	2034		60	0.0166667		
24	2035		62	0.0322581		
25	2036		63	0.015873		
26	2037		65	0.0307692		
27	2038		66	0.0151515		
Jumlah				0.8756856		

Sumber : Hasil Pengolahan



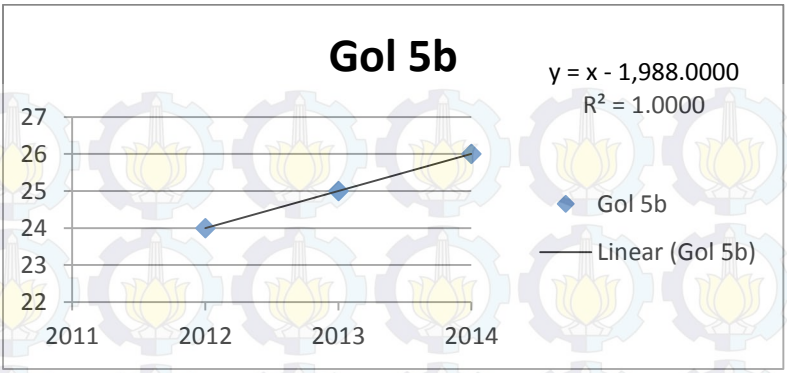
Gambar 4. 5 Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Gol. 5a (Bus Kecil)

Sumber : Hasil Pengolahan

Tabel 4. 9 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Gol. 5b (Bus Besar)

Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Gol. 5b (Bus Besar)						
No	Tahun (x)	LHR (y)	Pers. Regresi (Y)	i	i rata2	i (%)
1	2012	24	24	0	0.0267869	2.6786932
2	2013	25	25	0.04		
3	2014	26	26	0.0384615		
4	2015		27	0.037037		
5	2016		28	0.0357143		
6	2017		29	0.0344828		
7	2018		30	0.0333333		
8	2019		31	0.0322581		
9	2020		32	0.03125		
10	2021		33	0.030303		
11	2022		34	0.0294118		
12	2023		35	0.0285714		
13	2024		36	0.0277778		
14	2025		37	0.027027		
15	2026		38	0.0263158		
16	2027		39	0.025641		
17	2028		40	0.025		
18	2029		41	0.0243902		
19	2030		42	0.0238095		
20	2031		43	0.0232558		
21	2032		44	0.0227273		
22	2033		45	0.0222222		
23	2034		46	0.0217391		
24	2035		47	0.0212766		
25	2036		48	0.0208333		
26	2037		49	0.0204082		
27	2038		50	0.02		
Jumlah				0.7232472		

Sumber : Hasil Pengolahan



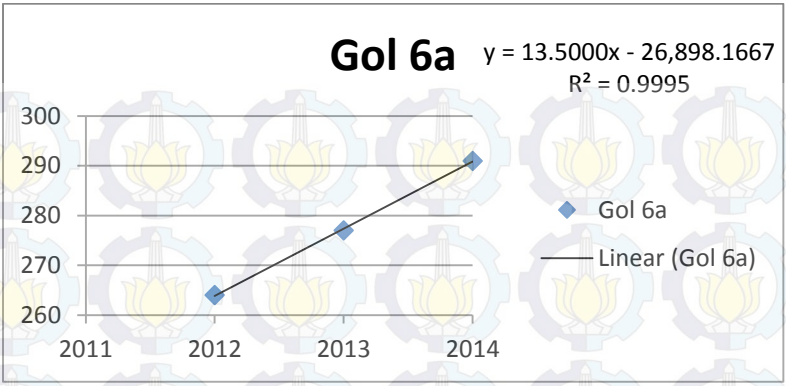
Gambar 4. 6 Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Gol. 5b (Bus Besar)

Sumber : Hasil Pengolahan

Tabel 4. 10 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Gol. 6a (Truk ringan 2 sumbu)

Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Gol. 6a (Truk ringan 2 sumbu)						
No	Tahun (x)	LHR (y)	Pers. Regresi (Y)	i	i rata2	i (%)
1	2012	264	264	0	0.0307859	3.078593
2	2013	277	278	0.0503597		
3	2014	291	291	0.0446735		
4	2015		305	0.0459016		
5	2016		318	0.0408805		
6	2017		332	0.0421687		
7	2018		345	0.0376812		
8	2019		359	0.0389972		
9	2020		372	0.0349462		
10	2021		386	0.0362694		
11	2022		399	0.0325815		
12	2023		413	0.0338983		
13	2024		426	0.0305164		
14	2025		440	0.0318182		
15	2026		453	0.0286976		
16	2027		467	0.0299786		
17	2028		480	0.0270833		
18	2029		494	0.0283401		
19	2030		507	0.025641		
20	2031		521	0.0268714		
21	2032		534	0.0243446		
22	2033		548	0.0255474		
23	2034		561	0.0231729		
24	2035		575	0.0243478		
25	2036		588	0.0221088		
26	2037		602	0.0232558		
27	2038		615	0.0211382		
Jumlah				0.8312201		

Sumber : Hasil Pengolahan



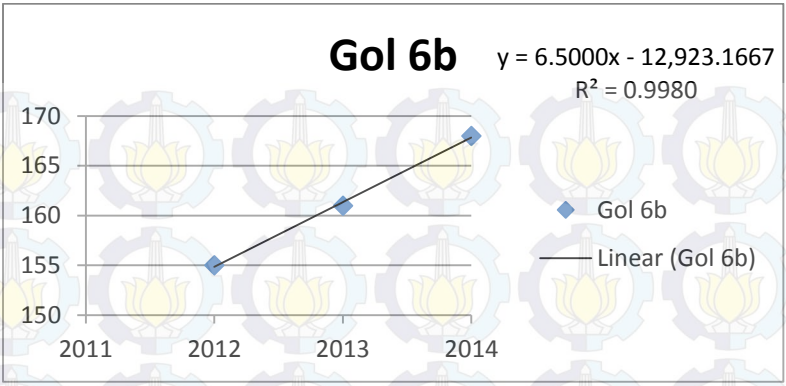
Gambar 4. 7 GrafikPertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Gol. 6a (Truk ringan 2 sumbu)

Sumber : Hasil Pengolahan

Tabel 4. 11 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Gol. 6b (Truk sedang 2 sumbu)

Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Gol. 6b (Truk ringan 2 sumbu)						
No	Tahun (x)	LHR (y)	Pers. Regresi (Y)	i	i rata2	i (%)
1	2012	155	155	0	0.026904	2.6903955
2	2013	161	162	0.0432099		
3	2014	168	168	0.0357143		
4	2015		175	0.04		
5	2016		181	0.0331492		
6	2017		188	0.037234		
7	2018		194	0.0309278		
8	2019		201	0.0348259		
9	2020		207	0.0289855		
10	2021		214	0.0327103		
11	2022		220	0.0272727		
12	2023		227	0.030837		
13	2024		233	0.0257511		
14	2025		240	0.0291667		
15	2026		246	0.0243902		
16	2027		253	0.027668		
17	2028		259	0.023166		
18	2029		266	0.0263158		
19	2030		272	0.0220588		
20	2031		279	0.0250896		
21	2032		285	0.0210526		
22	2033		292	0.0239726		
23	2034		298	0.0201342		
24	2035		305	0.0229508		
25	2036		311	0.0192926		
26	2037		318	0.0220126		
27	2038		324	0.0185185		
Jumlah				0.7264068		

Sumber : Hasil Pengolahan



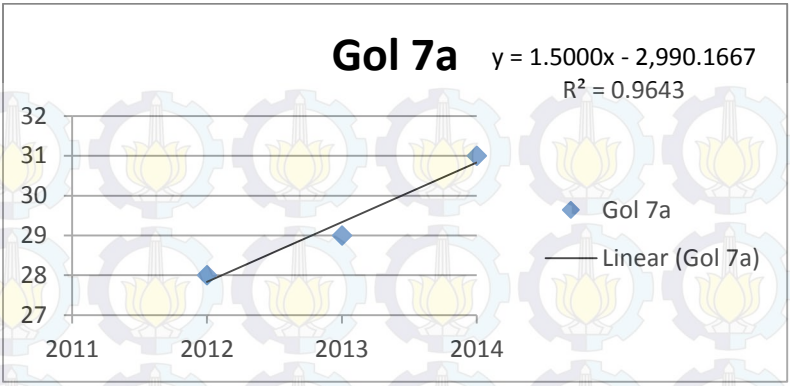
Gambar 4. 8 Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Gol. 6b (Truk sedang 2 sumbu)

Sumber : Hasil Pengolahan

Tabel 4. 12 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Gol. 7a (Truk 3 sumbu)

Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Gol. 7a (Truk 3 sumbu)						
No	Tahun (x)	LHR (y)	Pers. Regresi (Y)	i	i rata2	i (%)
1	2012	28	27	0	0.0324328	3.2432799
2	2013	29	29	0.0689655		
3	2014	31	30	0.0333333		
4	2015		32	0.0625		
5	2016		33	0.030303		
6	2017		35	0.0571429		
7	2018		36	0.0277778		
8	2019		38	0.0526316		
9	2020		39	0.025641		
10	2021		41	0.0487805		
11	2022		42	0.0238095		
12	2023		44	0.0454545		
13	2024		45	0.0222222		
14	2025		47	0.0425532		
15	2026		48	0.0208333		
16	2027		50	0.04		
17	2028		51	0.0196078		
18	2029		53	0.0377358		
19	2030		54	0.0185185		
20	2031		56	0.0357143		
21	2032		57	0.0175439		
22	2033		59	0.0338983		
23	2034		60	0.0166667		
24	2035		62	0.0322581		
25	2036		63	0.015873		
26	2037		65	0.0307692		
27	2038		66	0.0151515		
Jumlah				0.8756856		

Sumber : Hasil Pengolahan



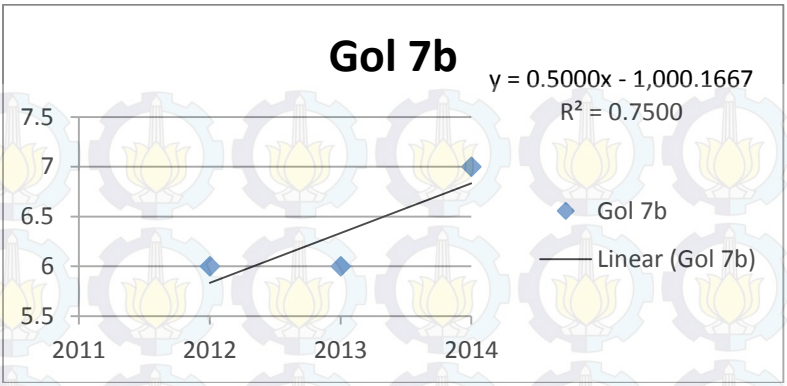
Gambar 4. 9 Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Gol. 7a (Truk 3 sumbu)

Sumber : Hasil Pengolahan

Tabel 4. 13 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Gol. 7b (Truk gandengan)

Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Gol. 7b (Truk gandengan)						
No	Tahun (x)	LHR (y)	Pers. Regresi (Y)	i	i rata2	i (%)
1	2012	6	6	0	0.040657	4.0657024
2	2013	6	7	0.1428571		
3	2014	7	7	0		
4	2015		8	0.125		
5	2016		8	0		
6	2017		9	0.1111111		
7	2018		9	0		
8	2019		10	0.1		
9	2020		10	0		
10	2021		11	0.0909091		
11	2022		11	0		
12	2023		12	0.0833333		
13	2024		12	0		
14	2025		13	0.0769231		
15	2026		13	0		
16	2027		14	0.0714286		
17	2028		14	0		
18	2029		15	0.0666667		
19	2030		15	0		
20	2031		16	0.0625		
21	2032		16	0		
22	2033		17	0.0588235		
23	2034		17	0		
24	2035		18	0.0555556		
25	2036		18	0		
26	2037		19	0.0526316		
27	2038		19	0		
Jumlah				1.0977397		

Sumber : Hasil Pengolahan



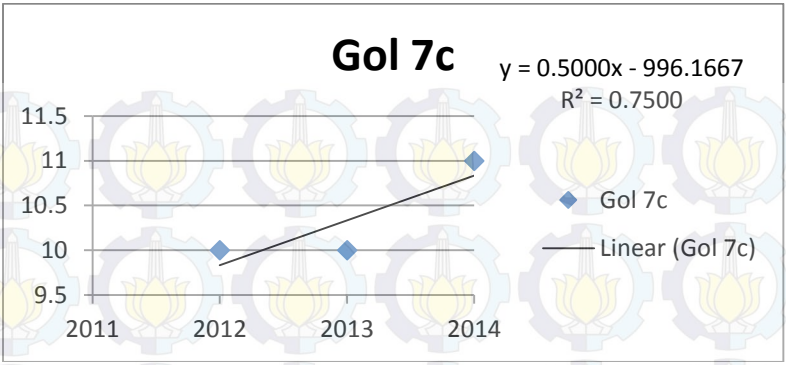
Gambar 4. 10 Grafik Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Gol. 7b (Truk gandengan)

Sumber : Hasil Pengolahan

Tabel 4. 14 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Gol. 7c (Truk semitrailer)

Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Gol. 7c (Truk semitrailer)						
No	Tahun (x)	LHR (y)	Pers. Regresi (Y)	i	i rata2	i (%)
1	2012	10	10	0	0.0298268	2.9826787
2	2013	10	11	0.0909091		
3	2014	11	11	0		
4	2015		12	0.0833333		
5	2016		12	0		
6	2017		13	0.0769231		
7	2018		13	0		
8	2019		14	0.0714286		
9	2020		14	0		
10	2021		15	0.0666667		
11	2022		15	0		
12	2023		16	0.0625		
13	2024		16	0		
14	2025		17	0.0588235		
15	2026		17	0		
16	2027		18	0.0555556		
17	2028		18	0		
18	2029		19	0.0526316		
19	2030		19	0		
20	2031		20	0.05		
21	2032		20	0		
22	2033		21	0.047619		
23	2034		21	0		
24	2035		22	0.0454545		
25	2036		22	0		
26	2037		23	0.0434783		
27	2038		23	0		
Jumlah				0.8053233		

Sumber : Hasil Pengolahan



Gambar 4. 11 Pertumbuhan Lalu Lintas Kendaraan Gol. 7c (Truk semitrailer)
Sumber : Hasil Pengolahan

Tabel 4. 15 Rekapitulasi Pertumbuhan Kendaraan

Rekapitulasi Pertumbuhan Kendaraan			
No.	Jenis Kendaran	Golongan	i (%)
1	Sepeda motor, Sekuter, Spd Kumbang, Roda 3	1	4.164
2	Sedan, jeep, dan station wagon	2	3.838
3	Opelet, Pick-up opelet, Sub-urban, Combi, Minibus	3	3.096
4	Pick-up, Micro Truck dan Mobil Hantaran atau Pick-up Box	4	3.997
5	Bus Kecil	5a	3.243
6	Bus Besar	5b	2.679
7	Truk ringan 2 sumbu	6a	3.079
8	Truk sedang 2 sumbu	6b	2.69
9	Truk 3 sumbu	7a	3.243
10	Truk gandengan	7b	4.066
11	Truk Semi Trailer	7c	2.983

Sumber : Hasil Pengolahan

4.2 Analisa Kapasitas Jalan

Langkah-langkah analisa kapasitas jalan eksisting untuk menentukan kemampuan jalan 2 lajur 2 arah (2/2 UD) dalam hal menampung volume lalu lintas dengan umur rencana 20 tahun adalah sebagai berikut :

4.2.1 Kapasitas Dasar (Co)

Menentukan tipe medan jalan diawali dengan menentukan tipe medan/alinyemen sesuai dengan topografi yang dilewati oleh jalan. Penggolongan tipe medan/alinyemen dapat dibedakan menjadi 3 yaitu datar, bukit, dan gunung.

Untuk alinyemen vertikal :

$$\frac{\Delta H\ (m)}{\Sigma\ Panjang\ Jalan\ (km)}$$

Dimana :

$$\Delta H_1 = (H\ KM\,251 + 900) - (H\ KM\,251 + 300)$$
$$\Delta H_1 = 103.47 - 108.539 = -5.069\ m$$
$$\Delta H_2 = (H\ KM\,251 + 300) - (H\ KM\,250 + 700)$$
$$\Delta H_2 = 108.539 - 111.789 = -3.25\ m$$
$$\Delta H_3 = (H\ KM\,250 + 700) - (H\ KM\,250 + 100)$$
$$\Delta H_3 = 111.789 - 117.206 = -5.417\ m$$
$$\Delta H_4 = (H\ KM\,250 + 100) - (H\ KM\,249 + 500)$$
$$\Delta H_4 = 117.206 - 123.296 = -6.09\ m$$
$$\Delta H_5 = (H\ KM\,250 + 100) - (H\ KM\,249 + 500)$$
$$\Delta H_5 = 117.206 - 123.296 = -6.09\ m$$

$$\Delta H_{total} = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \Delta H_4 + \Delta H_5 = -26.648\ \boldsymbol{m}$$

Sehingga,

$$\frac{\Delta H\ (m)}{\Sigma\ Panjang\ Jalan\ (km)} = \frac{-26.648\ m}{3.5\ km} = -8.883\ m/km$$

Karena hasil perhitungan 8.883 m/km < 10 m/km adalah tipe medan **DATAR**

Untuk alinyemen horizontal :

$$\frac{\Sigma \frac{\Delta}{360} x2\ rad\ \pi}{\Sigma\ Panjang\ Jalan\ (km)} = rad/km$$

Tabel 4. 16 Rekapitulasi Sudut (Δ) Alinyemen Horizontal

Tikungan	°	'	"	Δ
PI 1 =	-20	-47	-51	-20.798
PI 2 =	-33	-52	-53	-33.881
PI 3 =	10	46	28	10.774
PI 4 =	4	40	34	4.676
PI 5 =	-89	-48	-19	-89.805
PI 6 =	-60	-11	-13	-60.187
PI 7 =	9	23	23	9.390
PI 8 =	2	22	8	2.369
PI 9 =	-8	-53	-42	-8.895
PI 10 =	12	27	9	12.453
PI 11 =	4	2	53	4.048
PI 12 =	-28	-7	-1	-28.117
PI 13 =	77	59	38	77.994
PI 14 =	11	23	58	11.399
PI 15 =	-14	-6	-21	-14.106
PI 16 =	10	18	37	10.310
PI 17 =	83	19	15	83.321
PI 18 =				0.000
PI 19 =	-28	-2	-2	-28.034
PI 20 =	-21	-6	-48	-21.113
PI 21 =	37	36	24	37.607
PI 22 =	62	0	38	62.011
PI 23 =	-2	-51	-34	-2.859
PI 24 =	-26	-10	-43	-26.179
PI 25 =	-20	-51	-1	-20.850

PI 25 =	-20	-51	-1	-20.850
PI 26 =	-67	-55	-46	-67.929
PI 27 =	16	40	7	16.669
PI 28 =	-36	-8	-43	-36.145
PI 29 =	6	40	10	6.669
PI 30 =				0.000
PI 31 =	18	17	50	18.297
PI 32 =				0.000
PI 33 =	-7	-37	-20	-7.622
PI 34 =	7	45	55	7.765
PI 35 =	-23	-23	-34	-23.393
PI 36 =	-19	-49	-15	-19.821
PI 37 =				0.000
PI 38 =	4	56	18	4.938
PI 39 =	16	59	11	16.986
PI 40 =	13	52	16	13.871
PI 41 =	-4	-19	-54	-4.332
PI 42 =	2	47	35	2.793
PI 43 =	11	8	28	11.141
PI 44 =	-17	-14	-8	-17.236
PI 45 =	3	26	5	3.435
PI 46 =	28	37	9	28.619
PI 47 =	60	56	36	60.943

Sumber : Hasil Pengolahan

Sehingga, $\frac{\frac{-12.823}{360} x2\ rad\ \pi}{3.5} = -0.075 rad/km$

Karena hasil perhitungan -0.075 rad/km < 1 rad/km adalah tipe medan **DATAR**

Sesuai hasil perhitungan tipe medan/tipe alinyemen yang datar maka nilai Kapasitas Dasar Total Kedua Arah (Co)

dapat ditentukan dengan menggunakan tabel 2.1 Tipe alinyemen Datar mempunyai ni **Co=3100**

4.2.2 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (Fcw)

Tipe jalan Bts. Kota Pacitan – Bts. Kab. Ponorogo KM.SBY 248+900 – KM.SBY 251+900 yaitu tipe 2 lajur 2 arah (2/2 UD) dengan lebar efektif (Wc) total kedua arah sebesar 7 meter. Sesuai dengan tabel 2.3 maka dengan tipe jalan (2/2 UD) dengan lebar efektif total kedua arah 7 meter maka didapatkan nilai **Fcw = 1.00**

4.2.3 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FCsp)

Menentukan FCsp terlebih dahulu harus menentukan prosentase pemisahan kendaraan yang akan menuju Pacitan dan kendaraan yang akan menuju Ponorogo.

- ✓ Kendaraan yang menuju Pacitan

$$\frac{LHR_{2014}}{Jumlah\ LHR\ dari\ kedua\ arah} \times 100\%$$

$$\frac{6623}{12803} \times 100\% = 51.73\% \approx 50\%$$

- ✓ Kendaraan yang menuju Ponorogo

$$\frac{LHR_{2014}}{Jumlah\ LHR\ dari\ kedua\ arah} \times 100\%$$

$$\frac{6180}{12803} \times 100\% = 48.27\% \approx 50\%$$

Dari tabel 2.4 untuk tipe jalan (2/2 UD) dengan pemisah arah 50% - 50% maka didapatkan nilai **FCsp = 1.00**

4.2.4 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FCsf)

Berdasarkan hasil survey kondisi lapangan pada ruas jalan Bts. Kota Pacitan – Bts. Kab. Ponorogo

KM.SBY 248+900 – KM.SBY 251+900. Dan dari data geometrik jalan maka dapat diasusmsikan bahwa ruas jalan tersebut memiliki kelas hambatan samping **Rendah (L)** dan lebar bahu efektif 1.5 meter. Kondisi khas seperti pada tabel 2.5 bahwa hambatan samping **Rendah (L) adalah Pendesaan : Beberapa bangunan dan kegiatan samping jalan.**

Tabel 2.6 untuk tipe jalan (2/2 UD) dengan kelas hambatan samping rendah (L) dengan lebar bahu efektif (Ws) = 1.5 meter didapatkan nilai **FCsf = 0.97**

4.2.5 Nilai Kapasitas (C)

Sehingga dapat dihitung nilai kapasitas (C) eksisting jalan dengan menggunakan rumus :

$$C = Co \times FCw \times FCsp \times FCsf$$

$$C = 3100\ smp/\ jam \times 1.00 \times 1.00 \times 0.97 = 3007\ smp/\ jam$$

4.2.6 Arus Kendaraan (Q) dan Derajat Kejenuhan (DS)

$$Q = LHRT \times k \times emp$$

Tabel 4. 17 Q Pada Kondisi Eksisting (Tahun 2012)

No.	Jenis Kendaran	Golongan	Tahun 2012	k	Q total kend /jam	emp	Arus smp/jam
1	Sepeda motor, Sekuter, Spd Kumbang, Roda 3	1	9079	0.11	998.69	0.7	699.083
2	Sedan, jeep, dan station wagon	2	794	0.11	87.34	1	87.34
3	Opelet, Pick-up opelet, Sub-urban, Combi, Minibus	3	320	0.11	35.2	1	35.2
4	Pick-up, Micro Truck dan Mobil Hantaran atau Pick-up Box	4	335	0.11	36.85	1	36.85
5	Bus Kecil	5a	27	0.11	2.97	1.5	4.455
6	Bus Besar	5b	24	0.11	2.64	1.6	4.224
7	Truk ringan 2 sumbu	6a	264	0.11	29.04	1.5	43.56
8	Truk sedang 2 sumbu	6b	155	0.11	17.05	1.5	25.575
9	Truk 3 sumbu	7a	28	0.11	3.08	2.5	7.7
10	Truk gandengan	7b	6	0.11	0.66	2.5	1.65
11	Truk Semi Trailer	7c	10	0.11	1.1	2.5	2.75
Jumlah					1214.6		948.387

Sumber : Hasil Pengolahan

Menentukan DS dengan menggunakan rumus

$$DS = \frac{Q}{C} = \frac{948.387\ smp/\ jam}{3007 smp/\ jam} = 0.315$$

Tabel 4. 18 Q Pada Kondisi Awal Rencana (Tahun 2018)

No.	Jenis Kendaran	Golongan	Tahun 2018	k	Q total kend /jam	emp	Arus smp /jam
1	Sepeda motor, Sekuter, Spd Kumbang, Roda 3	1	13603	0.11	1496	0.5	748.2
2	Sedan, jeep, dan station wagon	2	1138	0.11	125.2	1	125.2
3	Opelet, Pick-up opelet, Sub-urban, Combi, Minibus	3	419	0.11	46.09	1	46.09
4	Pick-up, Micro Truck dan Mobil Hantaran atau Pick-up Box	4	491	0.11	54.01	1	54.01
5	Bus Kecil	5a	36	0.11	3.96	1.3	5.148
6	Bus Besar	5b	30	0.11	3.3	1.6	5.28
7	Truk ringan 2 sumbu	6a	345	0.11	37.95	1.3	49.34
8	Truk sedang 2 sumbu	6b	194	0.11	21.34	1.3	27.74
9	Truk 3 sumbu	7a	36	0.11	3.96	2.5	9.9
10	Truk gandengan	7b	9	0.11	0.99	2.5	2.475
11	Truk Semi Trailer	7c	13	0.11	1.43	2.5	3.575
Jumlah					1795		1077

Sumber : Hasil Pengolahan

Menentukan DS dengan menggunakan rumus

$$DS = \frac{Q}{C} = \frac{1077\ smp/\ jam}{3007 smp/\ jam} = 0.358$$

Tabel 4. 19 Q Pada Kondisi Akhir Rencana (Tahun 2038)

No.	Jenis Kendaran	Golongan	Tahun 2038	k	Q total kend /jam	emp	Arus smp /jam
1	Sepeda motor, Sekuter, Spd Kumbang, Roda 3	1	28713	0.11	3158.43	0.5	1579
2	Sedan, jeep, dan station wagon	2	2288	0.11	251.68	1	251.7
3	Opelet, Pick-up opelet, Sub-urban, Combi, Minibus	3	749	0.11	82.39	1	82.39
4	Pick-up, Micro Truck dan Mobil Hantaran atau Pick-up Box	4	1011	0.11	111.21	1	111.2
5	Bus Kecil	5a	66	0.11	7.26	1.3	9.438
6	Bus Besar	5b	50	0.11	5.5	1.5	8.25
7	Truk ringan 2 sumbu	6a	615	0.11	67.65	1.3	87.95
8	Truk sedang 2 sumbu	6b	324	0.11	35.64	1.3	46.33
9	Truk 3 sumbu	7a	66	0.11	7.26	2.5	18.15
10	Truk gandengan	7b	19	0.11	2.09	2.5	5.225
11	Truk Semi Trailer	7c	23	0.11	2.53	2.5	6.325
Jumlah					3731.64		2206

Sumber : Hasil Pengolahan

Menentukan DS dengan menggunakan rumus

$$DS = \frac{Q}{C} = \frac{2206\ smp/\ jam}{3007 smp/\ jam} = 0.734$$

Tabel 4. 20 Rekapitulasi DS Tipe Jalan (2/2 UD)

Tahun	DS	Ket :
2018	0.358	Aman
2019	0.377	Aman
2020	0.396	Aman
2021	0.415	Aman
2022	0.433	Aman
2023	0.452	Aman
2024	0.471	Aman
2025	0.49	Aman
2026	0.508	Aman
2027	0.527	Aman
2028	0.546	Aman
2029	0.565	Aman
2030	0.583	Aman
2031	0.602	Aman
2032	0.621	Aman
2033	0.64	Aman
2034	0.659	Aman
2035	0.678	Aman
2036	0.696	Aman
2037	0.715	Aman
2038	0.734	Aman

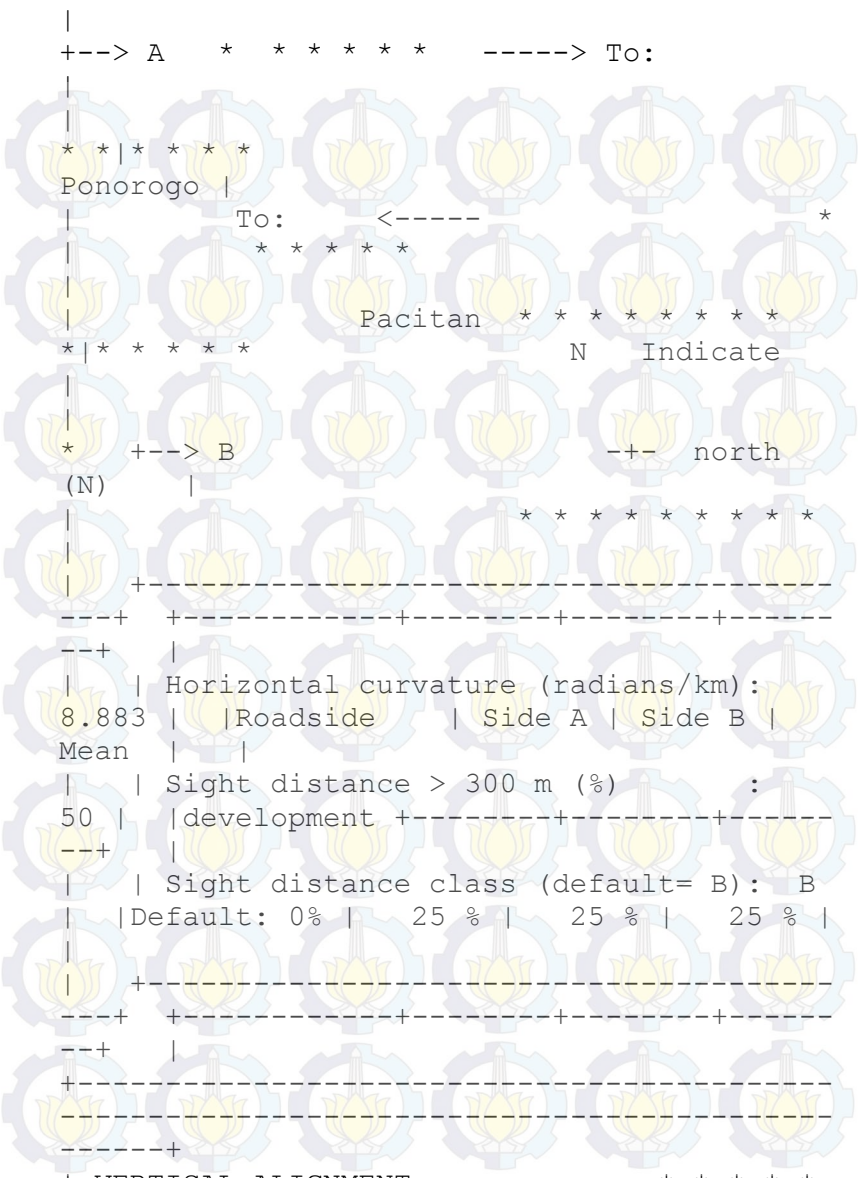
Sumber : Hasil Pengolahan

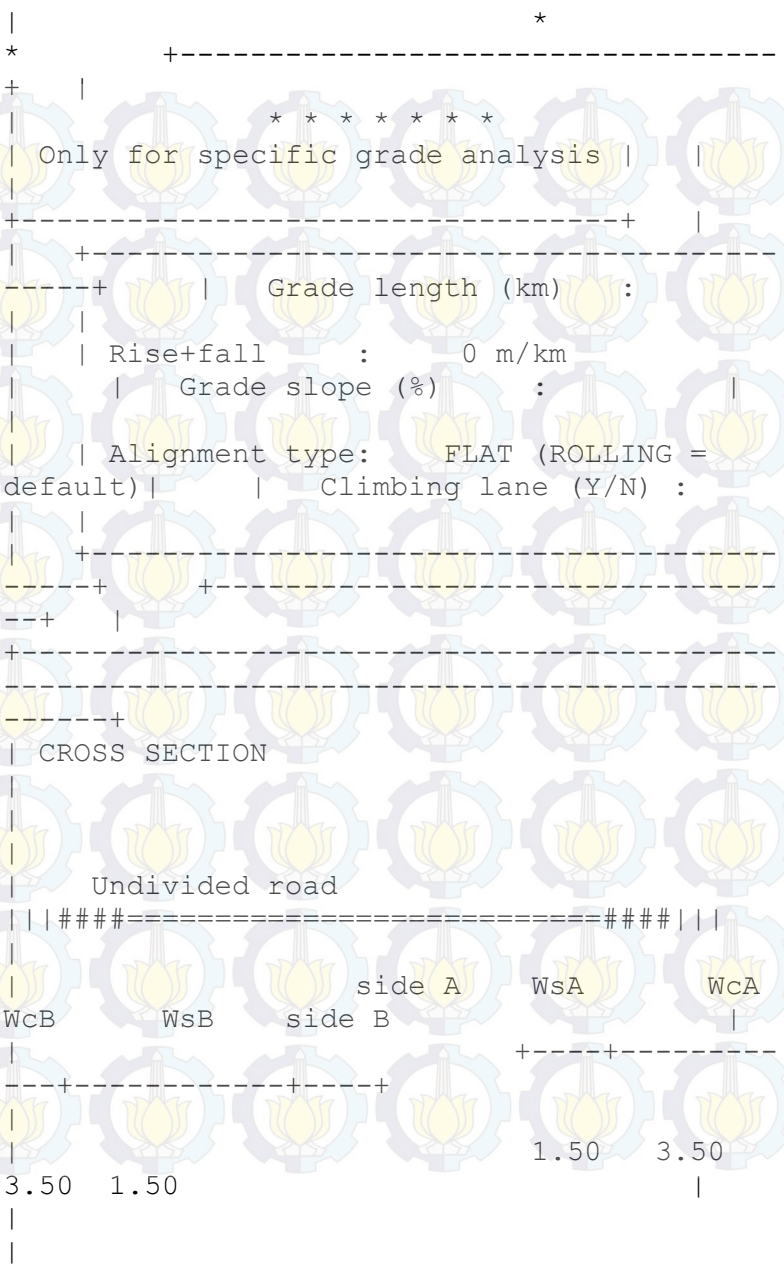
Dari hasil perhitungan derajat kejenuhan diatas diperoleh bahwa ruas jalan Bts. Kota Pacitan – Bts. Kab. Ponorogo KM.SBY

248+900 – KM.SBY 251+900 pada awal rencana hingga umur akhir rencana masih dapat menapung arus volume lalu lintas, sehingga **tidak diperlukan pelebaran**.

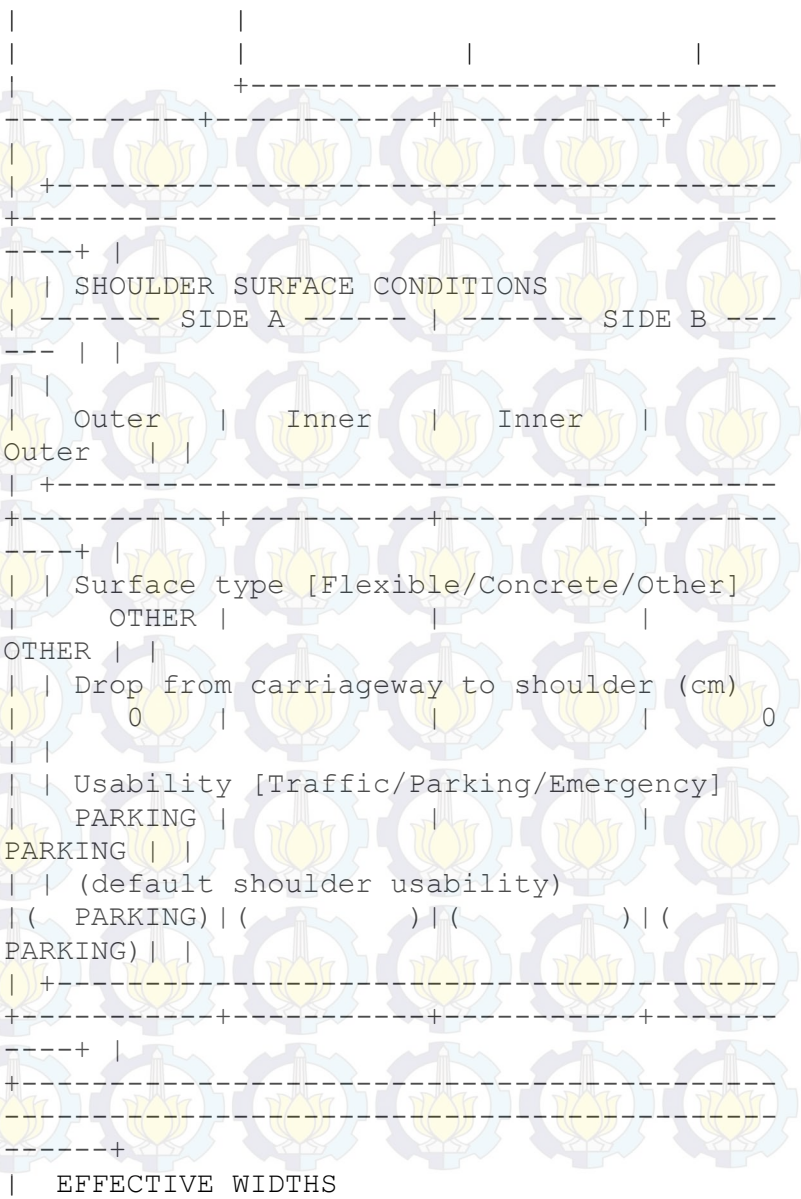
4.2.7 Kapasitas Jalan dengan KAJI 1997

```
3M+--------------------+--------------------
---------------+--------------------------
--+
| K A J I            | Province
Jawa Timur | Date      :
|
|                    | Link number:
| Handled by :                          |
| INTERURBAN ROADS   | Segment code: 900 -
KM.SBY 251+900 | Checked by :
|
|                    +----------------------
--------------+------------------------------
------+
| Form IR-1: Input   | Segment between
Ponorogo and          Pacitan          |
|                    | Specific grade:  No
[NO indicates segment, YES spec grade(only
2/2UD)] |
|      GENERAL DATA, +----------------------
--------------+------------------------------
------+
|      ROAD GEOMETRY | Administr. road class
: Provincial | Functional road class:
LOCAL |
|                    | Road type
:      2/2UD | Length (km)          :
3.000 |
| Purpose: Operation | Time period:
6am - 7am | Case number:
|
+--------------------+----------------------
--------------+------------------------------
------+
| HORIZONTAL ALIGNMENT
|
```


+--> A
* * * * * *
-----> To:
* *|* * * *
Ponorogo |
To:
<-----
* * * * *
Pacitan
* * * * * * * *
| * * * *
N
Indicate
+--> B
-+- north
(N)
* * * * * * * * *
| Horizontal curvature (radians/km):
8.883 |
|Roadside
| Side A | Side B |
Mean |
| Sight distance > 300 m (%)
:
50 |
|development +
| Sight distance class (default= B):
B
|Default: 0% |
25 % |
25 % |
25 % |
| VERTICAL ALIGNMENT
* * * * *

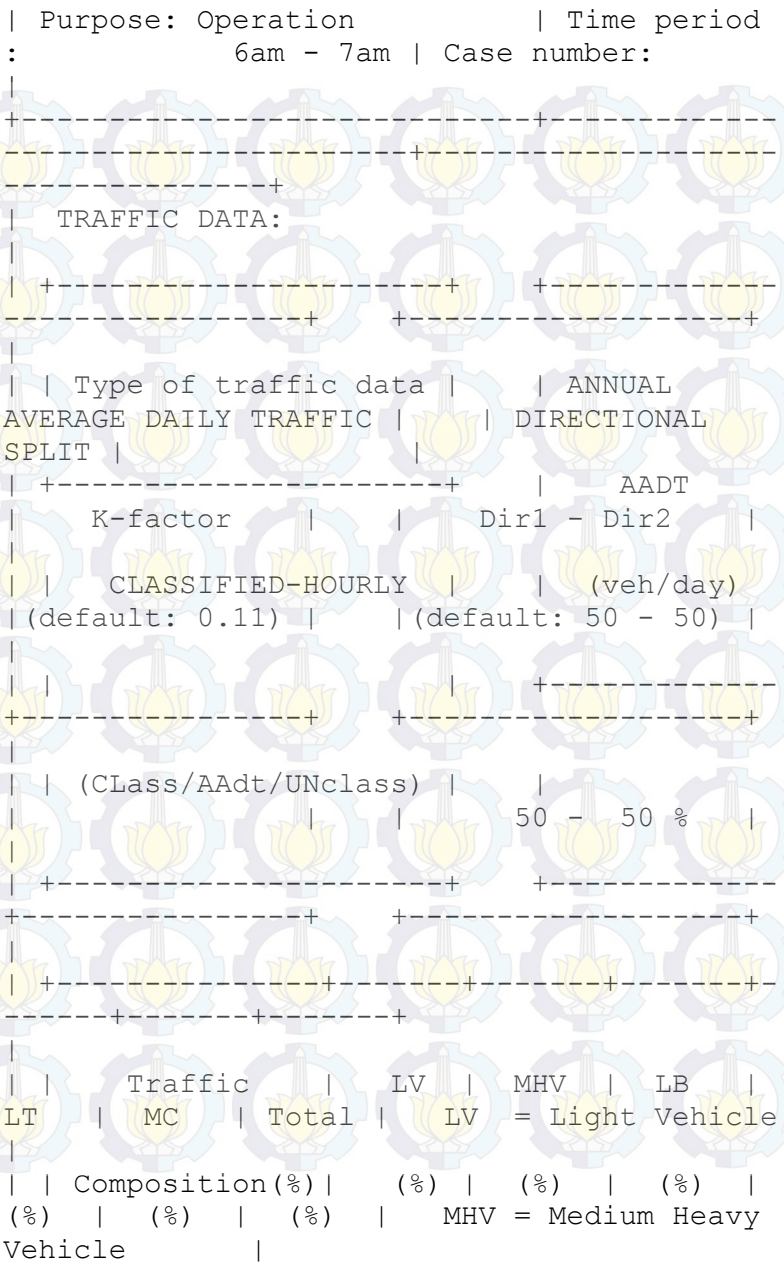

Only for specific grade analysis
Grade length (km) :
Rise+fall : 0 m/km
Grade slope (%) :
Alignment type: FLAT (ROLLING = default)
Climbing lane (Y/N) :
CROSS SECTION
Undivided road
side A
WsA
WcA
WcB
WsB
side B
1.50
3.50
3.50
1.50

```
|         +---------------------------------
---+--------+--------+--------+--------+
|
|         | UNADJUSTED WIDTHS
| Side A | Side B | Total  |  Mean  |
|
|         +---------------------------------
---+--------+--------+--------+--------+
|
|         | Average carriageway width, Wc
(m)  |   3.50 |   3.50 |   7.00 |        |
|
|         | Unobstructed shoulder width, Ws
(m)|   1.50 |   1.50 |   3.00 |   1.50 |
|
|         +---------------------------------
---+--------+--------+--------+--------+
|
+-----------------------------------------
-----------------------------------------
------+
|  ROAD SURFACE CONDITIONS
|
|           +-------------------------------
----------+------------+------------+
|
|           | CARRIAGEWAY SURFACE
CONDITIONS          |   Side A   |   Side B
|           |
|           +-------------------------------
----------+------------+------------+
|
|           | Type
[Flexible(asphalt)/Concrete/Other] |
FLEXIBLE   |  FLEXIBLE  |            |
|           | Surface condition
[Good/Fair/Bad]       |    FAIR    |    FAIR
|           |
```


SHOULDER SURFACE CONDITIONS
SIDE A
SIDE B
Outer
Inner
Inner
Outer
Surface type [Flexible/Concrete/Other]
OTHER
OTHER
Drop from carriageway to shoulder (cm)
0
0
Usability [Traffic/Parking/Emergency]
PARKING
PARKING
(default shoulder usability)
PARKING
PARKING
EFFECTIVE WIDTHS

Widths (m)
Undivided road
Widths (m)
Divided road
Side A
Side B
Shoulder, total
3.00
Shoulder, total
Shoulder, mean
1.50
Shoulder, mean
Carriageway
7.00
Carriageway
TRAFFIC CONTROL CONDITIONS
Speed limit : 30 km/h
Max gross weight: 0.000 tonnes
Other limitations :
More remarks :

```
+----------------------+--------------------
-------+--------------------------------------
------+
| Program version 1.10F| Date of run:
160328/10:22 |
|
+----------------------+--------------------
-------+--------------------------------------
------+









+------------------------------+-------------
----------------------+--------------------
--------------+
| KAJI -- INTERURBAN ROADS     | Province:
Jawa Timur | Date:
|
|                              | Link number:
| Handled by:                          |
| Form IR-2: Input             | Segment
code: 900 - KM.SBY 251+900 | Checked by:
|
|                              +-------------
-------------------------+--------------------
---------------+
| TRAFFIC FLOW, SIDE FRICTION | Administr.
road class : Provincial | Functional road
class:      LOCAL |
|                              | Road type
:      2/2UD | Length (km)           :
3.000 |
```


| Purpose: Operation | Time period
: 6am - 7am | Case number:
TRAFFIC DATA:
| | Type of traffic data | | ANNUAL
AVERAGE DAILY TRAFFIC | | DIRECTIONAL
SPLIT |
| | CLASSIFIED-HOURLY | | (veh/day)
|(default: 0.11) | |(default: 50 - 50) |
| | (CLass/AAdt/UNclass) | | 50 - 50 %
| | Traffic | LV | MHV | LB |
LT | MC | Total | LV = Light Vehicle
| | Composition(%)| (%) | (%) | (%) |
(%) | (%) | (%) | MHV = Medium Heavy
Vehicle |
AADT
Dir1 - Dir2

```
| +---------------+-------+-------+-------+-
------+-------+-------+   LB  = Large Bus
|
| |  User values  | 11.95 | 2.947 | 0.160 |
0.321 | 84.61 | 100.0 |   LT  = Large Truck
|
| |(normal values)|( 57.0)|( 23.0)|(  7.0)|(
4.0)|(  9.0)|(100.0)|   MC  = MotorCycle
|
| +---------------+-------+-------+-------+-
------+-------+-------+
|
|
|
|  Traffic flow data for  whole segment
analysis:
|
| +---+----+-------------+-------------+----
---------+-------------+-------------+------
-------------+ |
| |Row|Di- |Light Vehicle|Med Heavy Veh|
Large Bus  | Large Truck | MotorCycle  |
Total flow  Q   | |
| |   |rec-+-------------+-------------+----
---------+-------------+-------------+
| |
| |1.1|tion| pce,1= 1.00 | pce,1= 1.30 |
pce,1= 1.50 | pce,1= 2.50 | pce,1= 0.50 +---
----+-----+-----+ |
| |1.2|    | pce,2= 1.00 | pce,2= 1.30 |
pce,2= 1.50 | pce,2= 2.50 | pce,2= 0.50 |
|     |     | |
| |   |    +------+------+------+------+----
--+------+------+------+------+------+ Split
|veh/h|pcu/h| |
| |   |    | veh/h|pcu/h | veh/h|pcu/h |
veh/h|pcu/h | veh/h|pcu/h | veh/h|pcu/h |
(%)  |     |     | |
```

```
| | 2 |(1) |   (2) | (3)   |   (4) | (5)   |
(6) | (7)   |   (8) | (9)   | (10) | (11) |
(12) | (13)| (14)| |
| +---+----+------+------+------+------+----
--+------+------+------+------+------+------
-+-----+-----+ |
| | 3 |Dir1|  223 |  223 |   55 |   72 |
3 |    5 |    6 |   15 | 1579 |  790 | 50.00
| 1866| 1105| |
| | 4 |Dir2|  223 |  223 |   55 |   72 |
3 |    5 |    6 |   15 | 1579 |  790 | 50.00
| 1866| 1105| |
| +---+----+------+------+------+------+----
--+------+------+------+------+------+------
-+-----+-----+ |
| | 5 |1+2 |  446 |  446 |  110 |  144 |
6 |   10 |   12 |   30 | 3158 | 1580 |
| 3732| 2210| |
| +---+----+------+------+------+------+----
--+------+------+------+------+------+------
-+-----+-----+ |
| | 6 | Note. If specific grade then
|Directional split, SP= Q1/(Q1+Q2)=
|50.0%|50.0%| |
| | 7 |        dir 1 = uphill, dir 2=
downhill        |Pcu-factor, Fpcu =
|     |0.592| |
| +---+-----------------------------------
--------+-----------------------------------
-+-----+-----+ |
+-----------------------------------------
-----------------------------------------
---------------+
| SIDE FRICTION CLASS: If detailed data are
available, use first table to determine
weighted frequency |
```

| of events and then go to second table. If not, use second table only. |

| 1. Determination of frequency of events |

Calculation of weighted frequency of events per hour and 200 m of the studied road segment.	Side friction events frequency	Symbol	Weighting factor	Frequency of type of events	Weighted of events
Frequencies are for both sides of the road.	Pedestrians	PED	0.6	NA / h,200m	NA
	Parking, stopping veh.	PSV	0.8	NA / h,200m	NA
	Entry+exit of vehicles	EEV	1.0	NA / h,200m	NA
	Slow-moving vehicles	SMV	0.4	NA / h	NA
(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	

Total:	NA	

2. Determination of side friction class

Side friction class	Typical conditions	Weighted frequency of events (30)
VL= very low	Rural, agriculture or undeveloped with very few activities	< 50
L= low	Rural, some roadside buildings and some activities	50 - 149
M= medium	Village, residential activities	150 - 249

```
|                                |    250 - 349
| Village, some market activities   |  H=
high      |    |
|                                |      > 350
| Almost urban, market and business | VH=
very high |    |
|                                |
|       activities                        |
|    |
|                                +-----------------
--+-------------------------------------+-----
----------+    |
|                                | For current
case indicate side friction class:    L ( L
is default)  |    |
|                                +-----------------
-----------------------------------------------
----------+    |
+------------------------+--------------------
--------+-------------------------------------
---------------+
| Program version 1.10F | Date of run:
160328/10:22 |
|
+------------------------+--------------------
--------+-------------------------------------
---------------+
```

```
+-----------------------------+-------------
-----------------------+--------------------
---------------+
| KAJI -- INTERURBAN ROADS    | Province:
Jawa Timur | Date:
|
|                             | Link number:
| Handled by:                       |
| Form IR-3: Analysis         | Segment
code: 900 - KM.SBY 251+900 | Checked by:
|
|                             +-------------
-----------------------+--------------------
---------------+
|          SPEED, CAPACITY  | Administr.
road class : Provincial | Functional road
class:       LOCAL |
|                             | Road type
:      2/2UD | Length (km)          :
3.000 |
| Purpose: Operation          | Time period
:          6am - 7am | Case number:
|
+-----------------------------+-------------
-----------------------+--------------------
---------------+
|  FREE FLOW SPEEDS.
|
|  Option to enter other free flow speeds:
No
|
| +----+-------------------------+---------+-
------+-------------------+----------------
--------------+|
```

	Di-	Base free-flow speed	Carriage-	FVo+FVw	Adjustment factors	Actual free-flow speeds, km/h	
	rec-	FVo (km/h)	way width	Light +---------+---------+ FFVlv = (FVo+FVw)*FFVsf*FFVrc	
	tion	for different vehicles	adjust-	vehicle	Side	Land use +-------+-------+-----------------+
		Table B-1:1 or B-1:2	ment, FVw	friction	Road func	Light	Other vehicle	
	+----+----+----+----+----+ Tab B2:1	(2)+(3)	FFVsf	FFVrc	vehicle	types	
		LV	MHV	LB	LT	MC	(km/h)	(km/h)	Tab B3:1	Tab B4:1	(4*5*6)+-----+-----+-----+
		(2)|				(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	MHV	LB	LT	MC	
+----+----+----+----+----+----+---------+---------+-------+-----+-----+-----+
	1+2	43.0	NA	NA	NA	NA	0.0	43.0	0.970	0.880	36.70	NA	NA	NA	NA	
+----+----+----+----+----+----+---------+---------+-------+-----+-----+-----+
Comments:	User FFV, dir1: None!	
(only light vehicle speed; other speeds unavail.)
dir2:	

CAPACITY								
	Direc-tion	Base Capacity	Adjustment factors for capacity				Actual capacity, C
		Co	Carriageway width	Directional split	Side friction	C= Co*FCw*FCsp*FCsf pcu/h		
		Table C-1:1	FCw	FCsp	FCsf			
		pcu/h	Table C-2:1	Table C-3:1	Table C-4:1	(11)*(12)*(13)*(14)		
		(11)	(12)	(13)	(14)	(15)		
	1+2	3100	1.000	1.000	0.970	3007		

```
+-----------------------------------------
-----------------------------------------
---------------+
|  ACTUAL SPEED and TRAVEL TIME for light
vehicles
Only 2/2UD roads |
| +----+---------+----------+-----------+---
------+-------+ +------------------------+ +-
---+----------+ |
| |Di- | Traffic |Degree of |  Actual    |
Road  |Travel | |      ACTUAL SPEEDS      |
|Di- |Degree of| |
| |rec-| flow, Q |saturation| speed,Vlv |
segment |time,TT| |for other vehicle types|
|rec-|bunching | |
| |tion|Form IR-2|  DS=Q/C  |Fig
D2:1/:2|length, L|(24/23)| |          km/h
| |tion|    DB    | |
| |    |  pcu/h  |(21)/(15) |   km/h     |
km   |  sec  | +-----+-----+-----+-----+ |
|Fig D3:1 | |
| |    |   (21)  |   (22)   |   (23)     |
(24)  |  (25) | | MHV |  LB |  LT |  MC | |
|   (31)  | |
| +----+---------+----------+-----------+---
------+-------+ +-----+-----+-----+-----+ +-
---+----------+ |
| |1+2 |   2210  |   0.735  |   24.92    |
3.000 |433.286| |   NA|   NA|   NA|   NA|
|1+2 |  0.833  | |
| |    |         |          |            |
|       | |     |      |     |     | |    |
| |
| +----+---------+----------+-----------+---
------+-------+ +-----+-----+-----+-----+ +-
---+----------+ |
|  Space for user remark:
|
```

```
+----------------------+------------------
--------+-----------------------------------
---------------+
| Program version 1.10F | Date of run:
160328/10:22 |
|
+----------------------+------------------
--------+-----------------------------------
---------------+
```

Dari hitungan dengan Ms Excel dan menggunakan software KAJI 1997 maka hasil DS (Derajat Kejenuhan) yang didapat tidak jauh berbeda. Hasil **Ms Excel didapatkan DS 0.734** sedangkan **KAJI 1997 didapatkan DS 0.735**. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hitungan dapat digunakan, dan diakhir tahun umur rencana **tidak dibutuhkan pelebaran jalan**.

4.3 Kontrol Geometrik

4.3.1 Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal terdiri dari bagian lurus dan bagian lengkung (tikungan) yang berfungsi mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima oleh kendaraan saat melaju dengan kecepatan tertentu. Pada perencanan ruas jalan Bts. Kota Pacitan – Bts. Kab. Ponorogo KM.SBY 248+900 – KM.SBY 251+900 terdapat 3 jenis tikungan yaitu Full Circle, Spiral-Circle-Spiral, dan Spiral-Spiral.

a. Full Circle

Perencanaan pada PI 4 pada KM. SBY 0+336.042

V rencana : 30 km/jam

Δ : 4.6761°

R : 400 m

Ls : 0 m

Menentukan Tc

Nilai Tc dapat dihitung dengan persamaan

$$Tc = Rc \times \tan(\tfrac{1}{2}\Delta) = 400 \times \tan(\tfrac{1}{2}4.6761) = 16.3318\ m$$

Menentukan Ec

Nilai Ec dapat dihitung dengan persamaan

$$Ec = \tan(\tfrac{1}{4}\Delta) = \tan(\tfrac{1}{4}4.6761) = 0.02041$$

Menentukan Lc

Nilai Lc dapat dihitung dengan persamaan

$$Lc = \frac{\Delta}{360} \times 2 \times \pi \times R = \frac{4.6761}{360} \times 2 \times \pi \times 400 = 32.6454\ m$$

Kontrol

Full Circle dapat di kontrol dengan :

Lc < 2 Tc

32.6454 < 2 x 16.3318

32.6453 < 32.6635 **(OK!!!)**

b. Spiral-Circle-Spiral

Perencanaan pada PI 3 pada KM. SBY 0+190.46

V rencana : 30 km/jam

Δ : 10.77°

R : 320 m

Ls : 40 m

Menentukan Xs dan Ys

Nilai Xs dapat dihitung dengan persamaan

$$Xs = Ls \times \left(1 - \frac{Ls^2}{40 \times R^2}\right) = 40 \times \left(1 - \frac{40^2}{40 \times 320^2}\right) = 39.98$$

Nilai Ys dapat dihitung dengan persamaan

$$Ys = \frac{Ls^2}{6 \times R} = \frac{40^2}{6 \times 320} = 0.833$$

Menentukan θs

Nilai θs dapat dihitung dengan persamaan

$$\theta s = \frac{90 \times Ls}{\tau \times R} = \frac{90 \times 40}{\tau \times 320} = 3.581$$

Menentukan θc

Nilai θc dapat dihitung dengan persamaan

$$\theta c = \Delta - (2 \times \theta s) = 10.77 - (2 \times 3.581) = 3.612$$

Menentukan P

Nilai P dapat dihitung dengan persamaan

$$P = \frac{Ls^2}{6 \times R} - R \times (1 - \cos\theta)$$

$$P = \frac{40^2}{6 \times 320} - 320 \times (1 - \cos 3.581) = 0.209$$

Menentukan K

Nilai K dapat dihitung dengan persamaan

$$K = Ls - \left(\frac{Ls^2}{40 \times R}\right) - (R \times \sin \theta s)$$

$$K = 40 - \left(\frac{40^2}{40 \times 320}\right) - (320 \times \sin 3.581) = 19.89$$

Menentukan Ts

Nilai Ts dapat dihitung dengan persamaan

$$Ts = \left\{(R+P)\tan\left(\tfrac{1}{2}\Delta\right)\right\} + K$$

$$Ts = \left\{(320+0.209)\tan\left(\tfrac{1}{2}10.77\right)\right\} + 19.89 = 50..19$$

Menentukan Es

Nilai Es dapat dihitung dengan persamaan

$$Es = \left\{(R+P)\sec\left(\tfrac{1}{2}\Delta\right)\right\} - R$$

$$Es = \left\{(320+0.209)\sec\left(\tfrac{1}{2}10.77\right)\right\} - 320 = 1.629$$

Menentukan Lc

Nilai Lc dapat dihitung dengan persamaan

$$Lc = \left(\frac{\theta c}{180}\right) \times \pi \times R \quad Lc = \left(\frac{3.612}{180}\right) \times \pi \times 320 = 20.18$$

Menentukan Ltot

Nilai Ltot dapat dihitung dengan persamaan

$$Ltot = Lc + 2\,Ls = 20.18 + 2 \times 40 = 100.2$$

Kontrol

Spiral-Circle-Spiral dapat di kontrol dengan :

Ltot < 2 Ts

100.2 > 2 x 50.19

100.2 > 100.38 **(OK!!!)**

c. Spiral-Spiral

Perencanaan pada PI 1 pada KM. SBY 0+045.20

V rencana : 30 km/jam

Δ : -20.798°

R : 70 m

Menentukan θs

Nilai θs dapat dihitung dengan persamaan

$$\theta s = 0.5 \times \Delta = 0.5 \times 20.798 = 10.4$$

Menentukan Ls

Nilai Ls dapat dihitung dengan persamaan

$$Ls = \frac{\theta s \times \pi \times R}{90} = \frac{10.4 \times \pi \times 70}{90} = 25.41$$

Menentukan P

Nilai P dapat dihitung dengan persamaan

$$P = Ls \times p^* = 25.41 \times 0.015337168 = 0.389701175$$

Nilai p*=0.015337168 didapat dari Tabel 2.14

Menentukan K

Nilai K dapat dihitung dengan persamaan

$$K = Ls \times k^* = 25.41 \times 0.499445812 = 12.69038847$$

Nilai k*=0.499445812 didapat dari Tabel 2.14

Menentukan Ts

Nilai Ts dapat dihitung dengan persamaan

$$Ts = \left\{(R+P)\tan\left(\tfrac{1}{2}\Delta\right)\right\} + K$$

$$Ts = \left\{(70+0.3897)\tan\left(\tfrac{1}{2}20.798\right)\right\} + 12.69 = 25.61$$

Menentukan Es

Nilai Es dapat dihitung dengan persamaan

$$Es = \left\{(R+P)\sec\left(\tfrac{1}{2}\Delta\right)\right\} - R$$

$$Es = \left\{(70+0.3897)\sec\left(\tfrac{1}{2}20.798\right)\right\} - 70 = 1.565$$

Kontrol

Spiral-Spiral dapat di kontrol dengan :

2Ls < 2 Ts

2 x 25.41 > 2 x 25.61

50.818 > 51.22 **(OK!!!)**

Tabel 4. 21 Rekapitulasi Kontrol Alinyemen Horizontal Full Cicle

Cek perhitungan lengkung horizontal Full Circle

No	PI	STA	Δ			Data Rencana			R min	Kontrol R	Tc	Ec	Lc	Kontrol Hitungan
			°	'	"	Δ°	v	R						
1	PI 4	0+336.02	4	40	34	4.676	30	400	30	OK	16.33	0.333	32.65	Memenuhi
2	PI 8	0+636.27	2	22	8	2.369	30	450	30	OK	9.304	0.096	18.61	Memenuhi
3	PI 23	1+633.16	-2	-51	-34	-2.859	30	400	30	OK	9.983	0.125	19.96	Memenuhi
4	PI 29	1+889.77	6	40	10	6.669	30	300	30	OK	17.48	0.509	34.92	Memenuhi
5	PI 33	2+214.31	-7	-37	-20	-7.622	30	750	30	OK	49.96	1.662	99.77	Memenuhi
6	PI 35	2+367.36	-23	-23	-34	-23.39	20	20	10	OK	4.14	0.424	8.166	Memenuhi
7	PI 38	2+495.12	4	56	18	4.938	30	400	30	OK	17.25	0.372	34.48	Memenuhi
8	PI 41	2+683.97	-4	-19	-54	-4.332	30	500	30	OK	18.91	0.357	37.8	Memenuhi
9	PI 42	2+748.53	2	47	35	2.793	30	400	30	OK	9.752	0.119	19.5	Memenuhi

Sumber : Hasil Pengolahan

Tabel 4. 22 Rekapitulasi Kontrol Alinyemen Horizontal Lengkung SCS

Cek perhitungan lengkung horizontal Spiral-Circle-Spiral

No	PI	STA	Δ			Data Rencana			R min	Kontrol R	Ls	Xs	Ys	θs	Δc	P	k	Es	Ts	Lc	L	Kontrol Hitungan
			°	'	"	Δ°	v	R														
1	PI 3	0+190.46	10	46	28	10.77	30	320	30	OK	40	39.98	0.833	3.581	3.612	0.209	20	1.629	50.19	20.18	100.2	Memenuhi
2	PI 6	0+528.12	-60	-11	-13	-60.19	30	55	30	OK	40	39.47	4.848	20.83	18.52	1.252	19.91	10.02	52.51	17.78	97.78	Memenuhi
3	PI 10	0+783.33	12	27	9	12.45	30	250	30	OK	40	39.97	1.067	4.584	3.285	0.267	20	1.752	47.3	14.33	94.33	Memenuhi
4	PI 12	0+903.17	-28	-7	-1	-28.12	30	120	30	OK	40	39.89	2.222	9.549	9.018	0.559	19.98	4.282	50.17	18.89	98.89	Memenuhi
5	PI 17	1+216.04	83	19	15	83.32	30	55	30	OK	40	39.47	4.848	20.83	41.65	1.252	19.91	20.29	69.96	39.98	120	Memenuhi
6	PI 19	1+368.38	-28	-2	-2	-28.03	30	110	30	OK	40	39.87	2.424	10.42	7.199	0.611	19.98	4.006	47.59	13.82	93.82	Memenuhi
7	PI 21	1+594.99	37	36	24	37.61	30	90	30	OK	40	39.8	2.963	12.73	12.14	0.75	19.97	5.866	50.87	19.07	99.07	Memenuhi
8	PI 31	2+009.68	18	17	50	18.3	30	160	30	OK	40	39.94	1.667	7.162	3.973	0.418	19.99	2.485	45.82	11.1	91.1	Memenuhi
9	PI 34	2+341.47	7	45	55	7.765	30	80	30	OK	40	39.75	3.333	14.32	-20.88	0.846	19.96	1.032	25.44	-29.16	50.84	Memenuhi

Sumber : Hasil Pengolahan

Tabel 4. 23 Rekapitulasi Kontrol Alinyemen Horizontal Lengkung Spiral-Spiral

Cek perhitungan lengkung horizontal Spiral-Spiral

No	PI	STA	Δ			Data Rencana			R min	Kontrol R	θs	Ls	p*	P	k*	K	Ts	Es	Kontrol Hitungan
			°	'	"	Δ°	v	R											
1	PI 1	0+045.20	-20	-47	-51	-20.8	30	70	30	OK	10.4	25.41	0.015337168	0.389701175	0.499445812	12.69038847	25.61	1.565	Memenuhi
2	PI 2	0+104.36	-33	-52	-53	-33.88	30	55	30	OK	16.94	32.52	0.025319344	0.823481252	0.498509821	16.21343297	33.22	3.356	Memenuhi
3	PI 5	0+405.45	-89	-48	-19	-89.81	20	26	20	OK	44.9	40.75	0.063894153	2.603836381	0.48993628	19.96605103	48.47	14.38	Memenuhi
4	PI 7	0+598.98	9	23	23	9.39	30	170	30	OK	4.695	27.86	0.006826711	0.190191262	0.499887808	13.92680767	27.9	0.763	Memenuhi
5	PI 9	0+669.71	-8	-53	-42	-8.895	30	50	30	OK	4.448	7.762	0.006467197	0.050200655	0.499899468	3.880395559	7.773	0.201	Memenuhi
6	PI 11	0+838.86	4	2	53	4.048	30	100	30	OK	2.024	7.065	0.002943741	0.02079809	0.499979152	3.532447594	7.067	0.083	Memenuhi
7	PI 13	1+000.84	77	59	38	77.99	10	12	10	OK	39	16.34	0.05578957	0.91132273	0.492377772	8.042991838	18.5	4.613	Memenuhi
8	PI 14	1+026.79	11	23	58	11.4	30	50	30	OK	5.7	9.948	0.008286956	0.082437747	0.499858858	4.9725419	9.971	0.331	Memenuhi
9	PI 15	1+070.95	-14	-6	-21	-14.11	30	75	30	OK	7.053	18.46	0.010252524	0.189307662	0.499747416	9.227582491	18.53	0.763	Memenuhi
10	PI 16	1+125.77	10	18	37	10.31	30	95	30	OK	5.155	17.1	0.007586562	0.129692945	0.500599675	8.557795459	17.14	0.516	Memenuhi
11	PI 20	1+448.76	-21	-6	-48	-21.11	30	55	30	OK	10.56	20.27	0.01533541	0.310808046	0.499434623	10.12221384	20.43	1.263	Memenuhi
12	PI 22	1+594.99	62	0	38	62.01	20	25	20	OK	31.01	27.06	0.044626634	1.207472177	0.495158853	13.39761665	29.15	5.576	Memenuhi

Sumber : Hasil Pengolahan

13	PI 24	1+678.43	-26	-10	-43	-26.18	30	37	30	OK	13.09	16.91	0.019002154	0.321239188	0.499131233	8.438017853	17.12	1.317	Memenuhi
14	PI 25	1+714.78	-20	-51	-1	-20.85	30	30	30	OK	10.43	10.92	0.015121014	0.165078831	0.499448571	5.452569904	11	0.671	Memenuhi
15	PI 26	1+763.71	-67	-55	-46	-67.93	20	27	20	OK	33.96	32.01	0.048784276	1.561633285	0.49419996	15.81983322	35.06	7.437	Memenuhi
16	PI 27	1+799.87	16	40	7	16.67	20	20	20	OK	8.334	5.818	0.012112544	0.070476147	0.499647285	2.907169205	5.847	0.285	Memenuhi
17	PI 28	1+835.15	-36	-8	-43	-36.15	20	20	20	OK	18.07	12.62	0.026192398	0.33047164	0.498346205	6.287675	12.92	1.386	Memenuhi
18	PI 36	2+415.17	-19	-49	-15	-19.82	30	30	30	OK	9.91	10.38	0.014398704	0.149432114	0.499501569	5.183909231	10.45	0.606	Memenuhi
19	PI 39	2+535.09	16	59	11	16.99	30	40	30	OK	8.493	11.86	0.012343124	0.146373853	0.49963397	5.925027633	11.92	0.592	Memenuhi
20	PI 43	2+782.42	11	8	28	11.14	20	20	20	OK	5.571	3.889	0.008099303	0.031498039	0.499876735	1.944011337	3.898	0.127	Memenuhi
21	PI 44	2+801.46	-17	-14	-8	-17.24	30	50	30	OK	8.618	15.04	0.012523872	0.188369801	0.499622941	7.514758535	15.12	0.761	Memenuhi
22	PI 45	2+823.85	3	26	5	3.435	30	100	30	OK	1.717	5.995	0.00249773	0.014973195	0.499984731	2.99726905	5.996	0.06	Memenuhi
23	PI 46	2+857.92	28	37	9	28.62	30	50	30	OK	14.31	24.97	0.020766086	0.518631635	0.498961958	12.46154216	25.35	2.136	Memenuhi
24	PI 47	2+917.07	60	56	36	60.94	30	30	30	OK	30.47	31.91	0.04387421	1.400019677	0.495322768	15.80567756	34.28	6.432	Memenuhi

Sumber : Hasil Pengolahan

4.3.2 Alinyemen Vertikal

➢ **Perhitungan Kontrol Alinemen Vertikal Cembung**

- Contoh perhitungan lengkung cembung berdasarkan Jarak Pandang Henti

STA PLV = 0+096.712
STA PTV = 0 +136.864
STA PPV = 0 +131.530
L = 40 m
G1 = 1.971
G2 = -2.438
A = G2 – G1
= -2.438 – 1.971
= -4.409 (minus menujukkan vertikal cembung sehingga nilai dapat dimutlakkan)
A = 4.409
V (rencana) = 30 km/jam
S = 27 m

Karena S < L maka menggunakan rumus :

$$L = \frac{A \times S^2}{100\left(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2}\right)^2}$$

$$L = \frac{A \times S^2}{399}$$

$$L = \frac{4.409 \times (27)^2}{399}$$

L = 8.0555 m

Syarat :

L lapangan > L hitungan

40 m > 8.0555 m **(Memenuhi)**

- Contoh perhitungan lengkung cembung berdasarkan Jarak Pandang Menyiap

STA PLV = 0+096.712
STA PTV = 0 +136.864

STA PPV = 0 +131.530
L = 40 m
G1 = 1.971
G2 = -2.438
A = G2 – G1
= -2.438 – 1.971
= -4.409 (minus menujukkan arah sehingga dapat dimutlakkan)
A = 4.409
V (rencana) = 30 km/jam
S = 150 m
Karena S > L maka menggunakan rumus :

$$L = 2 \times S - \frac{200 \times \left(\sqrt{2h_1} + \sqrt{2h_2}\right)^2}{A}$$

$$L = 2 \times S - \frac{840}{A}$$

$$L = 2 \times 150 - \frac{840}{4.409}$$

L = 209.5 m
Syarat :
L lapangan > L hitungan
40 m <209.5 m **(Tidak Memenuhi)**

- Contoh perhitungan lengkung cembung berdasarkan kenyamanan pengemudi

STA PLV = 0+096.712
STA PTV = 0 +136.864
STA PPV = 0 +131.530
L = 40 m
G1 = 1.971
G2 = -2.438
A = G2 – G1
= -2.438 – 1.971
= -4.409 (minus menujukkan arah sehingga dapat dimutlakkan)
A = 4.409

V (rencana) = 30 km/jam

$$L = \frac{A \times v^2}{390}$$

$$L = \frac{4.409 \times 30^2}{390} = 10.175m$$

Syarat :
L lapangan > L hitungan
40 m >10.175 m **(Memenuhi)**

- Contoh perhitungan lengkung cembung berdasarkan ketentuan drainase

STA PLV = 0+096.712
STA PTV = 0 +136.864
STA PPV = 0 +131.530
L = 40 m
G1 = 1.971
G2 = -2.438
A = G2 – G1
= -2.438 – 1.971
= -4.409 (minus menujukkan arah sehingga dapat dimutlakkan)
A = 4.409
V (rencana) = 30 km/jam

$$L_v = 40 \times A$$

$$L_v = 40 \times 4.409 = 176.36m$$

Syarat :
L lapangan > L hitungan
40 m <176.36 m **(Tidak Memenuhi)**

- Contoh perhitungan lengkung cembung berdasarkan keluwesan

STA PLV = 0+096.712
STA PTV = 0 +136.864
STA PPV = 0 +131.530
L = 40 m

G1 = 1.971
G2 = -2.438
A = G2 – G1
= -2.438 – 1.971
= -4.409 (minus menujukkan arah sehingga dapat dimutlakkan)
A = 4.409
V (rencana) = 30 km/jam

$$L = 0.6 \times v$$
$$L = 0.6 \times 30 = 18m$$

Syarat :
L lapangan > L hitungan
40 m >18 m **(Memenuhi)**

- **Perhitungan Kontrol Alinyemen Vertikal Cekung**

- Contoh perhitungan lengkung cekung berdasarkan Jarak Pandang Henti

STA PLV = 0+036.180
STA PTV = 0+086.180
STA PPV = 0+061.180
L = 50 m
G1 = 0.14
G2 = 1.971
A = G2 – G1
= 1.971 – 0.14
= 1.831 (positif menujukkan veritkal cekung)
A = 1.831
V (rencana) = 30 km/jam
S = 27 m

Karena S < L maka menggunakan rumus :

$$L = \frac{A \times S^2}{150 + (3.5 \times S)}$$

$$L = \frac{1.831 \times 27^2}{150 + (3.5 \times 27)}$$

L = 5.4593 m
Syarat :
L lapangan > L hitungan
40 m >5.4593 m **(Memenuhi)**

- Contoh perhitungan lengkung cekung berdasarkan Jarak Pandang Menyiap

STA PLV = 0+036.180
STA PTV = 0+086.180
STA PPV = 0+061.180
L = 50 m
G1 = 0.14
G2 = 1.971
A = G2 – G1
= 1.971 – 0.14
= 1.831 (positif menujukkan veritkal cekung)
A = 1.831
V (rencana) = 30 km/jam
S = 150 m

Karena S > L maka menggunakan rumus :

$$L = 2 \times S - \frac{150 + (3.5 \times S)}{A}$$

$$L = 2 \times 150 - \frac{150 + (3.5 \times 150)}{1.831}$$

L = -136.73 m
Syarat :
L lapangan > L hitungan
50 m <136.73m **(Tidak Memenuhi)**

- Contoh perhitungan lengkung cekung berdasarkan kenyamanan pengemudi

STA PLV = 0+036.180

STA PTV = 0+086.180
STA PPV = 0+061.180
L = 50 m
G1 = 0.14
G2 = 1.971
A = G2 – G1
= 1.971 – 0.14
= 1.831 (positif menujukkan veritkal cekung)
A = 1.831
V (rencana) = 30 km/jam
S = 150 m

$$L = \frac{A \times v^2}{390}$$

$$L = \frac{1.831 \times 30^2}{390} = 4.225m$$

Syarat :
L lapangan > L hitungan
50 m >4.225 m **(Memenuhi)**

- Contoh perhitungan lengkung cekung berdasarkan ketentuan drainase

STA PLV = 0+036.180
STA PTV = 0+086.180
STA PPV = 0+061.180
L = 50 m
G1 = 0.14
G2 = 1.971
A = G2 – G1
= 1.971 – 0.14
= 1.831 (positif menujukkan veritkal cekung)
A = 1.831
V (rencana) = 30 km/jam
S = 150 m

$$L_v = 40 \times A$$

$$L_v = 40 \times 1.831 = 73.24m$$

Syarat :
L lapangan > L hitungan
50 m <73.24 m **(Tidak Memenuhi)**

- Contoh perhitungan lengkung cekung berdasarkan keluwesan

STA PLV	= 0+036.180
STA PTV	= 0+086.180
STA PPV	= 0+061.180
L	= 50 m
G1	= 0.14
G2	= 1.971
A	= G2 – G1
	= 1.971 – 0.14
	= 1.831 (positif menujukkan veritkal cekung)
A	= 1.831
V (rencana)	= 30 km/jam
S	= 150 m

$$L = 0.6 \times v$$

$$L = 0.6 \times 30 = 18m$$

Syarat :
L lapangan > L hitungan
50 m >18 m **(Memenuhi)**

- **Rekapitulasi perhitungan lengkung cembung**

Tabel 4. 24 Kontrol Perhitungan Alinyemen Vertikal Cembung Berdasarkan Jarak Pandang Henti

No	STA PLV	STA PTV	STA PPV	L	G1	G2	A	V	S	L	Kontrol
1	0+096.712	0+136.712	0+131.530	40	1.971	-2.438	4.409	30	27	8.05554135	Memenuhi
2	0+183.864	0+213.864	0+198.864	30	-2.438	-6.520	4.082	30	27	7.45809023	Memenuhi
3	0+483.488	0+543.488	0+513.488	60	1.392	-3.661	5.053	30	27	9.23217293	Memenuhi
4	0+991.108	1+081.108	1+036.081	90	3.347	-4.853	8.200	30	27	14.9819549	Memenuhi
5	1+436.018	1+461.018	1+448.018	25	1.841	-5.030	6.871	30	27	-4.07014991	Memenuhi
6	1+573.111	1+603.111	1+588.111	30	0.016	-2.746	2.762	30	27	5.0463609	Memenuhi
7	1+829.204	1+849.204	1+839.204	20	0.31	-2.889	3.199	30	27	-70.726477	Memenuhi
8	2+094.781	2+154.781	2+124.781	60	-0.072	-1.515	1.443	30	27	2.63645865	Memenuhi
9	2.412.512	2.462.512	2+437.512	50	2.34	-1.410	3.750	30	27	6.85150376	Memenuhi
10	2+630.437	2+710.437	2+670.437	80	0.49	-3.686	4.176	30	27	7.62983459	Memenuhi
11	2+917.092	2+947.092	2+932.092	30	1.683	-1.900	3.583	30	27	6.54638346	Memenuhi

Sumber : Hasil Pengolahan

Tabel 4. 25 Kontrol Perhitungan Alinyemen Vertikal Cembung Berdasarkan Jarak Pandang Menyiap

No	STA PLV	STA PTV	STA PPV	L	G1	G2	A	V	S	L	Kontrol
1	0+096.712	0+136.712	0+131.530	40	1.971	-2.438	4.409	30	150	209.5033	Tidak Memenuhi
2	0+183.864	0+213.864	0+198.864	30	-2.438	-6.520	4.082	30	150	202.2538	Tidak Memenuhi
3	0+483.488	0+543.488	0+513.488	60	1.392	-3.661	5.053	30	150	221.037	Tidak Memenuhi
4	0+991.108	1+081.108	1+036.081	90	3.347	-4.853	8.200	30	150	251.3415	Tidak Memenuhi
5	1+436.018	1+461.018	1+448.018	25	1.841	-5.030	6.871	30	150	241.9299	Tidak Memenuhi
6	1+573.111	1+603.111	1+588.111	30	0.016	-2.746	2.762	30	150	155.5395	Tidak Memenuhi
7	1+829.204	1+849.204	1+839.204	20	0.31	-2.889	3.199	30	150	175.2735	Tidak Memenuhi
8	2+094.781	2+154.781	2+124.781	60	-0.072	-1.515	1.443	30	150	23.49272	Memenuhi
9	2.412.512	2.462.512	2+437.512	50	2.34	-1.410	3.750	30	150	193.6	Tidak Memenuhi
10	2+630.437	2+710.437	2+670.437	80	0.49	-3.686	4.176	30	150	204.454	Tidak Memenuhi
11	2+917.092	2+947.092	2+932.092	30	1.683	-1.900	3.583	30	150	188.6408	Tidak Memenuhi

Sumber : Hasil Pengolahan

Tabel 4. 26 Kontrol Perhitungan Alinyemen Vertikal Cembung Berdasarkan Kenyamanan Mengemudi

No	STA PLV	STA PTV	STA PPV	L	G1	G2	A	V	S	L	Kontrol
1	0+096.712	0+136.712	0+131.530	40	1.971	-2.438	4.409	30	27	10.17462	Memenuhi
2	0+183.864	0+213.864	0+198.864	30	-2.438	-6.520	4.082	30	27	9.42	Memenuhi
3	0+483.488	0+543.488	0+513.488	60	1.392	-3.661	5.053	30	27	11.66077	Memenuhi
4	0+991.108	1+081.108	1+036.081	90	3.347	-4.853	8.200	30	27	18.92308	Memenuhi
5	1+436.018	1+461.018	1+448.018	25	1.841	-5.030	6.871	30	27	15.85615	Memenuhi
6	1+573.111	1+603.111	1+588.111	30	0.016	-2.746	2.762	30	27	6.373846	Memenuhi
7	1+829.204	1+849.204	1+839.204	20	0.31	-2.889	3.199	30	27	7.382308	Memenuhi
8	2+094.781	2+154.781	2+124.781	60	-0.072	-1.515	1.443	30	27	3.33	Memenuhi
9	2.412.512	2.462.512	2+437.512	50	2.34	-1.410	3.750	30	27	8.653846	Memenuhi
10	2+630.437	2+710.437	2+670.437	80	0.49	-3.686	4.176	30	27	9.636923	Memenuhi
11	2+917.092	2+947.092	2+932.092	30	1.683	-1.900	3.583	30	27	8.268462	Memenuhi

Sumber : Hasil Pengolahan

Tabel 4. 27 Kontrol Perhitungan Alinyemen Vertikal Cembung Berdasarkan Ketentuan Drainase

No	STA PLV	STA PTV	STA PPV	L	G1	G2	A	V	S	L	Kontrol
1	0+096.712	0+136.712	0+131.530	40	1.971	-2.438	4.409	30	27	176.36	Tidak Memenuhi
2	0+183.864	0+213.864	0+198.864	30	-2.438	-6.520	4.082	30	27	163.28	Tidak Memenuhi
3	0+483.488	0+543.488	0+513.488	60	1.392	-3.661	5.053	30	27	202.12	Tidak Memenuhi
4	0+991.108	1+081.108	1+036.081	90	3.347	-4.853	8.200	30	27	328	Tidak Memenuhi
5	1+436.018	1+461.018	1+448.018	25	1.841	-5.030	6.871	30	27	274.84	Tidak Memenuhi
6	1+573.111	1+603.111	1+588.111	30	0.016	-2.746	2.762	30	27	110.48	Tidak Memenuhi
7	1+829.204	1+849.204	1+839.204	20	0.31	-2.889	3.199	30	27	127.96	Tidak Memenuhi
8	2+094.781	2+154.781	2+124.781	60	-0.072	-1.515	1.443	30	27	57.72	Memenuhi
9	2.412.512	2.462.512	2+437.512	50	2.34	-1.410	3.750	30	27	150	Tidak Memenuhi
10	2+630.437	2+710.437	2+670.437	80	0.49	-3.686	4.176	30	27	167.04	Tidak Memenuhi
11	2+917.092	2+947.092	2+932.092	30	1.683	-1.900	3.583	30	27	143.32	Tidak Memenuhi

Sumber : Hasil Pengolahan

Tabel 4. 28 Kontrol Perhitungan Alinyemen Vertikal Cembung Berdasarkan Keluwesan

No	STA PLV	STA PTV	STA PPV	L	G1	G2	A	V	S	L	Kontrol
1	0+096.712	0+136.712	0+131.530	40	1.971	-2.438	4.409	30	27	18	Memenuhi
2	0+183.864	0+213.864	0+198.864	30	-2.438	-6.520	4.082	30	27	18	Memenuhi
3	0+483.488	0+543.488	0+513.488	60	1.392	-3.661	5.053	30	27	18	Memenuhi
4	0+991.108	1+081.108	1+036.081	90	3.347	-4.853	8.200	30	27	18	Memenuhi
5	1+436.018	1+461.018	1+448.018	25	1.841	-5.030	6.871	30	27	18	Memenuhi
6	1+573.111	1+603.111	1+588.111	30	0.016	-2.746	2.762	30	27	18	Memenuhi
7	1+829.204	1+849.204	1+839.204	20	0.31	-2.889	3.199	30	27	18	Memenuhi
8	2+094.781	2+154.781	2+124.781	60	-0.072	-1.515	1.443	30	27	18	Memenuhi
9	2.412.512	2.462.512	2+437.512	50	2.34	-1.410	3.750	30	27	18	Memenuhi
10	2+630.437	2+710.437	2+670.437	80	0.49	-3.686	4.176	30	27	18	Memenuhi
11	2+917.092	2+947.092	2+932.092	30	1.683	-1.900	3.583	30	27	18	Memenuhi

Sumber : Hasil Pengolahan

- **Rekapitulasi perhitungan lengkung cekung**

Tabel 4. 29 Kontrol Perhitungan Alinyemen Vertikal Cekung Berdasarkan Jarak Pandang Henti

No	STA PLV	STA PTV	STA PPV	L	G1	G2	A	V	S	L	Kontrol
1	0+036.180	0+086.180	0+061.180	50	0.14	1.971	1.831	30	27	5.459301	Memenuhi
2	0+220.862	0+300.862	0+260.862	80	-6.52	-0.273	6.247	30	27	18.62602	Memenuhi
3	0+351.708	0+461.708	0+406.708	110	-0.273	1.392	1.665	30	27	4.964356	Memenuhi
4	0+579.634	0+699.634	0+639.634	120	-3.661	-2.047	1.614	30	27	4.812294	Memenuhi
5	0+766.394	0+836.394	0+801.394	70	-2.047	-0.112	1.935	30	27	5.769387	Memenuhi
6	0+851.371	0+901.371	0+876.371	50	-0.112	3.347	3.459	30	27	10.31334	Memenuhi
7	1+117.032	1+147.032	1+132.032	30	-4.853	-2.850	2.003	30	27	5.972135	Memenuhi
8	1+235	1+265	1+250	30	-2.85	-0.952	1.898	30	27	5.659067	Memenuhi
9	1+320.189	1+350.189	1+335.189	30	-0.952	1.841	2.793	30	27	8.327595	Memenuhi
10	1+493.456	1+553.456	1+523.456	60	-5.03	0.016	5.046	30	27	15.04513	Memenuhi
11	1+696.868	1+746.868	1+721.868	50	-0.595	0.310	0.905	30	27	2.698344	Memenuhi
12	1+932.566	1+972.566	1+952.566	40	-2.889	-0.072	2.817	30	27	8.399153	Memenuhi
13	2+173.043	2+253.043	2+213.043	80	-1.515	0.281	1.796	30	27	5.354945	Memenuhi
14	2+332.664	2+382.664	2+357.664	50	0.281	2.340	2.059	30	27	6.139104	Memenuhi
15	2+545.070	2+615.070	2+580.070	70	-1.41	0.490	1.900	30	27	5.665031	Memenuhi
16	2+763.167	2+783.167	2+773.167	20	-3.686	-0.172	3.514	30	27	-122.8924	Tidak Memenuhi
17	2+969.562	3+019.562	2+994.562	50	-1.9	-1.202	0.698	30	27	2.081153	Memenuhi

Sumber : Hasil Pengolahan

Tabel 4. 30 Kontrol Perhitungan Alinyemen Vertikal Cekung Berdasarkan jarak Pandang Menyiap

No	STA PLV	STA PTV	STA PPV	L	G1	G2	A	V	S	L	Kontrol
1	0+036.180	0+086.180	0+061.180	50	0.14	1.971	1.831	30	150	-136.729	Tidak Memenuhi
2	0+220.862	0+300.862	0+260.862	80	-6.52	-0.273	6.247	30	150	65.95966	Memenuhi
3	0+351.708	0+461.708	0+406.708	110	-0.273	1.392	1.665	30	150	-165.315	Tidak Memenuhi
4	0+579.634	0+699.634	0+639.634	120	-3.661	-2.047	1.614	30	150	-175.279	Tidak Memenuhi
5	0+766.394	0+836.394	0+801.394	70	-2.047	-0.112	1.935	30	150	-121.318	Tidak Memenuhi
6	0+851.371	0+901.371	0+876.371	50	-0.112	3.347	3.459	30	150	-1.77797	Memenuhi
7	1+117.032	1+147.032	1+132.032	30	-4.853	-2.850	2.003	30	150	-112.107	Tidak Memenuhi
8	1+235	1+265	1+250	30	-2.85	-0.952	1.898	30	150	-126.607	Tidak Memenuhi
9	1+320.189	1+350.189	1+335.189	30	-0.952	1.841	2.793	30	150	-37.9699	Tidak Memenuhi
10	1+493.456	1+553.456	1+523.456	60	-5.03	0.016	5.046	30	150	45.95719	Memenuhi
11	1+696.868	1+746.868	1+721.868	50	-0.595	0.310	0.905	30	150	-430.11	Tidak Memenuhi
12	1+932.566	1+972.566	1+952.566	40	-2.889	-0.072	2.817	30	150	-36.3685	Memenuhi
13	2+173.043	2+253.043	2+213.043	80	-1.515	0.281	1.796	30	150	-142.316	Tidak Memenuhi
14	2+332.664	2+382.664	2+357.664	50	0.281	2.340	2.059	30	150	-104.978	Tidak Memenuhi
15	2+545.070	2+615.070	2+580.070	70	-1.41	0.490	1.900	30	150	-126.316	Tidak Memenuhi
16	2+763.167	2+783.167	2+773.167	20	-3.686	-0.172	3.514	30	150	0.59761	Memenuhi
17	2+969.562	3+019.562	2+994.562	50	-1.9	-1.202	0.698	30	150	-602.149	Tidak Memenuhi

Sumber : Hasil Pengolahan

Tabel 4. 31 Kontrol Perhitungan Alinyemen Vertikal Cekung Berdasarkan Kenyamanan Pengemudi

No	STA PLV	STA PTV	STA PPV	L	G1	G2	A	V	S	L	Kontrol
1	0+036.180	0+086.180	0+061.180	50	0.14	1.971	1.831	30	27	4.225385	Memenuhi
2	0+220.862	0+300.862	0+260.862	80	-6.52	-0.273	6.247	30	27	14.41615	Memenuhi
3	0+351.708	0+461.708	0+406.708	110	-0.273	1.392	1.665	30	27	3.842308	Memenuhi
4	0+579.634	0+699.634	0+639.634	120	-3.661	-2.047	1.614	30	27	3.724615	Memenuhi
5	0+766.394	0+836.394	0+801.394	70	-2.047	-0.112	1.935	30	27	4.465385	Memenuhi
6	0+851.371	0+901.371	0+876.371	50	-0.112	3.347	3.459	30	27	7.982308	Memenuhi
7	1+117.032	1+147.032	1+132.032	30	-4.853	-2.850	2.003	30	27	4.622308	Memenuhi
8	1+235	1+265	1+250	30	-2.85	-0.952	1.898	30	27	4.38	Memenuhi
9	1+320.189	1+350.189	1+335.189	30	-0.952	1.841	2.793	30	27	6.445385	Memenuhi
10	1+493.456	1+553.456	1+523.456	60	-5.03	0.016	5.046	30	27	11.64462	Memenuhi
11	1+696.868	1+746.868	1+721.868	50	-0.595	0.310	0.905	30	27	2.088462	Memenuhi
12	1+932.566	1+972.566	1+952.566	40	-2.889	-0.072	2.817	30	27	6.500769	Memenuhi
13	2+173.043	2+253.043	2+213.043	80	-1.515	0.281	1.796	30	27	4.144615	Memenuhi
14	2+332.664	2+382.664	2+357.664	50	0.281	2.340	2.059	30	27	4.751538	Memenuhi
15	2+545.070	2+615.070	2+580.070	70	-1.41	0.490	1.900	30	27	4.384615	Memenuhi
16	2+763.167	2+783.167	2+773.167	20	-3.686	-0.172	3.514	30	27	8.109231	Memenuhi
17	2+969.562	3+019.562	2+994.562	50	-1.9	-1.202	0.698	30	27	1.610769	Memenuhi

Sumber : Hasil Pengolahan

Tabel 4. 32 Kontrol Alinyemen Vertikal Cekung Berdasarkan Ketentuan Drainase

No	STA PLV	STA PTV	STA PPV	L	G1	G2	A	V	S	L	Kontrol
1	0+036.180	0+086.180	0+061.180	50	0.14	1.971	1.831	30	27	73.24	Tidak Memenuhi
2	0+220.862	0+300.862	0+260.862	80	-6.52	-0.273	6.247	30	27	249.9	Tidak Memenuhi
3	0+351.708	0+461.708	0+406.708	110	-0.273	1.392	1.665	30	27	66.6	Memenuhi
4	0+579.634	0+699.634	0+639.634	120	-3.661	-2.047	1.614	30	27	64.56	Memenuhi
5	0+766.394	0+836.394	0+801.394	70	-2.047	-0.112	1.935	30	27	77.4	Tidak Memenuhi
6	0+851.371	0+901.371	0+876.371	50	-0.112	3.347	3.459	30	27	138.4	Tidak Memenuhi
7	1+117.032	1+147.032	1+132.032	30	-4.853	-2.850	2.003	30	27	80.12	Tidak Memenuhi
8	1+235	1+265	1+250	30	-2.85	-0.952	1.898	30	27	75.92	Tidak Memenuhi
9	1+320.189	1+350.189	1+335.189	30	-0.952	1.841	2.793	30	27	111.7	Tidak Memenuhi
10	1+493.456	1+553.456	1+523.456	60	-5.03	0.016	5.046	30	27	201.8	Tidak Memenuhi
11	1+696.868	1+746.868	1+721.868	50	-0.595	0.310	0.905	30	27	36.2	Memenuhi
12	1+932.566	1+972.566	1+952.566	40	-2.889	-0.072	2.817	30	27	112.7	Tidak Memenuhi
13	2+173.043	2+253.043	2+213.043	80	-1.515	0.281	1.796	30	27	71.84	Memenuhi
14	2+332.664	2+382.664	2+357.664	50	0.281	2.340	2.059	30	27	82.36	Tidak Memenuhi
15	2+545.070	2+615.070	2+580.070	70	-1.41	0.490	1.900	30	27	76	Tidak Memenuhi
16	2+763.167	2+783.167	2+773.167	20	-3.686	-0.172	3.514	30	27	140.6	Tidak Memenuhi
17	2+969.562	3+019.562	2+994.562	50	-1.9	-1.202	0.698	30	27	27.92	Memenuhi

Sumber : Hasil Pengolahan

Tabel 4. 33 Kontrol Perhitungan Alinyemen Vertikal Cembung Berdasarkan Keluwesan

No	STA PLV	STA PTV	STA PPV	L	G1	G2	A	V	S	L	Kontrol
1	0+036.180	0+086.180	0+061.180	50	0.14	1.971	1.831	30	27	18	Memenuhi
2	0+220.862	0+300.862	0+260.862	80	-6.52	-0.273	6.247	30	27	18	Memenuhi
3	0+351.708	0+461.708	0+406.708	110	-0.273	1.392	1.665	30	27	18	Memenuhi
4	0+579.634	0+699.634	0+639.634	120	-3.661	-2.047	1.614	30	27	18	Memenuhi
5	0+766.394	0+836.394	0+801.394	70	-2.047	-0.112	1.935	30	27	18	Memenuhi
6	0+851.371	0+901.371	0+876.371	50	-0.112	3.347	3.459	30	27	18	Memenuhi
7	1+117.032	1+147.032	1+132.032	30	-4.853	-2.850	2.003	30	27	18	Memenuhi
8	1+235	1+265	1+250	30	-2.85	-0.952	1.898	30	27	18	Memenuhi
9	1+320.189	1+350.189	1+335.189	30	-0.952	1.841	2.793	30	27	18	Memenuhi
10	1+493.456	1+553.456	1+523.456	60	-5.03	0.016	5.046	30	27	18	Memenuhi
11	1+696.868	1+746.868	1+721.868	50	-0.595	0.310	0.905	30	27	18	Memenuhi
12	1+932.566	1+972.566	1+952.566	40	-2.889	-0.072	2.817	30	27	18	Memenuhi
13	2+173.043	2+253.043	2+213.043	80	-1.515	0.281	1.796	30	27	18	Memenuhi
14	2+332.664	2+382.664	2+357.664	50	0.281	2.340	2.059	30	27	18	Memenuhi
15	2+545.070	2+615.070	2+580.070	70	-1.41	0.490	1.900	30	27	18	Memenuhi
16	2+763.167	2+783.167	2+773.167	20	-3.686	-0.172	3.514	30	27	18	Memenuhi
17	2+969.562	3+019.562	2+994.562	50	-1.9	-1.202	0.698	30	27	18	Memenuhi

Sumber : Hasil Pengolahan

Solusi dan saran jika dari kelima kontrol perhitungan alinyemen vertikal cembung maupun cekung adalah sebagai berikut :

1. Jarak Pandang Henti
   Penambahan rambu dilarang berhenti

Gambar 4. 12 Rambu Dilarang Berhenti
Sumber : Dokumentasi Penulis

2. Jarak Pandang Menyiap
   Penambahan rambu dilarang mendahului

Gambar 4. 13 Rambu Dilarang Mendahului Kendaraan Lain
Sumber : Dokumentasi Penulis

3. Kenyamanan Mengemudi
   Kecepatan rencana diturunkan dan menambah rambu hati-hati

Gambar 4. 14 Rambu Hati-Hati
Sumber : Dokumentasi Penulis

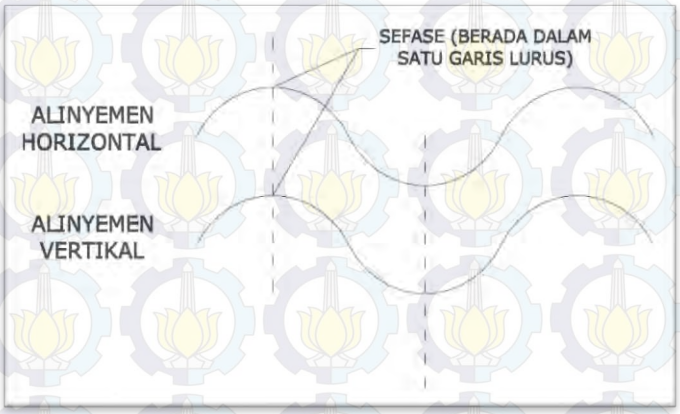
4. Keluwesan Bentuk Lengkung
   Kecepatan rencana diturunkan dan menambah rambu tanjakan atau turunan

Gambar 4. 15 Rambu Tanjakan dan Turunan
Sumber : Dokumentasi Penulis

5. Ketentuan Drainase
   Mendesain ulang drainase sesuai ketentuan SNI 03-3424-1994 Perencanaan Drainase Permukaan Jalan

4.3.3 Kontrol Fase Antar Alinyemen Vertikal dan Horizontal

Kontrol fase antar alinyemen Ini dimaksudkan pada saat berkendara tidak menimbulkan patahan sehingga menyebabkan pendeknya jarak pandang. Kontrol sefase yang dimaksud adalah ketika puncak tanjakan apabila disejajarkan berada segaris dengan puncak tikungan.



Gambar 4. 16 Kontrol Alinyemen Sefase
Sumber : Dokumentasi Penulis

Tabel 4. 34 Rekapitulasi Kontrol Fase Antar Aliyemen

Tikungan	Tanjakan/ Turunan	Selisih (m)
0+045.20	0+061.180	15.98
0+104.36	0+116.712	12.352
0+190.46	0+198.864	8.404
0+405.45	0+406.708	1.258
0+528.12	0+513.488	14.632
0+636.27	0+639.634	3.364
1+026.79	1+036.108	9.318
1+125.77	1+132.032	6.262
1+286.96	1+250	36.96
1+368.38	1+335.189	33.191
1+448.76	1+448.158	0.602
1+519.73	1+523.456	4.456
1+594.99	1+588.111	6.879
1+633.16	1+632.317	0.843
1+714.78	1+721.868	7.088
1+835.15	1+839.204	4.054
1+940.27	1+952.566	12.296
2+106.05	2+124.781	18.731
2+214.31	2+213+043	1.267
2+367.36	2+357.664	9.696
2+444.96	2+437.512	7.468
2+683.97	2+670.427	13.543
2+782.42	2+773.167	9.253
2+857.92	2+881.565	23.645
2+917.07	2+932.092	15.022

Sumber : Hasil Pengolahan

Jika alinyemen tidak sefase maka dihitung selisih pergeserannya dan dinyatakan dalam meter. Hal ini sebenarnya akan menimbulkan resiko terhadap jarak pandangan yang pendek sehingga mempengaruhi keselamatan pengguna jalan.

4.3.4 Kontrol Panjang Kritis

Panjang kritis yaitu panjang landau maksimum yang harus disediakan agar kendaraan dapat mempertahankan kecepatannya sedemikian sehingga penurunan kecepatan tidak lebih dari separyh Vr (kecepatan rencana). Panjang kritis ditetapkan dari table berikut :

Tabel 4. 35 Panjang Kritis

Kecepatan pada awal tanjakan (km/jam)	Kelandaian (%)						
	4	5	6	7	8	9	10
80	630	460	360	270	230	230	200
60	320	210	160	120	110	90	80

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota hal 36

Kontrol panjang kritis dikontrol hanya yang memiliki kelandaian diatas 3%. Rekapitulasi kontrol panjang kritis dapat ditunjukkan dalam table berikut :

Tabel 4. 36 Rekapitulasi Panjang Kritis

No	STA			Kemiringan (%)	Panjang (m)	Kontrol
1	2+670.437	-	2+773.167	3.686	99.2	Ok
2	1+448.518	-	1+523.456	5.030	84.0	Ok
3	1+036.038	-	1+132.032	4.853	104.0	Ok
4	0+876.371	-	0+991.108	3.347	120.0	Ok
5	0+198.864	-	0+260.862	6.520	74.4	Ok

Sumber : Hasil Pegolahan

4.4 Perencanaan Lapis Tambah Perkerasan Kaku

4.4.1 Pengolahan Data CBR

Pemeriksaan tanah pada KM.SBY 248+900 – SM.SBY 251+900 ruas jalan Bts.Kota Pacitan – Bts.Kab. Ponorogo dilakukan guna memperoleh data-data tanah dasar berupa data CBR tanah dasar yang nantinya akan digunakan sebagai perencanan pelebaran jalan jika diperlukan dalam proyek peningkatan jalan ini. Nilai CBR tanah dasar didapatkan sebagai berikut:

Tabel 4. 37 Data CBR

No	KM.SBY	CBR
1	249+400	11.05
2	251+400	8.14
3	252+700	5.98
4	254+700	8.88

Sumber : Balai Besar Pelakasaan Jalan Nasional V

Dari nilai CBR yang diperoleh pada tabel diatas ditentukan nnilai CBR rencana yang merupakan nilai CBR rata-rata. CBR rata-rata digunakan sebagi penentuana pondasi bawah yang akan digunakan sebagai campuran tanah tanah asli.

Cara penentuan CBR dilakukan dengan metode grafis yaitu :

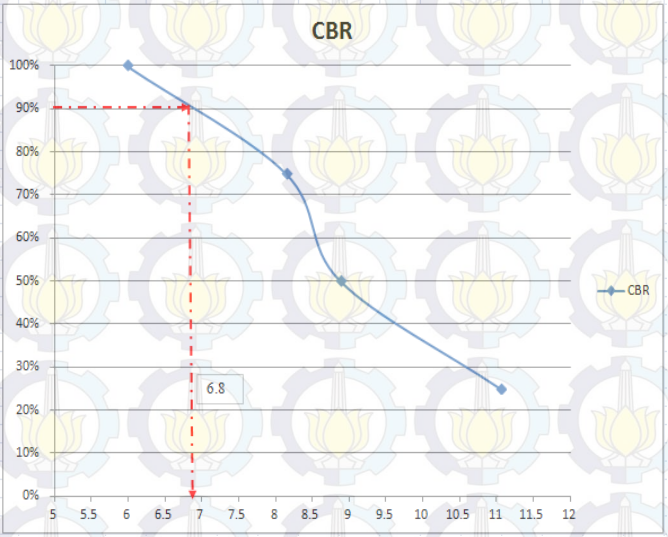
1. Tentukan harga CBR terendah
2. Tentukan jumlah harga CBR yang sama atau kebuh besar dari masing-masing nilai CBR
3. Angka terbanyak dinyatakan sebagai 100%
4. Nilai CBR rata-rata adalah nilai yang didapat dari angka 90%

Tabel 4. 38 Penentuan CBR Rata-Rata Metode Grafis

No	KM.SBY	Nilai Urut CBR	Jml	Prosentase
1	252+700	5.98	4	100%
2	251+400	8.14	3	75%
3	254+700	8.88	2	50%
4	249+400	11.05	1	25%

Sumber : Hasil Pengolahan

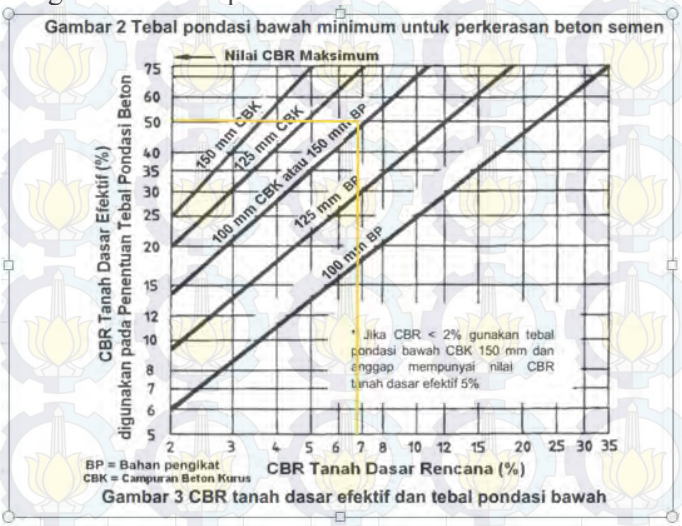
Dari prosentase tersebut disajikan dalam grafik sebagai berikut :



Gambar 4. 17 Grafik CBR
Sumber : Hasil Pengolahan

Penentuan nilai CBR rata-rata yaitu dengan cara hubungkan nilai Y = 90% kearah mendatar sampai menyinggung garis lengkung, kemudian tarik garis tersebut ke arah absis sehigga diperoleh nilai X adalah 6.8. Maka nilai CBR rencana adalah 6.8

Selanjutnya karena CBR efektif aspal yang merupakan CBR efektif minimal sebesar 50 maka tebal dan bahan untuk stabilisasi tanah dasar khususnya jika membutuhkan pelebaran. Agar desain kekuatan anatar CBR efektif diatas aspal beton menjadi sama dengan CBR tanah dasar dengan cara grafik dibawah ini maka kita dapat mengetahui tebal lapisan dan bahan stabilisasi.



Gambar 4. 18 CBR Tanah Dasar Efektif dan Tebal Pondasi Bawah

Sumber : Hasil Pengolahan

Hasil pengeplotan pada grafik menunjukkan bahwa bahan stabilisasi untuk CBR tanah dasar dapat mengguankan 100 mm CBK (Campuran Beton Kurus) atau 150 mm BP (Bahan Pengikat)

4.4.2 Pondasi Bawah

Pondasi bawah yang digunakan pada proyek akhir ini adal berupa pondasi bawah dengan stabilisasi campuran beton kurus (CBK) dengan ketebalan 10 cm.

4.4.3 Beton Semen

Mutu beton yang digunakan pada perencanaan proyek akhir adalah K-300 (fc'=285 kg/cm²) dan kuat tarik sebesar 4 MPa.

4.4.4 Umur Rencana

Umur rencana perkerasan jalan kaku (*rigid pavement*) adalah 20 tahun. Sehingga dalam perencanaan tugas akhir ini menggunakan ymur rencana jalan 20 tahun.

4.4.5 Jenis Sumbu Kendaran

Kendaraan yang ditinjau untuk perencanaan perkerasaan kaku (beton semen) adalah yang mempunyai berat total minimum 5 ton.

Konfigurasi sumbu untuk perencanaan terdiri atas 4 jenis kelompok sumbu sebagai berikut :

a. Sumbu tunggal roda tunggal (STRT)
b. Sumbu tunggal roda ganda (STRG)
c. Sumbu tandem roda ganda (STdRG)
d. Sumbu tridem roda ganda (STrRG)

Tabel 4. 39 Data Muatan Maksimum dan Pengelompokkan Kendaraan Niaga

No.	Jenis Kendaraan	Berat Total Maks (Ton)	Beban As (Ton)	Jenis As
1	Kendaraan Ringan	2	1	STRT
			1	STRT
2	Bus Besar	9	3.06	STRT
			5.94	STRG
3	Truk 2 As 3/4 atau Bus Kecil	8.3	2.822	STRT
			5.478	STRG
4	Truk 2 As	18.2	6.188	STRT
			12.012	STRG
5	Truk 3 As	25	6.25	STRT
			18.75	STdRG
6	Trailer	26.2	4.716	STRT
			10.742	STRG
			10.742	STRG
7	Truk Gandeng	31.4	5.652	STRT
			8.792	STRG
			8.478	STRG
			8.478	STRG

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga Provinsi Jawa Timur

A. Perhitungan Data Muatan Maksimum Kendaraan

Dalam survey muatan maksimum kendaraan pada tabel diatas digunakan untuk mengetahui angka ekivalen untuk tiap-tiap jenis kendaraan.

a. Mobil Penumpang

Muatan Maksimum = 2 ton (<5 ton tidak dihitung)

50% (Roda Depan) 50% (Roda Belakang)

Beban sumbu roda depan (STRT)
= 50% x 2 ton = 1 ton

Beban sumbu roda belakang (STRT)
= 50% x 2 ton = 1 ton

b. Truk 2 As ¾ + Bus Kecil
Muatan Maksimum = 8.3 ton

Beban sumbu roda depan (STRT)
= 34% x 8.3 ton = 2.82 ton
Beban sumbu roda belakang (STRG)
= 66% x 8.3 ton = 5.48 ton

c. Bus Besar
Muatan Maksimum = 9 ton

Beban sumbu roda depan (STRT)
= 34% x 9 ton = 3.06 ton
Beban sumbu roda belakang (STRG)
= 66% x 9 ton = 5.94 ton

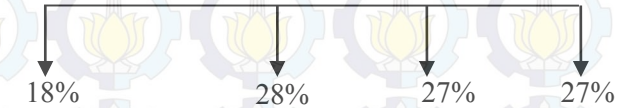
d. Truk 2 As Besar
Muatan Maksimum = 18.2 ton

Beban sumbu roda depan (STRT)
= 34% x 18.2 ton = 6.18 ton
Beban sumbu roda belakang (STRG)
= 66% x 18.2 ton = 12.01 ton

e. Truk 3 As
Muatan Maksimum = 25 ton

Beban sumbu roda depan (STRT)
= 25% x 25 ton = 6.25 ton
Beban sumbu roda belakang (STdRG) = 75% x 25 ton = 18.75 ton

f. Truk Gandeng
Muatan Maksimum = 31.4 ton



Beban sumbu roda depan (STRT)
= 18% x 31.4 ton = 5.652 ton
Beban sumbu roda belakang (STRG)
= 28% x 31.4 ton = 8.792 ton
Beban sumbu roda belakang (STRG)
= 27% x 31.4 ton = 8.478 ton
Beban sumbu roda belakang (STRG)
= 27% x 31.4 ton = 8.478 ton

g. Truk Semitrailer
Muatan Maksimum = 26.2 ton

18% (Roda Depan) 41% 41% (Roda Belakang)

Beban sumbu roda depan (STRT)
= 18% x 26.2 ton = 4.716 ton
Beban sumbu roda belakang (STRG)
= 41% x 26.2 ton = 10.742 ton
Beban sumbu roda belakang (STRG)
= 41% x 26.2 ton = 10.742 ton

B. Pertumbuhan Lalu-Lintas

Volume lalu lintas akan bertambah sesuai dengan umur rencana atau sampai tahap dimana kapasitas jalan dicapai dengan faktor pertumbuhan lalu lintas yang didapat ditentukan berdasarkan rumus berikut :

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

Dimana :
R = Faktor pertumbuhan lalu lintas
i = Laju pertumbuhan lalu lintas pertahun dalam %
UR= Umur rencana dalam tahun
Sehingga,

$$R = \frac{(1+2.9)^{20-1}}{2.9} = 26.598$$

C. Koefisien Distribusi

Koefisien distribusi (C) kendaraan niaga dapat ditentukan dari lebar perkerasan dan lebar perkerasan sesuai Tabel 2.8 . Sehingga didapat nilai **C=0.50** untuk 2 lajur 2 arah dengan lebar pekerasan 7 m.

Lebar perkerasan (L_p)	Jumlah lajur (n_l)	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

D. Faktor Kemanan Beban

Pada penentuan beban rencana beban sumbu dikalikan dengan faktor keamanan beban (Fkb). Faktor keamanan ini digunakan berkaitan adanya berbagai tingkat realibilitas perencanan seperti terlihat dalam tabel 2.10 berikut :

No.	Penggunaan	Nilai F_{KB}
1	Jalan bebas hambatan utama (*major freeway*) 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 (*weight-in-motion*) dan adanya kemungkinan route alternatif, maka nilai faktor keamanan beban dapat dikurangi menjadi 1,15.	1,2
2	Jalan bebas hambatan (*freeway*) dan jalan arteri dengan volume kendaraan niaga menengah.	1,1
3	Jalan dengan volume kendaraan niaga rendah.	1,0

4.4.6 Data Teknis

No.	Jenis Kendaran	Volume
1	Sedan, jeep, dan station wagon	1138
2	Opelet, Pick-up opelet, Sub-urban, Combi, Minibus	419
3	Pick-up, Micro Truck dan Mobil Hantaran atau Pick-up Box	491
4	Bus Kecil	36
5	Bus Besar	30
6	Truk ringan 2 sumbu	345
7	Truk sedang 2 sumbu	194
8	Truk 3 sumbu	36
9	Truk gandengan	9
10	Truk Semi Trailer	13

CBR Tanah Dasar	=	6.8
Kuat tarik lentur (fcf)	=	4 MPa (fc' = 332 kg/cm2)
Bahan pondasi bawah	=	stabilisasi
Mutu baja tulangan	=	BJTU 39 (fy = tegangan leleh = kg/cm2) untuk BMDT dan BJTU 24 (fy = tegangan leleh = 2400 kg/cm2) untuk BBDT
Koefisien gesek antar plat beton dengan pondasi (μ)	=	1.3
Bahu jalan	=	bukan beton
Ruji dowel	=	Ya
Umur rencana (UR)	=	20 tahun

4.4.7 Analisa Lalu Lintas

Lalu lintas rencana adalah jumlah kumulatif summbu 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 survei beban.

Jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana dihitung dengan rumus :

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

Dimana,

JSKN = Jumlah total sumbu kendaraan niaga selama umur rencana

JSKNH = Jumlah total sumbu kendaraan niaga perhari pada saat jalan dibuka

R = Faktor pertumbuhan komulatif

C = koefisien distribusi kendaraan

Tabel 4. 40 Analisa Lalu Lintas

No	Jenis Kendaraan	Konfigurasi Sumbu					Jml. Kendaraan (bh)	Jml. Sumbu per kendaraan (bh)	Jml. Sumbu (bh)	STRT		STRG		STdRG	
		RD	RB	RT	RGD	RGB				BS (ton)	JS (ton)	BS (ton)	JS (ton)	BS (ton)	JS (ton)
1	Sedan, jeep, dan station wagon	1	1	-	-	-	1138	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Opelet, Pick-up opelet, Sub-urban, Combi, Minibus	1	1	-	-	-	419	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Pick-up, Micro Truck dan Mobil Hantaran atau Pick-up Box	1	1	-	-	-	491	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Bus Kecil	2.8	5.5	-	-	-	36	2	72	2.8	36	5.5	36		
5	Bus Besar	3	6	-	-	-	30	2	60	3	30	6	30	-	-
6	Truk ringan 2 sumbu	2.8	5.5	-	-	-	345	2	690	2.8	345	5.5	345	-	-
7	Truk sedang 2 sumbu	6.2	12	-	-	-	194	2	388	6.2	194	12	194	-	-
8	Truk 3 sumbu	6		-	-	19	36	2	72	6	36	-	-	19	36
9	Truk gandeng	5.5	8.8	-	8.5	8.5	9	4	36	5.5	9	8.8	9	-	-
												8.5	9	-	-
												8.5	9	-	-
10	Truk Semi Trailer	4.7	10.7	10.7			13	3	39	4.7	13	10.7	13		
												10.7	13		
	Jumlah								**1357**		**663**		**658**		**36**

Sumber : Hasil Pengolahan

Sehingga,
JSKNH=1357

$$JSKN = 365 \times JSKNH \times R = 365 \times 1357 \times 26.598 = 13174476$$

$$JSKN\ rencana = JSKN \times C = 13174476 \times 0.5 = 6587238$$

Tabel 4. 41 Repetisi Sumbu yang Terjadi

Jenis Sumbu	Beban Sumbu	Jumlah Sumbu	Proporsi Beban	Proporsi Sumbu	Lalu Lintas	Repetisi yang terjadi
1	2	3	4	5	6	7 = 4x5x6
STRT	6.2	194	0.292609	0.488578	6587238	941727.4611
	6	36	0.054299	0.488578	6587238	174753.5495
	5.5	9	0.013575	0.488578	6587238	43688.38737
	4.7	13	0.019608	0.488578	6587238	63105.44842
	3	30	0.045249	0.488578	6587238	145627.9579
	2.8	381	0.574661	0.488578	6587238	1849475.065
Total		663	1			
STRG	12	194	0.294833	0.484893	6587238	941727.4611
	10.7	26	0.039514	0.484893	6587238	126210.8968
	8.8	9	0.013678	0.484893	6587238	43688.38737
	8.5	18	0.027356	0.484893	6587238	87376.77474
	6	30	0.045593	0.484893	6587238	145627.9579
	5.5	381	0.579027	0.484893	6587238	1849475.065
Total		658	1			
STdRG	19	36	1	0.026529	6587238	174753.5495
Total		36	1	0.026529		
Komulatif						6587237.962

Sumber : Hasil Pengolahan

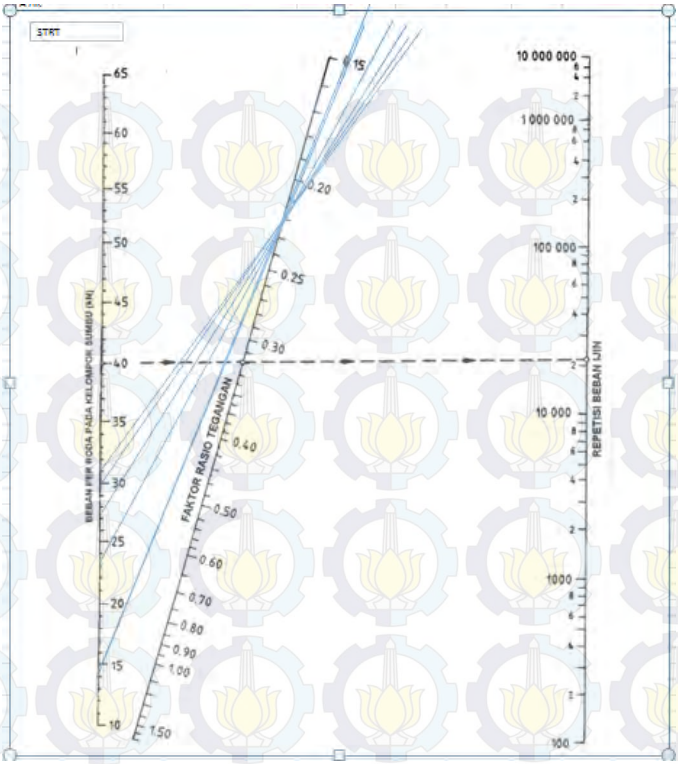
4.4.8 Perhitungan Tebal Plat Beton

Taksiran plat beton =21 cm

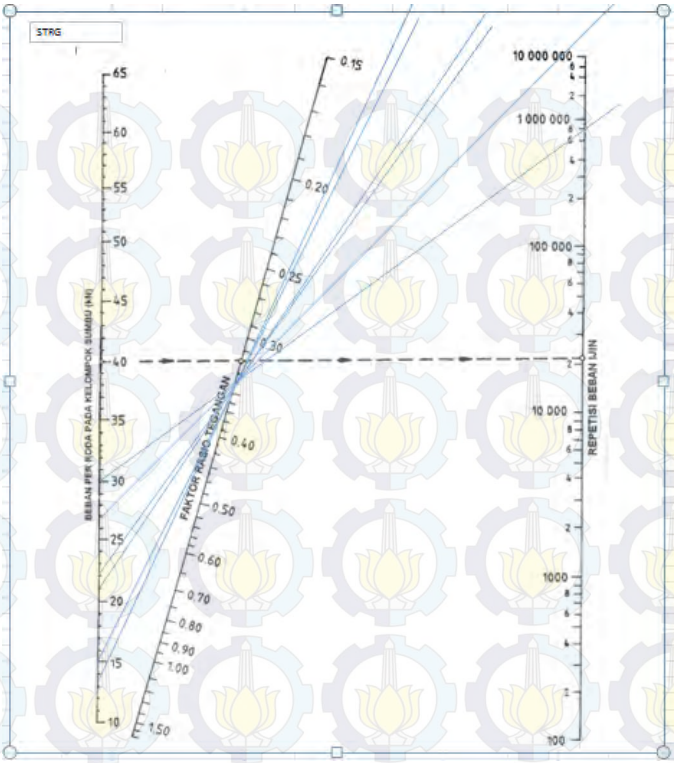
Tabel 4. 42 Analisa Fatik dan Erosi

Jenis Sumbu	Beban Sumbu ton (kN)		Beban Rencana per Roda (kN)	Repetisi yang terjadi	Faktor Tegangan dan Erosi		Analisa Fatik		Analisa Erosi	
							Reptisi Ijin	Persen rusak (%)	Repetisi Ijin	Persen Rusak (%)
1	2		3	4	5	6	7	8	9	10
STRT	6.2	62	31	941727.46	TE	0.86	TT	0	TT	0
	6	60	30	174753.55			TT	0	TT	0
	5.5	55	27.5	43688.387			TT	0	TT	0
	4.7	47	23.5	63105.448	FE	2.13	TT	0	TT	0
	3	30	15	145627.96			TT	0	TT	0
	2.8	28	14	1849475.1	FRT	0.22	TT	0	TT	0
STRG	12	120	30	941727.46	TE	1.35	800000	117.71593	3500000	26.906499
	10.7	107	26.75	126210.9			TT	0	7000000	1.8030128
	8.8	88	22	43688.387	FE	2.73	TT	0	5000000	0.8737677
	8.5	85	21.25	87376.775			TT	0	40000000	0.2184419
	6	60	15	145627.96	FRT	0.34	TT	0	TT	0
	5.5	55	13.75	1849475.1			TT	0	TT	0
STdRG	19	190	23.75	174753.55	TE	1.11	TT	0	10000000	1.7475355
					FE	2.81				
					FRT	0.28				
	Total							117.71593		31.549257

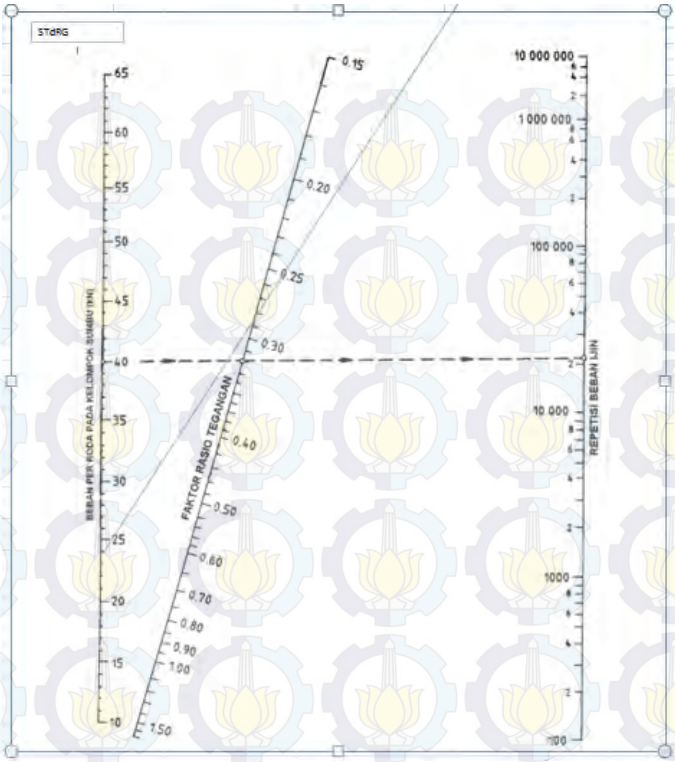
Sumber : Hasil Pengolahan



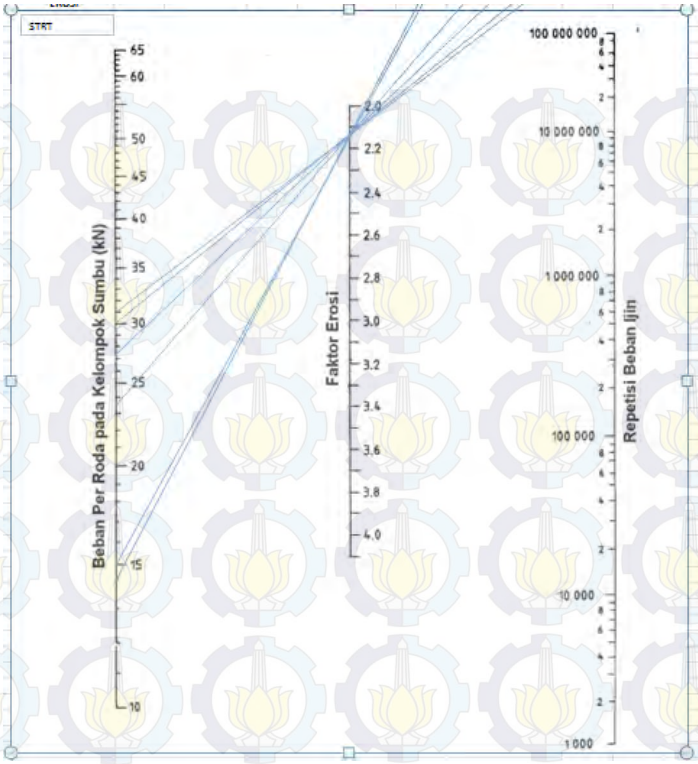
Gambar 4. 19 Grafik Analisa Fatik STRT
Sumber : Hasil Pengolahan



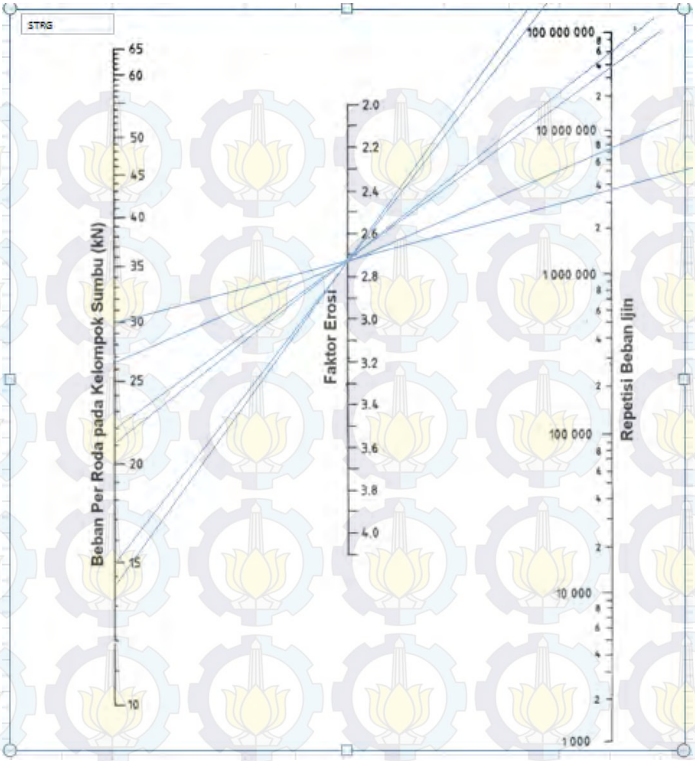
Gambar 4. 20 Grafik Analisa Fatik STRG
Sumber : Hasil Pengolahan



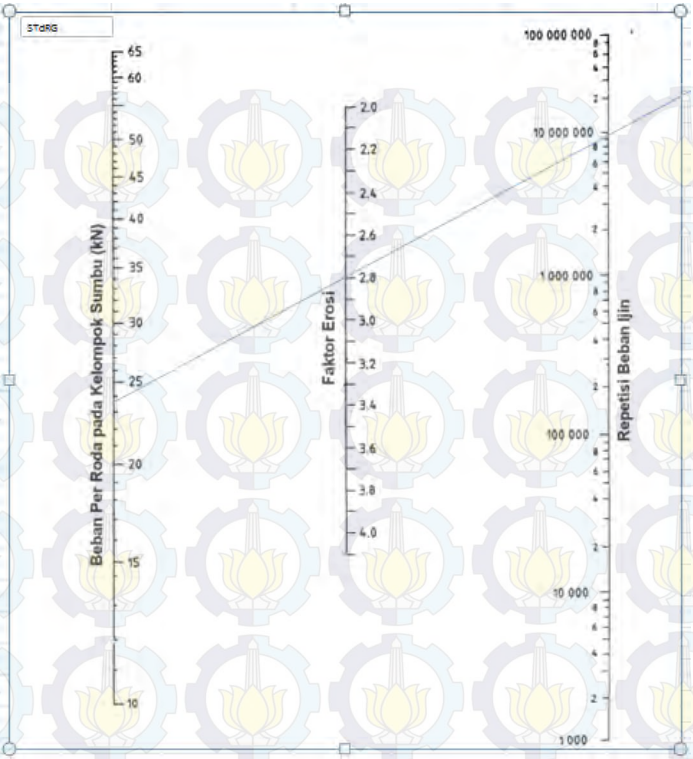
Gambar 4. 21 Grafik Analisa Fatik STdRG
Sumber : Hasil Pengolahan



Gambar 4. 22 Grafik Analisa Erosi STRT
Sumber : Hasil Pengolahan



Gambar 4. 23 Grafik Analisa Erosi STRG
Sumber : Hasil Pengolahan



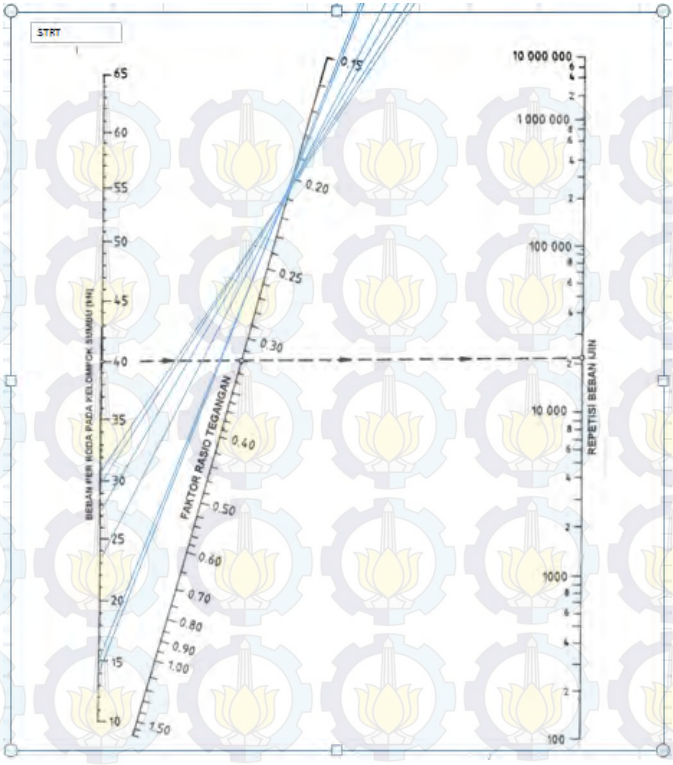
Gambar 4. 24 Grafik Analisa Erosi STdRG
Sumber : Hasil Pengolahan

Taksiran tebal plat beton = 22 cm

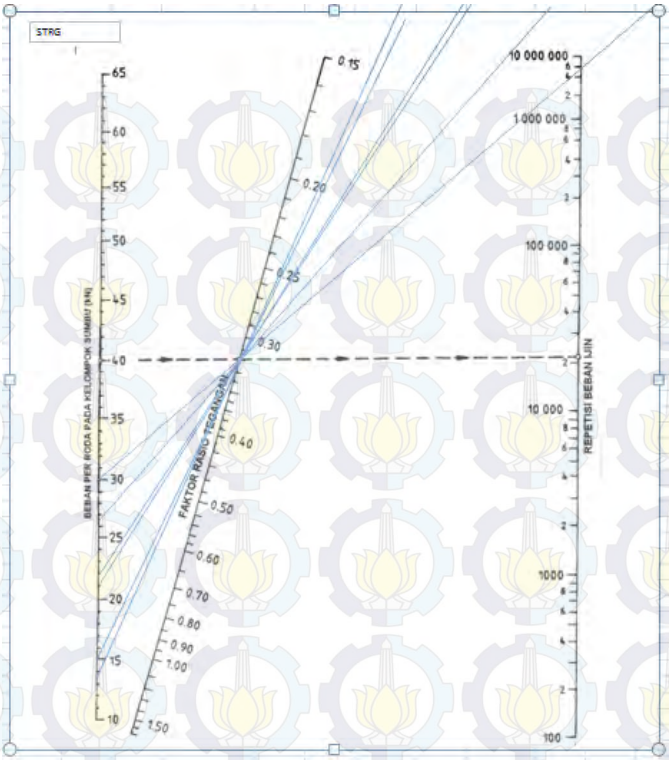
Tabel 4. 43 Analisa Fatik dan Erosi

Jenis Sumbu	Beban Sumbu ton (kN)		Beban Rencana per Roda (kN)	Repetisi yang terjadi	Faktor Tegangan dan Erosi		Analisa Fatik		Analisa Erosi	
							Reptisi Ijin	Persen rusak (%)	Repetisi Ijin	Persen Rusak (%)
1	2		3	4	5	6	7	8	9	10
STRT	6.2	62	31	941727.46	TE	0.79	TT	0	TT	0
	6	60	30	174753.55			TT	0	TT	0
	5.5	55	27.5	43688.387			TT	0	TT	0
	4.7	47	23.5	63105.448	FE	2.07	TT	0	TT	0
	3	30	15	145627.96			TT	0	TT	0
	2.8	28	14	1849475.1	FRT	0.2	TT	0	TT	0
STRG	12	120	30	941727.46	TE	1.27	6000000	15.695458	5500000	17.122317
	10.7	107	26.75	126210.9			TT	0	13000000	0.9708531
	8.8	88	22	43688.387	FE	2.67	TT	0	70000000	0.062412
	8.5	85	21.25	87376.775			TT	0	100000000	0.0873768
	6	60	15	145627.96	FRT	0.32	TT	0	TT	0
	5.5	55	13.75	1849475.1			TT		TT	0
STdRG	19	190	23.75	174753.55	TE	1.04	TT	0	15000000	1.1650237
					FE	2.76				
					FRT	0.26				
	Total							15.695458		19.407983

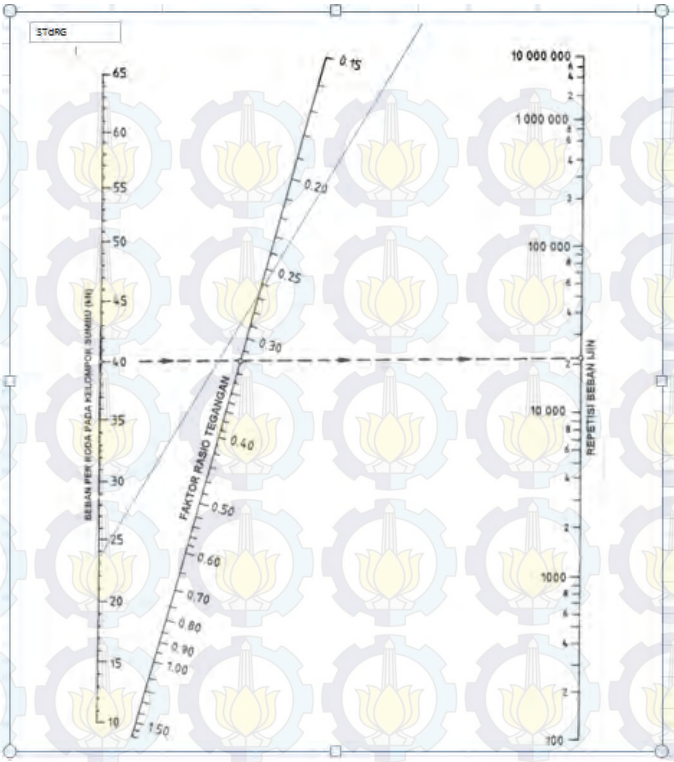
Sumber : Hasil Pengolahan



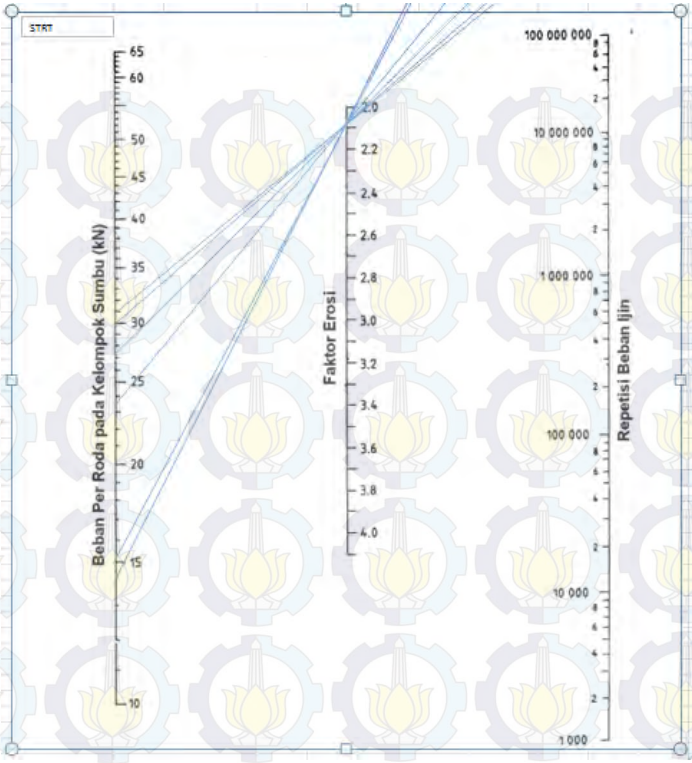
Gambar 4. 25 Grafik Analisa Fatik STRT
Sumber : Hasil Pengolahan



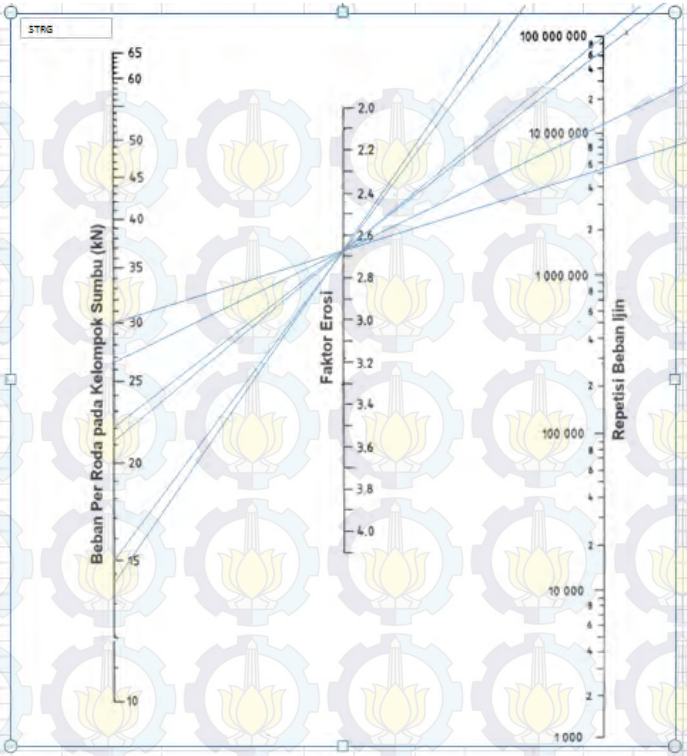
Gambar 4. 26 Grafik Analisa Fatik STRG
Sumber : Hasil Pengolahan



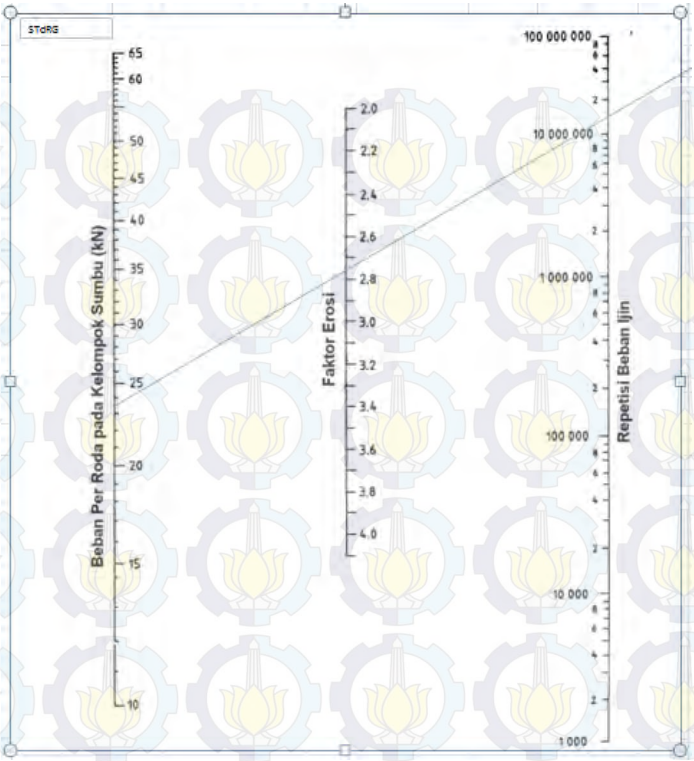
Gambar 4. 27 Grafik Analisa Fatik STdRG
Sumber : Hasil Pengolahan



Gambar 4. 28 Grafik Analisa Erosi STRT
Sumber : Hasil Pengolahan



Gambar 4. 29 Grafik Analisa Erosi STRG
Sumber : Hasil Pengolahan



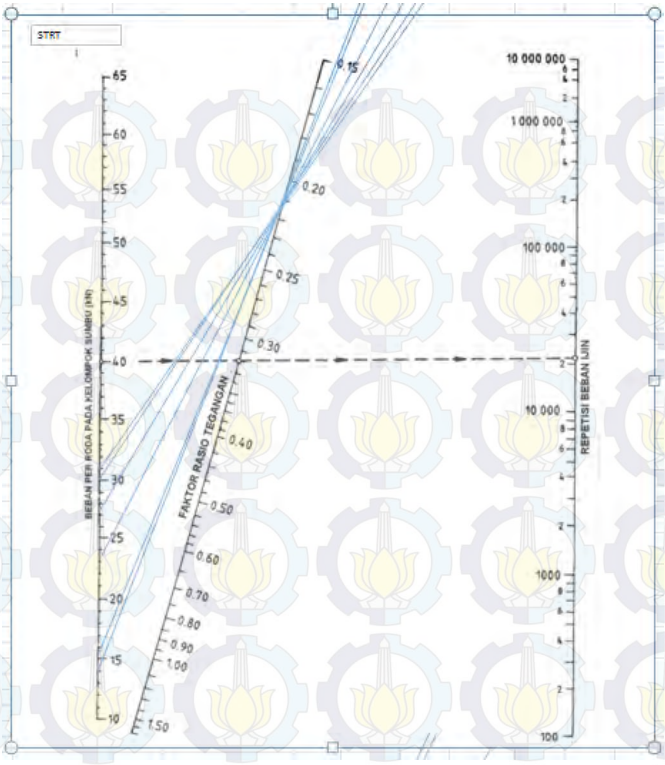
Gambar 4. 30 Grafik Analisa Erosi STdRG
Sumber : Hasil Pengolahan

Taksiran tebal plat beton = 21.5 cm

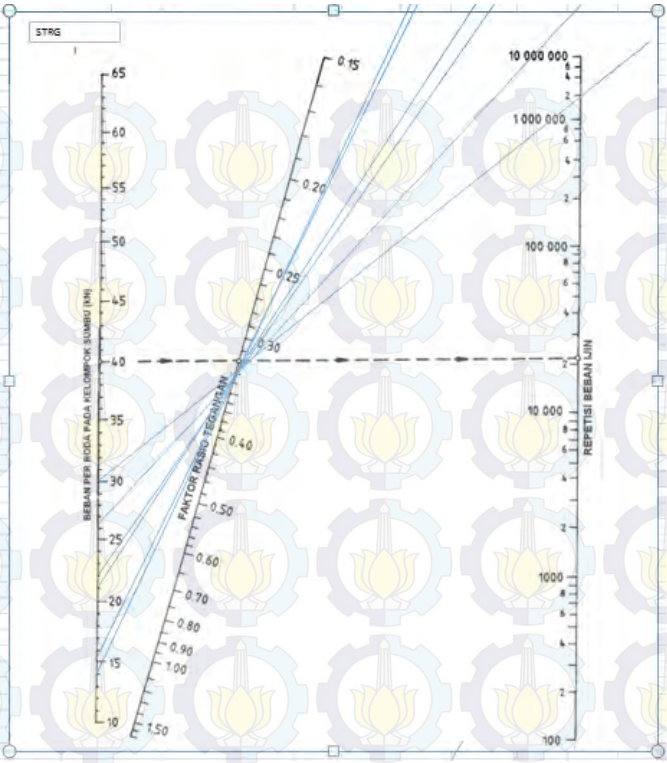
Tabel 4. 44 Analisa Fatik dan Erosi

Jenis Sumbu	Beban Sumbu ton (kN)		Beban Rencana per Roda (kN)	Repetisi yang terjadi	Faktor Tegangan dan Erosi		Analisa Fatik		Analisa Erosi	
							Reptisi Ijin	Persen rusak (%)	Repetisi Ijin	Persen Rusak (%)
1	2		3	4	5	6	7	8	9	10
STRT	6.2	62	31	941727.46	TE	0.83	TT	0	TT	0
	6	60	30	174753.55			TT	0	TT	0
	5.5	55	27.5	43688.387			TT	0	TT	0
	4.7	47	23.5	63105.448	FE	2.1	TT	0	TT	0
	3	30	15	145627.96			TT	0	TT	0
	2.8	28	14	1849475.1	FRT	0.21	TT	0	TT	0
STRG	12	120	30	941727.46	TE	1.31	2000000	47.086373	4000000	23.543187
	10.7	107	26.75	126210.9			TT	0	9000000	1.4023433
	8.8	88	22	43688.387	FE	2.7	TT	0	40000000	0.109221
	8.5	85	21.25	87376.775			TT	0	70000000	0.124824
	6	60	15	145627.96	FRT	0.33	TT	0	TT	0
	5.5	55	13.75	1849475.1			TT	0	TT	0
STdRG	19	190	23.75	174753.55	TE	1.08	TT	0	9000000	1.9417061
					FE	2.79				
					FRT	0.27				
	Total							47.086373		27.121281

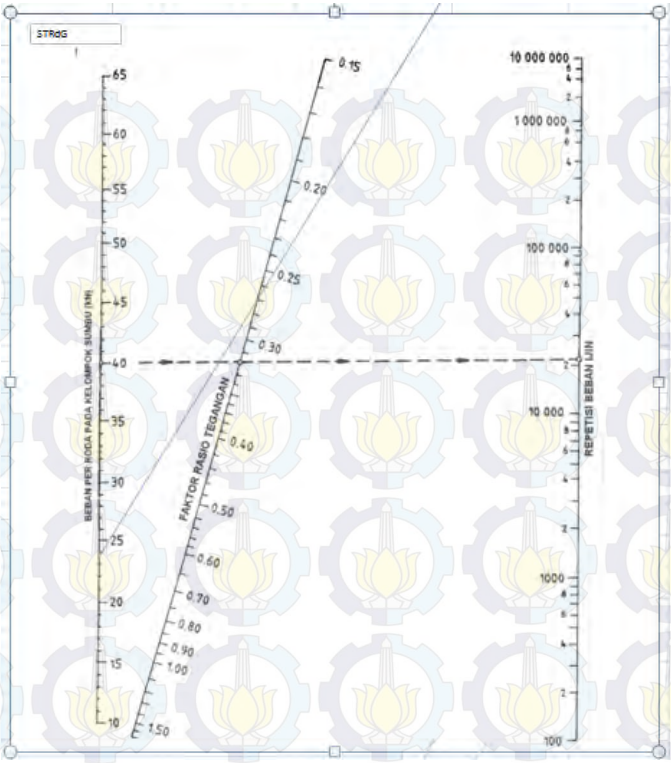
Sumber : Hasil Pengolahan



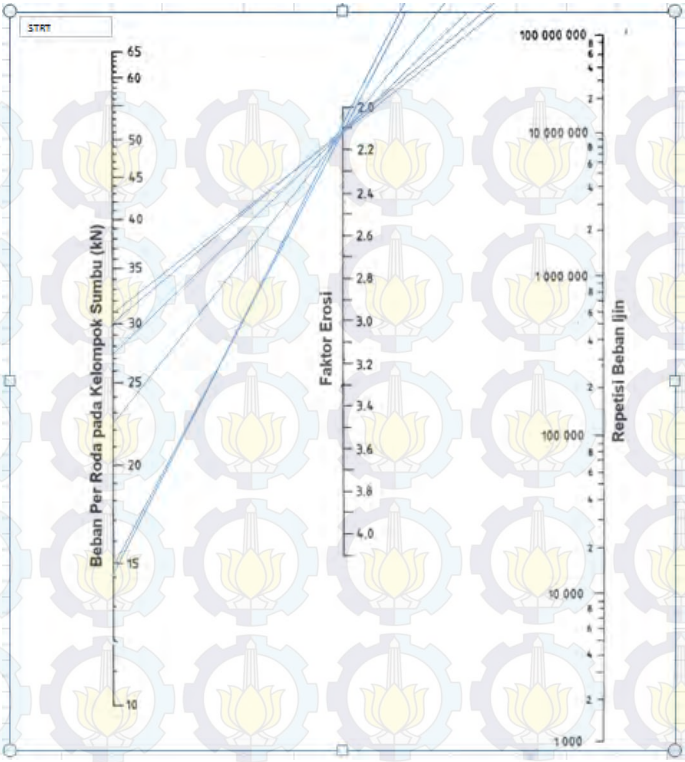
Gambar 4. 31 Grafik Analisa Fatik STRT
Sumber : Hasil Pengolahan



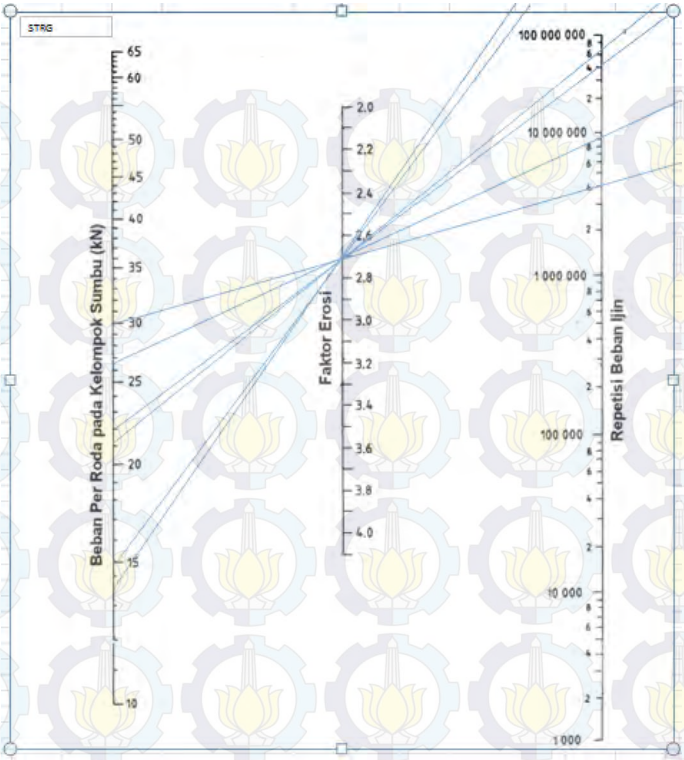
Gambar 4. 32 Grafik Analisa Fatik STRG
Sumber : Hasil Pengolahan



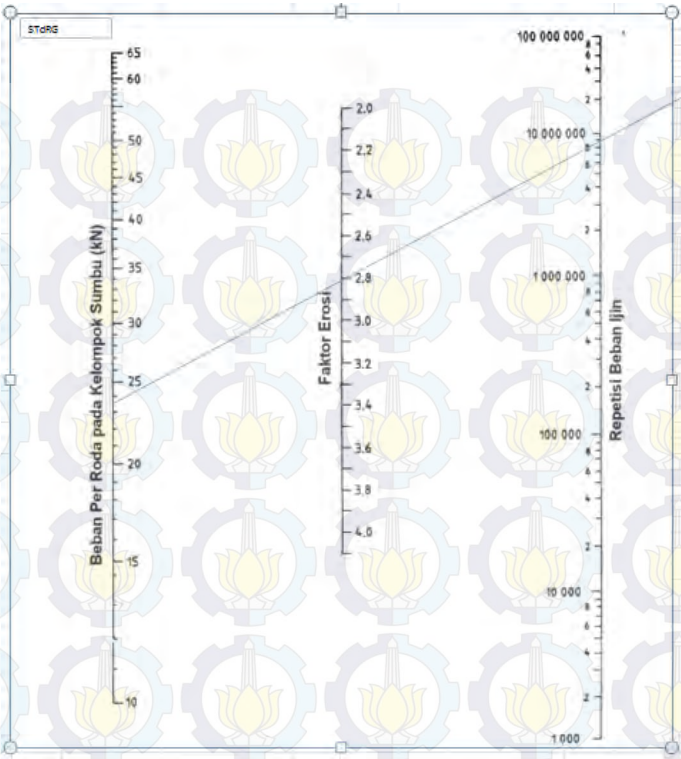
Gambar 4. 33 Grafik Analisa Fatik STdRG
Sumber : Hasil Pengolahan



Gambar 4. 34 Grafik Analisa Erosi STRT
Sumber : Hasil Pengolahan

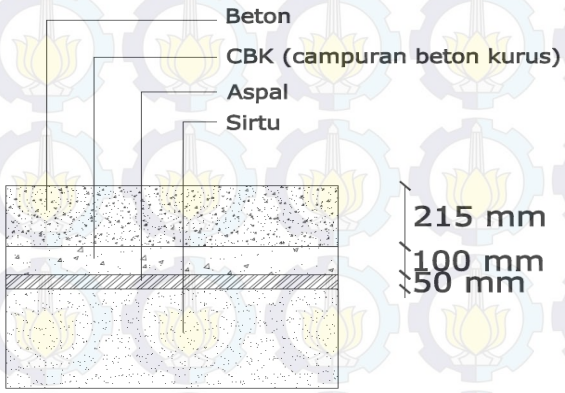


Gambar 4. 35 Grafik Analisa Erosi STRG
Sumber : Hasil Pengolahan



Gambar 4. 36 Grafik Analisa Erosi STRG
Sumber : Hasil Pengolahan

Dari hasil perhitungan tebal plat maka digunakan tebal 21.5 cm, dari kedua faktor analisa fatik dan erosi memenuhi ketentuan yaitu untuk analisa fatik 47.086% < 100% dan untuk analisa erosi 27.121% < 100%. Berikur adalah sketsa tebal plat beton dan tebal pondasi bawah telah distabilisasi menggunakan CBK (Campuran Beton Kurus)



Gambar 4. 37 Sketsa Plat Beton di atas Perkerasan Lentur
Sumber : Hasil Pengolahan

4.4.9 Perhitungan Tulangan

A. Penulangan Memanjang

Tulangan memanjang yang dibutuhkan pada perkerasan beton bertulang dihitung dengan rumus persamaan berikut :

$$As = \frac{\mu \times L \times M \times g \times h}{2 \times fs}$$

Dimana;

As = Luas tulangan yang diperlukan (cm²/m')
μ = Koefisien gesek anatra plat beton dengan pondasi bawah
L = Rencana sambungan memanjang (m)
M = Berat isi beton (kg/m³)
g = Gravitasi 9.81 m/dt²
h = Rencana tebal plat (cm)

Data Teknis perkerasan beton bersambung dengan tulangan untuk tulangan memanjang adalah sebagai berikut :

Tebal Plat = 21.5 cm
Lebar plat = 3.5 m (untuk perhitungan melintang)
Panjang plat = 5 m (untuk perhitungan memanjang)
Koef gesek = 1.3
Kuat tarik ijin baja= 0.6 fy = 0.6 x 240 MPa = 144 MPa
Berat isi beton = 2400 (kg/m³)
Gravitasi = 9.81 m/dt²

Perencanaan tulangan memanjang

$$As = \frac{\mu \times L \times M \times g \times h}{2 \times fs},$$

$$As = \frac{1.3 \times 5 \times 2400 \times 9.81 \times 0.215}{2 \times 144} = 144.246\ mm^2 / m'$$

$$As\ \min = 0.1\% \times b \times h = 0.1\% \times 1000 \times 215 = 215\ mm^2 / m'$$

As min > As perlu, sehingga menggunakan As min

Maka untuk tulangan memanjang direncanakan dengan tulangan berdiameter 12 mm jarak 225 mm

$$As = \frac{0.25 \times \pi \times d^2}{L} = \frac{0.25 \times \pi \times 12^2}{0.225} = 502.655\ mm^2 / m'$$

502.655 mm²/m' > 215 mm²/m' **(OK!!!)**

Jadi digunakan tulangan berdiameter 12 mm dengan jarak 30 cm. Sehingga tulangan besi yang dibutuhkan adalah

$$n = \frac{Lebar\ plat}{jarak\ tulangan} + 1 = \frac{3500\ mm}{225\ mm} + 1 = 15.55 \approx 16\ besi$$

B. Penulangan Melintang

Tulangan memanjang yang dibutuhkan pada perkerasan beton bertulang dihitung dengan rumus persamaan berikut :

$$As = \frac{\mu \times L \times M \times g \times h}{2 \times fs}$$

Dimana;

As = Luas tulangan yang diperlukan (cm²/m')
μ = Koefisien gesek anatra plat beton dengan pondasi bawah
L = Rencana sambungan memanjang (m)
M = Berat isi beton (kg/m³)
g = Gravitasi 9.81 m/dt²
h = Rencana tebal plat (cm)

Data Teknis perkerasan beton bersambung dengan tulangan untuk tulangan melintang adalah sebagai berikut:

Tebal Plat = 22 cm
Lebar plat = 3.5 m (untuk perhitungan melintang)
Panjang plat = 5 m (untuk perhitungan memanjang)
Koef gesek = 1.3
Kuat tarik ijin baja= 0.6 fy = 0.6 x 240 MPa = 144 MPa
Berat isi beton = 2400 (kg/m³)
Gravitasi = 9.81 m/dt²

Perencanaan tulangan melintang

$$As = \frac{\mu \times L \times M \times g \times h}{2 \times fs},$$

$$As = \frac{1.3 \times 3.5 \times 2400 \times 9.81 \times 0.215}{2 \times 144} = 71.972\ mm^2 / m'$$

$$As\ \min = 0.1\% \times b \times h = 0.1\% \times 1000 \times 215 = 215\ mm^2 / m'$$

As min> As perlu, sehingga menggunakan As min

Maka untuk tulangan melintang direncanakan dengan tulangan berdiameter 12 mm jarak 500 mm

$$As = \frac{0.25 \times \pi \times d^2}{L} = \frac{0.25 \times \pi \times 12^2}{0.5} = 226.195\ mm^2 / m'$$

226.195 mm²/m' > 215 mm²/m' (OK!!!)

Jadi digunakan tulangan berdiameter 12 mm dengan jarak 500 mm. Sehingga tulangan besi yang dibutuhkan adalah

$$n = \frac{Panjang\ \ plat}{jarak\ tulangan} + 1 = \frac{5000\ mm}{500\ mm} = 10\ besi$$

Untuk perencanaan BBDT (Beton Bersambung Dengan Tulangan) tidak perlu direncanakan jarak teoritis antara retakan. Karena tujuan dari kontrol retakan adalah untuk mengoptimasi jumlah tulangan memanjang agar jarak dan lebar retakan dapat dikendalikan. Sedangkan dimensi plat yang direncanakan adalah 3.5 x 5 m sehingga presentasi tulangan dan perbandingan antara keliling dan luas tulangan memenuhi untuk menjamin retakan yan halus dan jarak antara retakaan optimum

C. Sambungan Muai (*Expansion Joint*)

Sambungan susut dipasang tiap 5 meter. Ukuran dan jarak ruji (dalam mm) dengan tebal plat beton 21.5 cm sesuai ketentuan maka :

Diameter dowel : 36 mm (polos)

Panjang dowel : 450 mm

Jarak dowel : 300 mm

D. Sambungan Memanjang dengan Batang Pengikat (*Tie Bar*)

$$At = 204 \times b \times h$$

dan

$$L = (38.3 \times \Phi) + 75$$

Dimana :

At : luas penampang tulangan permeter panjang sambungan (mm²)

b : jarak terkecil antar sambungan atau jarak sambungan dengan tepi perkerasan (m)

h : tebal plat (m)

L : panjang batang pengikat (mm)

Φ : diameter batang pengikat (mm)

Untuk b = 3.5 m ; h = 0.215 m maka dapat ditentukan :

$$At = 204 \times 3.5 \times 0.215 = 153.51\ mm^2 / m'$$

Dicoba tulangan tie bar baja D 16

$$A1 = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 16^2 = 201.062\ mm^2 / m'$$

Sehingga; **201.062 mm² > 153.51 mm² (OK!!!)**

Tulangan per meter diperlukan

$$n = \frac{A1}{At} = \frac{201.062}{153.51} = 1.310 \approx 2\ buah$$

Jarak tulngan yang diperlukan

$$x = \frac{1000}{n} = \frac{1000}{2} = 500\ mm$$

Panjang batang pengikat (tie bar)

$$L = (38.3 \times \Phi) + 75$$

$$L = (38.3 \times 16) + 75 = 687.8\ mm \approx 700\ mm$$

Kesimpulan dari ukuran jarak tie bar :

Diamater tie bar: D16

Panjang tiap tie bar : 700 mm

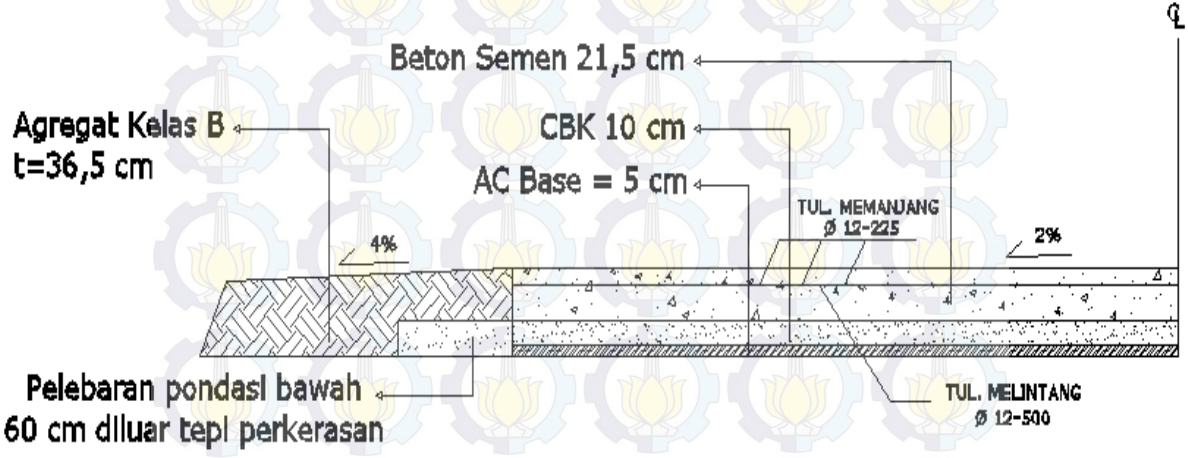
Jarak tie bar : 500 mm

E. Penempatan Tulangan

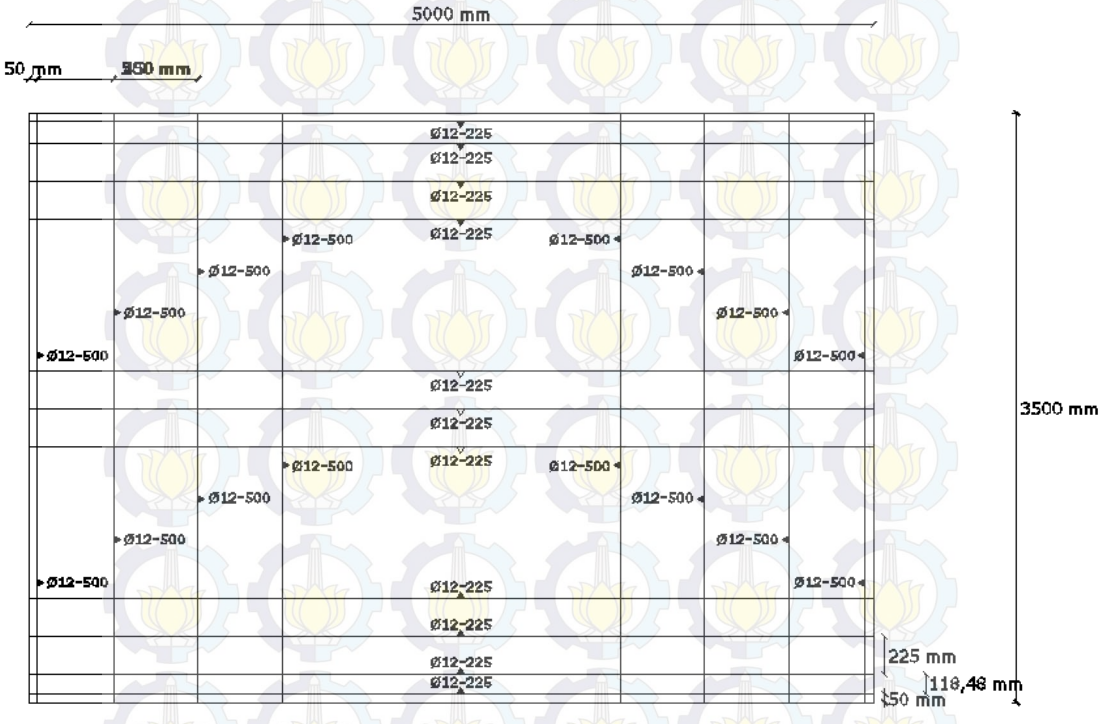
Penulangan melintang pada perkerasan beton semen harus ditempatkan pada kedalaman lebih besar dari 65 mm dari permukaan untuk tebal ≤ 20 cm dan maksimum samapi sepertiga tebal plat untuk tebal plat > 20 cm. Tulangan arah memanjang diapsang diatas tulangan arah melintang.

Karena tebal perkerasan yang direncanakan adalah 22 cm, maka penulangan memanjang diletakkan sepertiga dari 22 cm tebal plat, yaitu ± 8 cm dari permukaan plat beton. Dan penulangan arah memanjang dipasang diatas tulngan arah melintang.

Berikut adalah sketsa penulangan memanjang dan melintang dari hasil perhitungan tulangan perkerasan beton bersambung dengan tulangan (BBDT)



Gambar 4. 38 Potongan Melintang Plat Beton dengan Detail Tulangan
Sumber : Hasil Pengolahan



Gambar 4. 39 Tampak Atas Tulangan Memanjang dan Melintang Plat Beton
Sumber : Hasil Pengolahan

4.5 Perencanaan Drainase Jalan

4.5.1 Data Curah Hujan

Dalam perhitungan analisa curah hujan untuk menentukan besarnya intensitas curah hujan (I) dari stasiun hujan terdekat yaitu Stasiun Pacitan No.47 dari lokasi ruas jalan Pacitan-Ponorogo KM.SBY 249+900 – KM.SBY 251+900 adalah sebagai berikut

Tabel 4. 45 Perhitungan Data Curah Hujan

Tahun	Curah Hujan	Deviasi	
		(x-Xrt)	(X-Xrt)^2
2005	218	87.1	7586.41
2006	95	-35.9	1288.81
2007	158	27.1	734.41
2008	127	-3.9	15.21
2009	137	6.1	37.21
2010	78	-52.9	2798.41
2011	110	-20.9	436.81
2012	96	-34.9	1218.01
2013	145	14.1	198.81
2014	145	14.1	198.81
Jumlah	1309	0	14512.9

Sumber : Hasil Pengolahan

Jumlah Data = 10
Rata – rata = 130.9

- Standar deviasi

$$Sx = \sqrt{\frac{\sum (X - Xrt)^2}{n}} = \sqrt{\frac{14512.9}{10}} = 38.096$$

Untuk menentukan besarnya curah hujan pada periode T tahun digunakan persamaan 2.39 sebagai berikut :

$$Xt = Xrt + \frac{Sx}{Sn} \times (Yt - Yn)$$

Dimana
Yt = 2..... dari tabel 2.14
Yn = 0.4952..... dari tabel 2.15

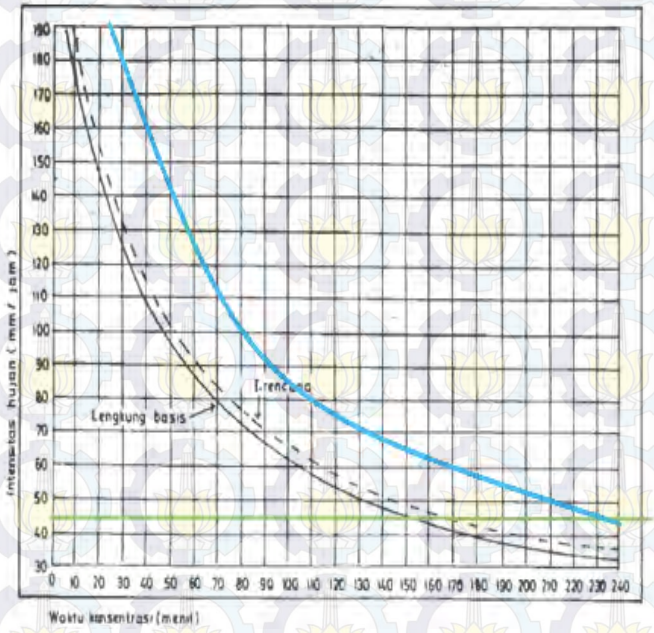
Sn = 0.9496..... dari tabel 2.16

$$Xt = 130.9 + \frac{39.096}{0.9496} \times (2 - 0.4952) = 191.26917\ mm/\ jam$$

- Bila curah hujan efektif dianggap mempunyai penyebaran seragam 4 jam, maka I didapat dari persamaan 2.40

$$I = \frac{90\% \times Xt}{4} = \frac{90\% \times 191.26917}{4} = 43.0355\ mm/\ jam$$

Harga I = 43.0355 mm/jam kemudian diplotkan pada waktu intensitas t = 240 menit di kurva basis dan ditarik lengkung searah dengan garis lengkung kurva basis, sebagaimana terlihat dalam gambar 2.12. Kurva ini merupakan garis lengkung intensitas hujan rencanan dengan harga **I = 190 mm/jam**



Gambar 4. 40 Kurva Basi Rencana
Sumber : Hasil Pengolahan

Penentuan arah aliran pada saluran sesuai dengan kelandaian jalan yang ada serta titik penentuan pada saluran pembungan (gorong-gorong dan jembatan). Pada perencanan saluran tepi ini menggunakan tipe trapesium yang terbuat dari pasangan batu.

- Dengan data sebagai berikut :

Perkerasan : Beton	i : 2%
Bahu Jalan : Sirtu	i : 4 %
Perencanaan saluran	= batu kali
Kecepatan Aliran (v)	= 1.8 m/dt
Harga n (baik)	= 0.020

4.5.2 Perhitungan Saluran

- **STA 0+116.712 – STA 0+265**

Penentuan inlet time (t1)

$$t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3.28 \times Lo \times \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0.167}$$

$$t_1\ rigid = \left(\frac{2}{3} \times 3.28 \times 3.5 \times \frac{0.013}{\sqrt{0.02}} \right)^{0.167} = 0.943\ menit$$

$$t_1\ bahu = \left(\frac{2}{3} \times 3.28 \times 1.5 \times \frac{0.1}{\sqrt{0.04}} \right)^{0.167} = 1.086\ menit$$

$$t_1\ lereng = \left(\frac{2}{3} \times 3.28 \times 185 \times \frac{0.8}{\sqrt{0.235}} \right)^{0.167} = 2.836\ menit$$

$$\sum t_1 = 4.865\ menit$$

Penentuan waktu flow time (t2)

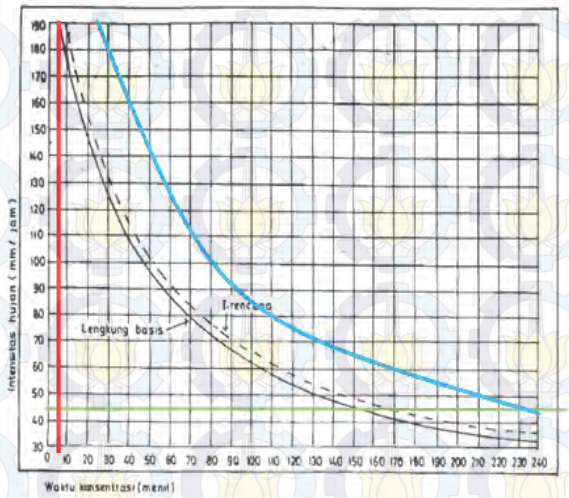
$$t_2 = \frac{L}{60 \times v}$$

$$t_2 = \frac{L}{60 \times v} = \frac{148.288}{60 \times 1.8} = 1.373\ menit$$

Total waktu konsentrasi (Tc)

$$Tc = \sum t_1 + t_2 = 4.865 + 1.373 = 6.238\ menit$$

Nilai Tc kemudian diplotkan pada kurva basis berikut ini



- Penentuan nilai intensitas hujan (I)
  Nilai intensitas hujan (I) ditentukan dengan cara memplotkan harga Tc pada waktu konsetrasi di kurva basis. Sehingga didapatkan nilai **I = 190 mm/jam.**
- Penentuan nilai koefisien aliran (C)
  Menentukan luas daerah pengairan (*catchment area*) (A)
  Jalan Beton (A1)
  A1= 3.50 m x 148.288 m = 519.008 m²
  Bahu jalan (A2)
  A2 = 1.50 m x 148.288 m = 222.432 m²
  Lereng (A3)
  A3 = 185 m x 148.288 m = 27433.28 m²
  Koefisien C
  Jalas Beton (C1) = 0.8
  Bahu jalan (C2) = 0.5
  Lereng (C3) = 0.85

$$C = \frac{(C_1 \times A_1) + (C_2 \times A_2)}{\sum (A_1 + A_2)}$$

$$C_{1,2} = \frac{(0.8 \times 519.008) + (0.5 \times 222.432)}{741.44}$$

$$C_{1,2} = 0.71$$

- Penentuan debit aliran air (Q)

$A_{1,2}$ = 741.44 m² = 0.00074144 km²
$C_{1,2}$ = 0.71
A_3 = 27433.28 = 0.02743328 km²
C_3 = 0.85
I = 190 mm/jam

$$Q = \frac{1}{3.6} \times C \times I \times A$$

$$Q_{1,2} = \frac{1}{3.6} \times 0.71 \times 190 \times 0.00074144 = 0.028\ m^3 / \det$$

$$Q_3 = \frac{1}{3.6} \times 0.85 \times 190 \times 0.02743328 = 1.231\ m^3 / \det$$

$$Qtotal = Q_{1,2} + Q_3 = 0.028 + 1.231 = 1.258\ m^3 / \det$$

Perhitungan dimensi dan kemiringan saluran
Penampang basah saluran
Q = 1.258 m³/det
v = 1.8 m/det
Fd = Q/v = 1.258/1.8 =0.699 m² ≈ 0.7 m²

- Perhitungan dimensi saluran

Penampang dimensi saluran yang dipakai adalah bentuk trapesium

$$\frac{b + 2nd}{2} = d\sqrt{m^2 + 1}$$

$$R = \frac{d}{2}$$

b = 0.828 d
F = d (b + nd) = d (0.828 d + d)
F = 1.828 d²

Fc = 1.828 d²
Fd = 0.7 m²
Fc = Fd
1.828 d² = 0.7 m²
d² = 0.383 m²
d = 0.618 m
b = 0.828 d
b = 0.828 x 0.0.618 m
= 0.512 m

$$w = \sqrt{0.5 \times d} = \sqrt{0.5 \times 0.618} = 0.556\ m$$

$$R = \frac{d}{2} = \frac{0.618}{2} = 0.309\ m$$

- Kemiringan saluran

$$i = \left(\frac{v \times n}{R^{2/3}} \right)^2 = \left(\frac{1.8 \times 0.03}{(0.309)^{2/3}} \right)^2 = 0.0139 \approx 1.39\%$$

- Periksa Kemiringan tanah lapangan

$$i\ lapangan = \frac{t_1 - t_2}{L} \times 100\%$$

$$i\ lapangan = \frac{131.53 - 125.95}{148.288} \times 100\% = 3.763\%$$

Sehingga diperoleh;
i lapangan = 3.763 %
i ijin (perhitungan) = 1.39 %
Kesimpulan **i lapangan > i perhitungan** maka **diperlukan** pematah arus.

- **STA 0+265 – STA 0+351.708**

Penentuan inlet time (t1)

$$t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3.28 \times Lo \times \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0.167}$$

$$t_1\ rigid = \left(\frac{2}{3} \times 3.28 \times 3.5 \times \frac{0.013}{\sqrt{0.02}} \right)^{0.167} = 0.943\ menit$$

$$t_1\ bahu = \left(\frac{2}{3}\times 3.28\times 1.5\times \frac{0.1}{\sqrt{0.04}}\right)^{0.167} = 1.086\ menit$$

$$t_1\ lereng = \left(\frac{2}{3}\times 3.28\times 185.8\times \frac{0.8}{\sqrt{0.248}}\right)^{0.167} = 2.716\ menit$$

$$\sum t_1 = 4.745\ menit$$

Penentuan waktu flow time (t2)

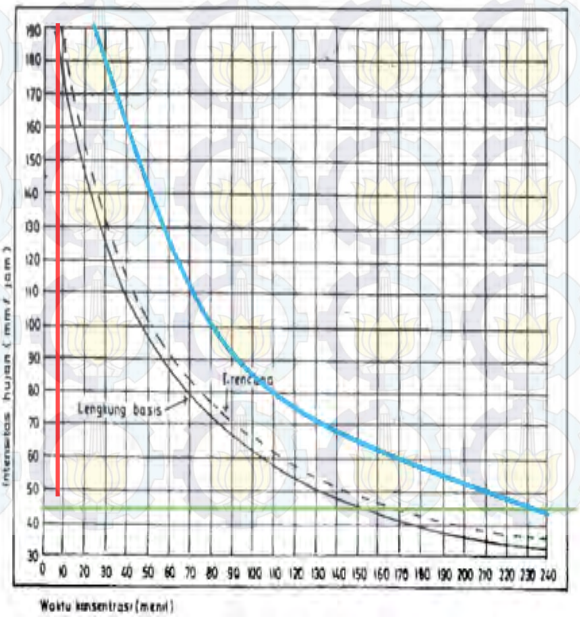
$$t_2 = \frac{L}{60\times v}$$

$$t_2 = \frac{L}{60\times v} = \frac{86.708}{60\times 1.8} = 0.803\ menit$$

Total waktu konsentrasi (Tc)

$$Tc = \sum t_1 + t_2 = 4.745 + 0.803 = 5.548\ menit$$

Nilai Tc kemudian diplotkan pada kurva basis berikut ini



- Penentuan nilai intensitas hujan (I)
  Nilai intensitas hujan (I) ditentukan dengan cara memplotkan harga Tc pada waktu konsetrasi di kurva basis. Sehingga didapatkan nilai **I = 190 mm/jam.**
- Penentuan nilai koefisien aliran (C)
  Menentukan luas daerah pengairan (*catchment area*) (A)
  Jalan Beton (A1)
  A1 = 3.50 m x 86.708 m = 303.478 m²
  Bahu jalan (A2)
  A2 = 1.50 m x 86.708 m = 130.062 m²
  Lereng (A3)
  A3 = 185.8 m x 86.708 m = 16110.346 m²
  Koefisien C
  Jalas Beton (C1) = 0.8
  Bahu jalan (C2) = 0.5
  Lereng (C3) = 0.85

$$C_{1,2} = \frac{(C_1 \times A_1) + (C_2 \times A_2)}{\sum (A_1 + A_2)}$$

$$C = \frac{(0.8 \times 303.478) + (0.5 \times 130.062)}{433.54}$$

$$C = 0.71$$

- Penentuan debit aliran air (Q)
  $A_{1,2}$ = 433.54 m² = 0.00043354 km²
  $C_{1,2}$ = 0.843
  A_3 = 16110.346 = 0.0161103 km²
  C_3 = 0.85
  I = 190 mm/jam

$$Q = \frac{1}{3.6} \times C \times I \times A$$

$$Q_{1,2} = \frac{1}{3.6} \times 0.71 \times 190 \times 0.00043354 = 0.016\ m^3/\text{det}$$

$$Q_3 = \frac{1}{3.6} \times 0.85 \times 190 \times 0.0161103 = 0.723\ m^3/\text{det}$$

$$Qtotal = Q_{1,2} + Q_3 = 0.016 + 0.723 = 0.739\ m^3\ /\ \det$$

- Perhitungan dimensi dan kemiringan saluran

  Penampang basah saluran

  Q = 0.739 m³/det

  v = 1.8 m/det

  Fd = Q/v = 0.739/1.8 =0.410 m²

- Perhitungan dimensi saluran

  Penampang dimensi saluran yang dipakai adalah bentuk trapesium

$$\frac{b + 2nd}{2} = d\sqrt{m^2 + 1}$$

$$R = \frac{d}{2}$$

  b = 0.828 d

  F = d (b + nd) = d (0.828 d + d)

  F = 1.828 d²

  Fc = 1.828 d²

  Fd = 0.50 m²

  Fc = Fd

  1.828 d² = 0.41 m²

  d² = 0.224 m²

  d = 0.474 m

  b = 0.828 d

  b = 0.828 x 0.474 m

  = 0.392 m

$$w = \sqrt{0.5 \times d} = \sqrt{0.5 \times 0.474} = 0.487\ m$$

$$R = \frac{d}{2} = \frac{0.474}{2} = 0.237\ m$$

- Kemiringan saluran

$$i = \left(\frac{v \times n}{R^{2/3}}\right)^2 = \left(\frac{1.8 \times 0.03}{(0.237)^{2/3}}\right)^2 = 0.01988 \approx 1.988\%$$

- Periksa Kemiringan tanah lapangan

$$i\ lapangan = \frac{t_1 - t_2}{L} \times 100\%$$

$$i\ lapangan = \frac{125.95 - 125.237}{86.708} \times 100\% = 0.822\%$$

Sehingga diperoleh;
i lapangan = 0.822 %
i ijin (perhitungan) = 1.988 %
Kesimpulan **i lapangan < i perhitungan** maka **tidak diperlukan** pematah arus.

- **STA 0+351.708 – STA 0+513.488**

Penentuan inlet time (t1)

$$t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3.28 \times Lo \times \frac{nd}{\sqrt{s}} \right)^{0.167}$$

$$t_1\ rigid = \left(\frac{2}{3} \times 3.28 \times 3.5 \times \frac{0.013}{\sqrt{0.02}} \right)^{0.167} = 0.943\ menit$$

$$t_1\ bahu = \left(\frac{2}{3} \times 3.28 \times 1.5 \times \frac{0.1}{\sqrt{0.04}} \right)^{0.167} = 1.086\ menit$$

$$t_1\ lereng = \left(\frac{2}{3} \times 3.28 \times 100 \times \frac{0.8}{\sqrt{1.25}} \right)^{0.167} = 1.119\ menit$$

$$\sum t_1 = 3.148 menit$$

Penentuan waktu flow time (t2)

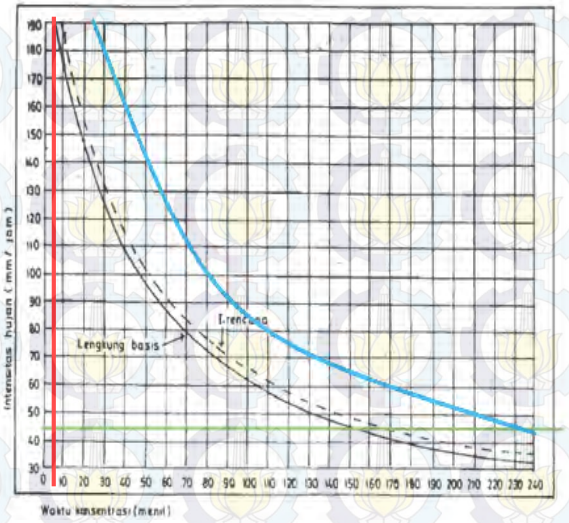
$$t_2 = \frac{L}{60 \times v}$$

$$t_2 = \frac{L}{60 \times v} = \frac{161.78}{60 \times 1.8} = 1.498\ menit$$

Total waktu konsentrasi (Tc)

$$Tc = \sum t_1 + t_2 = 3.148 + 1.498 = 4.646\ menit$$

Nilai Tc kemudian diplotkan pada kurva basis berikut ini



- Penentuan nilai intensitas hujan (I)
  Nilai intensitas hujan (I) ditentukan dengan cara memplotkan harga Tc pada waktu konsetrasi di kurva basis. Sehingga didapatkan nilai **I = 190 mm/jam.**
- Penentuan nilai koefisien aliran (C)
  Menentukan luas daerah pengairan (*catchment area*) (A)
  Jalan Beton (A1)
  A1 = 3.50 m x 161.78 m = 566.23 m²
  Bahu jalan (A2)
  A2 = 1.50 m x 161.78 m = 242.67 m²
  Lereng (A3)
  A3 = 100 m x 161.78 m = 16178 m²
  Koefisien C
  Jalas Beton (C1) = 0.8
  Bahu jalan (C2) = 0.5
  Lereng (C3) = 0.85

$$C = \frac{(C_1 \times A_1) + (C_2 \times A_2)}{\sum (A_1 + A_2)}$$

$$C = \frac{(0.8 \times 566.23) + (0.5 \times 242.67)}{808.9}$$

$$C = 0.71$$

Penentuan debit aliran air (Q)

A1,2 = 808.9 m² = 0.0008089 km²
C1,2 = 0.71
A3 = 16178 m² = 0.016178 km²
C3 = 0.85
I = 190 mm/jam

$$Q = \frac{1}{3.6} \times C \times I \times A$$

$$Q_{1,2} = \frac{1}{3.6} \times 0.71 \times 190 \times 0.0008089 = 0.0303\ m^3 / \det$$

$$Q_3 = \frac{1}{3.6} \times 0.85 \times 190 \times 0.0.016178 = 0.7258\ m^3 / \det$$

$$Qtotal = Q_{1,2} + Q_3 = 0.0303 + 0.7258 = 0.7561$$

- Perhitungan dimensi dan kemiringan saluran

Penampang basah saluran

Q = 0.7561 m³/det
v = 1.8 m/det
Fd = Q/v = 0.7561/1.8 =0.420 m²

Perhitungan dimensi saluran

Penampang dimensi saluran yang dipakai adalah bentuk trapesium

$$\frac{b + 2nd}{2} = d\sqrt{m^2} + 1$$

$$R = \frac{d}{2}$$

b = 0.828 d
F = d (b + nd) = d (0.828 d + d)
F = 1.828 d²
Fc = 1.828 d²
Fd = 0.42 m²
Fc = Fd

1.828 d^2 = 0.42 m²
d^2 = 0.229 m²
d = 0.479 m
b = 0.828 d
b = 0.828 x 0.479 m
= 0.397 m

$$w = \sqrt{0.5 \times d} = \sqrt{0.5 \times 0.479} = 0.490\ m$$

$$R = \frac{d}{2} = \frac{0.523}{2} = 0.240m$$

- Kemiringan saluran

$$i = \left(\frac{v \times n}{R^{2/3}} \right)^2 = \left(\frac{1.8 \times 0.03}{(0.240)^{2/3}} \right)^2 = 0.0196 \approx 1.96\%$$

- Periksa Kemiringan tanah lapangan

$$i\ lapangan = \frac{t_1 - t_2}{L} \times 100\%$$

$$i\ lapangan = \frac{126.573 - 125.237}{161.78} \times 100\% = 0.804\%$$

Sehingga diperoleh;
i lapangan = 0.804 %
i ijin (perhitungan) = 1.96 %
Kesimpulan **i lapangan < i perhitungan** maka **tidak diperlukan** pematah arus.

Tabel 4. 46 Rekapitulasi Debit Rencana

No	STA		Arah Aliran		Panjang Saluran (L)	Intensitas Rencana (I)	Area (A) (km2)			Debit rencana (Q)
			Dari	Ke	m	mm/jam	A1	A2	A3	m3/det
1	0+116.172		Barat	Timur	20	190	0.00007	0.00003	0.005	0.228053
2	0+116.712	0+265	Timur	Barat	148.288	190	0.000519008	0.000222432	0.02743328	1.258471
3	0+265	0+351.708	Timur	Barat	86.708	190	0.000303478	0.000130062	0.016110346	0.738974
4	0+351.708	0+513.488	Barat	Timur	161.78	190	0.00056623	0.00024267	0.016178	0.756074
5	0+513.488	0+692	Timur	Barat	178.512	190	0.000624792	0.000267768	0.01695864	0.79423
6	0+692	0+851	Timur	Barat	159	190	0.0005565	0.0002385	0.018444	0.857209
7	0+851	1+036.108	Timur	Barat	185.108	190	0.000647878	0.000277662	0.0323939	1.487908
8	1+036.108	1+148	Timur	Barat	111.892	190	0.000391622	0.000167838	0.02014056	0.924492
9	1+148	1+233	Timur	Barat	85	190	0.0002975	0.0001275	0.01275	0.587905
10	1+233	1+343	Timur	Barat	110	190	0.000385	0.000165	0.0165	0.760818
11	1+343	1+448.518	Barat	Timur	105.518	190	0.000369313	0.000158277	0.01846565	0.84816
12	1+448.518	1+546	Timur	Barat	97.482	190	0.000341187	0.000146223	0.017351796	0.796685
13	1+546	1+588.111	Barat	Timur	42.111	190	0.000147389	0.00006317	0.00757998	0.347936

Sumber : Hasil Pengolahan

Lanjutan Tabel Rekapitulasi Debit Rencana

No	STA		Arah Aliran		Panjang Saluran (L)	Intensitas Rencana (I)	Area (A) (km2)			Debit rencana (Q)
			Dari	Ke	m	mm/jam	A1	A2	A3	m3/det
14	1+588.111	1+673	Timur	Barat	84.889	190	0.000297112	0.000127334	0.01528002	0.701384
15	1+673	1+760	Timur	Barat	87	190	0.0003045	0.0001305	0.01566	0.718825
16	1+760	1+839.204	Barat	Timur	79.204	190	0.000277214	0.000118806	0.01465274	0.672178
17	1+839.204	1+948	Timur	Barat	108.796	190	0.000380786	0.000163194	0.021432812	0.981884
18	1+948	2+001	Timur	Barat	53	190	0.0001855	0.0000795	0.010441	0.478325
19	2+001	2+142	Timur	Barat	141	190	0.0004935	0.0002115	0.027777	1.272525
20	2+142	2+241	Timur	Barat	99	190	0.0003465	0.0001485	0.019602	0.897916
21	2+241	2+348	Barat	Timur	107	190	0.0003745	0.0001605	0.0214	0.980075
22	2+348	2+437.512	Barat	Timur	89.512	190	0.000313292	0.000134268	0.01834996	0.839971
23	2+437.512	2+591	Timur	Barat	153.488	190	0.000537208	0.000230232	0.03376736	1.543599
24	2+591	2+670.437	Barat	Timur	79.437	190	0.00027803	0.000119156	0.015649089	0.716919
25	2+670.437	2+756	Timur	Barat	85.563	190	0.000299471	0.000128345	0.016599222	0.760691
26	2+756	2+870	Timur	Barat	114	190	0.000399	0.000171	0.021888	1.003279
27	2+870	2+932.092	Barat	Timur	62.092	190	0.000217322	0.000093138	0.01179748	0.540882

Sumber : Hasil Pengolahan

Tabel 4. 47 Rekapitulasi Saluran Drainase

No	STA		Fd (m)	d (m)	b (m)	W (m)	H saluran	Kemiringan		Kontrol Perhitungan	V	Kontrol Kecepatan Aliran
			Q/V	sqrt(Fd/2)	0.828d	sqrt(0.5d)	d+W	Saluran	tanah		m/dt	
1	0+116.172		0.126696	0.26326513	0.217984	0.362812022	0.626077	4.354815	2.195	tidak memakai pematah arus	1.916885	TERGERUS
2	0+116.712	0+265	0.69915	0.61843951	0.512068	0.556075314	1.174515	1.394541	3.762948	memakai pematah arus	4.43519	TERGERUS
3	0+265	0+351.708	0.410541	0.47390376	0.392392	0.486777034	0.960681	1.988722	0.8223	tidak memakai pematah arus	1.736169	TIDAK TERGERUS
4	0+351.708	0+513.488	0.420041	0.4793557	0.396907	0.489569048	0.968925	1.958621	0.80356	tidak memakai pematah arus	1.72941	TIDAK TERGERUS
5	0+513.488	0+692	0.441239	0.49130219	0.406798	0.495632014	0.986934	1.895378	3.180178	memakai pematah arus	3.49737	TERGERUS
6	0+692	0+851	0.476227	0.51040974	0.422619	0.505178055	1.015588	1.801367	1.497484	tidak memakai pematah arus	2.461749	TERGERUS
7	0+851	1+036.108	0.826616	0.67245581	0.556793	0.579851622	1.252307	1.247218	1.644986	memakai pematah arus	3.100799	TERGERUS
8	1+036.108	1+148	0.513607	0.53006271	0.438892	0.514811963	1.044875	1.71287	7.779823	memakai pematah arus	5.754219	TERGERUS
9	1+148	1+233	0.326614	0.42269701	0.349993	0.459726555	0.882424	2.316267	0.411765	tidak memakai pematah arus	1.138398	TIDAK TERGERUS
10	1+233	1+343	0.422677	0.48085713	0.39815	0.490335154	0.971192	1.950471	0.318182	tidak memakai pematah arus	1.090515	TIDAK TERGERUS
11	1+343	1+448.518	0.4712	0.50770849	0.420383	0.503839505	1.011548	1.814157	1.860346	memakai pematah arus	2.734155	TERGERUS
12	1+448.518	1+546	0.442603	0.49206109	0.407427	0.496014661	0.988076	1.891482	3.952525	memakai pematah arus	3.903013	TERGERUS
13	1+546	1+588.111	0.193298	0.32518126	0.26925	0.403225287	0.728407	3.285944	0.220845	tidak memakai pematah arus	0.699967	TIDAK TERGERUS

Sumber : Hasil Pengolahan

Lanjutan Tabel Rekapitulasi Saluran Drainase

No	STA		Fd (m)	d (m)	b (m)	W (m)	H saluran	Kemiringan		Kontrol Perhitungan	V	Kontrol Kecepatan Aliran
			Q/V	sqrt(Fd/2)	0.828d	sqrt(0.5d)	d+W	Saluran	tanah		m/dt	
14	1+588.111	1+673	0.389658	0.46169317	0.382282	0.480464966	0.942158	2.059158	1.755233	tidak memakai pematah arus	2.492794	TERGERUS
15	1+673	1+760	0.399347	0.46739855	0.387006	0.483424531	0.950823	2.025712	0.302299	tidak memakai pematah arus	1.043021	TIDAK TERGERUS
16	1+760	1+839.204	0.373432	0.45197851	0.374238	0.475383269	0.927362	2.11838	0.468411	tidak memakai pematah arus	1.269624	TIDAK TERGERUS
17	1+839.204	1+948	0.545491	0.54626795	0.45231	0.522622211	1.06889	1.645457	2.573624	memakai pematah arus	3.376704	TERGERUS
18	1+948	2+001	0.265736	0.381274	0.315695	0.436619973	0.817894	2.657732	0.660377	tidak memakai pematah arus	1.345873	TIDAK TERGERUS
19	2+001	2+142	0.706958	0.62188318	0.514919	0.55762137	1.179505	1.384254	0.248227	tidak memakai pematah arus	1.143353	TIDAK TERGERUS
20	2+142	2+241	0.498842	0.52238845	0.432538	0.511071644	1.03346	1.746503	1.010101	tidak memakai pematah arus	2.053343	TERGERUS
21	2+241	2+348	0.544486	0.54576465	0.451893	0.522381396	1.068146	1.647481	0.233645	tidak memakai pematah arus	1.016791	TIDAK TERGERUS
22	2+348	2+437.512	0.46665	0.50525162	0.418348	0.502618949	1.007871	1.825929	2.245509	memakai pematah arus	2.994189	TERGERUS
23	2+437.512	2+591	0.857555	0.6849248	0.567118	0.585202871	1.270128	1.217037	1.283488	memakai pematah arus	2.772732	TERGERUS
24	2+591	2+670.437	0.398288	0.46677832	0.386492	0.483103673	0.949882	2.029302	0.50732	tidak memakai pematah arus	1.349993	TIDAK TERGERUS
25	2+670.437	2+756	0.422606	0.48081689	0.398116	0.490314637	0.971132	1.950688	3.28413	memakai pematah arus	3.503321	TERGERUS
26	2+756	2+870	0.557377	0.55218747	0.457211	0.525446225	1.077634	1.62198	0.701754	tidak memakai pematah arus	1.775962	TIDAK TERGERUS
27	2+870	2+932.092	0.30049	0.40544018	0.335704	0.45024448	0.855685	2.448641	1.402757	tidak memakai pematah arus	2.043584	TERGERUS

Sumber : Hasil Pengolahan

4.5.3 Perhitungan Gorong-Gorong

Dalam hal ini gorong-gorong didesain untuk mengalirkan sejumlah air dari selokan samping (drainase tepi jalan) ke aliran sungai. Pada evaluasi drainase pada ruas jalan Pacitan-Ponorogo ini dibutuhkan gorong-gorong tambahan untuk mengantisipasi besarnya dimensi saluran tepi karena debit air hujan rencana yang besar pada saluran. Sehingga air dapat dialirkan ke sungai dengan cepat dan harapannya agar air tidak melubar ke badan jalan.

$$F = \frac{1}{8}(\theta - \sin\theta) \times D^2$$

$$\theta = 4.5\ radial$$

$$Fc = 0.685 \times D^2$$

$$Fd = 0.858\ m^2$$

(nilai Fd diambil desain drainase yang membutuhkan tambahan gorong)

Fc = Fd

0.685 D^2 = 0.858 m^2

D^2 = 1.253 m^2

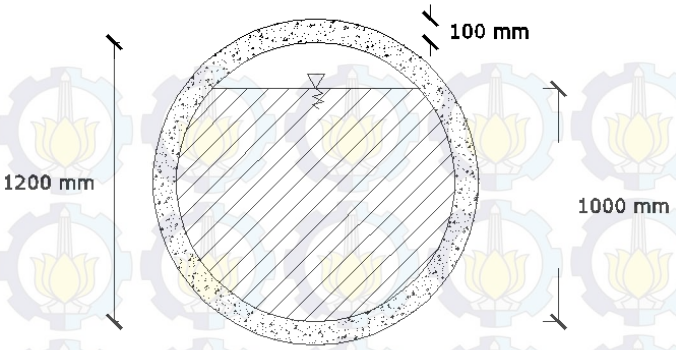
D = 1.119 ≈ 1.2 m (min ϕ 80 cm)

Sehingga,

d = 0.8 D

= 0.8 x 1.2

= 0.96 m ≈ 1 m



Gambar 4. 41 Desain Gorong-Gorong
Sumber : Hasil Pengolahan

Kemiringan gorong-gorong

$$P = 2 \times r \times \theta$$

$$P = 2 \times 0.6 \times 4.5 = 5.4\ m$$

$$R = \frac{F}{P} = \frac{1/8 \times (\theta - \sin\theta) \times D^2}{P}$$

$$R = \frac{1/8 \times (4.5 - \sin 4.5) \times 1.2^2}{5.4} = 0.126\ m$$

Bahan gorong-gorong terbuat dari beton

v ijin = 1.5 m/dt²

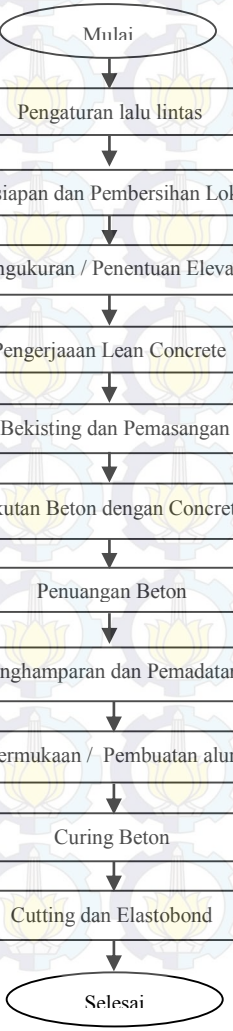
n = 0.014

$$i = \left(\frac{v \times n}{R^{2/3}}\right)^2 = \left(\frac{1.5 \times 0.014}{0.126^{2/3}}\right)^2 = 0.00695 \approx 0.69\%$$

Syarat, kemiringan gorong-gorong antara 0.5%-2%, kesimpulannya desain gorong-gorong memenuhi.

BAB 5 Metode Pelaksanaan (*Method Statement*)

Metode pelaksanaan secara garis besar (*method statement*) pekerjaan overlay beton semen diatas perkerasan lentur dapat dilihat dari bagan alur sebagai berikut :



PEKERJAAN PERSIAPAN

- Pengaturan Lalu Lintas

1. Memasang rambu lalu lintas di lokasi proyek :
- Rambu peringatan ada proyek
- Rambu kecepatan maksimum
- Rambu hati-hati
- Rambu penunjuk arah lalu lintas
2. Pemasangan cone pada jalan
3. Pemberian lampu penanda berfungsi pada malam hari
4. Penempatan *Flag Man*
5. Penutupan separuh badan jalan sepanjang 300 m, sehingga lajur lalu lintas yang seharusnya digunakan satu arah berubah menjadi dua arah secara bergantian.

PEKERJAAN DRAINASE

- Pelaksanaan Pekerjaan Galian Saluran Tepi

Pembuatan Galian Saluran Tepi

1. Siapkan alat-alat yang diperlukan
2. Ukur posisi dan elevasi dari tanah yang akan digali untuk drainase
3. Menggali tanah dengan ukuran lebar dasar saluran, tinggi saluran dan lebar permukaaan saluran sesuai dengan ukuran perencanaan
4. Buang tanah sisa galian ketempat yang telah ditentukan
5. Cek posisi, lebar kedalamn dan kerapian saluran

- Pelaksanan Pekerjaan Drainase Pasangan Batu kali

1. Profil dipasang berdasarkan patok bantu kemudian pasang bilah bantu datar pada kedua patok setinggi profil.
2. Pasang profil untuk mempermudah pekerjaan pasangan batu kali,
3. Mulai melakukan pekerjaan pasangan batu kali

PEKERJAAN STRUKTUR

- Pekerjaan Perkerasaan Beton

1. Pekerjaan PersiapanPekerjaan persiapan yang dilakuakan yaitu persiapan penentuan elevasi CBK (Campuran Beton Kurus). Pemasangan bekisting pada sisi jalan untuk pekerjaan pengecoran CBK
2. Pekerjaan pengecoran CBK setebal 10 cm mutu K-100 (umur 28 hari)
3. Pemasangan bekisting untuk pengecoran badan jalan

   Pemasangan bekisting setelah diadakan pengukuran secara benar (kelurusan dan kerataan) Elevasi top bekisting ≈ elevasi top rencana jalan, toleransi perbedaan ketinggian maksimum 5 mm. Bekisting harus bersih dan dilapisi pelumas sebelum pengecoran.
4. Penggelaran plastik

   Penggelaran plastik dimaksudkan untuk mencegah hilangnya air semen beton.
5. Pembuatan Dowel, Tie Bar

   Pembuatan dowel, tie bar dilakukan sebelum pekerjaan pengecoran dimulai. Dan diberi tandadi posisi dowel berada untuk tempat *cutting*
6. Pekerjaan Pengecoran badan jalan

   Mutu beton K-350 (umur 28 hari). Berikut ini adalah tahapan proses pengecoran

   a. Hauling & Pouring
   b. Spreading & Vibrating

      Menggunakan alat *Vibratory Truss Screed*
   c. *Grooving*

      Pekerjaan pembuatan alur pada rigid pavement diamksudkan agar sewaktu jalan sudah siap pakai jalan tersebut tidak licin. Pekerjaan ini menggunakan alat yang dinamakan *groover*
   d. *Curing Coumpound*

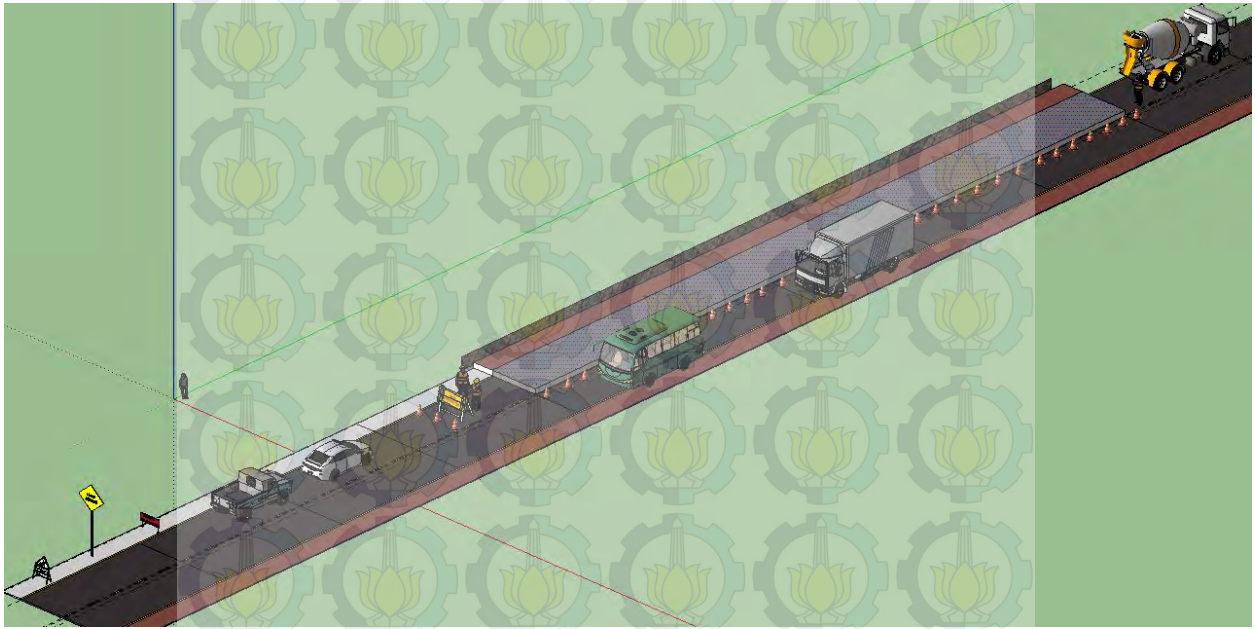
      Setelah finishing selesai, kemudian permukaan beton dilapis/disemprot bahan pengawet (*curing coumpound*)

e. Curing dengan geotextile
Setelah dilakukan curing coumpound selanjutnya rigid pavement ditutup dengan geotextile

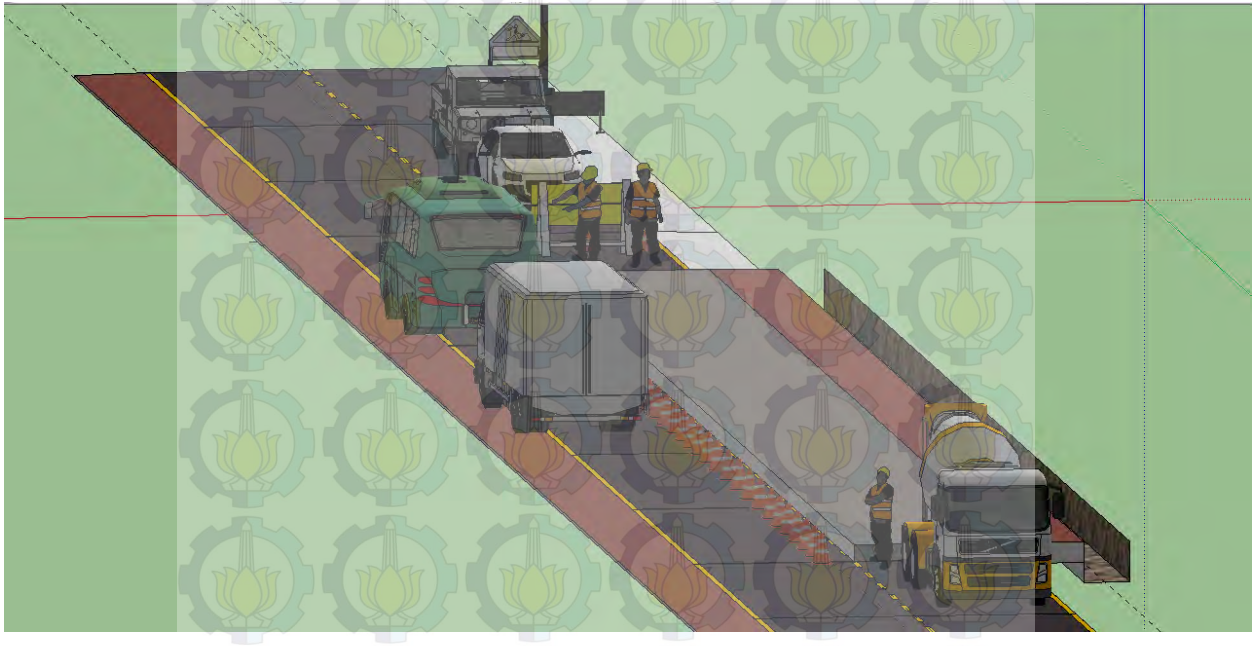
f. Pemasangan tenda pelindung
Selain perawatan beton dengan curing, perlu juga dilakukan pekerjaan untuk melindungi beton dari sinar matahari secara langsung dengan menggunakan atap tenda

g. Joint Cutting
Pekerjaan joint cutting dilakukan mengguanakan alat yang disebut cutting machine. Pemotongan beton ini dilakukan setiap blok antara 5 – 6 m sesuai dengan posisi dowel dan kedalaman pemotongan $\frac{1}{4}h$ Setelah pemotongan kemudian dilakukan joint sealant yaitu pengisian cairan ke dalah celah yang sudah dipotong, pengisian menggunakan aspal cair

Gambar 4. 42 Pemasangan Rambu Keselamatan (*Safety Sign*)



Gambar 4. 43 Pekerjaan Pembetonan Dilakukan Satu Lajur dan Bertahap



Gambar 4. 44 Buka tutup Jalan dan kendaraan dari dua arah lewat bergantian

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 6 RAB (Rencana Anggaran Biaya)

6.1 Perhitungan Volume

Perhitungan volume meliputi beberapa item pekerjaan yaitu :

- Volume pengurugan untuk bahu jalan

  Panjang pengurugan = 3000 m
  Lebar pengurugan = 1.5 m x 2
  = 3 m
  Tebal pengurugan = 31.5 cm
  = 0.315 m
  Total volume = 3000 m x 3 m x 0.315 m
  = 2835 m³

- Volume lapis pondasi (CBK 10 cm K-100)

  Panjang lapis pondasi = 3000 m
  Lebar lapis pondasi = 3.5 m x 2
  = 7 m
  Tebal lapis pondasi = 10 cm
  = 0.1 m
  Total volume = 2100 m³

- Volume perkerasan jalan (K-350)

  Panjang perkerasan = 3000 m
  Lebar perkerasan = 3.5 m x 2
  = 7 m
  Tebal perkerasan = 21.5 cm
  = 0.215 m
  Total volume = 4515 m³

- Volume bekisitng lapis pondasi

  Panjang lapis pondasi = 3000 m

Lebar lapis pondasi = 3.5 m x 2
= 7 m
Tebal lapis pondasi = 10 cm
= 0.1 m
Keliling = (3000+7) m x 2
= 6014 m
Total volume = 6014 m

- Volume bekisitng perkerasan

Panjang perkerasan = 3000 m
Dimensi plat = 5 m x 3.5 m
Keliling plat = (5+3.5) m x 2
= 17 m
Jumlah plat = $\frac{3000\ m}{500\ m} x2$
= 1200 plat
Total volume = 17 m x 1200
= 20400 m

- Volume pembesian

Tul.memanjang 1 plat = $\frac{3500\ mm}{225\ mm}$ = 16 buah
Tul.melintang 1 plat = $\frac{5000\ mm}{500\ mm}$ = 10 buah
Total tulangan 1 plat = 26 buah
Dowel 1 sambungan = $\frac{3500\ mm}{300\ mm}$ = 12 buah
Jumlah sambungan = 600
Tiebar 1 sambungan = $\frac{5000\ mm}{500\ mm}$ = 10 buah
Jumlah sambungan = 600

Tabel 6. 1 Rekapitulasi Volume Pembesian

No	Nama Tulangan	Diameter	Berat (kg)	Jumlah satuan	Jumlah total	Total
1	Memanjang	D 12	0.888	16	19200	17050
2	Melintang	D 12	0.888	10	12000	10656
3	Dowel	D 36	7.99	12	7200	57528
4	Tiebar	D 16	1.57	10	6000	9420
Jumlah						94654

Sumber : Hasil Pengolahan

Total volume = 94654 kg
= 94.654 ton

- Volume pas.batu kali untuk drainase

STA 0+265 – 351.708
Panjang saluran = 87 m
Luas penampang = 0.706 m²
Volume = 87 m x 0.7653 m²
= 61.242 m³

Tabel 6. 2 Rekapitulasi Volume Pasangan Batu Kali

No	STA		Penampang	Saluran	Volume
1	0+116.172		0.591	20.000	11.812
2	0+116.712	0+265	0.792	148.288	117.444
3	0+265	0+351.708	0.706	86.708	61.242
4	0+351.708	0+513.488	0.711	161.780	115.009
5	0+513.488	0+692	0.693	178.512	123.673
6	0+692	0+851	0.728	159.000	115.768
7	0+851	1+036.108	0.823	185.108	152.288
8	1+036.108	1+148	0.738	111.892	82.554
9	1+148	1+233	0.678	85.000	57.664
10	1+233	1+343	0.711	110.000	78.199
11	1+343	1+448.518	0.725	105.518	76.543
12	1+448.518	1+546	0.718	97.482	70.002

Sumber : Hasil Pengolahan

Lanjutan Rekapitulasi Volume Pasangan Batu Kali

No	STA		Luas Penampang	Panjang Saluran	Volume
13	1+546	1+588.111	0.630	42.111	26.534
14	1+588.111	1+673	0.692	84.889	58.760
15	1+673	1+760	0.704	87.000	61.222
16	1+760	1+839.204	0.695	79.204	55.023
17	1+839.204	1+948	0.748	108.796	81.369
18	1+948	2+001	0.659	53.000	34.906
19	2+001	2+142	0.792	141.000	111.714
20	2+142	2+241	0.733	99.000	72.557
21	2+241	2+348	0.743	107.000	79.490
22	2+348	2+437.512	0.725	89.512	64.932
23	2+437.512	2+591	0.831	153.488	127.533
24	2+591	2+670.437	0.704	79.437	55.900
25	2+670.437	2+756	0.716	85.563	61.220
26	2+756	2+870	0.753	114	85.808
27	2+870	2+932.092	0.672	62.092	41.707
Total			**2080.874**		

Sumber : Hasil Pengolahan

Total volume = 2080,874 m³

- Volume galian untuk drainase
  Pada galian ini diasumsikan volume tersebut untuk penampang basah saluran. Sehingga contoh perhitungan di tentukan oleh panjang saluran dan penampang saluran.

- Volume galian untuk drainase
  STA 0+125 – 0+150
  Panjang= 25 m
  Luasan = 0.1945 m²

Volume= 25 m x 0.1945 m²
= 3.7375 m³

Tabel 6. 3 Rekapitulasi Galian

No	STA		Luas 1 (m2)	Luas 2 (m2)	Total (m2)	Panjang (m)	Volume
1	0+00	0+025	0	0	0	25	0
2	0+025	0+050	0	0	0	25	0
3	0+050	0+100	0	0	0	50	0
4	0+100	0+125	0	0.299	0.1495	25	3.7375
5	0+125	0+150	0.299	0.09	0.1945	25	4.8625
6	0+150	0+175	0.09	0.132	0.111	25	2.775
7	0+175	0+200	0.132	0.13	0.131	25	3.275
8	0+200	0+225	0.13	0.104	0.117	25	2.925
9	0+225	0+250	0.104	0.055	0.0795	25	1.9875
10	0+250	0+300	0.055	0.053	0.054	50	2.7
11	0+300	0+350	0.053	0	0.0265	50	1.325
12	0+350	0+375	0	0.093	0.0465	25	1.1625
13	0+375	0+400	0.093	0.343	0.218	25	5.45
14	0+400	0+425	0.343	0.131	0.237	25	5.925
15	0+425	0+450	0.131	0.276	0.2035	25	5.0875
16	0+450	0+500	0.276	0.295	0.2855	50	14.275
17	0+500	0+525	0.295	0.293	0.294	25	7.35
18	0+525	0+550	0.293	0.27	0.2815	25	7.0375
19	0+550	0+575	0.27	0.098	0.184	25	4.6
20	0+575	0+600	0.098	0.162	0.13	25	3.25
21	0+600	0+625	0.162	0.324	0.243	25	6.075
22	0+625	0+650	0.324	0.329	0.3265	25	8.1625
23	0+650	0+675	0.329	0.202	0.2655	25	6.6375
24	0+675	0+700	0.202	0.279	0.2405	25	6.0125
25	0+700	0+750	0.279	0.013	0.146	50	7.3

Sumber : Hasil Pengolahan

Lanjutan Rekapitulasi Galian

No	STA		Luas 1 (m2)	Luas 2 (m2)	Total (m2)	Panjang (m)	Volume
26	0+750	0+775	0.013	0.012	0.0125	25	0.3125
27	0+775	0+800	0.012	0.039	0.0255	25	0.6375
28	0+800	0+825	0.039	0.083	0.061	25	1.525
29	0+825	0+850	0.083	0.189	0.136	25	3.4
30	0+850	0+875	0.189	0.082	0.1355	25	3.3875
31	0+875	0+900	0.082	0.143	0.1125	25	2.8125
32	0+900	0+925	0.143	0.562	0.3525	25	8.8125
33	0+925	0+950	0.562	0.503	0.5325	25	13.3125
34	0+950	1+000	0.503	0.452	0.4775	50	23.875
35	1+000	1+025	0.452	0.327	0.3895	25	9.7375
36	1+025	1+050	0.327	0.226	0.2765	25	6.9125
37	1+050	1+075	0.226	0.387	0.3065	25	7.6625
38	1+075	1+100	0.387	0.274	0.3305	25	8.2625
39	1+100	1+125	0.274	0.262	0.268	25	6.7
40	1+125	1+150	0.262	0.103	0.1825	25	4.5625
41	1+150	1+175	0.103	0.1	0.1015	25	2.5375
42	1+175	1+200	0.1	0.103	0.1015	25	2.5375
43	1+200	1+225	0.103	0.121	0.112	25	2.8
44	1+225	1+250	0.121	0.16	0.1405	25	3.5125
45	1+250	1+300	0.16	0.157	0.1585	50	7.925
46	1+300	1+350	0.157	0.156	0.1565	50	7.825
47	1+350	1+375	0.156	0.537	0.3465	25	8.6625
48	1+375	1+400	0.537	0.472	0.5045	25	12.6125
49	1+400	1+450	0.472	0.526	0.499	50	24.95
50	1+450	1+475	0.526	0.521	0.5235	25	13.0875
51	1+475	1+500	0.521	0.37	0.4455	25	11.1375
52	1+500	1+525	0.37	0.101	0.2355	25	5.8875
53	1+525	1+550	0.101	0.035	0.068	25	1.7
54	1+550	1+575	0.035	0.036	0.0355	25	0.8875
55	1+575	1+600	0.036	0.021	0.0285	25	0.7125

Sumber : Hasil Pengolahan

Lanjutan Rekapitulasi Galian

No	STA		Luas 1 (m2)	Luas 2 (m2)	Total (m2)	Panjang (m)	Volume
56	1+600	1+650	0.021	0.066	0.0435	50	2.175
57	1+650	1+675	0.066	0.034	0.05	25	1.25
58	1+675	1+700	0.034	0.018	0.026	25	0.65
59	1+700	1+725	0.018	0.266	0.142	25	3.55
60	1+725	1+750	0.266	0.183	0.2245	25	5.6125
61	1+750	1+775	0.183	0.233	0.208	25	5.2
62	1+775	1+800	0.233	0.253	0.243	25	6.075
63	1+800	1+825	0.253	0.044	0.1485	25	3.7125
64	1+825	1+850	0.044	0.427	0.2355	25	5.8875
65	1+850	1+875	0.427	0.335	0.381	25	9.525
66	1+875	1+900	0.335	0.397	0.366	25	9.15
67	1+900	1+950	0.397	0.097	0.247	50	12.35
68	1+950	1+975	0.097	0.01	0.0535	25	1.3375
69	1+975	2+000	0.01	0.024	0.017	25	0.425
70	2+000	2+025	0.024	0.121	0.0725	25	1.8125
71	2+025	2+050	0.121	0.087	0.104	25	2.6
72	2+050	2+100	0.087	0.123	0.105	50	5.25
73	2+100	2+150	0.123	0	0.0615	50	3.075
74	2+150	2+200	0	0.08	0.04	50	2
75	2+200	2+250	0.08	0.052	0.066	50	3.3
76	2+250	2+300	0.052	0.267	0.1595	50	7.975
77	2+300	2+350	0.267	0.11	0.1885	50	9.425
78	2+350	2+375	0.11	0.295	0.2025	25	5.0625
79	2+375	2+400	0.295	0.349	0.322	25	8.05
80	2+400	2+425	0.349	0.203	0.276	25	6.9
81	2+425	2+450	0.203	0.381	0.292	25	7.3
82	2+450	2+500	0.381	0.499	0.44	50	22
83	2+500	2+525	0.499	0.498	0.4985	25	12.4625
84	2+525	2+550	0.498	0.151	0.3245	25	8.1125
85	2+550	2+575	0.151	0.247	0.199	25	4.975

Sumber : Hasil Pengolahan

Lanjutan Rekapitulasi Galian

No	STA		Luas 1 (m2)	Luas 2 (m2)	Total (m2)	Panjang (m)	Volume
86	2+575	2+600	0.247	0.257	0.252	25	6.3
87	2+600	2+625	0.257	0.116	0.1865	25	4.6625
88	2+625	2+650	0.116	0.111	0.1135	25	2.8375
89	2+650	2+700	0.111	0.114	0.1125	50	5.625
90	2+700	2+750	0.114	0.02	0.067	50	3.35
91	2+750	2+800	0.02	0.037	0.0285	50	1.425
92	2+800	2+825	0.037	0.056	0.0465	25	1.1625
93	2+825	2+850	0.056	0.525	0.2905	25	7.2625
94	2+850	2+875	0.525	0.507	0.516	25	12.9
95	2+875	2+900	0.507	0.458	0.4825	25	12.0625
96	2+900	2+925	0.458	0.07	0.264	25	6.6
97	2+925	2+950	0.07	0	0.035	25	0.875
98	2+950	2+975	0	0	0	25	0
99	2+975	3+000	0	0	0	25	0
	Total						**562.863**

Sumber : Hasil Pengolahan

- Volume pembuatan dinding praktis
  Pembuatan dinding praktis tersebut untuk menahan kaki tebing akibat adanya lebar drainase yang hampir mencapai lebar maksimum yakni jarak antara bahu jalan dengan kaki tebing. Dinding menggunakan Beton K-350.
  STA 0+851 – 1+036.108
  Dimensi dinding
  Tebal = 20 cm
  Tinggi = 40 cm
  Panjang= 185.11 cm
  Volume = 118630.4 cm^3

= 11.86304 m³

Tabel 6. 4Rekapitulasi Volume Dinding Penahan Praktis

No	STA Dari	STA Ke	Tinggi (m)	Tebal (m)	Panjang (m)	Volume
1	0+116.712	0+265	0.4	0.15	148.288	8.89728
2	0+851	1+036.108	0.4	0.15	185.108	11.10648
3	2+001	2+142	0.4	0.15	141	8.46
4	2+437.512	2+591	0.4	0.15	153.488	9.20928
Total						37.67304

Sumber : Hasil Pengolahan

Pembesian pada dinding diambil 2% dari total volume beton. Sehingga volume pekerjaan beton dan tulangan menjadi seperti berikut.

Volume beton awal = 37.67304 m³
Total volume = 37.67304 x 98%
= 36.91958 m³

Volume penulangan = 37.67304 x 2%
= 0.7535 m³

Berat jenis besi = 7850 kg/m³
Total volume penulangan = 0.7535 m³ x 7850 kg/m³
= 5914.7 kg

6.2 Daftar Harga Satuan

Tabel 6. 5 Harga Satuan Pekerja

No	Nama Pekerja	Upah (jam)	Upah (hari)
1	Pembantu Tukang	Rp 6,925.00	Rp 55,400.00
2	Tukang	Rp 8,300.00	Rp 66,400.00
3	Mandor	Rp 9,670.00	Rp 77,360.00
4	Operator	Rp 8,300.00	Rp 66,400.00
5	Mekanik	Rp 8,300.00	Rp 66,400.00
6	Kepala Tukang	Rp 8,500.00	Rp 68,000.00

Sumber : Harga Satuan Dasar Jawa Timur 2015 UPT Pacitan

Tabel 6. 6 Harga Satuan Alat

No	Nama Alat	Satuan	Harga satuan	Total Harga (hari)
1	Dump Truk	Bh	Rp 258,125.00	Rp 2,065,000.00
2	Truk Mixer 7m3	Bh	Rp 950,000.00	Rp 950,000.00
3	Vibratory Truss Screed	Hari	Rp 200,000.00	Rp 1,600,000.00

Sumber : Harga Satuan Dasar Jawa Timur 2015 UPT Pacitan

Tabel 6. 7 Harga Satuan Bahan

No	Nama Bahan	Satuan	Harga satuan	Total Harga
1	Semen PC 40 Kg	Kg	Rp 1,550.00	Rp 62,000.00
2	Pasir cor/beton	M3	Rp 251,563.00	Rp 251,563.00
3	Batu Pecah mesin 0.5 cm	M3	Rp 241,700.00	Rp 241,700.00
4	Air	Liter	Rp 27.00	Rp 27.00
5	Kayu Meranti Bekisting	m3	Rp 2,800,000.00	Rp 2,800,000.00
6	Paku Usuk	kg	Rp 16,000.00	Rp 16,000.00
7	Minyak Bekisting	ltr	Rp 27,500.00	Rp 27,500.00
8	Kayu Kamper 4/6	m3	Rp 5,203,125.00	Rp 5,203,125.00
9	Plywood 9 mm	lembar	Rp 98,000.00	Rp 98,000.00
10	Besi Beton polos/ulir	kg	Rp 11,000.00	Rp 11,000.00
11	Kawat ikat	kg	Rp 16,800.00	Rp 16,800.00
12	Semen PC 50 Kg	zak	Rp 1,550.00	Rp 77,500.00
13	Pasir Pasang	m3	Rp 175,000.00	Rp 175,000.00
14	Batu Kali belah15/20 cm	m3	Rp 140,000.00	Rp 140,000.00

Sumber : Harga Satuan Dasar Jawa Timur 2015 UPT Pacitan

6.3 Analisa Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK)

Nomor	Uraian Kegiatan	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
24.01.02.07	**Penggalian Tanah Biasa**		M3		
	Upah :				
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.025	OH	77360	1934
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	0.75	OH	55400	41550
				Jumlah	43484
				Nilai HSPK	43484
24.01.02.13	**Pengurugan Tanah**		M3		
	Upah :				
23.02.04.01.01.F	Mandor	0.019	OH	77360	1469.84
23.02.04.01.04.F	Pembantu Tukang	0.102	OH	55400	5650.8
				Jumlah	7120.64
	Bahan :				
	Tanah Urug	1	M3	75000	75000
				Jumlah	75000
	Alat :				
	Dump Truk (min 5 jam)	0.25	jam	258125	64531.25
				Jumlah	64531.25
				Nilai HSPK	146651.89

Nomor	Uraian Kegiatan	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
24.03.01.12	Pekerjaan Beton K-350		M3		
	Bahan :				
	Semen PC 40 Kg	11.2	Kg	62000	694400
	Pasir cor/beton	0.416875	M3	251563	104870.3
	Batu Pecah mesin 0.5 cm	0.526316	M3	241700	127210.5
	Air	215	Liter	27	5805
				Jumlah	932285.9
	Truk Mixer 7m3	0.142857	jam	950000	135714.3
	Vibratory Truss screed	1.142857	jam	200000	228571.4
				Jumlah	364285.7
	Upah				
	Mandor	0.105	OH	77360	8122.8
	Kepala Tukang	0.035	OH	68000	2380
	Tukang	0.35	OH	66400	23240
	Pembantu Tukang	2.1	OH	55400	116340
				Jumlah	150082.8
				Nilai HSPK	1446654

Nomor	Uraian Kegiatan	Koefisien	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
24.03.01.20	Pekerjaan Bekisting				
	Bahan :				
	Kayu Meranti Bekisting	0.04	m3	2800000	112000
	Paku Usuk	0.4	kg	16000	6400
	Minyak Bekisting	0.2	ltr	27500	5500
	Kayu Kamper 4/6	0.015	m3	5203125	78046.88
	Plywood 9 mm	0.35	lembar	98000	34300
				Jumlah	236246.9
	Upah				
	Mandor	0.033	OH	77360	2552.88
	Kepala Tukang	0.033	OH	68000	2244
	Tukang	0.33	OH	66400	21912
	Pembantu Tukang	0.66	OH	55400	36564
				Jumlah	63272.88
				Nilai HSPK	299519.8

Nomor	Uraian Kegiatan	Koefisien	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
				(Rp.)	(Rp.)
24.03.01.14	Pekerjaan Pembesian		Kg		
	Bahan :				
	Besi Beton polos/ulir	1.05	kg	11000	11550
	Kawat ikat	0.015	kg	16800	252
				Jumlah	11802
	Upah				
	Mandor	0.0004	OH	77360	30.944
	Kepala Tukang	0.0007	OH	68000	47.6
	Tukang	0.007	OH	66400	464.8
	Pembantu Tukang	0.007	OH	55400	387.8
				Jumlah	931.144
				Nilai HSPK	12733.14

Nomor	Uraian Kegiatan	Koefisien	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
				(Rp.)	(Rp.)
24.02.01.13	Pekerjaan Pasangan Batu Kali		m3		
	Bahan :				
	Semen PC 50 Kg	3.26	zak	77500	252650
	Pasir Pasang	0.52	m3	175000	91000
	Batu Kali belah15/20 cm	1.2	m3	140000	168000
				Jumlah	511650
	Upah				
	Mandor	0.075	OH	77360	5802
	Kepala Tukang	0.075	OH	68000	5100
	Tukang	0.75	OH	66400	49800
	Pembantu Tukang	1.5	OH	55400	83100
				Jumlah	143802
				Nilai HSPK	655452

Nomor	Uraian Kegiatan	Koefisien	Satuan	Harga Satuan	Jumlah Harga
				(Rp.)	(Rp.)
24.03.01.12	Pekerjaan Beton K-100		M3		
	Bahan :				
	Semen PC 40 Kg	6.175	Kg	62000	382850
	Pasir cor/beton	0.54325	M3	251563	136661.6
	Batu Pecah mesin 0.5 cm	0.525789	M3	241700	127083.3
	Air	215	Liter	27	5805
				Jumlah	652399.9
	Alat :				
	Truk Mixer 7m3	0.142857	bh	750000	107142.9
	Vibratory Truss screed	1.142857	hari	200000	228571.4
				Jumlah	335714.3
	Upah				
	Mandor	0.083	OH	77360	6420.88
	Kepala Tukang	0.028	OH	68000	1904
	Tukang	0.275	OH	66400	18260
	Pembantu Tukang	1.65	OH	55400	91410
				Jumlah	117994.9
				Nilai HSPK	1106109

6.4 Rencana Anggaran Biaya

Tabel 6. 8 Rencana Anggaran Biaya

NO.	URAIAN PEKERJAAN	SAT	VOL	HARGA SAT (RP)	JUMLAH HARGA (RP)
I.	PEKERJAAN PERSIAPAN				
	Mobilisasi	Ls		5,000,000.00	5,000,000.00
	Direksi Kit	Ls		8,000,000.00	8,000,000.00
	Pengaturan lalu Lintas	Ls		2,000,000.00	2,000,000.00
	Jumlah				15,000,000.00
II	PEKERJAAN TANAH				
	Pengurugan tanah dengan pemadatar	M3	2835	146,651.89	415,758,108.15
	Galian tanah	M3	562.8625	43,484.00	24,475,512.95
	Jumlah				440,233,621.10
III	PEKERJAAN PERKERASAN				
	Beton K 350	M3	4515	1,446,654.37	6,531,644,463.54
	Beton K100	M3	2100	1,106,109.08	2,322,829,070.64
	Pembesian	KG	129472.9	12,733.14	1,648,596,917.27
	Bekisting	M	26414	299,519.76	7,911,514,808.57
	Jumlah				18,414,585,260.02
IV	PEKERJAAN DRAINASE				
	Pasangan Batu kali	M3	2080.874	655,452.00	1,363,912,894.29
	Gorong - gorong 150 x 50 cm	bh	23	650,000.00	14,950,000.00
	Jumlah				1,378,862,894.29
V	PEKERJAAN FINISHING				
12	Pemasangan rambu lalulintas 90 cm	Ls		2,500,000.00	2,500,000.00
13	Saw Cutting	Ls		10,000,000.00	10,000,000.00
14	Pembersihan Lokasi	Ls		500,000.00	500,000.00

Sumber : Hasil Pengolahan

6.5 Rekapitulasi Biaya

Tabel 6. 9 Rekapitulasi Total Biaya Pekerjaan

NO.	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH HARGA (RP)
I.	PEKERJAAN PERSIAPAN	15,000,000.00
II	PEKERJAAN TANAH	440,233,621.10
III	PEKERJAAN PERKERASAN	18,414,585,260.02
IV	PEKERJAAN DRAINASE	1,378,862,894.29
VI	PEKERJAAN FINISHING	13,000,000.00
	Total Harga	20,261,681,775.41
	PPN 10 %	2,026,168,177.54
	Harga Keseluruhan	22,287,849,952.95

Sumber : Hasil Pengolahan

Total harga yang dibutuhkan pada proyek tersebut ialah Rp 22.287.849.952,95 sehingga dapat dibulatkan menjadi **Rp 22.287.850.000** terbilang "***Dua Puluh Dua Milyar Dua Ratus Delapan Puluh Tujuh Juta Delapan Ratus Lima Puluh Ribu Rupiah***"

BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasi perhitungan di dapatkaan tebal perkerasan yang ideal untuk perencanaan lapis tambahan (overlay) beton semen diatas perkerasan lentur ni ialah 21.5 cm dengan stabilitas tanah memakai CBK 10 cm. Untuk pelebaran tidak dibutuhkan karena dari hasil perhitungan didapat derajat kejenuhan 0.73 dimana batas derajat kejenuhan untuk melakukan pelebaran ialah 0.75. Angka .73 sudah mendekati 0.75 sehingga utuk beberapa tahun mendatang setelah 20 tahun umur rencana perlu direncanakan pelebaran.

Pada control alinyemen tidak ada masalah pada alinyemen horizontal karena pengecekan telah sesuai dengan kriteria. Namun pada alinyemen vertical terdapat beberapa lengkung yang tidak memenuhi sehingga dibutuhkannya rambu yang sesuai dengan kriteria pengecekan pada lengkung vertical tersebut. Terdapat rambu dilaang menyiap karena lengkung tersebut tidak disarankan untuk menyiap,dilarang berhenti karena kondisi lengkung yang tidak memungkinkan untuk berhenti.

Kondisi saluran tepi pada ruas jalan tersebut juga sangat memprihatinkan,sehingga perlu direncanakan ulang untuk menampung limpasan air hujan yang masuk dari jalan dan dari hutan di sisi kanan saluran (dari arah Ponorogo). Akan tetapi,kondisi tebing yang juga sangat tidak memungkinkan untuk di kepras,sehingga saluran tepi dibuang langsung ke tiap box culvert ataupun gorong- gorong yang ada di eksisting untuk menghindari dimensi saluran yang berlebih. Terdapat rekomendasi untuk pembangunan gorong- gorong berbentuk dengan diameter 80 cm pada STA 1+148. Debit yang di dapat pada ruas jalan ini berbeda- beda sehingga debit yang dihasilkan juga berbeda. Dengan begitu dimensi yang dihasilkan juga berbeda namun tipe saluran yang disarankan tetap sama yaitu menggunkan saluran pas. Batu kali bentuk trapesium

Sehingga dengan berbagai hitungan diatas,didapat anggaran biaya sebesar 22.287.850.000 terbilang "*Dua Puluh Dua Milyar Dua Ratus Delapan Puluh Tujuh Juta Delapan Ratus Lima Puluh Ribu Rupiah"*.

7.2 Saran

Adapun saran yang di rekomendasikan dari kesimpulan diatas ialah perencanaan lapis tambah menggunakan beton semen sangat direkomendasikan, selain umur rencana yang panjang,anggaran yang di perlukan juga masih relevan untuk dilaksanakan. Sangat cocok untuk daerah dengan tanah yang memiliki daya dukung rendah serta sering tergenang air. Sehingga bisa menjadi masukan untuk pemerintah Pacitan ataupun Pemerintah Provinsi merealisasikan lapis tambah tersebut.

Namun jika didesain dengan menggunakan perkerasan dengan bahu beton maka tebal perkerasan didapat 18,5 cm saja dengan umur rencana yang sama. Namun biaya akan relatif lebih mahal dibandingkan dengan perkerasan tanpa bahu beton.

Penulis juga mengharapkan saran khususnya dari pembaca karena masih terdapat kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini dan semoga menjadi manfaat bagi penulis sendiri maupun bagi para pembaca.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga , *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI).* Departemen PU, 1997
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar kota.* Departemen PU,1997
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Pd T -14-2003.* Departemen Kimpraswil, 2003
- Standar Nasional Indonesia, *Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan.* Dewan Standarisasi Nasional, 03 – 3424 – 1994
- Ir. Saodang, Hamirhan MsCE. Konstruksi Jalan Raya, *Buku 1 Geometrik Jalan*. Nova, 2010

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

BIOGRAFI PENULIS

Penulis bernama lengkap Adi Firmansyah Putra. Lahir di Situbondo, Jawa Timur pada tanggal 30 Maret 1995 merupakan anak bungsu dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Kemala Bhayangkari, SDN Dawuhan 1, SMPN 1 Situbondo, dan SMAN 1 Situbondo. Setelah selesai menempuh pendidikan SMA, penulis melanjutkan pendidikan di jurusan D3 Teknik Sipil FTSP-ITS pada tahun 2013 dan terdaftar dengan NRP. 3113030072. Penulis mengambil konsentrasi studi di Bangunan Transportasi. Penulis juga mengikuti kerja praktek di Balai Besar Perencanan Jalan Nasional V pada proyek Pemeliharaan Jalan Berkala Paket ruas Jalan Wonorejo-Bts Kota Probolinggo. Dan selama studi 3 tahun penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Terapan ini dengan judul Perencanaan lapis Tambah (Overlay) Perkerasan Beton Semen diatas Perkerasan Lentur Bts Kota Pacitaan – Bts Kab Ponorogo KM.SBY 249+900 – KM.SBY 251+900 Provinsi Jawa Timur. Terima kasih kepada kedua Orang Tua, Bpk. Afriadi dan Ibu Yuniati, Kakak Gria Armando Wibawa dan kepada Ir. Dunat Indratmo, MT selaku Dosen Pembimbing. Tak lupa juga penulis sampaikan ucapan terima kasih kepada rekan-rekan seperjuangan angkatan 2013 DS 34 di D3 Teknik Sipil FTSP-ITS, PSDM HMDS 14/15 dan 15/16 serta teman – teman Pedang BEM ITS 15/16 yang selalu memberikan dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir terapan ini.

BIOGRAFI PENULIS

Penulis bernama lengkap Galih Ardiansyah Putera. Lahir di Lumajang, Jawa Timur pada tanggal 8 Juli 1995 merupakan anak sulung dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Al-Irsyad, SDN Patokan 1, SMPN 1 Kraksaan, dan SMAN 1 Kraksaan. Setelah selesai menempuh pendidikan SMA, penulis melanjutkan pendidikan di jurusan D3 Teknik Sipil FTSP-ITS pada tahun 2013 dan terdaftar dengan NRP. 3113030096. Penulis mengambil konsentrasi studi di Bangunan Transportasi. Penulis juga mengikuti kerja praktek di Balai Besar Perencanan Jalan Nasional V pada proyek Pemeliharaan Jalan Berkala Paket ruas Jalan Wonorejo-Bts Kota Probolinggo. Dan selama studi 3 tahun penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Terapan ini dengan judul Perencanaan lapis Tambah (Overlay) Perkerasan Beton Semen diatas Perkerasan Lentur Bts Kota Pacitaan – Bts Kab Ponorogo KM.SBY 249+900 – KM.SBY 251+900 Provinsi Jawa Timur. Terima kasih kepada kedua Orang Tua, Bpk. Iwan Indrianto dan Ibu Pudji Ningrum, adik Gilang Andhika Erlangga dan keluarga yang tidak bisa saya sebutkan satu demi satu yang telah memberika dukungan moral serta materil, kepada Ir. Dunat Indratmo, MT selaku Dosen Pembimbing. Tak lupa juga penulis sampaikan ucapan terima kasih kepada rekan-rekan seperjuangan di D3 Teknik Sipil FTSP-ITS dan seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir terapan ini.