



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR TERAPAN - VC181711

**PENINGKATAN JALAN DENGAN
MENGUNAKAN STRUKTUR PERKERASAN
BETON BERSAMBUNG TANPA TULANGAN
PADA RUAS MOJOKERTO - MOJOSARI STA
51+250 - 58+250**

**BUDI PURNIAWAN
NRP. 10 1 1 15 10000 029**

**DOSEN PEMBIMBING
Ir. RACHMAD BASUKI, MS
NIP. 19641114 198903 1 001**

**PROGRAM SARJANA TERAPAN
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020**



TUGAS AKHIR TERAPAN - VC181711

**PENINGKATAN JALAN DENGAN
MENGUNAKAN STRUKTUR PERKERASAN
BETON BERSAMBUNG TANPA TULANGAN
PADA RUAS MOJOKERTO - MOJOSARI STA
51+250 - 58+250**

**BUDI PURNIAWAN
NRP. 10 1 1 15 10000 029**

**DOSEN PEMBIMBING
Ir. RACHMAD BASUKI, MS
NIP. 19641114 198903 1 001**

**PROGRAM SARJANA TERAPAN
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020**



APPLIED FINAL PROJECT VC-181711

**ROAD IMPROVEMENT USING JOINTED
UNREINFORCED CONCRETE PAVEMENT
STRUCTURE IN MOJOKERTO - MOJOSARI STA
51+250 - 58+250**

**BUDI PURNIWAN
NRP. 10 1 1 15 10000 029**

**Academic Supervisor:
Ir. RACHMAD BASUKI, MS
NIP. 19641114 198903 1 001**

**UNDERGRADUATE PROGRAM OF APPLIED
DEPARTEMEN OF CIVIL ENGINEERING INFRASTRUCTURE
FAKULTY OF VOCATIONS
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020**

LEMBAR PENGESAHAN
PENINGKATAN JALAN DENGAN MENGGUNAKAN
STRUKTUR PERKERASAN BETON BERSAMBUNG
TANPA TULANGAN PADA RUAS JALAN MOJOKERTO
- MOJOSARI STA 51+250 - 58+250

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Gelar Sarjana Sains
Terapan Teknik pada
Program Sarjana Sains Terapan
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Surabaya, 15 Januari 2020

Disusun oleh :

Mahasiswa



Budi Purniawan

NRP. 10111510000029



03 FEB 2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 BUDI PURMAWAN 2
 NRP : 1 011101000029 2
 Judul Tugas Akhir : PENINGKATAN JALAN DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR PERKERASAN
 BETON BERSAMBUNG TANPA TULANGTANGGI PADA RUAS JALAN MUJOKERTO
 - MUJOSARI STA 51+000 - 58+000
 Dosen Pembimbing : Ir. Rachmad Basuki, MS.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1.	11 Februari 2019	- Menyopkan gambar existing dan perencanaan di Mujokeerto - Mujosari'kondui lapangan.				
		- KM diganti 51+250 titik awal perencanaan		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Pertumbuhan PDRB per tahun				
		- Mencon perbaikan PDRB konstan dan bertuku.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Cek data ke konsultan.				
		- Data curah hujan harian maksimum.				
		- Data Uji KIR Sesuai golongan.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	18 Maret 2019	→ Prin buku laporan yang berisi data lalu lintas kendaraan.				
		- Pelajari buku. lalu con perencanaan drainase permukaan (prin)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Kebutuhan jumbung di ganti mujokeerto di data curah hujan				
		- Data KIR Con di dicat-diket saja.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Pelajari kurva busur sampai ketemu ilh				

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



ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

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

Dosen Pembimbing :

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan
3	29/05 2019	- ditanyemin vertikal pada kolom STA mula STA 51+210 - 58+210		
		- ((KR) kendaraan ringan pakai I		B C K
		- diberi tambahan kolom pada tabel		<input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		perhitungan dengan kejenuhan untuk kelor kendaraan	<i>M/</i>	
		- buat gambar untuk menentukan besar sudut tleungan		B C K
				<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		- lay out drainase.		
		- buat lay out solusi drainase pada plan gambar.		B C K
				<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4	17/12 2019	- tunjukan arah aliran drainase dan di catchmen area.		
		- Pastikan muka air permukaan didepakkkan.	<i>M/</i>	B C K
		- Gambar titik buang drainase		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		-		
				B C K
				<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

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

PENINGKATAN JALAN DENGAN MENGGUNAKAN STRUKTUR PERKERASAN BETON BERSAMBUNG TANPA TULANGAN PADA RUAS JALAN MOJOKERTO – MOJOSARI STA 51 + 250 – 58 + 250

Nama Mahasiswa : Budi Purniawan
NRP : 10111510000029
Jurusan : Program Studi Sarjana Sains Terapan
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil
Fakultas Vokasi
Dosen Pembimbing : Ir. Rachmad Basuki, MS
NIP : 19641114 198903 1 001

ABSTRAK

Permasalahan yang ditimbulkan dari transportasi berpengaruh pada sektor ekonomi, sosial dan budaya, sehingga sistem transportasi harus di tata sedemikian rupa agar memenuhi nilai-nilai ideal ketertiban, kelancaran, keselamatan, keteraturan dan keamanan. Jalan yang ada pada ruas Mojokerto – Mojosari STA 51 + 250 – 58 + 250 perlu ditingkatkan dengan memperlebar jalan dan mengubah struktur perkerasan yang awalnya perkerasan lentur menjadi struktur perkerasan beton. Perkerasan beton memiliki masa layan yang panjang dan *life-cycle-cost* yang relatif rendah dibandingkan perkerasan lentur. Dilihat dari volume kendaraan yang terus meningkat jika tidak segera di tangani maka tingkat kemacetan untuk tahun-tahun yang akan datang.

Tahap analisa perhitungan pada tugas akhir ini dimulai dari analisa peningkatan ruas jalan, melakukan kontrol geometrik jalan, kemudian pada struktur perkerasan jalan, dipilih perkerasan Beton Bersambung Tanpa Tulangan (BBTT) dengan umur rencana 20 tahun, selanjutnya mendesain drainase dan perencanaan anggaran biaya yang menggunakan HSPK Kota Mojokerto tahun 2019. Dalam tugas akhir ini juga merencanakan bangunan

penunjang berupa dinding penahan tanah untuk menjaga stabilitas tanah.

Hasil dari analisa perhitungan yang telah dilakukan di dapatkan ruas Mojokerto – Mojosari STA 51 + 250 – 58 + 250 perlu di lebarkan menjadi 11 m dengan tipe 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2UD) dan nilai derajat kejenuhan (DS) $0,66 < 0,75$ pada akhir tahun umur rencana dengan kapasitas 3858 smp/jam. Pada analisa geometrik jalan untuk kontrol alinemen vertikal dan horizontal telah sesuai dengan penambahan rambu-rambu. Untuk perencanaan perkerasan jalannya menggunakan pelat beton BBT dengan tebal 22 cm, sambungan susut memanjang menggunakan D16-500 dan sambungan susut melintang $\emptyset 33-300$. Drainase menggunakan U-Ditch dengan dimensi 60x80x120. Pada daerah persawahan di sekitar ruas jalan Mojokerto – Mojosari direncanakan dibuat dinding penahan dengan menggunakan batu kali dengan dimensi tinggi = 1,6 m, lebar atas = 0,4 m dan lebar bawah = 1,1 m. Besar Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada perencanaan peningkatan jalan ini adalah Rp. 91,628,885,000.

Kata kunci: Peningkatan Jalan, Perkerasan Beton, Drainase

**ROAD IMPROVEMENT USING JOINTED
UNREINFORCED CONCRETE PAVEMENT
STRUCTURE IN MOJOKERTO – MOJOSARI STA
51+250 – 58+250**

Name : Budi Purniawan
NRP : 10111510000029
Study Program : Diploma Program of Civil Engineering
Civil Infrastructure Departement Faculty
of Vocations Institut Teknologi Sepuluh
Nopember
Tutor : Ir. Rachmad Basuki, MS
NIP : 19641114 198903 1 001

ABSTRACT

The problems of transportation are influential in the economic, social and cultural sectors, so that the transportation system must be in the form of Indonesian to fulfill the ideal values of order, smoothness, safety, regularity and security. The road in Mojokerto – Mojosari STA 51 + 250 – 58 + 250 needs to be left by widening the road and changing the structure of the pliable, which was originally a bending structure to be a concrete compoof. Concrete piping has a long lifetime and a relatively low life-cycle-cost compared to flexible bending. Judging from the volume of vehicles that continue to increase if not immediately handled then the level of congestion for the years to come.

This stage of calculation analysis on the final task starts from the analysis of improvement of road segments, conducting geometric control of roads, then on the structure of road piping, selected the alignment of reinforced concrete with no reinforcement (BBTT) with the age of plan 20 years, Then designing the drainage and budget planning of costs using HSPK of Mojokerto in 2019. In this final task also planned the supporting building in the form of retaining walls to maintain soil stability.

The results of the calculation analysis that has been done in get the section of Mojokerto – Mojosari STA 51 + 250 – 58 + 250 need to spread to 11 m with type 2 column 2-way undivided (2/2UD) and the value of saturation (DS) $0.66 < 0.75$ at the end of Year plan with capacity 3858 Junior/hour. In Geometrics analysis the road for control of vertical and horizontal alinemen is according to the addition of signs. For the planning of the road's piping using BBTT concrete plate with a thickness of 22 cm, the joints elongate lengthened D16-500 and a transverse shrinkage \emptyset 33-300. Drainage uses U-Ditch with a dimension of 60x80x120. In paddy fields around Mojokerto Road area – Mojosari is planned to be made retaining wall using stone times with high dimension = 1.6 m, Width above = 0.4 m and width down = 1.1 m. Large budget plan (RAB) on planning improvement of this road is Rp. 91,628,885,000.

Keywords: road enhancement, concrete perching, drainage

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan petunjuk Hidayah-Nya akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Terapan ini dengan judul :

PENINGKATAN JALAN DENGAN MENGUNAKAN STRUKTUR PERKERASAN BETON BERSAMBUNG TANPA TULANGAN PADA RUAS JALAN MOJOKERTO – MOJOSARI STA 51 + 250 – 58 + 250

Proposal Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Sarjana Sains Terapan, Departemen Teknik Infrastruktur Sipil, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua serta saudara tercinta, sebagai penyemangat dan telah memberikan banyak dukungan moril maupun materiil, serta doa.
2. Bapak Ir Rachmad Basuki, MS Selaku dosen pembimbing dalam penyusunan proposal tugas akhir.
3. Bapak dan Ibu dosen Teknik Infrastruktur Sipil yang selama ini membimbing dan membantu dalam proses perkuliahan.
4. Seluruh pihak yang terlibat dalam membantu terlaksananya proposal tugas akhir ini.
5. Teman-teman dekat yang tidak bisa penulis sebut satu-persatu, yang senantiasa membantu.
6. Teman-teman Diploma Teknik Infrastruktur Sipil angkatan 2015 dan teman-teman kelas A'15 khususnya atas bantuan do'a serta dukungannya.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, mohon maaf atas kesalahan yang penulis perbuat karena kurangnya ilmu pada diri penulis. Dan penulis mengharapkan kritik dan saran membangun dari para pembaca sekalian.

Surabaya, 10 Januari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR GRAFIK.....	xxiii
DAFTAR TABEL.....	xxvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Lokasi Studi.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	13
2.1 Analisa Kapasitas Jalan Luar Kota.....	13
2.1.1 Kapasitas Dasar (C_0)	13
2.1.2 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Lajur Lalu Lintas (FC_{LJ})	15
2.1.3 Faktor Penyesuaian kapasitas akibat pemisahan arah (FC_{PA})	16

2.1.4	Faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping (FC_{HS})	16
2.1.5	Penentuan kapasitas pada kondisi lapangan	18
2.1.6	Derajat Kejenuhan (D_r)	19
2.2	Kontrol Geometrik Jalan	19
2.2.1	Kebutuhan lajur	20
2.2.2	Alinyemen Horizontal	20
2.2.3	Alinyemen Vertikal	38
2.3	Perencanaan Perkerasan Kaku	49
2.3.1	Struktur dan Jenis Perkerasan Beton Semen	49
2.3.2	Tanah Dasar	50
2.3.3	Pondasi Bawah	50
2.3.4	Beton Semen	52
2.3.5	Lalu Lintas	53
2.3.6	Perkerasan Beton Semen	57
2.3.7	Sambungan	66
2.4	Perencanaan Drainase Permukaan Jalan	73
2.4.1	Persyaratan Drainase Permukaan Jalan	74
2.4.2	Perhitungan Debit Aliran	74
2.4.3	Perhitungan Dimensi Drainase	83
2.5	Perencanaan Dinding Penahan Tanah	88
2.5.1	Persyaratan Teknis Dinding Penahan Tanah	88
2.5.2	Tekanan Tanah Lateral	90

2.5.3 Kontrol Kekuatan Dinding Penahan Tanah	94
2.6 Rencana Anggaran Biaya	100
BAB III METODOLOGI	102
3.1 Pendahuluan	102
3.2 Tinjauan Standard	102
3.3 Pengumpulan dan Analisa Data	103
3.3.1 Data Primer	103
3.3.2 Data Sekunder	103
3.4 Pengolahan Data.....	104
3.4.1 Pengolahan Data Lalu lintas.....	104
3.4.2 Pengolahan Data Curah Hujan	104
3.4.3 Pengolahan Data Tanah.....	104
3.5 Perencanaan Kebutuhan Pelebaran Jalan	104
3.6 Kontrol Geometrik Jalan	105
3.7 Perencanaan Struktur Perkerasan Beton	105
3.8 Perencanaan Struktur Dinding Penahan	105
3.9 Perencanaan Drainase	106
3.10 Gambar Rencana	106
3.11 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya.....	106
3.12 Metode Pelaksanaan	107
3.13 Kesimpulan dan hasil akhir	107
BAB IV PENGOLAHAN DATA	110
4.1 Umum.....	110

4.2 Pengumpulan Data	110
4.2.1 Peta Lokasi	110
4.2.3 Data CBR Tanah Dasar	121
4.2.4 Data Curah Hujan.....	121
4.2.5 Gambar Eksisting Jalan	122
4.3 Pengolahan Data Awal	122
4.3.1 Pengolahan Data Lalu Lintas	122
BAB V ANALISA DAN PERHITUNGAN STRUKTUR PERKERASAN JALAN	150
5.1 Analisa Kapasitas Jalan Luar Kota (C)	150
5.1.1 Menentukan Kapasitas Dasar (Co).....	150
5.1.2 Faktor Penyesuaian Kapasitas akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FC_w)	157
5.1.3 Faktor Penyesuaian Kapasitas akibat Pemisah Arah (FC_{PA})	157
5.1.4 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping.....	158
5.1.5 Besar Kapasitas pada Kondisi Lapangan (C)..	159
5.1.6 Perhitungan Derajat Kejenuhan (DS).....	160
5.2 Perencanaan Geometrik Jalan	164
5.2.1 Kontrol Alinemen Horizontal.....	164
5.2.2 Kontrol Alinemen Vertikal.....	166
5.3 Perencanaan Perkerasan Kaku	180
5.3.1 Analisa Lalu Lintas	181

5.3.2 Perhitungan Repetisi Sumbu yang Terjadi.....	189
5.3.3 Perencanaan Tebal Pelat Beton	191
5.3.4 Perencanaan Sambungan Perkerasan	203
5.4 Perencanaan Drainase Permukaan Jalan	207
5.4.1 Kondisi Ekisting Jalan.....	208
5.4.2 Menentukan Intensitas Hujan (I).....	208
5.4.3 Perhitungan Debit Saluran	221
5.4.4 Perencanaan Dimensi Drainase Permukaan Jalan	224
5.5 Perencanaan Dinding Penahan	229
5.5.1 Dimensi Tipikal Dinding Gravitasi	229
5.5.2 Mencari Tekanan Tanah Aktif (P_a) dan Pasif (P_p)	231
5.5.3 Pemeriksaan Stabilitas Dinding Penahan dan Faktor Keamanan Minimum	236
BAB VI METODE PELAKSANAAN	241
6.1 Metode Pelaksanaan Peningkatan Jalan.....	241
6.2 Urutan Pekerjaan	241
6.3 Uraian Item Pekerjaan.....	242
BAB VII PERHITUNGAN RENCANA ANGGARAN BIAYA	249
7.1 Perhitungan Volume Pekerjaan.....	249
7.1.1 Volume Pekerjaan Struktur Perkerasan.....	249

7.1.2 Volume Pekerjaan Urugan LPA Kelas A dan Bahu Kelas S.....	250
7.1.3 Volume Pekerjaan Timbunan Pilihan	250
7.1.4 Volume Pekerjaan Galian Drainase	250
7.1.5 Volume Pekerjaan Dinding Penahan.....	252
7.1.6 Volume Pekerjaan Penulangan.....	253
7.1.7 Volume Pekerjaan U-Ditch	254
7.1.8 Volume Pekerjaan Joint Sealent.....	255
7.1.9 Volume Pekerjaan Pembersihan.....	255
7.3 Analisa Harga Satuan	256
7.4 Analisa Harga Satuan Pokok Pekerja.....	258
7.5 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya	266
BAB VIII KESIMPULAN DAN SARAN.....	267
7.1 Kesimpulan.....	267
7.2 Saran.....	268
DAFTAR PUSTAKA	269
Lampiran	271

DAFTAR GAMBAR

BAB I PENDAHULUAN

Gambar 1.1 Peta Kota Mojokerto	5
Gambar 1.2 Lokasi Proyek.....	6
Gambar 1.3 Kondisi Jalan STA 51+250	6
Gambar 1.4 Kondisi Jalan STA 52+000	7
Gambar 1.5 Lokasi Perencanaan Dinding Penahan STA 52+000.....	7
Gambar 1.6 Lokasi Perencanaan Dinding Penahan STA 56+750.....	8
Gambar 1.7 Kondisi Jalan STA 53+000	8
Gambar 1.8 Kondisi Jalan STA 54+000	9
Gambar 1.9 Kondisi Jalan STA 55+000	9
Gambar 1.10 Kondisi Jalan STA 56+000	10
Gambar 1.11 Kondisi Jalan STA 57+000	10
Gambar 1.12 Kondisi Drainase STA 57+000	11
Gambar 1.13 Kondisi Jalan STA 58+000	11

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Gambar 2. 1 Gaya sentrifugal pada kendaraan yang melewati tikungan.....	21
Gambar 2. 2 Koefisien gesekan melintang maksimum untuk desain.....	23

Gambar 2. 3 Korelasi antara derajat lengkung (D°) dan Radius Lengkung (R)	24
Gambar 2. 4 lengkung Full Circle	32
Gambar 2. 5 Lengkung Spiral Circle Spiral	34
Gambar 2. 6 Lengkung Spiral Spiral	36
Gambar 2. 7 Lengkung Vertikal Cembung dengan $S < L$..	42
Gambar 2. 8 Lengkung Vertikal Cembung dengan $S > L$..	42
Gambar 2. 9 Lengkung Vertikal Cekung dengan $S < L$	43
Gambar 2. 10 Lengkung Vertikal Cekung dengan $S > L$...	43
Gambar 2. 11 ketentuan lajur pendakian.....	45
Gambar 2. 12 Koordinasi yang ideal antara alinyemen horizontal dan alinyemen vertical yang berimpit.....	46
Gambar 2. 13 Koordinasi yang harus dihindarkan dimana alinyemen vertical menghalangi pandangan pengemudi pada saat mulai memasuki tikungan pertama.	47
Gambar 2. 14 Koordinasi yang ideal antara alinyemen horizontal dan alinyemen vertical yang berimpit.....	47
Gambar 2. 15 Koordinasi yang harus dihindarkan dimana alinyemen vertical menghalangi pandangan pengemudi pada saat mulai memasuki tikungan pertama.	48
Gambar 2. 16 Koordinasi yang harus dihindarkan dimana pada bagian yang lurus pandangan pengemudi terhalang oleh puncak alinyemen vertical sehingga pengemudi sulit memperkirakan arah alinyemen di balik puncak tersebut ..	48
Gambar 2. 17 Tipikal Struktur Perkerasan Beton Semen ..	50

Gambar 2. 18 Tebal Pondasi Bawah Minimum Untuk Perkerasan Beton Semen.....	51
Gambar 2. 19 CBR Tanah Dasar Efektif dan Tebal Pondasi Bawah.....	52
Gambar 2. 20 Angker Panel	58
Gambar 2. 21 Angker Blok	59
Gambar 2. 22 Sistem Perencanaan perkerasan beton semen	61
Gambar 2. 23 Grafik Analisi fatik dan beban repetisi ijin .	63
Gambar 2. 24 Grafik Analisis erosi dan jumlah beban ijin.	64
Gambar 2. 25 Grafik Analisi erosi dan jumlah repetisi beban	65
Gambar 2. 26 Tipikal sambungan memanjang.....	68
Gambar 2. 27 Ukuran standar penguncian sambungan memanjang	69
Gambar 2. 28 Sambungan susut melintang dengan ruji.....	71
Gambar 2. 29 Sambungan susut melintang tanpa ruji.....	71
Gambar 2. 30 Sambungan pelaksanaan yang direncanakan dan yang tidak	72
Gambar 2. 31 Sambungan pelaksanaan yang direncanakan dan yang tidak	72
Gambar 2. 32 Slab transisi antara perkerasan beraspal	73
Gambar 2. 33 Gravik Kurva Basis	80
Gambar 2. 34 Daerah Pengaliran	81
Gambar 2. 35 Kemiringan tanah	87

Gambar 2. 36 Dinding penahan tanah tipe gravitasi	89
Gambar 2. 37 Tekanan Kesamping Pada Dinding Penahan Akibat Beban Lajur	93
Gambar 2. 38 Kontrol Terhadap Guling	95
Gambar 2. 39 Kontrol Terhadap Geser	96

BAB III METODOLOGI

Gambar 3. 1 Diagram Alir Perencanaan Tugas Akhir	109
--	-----

BAB V ANALISA DAN PERHITUNGAN STRUKTUR PERKERASAN JALAN

Gambar 5. 1 Kondisi Sekitar Ruas Jalan Mojokerto-Mojosari .	159
Gambar 5. 2 CBR tanah dasar efektif dan tebal pondasi bawah	191
Gambar 5. 3 Tebal pondasi bawah minimum untuk perkerasan beton semen.....	192
Gambar 5. 4 Desain Struktur Perkerasan Kaku untuk Potongan Melintang	202
Gambar 5. 5 Detail Desain Struktur Perkerasan Kaku	202
Gambar 5. 6 Detail Sambungan Susut Memanjang (tie bars) ...	205
Gambar 5. 7 Detail Sambungan Susut Melintang (dowel).....	206
Gambar 5. 8 Denah Sambungan.....	207

DAFTAR GRAFIK

BAB IV PENGOLAHAN DATA

Grafik 4. 1 Grafik Regresi Linier Kendaraan Golongan 1	124
Grafik 4. 2 Grafik Regresi Linier Kendaraan Golongan 2	126
Grafik 4. 3 Grafik Regresi Linier Kendaraan Golongan 3	128
Grafik 4. 4 Grafik Regresi Linier Kendaraan Golongan 4	129
Grafik 4. 5 Grafik Regresi Linier Kendaraan Golongan 5A	131
Grafik 4. 6 Grafik Regresi Linier Kendaraan Golongan 5B	132
Grafik 4. 7 Grafik Regresi Linier Kendaraan Golongan 6A	134
Grafik 4. 8 Grafik Regresi Linier Kendaraan Golongan 6B	135
Grafik 4. 9 Grafik Regresi Linier Kendaraan Golongan 7A	137
Grafik 4. 10 Grafik Regresi Linier Kendaraan Golongan 7B	138
Grafik 4. 11 Grafik Regresi Linier Kendaraan Golongan 7C	140
Grafik 4. 12 Kurva Basis Rencana	149

BAB V ANALISA DAN PERHITUNGAN STRUKTUR PERKERASAN JALAN

Grafik 5. 1 Analisa Fatik untuk STRT, Tanpa Bahu Beton	196
Grafik 5. 2 Analisa Fatik untuk STRG, Tanpa Bahu Beton	197
Grafik 5. 3 Analisa Fatik untuk STdRG, Tanpa Bahu Beton	198
Grafik 5. 4 Analisa Erosi untuk STRT, Tanpa Bahu Beton	199
Grafik 5. 5 Analisa Fatik untuk STRG, Tanpa Bahu Beton	200
Grafik 5. 6 Analisa Fatik untuk STdRG, Tanpa Bahu Beton	201
Grafik 5. 7 Intensitas Hujan Maksimum STA 51+250-51+880.....	211
Grafik 5. 8 Intensitas Hujan Maksimum STA 51+880 - 53+165.....	213
Grafik 5. 9 Intensitas Hujan Maksimum STA 53+165 - 54+225.....	214
Grafik 5. 10 Intensitas Hujan Maksimum STA 54+225 - 55+300.....	215
Grafik 5. 11 Intensitas Hujan Maksimum STA 55+300 - 55+900.....	216
Grafik 5. 12 Intensitas Hujan Maksimum STA 55+900 - 56+500.....	217

Grafik 5. 13 Intensitas Hujan Maksimum STA 56+500 - 57+065.....	218
Grafik 5. 14 Intensitas Hujan Maksimum 57+065 - 58+075	219
Grafik 5. 15 Intensitas Hujan Maksimum STA 58+075 – 58+250.....	220

DAFTAR TABEL

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Tabel 2. 1 Ketentuan Tipe Alinemen/ Medan Jalan.....	14
Tabel 2. 2 Kapasitas dasar tipe jalan 2/2TT	15
Tabel 2. 3 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Lajur Lalu Lintas (FCLJ)	15
Tabel 2. 4 Faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisahan arah (FCPA)	16
Tabel 2. 5 Kelas Hambatan Samping	17
Tabel 2. 6 Faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping (FCHS).....	18
Tabel 2. 7 Kebutuhan Lajur.....	20
Tabel 2. 8 Besarnya R minimum dan D maksimum untuk beberapa kecepatan rencana	25
Tabel 2. 9 Distribusi e dan D untuk nilai e maksimum = 0,10	27
Tabel 2. 10 Distribusi e dan D untuk nilai e maksimum = 0,08	28
Tabel 2. 11 Panjang Bagian Jalan Lurus Maksimum.....	29
Tabel 2. 12 Panjang Lengkung Peralihan.....	30
Tabel 2. 13 Jari – jari Minimum Lengkung Full Circle	31
Tabel 2. 14 Panjang Jarak Pandang Henti.....	38
Tabel 2. 15 Panjang Jarak Pandang Mendahului	39
Tabel 2. 16 Panjang Lengkung Vertikal.....	41

Tabel 2. 17 Landai Maksimum Menurut Bina Marga.....	44
Tabel 2. 18 Panjang Kritis Yang Di Isyaratkan	44
Tabel 2. 19 Konfigurasi Beban Sumbu	54
Tabel 2. 20 Jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan dan koefisien distribusi (C).....	55
Tabel 2. 21 Faktor pertumbuhan lalu lintas (R)	56
Tabel 2. 22 Faktor keamanan beban (FKB)	57
Tabel 2. 23 Penggunaan angker panel dan angker blok pada jalan dengan.....	58
Tabel 2. 24 Langkah langkah perencanaan tebal perkerasan	62
Tabel 2. 25 Diameter Ruji	70
Tabel 2. 26 Nilai Variabel Reduksi Gauss (Nilai K).....	76
Tabel 2. 27 Variasi YT	78
Tabel 2. 28 Nilai Y_n	78
Tabel 2. 29 Nilai S_n	79
Tabel 2. 30 Kecepatan aliran yang dizinkan berdasarkan dari jenis material.	84
Tabel 2. 31 Harga n untuk rumus manning.....	86
Tabel 2. 32 Nilai Faktor Daya Dukung Terzaghi.....	97

BAB IV PENGOLAHAN DATA

Tabel 4. 1 Data Jumlah Kendaraan Mojokerto-Mojosari Tahun 2015.....	111
---	-----

Tabel 4. 2 Data Jumlah Kendaraan Mojokerto-Mojosari Tahun 2016.....	113
Tabel 4. 3 Data Jumlah Kendaraan Mojokerto-Mojosari Tahun 2017.....	117
Tabel 4. 4 Data CBR Tanah Dasar Mojokerto-Mojosari .	121
Tabel 4. 5 Data Curah Hujan.....	122
Tabel 4. 6 Jumlah Kendaraan Golongan 1	123
Tabel 4. 7 Rekapitulasi Nilai Laju Pertumbuhan Kendaraan Golongan 1	125
Tabel 4. 8 Jumlah Kendaraan Golongan 2	126
Tabel 4. 9 Rekapitulasi Nilai Laju Pertumbuhan Kendaraan Golongan 2	127
Tabel 4. 10 Jumlah Kendaraan Golongan 3	127
Tabel 4. 11 Rekapitulasi Nilai Laju Pertumbuhan Kendaraan Golongan 3	128
Tabel 4. 12 Jumlah Kendaraan Golongan 4	129
Tabel 4. 13 Rekapitulasi Nilai Laju Pertumbuhan Kendaraan Golongan 4	130
Tabel 4. 14 Jumlah Kendaraan Golongan 5A	130
Tabel 4. 15 Rekapitulasi Nilai Laju Pertumbuhan Kendaraan Golongan 5A	131
Tabel 4. 16 Jumlah Kendaraan Golongan 5B	132
Tabel 4. 17 Rekapitulasi Nilai Laju Pertumbuhan Kendaraan Golongan 5B	133
Tabel 4. 18 Jumlah Kendaraan Golongan 6A	133

Tabel 4. 19 Rekapitulasi Nilai Laju Pertumbuhan Kendaraan Golongan 6A	134
Tabel 4. 20 Jumlah Kendaraan Golongan 6B	135
Tabel 4. 21 Rekapitulasi Nilai Laju Pertumbuhan Kendaraan Golongan 6B	136
Tabel 4. 22 Jumlah Kendaraan Golongan 7A	136
Tabel 4. 23 Rekapitulasi Nilai Laju Pertumbuhan Kendaraan Golongan 7A	137
Tabel 4. 24 Jumlah Kendaraan Golongan 7B	138
Tabel 4. 25 Rekapitulasi Nilai Laju Pertumbuhan Kendaraan Golongan 7B	139
Tabel 4. 26 Jumlah Kendaraan Golongan 7C	139
Tabel 4. 27 Rekapitulasi Nilai Laju Pertumbuhan Kendaraan Golongan 7C	140
Tabel 4. 28 Rekapitulasi Nilai Laju Pertumbuhan Kendaraan Semua Golongan	141
Tabel 4. 29 Nilai-nilai Ekuivalen Satuan Mobil Penumpang	142
Tabel 4. 30 Penentuan Jam Puncak Arus Lalu Lintas	142
Tabel 4. 31 Analisa Data Curah Hujan	147

BAB V ANALISA DATA

Tabel 5. 1 Rekapitulasi Alinemen Vertikal	150
Tabel 5. 2 Rekapitulasi Alinemen Horizontal	156
Tabel 5. 3 Pemisah Arah LHR 2017	157

Tabel 5. 4 Arus Lalu Lintas Tahun 2017 dan Nilai Pertumbuhan Kendaraan	160
Tabel 5. 5 Perhitungan Derajat Kejenuhan Kondisi Lapangan Tahun 2017.....	161
Tabel 5. 6 Perhitungan Derajat Kejenuhan Kondisi Lapangan Tahun 2037.....	162
Tabel 5. 7 Rekapitulasi Derajat Kejenuhan Kondisi Lapangan	163
Tabel 5. 8 Perhitungan Derajat Kejenuhan Setelah Ditingkatkan Tahun 2017.....	161
Tabel 5. 9 Perhitungan Derajat Kejenuhan Setelah Ditingkatkan Tahun 2037.....	162
Tabel 5. 10 Rekapitulasi Derajat Kejenuhan Setelah Ditingkatkan.....	163
Tabel 5. 11 Rekapitulasi Perhitungan Geometrik jalan Alinemen Horizontal.....	165
Tabel 5. 12 Jarak pandang henti (Jh) minimum berdasarkan V_r	166
Tabel 5. 13 Rekapitulasi Kontrol Alinemen Vertikal dilihat dari Jarak Pandang Henti untuk Lengkung Cembung.....	167
Tabel 5. 14 Rekapitulasi Evaluasi Kontrol Alinemen Vertikal dilihat dari Jarak Pandang Henti untuk Lengkung Cembung	168
Tabel 5. 15 Rekapitulasi Kontrol Alinemen Vertikal dilihat dari Jarak Pandang Henti untuk Lengkung Cekung.....	169

Tabel 5. 16 Rekapitulasi Evaluasi Kontrol Alinemen Vertikal dilihat dari Jarak Pandang Henti untuk Lengkung Cekung	170
Tabel 5. 17 Panjang Jarak Pandang Mendahului (Jd)	170
Tabel 5. 18 Rekapitulasi Kontrol Alinemen Vertikal dilihat dari Jarak Pandang Mendahului untuk Lengkung Cembung	172
Tabel 5. 19 Rekapitulasi Kontrol Alinemen Vertikal dilihat dari Jarak Pandang Mendahului untuk Lengkung Cekung	174
Tabel 5. 20 Rekapitulasi Kontrol Alinemen Vertikal dilihat dari Kenyamanan Pengemudi untuk Lengkung Cembung	175
Tabel 5. 21 Rekapitulasi Kontrol Alinemen Vertikal dilihat dari Kenyamanan Pengemudi untuk Lengkung Cekung..	176
Tabel 5. 22 Rekapitulasi Kontrol Alinemen Vertikal dilihat dari Keluwesan Bentuk untuk Lengkung Cembung	177
Tabel 5. 23 Rekapitulasi Kontrol Alinemen Vertikal dilihat dari Keluwesan Bentuk untuk Lengkung Cekung.....	178
Tabel 5. 24 Rekapitulasi Kontrol Alinemen Vertikal dilihat dari Persyaratan Drainase untuk Lengkung Cembung	179
Tabel 5. 25 Rekapitulasi Kontrol Alinemen Vertikal dilihat dari Persyaratan Drainase untuk Lengkung Cekung	180
Tabel 5. 26 Perhitungan Muatan Maksimum Kendaraan Mobil Penumpang	182
Tabel 5. 27 Perhitungan Muatan Maksimum Kendaraan Oplet Pickup.....	182

Tabel 5. 28 Perhitungan Muatan Maksimum Kendaraan Pickup.....	183
Tabel 5. 29 Perhitungan Muatan Maksimum Kendaraan Bus Kecil	183
Tabel 5. 30 Perhitungan Muatan Maksimum Kendaraan Bus Besar	183
Tabel 5. 31 Perhitungan Muatan Maksimum Kendaraan Truk 2 Sumbu 3/4	184
Tabel 5. 32 Perhitungan Muatan Maksimum Kendaraan Truk 2 Sumbu.....	184
Tabel 5. 33 Perhitungan Muatan Maksimum Kendaraan Truk 3 Sumbu.....	184
Tabel 5. 34 Perhitungan Muatan Maksimum Kendaraan Truk Gandeng	185
Tabel 5. 35 Perhitungan Muatan Maksimum Kendaraan Truk Trailer	185
Tabel 5. 36 Perhitungan Jumlah Sumbu Berdasarkan Jenis dan Bebannya.	186
Tabel 5. 37 Perhitungan Jumlah Repetisi Sumbu yang Terjadi	189
Tabel 5. 38 Perhitungan Analisa Fatik dan Erosi.....	195
Tabel 5. 39 Rekapitulasi Waktu Konsentrasi (Tc)	212
Tabel 5. 40 Rekapitulasi Intensitas Hujan Maksimum Berdasarkan Kurva Basis Intensitas Hujan Rencana	221
Tabel 5. 41 Rekapitulasi Perhitungan Debit (Q).....	223
Tabel 5. 42 Perhitungan i saluran.....	227

Tabel 5. 43 Rekapitulasi Kontrol Kecepatan Aliran (V)..	228
Tabel 5. 44 Rekapitulasi Kontrol Debit dan Dimensi Saluran	228
Tabel 5. 45 Hasil Tes Bor Log pada daerah Mojokerto- Mojoasari.....	231
Tabel 5. 46 Nilai Faktor Daya Dukung Terzaghi.....	238
Tabel 5. 47 Interpolasi Nilai Faktor Daya Dukung Terzghi	238
Tabel 5. 48 Rekapitulasi Perhitungan Berat dan Momen Dinding Penahan	239
Tabel 5. 49 Rekapitulasi Kontrol Keamanan Dinding Penahan	240

BAB VII PERHITUNGAN RENCANA ANGGARAN BIAYA

Tabel 7. 1 Harga Satuan Pekerja	256
Tabel 7. 2 Harga Satuan Alat	256
Tabel 7. 3 Harga Satuan Bahan.....	257
Tabel 7. 4 Pekerjaan Pembersihan Lapangan dan Perataan (M2).....	258
Tabel 7. 5 Pekerjaan Pengupasan Aspal (M3)	258
Tabel 7. 6 Pekerjaan Timbunan Pilihan (M3).....	259
Tabel 7. 7 Pekerjaan Lapis Pondasi Atas (LPA) Kelas A (M3)	259
Tabel 7. 8 Pekerjaan Bahu Agregat Kelas S (M3)	260

Tabel 7. 9 Pekerjaan Galian Tanah Biasa Untuk Konstruksi Dinding Penahan Kedalaman 0 – 2 m (M3).....	260
Tabel 7. 10 Pekerjaan Kontruksi Dinding Penahan (M3)	261
Tabel 7. 11 Pekerjaan CBK Beton K-125 (M3).....	261
Tabel 7. 12 Perkerasan Kaku K-350 (M3)	262
Tabel 7. 13 Pekerjaan Joint Sealant (M2)	263
Tabel 7. 14 Pekerjaan Pembesian dengan Besi Beton Polos/Ulir (Kg).....	263
Tabel 7. 15 Pekerjaan Galian Drainase (M3).....	264
Tabel 7. 16 Pekerjaan Penurunan dan Pemasangan U-ditch 60x80x120 (M).....	264
Tabel 7. 17 Pekerjaan Marka Jalan (M)	265
Tabel 7. 18 Rekapitulasi RAB.....	266

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Transportasi dapat diartikan sebagai usaha yang dilakukan manusia untuk memindahkan atau menggerakkan baik barang ataupun manusia itu sendiri dari lokasi semula ketempat yang dikehendaki. Permasalahan yang ditimbulkan dari transportasi akan berpengaruh pada sektor ekonomi, sosial dan budaya, sehingga sistem transportasi harus di tata sedemikian rupa agar memenuhi nilai-nilai ideal ketertiban, kelancaran, keselamatan, keteraturan dan keamanan. Dengan penanganan transportasi yang tepat suatu wilayah tersebut dapat maju dan berkembang serta mempengaruhi semua aspek kehidupan bangsa dan negara.

Bagian penting dari transportasi salah satunya, yaitu jalan yang menjadi akses perpindahan tempat. Menurut undang-undang No. 38/ 2004 tentang jalan, pengertian jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang ada di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori dan jalan kabel. Jalan merupakan sarana yang sangat penting peranannya dalam pertumbuhan ekonomi suatu wilayah agar tercapai keseimbangan dan pemerataan pembangunan antar daerah. Selama ini jalan pada ruas Mojosari - Mojokerto telah berperan sebagai salah satu gerbang yang menghubungkan arus transportasi dari Surabaya (kota terbesar kedua di Indonesia), melalui kota Sidoarjo dan Mojokerto sampai ke Kota Jombang. Dengan semakin besarnya pertumbuhan ekonomi di wilayah Jawa Timur maka semakin besar pula tuntutan arus transportasi yang lancar di Jawa Timur. Dengan besarnya arus transportasi yang menuju ke Kota Surabaya, maka perlu diperhatikan kondisi jalan tersebut.

Jalan yang menggunakan perkerasan lentur atau aspal, cenderung memiliki umur rencana yang lebih pendek karena setiap

memasuki musim hujan aspal yang terkena air dan di lewati beban lalu lintas yang berat akan lebih cepat mengalami degradasi sehingga menyebabkan adanya retak dan lubang pada jalan. Oleh karena itu selalu ada perbaikan jalan yang dilakukan setelah melewati musim hujan. Dalam hal ini perlu diperhatikan desain drainase dan perkerasan jalan yang akan direncanakan. Selain itu perkerasan lentur bergantung pada kondisi tanah pondasi yang di bawahnya

Dibandingkan dengan menggunakan perkerasan lentur perkerasan kaku lebih tahan terhadap kondisi cuaca hujan, umur rencana yang lebih lama, mampu menahan beban kendaraan berat dan *life-cycle-cost* lebih murah karena tidak memerlukan perawatan yang rutin sampai umur efektif. Dalam perencanaan perkerasan kaku yang berada di atas tanah timbunan, perlu diperhatikan unsur sliding dari tanah timbunan di badan jalan yang ditinjau. Sliding atau longsoran tanah disebabkan karena tanah yang kurang padat, tingginya curah hujan, beban berlebih, lereng yang terjal. Untuk mengantisipasi kondisi tersebut salah satunya di buatkan bangunan penunjang berupa dinding penahan.

Jalan yang akan ditingkatkan adalah pada ruas jalan Mojosari – Mojokerto STA 51+000 – STA 58+000. Ruas jalan ini merupakan salah satu penghubung kota besar yaitu Kota Surabaya dan kota-kota disekitarnya. Dimana untuk kedepannya dengan selesainya pembangunan peningkatan ruas jalan Mojosari - Mojokerto maka akan menjadi sangat penting dampak pembangunan di wilayah Kabupaten Mojokerto, tapi juga sebagai pembangkit perekonomian di Jawa Timur. Dengan ini maka diharapkan perekonomian Kabupaten Mojokerto juga akan terangkat.

1.2 Perumusan Masalah

Dari latar belakang di atas, maka dapat di buat rumusan masalah dari penulisan Tugas Akhir yang harus diselesaikan antara lain :

1. Berapa pelebaran jalan yang diperlukan untuk umur rencana (UR) 20 tahun pada ruas jalan tersebut?
2. Bagaimana kontrol geometrik jalan yang meliputi alinyemen horizontal dan alinyemen vertikal?
3. Berapa tebal dari perkerasan yang dibutuhkan untuk umur rencana (UR) 20 tahun mendatang dengan menggunakan metode perkerasan Beton Bersambung Tanpa Tulangan (BBTT) dan bagaimana merancang bangunan penunjangnya?
4. Berapa dimensi saluran tepi yang sesuai untuk perencanaan jalan tersebut?
5. Bagaimana desain dinding penahan yang sesuai untuk mencegah terjadinya kelongsoran pada daerah persawahan yang di tepi jalan?
6. Bagaimana metode pelaksanaan yang dilakukan pada peningkatan jalan yang menggunakan perkerasan kaku dengan memperhatikan kondisi lingkungan sekitar yang ada di lapangan?
7. Berapa nilai anggaran biaya yang diperlukan untuk pembangunan jalan tersebut?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan permasalahan yang akan di bahas dalam penulisan tugas akhir ini untuk menghindari pembahasan yang terlalu meluas, meliputi :

1. Tidak membahas struktur jembatan
2. Tidak membahas struktur gorong-gorong.
3. Untuk perencanaan drainase permukaan jalan tidak memperhitungkan volume buangan air dari saluran irigasi.
4. Tidak membahas manajemen dan keselamatan lalu lintas.
5. Tidak membahas permasalahan lalu lintas disekitar lokasi studi.

1.4 Tujuan

Dengan berlandaskan pada rumusan masalah di atas, maka tujuan penulisan Tugas Akhir ini adalah:

1. Mengetahui lebar jalan yang diperlukan untuk umur rencana (UR) 20 tahun pada ruas jalan Mojokerto - Mojokerto.
2. Mengontrol geometrik jalan yang meliputi alinyemen horizontal dan alinyemen vertical yang aman dan nyaman.
3. Menghitung tebal dari perkerasan yang dibutuhkan untuk umur rencana (UR) 20 tahun mendatang dengan menggunakan metode perkerasan Beton Bersambung Tanpa Tulangan (BBTT) dan merencanakan bangunan penunjang.
4. Merencanakan dimensi saluran tepi yang sesuai untuk perencanaan jalan tersebut.
5. Merencanakan dinding penahan yang sesuai untuk mencegah terjadinya kelongsoran pada daerah persawahan yang di tepi jalan.
6. Menentukan metode pelaksanaan yang tepat pada peningkatan jalan yang menggunakan perkerasan kaku dengan memperhatikan kondisi lingkungan sekitar yang ada di lapangan.
7. Menghitung nilai anggaran biaya yang diperlukan untuk pembangunan jalan tersebut.

1.5 Manfaat

Manfaat dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Tugas Akhir peningkatan jalan dengan perkerasan perkerasan Beton Bersambung Tanpa Tulangan (BBTT) ruas jalan Mojokerto – Mojokerto menjadi syarat kelulusan bagi penulis.
2. Memberikan gambaran tentang peningkatan jalan dengan perkerasan Beton Bersambung Tanpa Tulangan (BBTT) kepada pembaca.
3. Mahasiswa mampu mengaplikasikan keseluruhan ilmu yang telah di pelajari.

4. Dapat digunakan sebagai referensi bagi mahasiswa, pemerintah atau instansi yang terkait dalam melaksanakan perencanaan serupa.

1.6 Lokasi Studi

Lokasi peningkat jalan berada pada ruas jalan Mojokerto – Mojosari STA 51+000 sampai dengan STA 58+000 yang berada pada Kecamatan Mojosari, seperti terlihat pada gambar 1.1 dan gambar 1.2.



Gambar 1.1 Peta Kota Mojokerto

Sumber: mojokerto.bps.go.id



Gambar 1.2 Lokasi Proyek

Sumber: Google Maps

Kondisi ruas jalan Mojokerto – Mojosari untuk saat ini dan lokasi yang direncanakan untuk dinding penahan dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 1.3 Kondisi Jalan STA 51+250

Sumber: Dokumen Pribadi



Gambar 1.4 Kondisi Jalan STA 52+000
Sumber: Dokumen Pribadi



Gambar 1.5 Lokasi Perencanaan Dinding Penahan STA 52+000
Sumber: Dokumen Pribadi



Gambar 1.6 Lokasi Perencanaan Dinding Penahan STA 56+750

Sumber: Dokumen Pribadi



Gambar 1.7 Kondisi Jalan STA 53+000

Sumber: Dokumen Pribadi



Gambar 1.8 Kondisi Jalan STA 54+000

Sumber: Dokumen Pribadi



Gambar 1.9 Kondisi Jalan STA 55+000

Sumber: Dokumen Pribadi



Gambar 1.10 Kondisi Jalan STA 56+000
Sumber: Dokumen Pribadi



Gambar 1.11 Kondisi Jalan STA 57+000
Sumber: Dokumen Pribadi



Gambar 1.12 Kondisi Drainase STA 57+000

Sumber: Dokumen Pribadi



Gambar 1.13 Kondisi Jalan STA 58+000

Sumber: Dokumen Pribadi



**Gambar 1.13 Lokasi Perencanaan Dinding Penahan STA
57+000**

Sumber: Dokumen Pribadi

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Analisa Kapasitas Jalan Luar Kota

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum yang dapat dipertahankan per satuan jam yang melewati suatu segmen jalan dalam kondisi yang ada. Untuk jalan 2/2TT, kapasitas didefinisikan untuk arus dua-arah, tetapi untuk jalan dengan banyak lajur, arus dipisahkan per arah perjalanan dan kapasitas didefinisikan per lajur. Nilai kapasitas telah diamati melalui pengumpulan data lapangan. Analisa perhitungan kapasitas jalan luar kota ini mengacu pada pedoman PKJI 2014 mengenai Kapasitas Jalan Luar Kota, dengan persamaan sebagai berikut,

$$C = C_0 \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana :

C = Kapasitas (skr/jam)

C_0 = Kapasitas dasar (skr/jam)

FC_{LJ} = Faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas

FC_{PA} = Faktor penyesuaian pemisahan arah

FC_{HS} = faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan

2.1.1 Kapasitas Dasar (C_0)

Kapasitas dasar adalah kapasitas suatu segmen jalan (skr/jam) untuk suatu set kondisi jalan yang ditentukan sebelumnya (geometrik, pola arus lalu lintas dan faktor lingkungan). Kapasitas

jalan diperoleh berdasarkan dari tipe jalan dan tipe alinemen, dimana terdapat 5 tipe jalan untuk jalan luar kota, yaitu:

1. 2 lajur 1 arah (2/1)
2. 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2TT)
3. 4 lajur 2 arah tak terbagi (4/2TT)
4. 4 lajur 2 arah tak terbagi (4/2T)
5. 6 lajur 2 arah terbagi (6/2T)

Untuk lokasi jalan yang ditinjau termasuk dalam tipe jalan 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2TT), sedangkan untuk mengetahui tipe alinemen ditentukan dari naik turun lengkung vertikal dan lengkung horizontal dengan menggunakan rumus sebagai berikut

$$\text{Alinemen vertikal} = \frac{\Sigma \Delta H}{\Sigma \text{ Panjang jalan}} \text{ (m/km)} \dots \dots \dots (2.2)$$

$$\text{Alinemen horizontal} = \frac{\frac{\Sigma \Delta}{360} \times 2 \text{ rad } \pi}{\Sigma \text{ Panjang jalan}} \text{ (rad/km)} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana:

$\Sigma \Delta H$ = Jumlah beda tinggi (m)

$\Sigma \Delta$ = Jumlah sudut tikungan (°)

Dari perhitungan alinemen vertikal dan alinemen horizontal, maka dapat ditentukan tipe alinemen jalan yang bisa dilihat pada tabel 2.1 dibawah ini

Tabel 2.1 Ketentuan Tipe Alinemen/ Medan Jalan

Tipe alinemen jalan	Lengkung vertikal naik+turun, m/km	Lengkung horizontal, rad/km
Datar	<10 (5)	< 1,0 (0,25)
Bukit	10 – 30 (25)	1,0 – 2,5 (2,00)
Gunung	> 30 (45)	> 2,5 (3,50)

Sumber: Tabel 3: PKJI 2014, hal 7

Pada tabel di atas nilai-nilai dalam kurung digunakan untuk mengembangkan grafik untuk tipe alinemen standar.

Dengan meninjau dari tipe jalan dan tipe alinemen, maka kapasitas dasar dapat diperoleh dengan melihat pada tabel 2.2 berikut.

Tabel 2. 2Kapasitas dasar tipe jalan 2/2TT

Tipe Jalan	Tipe Alinemen	Kapasitas Dasar, smp/jam/lajur
2/2TT	Datar	3100
	Bukit	3000
	Gunung	2900

Sumber: Tabel 26:PKJI 2014, hal 55

2.1.2 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Lajur Lalu Lintas (FC_{LJ})

Untuk menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas dapat ditinjau dari lebar efektif atau lajur lalu lintas (L_{JE}) dan tipe jalan seperti tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Lajur Lalu Lintas ($FCLJ$)

Tipe Jalan	Lebar Lajur Lalu Lintas (FC_{LJ}), m	FC_{LJ}	
4/2T Dan 6/2T	Per Lajur	3,00	0,91
		3,25	0,96
		3,50	1,00
		3,75	1,03
4/2TT	Per Lajur	3,00	0,91
		3,25	0,96
		3,50	1,00
		3,75	1,03
2/2TT	Total 2 Lajur	5,00	0,69
		6,00	0,91
		7,00	1,00

Tipe Jalan	Lebar Lajur Lalu Lintas (FC_{LJ}), m	FC_{LJ}	
		8,00	1,08
	9,00	1,15	
	10,00	1,21	
	11,00	1,27	

Sumber: Tabel 27: PKJI 2014, hal 56

Faktor penyesuaian kapasitas jalan dengan lebih dari enam lajur dapat ditentukan dengan menggunakan angka-angka per lajur yang diberikan untuk jalan empat dan enam lajur dalam Tabel 2.3.

2.1.3 Faktor Penyesuaian kapasitas akibat pemisahan arah (FC_{PA})

Faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisah arah dapat dapat diperoleh dalam tabel 2.4 dibawah ini.

Tabel 2. 4 Faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisahan arah (FC_{PA})

Pemisah arah SP, % - %		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FCSP	Dua Lajur: 2L2A	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	Empat lajur: 4L2A	1,00	0,975	0,95	0,925	0,90

Sumber: Tabel 28: PKJI 2014, hal 56

2.1.4 Faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping (FC_{HS})

Dalam menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping harus diketahui terlebih dahulu kelas hambatan samping. Hambatan samping adalah pengaruh kegiatan di samping ruas jalan terhadap kinerja lalu lintas, misalnya pejalan kaki (bobot = 0,6), penghentian kendaraan umum atau kendaraan lainnya

(bobot = 0,8), kendaraan masuk dan keluar lahan di samping jalan (bobot = 1,0), dan kendaraan lambat (bobot = 0,4). Klasifikasi untuk kelas hambatan samping bisa dilihat pada Tabel 2.5 di bawah ini.

Tabel 2. 5 Kelas Hambatan Samping

Kelas hambatan samping	Frekuensi kejadian di kedua sisi jalan	Ciri-ciri khusus
Sangat rendah	< 50	Pedesaan: pertanian atau belum berkembang
Rendah	50 – 150	Pedesaan: beberapa bangunan dan kegiatan samping jalan
Sedang	150 – 250	Kampung: kegiatan permukiman
Tinggi	250 – 350	Kampung: beberapa kegiatan pasar
Sangat Tinggi	> 350	Mendekati perkotaan: banyak pasar/kegiatan niaga

Sumber: Tabel 1: PKJI 2014, hal 4

Tingkat kelas hambatan samping yang sudah di dapat dari tabel 2.5 di atas selanjutnya akan digunakan untuk menentukan factor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping (FC_{HS}) yang ada pada tabel 2.6 berdasarkan pada lebar efektif bahu L_{BE} .

Tabel 2. 6 Faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping (FCHS)

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping	Faktor penyesuaian akibat hambatan samping (FC_{HS})			
		Lebar bahu efektif L_{BE} , m			
		< 0,5	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2T	Sangat Rendah	0,99	1,00	1,01	1,03
	Rendah	0,96	0,97	0,99	1,01
	Sedang	0,93	0,95	0,96	0,99
	Tinggi	0,90	0,92	0,95	0,97
	Sangat Tinggi	0,88	0,90	0,93	0,96
2/2TT dan 4/2TT	Sangat Rendah	0,97	0,99	1,00	1,02
	Rendah	0,93	0,95	0,97	1,00
	Sedang	0,88	0,91	0,94	0,98
	Tinggi	0,84	0,87	0,91	0,95
	Sangat Tinggi	0,80	0,83	0,88	0,93

Sumber: Tabel 28: PKJI 2014, hal 56

2.1.5 Penentuan kapasitas pada kondisi lapangan

Penentuan kapasitas jalan pada kondisi lapangan berdasarkan dari data yang telah diperoleh dimasukkan kedalam persamaan berikut:

$$C = C_0 \times FC_{LJ} \times FC_{PA} \times FC_{HS} \dots\dots(2.4)$$

Dimana :

C = Kapasitas (skr/jam)

C_0 = Kapasitas dasar (skr/jam)

FC_{LJ} = Faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas

FC_{PA} = Faktor penyesuaian pemisahan arah

FC_{HS} = faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan

2.1.6 Derajat Kejenuhan (D_j)

Derajat kejenuhan adalah rasio antara arus lalu lintas terhadap kapasitas jalan. digunakan sebagai faktor kunci dalam penentuan kinerja lalu lintas pada suatu simpang dan juga segmen jalan. Nilai D_j menunjukkan apakah segmen jalan akan mempunyai masalah kapasitas atau tidak. Persamaan umum derajat kejenuhan adalah:

$$D_j = \frac{Q}{C} \leq 0,75 \dots \dots (2.5)$$

Dimana :

Q = Arus total lalu lintas (skr/jam)

C = Kapasitas jalan (skr/jam)

Derajat kejenuhan dinyatakan tanpa satuan, dihitung dengan menggunakan arus dan kapasitas yang masing-masing dinyatakan dalam skr/jam.

2.2 Kontrol Geometrik Jalan

Dalam perencanaan jalan, bentuk geometrik jalan harus ditentukan sedemikian rupa sehingga jalan tersebut dapat memberikan kenyamanan dan keamanan bagi pengendara sesuai fungsi jalan tersebut. Keamanan dan kenyamanan pengendara tergantung dari kondisi eksisting geomtrik jalan tersebut sehingga perencanaan geometric harus dibuat sebaik mungkin. Perencanaan geometric meliputi :

2.2.1 Kebutuhan lajur

Lajur didefinisikan bagian jalur yang memanjang, dengan atau tanpa marka jalan, memiliki lebar yang cukup untuk dilewati suatu kendaraan bermotor. Kemiringan lajur kea rah melintang umumnya sekitar 2 – 3 %. Lebar lajur tidak boleh lebih besar dari lebar lajur pada pendekatan untuk tipe dan kelas jalan yang relevan. Lebar lajur ideal dapat dilihat pada tabel 2.7

Tabel 2. 7 Kebutuhan Lajur

Fungsi	Kelas	Lebar Lajur Ideal, m
Arteri	I	3,75
	II, III A	3,50
Kolektor	III A, III B	3,00
Lokal	III C	3,00

Sumber : TPGAJK Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota

2.2.2 Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal adalah kumpulan titik – titik yang membentuk garis (lurus atau lengkung) sebagai proyeksi sumbu atau as jalan pada bidang horizontal. Alinyemen horizontal terdiri atas bagian lurus dan bagian lengkung atau biasa disebut tikungan yang berfungsi untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima oleh kendaraan yang berjalan pada kecepatan V_r .

Gaya sentrifugal dapat mendorong kendaraan secara radial ke arah luar lengkung. Gaya ini arahnya tegak lurus terhadap arah laju kendaraan yang mengakibatkan ketidaknyamanan bagi pengguna jalan. Hal – hal yang harus diperhatikan dalam perencanaan alinyemen horizontal untuk menghasilkan perencanaan yang baik diantaranya :

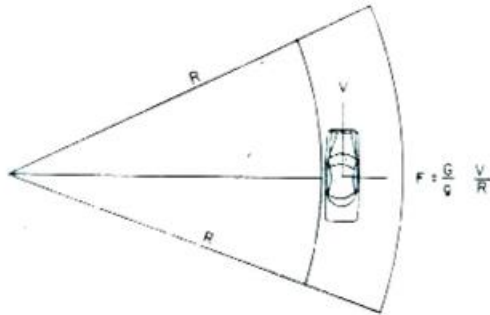
a. Gaya Sentrifugal

Apabila suatu kendaraan bergerak dengan kecepatan tetap V pada bidang datar atau miring dengan lintasan berbentuk suatu lengkung seperti lingkaran seperti pada gambar 2.1 maka kendaraan tersebut bekerja gaya kecepatan V dan gaya sentrifugal F . Gaya sentrifugal mendorong kendaraan secara radial keluar dari jalur jalannya, berarah tegak lurus terhadap gaya kecepatan sebesar V . Gaya sentrifugal yang terjadi yaitu :

$$F = m \cdot a \dots \dots (2.6)$$

Dengan demikian, besarnya gaya sentrifugal dapat ditulis sebagai berikut :

$$F = \frac{G \cdot V^2}{g \cdot R} \dots \dots (2.7)$$



Gambar 2. 1 Gaya sentrifugal pada kendaraan yang melewati tikungan

Sumber : TPGAJK Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota

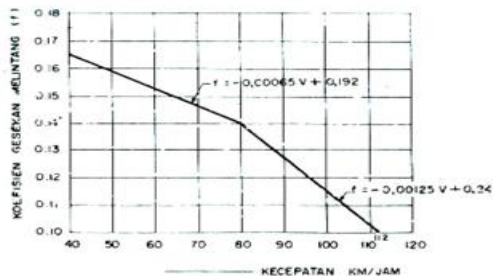
Dimana:

m	= massa, (G/g)
G	= berat kendaraan, (kg)
a	= percepatan sentrifugal, (V^2/R)
V	= kecepatan kendaraan, (km/jam)
R	= jari – jari lengkung lintasan, (m)

b. Gaya Gesekan Melintang antara Ban Kendaraan dan Permukaan Jalan

Gaya gesekan melintang (F_s) merupakan besarnya gesekan yang timbul antara ban dan permukaan jalan dalam arah melintang jalan yang berfungsi untuk mengimbangi gaya sentrifugal. Besarnya koefisien gesekan (f) dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jenis dan kondisi ban, tekanan ban, kekerasan perkerasan, kecepatan kendaraan, dan kondisi cuaca. Nilai koefisien gesekan melintang yang dipergunakan untuk perencanaan harus merupakan nilai yang telah mempertimbangkan faktor keamanan pengemudi sehingga bukanlah merupakan nilai maksimum yang terjadi. Untuk kecepatan rendah diperoleh koefisien gesekan melintang yang rendah.

● Koefisien gesekan melintang maksimum untuk desain (berdasarkan TEH'92 dalam satuan SI).



Untuk kecepatan rencana <math>< 80</math> km/jam berlaku $f = -0,00065 V + 0,192$ dan untuk kecepatan rencana antara $80 - 112$ km/jam berlaku $f = -0,00125 V + 0,24$

Gambar 2. 2 Koefisien gesekan melintang maksimum untuk desain

Sumber : TPGAJK Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota

c. Kemiringan Melintang Permukaan Pada Lengkung Horizontal

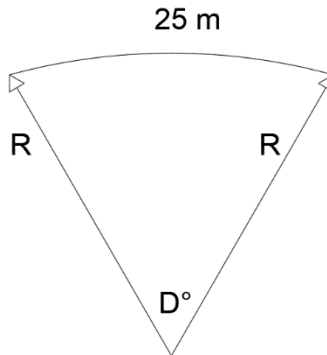
Komponen gaya berat kendaraan berfungsi untuk mengimbangi gaya sentrifugal diperoleh dengan cara membuat kemiringan melintang jalan. Kemiringan melintang jalan pada lengkung jalan bertujuan untuk memperoleh komponen gaya berat kendaraan guna mengimbangi gaya sentrifugal, kemiringan melintang biasa disebut superelevasi (e). besarnya nilai superelevasi maksimum ini menurut Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (Bina Marga, 1997) ditetapkan sebesar 10 % dan dibatasi oleh beberapa keadaan, seperti berikut :

- Keadaan cuaca, seperti turun hujan dan berkabut
- Untuk jalan yang berada di daerah yang sering turun hujan, berkabut, superelevasi maksimum yang dipilih lebih rendah daripada jalan yang berada pada cuaca yang selalu baik.

- Keadaan medan, seperti datar, berbukit – bukit atau pegunungan.

d. Derajat Lengkung

Derajat lengkung, dalam derajat ($^{\circ}$) adalah besarnya sudut lengkung yang menghasilkan panjang busur 25 m. dalam perencanaan apabila semakin besar nilai R maka semakin kecil nilai D dan semakin tumpul lengkung horizontal rencana. Sebaliknya, semakin kecil nilai R maka nilai D akan semakin besar dan semakin tajam lengkung horizontal yang direncanakan.



Gambar 2. 3 Korelasi antara derajat lengkung (D°) dan Radius Lengkung (R)

Sumber : TPGAJK Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota

$$D = \frac{25}{2\pi.R} \times 360 \dots \dots (2.8)$$

$$D = \frac{1432,39}{R} \text{ derajat } (^{\circ}) \dots \dots (2.9)$$

e. Jari – Jari Tikungan

Alinyemen horizontal radius tikungan dipengaruhi oleh nilai e dan f serta nilai kecepatan rencana yang ditetapkan. Berarti terdapat nilai radius minimum untuk nilai superelevasi maksimum dan koefisien gesekan melintang maksimum. Dengan pertimbangan tersebut maka dapat ditentukan besarnya radius minimum tersebut dengan rumus :

$$R_{min} = \frac{V^2}{127.(e_{maks} + f_{maks})} \dots\dots (2.10)$$

Dengan :

R_{min} = jari – jari minimum (m)

V = kecepatan kendaraan (km/jam)

e_{maks} = superelevasi maksimum (%)

f = koefisien gesekan melintang

Untuk superelevasi maksimum 8% dan 10% serta untuk koefisien gesekan melintang maksimum sehubungan dengan nilai kecepatan rencana yang dipilih dapat dilihat pada table 2.2 :

Tabel 2. 8 Besarnya R minimum dan D maksimum untuk beberapa kecepatan rencana

Kecepatan Rencana km/jam	e_{maks} m/m'	f_{maks}	R_{min} (Perhitungan) m	R_{min} Desain m	D_{maks} Desain (°)
40	0,10	0,166	47,363	47	30,48
	0,08		51,213	51	28,09
50	0,10	0,160	75,858	76	18,85
	0,08		82,192	82	17,47
60	0,10	0,153	112,041	112	12,79
	0,08		121,659	122	11,74
70	0,10	0,147	156,522	157	9,12
	0,08		170,343	170	8,43

80	0,10	0,140	209,974	210	6,82
	0.08		229,062	229	6,25
90	0,10	0,128	280,350	280	5,12
	0.08		307,371	307	4,67
100	0,10	0,115	366,233	366	3,91
	0.08		403,796	404	3,55
110	0,10	0,103	470,497	470	3,05
	0.08		522,058	522	2,74
120	0,10	0,090	596,768	597	2,40
	0.08		666,975	667	2,15

Sumber : Bina Marga, 1997

f. Nilai Superelevasi dan Koefisien Gesekan Melintang

Gaya sentrifugal yang timbul diimbangi bersama – sama oleh komponen gaya berat kendaraan akibat adanya superelevasi (e) dan gaya gesekan melintang antara permukaan jalan dan ban kendaraan. Di Indonesia distribusi nilai superelevasi (e) yang dipergunakan untuk perencanaan berdasarkan metode Bina Marga adalah sebesar 8 % dan 10 %. Distribusi nilai superelevasi (e) untuk e maksimum 10 % dan 8 % tersebut dapat dilihat pada table 2.9 dan 2.10.

Tabel 2. 9 Distribusi e dan D untuk nilai e maksimum = 0,10

D (o)	R (m)	V - 50 km/jam e	V - 60 km/jam e	V - 70 km/jam e	V - 80 km/jam e	V - 90 km/jam e	V - 100 km/jam e	V - 110 km/jam e	V - 120 km/jam e
0,15	9549	0,002	0,002	0,003	0,004	0,005	0,007	0,008	0,009
0,20	7162	0,002	0,003	0,004	0,006	0,007	0,009	0,011	0,013
0,25	5730	0,003	0,004	0,005	0,007	0,009	0,011	0,013	0,016
0,50	2865	0,005	0,008	0,011	0,014	0,017	0,021	0,026	0,030
0,75	1910	0,008	0,012	0,016	0,020	0,025	0,031	0,037	0,044
0,95	1500	0,010	0,015	0,020	0,025	0,032	0,039	0,046	0,055
1,00	1432	0,011	0,015	0,021	0,027	0,033	0,040	0,048	0,057
1,25	1146	0,013	0,019	0,025	0,033	0,040	0,049	0,059	0,069
1,43	1000	0,015	0,022	0,029	0,037	0,046	0,055	0,066	0,077
1,50	955	0,016	0,023	0,030	0,038	0,047	0,057	0,068	0,080
1,59	900	0,017	0,024	0,032	0,040	0,050	0,060	0,071	0,084
1,75	819	0,018	0,026	0,035	0,044	0,054	0,065	0,077	0,090
1,79	800	0,019	0,027	0,035	0,045	0,055	0,066	0,078	0,091
2,00	716	0,021	0,029	0,039	0,049	0,060	0,072	0,085	0,096
2,05	700	0,021	0,030	0,040	0,050	0,061	0,073	0,086	0,097
2,39	600	0,025	0,035	0,045	0,057	0,069	0,082	0,094	0,100
2,50	573	0,026	0,036	0,047	0,059	0,072	0,085	0,096	
2,86	500	0,029	0,041	0,053	0,065	0,079	0,092	0,100	
3,00	477	0,030	0,042	0,055	0,068	0,081	0,094	0,100	
3,50	409	0,035	0,048	0,062	0,076	0,089	0,099		
3,58	400	0,036	0,049	0,063	0,077	0,090	0,099		
4,00	358	0,039	0,054	0,068	0,082	0,095			
4,50	318	0,043	0,059	0,074	0,088	0,099			
4,77	300	0,046	0,062	0,077	0,091	0,100			
5,00	286	0,048	0,064	0,079	0,093	0,100			
6,00	239	0,055	0,073	0,088	0,098				
7,00	205	0,062	0,080	0,094	0,100				
7,16	200	0,063	0,081	0,095	0,100				
8,00	179	0,068	0,086	0,098					
9,00	159	0,074	0,091	0,099					
9,55	150	0,077	0,094						
10,00	143	0,079	0,095						
11,00	130	0,083	0,098						
12,00	119	0,087	0,100						
13,00	110	0,091							
14,00	102	0,093							
14,32	100	0,094							
15,00	95	0,096							
16,00	90	0,097							
17,00	84	0,099							
18,00	80	0,099							

Sumber : Bina Marga 1997

Tabel 2. 10 Distribusi e dan D untuk nilai e maksimum = 0,08

D (o)	R (m)	V = 50	V = 60	V = 70	V = 80	V = 90	V = 100	V = 110	V = 120
		km/jam e	km/jam e	km/jam e	km/jam e	km/jam e	km/jam e	km/jam e	km/jam e
0,15	9549	0,002	0,002	0,003	0,004	0,005	0,007	0,008	0,009
0,20	7162	0,002	0,003	0,004	0,006	0,007	0,009	0,010	0,012
0,25	5730	0,003	0,004	0,005	0,007	0,009	0,011	0,013	0,015
0,50	2865	0,005	0,008	0,010	0,014	0,017	0,021	0,025	0,029
0,75	1910	0,008	0,011	0,015	0,020	0,025	0,030	0,036	0,042
0,95	1500	0,010	0,014	0,019	0,025	0,031	0,037	0,044	0,051
1,00	1432	0,011	0,015	0,020	0,026	0,032	0,038	0,046	0,053
1,25	1146	0,013	0,019	0,025	0,031	0,038	0,046	0,054	0,063
1,43	1000	0,015	0,021	0,028	0,035	0,043	0,051	0,060	0,070
1,50	955	0,016	0,022	0,029	0,036	0,045	0,053	0,062	0,072
1,59	900	0,017	0,023	0,030	0,038	0,047	0,055	0,065	0,074
1,75	819	0,018	0,025	0,033	0,041	0,050	0,059	0,069	0,077
1,79	800	0,018	0,026	0,034	0,042	0,051	0,060	0,070	0,077
2,00	716	0,020	0,028	0,037	0,046	0,055	0,065	0,074	0,080
2,05	700	0,021	0,029	0,038	0,047	0,056	0,065	0,074	0,080
2,39	600	0,024	0,033	0,043	0,052	0,062	0,071	0,079	
2,50	573	0,025	0,034	0,044	0,054	0,064	0,073	0,079	
2,86	500	0,028	0,038	0,049	0,059	0,069	0,077	0,080	
3,00	477	0,029	0,040	0,050	0,060	0,070	0,078		
3,50	409	0,033	0,045	0,056	0,065	0,075	0,080		
3,58	400	0,034	0,045	0,057	0,067	0,076	0,080		
4,00	358	0,037	0,049	0,061	0,071	0,079			
4,50	318	0,041	0,053	0,064	0,074	0,080			
4,77	300	0,043	0,055	0,067	0,076	0,080			
5,00	286	0,044	0,057	0,068	0,077	0,080			
6,00	239	0,050	0,063	0,074	0,080				
7,00	205	0,056	0,068	0,078					
7,16	200	0,056	0,069	0,079					
8,00	179	0,060	0,073	0,080					
9,00	159	0,064	0,076	0,080					
9,55	150	0,066	0,077						
10,00	143	0,068	0,078						
11,00	130	0,071	0,079						
12,00	119	0,074	0,079						
13,00	110	0,076							
14,00	102	0,078							
14,32	100	0,078							
15,00	95	0,079							
16,00	90	0,080							
17,00	84	0,080							
18,00	80	0,099							

Sumber : Bina marga 1997

g. Panjang Bagian Jalan Yang Lurus

Dengan mempertimbangkan faktor keselamatan pengguna jalan ditinjau dari segi kelelahan pengemudi, panjang maksimum bagian jalan yang lurus harus ditempuh dalam waktu tidak lebih

dari 2,5 menit sesuai V rencana (V_r). Panjang bagian jalan lurus maksimum dapat dilihat pada tabel 2.11.

Tabel 2. 11 Panjang Bagian Jalan Lurus Maksimum

Fungsi	Panjang Bagian Lurus Maksimum (m)		
	Datar	Perbukitan	Pegunungan
Arteri	3000	2500	2000
Kolektor	2000	1750	1500

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Bina Marga 1997

h. Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan adalah bagian dari alinyemen geometrik jalan yang merupakan transisi dari alinyemen lurus (tangent) ke lingkaran (circle) atau dari alinyemen lurus ke alinyemen lurus, atau dari alinyemen lingkaran ke lingkaran pada suatu tikungan. Fungsi dari lengkung peralihan diantaranya :

1. Membuat gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan dapat berubah secara berangsur angsur.
2. Tempat berubahnya kemiringan perkerasan untuk mengimbangi gaya sentrifugal.
3. Tempat mulainya perubahan lebar perkerasan untuk mengakomodasi radius putar kendaraan.
4. Memudahkan pengemudi agar tetap pada lajunya saat menikung. Panjang peralihan dapat dilihat pada table 2.12.

Tabel 2. 12 Panjang Lengkung Peralihan

V _r (km/jam)	Superelevasi, e (%)									
	2		4		6		8		10	
	Ls	Le	Ls	Le	Ls	Le	Ls	Le	Ls	Le
20										
30										
40	10	20	15	25	15	25	25	30	35	40
50	15	25	20	30	20	30	30	40	40	50
60	15	30	20	35	25	40	35	50	50	60
70	20	35	25	40	30	45	40	55	60	70
80	30	55	40	60	45	70	65	90	90	120
90	30	60	40	70	50	80	70	100	10	130
100	35	65	45	80	55	90	80	110	0	145
110	40	75	50	85	60	100	90	120	11	-
120	40	80	55	95	70	110	95	135	0	-
									-	
									-	

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 1997

- Lengkung *Full Circle*

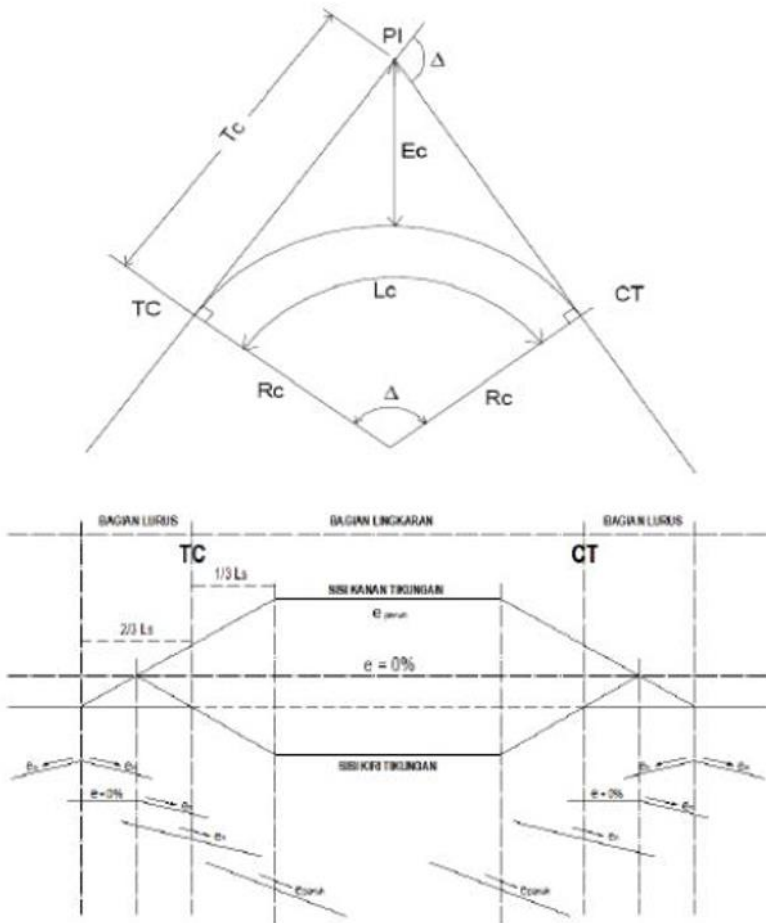
Full circle merupakan tikungan yang berbentuk busur lingkaran penuh. Tikungan ini memiliki satu titik pusat lingkaran dengan jari – jari seragam. Tipe lengkung ini tidak memerlukan lengkung peralihan dan pada umumnya dipakai pada daerah dataran dan mempunyai jari – jari besar. Besarnya jari – jari tikungan tidak memerlukan lengkung peralihan dapat dilihat pada tabel 2.3:

Tabel 2. 13 Jari – jari Minimum Lengkung Full Circle

Kecepatan Rencana (VR) (km/jam)	Jari – jari minimum (Rmin) (m)
120	2500
100	1500
80	900
60	500
50	350
40	250
30	130
20	60

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 1997

Ilustrasi gambar lengkung full circle dan super elevasinya dapat dilihat pada gambar 2.4



Gambar 2. 4 lengkung Full Circle

Sumber : Binamarga, 1997

Dimana :

$$Tc = Rc \tan \left(\frac{1}{2}\Delta\right) \dots \dots (2.11)$$

$$Ec = Tc \times \tan \left(\frac{1}{4}\Delta\right) \dots \dots (2.12)$$

$$Lc = \frac{\Delta}{360} \times 2 \pi Rc \dots \dots (2.13)$$

Keterangan :

Δ : sudut tangent

Rc : jari – jari lingkaran (m)

Ec : jarak titik sudut dengan busur lingkaran (m)

Lc : panjang bagian lengkung (m)

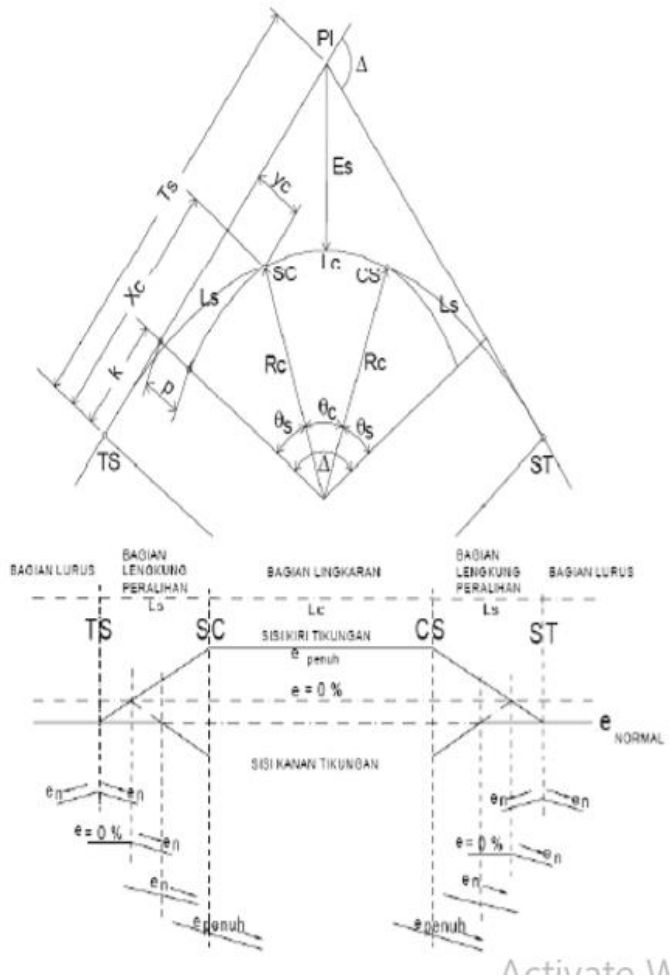
PI : perpotongan kedua garis tangen

TC : tangen circle, titik peralihan dari lurus
ke bentuk circle

CT : circle tangen, titik peralihan dari bentuk
circle ke lurus

- Lengkung *Spiral Circle Spiral*

Pada lengkung S-C-S terdapat lengkung peralihan (L_s) yaitu lengkung yang disisipkan diantara bagian lurus jalan dan bagian lengkung jalan berjari – jari tetap R. Bentuk lengkung ini dipakai apabila jari – jari lebih kecil dari batas yang ditentukan oleh full circle, selain itu jari – jari yang diambil harus sesuai dengan kecepatan rencana. Lengkung *spiral circle spiral* adalah sebagai berikut :



Gambar 2. 5 Lengkung Spiral Circle Spiral

Sumber : Binamarga, 1997

Dimana :

$$\theta_s = \frac{Ls \times 90}{\pi \times Rc} \dots \dots \dots (2.14)$$

$$\theta_c = \beta - 2\theta_s \dots \dots \dots (2.15)$$

$$L = Lc + 2 Ls \dots \dots \dots (2.16)$$

$$P = \frac{Ls^2}{6 Rc} - Rc (1 - \cos \theta_s) \dots \dots \dots (2.17)$$

$$K = Ls - \frac{Ls^2}{40 Rc} - Rc \sin \theta_s \dots \dots \dots (2.18)$$

$$Es = (Rc + p) \sec \frac{1}{2} \Delta - Rc) \dots \dots \dots (2.19)$$

$$Ts = (Rc + p) \tan \left(\frac{1}{2} \Delta \right) + K \dots \dots \dots (2.20)$$

$$Xs = Ls \left(1 - \frac{Ls^2}{40 Rc^2} \right) \dots \dots \dots (2.21)$$

$$Ys = \left(\frac{Ls^2}{6 Rc} \right) \dots \dots \dots (2.22)$$

$$Lc = \left(\frac{\Delta - 2 \theta_s}{180} \right) \times \pi \times Rc \dots \dots \dots (2.23)$$

Keterangan :

Xs : jarak titik Ts dengan sc

Ys : jarak tegak lurus ke titik Sc pada lengkung

S : panjang lengkung peralihan (TS-SC/CS-ST)

Lc : panjang busur lingkaran (SC-CS)

Ts : panjang tangent titik PI ke Ts

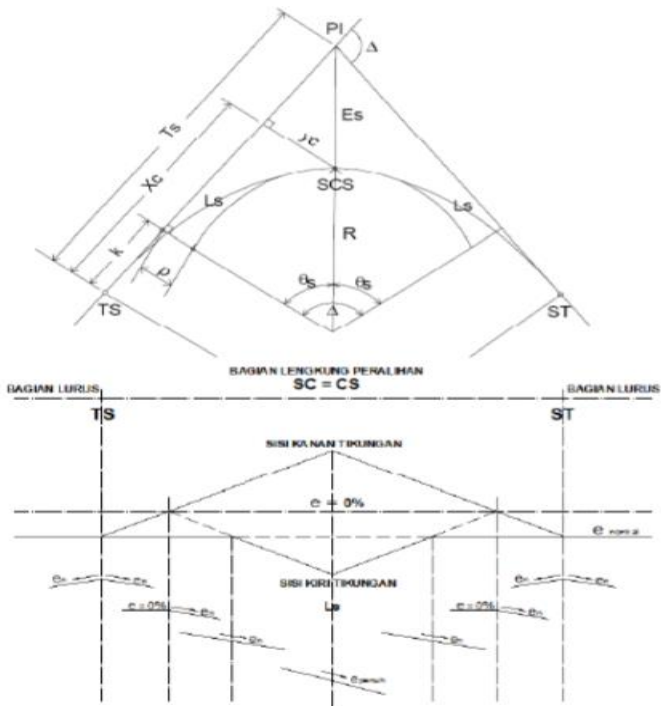
Θs : sudut lengkung spiral

P : pergeseran tangent ke spiral

K : absis dan P pada garis tangent spiral

- Lengkung *Spiral Spiral*

Pada tikungan jenis ini dari arah tangen ke arah circle memiliki spiral yang merupakan transisi dari bagian lurus ke bagian circle. Adanya lengkung spiral merupakan lengkung transisi pada alinyemen horizontal yang berfungsi untuk pengantar dari kondisi lurus ke lengkung penuh secara berangsur – angsur. Pada bagian ini terjadi gaya sentrifugal dari nol sampai dengan maksimum sewaktu kendaraan memasuki dan meninggalkan lengkung. Berikut gambaran lengkung *spiral – spiral* dalam gambar di bawah ini :



Gambar 2. 6 Lengkung Spiral Spiral

Sumber : Binamarga, 1997

Dimana :

$$Qs = \frac{1}{2} \Delta \dots \dots \dots (2.24)$$

$$Ls = \frac{2\pi}{360} \times 2 \theta s \times R \dots \dots \dots (2.25)$$

$$K = Ls - Lc \times 340 \times Rc^2 - Rc \sin \theta s \dots \dots \dots (2.26)$$

$$P = \frac{Ls^2}{6 Rc} - Rc (1 - \cos \theta s) \dots \dots \dots (2.27)$$

$$Ts = (+P) \tan \left(\frac{1}{2} \Delta \right) + K \dots \dots \dots (2.28)$$

$$Es = (+P) \sec \left(\frac{1}{2} \Delta \right) - R \dots \dots \dots (2.29)$$

Keterangan :

PI : point of intersection, titik perpotongan garis
tangen utama

Ts : jarak antara PI dan ST atau TS (m)

Ls : panjang bagian lengkung spiral (m)

Es : jarak PI ke lengkung spiral (m)

Δ : sudut pertemuan antara tangen utama

θs : sudut spiral

Ts : tangen spiral, titik awal spiral (dari tangen ke
spiral)

ST : spiral tangen, titik perubahan dari spiral ke
tangen

Rc : jari – jari circle (m)

Xc : jarak dari TS ke titik proyeksi pusat lingkaran
pada tangen (m)

2.2.3 Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertical didefinisikan sebagai proyeksi sumbu jalan pada bidang vertical, berbentuk penampang memanjang jalan. Tujuan perancangan alinyemen vertikal untuk menentukan elevasi titik – titik penting jalan untuk dapat menjamin drainase jalan secara tepat dan tingkat keselamatan dapat diterima. Dibagian ini dibicarakan dasar – dasar perancangan alinyemen vertikal, diantaranya kelandaian maksimum, panjang kritis, lajur pendakian, bentuk lengkung vertikal (cembung dan cekung), rumus lengkung vertikal, dan panjang lengkung vertikal.

a. Alinyemen Vertikal Cembung

Syarat keamanan yang dapat dipenuhi oleh panjang minimum lengkung vertikal cembung adalah yang sedemikian sehingga lengkung yang bersangkutan dapat menyediakan jarak pandangan sesuai dengan syarat yang ditentukan, baik untuk siang maupun malam hari. Panjang lengkung dapat diketahui dengan menggunakan persyaratan jarak pandang henti (Jh) atau jarak pandang mendahului (Jd)

- Jarak Pandang Henti

Panjang L berdasarkan Jh

$$Jh (S) < L, \text{ maka } L = \frac{A \times Jh^2}{405} \dots \dots \dots (2.30)$$

$$Jh (S) > L, \text{ maka } L = 2 \times Jh - \frac{405}{A} \dots \dots \dots (2.31)$$

Panjang Jh dapat dilihat pada tabel 2.14

Tabel 2. 14 Panjang Jarak Pandang Henti

VR (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Jh (m)	250	165	120	75	55	40	27	16

Sumber : TPGAJK Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota

- Jarak Pandang Mendahului

Panjang L berdasarkan Jd

$$Jd (S) < L, \text{ maka } L = \frac{A \times Jd^2}{840} \dots\dots(2.32)$$

$$Jd (S) > L, \text{ maka } L = 2 \times Jd - \frac{840}{A} \dots\dots(2.33)$$

Panjang Jd dapat dilihat pada tabel 2.15

Tabel 2. 15 Panjang Jarak Pandang Mendahului

VR (km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Jd (m)	800	670	550	350	250	200	150	100

Sumber : TPGAJK Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota

b. Alinyemen Vertikal Cekung

Pada alinyemen vertikal cekung untuk menentukan panjang lengkung digunakan rumus sebagai berikut :

Untuk $S > L$

$$L = (2S) - \frac{150+3,5 S}{A} \dots\dots(2.34)$$

Untuk $S < L$

$$L = \frac{AS^2}{150+(3,5 S)} \dots\dots(2.35)$$

Dimana nilai S disesuaikan dengan meninjau panjang lengkung dengan menggunakan jarak pandang henti (Jh) atau jarak pandang mendahului (Jd).

c. Kontrol Alinyemen Vertikal

Selain meninjau panjang lengkung vertikal dari jarak pandang henti dan jarak pandang mendahului, panjang lengkung

juga harus ditinjau dalam aspek – aspek lainnya. Berikut adalah aspek – aspek peninjau panjang lengkung (L) :

- Berdasarkan Keluwesan Bentuk

Keluwesan bentuk jalan, dihubungkan terhadap kecepatan, yaitu menurut AASHTO. $L = 3 V$, dimana L = panjang minimum lengkung dalam feet, dan V = kecepatan rencana, dalam mph. sehingga bila L dalam meter, dan V dalam km/jam, didapat $L = 0,6 V$.

- Berdasarkan Persyaratan Drainase

Landai minimum untuk keperluan drainase yaitu 0,5 %. Pada lengkung vertikal cembung, dimana ada bagian yang hamper datar, pada puncak lengkung diperlukan pengkajian khusus untuk hal ini.

Untuk jalan – jalan yang tidak menggunakan kerb, bagian yang mendatar tersebut tidak terlalu memberikan masalah karena fungsi lereng jalan sudah menjamin kelancaran drainase. Untuk jalan – jalan yang menggunakan kerb dengan diberikan kelandaian 0,5 % pada jarak 20 meter dari puncak lereng sudah cukup memadai. Syarat panjang maksimum yaitu:

$$L_v = 40 A$$

- Berdasarkan Kenyamanan Pengemudi

Adanya gaya sentrifugal dan gravitasi pada lengkung vertikal cekung, menimbulkan rasa tidak nyaman pada pengemudi, yang dapat menyebabkan percepatan sentripetal. Percepatan sentripetal yang bersangkutan yaitu :

$$a = \frac{A \times V^2}{1300 L}$$

Keterangan :

a : percepatan sentripetal (m/det^2)

V : kecepatan rencana (km/jam)

A : perbedaan aljabar landau

L : panjang lengkung vertikal cekung

Panjang lengkung vertikal sekung minimum ditentukan oleh percepatan sentripetal, yang dibatasi tidak melebihi $0,30 \text{ m/det}^2$, dengan demikian rumus diatas menjadi :

$$a = \frac{A \times V^2}{390} \dots \dots (2.36)$$

d. Panjang Lengkung Vertikal

Panjang lengkung vertikal dapat ditentukan langsung sesuai tabel 2.16, yang didasarkan pada penampilan, kenyamanan, dan jarak pandang

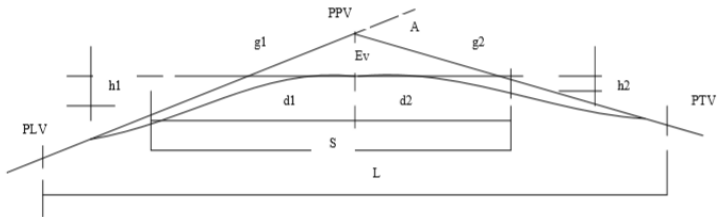
Tabel 2. 16 Panjang Lengkung Vertikal

Kecepatan rencana (km/jam)	Perbedaan Kelandaian Memanjang (%)	Panjang Lengkung (m)
120	1	20-30
100	0,6	40-80
80	0,4	80-150

Sumber : TPGJAK Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota

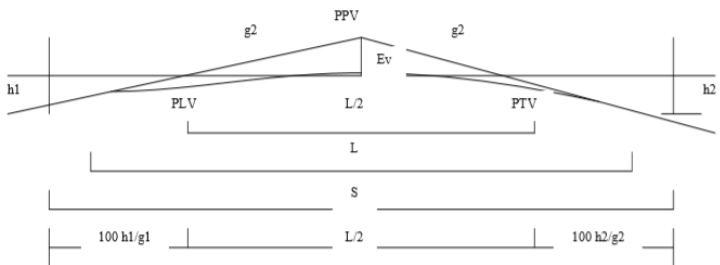
Apabila panjang lengkung vertical yang dihitung lebih kecil dari panjang minimum lengkung vertikal pada tabel diatas, maka panjang lengkung vertical yang digunakan adalah panjang lengkung vertikal yang bersesuaian dari tabel diatas. Berikut gambar dari lengkung vertikal cembung dan lengkung vertikal

cekung terdapat pada gambar 2.7, gambar 2.8, gambar 2.9, dan gambar 2.10.



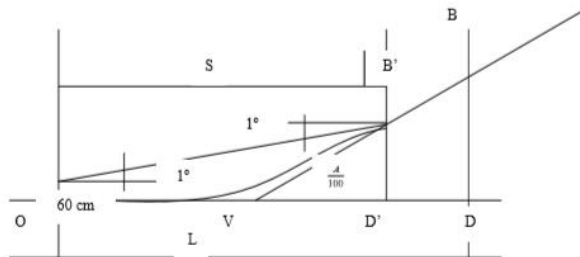
Gambar 2. 7 Lengkung Vertikal Cembung dengan $S < L$

Sumber : TPGJAK Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota



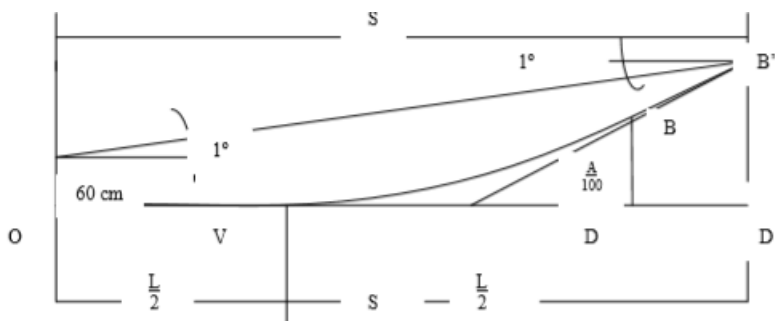
Gambar 2. 8 Lengkung Vertikal Cembung dengan $S > L$

Sumber : TPGJAK Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota



Gambar 2. 9 Lengkung Vertikal Cekung dengan $S < L$

Sumber : TPGJAK Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota



Gambar 2. 10 Lengkung Vertikal Cekung dengan $S > L$

Sumber : TPGJAK Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota

e. Kelandaian Maksimum

Kelandaian maksimum adalah kelandaian yang memungkinkan kendaraan bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti. Diasumsikan untuk truk yang bermuatan

penyusutan dengan penurunan kecepatan masih lebih kecil atau sama dengan 50 % dari kecepatan awal.

Tabel 2. 17 Landai Maksimum Menurut Bina Marga

V_R (km/jam)	<40	40	50	60	80	100	110	120
Lmaks	10	10	9	8	5	4	3	3

Sumber : Bina Marga, 1997

f. Panjang Kritis

Panjang kritis merupakan panjang landai maksimum yang harus ada untuk mempertahankan kecepatan sehingga penurunan kecepatan kurang dari atau sama dengan 50 % dari kecepatan rencana dengan lama satu menit. Panjang kritis memungkinkan truk masih dapat bergerak dengan kecepatan mencapai 15-20 km/jam. Bina marga memberikan ketentuan panjang kritis yang harus dipenuhi untuk jalan antar kota seperti pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. 18 Panjang Kritis Yang Di Isyaratkan

Kecepatan 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

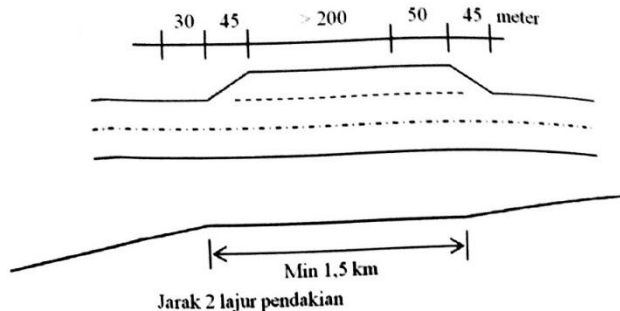
Sumber : Bina Marga, 1997

g. Lajur Pendakian

Fasilitas lajur pendakian diperlukan apabila :

- Landai cukup tinggi
- Volume lalu lintas tinggi
- Komposisi kendaraan berat tinggi

Syarat jarak antara dua lajur pendakian adalah minimum 1,5 km. contoh pemasangan lajur pendakian sebagai berikut :



Gambar 2. 11 ketentuan lajur pendakian

Sumber: TPGJAK Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota

h. Koordinasi Alinyemen

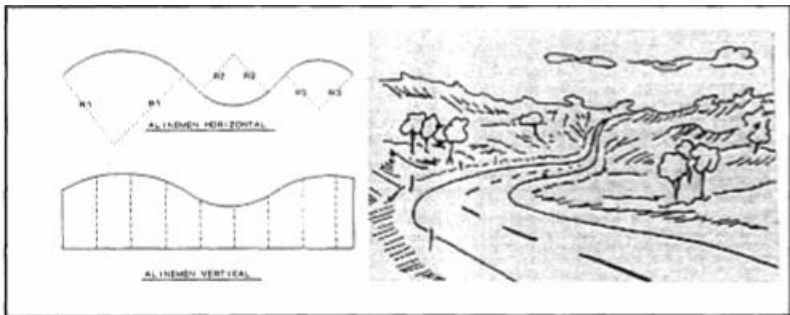
Alinyemen vertikal, alinyemen horizontal, dan potongan melintang jalan adalah elemen – elemen jalan sebagai keluaran perencanaan harus dikoordinasi sedemikian rupa sehingga menghasilkan bentuk jalan yang baik dalam arti memudahkan pengemudi mengemudikan kendaraannya dengan nyaman dan aman. Bentuk kesatuan ketiga elemen jalan tersebut diharapkan dapat memberi kesan atau petunjuk kepada pengemudi akan bentuk jalan yang akan dilalui di depannya sehingga pengemudi dapat melakukan antisipasi lebih awal.

Koordinasi alinyemen vertikal dan alinyemen horizontal harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

- Alinyemen horizontal harusnya berimpit dengan alinyemen vertikal dan secara ideal alinyemen horizontal lebih panjang sedikit melingkupi alinyemen vertikal.

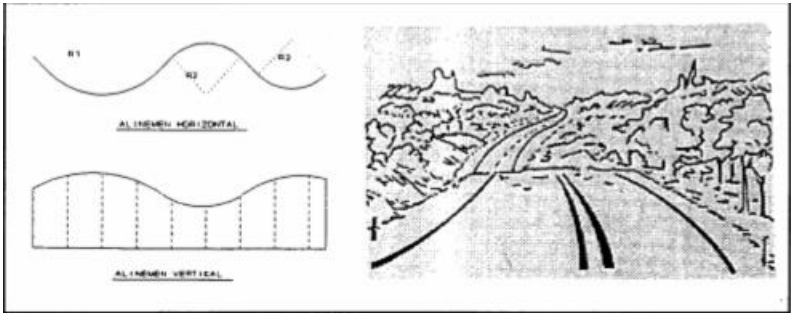
- Lengkung vertical cekung pada kelandaian jalan yang lurus dan panjang harus dihindarkan.
- Tikungan yang tajam di antara bagian jalan yang lurus dan panjang harus dihindarkan.
- Dua atau lebih lengkung vertical dalam satu lengkung horizontal harus dihindarkan.
- Tikungan yang tajam pada bagian bawah lengkung vertical cekung atau bagian atas lengkung vertical cembung harus dihindarkan.

Berikut contoh – contoh koordinasi alinyemen ideal dan yang harus dihindarkan dapat dilihat pada gambar 2.12 sampai dengan gambar 2.16



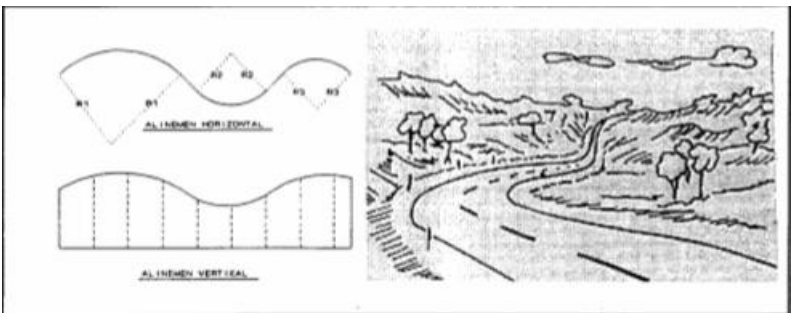
Gambar 2. 12 Koordinasi yang ideal antara alinyemen horizontal dan alinyemen vertical yang berimpit.

Sumber: TPGJAK Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota



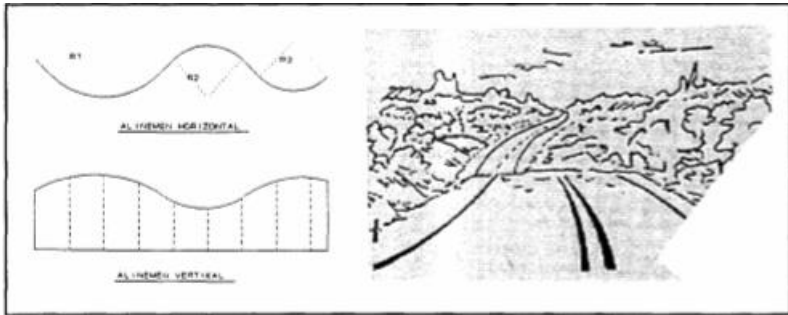
Gambar 2. 13 Koordinasi yang harus dihindarkan dimana alinyemen vertical menghalangi pandangan pengemudi pada saat mulai memasuki tikungan pertama.

Sumber: TPGJAK Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota



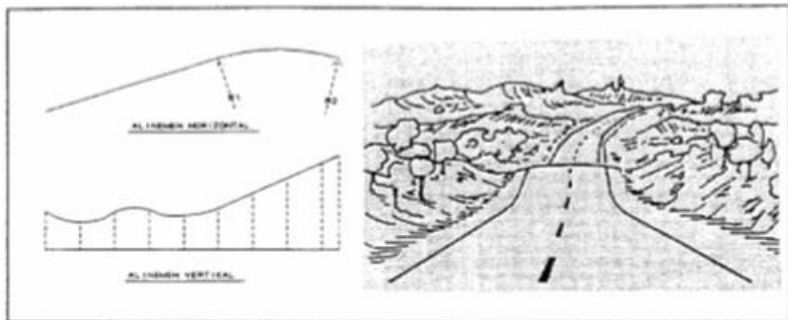
Gambar 2. 14 Koordinasi yang ideal antara alinyemen horizontal dan alinyemen vertical yang berimpit.

Sumber: TPGJAK Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota



Gambar 2. 15 Koordinasi yang harus dihindarkan dimana alinyemen vertical menghalangi pandangan pengemudi pada saat mulai memasuki tikungan pertama.

Sumber: TPGJAK Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota



Gambar 2. 16 Koordinasi yang harus dihindarkan dimana pada bagian yang lurus pandangan pengemudi terhalang oleh puncak alinyemen vertical sehingga pengemudi sulit memperkirakan arah alinyemen di balik puncak tersebut

Sumber: TPGJAK Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota

2.3 Perencanaan Perkerasan Kaku

Perkerasan beton atau *rigid pavement 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 beraspal. Perkerasan ini digunakan untuk jalan dengan kondisi lalu lintas yang cukup padat dan memiliki distribusi beban yang besar, seperti jalan nasional, jalan tol, maupun persimpangan bersinyal.

2.3.1 Struktur dan Jenis Perkerasan Beton Semen

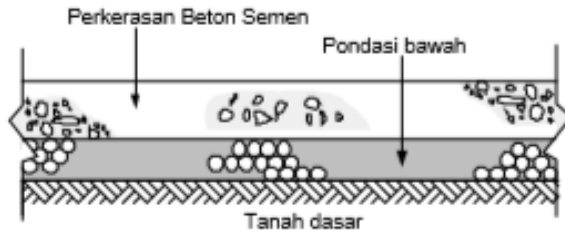
Perkerasan beton semen dibedakan menjadi 4 jenis diantaranya :

1. Perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan (BBTT)
2. Perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan (BBDT)
3. Perkerasan beton semen menerus dengan tulangan (BMDT)
4. Perkerasan beton semen prategang

Jenis perkerasan beton yang akan digunakan dalam tugas akhir terapan ini adalah perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan (BBDT). Jenis perkerasan ini dipilih karena :

1. Untuk umur rencana yang lama.
2. Untuk keawetan jalan karena menerima beban yang tinggi setiap harinya.

Ilustrasi tipikal struktur perkerasan beton semen dapat dilihat pada gambar 2.18.



Gambar 2. 17 Tipikal Struktur Perkerasan Beton Semen

Sumber : Pd T-14-2003 Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen

2.3.2 Tanah Dasar

Daya dukung tanah dasar ditentukan dengan pengujian CBR insitu sesuai dengan SNI 03-1731-1989 atau CBR laboratorium sesuai dengan SNI 03-1744-1989, masing – masing untuk perencanaan tebal perkerasan lama dan perkerasan jalan baru. Nilai CBR minimum untuk perkerasan beton yaitu 2 %. Apabila tanah dasar mempunyai nilai CBR lebih kecil 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 5 %.

2.3.3 Pondasi Bawah

Bahan pondasi bawah dapat berupa :

1. Bahan berbutir
2. Stabilisasi atau dengan beton kurus giling padat (*Lean Rolled Concrete*)
3. Campuran beton kurus (*Lean Mix Concrete*)

Lapis pondasi bawah perlu diperlebar sampai 60 cm di luar tepi perkerasan beton semen. Untuk tanah ekspansif perlu pertimbangan khusus perihal jenis dan penentuan lebar lapisan pondasi dengan memperhitungkan tegangan pengembangan yang

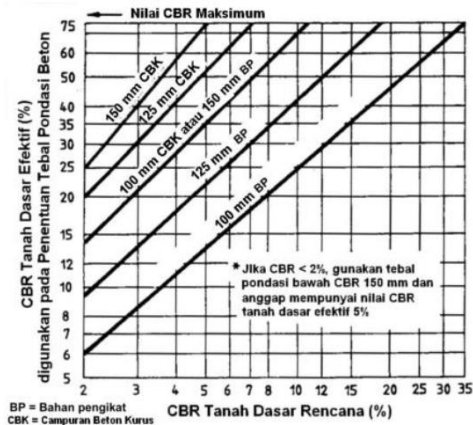
mungkin timbul. Pemasangan lapis pondasi dengan lebar sampai ke tepi luar lebar jalan merupakan salah satu cara untuk mereduksi perilaku tanah ekspansif.

Tebal lapisan pondasi minimum 10 cm yang paling sedikit mempunyai mutu sesuai SNI No. 03-6388-2000 dan AASHTO M-155 serta SNI 03-1743-1989. Bila direncanakan perkerasan beton semen bersambung tanpa ruji, pondasi bawah harus menggunakan campuran beton kurus (CBK). Tebal lapis pondasi bawah minimum yang disarankan dapat dilihat pada gambar 2.18 dan CBR tanah dasar efektif dapat dilihat pada gambar 2.19.



Gambar 2. 18 Tebal Pondasi Bawah Minimum Untuk Perkerasan Beton Semen

Sumber : Pd T-14-2003 Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen



Gambar 2. 19 CBR Tanah Dasar Efektif dan Tebal Pondasi Bawah

Sumber : Pd T-14-2003 Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen

2.3.4 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/cm²).

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/cm²). Kekuatan rencana harus dinyatakan dengan kuat Tarik lentur karakteristik yang dibulatkan hingga 0,25 MPa (2,5 kg/cm²) terdekat.

Hubungan antara kuat tekan karakteristik dengan kuat Tarik lentur beton dapat didekati dengan rumus berikut :

$$fcf = K (fc')^{0,50} \text{ dalam MPa atau}$$

$$fcf = 3,13 K (fc)^{0,50} \text{ dalam } kg/cm^2 \dots\dots(2.37)$$

Keterangan :

fc : kuat tekan beton karakteristik 28 hari
(kg/cm^2)

fcf : kuat Tarik lentur beton 28 hari (kg/cm^2)

K : konstanta 0,7 untuk agregat tidak pecah dan
0,75 untuk agregat pecah

Semen yang akan digunakan untuk pekerjaan beton harus dipilih dan sesuai dengan lingkungan dimana perkerasan akan dilaksanakan.

2.3.5 Lalu Lintas

Penentuan beban lalu lintas untuk perkerasan beton semen, dinyatakan dalam jumlah sumbu kendaraan niaga (*commercial vehicle*), sesuai dengan konfigurasi sumbu pada lajur rencana selama umur rencana.



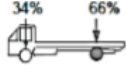
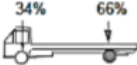


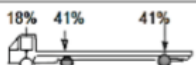
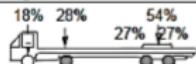
Lalu lintas harus dianalisis berdasarkan hasil perhitungan volume lalu lintas dan konfigurasi sumbu, menggunakan data terakhir atau data 2 tahun terakhir. Kendaraan yang ditinjau untuk perencanaan perkerasan beton semen adalah yang mempunyai berat total minimum 5 ton.

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)

Konfigurasi beban sumbu untuk setiap jenis kendaraan dapat dilihat pada tabel 2.19.

Tabel 2. 19 Konfigurasi Beban Sumbu

KONFIGURASI SUMBU & TIPE	BERAT KOSONG (ton)	BEBAN MUATAN MAKSIMUM (ton)	BERAT TOTAL MAKSIMUM (ton)	UE 18 KSAL KOSONG	UE 18 KSAL MAKSIMUM	
1,1 HP	1,5	0,5	2,0	0,0001	0,0005	 ○ RODA TUNGGAL PADA LUJUNG SUMBU ● RODA GANDA PADA LUJUNG SUMBU
1,2 BUS	3	6	9	0,0037	0,3006	
1,2L TRUK	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174	
1,2H TRUK	4,2	14	18,2	0,0143	5,0264	
1,22 TRUK	5	20	25	0,0044	2,7416	
1,2+2,2 TRAILER	6,4	25	31,4	0,0085	3,9083	
1,2-2 TRAILER	6,2	20	26,2	0,0192	6,1179	
1,2-2,2 TRAILER	10	32	42	0,0327	10,183	

Sumber : PU Bina Marga

a. Lajur Rencana dan Koefisien Distribusi

Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya yang menampung lalu lintas kendaraan niaga terbesar.

Jika jalan tidak memiliki tanda batas lajur, maka jumlah lajur dan koefisien distribusi (C) kendaraan niaga dapat ditentukan dari lebar perkerasan sesuai tabel 2.20

Tabel 2. 20 Jumlah lajur berdasarkan lebar perkerasan dan koefisien distribusi (C)

Lebar perkerasan (L_p)	Jumlah lajur (n_i)	Koefisien distribusi	
		1 Arah	2 Arah
$L_p < 5,50$ m	1 lajur	1	1
$5,50 \text{ m} \leq L_p < 8,25$ m	2 lajur	0,70	0,50
$8,25 \text{ m} \leq L_p < 11,25$ m	3 lajur	0,50	0,475
$11,23 \text{ m} \leq L_p < 15,00$ m	4 lajur	-	0,45
$15,00 \text{ m} \leq L_p < 18,75$ m	5 lajur	-	0,425
$18,75 \text{ m} \leq L_p < 22,00$ m	6 lajur	-	0,40

Sumber : Pd T-14-2003 Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen

b. Umur Rencana

Umur perkerasan jalan ditentukan atas pertimbangan klasifikasi fungsional jalan, pola lalu lintas serta nilai ekonomi jalan yang bersangkutan, yang dapat ditentukan antara lain dengan metode *Benefit Cost Ratio*, *Internal Rate of Return*, kombinasi dari metode tersebut atau cara lain yang tidak terlepas dari pola pengembangan wilayah. Umumnya perkerasan beton semen dapat direncanakan dengan umur rencana (UR) 20 tahun sampai 40 tahun.

c. Pertumbuhan Lalu Lintas

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

$$R = \frac{(1+i)^{UR}-1}{i} \dots\dots\dots(2.38)$$

Keterangan :

R : Faktor pertumbuhan lalu lintas

I : Laju pertumbuhan lalu lintas pertahun dalam %

UR : Umur rencana (tahun)

Faktor pertumbuhan lalu lintas (R) dapat juga ditentukan berdasar tabel 2.21.

Tabel 2. 21 Faktor pertumbuhan lalu lintas (R)

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 : Pd T-14-2003 Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen

d. Lalu Lintas Rencana

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

$$JSKN = JSKNH \times 365 \times R \times C \dots \dots (2.39)$$

Keterangan :

JSKN : jumlah total sumbu kendaraan niaga selama umur rencana

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

R : faktor pertumbuhan komulatif dari rumus

pertumbuhan lalu lintas atau tabel 2.21 yang besarnya tergantung dari pertumbuhan lalu lintas tahunan dan umur rencana.

C : koefisien distribusi kendaraan

e. Faktor Keamanan Beban

Pada penentuan beban rencana, beban sumbu dikalikan dengan faktor keamanan beban (F_{KB}). Faktor keamanan beban digunakan berkaitan adanya berbagai tingkat rehabilitas perencanaan seperti terlihat pada tabel 2.22.

Tabel 2. 22 Faktor keamanan beban (FKB)

No	Penggunaan	Nilai F_{KB}
1	Jalan bebas hambatan utama (<i>major freeway</i>) dan jalan berlajur banyak, yang aliran lalu lintasnya tidak terhambat serta volume kendaraan niaga yang tinggi. Bila menggunakan data lalu lintas dari hasil survei beban (<i>weight-in-motion</i>) dan adanya kemungkinan rute alternative, maka faktor keamanan beban dapat dikurangi menjadi 1,5.	1,2
2	Jalan bebas hambatan (<i>freeway</i>) dan jalan arteri dengan volume kendaraan niaga menengah.	1,1
3	Jalan dengan volume kendaraan niaga rendah.	1,0

Sumber : Pd T-14-2003 Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen

2.3.6 Perkerasan Beton Semen

a. Perkerasan Beton Semen Untuk Kelandaian Curam

Untuk jalan dengan kemiringan memanjang yang lebih besar dari 3 %, prosedur perencanaan perkerasan harus ditambah dengan anker panel (*panel anchored*) dan anker blok (*anchor block*). Jalan dengan kondisi ini harus dilengkapi dengan anker

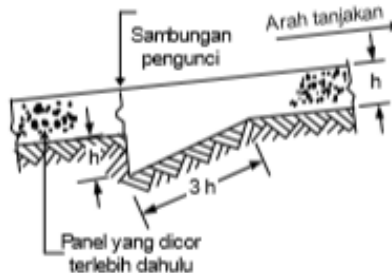
yang melintang untuk keseluruhan lebar pelat sebagaimana diuraikan pada tabel 2.23 dan diperlihatkan gambar 2.20 dan gambar 2.21

Tabel 2. 23 Penggunaan angker panel dan angker blok pada jalan dengan

Kemiringan (%)	Angker panel	Angker Blok
3-6	Setiap panel ketiga	Pada bagian awal kemiringan
6-10	Setiap panel kedua	Pada bagian awal kemiringan
>10	Setiap panel	Pada bagian awal kemiringan dan pada setiap interval 30 meter berikutnya

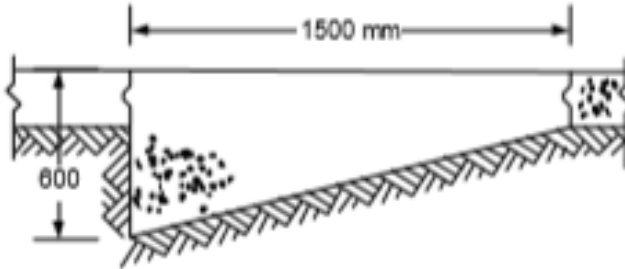
Catatan : panjang panel adalah jarak antara sambungan melintang

Sumber : Pd T-14-2003 Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen



Gambar 2. 20 Angker Panel

Sumber : Pd T-14-2003 Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen



Gambar 2. 21 Angker Blok

Sumber : Pd T-14-2003 Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen

Prosedur perencanaan perkerasan beton semen didasarkan atas dua model kerusakan yaitu :

1. Retak fatik (lelah) tarik lentur pada pelat.
2. Erosi pada pondasi bawah atau tanah dasar yang diakibatkan oleh lendutan berulang pada sambungan dan tempat retak yang direncanakan.

Prosedur ini mempertimbangkan ada tidaknya ruji pada sambungan atau bahu beton. Perkerasan beton semen menerus dengan tulangan dianggap sebagai perkerasan bersambung yang dipasang ruji. Data lalu lintas yang diperlukan adalah jenis sumbu dan distribusi beban serta jumlah repetisi masing – masing jenis sumbu/kombinasi beban yang diperkirakan selama umur rencana.

Pelaksanaan perkerasan beton semen pada kelandaian curam :

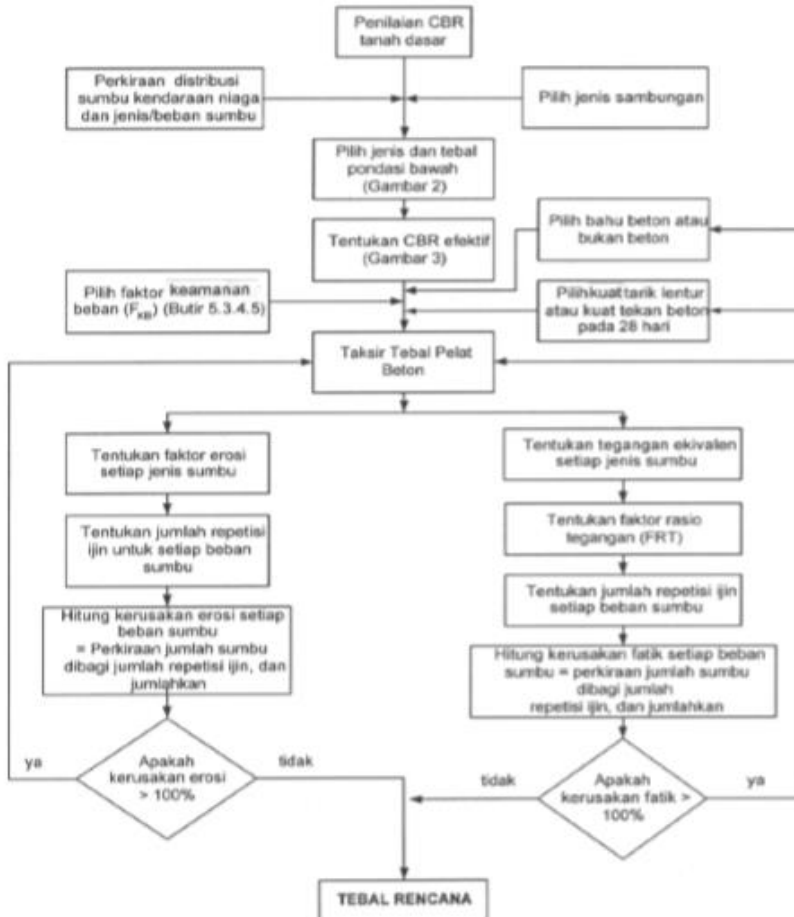
1. Arah penghambaran selalu di bawah.

2. Keleccakan beton harus disesuaikan dengan kemiringan untuk mencegah beton mengalir.
3. Dibuat angker panel dan angker blok sesuai kebutuhan.

b. Perencanaan Tebal Pelat

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

Diagram alir dan prosedur cara menentukan tebal perkerasan dapat dilihat pada gambar 2.23 dan tabel 2.24.



Gambar 2. 22 Sistem Perencanaan perkerasan beton semen

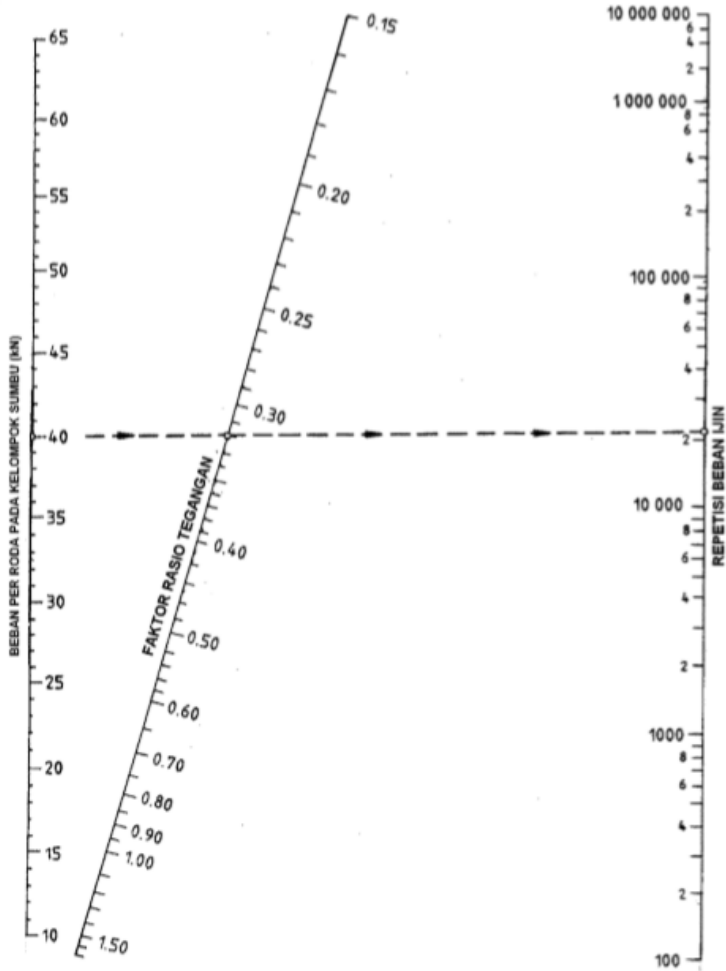
Sumber : Pd T-14-2003 Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen

Tabel 2. 24 Langkah langkah perencanaan tebal perkerasan

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

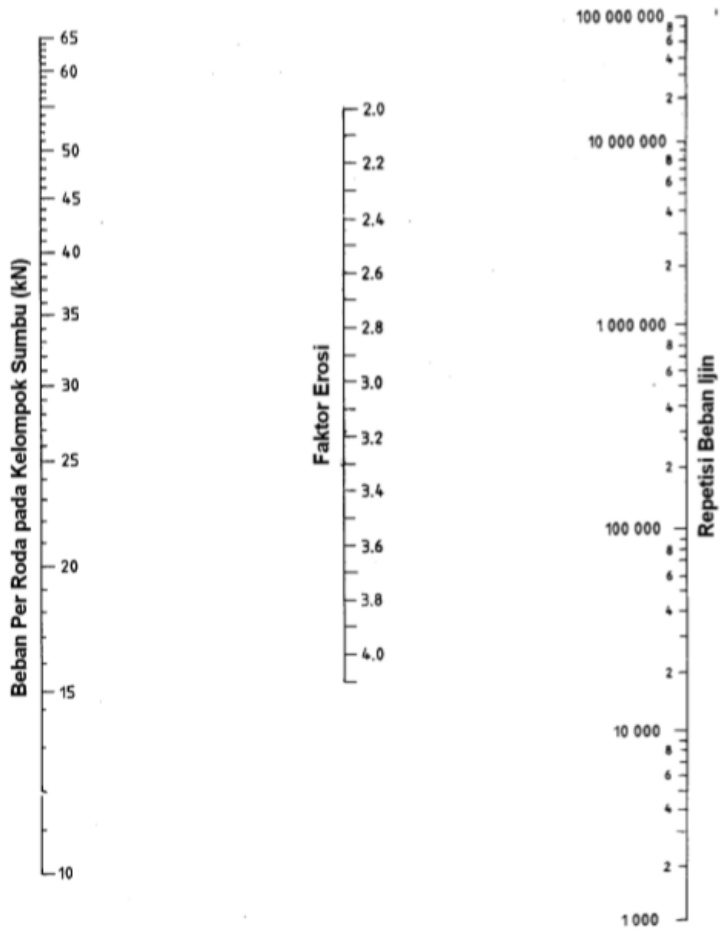
Sumber : Pd T-14-2003 Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Sem

Penentuan tebal perkerasan diambil pada tebal yang memiliki nilai kerusakan fatik dan kerusakan erosi kurang dari atau sama dengan 100 %. Untuk menentukan prosentase kerusakan fatik dan kerusakan erosi digunakan gambar 2.23 sampai dengan 2.25.



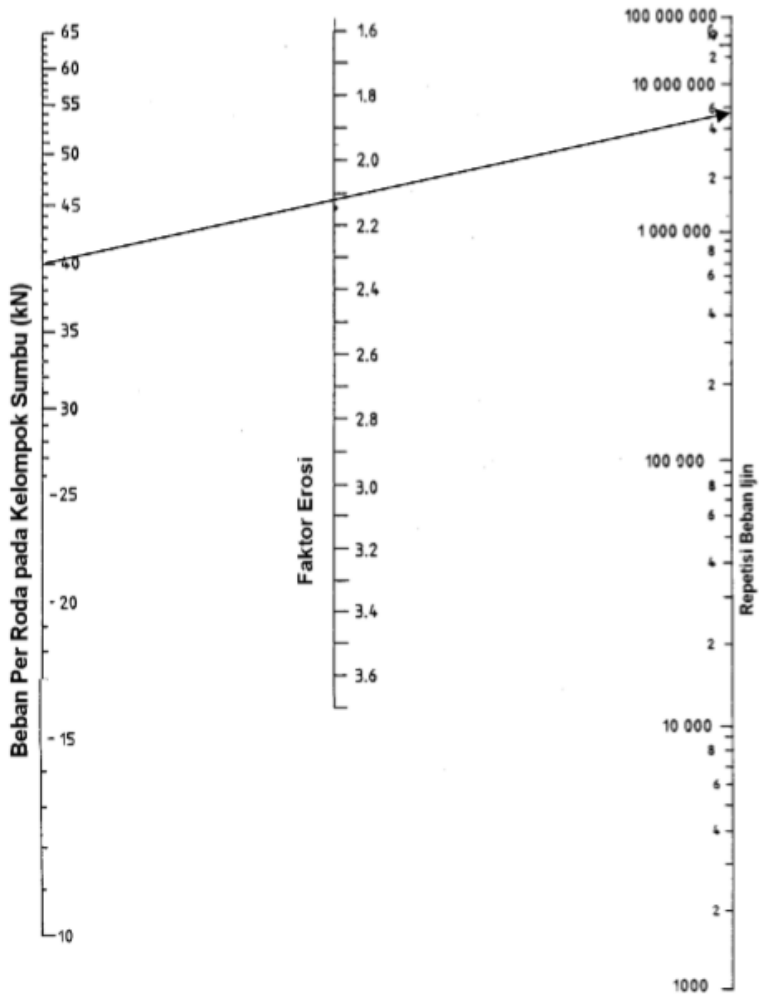
Gambar 2. 23 Grafik Analisi fatik dan beban repetisi ijin

Sumber : Pd T-14-2003 Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen



Gambar 2. 24 Grafik Analisis erosi dan jumlah beban ijin.

Sumber : Pd T-14-2003 Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen



Gambar 2. 25 Grafik Analisa erosi dan jumlah repetisi beban

Sumber : Pd T-14-2003 Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen

2.3.7 Sambungan

Setiap beton pasti mengalami perubahan volume yang disebabkan oleh penyusutan (*shrinkage*) dan perubahan temperatur (kembang dan susut). Perubahan volume dapat menyebabkan keretakan (*crack*) pada beton. Oleh karena itu keretakan perlu dikontrol untuk menghindari efek negative yang disebabkan oleh keretakan tersebut. Untuk mengontrol keretakan tersebut, perlu dipasang penulangan dan struktur sambungan.

Terdapat tiga sambungan yang diperlukan untuk perkerasan beton semen, diantaranya :

1. Sambungan perlemahan (*contraction joint*)

Sambungan perlemahan ini biasanya diadakan pada pelat beton tanpa tulangan. Sambungan perlemahan dapat dilakukan dengan mengergaji permukaan beton pada umur 8 sampai 18 jam dengan kedalaman minimum seperempat ketebalan pelat beton atau dengan cara memasang sekat sebelum dicor, dan dengan lebar 6-10 mm. Bagian beton yang digergaji, membentuk celah yang nantinya diisi dengan *joint sealant*. Dibawah sambungan perlemahan ini biasanya dipasang dowel dengan menggunakan besi beton polos.

2. Sambungan pengembangan (*expansion joint*)

Sambungan ini dipasang melintang, dengan jarak satu dengan yang lain ditetapkan sesuai persyaratan desain (biasanya sekitar 50 meter) dan dilengkapi dengan tulangan dowel dari besi beton polos. Untuk dapat melayani gerakan kembang susut, setengah bagian panjang dari besi beton tersebut terikat sempurna sedangkan setengah bagian yang lain terikat tidak sempurna (dengan cara dilapisi cat). Arah besi tulangan ini sejajar dengan as jalan (searah dengan gerakan kembang susut).

3. Sambungan kontruksi (*contruction joint*)

Sambungan ini merupakan sambungan antar lane atau tepi perkerasan dengan shoulder menggunakan besi beton ulir dengan seluruh panjang besi beton terikat sempurna dengan beton.

Sambungan pada perkerasan beton semen berfungsi untuk:

- Membatasi tegangan dan pengendalian retak yang disebabkan oleh penyusutan, pengaruh lenting serta beban lalu lintas.
- Memudahkan pelaksanaan.
- Mengakomodasi gerakan pelat.

Pada perkerasan beton semen terdapat beberapa jenis sambungan diantaranya :

- Sambungan memanjang.
- Sambungan melintang.
- Sambungan isolasi.

Semua sambungan harus ditutup dengan bahan penutup (*joint sealer*), kecuali pada sambungan isolasi terlebih dahulu harus diberi bahan pengisi (*joint filler*).

a Sambungan Memanjang dengan Batang Pengikat (*Tie Bars*)

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

$$At = 204 \times b \times h \dots\dots(2.40)$$

$$L = (38,3 \times \emptyset) + 75 \dots\dots(2.41)$$

Keterangan :

A_t : luas penampang tulangan per meter
panjang sambungan (mm^2)

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

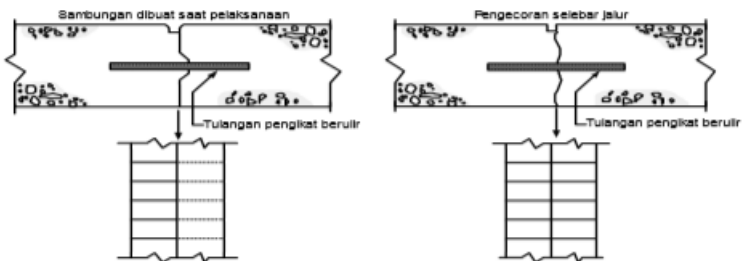
h : tebal pelat (m)

L : panjang batang pengikat (mm)

\emptyset : diameter batang pengikat yang dipilih
(mm)

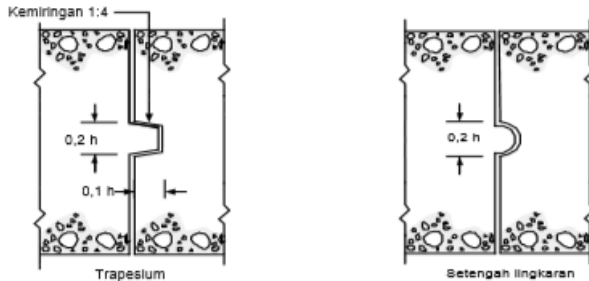
b. Sambungan Pelaksanaan Memanjang

Sambungan pelaksanaan memanjang umumnya dilakukan dengan cara penguncian. Bentuk dan ukuran penguncian dapat berbentuk trapezium atau setengah lingkaran sebagai mana terlihat pada gambar 2.26 dan gambar 2.27.



Gambar 2. 26 Tipikal sambungan memanjang

Sumber : Pd T-14-2003 Perencanaan Perkerasan Jalan Beton
Semen



Gambar 2. 27 Ukuran standar penguncian sambungan memanjang

Sumber : Pd T-14-2003 Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen

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

c. Sambungan Susut Memanjang

Sambungan susut memanjang dapat dilakukan dengan salah satu dari dua acara lain, yaitu menggergaji atau membentuk pada saat beton masih plastis dengan kedalaman sepertiga dari tebal pelat.

d. Sambungan Susut dan Sambungan Pelaksanaan Melintang

Ujung sambungan ini harus tegak lurus terhadap sumbu memanjang jalan dan tepi perkerasan. Untuk mengurangi beban dinamis, sambungan melintang harus dipasang dengan kemiringan 1:10 searah perputaran jarum jam.

e. Sambungan Susut Melintang

Kedalaman sambungan kurang lebih mencapai seperempat dari tebal pelat untuk perkerasan dengan lapis pondasi berbutir atau

sepertiga dari tebal pelat untuk lapis pondasi pondasi stabilisasi semen sebagaimana terlihat pada gambar 2.28 dan 2.29. jarak sambungan susut melintang untuk perkerasan beton bersambung tanpa tulangan sekitar 4-5 m, sedangkan untuk perkerasan beton bersambung dengan tulangan sekitar 8-15 m dan untuk sambungan perkerasan beton menerus dengan tulangan sesuai kemampuan pelaksanaan.

Sambungan ini harus dilengkapi dengan ruji polos panjang 45 cm, jarak antar ruji 30 cm, lurus dan bebas dari tonjolan tajam yang akan mempengaruhi gerakan bebas pada saat pelat menyusut. Setengah panjang ruji polos harus dicat atau dilumuri dengan bahan anti lengket untuk menjamin tidak ada ikatan dengan beton. Diameter ruji tergantung pada tebal pelat beton sebagaimana terlihat pada tabel 2.25.

Tabel 2. 25 Diameter Ruji

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

Sumber : Pd T-14-2003 Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen



Gambar 2. 28 Sambungan susut melintang dengan ruji

Sumber : Pd T-14-2003 Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen



Gambar 2. 29 Sambungan susut melintang tanpa ruji

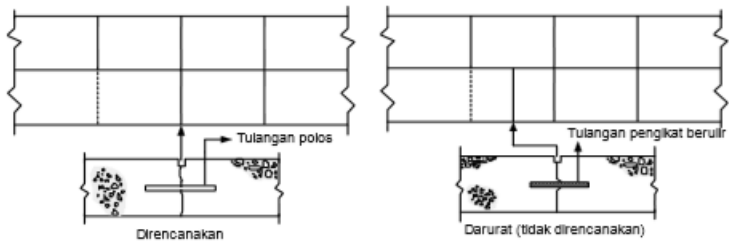
Sumber : Pd T-14-2003 Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen

f. Sambungan Pelaksanaan Melintang

Sambungan pelaksanaan melintang yang tidak direncanakan (darurat) harus menggunakan batang pengikat berulir, sedangkan pada sambungan yang direncanakan harus

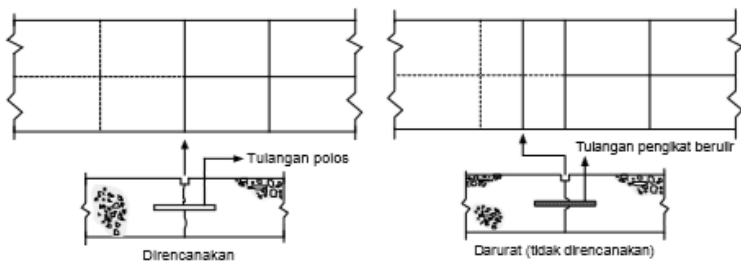
menggunakan batang tulangan polos yang diletakkan di tengah tengah tebal pelat. Tipikal sambungan pelaksanaan melintang terdapat pada gambar 2.30 dan 2.31.

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



Gambar 2. 30 Sambungan pelaksanaan yang direncanakan dan yang tidak

Sumber : Pd T-14-2003 Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen



Gambar 2. 31 Sambungan pelaksanaan yang direncanakan dan yang tidak

Sumber : Pd T-14-2003 Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen

g. Sambungan Peralihan antara Perkerasan Beraspal dengan Perkerasan Beton Semen

Sambungan peralihan antara perkerasan beraspal dengan perkerasan beton semen diperlukan adanya slab transisi dan batang pengikat. Sambungan peralihan antara perkerasan beraspal dengan perkerasan beton semen dapat dilihat pada gambar 2.32.



Gambar 2. 32 Slab transisi antara perkerasan beraspal

Sumber : Pd T-14-2003 Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen

2.4 Perencanaan Drainase Permukaan Jalan

Drainase merupakan prasarana yang dapat bersifat alami ataupun buatan yang berfungsi untuk memutuskan dan menyalurkan air permukaan, biasanya menggunakan bantuan gaya gravitasi, yang terdiri atas saluran samping dan gorong-gorong ke badan air penerima atau tempat peresapan buatan. Drainase permukaan juga berfungsi untuk mencegah air agar tidak merusak lapisan perkerasan jalan.

Perencanaan drainase permukaan jalan ini mengacu pada SNI 03-3434-1994 tentang Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan. Dalam SNI tersebut terdapat persyaratan teknis dan langkah-langkah dalam perencanaan drainase permukaan jalan yang baik.

2.4.1 Persyaratan Drainase Permukaan Jalan

Adapun persyaratan dalam perencanaan drainase permukaan jalan yang harus diketahui, antara lain:

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 segi kemudahan dan nilai ekonomis terhadap pemeliharaan sistem drainase tersebut.
4. Sebagai bagian sistem drainase yang lebih besar atau sungai-sungai pengumpul drainase.
5. Sistem drainase ini tidak termasuk untuk sistem drainase areal, tetapi harus diperhatikan dalam perencanaan terutama untuk tempat air keluar.

2.4.2 Perhitungan Debit Aliran

Debit adalah volume air yang mengalir melewati suatu penampang melintang saluran atau jalur air persatuan waktu. Tahap-tahap dalam menentukan debit aliran (Q) adalah sebagai berikut:

a. Intensitas Curah Hujan (I)

Besarnya curah hujan maksimum yang akan diperhitungkan dalam desain drainase disebut intensitas curah

hujan. Intensitas curah hujan dapat ditentukan berdasarkan data-data sebagai berikut:

- Data Curah Hujan

Merupakan data curah hujan harian maksimum dalam setahun yang dinyatakan dalam mm/hari. Data curah hujan ini diperoleh dari PU Dinas Sumber Daya Air wilayah Jawa Timur. Jumlah data curah hujan paling sedikit dalam jangka 10 tahun.

- Periode Ulang

Karakteristik hujan menunjukkan bahwa hujan yang besar tertentu mempunyai periode ulang tertentu, periode ulang rencana untuk selokan samping dan ditentukan 5 tahun. Untuk Frekuensi hujan dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$RT = x + K.Sx \dots \dots (2.42)$$

Dimana:

RT = Frekuensi hujan pada periode ulang

(Tahun)

x = Tinggi hujan maksimum komulatif rata-rata

K = Faktor frekuensi (nilai variabel reduksi Gauss)

Sx = Standart deviasi

Tabel 2. 26 Nilai Variabel Reduksi Gauss (Nilai K)

Periode Ulang (T), Tahun	Peluang	K
1,001	0,999	-3,05
1,005	0,995	-2,58
1,010	0,990	-2,33
1,050	0,950	-1,64
1,110	0,900	-1,28
1,250	0,800	-0,84
1,330	0,750	-0,67
1,430	0,700	-0,52
1,670	0,600	-0,25
2,000	0,500	0
2,500	0,400	0,25
3,330	0,300	0,52
4,000	0,250	0,67
5,000	0,200	0,84
10,000	0,100	1,28
20,000	0,050	1,64
50,000	0,020	2,05
100,000	0,010	2,33
200,000	0,005	2,58
500,000	0,002	2,88
1,000,000	0,001	3,09

Sumber: Soewarno, 1995

- Lamanya Waktu Curah Hujan

Ditentukan berdasarkan hasil penyelidikan Van Breen, bahwa hujan harian terkonsentrasi selama 4 jam dengan jumlah hujan sebesar 90% dari jumlah hujan selama 24 jam.

- Intensitas Curah Hujan (I)

Persamaan untuk menghitung intensitas curah hujan (I) menggunakan Analisa distribusi frekuensi menurut rumus sebagai berikut.

$$X_T = x + \frac{S_x}{S_n} (Y_T - Y_n) \dots\dots(2.43)$$

Dimana:

X_T = Besar Curah hujan untuk periode ulang T tahun (mm/jam)

x = Nilai rata-rata aritmatik hujan kumulatif.

S_x = Standard deviasi

S_n = Standard deviasi merupakan fungsi dari n

Y_T = Variasi yang merupakan fungsi periode ulang

Y_n = Nilai yang tergantung pada n

$$I = \frac{90\% X_T}{4} \dots\dots(2.44)$$

Dimana:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

Untuk nilai Y_T bisa dilihat pada tabel 2.27 dibawah ini.

Tabel 2. 27 Variasi Y_T

Periode Ulang (tahun)	Variasi yang berkurang
2	0,3665
5	1,4449
10	2,2502
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001

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

Untuk nilai Y_T bisa dilihat pada tabel 2.28 berikut

Tabel 2. 28 Nilai Y_n

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
100	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
200	0,5225	0,5252	0,5268	0,5283	0,5295	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
300	0,5352	0,5371	0,5380	0,5388	0,5402	0,5402	0,5410	0,5416	0,5424	0,5432
400	0,5436	0,5422	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5461
500	0,5465	0,5485	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5519	0,5518
600	0,5521	0,5534	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
700	0,5548	0,5552	0,5555	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5557
800	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585

90	0,5586	0,5567	0,5589	0,5591	0,559 2	0,559 3	0,5595	0,5595	0,5598	0,5599
----	--------	--------	--------	--------	------------	------------	--------	--------	--------	--------

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

Nilai Sn dapat diperoleh dari tabel 2.29 berikut

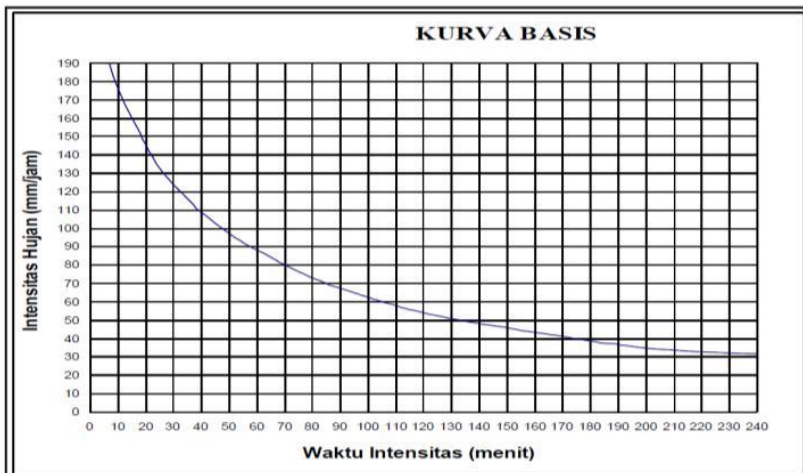
Tabel 2. 29 Nilai Sn

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,009 5	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	0,0828	1,0696	1,0696	1,0811	1,088 4	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1086
30	0,1124	1,1159	1,1159	1,1226	1,125 5	1,1285	1,1313	1,1335	1,1363	1,1388
40	0,1413	1,1436	1,1435	1,1480	1,149 9	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	0,1507	1,1623	1,1623	1,1658	1,155 7	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	0,1747	1,1759	1,1759	1,1782	1,175 3	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	0,1859	1,1863	1,1863	1,1851	1,189 0	1,1895	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	0,1933	1,1945	1,1945	1,1959	1,196 7	1,1973	1,1980	1,1957	1,1994	1,2001
90	0,2007	1,2013	1,2020	1,2025	1,203 2	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2050

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

- Kurva Basis

Untuk menentukan kurva lamanya intensitas hujan rencana, yang dapat diturunkan dari kurva basis (lengkung intensitas standar) yang bisa dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 2. 33 Gravik Kurva Basis

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

- Waktu Konsentrasi (T_c)

Waktu konsentrasi dapat dihitung dengan rumus:

$$T_c = t_1 + t_2 \dots \dots (2.45)$$

Dimana:

$$t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_o \times \frac{nd}{\sqrt{s}}\right)^{0,167} \dots\dots(2.46)$$

$$t_2 = \frac{L}{60 V} \dots\dots(2.47)$$

Keterangan:

t_1 = Waktu inlet (menit)

t_2 = Waktu aliran (menit)

L_o = Jarak dari titik terjauh ke drainase (m)

L = Panjang saluran (m)

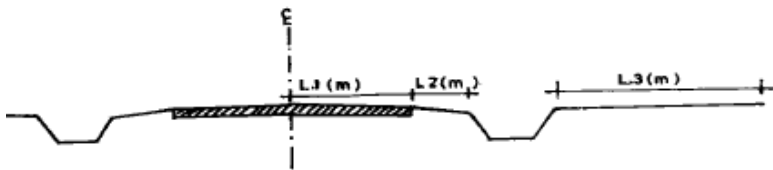
nd = Koefisien hambatan

s = Kemiringan daerah pengaliran

V = Kecepatan aliran (m/s)

b. Luas Daerah Pengaliran (A)

Luas daerah pengaliran batas-batasnya tergantung dari daerah pembebasan dan sekelilingnya ditetapkan seperti pada gambar



Gambar 2. 34 Daerah Pengaliran

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

$$L = L_1 + L_2 + L_3$$

Keterangan :

L_1 : Ditetapkan dari as jalan sampai bagian tepi perkerasan (m).

L_2 : Ditetapkan dari as jalan sampai bagian tepi perkerasan (m).

L_3 : Ditetapkan dari as jalan sampai bagian tepi perkerasan (m).

c. Koefisien Pengaliran (C)

Aliran yang masuk ke dalam saluran drainase berasal dari suatu *catchment area* disekitar saluran drainase untuk menentukan koefisien pengaliran digunakan rumus:

$$C \text{ total} = \frac{\sum C_i \cdot A_i}{A_i} \dots \dots (2.48)$$

Keterangan :

C_i = koefisien pengaliran

A_i = luas daerah pengaliran

d. Debit Aliran (Q)

Debit aliran merupakan jumlah air yang mengalir masuk ke dalam saluran tepi. Dari keseluruhan analisa hidrologi di atas, maka debit air yang melalui saluran drainase dapat dihitung dengan rumus :

$$Q = \frac{1}{3,6} C I A \dots \dots (2.49)$$

Keterangan :

Q = Debit air (m³/detik)

- C = koefisien pengaliran
 I = intensitas hujan (mm/jam)
 A = luas daerah pengaliran (km²)

Untuk menghitung kemiringan selokan samping dan gorong – gorong pembuangan air digunakan rumus sebagai berikut :

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} i^{\frac{2}{3}} \dots \dots (2.50)$$

$$i = \left(\frac{v \times n}{R^{\frac{2}{3}}} \right)^2 \dots \dots (2.51)$$

Keterangan :

- V = kecepatan aliran (m/det)
 n = koefisien kekasaran manning
 R = F/P (jari – jari hidrolis)
 P = keliling basah (m)
 i = kemiringan saluran yang diijinkan

2.4.3 Perhitungan Dimensi Drainase

Pemilihan jenis drainase harus menyesuaikan dengan kondisi pada bahu jalan agar bisa diterapkan di lapangan. Berdasarkan dari bentuknya, drainase permukaan jalan memiliki berbagai macam bentuk yang diantaranya:

- a. Drainase bentuk trapesium
- b. Drainase bentuk segitiga
- c. Drainase bentuk segi empat
- d. Drainase bentuk lingkaran

Drainase yang direncanakan pada ruas jalan Mojokerto – Mojosari STA 51+000 sampai dengan STA 58+000 adalah

drainase dengan bentuk segi empat. Untuk perhitungan dimensi drainasenya melalui langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan kecepatan aliran (V) yang diizinkan berdasarkan dari jenis material bisa dilihat pada tabel 2.30 berikut:

Tabel 2. 30 Kecepatan aliran yang diizinkan berdasarkan dari jenis material.

Jenis Bahan	Kecepatan aliran yang diizinkan, m/detik
Pasir halus	0,45
Lempung kepasiran	0,5
Lanau aluvial	0,6
Kerikil halus	0,75
Lempung kokoh	0,75
Lempung padat	1,10
Kerikil kasar	1,20
Batu-batu besar	1,50
Pasangan batu	1,50
Beton	3,00
Beton bertulang	3,00

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

2. Luas penampang basah (Fd) dihitung berdasarkan debit aliran dan kecepatan aliran yang dirumuskan:

$$Fd = \frac{Q}{V} \dots \dots \dots (2.52)$$

Dimana:

Fd = Luas penampang basah (m^2)

Q = Debit aliran ($m^3/detik$)

V = Kecepatan aliran yang diizinkan (m/detik)

3. Mencari tinggi saluran yang tergenang air (d) dengan memperhatikan aspek luas penampang ekonomis yang di syaratkan sebagai berikut:

$$Fe = Fd \dots \dots (2.53)$$

Dengan luas penampang ekonomis (Fe) untuk drainase bentuk segi empat dirumuskan:

$$Fe = b \times d \dots \dots (2.54)$$

Dimana:

$$b = 2 d$$

Maka diperoleh persamaan untuk mencari tinggi saluran yang tergenang air (d):

$$d = \sqrt{\frac{Fd}{2}} \dots \dots (2.55)$$

Keterangan:

Fe = luas penampang ekonomis
(m^2)

b = Lebar drainase (m)

d = Tinggi saluran yang tergenang air (m)

4. Menghitung lebar drainase (b) untuk bentuk drainase segi empat berdasarkan dari tinggi saluran yang tergenang air:

$$b = 2 d \dots \dots (2.56)$$

Dimana:

b = Lebar drainase (m)

d = Tinggi saluran yang tergenang air (m)

5. Menentukan tinggi jagaan (w) berdasarkan dari tinggi saluran yang tergenang air dengan persamaan sebagai berikut:

$$w = \sqrt{0.5 d} \dots \dots (2.57)$$

6. Jari-jari hidrolis (R) ditentukan menurut tinggi saluran yang tergenang air yang telah diketahui dengan persamaan sebagai berikut:

$$R = \frac{d}{2} \dots \dots (2.58)$$

7. Menentukan koefisien kekasaran manning (n) ditinjau dari kondisi dan tipe saluran yang bisa dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2. 31 Harga n untuk rumus manning

No.	Tipe saluran	Baik sekali	Baik	Se-dang	Jelek
01	SALURAN BUATAN Saluran tanah, lurus teratur	0,017	0,020	0,023	0,025
02	Saluran tanah yang di buat dengan excavator	0,023	0,028	0,030	0,040
03	Saluran pada dinding batuan, lurus, teratur	0,020	0,030	0,033	0,035
04	Saluran pada dinding batuan, tidak lurus, tidak teratur	0,035	0,040	0,045	0,045
05	Saluran batuan yang di ledakkan, ada tumbuh-tumbuhan	0,025	0,030	0,035	0,040
06	Dasar saluran dari tanah, sisi saluran berbatu	0,028	0,030	0,033	0,035
07	Saluran lengkung, dengan kecepatan aliran rendah	0,020	0,025	0,028	0,030
08	SALURAN ALAM Bersih, lurus,, tidak berpasir, tidak berlubang	0,025	0,028	0,030	0,033
09	Seperti no. 8, tetapi ada timbunan atau kerikil	0,030	0,033	0,035	0,040
10	Melengkung, bersih, berlubang dan berdinding pasir	0,033	0,035	0,040	0,045
11	Seperti No. 10, dangkal, tidak teratur	0,040	0,045	0,050	0,055
12	Seperti No. 10, berbatu dan ada tumbuh-tumbuhan	0,035	0,040	0,045	0,050
13	Seperti No. 11, sebagian berbatu	0,045	0,050	0,055	0,060
14	Aliran pelan, banyak tumbuh-tumbuhan dan berlubang	0,050	0,060	0,070	0,080
15	Banyak tumbuh-tumbuhan	0,075	0,100	0,125	0,150
16	SALURAN BUATAN, BETON, ATAU BATU KALI. Saluran pemasangan batu, tanpa penyelesaian	0,025	0,030	0,033	0,035
17	Seperti No. 16, tapi dengan penyelesaian	0,017	0,020	0,025	0,030
18	Saluran beton	0,014	0,016	0,019	0,021
19	Saluran beton halus dan rata	0,010	0,011	0,012	0,013
20	Saluran beton pracetak dengan acuan baja	0,013	0,014	0,014	0,015
21	Saluran beton pracetak dengan acuan kayu	0,015	0,016	0,016	0,018

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

8. Menghitung kemiringan saluran yang diizinkan (i) dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$i = \left(\frac{V \times n}{R^{2/3}} \right)^2 \dots \dots (2.59)$$

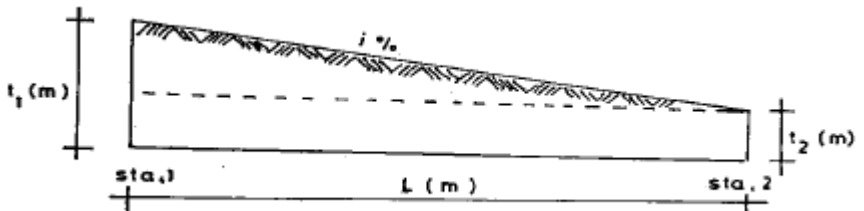
Dimana:

i = Kemiringan saluran yang diizinkan (%)

V = Kecepatan aliran yang diizinkan (m/detik)

R = Jari-jari hidrolis (m)

9. Mengecek Kemiringan tanah dihitung dengan rumus:



Gambar 2. 35 Kemiringan tanah

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

$$i = \frac{t_1 - t_2}{L} \times 100\% \dots \dots (2.60)$$

Dimana:

i = Kemiringan tanah (%)

t_1 = Tinggi tanah di bagian tertinggi (m)

t_2 = Tinggi tanah di bagian terendah (m)

L = Panjang tanah yang ditinjau (m)

2.5 Perencanaan Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah adalah bangunan struktur yang diterapkan untuk memberikan stabilitas tanah atau bahan lain yang kondisi massa bahannya tidak memiliki kemiringan alami, dan juga digunakan untuk menahan atau menopang timbunan tanah atau ongkongan material lainnya (*Bowles, 1999: 49*). Desain dinding penahan tanah yang direncanakan adalah dinding penahan tanah tipe gravitasi yaitu dinding penahan tanah yang terbuat dari beton tidak bertulang, yang mengandalkan berat dari struktur dinding penahan itu sendiri untuk menjaga stabilitasnya.

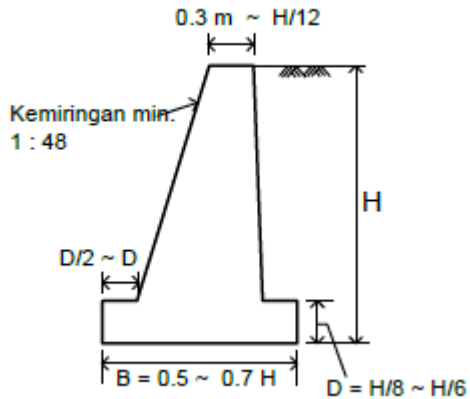
Pada kebanyakan desain dinding penahan sejumlah kecil tulangan diberikan untuk memperkecil ukuran dari dinding penahan tanah ini. dinding penahan tanah yang menggunakan tulangan ini biasa disebut semi gravitasi.

2.5.1 Persyaratan Teknis Dinding Penahan Tanah

Persyaratan teknis dinding penahan tanah ini mengacu pada SNI 8460-2017 tentang Persyaratan Perencanaan Geoteknik yaitu sebagai berikut:

a. Dimensi Tipikal Dinding Gravitasi

Persyaratan dinding penahan tanah berdasarkan dari dimensi tipikal dinding penahannya pada langkah awal perencanaan telah di tentukan perkiraan awal dimensi dinding penahan tanah untuk tipe gravitasi yang dinyatakan sebagai fungsi dari tinggi tanah H yang bias dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2. 36 Dinding penahan tanah tipe gravitasi

b. Faktor-faktor yang Perlu Diperhatikan dalam Perancangan.

Dalam perencanaan dinding penahan tanah agar tetap aman terhadap stabilitas guling, stabilitas lereng dan daya dukung tanah ada beberapa faktor-faktor yang harus diperhatikan diantaranya:

- Kondisi tanah pada lokasi dinding, apakah ada potensi dimana dinding penahan tanah secara keseluruhan ikut mengalami gelincir rotasi/translasi.
- Apakah ada lapisan tanah lunak di bawah lapisan tanah yang langsung mendukung dinding penahan tanah, yang dapat menyebabkan dinding mengalami penurunan (jangka panjang), dan mengakibatkan dinding berputar ke belakang.

c. Pemeriksaan Stabilitas Dinding Penahan dan Faktor Keamanan Minimum

Persyaratan untuk dinding penahan harus diperiksa stabilitasnya terhadap guling, geser lateral dan daya dukung. Untuk nilai faktor keamanan yang diisyaratka adalah sebagai berikut:

- Faktor keamanan terhadap guling minimum 2.
- Faktor keamanan terhadap geser lateral minimum 1,5.
- Faktor keamanan terhadap daya dukung minimum 3.
- Faktor keamanan terhadap *slope stability* 1.

2.5.2 Tekanan Tanah Lateral

Tekanan tanah terjadi saat pergeseran tanah atau selama peregangan tetapi sebelum tanah tersebut mengalami kerutuhan. Untuk itu dalam merencanakan dinding penahan tanah harus mengetahui gaya horizontal yang bekerja setara antara kontruksi penahan dan massa tanah yang di tahan. Dari sini tekanan tanah lateral dapat diartikan sebagai gaya horizontal yang ditimbulkan akibat gaya dorong tanah dibelakang struktur dinding penahan tanah. Besarnya tekanan lateral sangat dipengaruhi oleh letak (displacement) dari dinding penahan tanah dan sifat sifat tanahnya (Hardiyatmo, 2007).

Ada hal-hal mendasar yang berakaitan dengan dinding penahan tanah yang mengalami tekanan tanah lateral, dimana dinding tersebut pada umumnya akan berada pada kondisi yang sebagai berikut:

a. Tekanan Tanah Lateral Saat Diam

Tekanan tanah pada kondisi diam terjadi jika regangan lateral pada tanah sama dengan nol. Pada kondisi ini besarnya tekanan tanah pada dinding penahan berada diantara tekanan tanah aktif dan tekanan tanah pasif. Berdasarkan dari Braja M. Das Tekanan tanah lateral saat diam dinyatakan dengan persamaan:

$$K_0 = \frac{\sigma_h}{\sigma_v} \dots \dots \dots (2.61)$$

$$\text{Dimana: } \sigma h = \gamma x Z \dots\dots(2.62)$$

$$\text{Maka } \quad \quad \quad : \sigma v = K_o x \gamma x Z \dots\dots(2.63)$$

Untuk tanah berbutir, keadaan tanah dalam keadaan diam dapat dihitung oleh hubungan empiris yang di perkenalkan oleh Jaky (1944) :

$$K_o = 1 - \sin \emptyset \dots\dots(2.64)$$

Brooker dan Ireland (1965) mengemukakan hubungan empiris untuk menghitung K_o dari tanah lempung yang terkonsolidasi normal :

$$K_o = 0,95 - \sin \emptyset \dots\dots(2.65)$$

Untuk tanah lempung yang terkonsolidasi normal, persamaan empiris yang lain untuk K_o juga di kemukakan oleh Alpan (1967) :

$$K_o = 0,19 + 0,233 \log (PI) \dots\dots(2.66)$$

Dimana :

$$PI = \text{Indeks plastis}$$

b. Tekanan Tanah Aktif

Tekanan aktif adalah kondisi dimana dinding bergerak menjauhi bagian tanah timbunan/ timbul apabila dinding penahan tanah bagian atas bergerak relatif ke depan terhadap dasarnya. Hal ini disebabkan oleh adanya momen yang terjadi atau bekerja pada dinding tersebut yang dirumuskan sebagai berikut.

$$P_a = \frac{1}{2} K_a \cdot \gamma \cdot H^2 \dots\dots(2.67)$$

Dimana :

$$K_a = \text{Koefisien tanah aktif}$$

$$Ka = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{1} \right) \dots\dots\dots(2.68)$$

c. Tekanan Tanah Pasif

Kondisi tekanan tanah pasif terjadi jika gaya yang mendorong dinding penahan ke arah tanah yang sampai tanah urug dalam kondisi runtuh, disamping itu nilai banding pada tekan horizontal dan tekanan tanah vertical yang terjadi di definisikan sebagai tekanan tanah pasif. Kondisi tekanan tanah pasif memiliki persamaan yang sebagai berikut:

$$Pp = \frac{1}{2} Kp \cdot \gamma \cdot H^2 \dots\dots\dots(2.69)$$

Dimana :

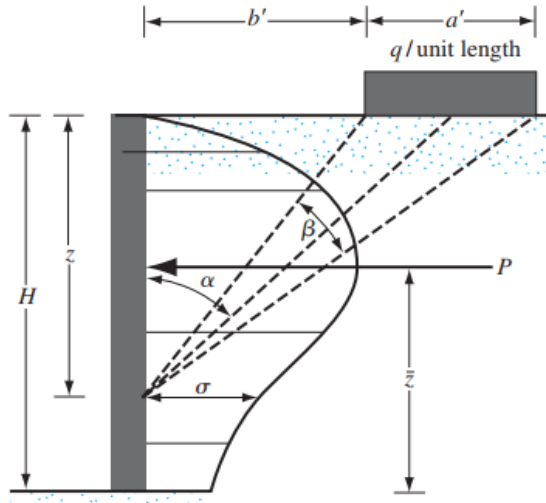
Kp = Koefisien tanah pasif

$$Kp = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{1} \right) \dots\dots\dots(2.70)$$

e. Tekanan Tanah Akibat Beban Lajur

Pada beban lajur sebesar q / satuan luas terletak pada jarak m dan tembok yang memiliki ketinggian H . menurut teori elastisitas , tegangan arah horizontal pada kedalaman z , yang bekerja pada tembok seperti pada (Gambar 2.37), dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\sigma_x = \frac{2q}{\pi} (\beta - \sin \beta \cos \alpha) \dots\dots\dots(2.71)$$



Gambar 2. 37 Tekanan Kesamping Pada Dinding Penahan Akibat Beban Lajur

Sumber : Braja.M.Das

Sehingga untuk gaya P, per satuan lebar tembok yang disebabkan oleh beban lajur dapat dihitung dengan cara mengintegrasikan c_{rx} dengan batas-batas dari z sama dengan nol sampai dengan H . Jarquio (1981) telah menuliskan besarnya P dalam bentuk sebagai berikut:

$$P = \frac{q}{90} [H (\theta_2 - \theta_1)] \dots\dots(2.72)$$

Dimana :

$$\theta_1 = \tan^{-1} \left(\frac{b'}{H} \right)$$

$$\theta_2 = \tan^{-1} \left(\frac{a' + b'}{H} \right)$$

Lokasi \hat{z} pada gambar 2.19 dari gaya P dapat ditentukan sebagai berikut :

$$\hat{z} = H - \left[\frac{H^2(\theta_2 - \theta_1) + (R - Q) - 57,3 a' H}{2 H (\theta_2 - \theta_1)} \right] \dots\dots(2.73)$$

Dimana:

$$R = (a' + b')^2 x (90 - \theta_2) \dots\dots(2.74)$$

$$Q = b'^2 x (90 - \theta_1) \dots\dots(2.75)$$

2.5.3 Kontrol Kekuatan Dinding Penahan Tanah

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan untuk memastikan dinding penahan yang didesain aman dengan melihat kriteria yang ada di bawah ini:

a. Kontrol Terhadap Guling

Faktor keamanan struktur dinding penahan tanah terhadap kemungkinan guling berdasarkan teori tekanan lateral rankine sebagai berikut :

$$FS = \frac{\sum M_O}{\sum M_R} \dots\dots(2.76)$$

$$\sum M_O = P_h \left(\frac{H}{3} \right) \text{ dan } \sum M_R = P_v \dots\dots(2.77)$$

Dimana :

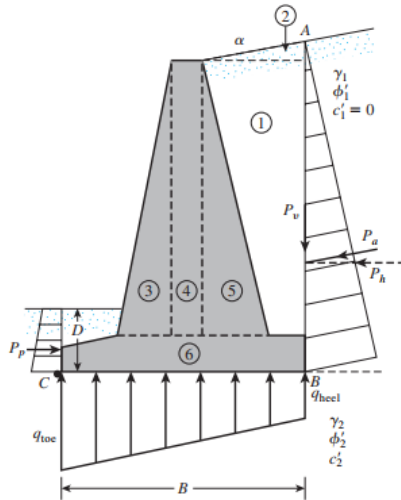
$$P_h = P_a \cos \alpha \dots\dots(2.78)$$

$$P_v = P_a \sin \alpha \dots\dots(2.79)$$

Keterangan :

$\sum M_O$ = Jumlah dari momen-momen yang menyebabkan guling pada titik putaran C (Pada gambar 2.22)

$\sum M_R$ = Jumlah dari momen-momen yang mencegah guling titik putaran



C (Pada gambar 2.22)

Gambar 2. 38 Kontrol Terhadap Guling

Sumber : Braja.2011

b. Kontrol Terhadap Geser

Ketahanan struktur dinding penahan tanah terhadap geser dapat ditentukan dengan persamaan berikut,

$$FS = \frac{(\sum V) \times \tan \delta' \times Bc'_{1a} \times P_p}{P_a \cos \alpha} \dots\dots(2.80)$$

Dimana dapat diasumsikan :

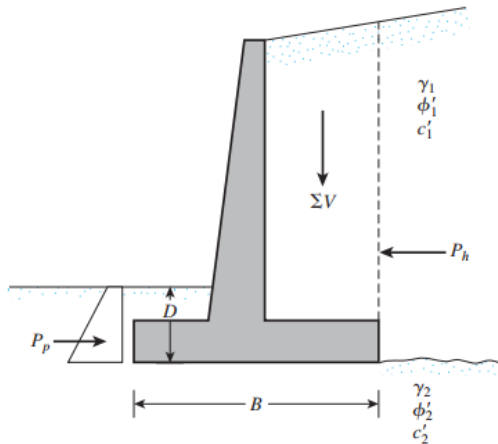
$$\delta' = k_1 \cdot \phi'_2$$

$$c'_a = k_2 \cdot c'_2 \dots\dots(2.81)$$

Keterangan :

δ' = Sudut gesek antara tanah dan lapisan tanah dasar

c'_a = Nilai kohesi antara tanah dan lapisan tanah dasar



Gambar 2. 39 Kontrol Terhadap Geser

Sumber : Braja.2011

c. Kontrol Daya Dukung Ijin

Daya dukung ijin tanah harus lebih besar dari tekanan yang terjadi akibat gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah. Penentuan daya dukung ijin pada dasar dinding penahan tanah dilakukan seperti pada perencanaan pondasi dangkal (Terzaghi).

Tabel 2. 32 Nilai Faktor Daya Dukung Terzaghi

ϕ	N_c	N_q	N_γ	N_c'	N_q'	N_γ'
0	5.7	1.0	0.0	5.7	1	0
5	7.3	1.6	0.5	6.7	1.4	0.2
10	9.6	2.7	1.2	8	1.9	0.5
15	12.9	4.4	2.5	9.7	2.7	0.9
20	17.7	7.4	5.0	11.8	3.9	1.7
25	25.1	12.7	9.7	14.8	5.6	3.2
30	37.2	22.5	19.7	19	8.3	5.7
34	52.6	36.5	35.0	23.7	11.7	9
35	57.8	41.4	42.4	25.2	12.6	10.1
40	95.7	81.3	100.4	34.9	20.5	18.8
45	172.3	173.3	297.5	51.2	35.1	37.7
48	258.3	287.9	780.1	66.8	50.5	60.4
50	347.6	415.1	1153.2	81.3	65.6	87.1

Sumber : Braja.2011

$$q_{ult} = C \cdot N_c + \gamma b \cdot N_q \cdot Df + 0,5 \cdot \gamma b \cdot B \cdot N_\gamma \dots \dots (2.82)$$

$$q = \frac{q_{ult}}{sf} \dots \dots (2.83)$$

$$FS = 3$$

$$\text{Syarat : Daya dukung tanah} > \frac{W(\text{beban sendiri})}{\text{Luasan Pondasi}} + \frac{Pa+Pp}{\text{Luasan Pondasi}}$$

d. Kontrol Tegangan Pada Dinding Penahan

Untuk analisa gaya maksimum yang terjadi, prinsip yang digunakan untuk menentukan besarnya tegangan pada dinding pasangan batu sama seperti menentukan tegangan pada tanah dasar dimana tegangan pada bidang horisontal dihitung dengan rumus berikut :

$$\sigma_{\max} = \frac{\Sigma V}{B} \left(1 + \frac{6 \cdot e}{B} \right) \dots \dots (2.84)$$

$$\sigma_{\min} = \frac{\Sigma V}{B} \left(1 - \frac{6 \cdot e}{B} \right) \dots \dots (2.85)$$

Dimana :

$$\begin{aligned}
 e &= \text{Eksentrisitas} \\
 &= \frac{B}{2} - \frac{M_{net}}{\Sigma V} \\
 &= \frac{B}{2} - \frac{\Sigma M_R - \Sigma M_O}{\Sigma V} \dots\dots\dots(2.86)
 \end{aligned}$$

e. Kontrol Keamanan Terhadap *Slope Stability*

Maksud dari analisa syabilitas adalah untuk menentukan faktor aman dari bidang longsor yang potensial. Analisis stabilitas lereng didasarkan pada konsep keseimbangan plastis batas (*limit plastic equilibrium*). Dalam Analisis stabiitas lereng, beberapa anggapan dibuat:

- Kelongsoran lereng terjadi di sepanjang permukaan bidang longsor tertentu dan dapat diaanggap sebagi masalah bidang 2 dimensi.
- Massa tanah yang longsor dianggap sebagai benda masif.
- Tahanan geser dari massa tanah pada setiap titik sepanjang bidang longsor tdak tergantung dari orieantasi permukaan longsor, atau dengan kata lain kuat geser tanah dianggap isotropis.
- Faktor aman didefinisikan dengan memperhatikan tegangan geser rata-rata sepanjang bidang longsor potensial, dan kuat geser tanah rata-rata sepanjang permukaan kelongsoran, jadi kuat geser tanah mungkin terlampui di titik tertentu pada bidang longsohnya, pada faktor aman hasil hitungan lebih besar 1.
- Untuk faktor aman didefinisikan sebagai nilai banding antar gaya yang menahan dan gaya yang menggerakkan, atau dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$FS = \frac{\tau}{\tau_d} \dots\dots\dots(2.87)$$

Dimana:

τ = Tahanan geser maksimum atau kuat geser tersedia (Ton)

τ_d = Tegangan geser yang terjadi akibat gaya berat tanah yang akan longsor (Ton)

Menurut teori Mohr-Coulumb tahanan geser maksimum τ yang dapat dimobilisasi oleh tanah, di sepanjang bidang longsornya, dinyatakan oleh:

$$\tau = c + \sigma \tan \varphi \dots \dots (2.88)$$

Dimana:

c = Kohesi tanah

σ = Tegangan normal

φ = Sudut gesek dalam tanah

Dengan cara yang sama dapat dituliskan persamaan tegangan geser yang terjadi (τ_d) akibat beban tanah dan beban-beban lain pada bidang longsornya, yang dirumuskan:

$$\tau_d = c_d + \sigma \tan \varphi_d \dots \dots (2.89)$$

Dimana:

c_d = Kohesi tanah yang terjadi

φ_d = Sudut gesek dalam tanah yang

terjadi

Dari kedua persamaan di atas dapat disubstitusikan, sehingga diperoleh persamaan untuk faktor keamanan stabilitas lereng sebagai berikut:

$$FS = \frac{c + \sigma \tan \phi}{c_d + \sigma \tan \phi_d} \dots \dots \dots (2.90)$$

2.6 Rencana Anggaran Biaya

Perhitungan rencana anggaran biaya bertujuan untuk menghitung biaya-biaya yang dibutuhkan dari suatu pembangunan struktur, sehingga biaya yang dikeluarkan sesuai dengan yang direncanakan. Untuk itu perlu perhitungan yang tepat agar biaya yang dikeluarkan bisa seekonomis mungkin.

Perhitungan biaya akan bergantung dari volume, lama pekerjaan dan harga satuan yang mengacu pada peraturan menteri Pekerjaan Umum dan perumahan rakyat No.. 28/PRT/M/2016, tentang Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI

Pada bagian *Metodologi* ini Menjelaskan langkah – langkah kerja dalam penanganan perencanaan teknis pelebaran jalan Mojosari - Mojokerto dan bangunan penunjang, dari awal pengumpulan data, baik primer maupun sekunder, sampai dengan proses perhitungan dan keluaran hasil kegiatan.

3.1 Pendahuluan

Pembahasan latar belakang permasalahan yang ada di lapangan, batasan masalah dan tujuan Perencanaan Teknis Jalan Pelebaran Mojokerto - Mojosari.

3.2 Tinjauan Standard

Berisi kumpulan dasar-dasar perumusan yang akan dipakai dalam perhitungan dan dalam penentuan pekerjaan konstruksi pelebaran jalan, antara lain:

1. Kebutuhan pelebaran jalan yang di perlukan berlandaskan dari metode Manual Kapasitas rencana jalan Indonesia (PKJI 2014).
2. Kontrol geometrik jalan berpedoman pada Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, 1997.
3. Perencanaan tebal perkerasan kaku berlandaskan dari metode Perencanaan perkerasan jalan beton semen Pd T-14-2003.
4. Perencanaan dimensi saluran tepi jalan dengan menggunakan SNI 03-3424-1994, Departemen Pekerjaan Umum.

5. Perencanaan dinding penahan tanah mengikuti yang disyaratkan pada SNI-8460-2017 tentang Persyaratan Perancangan Geoteknik.
6. Analisa Harga Dasar dan Upah serta Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) menggunakan HSPK Kota Mojokerto.

3.3 Pengumpulan dan Analisa Data

3.3.1 Data Primer

Data Primer adalah data yang diperoleh dari *survey* lapangan berupa hasil foto kondisi jalan dan sekitarnya yang di lakukan pada ruas jalan Mojokerto – Mojosari STA 51+000 sampai dengan STA 58+000.

3.3.2 Data Sekunder

Data yang digunakan untuk perencanaan adalah data sekunder yang meliputi:

- a. Peta, diperoleh dari website *mojokerto.bps.go.id*
- b. Data curah hujan, diperoleh dari Dinas PU Sumber Daya Air Provinsi Jawa Timur
- c. Data tanah (*Properties* Tanah dan CBR Test), diperoleh dari Lab. Tanah Kampus ITS Manyar.
- d. Data lalu lintas, diperoleh dari Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VIII, Jawa Timur
- e. Data geometrik jalan, diperoleh dari Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional VIII, Jawa Timur
- f. Data HSPK, Website *edoc.site*

3.4 Pengolahan Data

3.4.1 Pengolahan Data Lalu lintas

Pengolahan data lalu lintas yang akan di analisa adalah data LHR yang nantinya akan digunakan untuk mencari tingkat pertumbuhan rata-rata pada tiap jenis kendaraan dengan menyesuaikan umur rencana. Dari nilai pertumbuhan kendaraan yang diperoleh, maka dapat diketahui kapasitas kendaraan yang diperlukan untuk merencanakan peningkatan jalan dengan memperlebar dan dari data tersebut juga akan digunakan untuk data beban kendaraan. Data beban kendaraan yang dimaksud berkaitan dengan konfigurasi roda, pertumbuhan lalu lintas, volume lalu lintas dan sumbu kendaraan (STRT, STRG, STdRG).

3.4.2 Pengolahan Data Curah Hujan

Data curah hujan yang di dapat dari Dinas PU Sumber Daya Air Jawa Timur berupa data curah hujan bulanan maksimum dan tahunan maksimum dengan rentang 10 tahun. Data curah hujan di olah untuk merencanakan debit limpasan yang terjadi pada suatu catchment area, selanjutnya debit aliran tersebut akan dipakai untuk mendesain dimensi saluran permukaan jalan.

3.4.3 Pengolahan Data Tanah

Untuk merencanakan tebal perkerasan jalan dan perencanaan dinding penahan data tanah akan diperlukan. Dalam merencanakan tebal perkerasan beton data tanah yang diperoleh berupa hasil tes CBR akan digunakan untuk mengetahui besarnya daya dukung tanah dasar. Sedangkan untuk perencanaan dinding penahan tanah diperlukan properties data tanah untuk mengontrol keamanan dinding penahan tanah terhadap guling, geser, longsor dan daya dukung tanah.

3.5 Perencanaan Kebutuhan Pelebaran Jalan

Tahap yang dilakukan untuk perencanaan peningkatan jalan diantaranya:

1. Menghitung volume dan pertumbuhan lalu lintas untuk umur rencana 25 tahun.
2. Melakukan analisa kapasitas jalan dengan melihat nilai derajat kejenuhan (DS).
3. Merencanakan pelebaran jalan, jika nilai derajat kejenuhan melebihi angka yang di isyaratkan ($DS \leq 0,75$).

3.6 Kontrol Geometrik Jalan

Dalam menganalisa geometrik jalan ada 2 hal yang harus dikontrol antara lain:

1. Alinyemen horizontal
2. Alinyemen vertikal

3.7 Perencanaan Struktur Perkerasan Beton

Langkah yang dilakukan untuk perencanaan tebal perkerasan beton, yaitu:

1. Jenis perkerasan beton yang dipilih adalah perkerasan beton bersambung tanpa tulangan (BBTT).
2. Menghitung beban lalu lintas dari data LHR yang telah di olah.
3. Merencanakan tebal perkerasan beton dari data CBR tanah dasar dan beban lalu lintas
4. Mengecek tegangan fatik dan erosi, jika tidak sesuai dengan yang disyaratkan melakukan perencanaan ulang untuk tebal perkerasan.
5. Perencanaan Sambungan

3.8 Perencanaan Struktur Dinding Penahan

Dinding penahan di desain untuk menahan sliding dari tanah timbunan di badan jalan dengan melihat faktor keamanan yang ada, diantaranya:

1. Faktor keamanan terhadap guling $\geq 1,5$.
2. Faktor keamanan terhadap geser $\geq 1,5$.

3. Faktor keamanan terhadap daya dukung ≥ 3
4. Faktor keamanan terhadap *slope stability* ≥ 1 .

3.9 Perencanaan Drainase

Langkah-langkah untuk desain drainase yang direncanakan, yaitu:

1. Menghitung intensitas hujan.
2. Menghitung debit aliran.
3. Menentukan dimensi saluran, dengan syarat $V_{lapangan} < V_{rencana} < V_{ijin}$.

3.10 Gambar Rencana

Dari perhitungan perencanaan struktur yang telah dilakukan akan divisualisasikan dalam bentuk gambar. Gambar tersebut meliputi:

1. Struktur perkerasan beton.
2. Drainase.
3. Dinding penahan tanah

3.11 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Analisa ini dilakukan sesuai dengan standart dan kebutuhan yang ada, hal ini terutama perlu memperhatikan adanya pengaruh inflasi dan faktor resiko, adapun tahapan dari analisa biaya sebagai berikut :

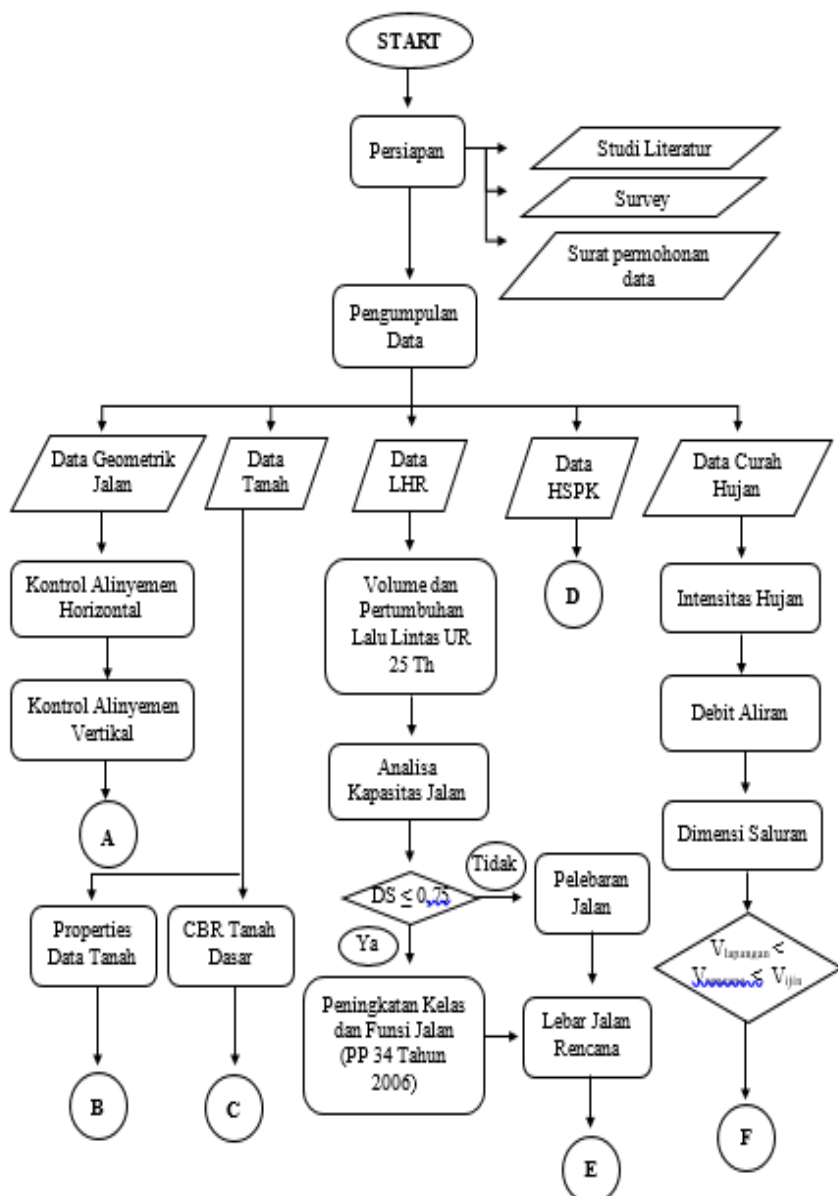
- a. Harga material dan upah
- b. Perhitungan volume pekerjaan
- c. Analisa harga satuan
- d. Perhitungan rencana anggaran biaya

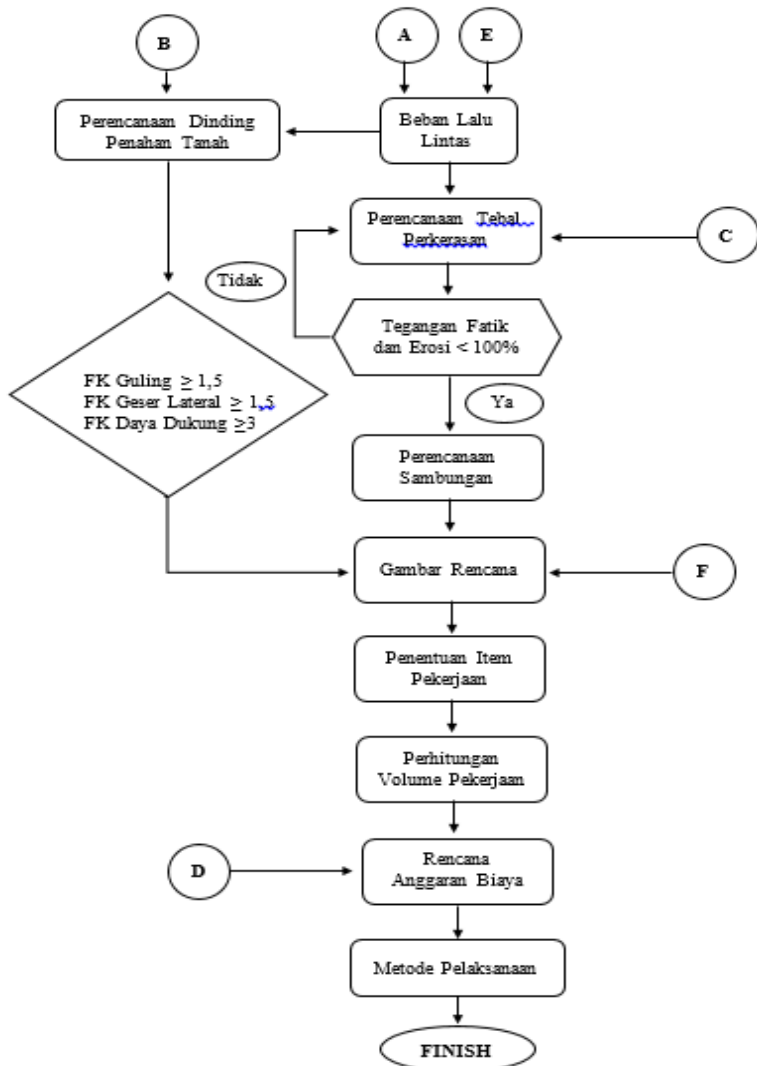
3.12 Metode Pelaksanaan

Hasil analisa perhitungan yang telah dilakukan selanjutnya dapat diaplikasikan dilapangan, oleh sebab itu gambaran metode pelaksanaan dibuat.

3.13 Kesimpulan dan hasil akhir

Dari serangkaian analisa data dan perencanaan maka diperoleh hasil perencanaan akhir jalan, beserta bangunan penunjangnya yang optimum yang memenuhi standart.





Gambar 3. 1 Diagram Alir Perencanaan Tugas Akhir

Sumber: Dokumen Pribadi

BAB IV PENGOLAHAN DATA

4.1 Umum

Jalan merupakan sarana yang sangat penting peranannya dalam pertumbuhan ekonomi suatu wilayah agar tercapai keseimbangan dan pemerataan pembangunan antar daerah. Selama ini jalan pada ruas Mojokerto - Mojosari telah berperan sebagai salah satu gerbang yang menghubungkan arus transportasi dari Surabaya, melalui kota Sidoarjo dan Mojokerto sampai ke Kota Jombang. Perencanaan jalan ini berada pada STA 51+250 s/d STA 58+250 dengan menggunakan struktur perkerasan kaku. Data-data yang dibutuhkan dalam perencanaan ini antara lain:

1. Peta kontur lokasi
2. Data lalu lintas
3. Data CBR tanah dasar
4. Data curah hujan
5. Gambar eksisting jalan (potongan melintang dan memanjang)

4.2 Pengumpulan Data

4.2.1 Peta Lokasi

Ruas jalan Mojokerto – Mojosari STA 51+250 – STA 58+250 berada di Kota Mojokerto, Provinsi Jawa Timur yang melewati 3 kecamatan, yaitu Kecamatan Mojoanyar, Kecamatan Bangsal dan Kecamatan Mojosari. Klasifikasi fungsi jalan ini merupakan jalan arteri kelas II berdasarkan info dari Dishub Mojokerto. Jalan arteri kelas II adalah jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk di batasi secara berdaya yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2,5 meter, ukuran panjang tidak melebihi 12 meter, ukuran paling tinggi 4,2 meter dan muatan sumbu terberat 8 ton.

4.2.2 Data Lalu Lintas

Data jumlah kendaraan pada ruas jalan Mojokerto – Mojosari di dapatkan dari kantor BPJN VIII Waru, Sidoarjo. Data ini dimulai dari tahun 2015 s/d 2017 yang bisa dilihat pada tabel 4.1 – 4.3.

Tabel 4. 1 Data Jumlah Kendaraan Mojokerto-Mojosari Tahun 2015

Jamsurvey	Gol. 1	Gol. 2	Gol. 3	Gol. 4	Gol. 5A	Gol. 5B	Gol. 6A	Gol. 6B	Gol. 7A	Gol. 7B	Gol. 7C	Gol. 8
06 - 07	1087	108	54	6	1	1	2	4	4	0	0	0
07 - 08	1010	106	69	8	1	1	3	5	9	0	0	0
08 - 09	1053	128	68	12	2	1	4	5	11	2	3	0
09 - 10	883	145	66	10	2	1	3	5	11	3	6	0
10 - 11	993	114	71	10	2	1	4	5	14	2	4	0
11 - 12	772	87	56	9	2	1	4	5	13	1	6	0
12 - 13	671	121	71	9	3	0	4	6	17	2	4	0
13 - 14	728	97	66	7	3	0	3	5	11	0	4	0
14 - 15	2152	104	54	8	2	0	3	4	14	2	3	0
15 - 16	349	118	50	7	3	0	4	4	13	1	3	0
16 - 17	233	104	58	8	2	1	4	5	13	1	4	0
17 - 18	234	120	50	9	3	1	3	5	17	0	4	0
18 - 19	196	123	59	8	2	0	3	5	19	1	4	0
19 - 20	170	101	64	7	2	1	3	4	12	1	4	0
20 - 21	155	87	43	6	2	1	3	4	16	2	4	0

Jamsurvey	Gol. 1	Gol. 2	Gol. 3	Gol. 4	Gol. 5A	Gol. 5B	Gol. 6A	Gol. 6B	Gol. 7A	Gol. 7B	Gol. 7C	Gol. 8
21 - 22	136	50	39	5	2	1	3	4	17	1	3	0
22 - 23	97	53	36	6	2	0	3	3	12	1	5	0
23 - 00	70	29	33	5	3	0	3	3	12	1	4	0
00 - 01	45	43	35	5	3	0	3	3	13	2	5	0
01 - 02	24	21	24	4	1	0	3	3	6	2	6	0
02 - 03	23	15	15	4	1	0	2	3	11	4	7	0
03 - 04	22	17	16	4	0	0	2	3	11	5	3	0
04 - 05	22	27	15	4	1	1	3	3	11	2	3	0
05 - 06	50	58	39	4	2	0	2	4	6	0	0	0
06 - 07	1106	121	58	7	1	1	2	4	5	0	2	0
07 - 08	1019	109	66	8	1	1	3	4	7	0	2	0
08 - 09	1094	99	63	8	2	1	2	3	8	1	2	0
09 - 10	936	140	64	10	2	1	3	4	11	2	6	0
10 - 11	831	118	67	8	2	1	3	3	13	1	5	0
11 - 12	656	96	58	8	3	1	4	5	15	1	6	0
12 - 13	536	99	68	8	3	0	3	4	16	1	5	0
13 - 14	788	89	65	7	2	0	3	5	9	0	3	0
14 - 15	370	115	62	7	2	2	3	3	7	2	3	0
15 - 16	344	104	63	6	2	2	4	3	7	1	4	0

Jamsurvey	Gol. 1	Gol. 2	Gol. 3	Gol. 4	Gol. 5A	Gol. 5B	Gol. 6A	Gol. 6B	Gol. 7A	Gol. 7B	Gol. 7C	Gol. 8
16 - 17	261	113	61	7	2	2	3	3	9	3	2	0
17 - 18	222	108	56	9	2	1	3	3	8	0	2	0
18 - 19	210	99	58	6	2	2	3	3	9	3	3	0
19 - 20	174	113	56	7	2	2	3	3	7	3	3	0
20 - 21	153	78	43	7	2	2	3	4	8	4	2	0
21 - 22	124	48	35	6	1	1	2	3	9	3	2	0
22 - 23	89	43	32	6	2	0	3	3	7	2	2	0
23 - 00	57	25	29	6	2	1	3	3	7	1	3	0
00 - 01	37	25	30	5	2	1	3	3	7	2	3	0
01 - 02	25	18	23	3	1	1	2	3	5	2	4	0
02 - 03	18	8	13	4	1	0	2	2	6	4	3	0
03 - 04	22	17	14	4	0	1	2	2	6	5	2	0
04 - 05	22	27	15	4	1	1	2	3	6	4	1	0
05 - 06	41	58	36	4	2	1	2	3	5	2	2	0
Jumlah kendaraan selama 2 hari	20308	3848	2286	318	90	36	142	176	490	88	162	0
Jumlah kendaraan/hari	10154	1924	1143	159	45	18	71	88	245	44	81	0

Sumber: BPJN VIII Waru, Sidoarjo

Tabel 4. 2 Data Jumlah Kendaraan Mojokerto-Mojosari Tahun 2016

Jamsurvey	Gol. 1	Gol. 2	Gol. 3	Gol. 4	Gol. 5A	Gol. 5B	Gol. 6A	Gol. 6B	Gol7A	Gol. 7B	Gol. 7C	Gol. 8
06 - 07	1168	117	58	6	1	1	3	5	4	0	0	0
07 - 08	1086	115	74	8	1	1	4	5	9	0	0	0
08 - 09	1132	138	73	11	2	1	5	6	11	2	3	0
09 - 10	947	157	71	10	2	1	4	5	11	3	6	0
10 - 11	1068	123	76	10	2	1	5	5	14	3	4	0
11 - 12	827	94	60	8	2	1	5	5	14	1	6	0
12 - 13	717	131	77	9	3	0	5	6	18	2	4	0
13 - 14	780	104	71	7	3	0	4	5	11	0	5	0
14 - 15	2347	112	58	7	2	1	4	4	15	3	3	0
15 - 16	374	128	54	7	3	0	5	5	14	1	3	0
16 - 17	250	112	62	8	2	1	4	5	14	2	5	0
17 - 18	251	130	54	8	3	1	4	5	17	0	4	0
18 - 19	211	133	63	8	2	0	4	5	20	1	4	0
19 - 20	182	110	69	7	3	1	4	4	13	1	4	0
20 - 21	167	94	46	6	2	1	4	4	17	2	5	0
21 - 22	146	54	41	5	2	1	3	4	18	1	3	0
22 - 23	104	57	38	6	3	0	4	3	12	1	5	0

Jamsurvey	Gol. 1	Gol. 2	Gol. 3	Gol. 4	Gol. 5A	Gol. 5B	Gol. 6A	Gol. 6B	Gol7A	Gol. 7B	Gol. 7C	Gol. 8
23 - 00	75	31	35	5	3	0	4	3	12	1	5	0
00 - 01	48	47	37	5	3	1	3	3	14	2	5	0
01 - 02	25	23	26	4	2	0	4	3	6	2	6	0
02 - 03	25	16	16	4	1	0	3	3	11	4	7	0
03 - 04	24	18	17	4	0	1	3	3	11	5	3	0
04 - 05	23	29	17	4	1	1	3	3	11	3	3	0
05 - 06	53	63	41	4	2	0	3	4	6	0	0	0
06 - 07	1187	130	62	7	1	1	2	4	6	0	2	0
07 - 08	1096	117	71	7	1	1	4	4	7	0	2	0
08 - 09	1174	107	68	8	2	1	3	3	8	1	2	0
09 - 10	1004	152	69	9	2	1	4	4	11	3	6	0
10 - 11	895	128	72	8	2	1	3	4	14	2	5	0
11 - 12	702	104	62	8	3	1	5	5	15	1	6	0
12 - 13	574	107	73	8	3	1	4	4	16	1	5	0
13 - 14	844	97	70	7	2	0	4	5	9	0	4	0
14 - 15	396	125	67	7	2	3	4	3	7	3	4	0
15 - 16	369	112	68	6	2	2	5	4	8	1	4	0
16 - 17	280	123	66	7	2	2	4	3	9	4	2	0

Jamsurvey	Gol. 1	Gol. 2	Gol. 3	Gol. 4	Gol. 5A	Gol. 5B	Gol. 6A	Gol. 6B	Gol7A	Gol. 7B	Gol. 7C	Gol. 8
17 - 18	238	117	61	8	2	2	4	3	8	0	2	0
18 - 19	225	106	62	6	2	2	4	3	9	3	3	0
19 - 20	186	122	60	7	2	3	4	4	7	3	3	0
20 - 21	164	84	46	6	2	2	4	4	9	4	3	0
21 - 22	133	52	38	5	1	2	3	4	9	3	2	0
22 - 23	96	47	34	6	2	1	3	3	7	2	3	0
23 - 00	61	27	31	5	2	1	3	3	8	1	3	0
00 - 01	40	27	33	5	2	1	3	3	7	3	3	0
01 - 02	26	19	25	3	1	1	3	3	5	2	4	0
02 - 03	20	8	14	4	1	0	3	3	7	5	4	0
03 - 04	23	19	16	4	0	1	3	2	6	6	2	0
04 - 05	23	29	16	4	1	1	3	3	7	4	2	0
05 - 06	44	63	38	4	2	1	2	3	5	2	2	0
Jumlah kendaraan selama 2 hari	21828	4160	2454	306	94	48	176	186	506	98	172	0
Jumlah kendaraan/hari	10914	2080	1227	153	47	24	88	93	253	49	86	0

Sumber: BPJN VIII Waru, Sidoarjo

Tabel 4. 3 Data Jumlah Kendaraan Mojokerto-Mojosari Tahun 2017

Jamsurvey	Gol. 1	Gol. 2	Gol. 3	Gol. 4	Gol. 5A	Gol. 5B	Gol. 6A	Gol. 6B	Gol. 7A	Gol. 7B	Gol. 7C	Gol. 8
06 – 07	1235	124	46	7	1	1	1	2	4	0	0	0
07 – 08	1147	122	58	9	1	1	2	5	6	0	0	0
08 – 09	1197	147	76	13	2	1	5	6	8	2	4	0
09 – 10	1006	166	75	11	2	1	3	4	12	3	7	0
10 – 11	1129	130	80	11	3	1	4	5	16	3	5	0
11 – 12	878	100	63	10	3	1	5	5	15	1	6	0
12 – 13	766	139	80	10	4	0	8	10	19	2	5	0
13 – 14	1089	111	74	8	3	0	4	6	12	0	5	0
14 – 15	1269	119	61	8	3	1	3	4	16	3	4	0
15 – 16	855	136	56	8	4	0	4	5	15	1	3	0
16 – 17	638	119	66	9	3	1	4	5	15	2	5	0
17 – 18	331	138	56	10	3	1	3	5	22	0	5	0
18 – 19	223	141	66	9	3	0	4	6	30	1	5	0
19 – 20	193	116	72	8	3	1	3	4	17	1	5	0

Jamsurvey	Gol. 1	Gol. 2	Gol. 3	Gol. 4	Gol. 5A	Gol. 5B	Gol. 6A	Gol. 6B	Gol. 7A	Gol. 7B	Gol. 7C	Gol. 8
20 – 21	177	100	48	7	3	1	3	4	18	2	5	0
21 – 22	156	58	43	6	3	1	3	4	19	1	4	0
22 – 23	111	61	40	7	3	0	4	4	13	1	6	0
23 - 00	80	33	37	6	4	0	3	3	13	1	5	0
00 - 01	51	50	39	5	3	0	3	3	15	2	6	0
01 - 02	27	25	27	4	2	0	3	3	6	2	7	0
02 - 03	26	17	16	4	2	0	3	3	12	4	8	0
03 - 04	25	19	18	5	1	1	3	3	12	5	3	0
04 - 05	25	31	17	4	1	1	3	3	12	3	4	0
05 - 06	57	67	43	4	2	1	3	4	7	0	0	0
06 - 07	1057	77	65	8	1	1	2	4	6	0	2	0
07 - 08	1158	104	74	8	1	1	3	4	8	0	2	0
08 - 09	1244	135	71	13	2	1	2	3	9	1	3	0
09 - 10	1265	242	137	19	3	3	3	4	12	4	6	0

Jamsurvey	Gol. 1	Gol. 2	Gol. 3	Gol. 4	Gol. 5A	Gol. 5B	Gol. 6A	Gol. 6B	Gol. 7A	Gol. 7B	Gol. 7C	Gol. 8
10 - 11	943	136	75	10	3	1	3	4	15	1	10	0
11 - 12	747	111	65	11	4	1	4	5	16	1	6	0
12 - 13	611	114	77	9	6	1	3	4	18	1	7	0
13 - 14	899	103	80	8	3	1	3	5	10	0	4	0
14 - 15	421	132	141	5	3	1	4	3	8	3	2	0
15 - 16	392	119	98	4	3	2	4	4	8	1	4	0
16 - 17	297	130	69	8	3	2	4	3	10	4	3	0
17 - 18	253	124	64	10	3	2	4	3	9	0	1	0
18 - 19	239	113	54	7	2	2	3	3	10	3	3	0
19 - 20	198	130	45	8	2	2	3	4	8	3	4	0
20 - 21	174	90	30	7	2	2	4	4	9	2	3	0
21 - 22	141	55	22	6	2	2	3	4	10	3	2	0
22 - 23	101	49	36	7	3	1	3	3	7	2	3	0
23 - 00	65	29	33	6	3	1	3	3	8	2	3	0
00 - 01	42	29	34	4	2	1	3	3	8	3	4	0

Jamsurvey	Gol. 1	Gol. 2	Gol. 3	Gol. 4	Gol. 5A	Gol. 5B	Gol. 6A	Gol. 6B	Gol. 7A	Gol. 7B	Gol. 7C	Gol. 8
01 – 02	28	21	26	2	1	1	3	3	6	2	2	0
02 – 03	21	9	15	4	1	0	3	3	5	4	4	0
03 – 04	25	20	16	5	0	0	3	2	4	5	2	0
04 – 05	25	31	17	4	1	0	3	3	7	4	2	0
05 – 06	47	67	13	3	2	1	2	3	3	2	2	0
Jumlah kendaraan selama 2 hari	23084	4416	2574	352	112	44	158	192	550	92	188	0
Jumlah kendaraan/hari	11542	2208	1287	176	56	22	79	96	275	46	94	0

Sumber: BPJN VIII Waru, Sidoarjo

4.2.3 Data CBR Tanah Dasar

Dari data CBR tanah dasar, maka dapat diketahui kondisi tanah baik itu daya dukung tanah, sifat-sifat teknis lapisan tanah, serta gambaran secara visual tentang lapisan tanah, juga untuk mengetahui kondisi perkerasan yang ada. Data ini diperoleh dari BPJN VIII Waru, Sidoarjo yang bisa dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Data CBR Tanah Dasar Mojokerto-Mojosari

No	Lokasi STA	CBR
		Lapangan %
1	51 + 240	2.05
2	52 + 000	2.05
3	53+ 000	1.59
4	54 + 000	2.27
5	55 + 000	1.7
6	56 + 000	4.43
7	57 + 000	2.95
8	58 + 000	1.59

Sumber: BPJN VIII Waru, Sidoarjo

4.2.4 Data Curah Hujan

Dalam perencanaan drainase diperlukan data hidrologi, terutama digunakan adalah data curah hujan harian maksimum dalam kurun waktu sepuluh tahun terakhir. Untuk kapasitas pengaliran direncanakan agar dapat mengakomodir intensitas hujan berdasarkan curah hujan yang dihitung dengan batasan waktu satuan mm/jam, mm/hari, mm/tahun. Data curah hujan ini di dapatkan dari Pengamat Pengairan Mojokerto dengan data dari tahun 2006 s/d 2015.

Tabel 4. 5 Data Curah Hujan

No	Tahun	Curah Hujan Maksimum
		mm
1	2006	106
2	2007	103
3	2008	141
4	2009	56
5	2010	97
6	2011	211
7	2012	93
8	2013	116
9	2014	112
10	2015	94

Sumber: Pengamat Pengairan Mojokerto

4.2.5 Gambar Eksisting Jalan

Untuk memudahkan dalam melakukan analisa dan perencanaan perhitungan struktur perkerasan kaku dibutuhkan gambar eksisting jalan. Gambar eksisting jalan di dapatkan dari BPJN VIII Waru, Sidoarjo dengan gambar yang diperoleh diantaranya adalah gambar plan area, potongan melintang dan potongan memanjang.

4.3 Pengolahan Data Awal

Data yang telah di dapatkan akan diolah sebelum digunakan untuk data perencanaan. Pengolahan data awal ini dimaksud untuk mempermudah dalam langkah-langkah pengerjaan. Dalam pengolahan data awal ini terdapat 2 data yang akan di olah, yaitu data lalu lintas dan data curah hujan.

4.3.1 Pengolahan Data Lalu Lintas

Pengolahan data lalu lintas bertujuan untuk mencari nilai laju pertumbuhan lalu lintas per tahun (i) berdasarkan dari tiap golongan kendaraan sesuai umur rencana dan mencari arus lalu

lintas pada kondisi jam puncak. Data jumlah kendaraan yang dipakai pada perencanaan ini dari tahun 2015 s/d 2017.

a. Perhitungan nilai laju pertumbuhan kendaraan.

Metode yang di gunakan dalam perhitungan ini adalah metode persamaan regresi yang dirumuskan sebagai berikut.

$$Y = aX \pm b$$

Persamaan regresi tersebut di dapatkan dari grafik yang dihitung melalui bantuan microsoft excel dengan menginput jumlah kendaraan. Dari persamaan regresi, tahun (X) di masukan kedalam persamaan sehingga nilai persamaan regresi (Y) bisa didapatkan. Untuk laju pertumbuhan lalu lintas per tahun bisa dihitung dengan menggunakan rumus

$$i = \frac{Y_{X2} - Y_{X1}}{Y_{X1}} \times 100\%$$

Keterangan: i = Laju pertumbuhan lalu lintas (%)

Y_{x1} = Nilai persamaan regresi tahun pertama

Y_{x2} = Nilai persamaan regresi tahun kedua

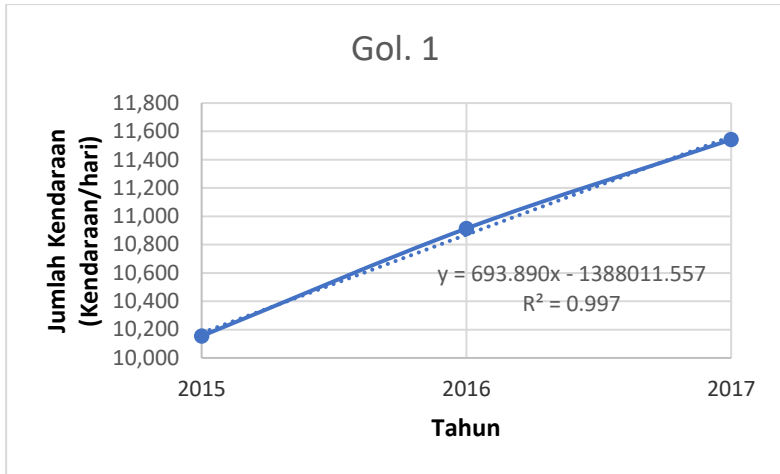
Untuk lebih jelasnya berikut adalah contoh perhitungan pada jenis kendaraan golongan 1 atau sepeda motor.

Tabel 4. 6 Jumlah Kendaraan Golongan 1

Tahun	2015	2016	2017
Jumlah Kendaraan	10,154	10,914	11,542

Sumber: BPJN VIII Waru, Sidoarjo

Menginput jumlah kendaraan ke dalam grafik dengan bantuan microsoft excel melalui menu insert chart untuk mendapatkan persamaan regresi.



Grafik 4. 1 Grafik Regresi Linier Kendaraan Golongan 1

Sumber: Hasil hitungan

Menentukan nilai persamaan regresi berdasarkan dari tahunnya.

- Tahun 2015 (X_1)

$$\begin{aligned}
 Y_{X_1} &= 693,89X - 1388011,557 \\
 &= 693,89(2015) - 1388011,557 \\
 &= 10176,793
 \end{aligned}$$

- Tahun 2016 (X_2)

$$\begin{aligned}
 Y_{X_2} &= 693,89X - 1388011,557 \\
 &= 693,89(2016) - 1388011,557 \\
 &= 10870,683
 \end{aligned}$$

Mencari laju pertumbuhan kendaraan per tahun dari hasil nilai persamaan regresi.

$$\begin{aligned}
 i &= \frac{Y_{X_2} - Y_{X_1}}{Y_{X_1}} \times 100\% \\
 &= \frac{10870,683 - 10176,793}{10176,793} \times 100\% \\
 &= 6,82\%
 \end{aligned}$$

Tabel 4.7 Rekapitulasi Nilai Laju Pertumbuhan Kendaraan Golongan 1

NO	x	y (pers. Regresi)	i (%)
1	2015	10176.793	-
2	2016	10870.683	6.82
3	2017	11564.573	6.38
4	2018	12258.463	6.00
5	2019	12952.353	5.66
6	2020	13646.243	5.36
7	2021	14340.133	5.08
8	2022	15034.023	4.84
9	2023	15727.913	4.62
10	2024	16421.803	4.41
11	2025	17115.693	4.23
12	2026	17809.583	4.05
13	2027	18503.473	3.90
14	2028	19197.363	3.75
15	2029	19891.253	3.61
16	2030	20585.143	3.49
17	2031	21279.033	3.37
18	2032	21972.923	3.26
19	2033	22666.813	3.16
20	2034	23360.703	3.06
21	2035	24054.593	2.97
22	2036	24748.483	2.88
23	2037	25442.373	2.80
i rata-rata			4.26

Sumber: Hasil hitungan

Dari hasil perhitungan pada tabel 4.7 di dapatkan nilai laju pertumbuhan lalu lintas rata-rata golongan 1 sebesar 4,26%. Untuk

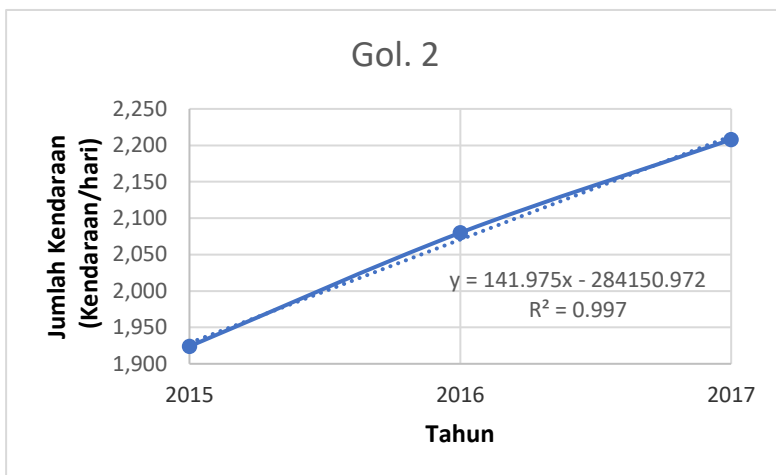
jenis golongan kendaraan yang lain bisa dilihat pada perhitungan di bawah ini.

- Kendaraan golongan 2

Tabel 4. 8 Jumlah Kendaraan Golongan 2

Tahun	2015	2016	2017
Jumlah Kendaraan	1,924	2,080	2,208

Sumber: BPJN VIII Waru, Sidoarjo



Grafik 4. 2 Grafik Regresi Linier Kendaraan Golongan 2

Sumber: Hasil hitungan

Tabel 4. 9 Rekapitulasi Nilai Laju Pertumbuhan Kendaraan Golongan 2

NO	X	y (pers. Regresi)	i (%)
1	2015	1928.653	-
2	2016	2070.628	7.36
3	2017	2212.603	6.86
4	2018	2354.578	6.42
5	2019	2496.553	6.03
6	2020	2638.528	5.69
7	2021	2780.503	5.38
8	2022	2922.478	5.11
9	2023	3064.453	4.86
10	2024	3206.428	4.63
11	2025	3348.403	4.43
12	2026	3490.378	4.24
13	2027	3632.353	4.07
14	2028	3774.328	3.91
15	2029	3916.303	3.76
16	2030	4058.278	3.63
17	2031	4200.253	3.50
18	2032	4342.228	3.38
19	2033	4484.203	3.27
20	2034	4626.178	3.17
21	2035	4768.153	3.07
22	2036	4910.128	2.98
23	2037	5052.103	2.89
i rata-rata			4.48

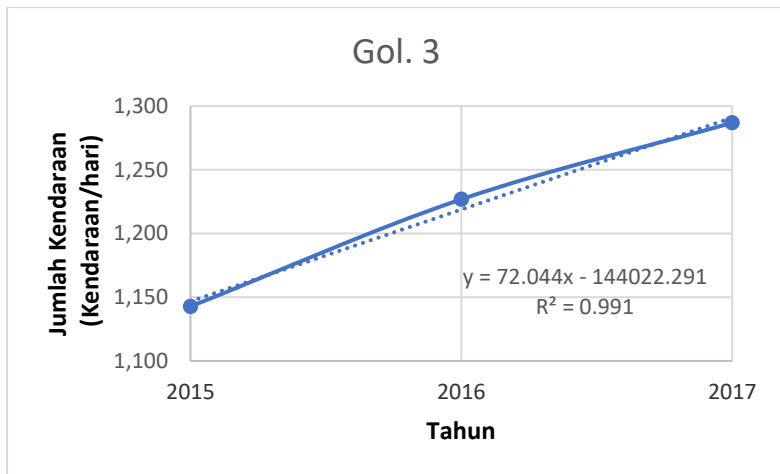
Sumber: Hasil hitungan

- Kendaraan golongan 3

Tabel 4. 10 Jumlah Kendaraan Golongan 3

Tahun	2015	2016	2017
Jumlah Kendaraan	1,143	1,227	1,287

Sumber: BPJN VIII Waru, Sidoarjo



Grafik 4. 3 Grafik Regresi Linier Kendaraan Golongan 3

Sumber: Hasil hitungan

Tabel 4. 11 Rekapitulasi Nilai Laju Pertumbuhan Kendaraan Golongan 3

NO	x	y (pers. Regresi)	i (%)
1	2015	1928.653	-
2	2016	2070.628	7.36
3	2017	2212.603	6.86
4	2018	2354.578	6.42
5	2019	2496.553	6.03
6	2020	2638.528	5.69
7	2021	2780.503	5.38
8	2022	2922.478	5.11
9	2023	3064.453	4.86
10	2024	3206.428	4.63
11	2025	3348.403	4.43
12	2026	3490.378	4.24
13	2027	3632.353	4.07
14	2028	3774.328	3.91
15	2029	3916.303	3.76
16	2030	4058.278	3.63

NO	x	y (pers. Regresi)	i (%)
17	2031	4200.253	3.50
18	2032	4342.228	3.38
19	2033	4484.203	3.27
20	2034	4626.178	3.17
21	2035	4768.153	3.07
22	2036	4910.128	2.98
23	2037	5052.103	2.89
i rata-rata			4.48

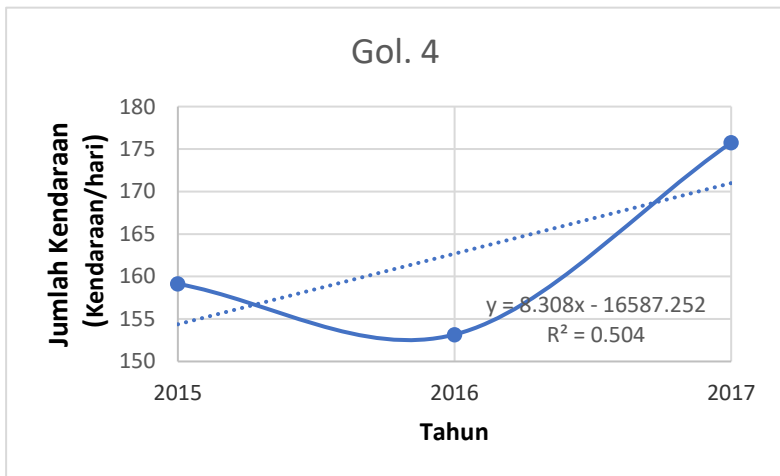
Sumber: Hasil hitungan

- Kendaraan golongan 4

Tabel 4. 12 Jumlah Kendaraan Golongan 4

Tahun	2015	2016	2017
Jumlah Kendaraan	159	153	176

Sumber: BPJN VIII Waru, Sidoarjo



Grafik 4. 4 Grafik Regresi Linier Kendaraan Golongan 4

Sumber: Hasil hitungan

Tabel 4. 13 Rekapitulasi Nilai Laju Pertumbuhan Kendaraan Golongan 4

NO	x	y (pers. Regresi)	i (%)
1	2015	153.368	-
2	2016	161.676	5.42
3	2017	169.984	5.14
4	2018	178.292	4.89
5	2019	186.6	4.66
6	2020	194.908	4.45
7	2021	203.216	4.26
8	2022	211.524	4.09
9	2023	219.832	3.93
10	2024	228.14	3.78
11	2025	236.448	3.64
12	2026	244.756	3.51
13	2027	253.064	3.39
14	2028	261.372	3.28
15	2029	269.68	3.18
16	2030	277.988	3.08
17	2031	286.296	2.99
18	2032	294.604	2.90
19	2033	302.912	2.82
20	2034	311.22	2.74
21	2035	319.528	2.67
22	2036	327.836	2.60
23	2037	336.144	2.53
i rata-rata			3.63

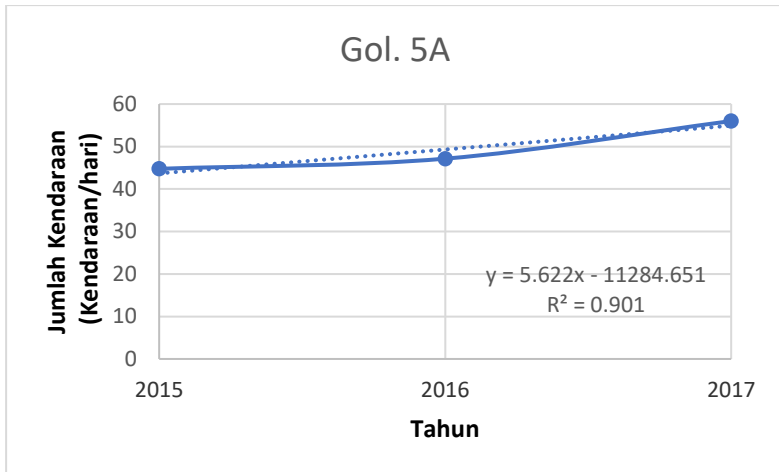
Sumber: Hasil hitungan

- Kendaraan golongan 5A

Tabel 4. 14 Jumlah Kendaraan Golongan 5A

Tahun	2015	2016	2017
Jumlah Kendaraan	45	47	56

Sumber: BPJN VIII Waru, Sidoarjo



Grafik 4. 5 Grafik Regresi Linier Kendaraan Golongan 5A

Sumber: Hasil hitungan

Tabel 4. 15 Rekapitulasi Nilai Laju Pertumbuhan Kendaraan Golongan 5A

NO	x	y (pers. Regresi)	i (%)
1	2015	43.679	-
2	2016	49.301	12.87
3	2017	54.923	11.40
4	2018	60.545	10.24
5	2019	66.167	9.29
6	2020	71.789	8.50
7	2021	77.411	7.83
8	2022	83.033	7.26
9	2023	88.655	6.77
10	2024	94.277	6.34
11	2025	99.899	5.96
12	2026	105.521	5.63
13	2027	111.143	5.33
14	2028	116.765	5.06

NO	x	y (pers. Regresi)	i (%)
15	2029	122.387	4.81
16	2030	128.009	4.59
17	2031	133.631	4.39
18	2032	139.253	4.21
19	2033	144.875	4.04
20	2034	150.497	3.88
21	2035	156.119	3.74
22	2036	161.741	3.60
23	2037	167.363	3.48
i rata-rata			6.33

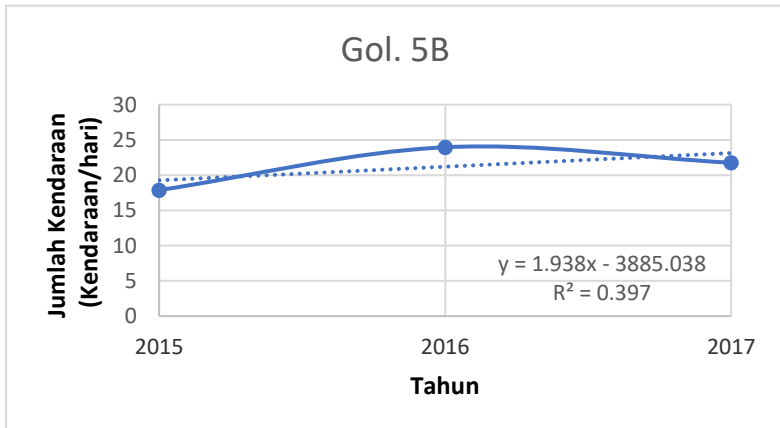
Sumber: Hasil hitungan

- Kendaraan golongan 5B

Tabel 4. 16 Jumlah Kendaraan Golongan 5B

Tahun	2015	2016	2017
Jumlah Kendaraan	18	24	22

Sumber: BPJN VIII Waru, Sidoarjo



Grafik 4. 6 Grafik Regresi Linier Kendaraan Golongan 5B

Sumber: Hasil hitungan

Tabel 4. 17 Rekapitulasi Nilai Laju Pertumbuhan Kendaraan Golongan 5B

NO	x	y (pers. Regresi)	i (%)
1	2015	20.032	-
2	2016	21.97	9.67
3	2017	23.908	8.82
4	2018	25.846	8.11
5	2019	27.784	7.50
6	2020	29.722	6.98
7	2021	31.66	6.52
8	2022	33.598	6.12
9	2023	35.536	5.77
10	2024	37.474	5.45
11	2025	39.412	5.17
12	2026	41.35	4.92
13	2027	43.288	4.69
14	2028	45.226	4.48
15	2029	47.164	4.29
16	2030	49.102	4.11
17	2031	51.04	3.95
18	2032	52.978	3.80
19	2033	54.916	3.66
20	2034	56.854	3.53
21	2035	58.792	3.41
22	2036	60.73	3.30
23	2037	62.668	3.19
i rata-rata			5.34

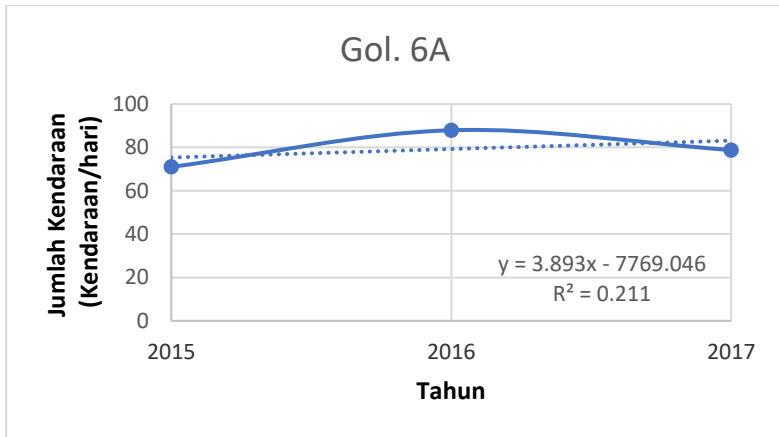
Sumber: Hasil hitungan

- Kendaraan golongan 6A

Tabel 4. 18 Jumlah Kendaraan Golongan 6A

Tahun	2015	2016	2017
Jumlah Kendaraan	71	88	79

Sumber: BPJN VIII Waru, Sidoarjo



Grafik 4. 7 Grafik Regresi Linier Kendaraan Golongan 6A

Sumber: Hasil hitungan

Tabel 4. 19 Rekapitulasi Nilai Laju Pertumbuhan Kendaraan Golongan 6A

NO	x	y (pers. Regresi)	i (%)
1	2015	75.349	-
2	2016	79.242	5.17
3	2017	83.135	4.91
4	2018	87.028	4.68
5	2019	90.921	4.47
6	2020	94.814	4.28
7	2021	98.707	4.11
8	2022	102.600	3.94
9	2023	106.493	3.79
10	2024	110.386	3.66
11	2025	114.279	3.53
12	2026	118.172	3.41
13	2027	122.065	3.29
14	2028	125.958	3.19
15	2029	129.851	3.09
16	2030	133.744	3.00
17	2031	137.637	2.91

18	2032	141.530	2.83
19	2033	145.423	2.75
20	2034	149.316	2.68
21	2035	153.209	2.61
22	2036	157.102	2.54
23	2037	160.995	2.48
i rata-rata			3.51

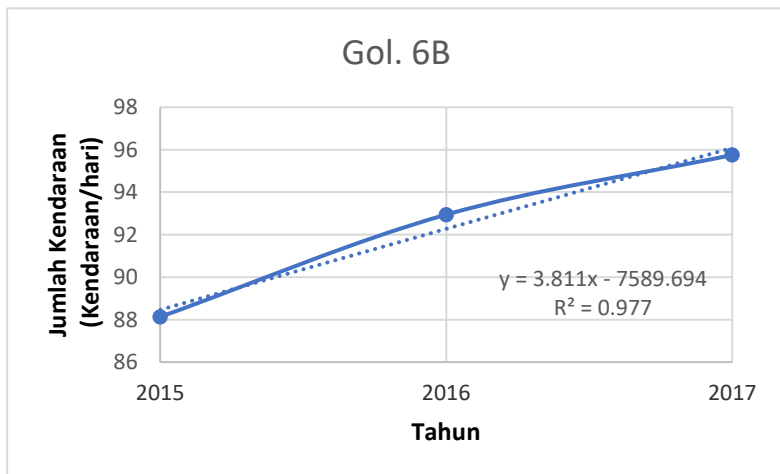
Sumber: Hasil hitungan

- Kendaraan golongan 6B

Tabel 4. 20 Jumlah Kendaraan Golongan 6B

Tahun	2015	2016	2017
Jumlah Kendaraan	88	93	96

Sumber: BPJN VIII Waru, Sidoarjo



Grafik 4. 8 Grafik Regresi Linier Kendaraan Golongan 6B

Sumber: Hasil hitungan

Tabel 4. 21 Rekapitulasi Nilai Laju Pertumbuhan Kendaraan Golongan 6B

NO	x	y (pers. Regresi)	i (%)
1	2015	89.471	-
2	2016	93.282	4.26
3	2017	97.093	4.09
4	2018	100.904	3.93
5	2019	104.715	3.78
6	2020	108.526	3.64
7	2021	112.337	3.51
8	2022	116.148	3.39
9	2023	119.959	3.28
10	2024	123.77	3.18
11	2025	127.581	3.08
12	2026	131.392	2.99
13	2027	135.203	2.90
14	2028	139.014	2.82
15	2029	142.825	2.74
16	2030	146.636	2.67
17	2031	150.447	2.60
18	2032	154.258	2.53
19	2033	158.069	2.47
20	2034	161.88	2.41
21	2035	165.691	2.35
22	2036	169.502	2.30
23	2037	173.313	2.25
i rata-rata			3.05

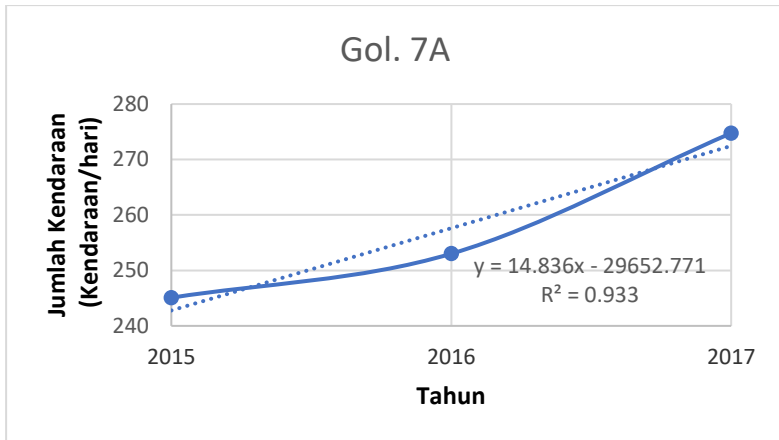
Sumber: Hasil hitungan

- Kendaraan golongan 7A

Tabel 4. 22 Jumlah Kendaraan Golongan 7A

Tahun	2015	2016	2017
Jumlah Kendaraan	245	253	275

Sumber: BPJN VIII Waru, Sidoarjo



Grafik 4. 9 Grafik Regresi Linier Kendaraan Golongan 7A

Sumber: Hasil hitungan

Tabel 4. 23 Rekapitulasi Nilai Laju Pertumbuhan Kendaraan Golongan 7A

NO	x	y (pers. Regresi)	i (%)
1	2015	241.769	-
2	2016	256.605	6.14
3	2017	271.441	5.78
4	2018	286.277	5.47
5	2019	301.113	5.18
6	2020	315.949	4.93
7	2021	330.785	4.70
8	2022	345.621	4.49
9	2023	360.457	4.29
10	2024	375.293	4.12
11	2025	390.129	3.95
12	2026	404.965	3.80
13	2027	419.801	3.66
14	2028	434.637	3.53
15	2029	449.473	3.41
16	2030	464.309	3.30
17	2031	479.145	3.20

NO	x	y (pers. Regresi)	i (%)
18	2032	493.981	3.10
19	2033	508.817	3.00
20	2034	523.653	2.92
21	2035	538.489	2.83
22	2036	553.325	2.76
23	2037	568.161	2.68
i rata-rata			3.97

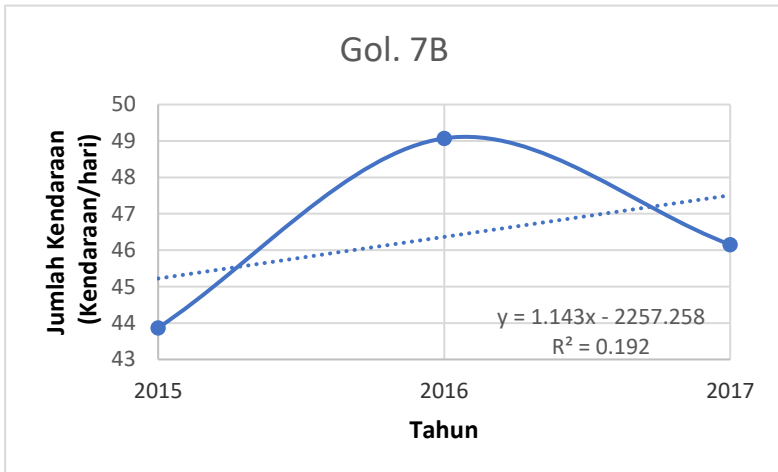
Sumber: Hasil hitungan

- Kendaraan golongan 7B

Tabel 4. 24 Jumlah Kendaraan Golongan 7B

Tahun	2015	2016	2017
Jumlah Kendaraan	44	49	46

Sumber: BPJN VIII Waru, Sidoarjo



Grafik 4. 10 Grafik Regresi Linier Kendaraan Golongan 7B

Sumber: Hasil hitungan

Tabel 4. 25 Rekapitulasi Nilai Laju Pertumbuhan Kendaraan Golongan 7B

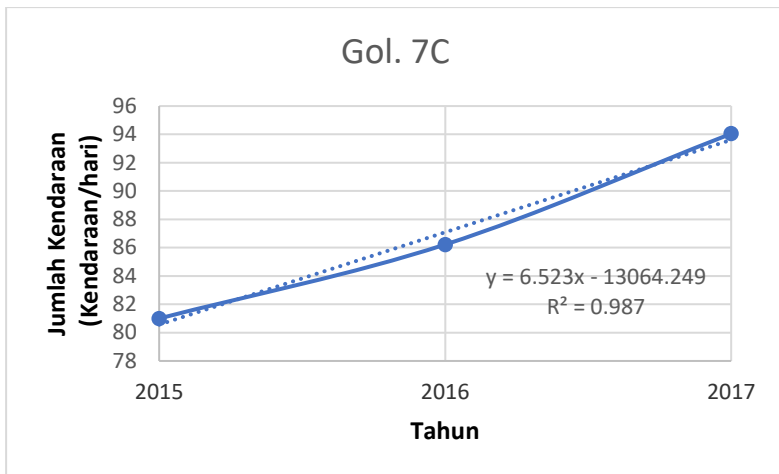
NO	x	y (pers. Regresi)	i (%)
1	2015	45.887	-
2	2016	47.03	2.49
3	2017	48.173	2.43
4	2018	49.316	2.37
5	2019	50.459	2.32
6	2020	51.602	2.27
7	2021	52.745	2.22
8	2022	53.888	2.17
9	2023	55.031	2.12
10	2024	56.174	2.08
11	2025	57.317	2.03
12	2026	58.46	1.99
13	2027	59.603	1.96
14	2028	60.746	1.92
15	2029	61.889	1.88
16	2030	63.032	1.85
17	2031	64.175	1.81
18	2032	65.318	1.78
19	2033	66.461	1.75
20	2034	67.604	1.72
21	2035	68.747	1.69
22	2036	69.89	1.66
23	2037	71.033	1.64
i rata-rata			2.01

Sumber: Hasil hitungan

Tabel 4. 26 Jumlah Kendaraan Golongan 7C

Tahun	2015	2016	2017
Jumlah Kendaraan	81	86	94

Sumber: BPJN VIII Waru, Sidoarjo



Grafik 4. 11 Grafik Regresi Linier Kendaraan Golongan 7C

Sumber: Hasil hitungan

Tabel 4. 27 Rekapitulasi Nilai Laju Pertumbuhan Kendaraan Golongan 7C

NO	x	y (pers. Regresi)	i (%)
1	2015	79.596	-
2	2016	86.119	8.20
3	2017	92.642	7.57
4	2018	99.165	7.04
5	2019	105.688	6.58
6	2020	112.211	6.17
7	2021	118.734	5.81
8	2022	125.257	5.49
9	2023	131.78	5.21
10	2024	138.303	4.95
11	2025	144.826	4.72
12	2026	151.349	4.50
13	2027	157.872	4.31
14	2028	164.395	4.13
15	2029	170.918	3.97
16	2030	177.441	3.82

NO	x	y (pers. Regresi)	i (%)
17	2031	183.964	3.68
18	2032	190.487	3.55
19	2033	197.01	3.42
20	2034	203.533	3.31
21	2035	210.056	3.20
22	2036	216.579	3.11
23	2037	223.102	3.01
i rata-rata			4.81

Sumber: Hasil hitungan

Tabel 4. 28 Rekapitulasi Nilai Laju Pertumbuhan Kendaraan Semua Golongan

Golongan	1	2	3	4	5A	5B	6A	6B	7A	7B	7C
i (%)	4.26	4.48	4.03	3.63	6.33	5.34	3.51	3.05	3.97	2.01	4.81
i rata-rata (%)	4.13										

Sumber: Hasil hitungan

b. Penentuan arus lalu lintas untuk jam puncak

Data lalu lintas yang di gunakan pada penentuan arus lalu lintas untuk jam puncak adalah pada tahun 2017 dengan mengkonversi kendaraan pada tiap golongan ke satuan mobil penumpang (emp) yang bisa dilihat pada tabel 4.29 dan 4.30.

Tabel 4. 29 Nilai-nilai Ekivalen Satuan Mobil Penumpang

Gol.	Jenis Kendaraan		emp
1	SM	Sepeda Motor dan Roda 3	0.5
2	KR	Sedan, Jeep, Station Wagon	1
3		Oplet, Pickup, Suburban, Mini bus dan Kombi	1
4		Pickup, micro truk, mobil hantaran	1
5a	KBM	Bus Kecil	1.3
5b	BB	Bus Besar	1.5
6a	TB	Truk/ Truk Tangki 2 sumbu 3/4"	2.5
6b		Truk/ Truk Tangki 2 sumbu	2.5
7a		Truk/ Truk Tangki 3 sumbu	2.5
7b		Truk/ Truk Tangki Gandeng	2.5
7c		Truk Semi Trailer dan Truk Trailer	2.5
8		Tidak Bermotor	0.5

Sumber: PKJI 2014

Tabel 4. 30 Penentuan Jam Puncak Arus Lalu Lintas

Jam survey	Gol. 1	Gol. 2	Gol. 3	Gol. 4	Gol. 5A	Gol. 5B	Gol. 6A	Gol. 6B	Gol. 7A	Gol. 7B	Gol. 7C	Gol. 8	Arus Lalu Lintas
06 – 07	1235	124	46	7	1	1	1	2	4	0	0	0	822
07 – 08	1147	122	58	9	1	1	2	5	6	0	0	0	812
08 – 09	1197	147	76	13	2	1	5	6	8	2	4	0	915
09 – 10	1006	166	75	11	2	1	3	4	12	3	7	0	837
10 – 11	1129	130	80	11	3	1	4	5	16	3	5	0	887
11 – 12	878	100	63	10	3	1	5	5	15	1	6	0	711
12 – 13	766	139	80	10	4	0	8	10	19	2	5	0	752
13 – 14	1089	111	74	8	3	0	4	6	12	0	5	0	826
14 – 15	1269	119	61	8	3	1	3	4	16	3	4	0	912
15 – 16	855	136	56	8	4	0	4	5	15	1	3	0	716
16 – 17	638	119	66	9	3	1	4	5	15	2	5	0	608
17 – 18	331	138	56	10	3	1	3	5	22	0	5	0	477
18 – 19	223	141	66	9	3	0	4	6	30	1	5	0	459
19 – 20	193	116	72	8	3	1	3	4	17	1	5	0	381
20 – 21	177	100	48	7	3	1	3	4	18	2	5	0	339

Jam survey	Gol. 1	Gol. 2	Gol. 3	Gol. 4	Gol. 5A	Gol. 5B	Gol. 6A	Gol. 6B	Gol. 7A	Gol. 7B	Gol. 7C	Gol. 8	Arus Lalu Lintas
21 – 22	156	58	43	6	3	1	3	4	19	1	4	0	277
22 – 23	111	61	40	7	3	0	4	4	13	1	6	0	243
23 - 00	80	33	37	6	4	0	3	3	13	1	5	0	194
00 - 01	51	50	39	5	3	0	3	3	15	2	6	0	187
01 - 02	27	25	27	4	2	0	3	3	6	2	7	0	136
02 - 03	26	17	16	4	2	0	3	3	12	4	8	0	131
03 - 04	25	19	18	5	1	1	3	3	12	5	3	0	129
04 - 05	25	31	17	4	1	1	3	3	12	3	4	0	136
05 - 06	57	67	43	4	2	1	3	4	7	0	0	0	167
06 - 07	1057	77	65	8	1	1	2	4	6	0	2	0	725
07 - 08	1158	104	74	8	1	1	3	4	8	0	2	0	822
08 - 09	1244	135	71	13	2	1	2	3	9	1	3	0	899
09 - 10	1265	242	137	19	3	3	3	4	12	4	6	0	1125
10 - 11	943	136	75	10	3	1	3	4	15	1	10	0	789
11 - 12	747	111	65	11	4	1	4	5	16	1	6	0	663

Jam survey	Gol. 1	Gol. 2	Gol. 3	Gol. 4	Gol. 5A	Gol. 5B	Gol. 6A	Gol. 6B	Gol. 7A	Gol. 7B	Gol. 7C	Gol. 8	Arus Lalu Lintas
12 - 13	611	114	77	9	6	1	3	4	18	1	7	0	616
13 - 14	899	103	80	8	3	1	3	5	10	0	4	0	741
14 - 15	421	132	141	5	3	1	4	3	8	3	2	0	555
15 - 16	392	119	98	4	3	2	4	4	8	1	4	0	486
16 - 17	297	130	69	8	3	2	4	3	10	4	3	0	427
17 - 18	253	124	64	10	3	2	4	3	9	0	1	0	381
18 - 19	239	113	54	7	2	2	3	3	10	3	3	0	364
19 - 20	198	130	45	8	2	2	3	4	8	3	4	0	321
20 - 21	174	90	30	7	2	2	4	4	9	2	3	0	284
21 - 22	141	55	22	6	2	2	3	4	10	3	2	0	213
22 - 23	101	49	36	7	3	1	3	3	7	2	3	0	198
23 - 00	65	29	33	6	3	1	3	3	8	2	3	0	156
00 - 01	42	29	34	4	2	1	3	3	8	3	4	0	140
01 - 02	28	21	26	2	1	1	3	3	6	2	2	0	111
02 - 03	21	9	15	4	1	0	3	3	5	4	4	0	92

Jam survey	Gol. 1	Gol. 2	Gol. 3	Gol. 4	Gol. 5A	Gol. 5B	Gol. 6A	Gol. 6B	Gol. 7A	Gol. 7B	Gol. 7C	Gol. 8	Arus Lalu Lintas
03 – 04	25	20	16	5	0	0	3	2	4	5	2	0	100
04 – 05	25	31	17	4	1	0	3	3	7	4	2	0	118
05 – 06	47	67	13	3	2	1	2	3	3	2	2	0	144

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan penentuan jam puncak arus lalu lintas di dapatkan arus lalu lintas tertinggi ada pada jam 09.00 – 10.00 pada hari kedua dengan total arus kendaraan 1125 kendaraan/ jam.

4.3.2 Pengolahan Data Curah Hujan

Perhitungan drainase permukaan jalan bergantung dari data curah hujan yang ada di wilayah yang ditinjau atau disekitarnya yang berdekatan dan dilihat dari kondisi ekisting jalan. Data curah hujan yang diperoleh akan diolah untuk mendapatkan Intensitas hujan.

Tabel 4. 31 Analisa Data Curah Hujan

No.	Tahun	Curah Hujan (Xi)	\bar{X}	$X - \bar{X}$	$(X - \bar{X})^2$
1	2006	106	112.9	-6.9	47.61
2	2007	103		-9.9	98.01
3	2008	141		28.1	789.61
4	2009	56		-56.9	3237.61
5	2010	97		-15.9	252.81
6	2011	211		98.1	9623.61
7	2012	93		-19.9	396.01
8	2013	116		3.1	9.61
9	2014	112		-0.9	0.81
10	2015	94		-18.9	357.21
n =10	ΣXi	1129	$\Sigma(X - \bar{X})^2$	14812.9	

Sumber: Hasil Perhitungan

- a. Menentukan standard deviasi (S_x)

$$\begin{aligned}
 S_x &= \sqrt{\frac{\Sigma(X - \bar{X})^2}{n}} \\
 &= \sqrt{\frac{14812.9}{10}} \\
 &= 38.49 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

- b. Besarnya curah hujan untuk periode ulang 10 tahun

$$Y_t = 1.4999 \text{ (Tabel 2.27)}$$

$$Y_n = 0.4952 \text{ (Tabel 2.28)}$$

$$S_n = 0.9496 \text{ (Tabel 2.29)}$$

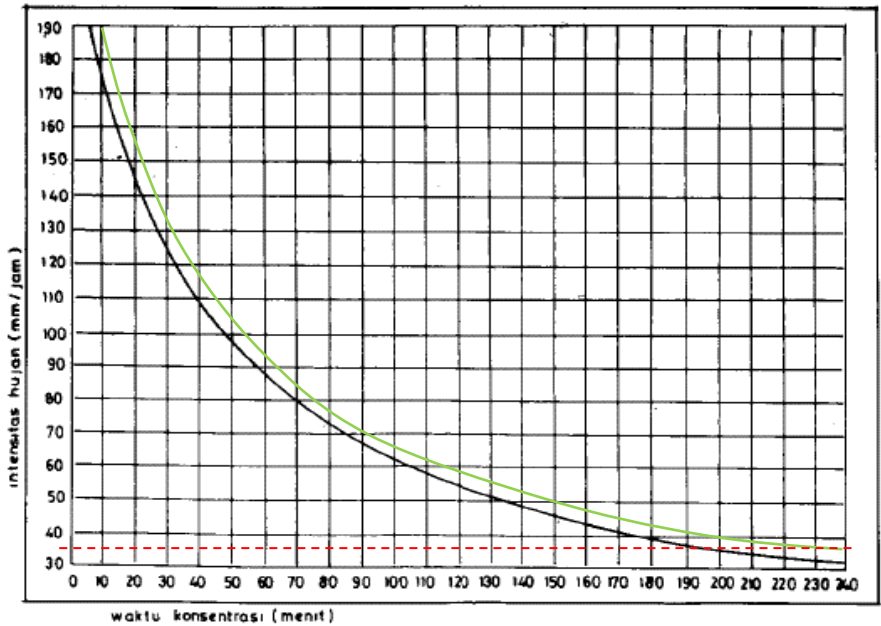
$$\begin{aligned} X_t &= \bar{X} + \frac{S_x}{S_n} x(Y_t - Y_n) \\ &= 112.9 + \frac{38.49}{0.9496} x(1.4999 - 0.4952) \\ &= 153.62 \text{ mm} \end{aligned}$$

c. Intensitas curah hujan

$$\begin{aligned} I &= \frac{90\% \times X_t}{4} \\ &= \frac{90\% \times 153.62}{4} \\ &= 34,56 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

Untuk menentukan intensitas curah hujan rencana, nilai $I = 34,56 \text{ mm/jam}$ diplotkan pada waktu intensitas $t =$

240 menit pada kurva basis dan menarik garis lengkung



yang searah dengan garis lengkung kurva basis.

Grafik 4. 12 Kurva Basis Rencana

Sumber: Hasil Perhitungan

Melihat dari grafik kurva basis rencana di atas, intensitas hujan rencana didapatkan $I = 190$ mm/jam.

BAB V

ANALISA DAN PERHITUNGAN STRUKTUR PERKERASAN JALAN

5.1 Analisa Kapasitas Jalan Luar Kota (C)

Dalam perhitungan analisa kapasitas jalan untuk ruas jalan luar kota di mulai dengan menentukan kapasitas dasar (C_0), menentukan faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas (FC_W), faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisah arah (FC_{PA}) dan faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping (FC_{HS}). Dari hasil data perhitungan tersebut, maka dapat diperoleh nilai kapasitas jalan (C) dan derajat kejenuhan (DS).

5.1.1 Menentukan Kapasitas Dasar (C_0)

Kapasitas dasar ditentukan dengan melihat tipe alinemen yang berdasarkan dari pedoman Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997. Kondisi alinemen vertikal dan horizontal pada jalan Mojokerto-Mojosari STA 51+250 - 58+250 dapat dilihat pada tabel 5.1 dan 5.2.

Tabel 5. 1 Rekapitulasi Alinemen Vertikal

No	STA	Elevasi	Selisih Beda Tinggi
	Km	m	m
1	51+250	32.901	-
2	51+300	33.02	0.119
3	51+350	33.147	0.127
4	51+400	33.329	0.182
5	51+450	33.559	0.23
6	51+500	33.559	0
7	51+550	33.614	0.055
8	51+600	33.521	0.093

No	STA	Elevasi	Selisih Beda Tinggi
	Km	m	m
9	51+650	33.431	0.09
10	51+700	33.428	0.003
11	51+750	33.72	0.292
12	51+800	33.435	0.285
13	51+850	33.135	0.3
14	51+900	33.134	0.001
15	51+950	33.153	0.019
16	52+000	33.123	0.03
17	52+050	33.285	0.162
18	52+100	33.301	0.016
19	52+150	33.666	0.365
20	52+200	33.772	0.106
21	52+250	33.775	0.003
22	52+300	33.695	0.08
23	52+350	33.668	0.027
24	52+400	33.616	0.052
25	52+450	33.843	0.227
26	52+500	33.732	0.111
27	52+550	33.803	0.071
28	52+600	33.804	0.001
29	52+650	33.969	0.165
30	52+700	33.719	0.25
31	52+750	33.516	0.203
32	52+800	33.599	0.083
33	52+850	33.599	0

No	STA	Elevasi	Selisih Beda Tinggi
	Km	m	m
34	52+900	33.224	0.375
35	52+950	32.9	0.324
36	53+000	33.069	0.169
37	53+050	33.349	0.28
38	53+100	33.556	0.207
39	53+150	33.705	0.149
40	53+200	33.443	0.262
41	53+250	33.16	0.283
42	53+300	33.28	0.12
43	53+350	33.404	0.124
44	53+400	33.771	0.367
45	53+450	34.155	0.384
46	53+500	34.653	0.498
47	53+550	35.158	0.505
48	53+600	35.552	0.394
49	53+650	35.899	0.347
50	53+700	36.315	0.416
51	53+750	36.709	0.394
52	53+800	37.115	0.406
53	53+850	37.406	0.291
54	53+900	37.457	0.051
55	53+950	37.11	0.347
56	54+000	36.614	0.496
57	54+050	36.159	0.455
58	54+100	35.998	0.161
59	54+150	36.013	0.015
60	54+200	36.238	0.225

No	STA	Elevasi	Selisih Beda Tinggi
	Km	m	m
61	54+250	36.326	0.088
62	54+300	36.692	0.366
63	54+350	37.111	0.419
64	54+400	37.594	0.483
65	54+450	37.971	0.377
66	54+500	37.804	0.167
67	54+550	37.258	0.546
68	54+600	36.738	0.52
69	54+650	36.571	0.167
70	54+700	36.644	0.073
71	54+750	36.66	0.016
72	54+800	36.736	0.076
73	54+850	36.731	0.005
74	54+900	36.605	0.126
75	54+950	36.384	0.221
76	55+000	36.286	0.098
77	55+050	36.456	0.17
78	55+100	36.593	0.137
79	55+150	36.361	0.232
80	55+200	36.482	0.121
81	55+250	36.746	0.264
82	55+300	37.213	0.467
83	55+350	37.081	0.132
84	55+400	36.98	0.101
85	55+450	36.82	0.16
86	55+500	36.37	0.45

No	STA	Elevasi	Selisih Beda Tinggi
	Km	m	m
87	55+550	36.231	0.139
88	55+600	36.259	0.028
89	55+650	36.396	0.137
90	55+700	37.037	0.641
91	55+750	36.371	0.666
92	55+800	36.227	0.144
93	55+850	36.138	0.089
94	55+900	36.248	0.11
95	55+950	36.247	0.001
96	56+000	36.542	0.295
97	56+050	36.574	0.032
98	56+100	37.078	0.504
99	56+150	36.66	0.418
100	56+200	36.605	0.055
101	56+250	36.516	0.089
102	56+300	36.646	0.13
103	56+350	36.579	0.067
104	56+400	36.439	0.14
105	56+450	36.304	0.135
106	56+500	35.475	0.829
107	56+550	35.418	0.057
108	56+600	35.204	0.214
109	56+650	35.124	0.08
110	56+700	34.979	0.145
111	56+750	34.89	0.089
112	56+800	34.644	0.246
113	56+850	34.696	0.052

No	STA	Elevasi	Selisih Beda Tinggi
	Km	m	m
114	56+900	34.43	0.266
115	56+950	34.314	0.116
116	57+000	34.093	0.221
117	57+050	34.152	0.059
118	57+100	33.789	0.363
119	57+150	33.803	0.014
120	57+200	33.904	0.101
121	57+250	33.678	0.226
122	57+300	33.684	0.006
123	57+350	33.325	0.359
124	57+400	33.023	0.302
125	57+450	33.097	0.074
126	57+500	32.868	0.229
127	57+550	32.687	0.181
128	57+600	32.496	0.191
129	57+650	32.643	0.147
130	57+700	32.436	0.207
131	57+750	32.548	0.112
132	57+800	32.314	0.234
133	57+850	31.987	0.327
134	57+900	31.825	0.162
135	57+950	31.439	0.386
136	58+000	31.039	0.4
137	58+050	30.989	0.05
138	58+100	31.369	0.38
139	58+150	31.357	0.012

No	STA	Elevasi	Selisih Beda Tinggi
	Km	m	m
140	58+200	31.25	0.107
141	58+250	31.546	0.296
Jumlah			28.835

Sumber: hasil perhitungan

$$\begin{aligned}
 \text{Alinemen Vertikal} &= \frac{\text{Jumlah selisih beda tinggi}}{\text{Panjang Jalan}} \\
 &= \frac{28.835}{7} \\
 &= 4.12 \text{ m/Km}
 \end{aligned}$$

Tipe alinemen dapat dibagi menjadi 3, yaitu datar, bukit dan gunung. Dari hasil perhitungan alinemen vertikal diperoleh $4.12 \text{ m/Km} < 10 \text{ m/Km}$ maka termasuk kedalam tipe alinemen datar.

Tabel 5. 2 Rekapitulasi Alinemen Horizontal

Tikungan	Jari Jari	Sudut
	m	°
1	1629	2.45
2	774.86	3.62
3	352.38	7.93
4	507.41	8.17
5	550.95	2.93
Jumlah Sudut		25.10

Sumber: Hasil Perhitungan

$$\begin{aligned}
 \text{Alinemen Horizontal} &= \frac{\frac{\text{Jumlah Sudut}}{360} \times 2 \text{ rad } \pi}{\text{Panjang Jalan}} \\
 &= \frac{\frac{25.10^\circ}{360^\circ} \times 2 \text{ rad } \pi}{7 \text{ Km}}
 \end{aligned}$$

$$= 0.02 \text{ rad/Km}$$

Untuk perhitungan alinemen horizontal di dapatkan hasil lengkung horizontal sebesar $0,02 \text{ rad/Km} < 1 \text{ rad/Km}$ yang artinya, termasuk kedalam tipe alinemen datar. Tipe alinemen datar untuk jalan luar kota tak terbagi memiliki nilai kapasitas dasar (C_0) = 3100 smp/jam yang ada pada tabel 2.2

5.1.2 Faktor Penyesuaian Kapasitas akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FC_w)

Pada ruas Mojosari-Mojokerto STA 51+250 – 58+250 memiliki tipe 2 jalur 2 arah tak terbagi dengan total lebar efektif jalur lalu lintas 7 m. Dengan melihat kondisi ekisting tersebut dan berdasarkan tabel 2.3 nilai faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu lintas adalah 1.

5.1.3 Faktor Penyesuaian Kapasitas akibat Pemisah Arah (FC_{PA})

Dengan mencari jumlah kendaraan baik dari arah Mojokerto-Mojosari, arah Mojosari- Mojokerto dan total keduanya dapat dihitung nilai faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisah arah (FC_{PA}) sebagai berikut.

Tabel 5. 3 Pemisah Arah LHR 2017

Jenis Kendaraan	LHR 2017 dari arah	
	Mojosari-Mojokerto	Mojokerto-Mojosari
Golongan 1	5886	5656
Golongan 2	1082	1126
Golongan 3	617	670
Golongan 4	86	90
Golongan 5A	28	29
Golongan 5B	15	8
Golongan 6A	39	40
Golongan 6B	54	56
Golongan 7A	135	140
Golongan 7B	31	15

Jenis Kendaraan	LHR 2017 dari arah	
	Mojosari-Mojokerto	Mojokerto-Mojosari
Golongan 7C	43	51
Golongan 8	0	0
Jumlah Kendaraan	8016	7881
Total dari 2 arah	15897	

Sumber: Hasil Perhitungan

Persentase Arus Arah Mojokerto-Mojosari:

$$\frac{\text{LHR Mojokerto – Mojosari 2017}}{\text{Total Jumlah kendaraan}} \times 100\% = \frac{7881}{15897} \times 100\% \\ = 49,58 \%$$

Persentase Arus Arah Mojosari- Mojokerto:

$$\frac{\text{LHR Mojosari – Mojokerto 2017}}{\text{Total Jumlah kendaraan}} \times 100\% = \frac{8016}{15897} \times 100\% \\ = 50,42 \%$$

Persentase pemisahan 2 arah untuk tipe jalan 2 jalur 2 arah di dapatkan mendekati 50-50. Dimana jika dilihat pada tabel 2.4 nilai faktor penyusian kapasitas akibat pemisah arah adalah 1.

5.1.4 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping

Hambatan samping adalah pengaruh kegiatan disamping ruas jalan terhadap kinerja lalu lintas. Kondisi hambatan samping pada ruas jalan Mojokerto-Mojosari dapat dilihat pada gambar di bawah ini



Gambar 5. 1 Kondisi Sekitar Ruas Jalan Mojokerto-Mojosari

Sumber: Dokumen Pribadi

Dari gambar 5.1 ruas jalan Mojokerto-Mojosari memiliki ciri-ciri hambatan samping dengan adanya pemukiman, kios-kios kecil dan sebagian daerah persawahan. Dari ciri-ciri tersebut, maka termasuk kedalam kelas hambatan samping tipe sedang dengan frekuensi kejadian di kedua sisi jalan. 150-250 berdasarkan tabel 2.5 dan nilai faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping dengan melihat lebar bahu >2m adalah 0,98 menurut tabel 2.6.

5.1.5 Besar Kapasitas pada Kondisi Lapangan (C)

Penentuan kapasitas jalan pada kondisi lapangan berdasarkan dari data yang telah diperoleh, maka di dapatkan nilai sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 C &= C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \\
 &= 3100 \times 1 \times 1 \times 0.98
 \end{aligned}$$

$$= 3038 \text{ smp/ jam}$$

5.1.6 Perhitungan Derajat Kejenuhan (DS)

Segmen jalan akan diketahui mempunyai masalah atau tidak dilihat dari nilai derajat kejenuhan. Derajat kejenuhan dihitung dari rasio antara arus lalu lintas (Q) terhadap kapasitas jalan (C) dengan nilai standar baik $\leq 0,75$. Untuk umur rencana, didesain 20 tahun.

Data lalu lintas yang di dapat adalah data jumlah kendaraan tiap jam selama 2 hari. Untuk itu dalam perhitungan derajat kejenuhan akan dipilih pada kondisi jam puncak yang sudah di dapat pada 4.... sebelumnya. Data arus lalu lintas pada kondisi jam puncak dan nilai pertumbuhan kendaraan dapat dilihat pada tabel 5.4.

Tabel 5. 4 Arus Lalu Lintas Tahun 2017 dan Nilai Pertumbuhan Kendaraan

Tahun	Gol.	Jenis Kendaraan		i	Q	
				%	Kend/Jam	
2017	1	SM	Sepeda Motor dan Roda 3	4.259	1265	
	2		Sedan, Jeep, Station Wagon	4.482	242	
	3	KR	Oplet, Pickup, Suburban, Mini bus dan Kombi	4.030	137	
	4		Pickup, micro truk, mobil hantaran	3.635	19	
	5a	KBM	Bus Kecil	6.328	3	
	5b	BB	Bus Besar	5.337	3	
	6a	TB	Truk/ Truk Tangki 2 sumbu 3/4"		3.514	3
	6b		Truk/ Truk Tangki 2 sumbu		3.053	4
	7a		Truk/ Truk Tangki 3 sumbu		3.965	12
	7b		Truk/ Truk Tangki Gandeng		2.006	4
	7c		Truk Semi Trailer dan Truk Trailer		4.807	6
	8		Tidak Bermotor		0.000	0.00
	JUMLAH					1698

Sumber: Hasil hitungan

Dari tabel 5.4 selanjutnya akan di lakukan perhitungan derajat kejenuhan (DS) pada kondisi lapangan pada tabel 5.5.

Tabel 5. 5 Perhitungan Derajat Kejenuhan Kondisi Lapangan Tahun 2017

Tahun	Gol.	Jenis Kendaraan		I	Q	emp	Q	C	DS
				%	Kend/Jam		smp/jam		
2017	1	SM	Sepeda Motor dan Roda 3	4.259	1265	0.5	632.50	3038	0.366
	2	KR	Sedan, Jeep, Station Wagon	4.482	242	1	242.00		
	3		Oplet, Pickup, Suburban, Mini bus dan Kombi	4.030	137	1	137.00		
	4		Pickup, micro truk, mobil hantaran	3.635	19	1	19.00		
	5a	KBM	Bus Kecil	6.328	3	1.3	3.90		
	5b	BB	Bus Besar	5.337	3	1.5	4.50		
	6a	TB	Truk/ Truk Tangki 2 sumbu 3/4"	3.514	3	2.5	7.50		
	6b		Truk/ Truk Tangki 2 sumbu	3.053	4	2.5	10.00		
	7a		Truk/ Truk Tangki 3 sumbu	3.965	12	2.5	30.00		
	7b		Truk/ Truk Tangki Gandeng	2.006	4	2.5	10.00		
	7c		Truk Semi Trailer dan Truk Trailer	4.807	6	2.5	15.00		
	8		Tidak Bermotor	0.000	0.00	0.5	0.00		
JUMLAH					1698		1111.40		

Sumber: Hasil hitungan

Tabel 5. 6 Perhitungan Derajat Kejenuhan Kondisi Lapangan Tahun 2037

Tahun	Gol.	Jenis Kendaraan	i	Q	emp	Q	C	DS	
			%	Kend/Jam		smp/jam			
2037	1	SM	Sepeda Motor dan Roda 3	4.259	2913.41	0.5	1456.71	3038	0.842
	2	KR	Sedan, Jeep, Station Wagon	4.4824	581.67	1	581.67		
	3		Oplet, Pickup, Suburban, Mini bus dan Kombi	4.0304	301.95	1	301.95		
	4		Pickup, micro truk, mobil hantaran	3.6346	38.80	1	38.80		
	5a	KBM	Bus Kecil	6.3279	10.23	1.3	13.30		
	5b	BB	Bus Besar	5.337	8.49	1.5	12.73		
	6a	TB	Truk/ Truk Tangki 2 sumbu 3/4"	3.5144	5.99	2.5	14.96		
	6b		Truk/ Truk Tangki 2 sumbu	3.0527	7.33	2.5	18.25		
	7a		Truk/ Truk Tangki 3 sumbu	3.965	26.12	2.5	65.29		
	7b		Truk/ Truk Tangki Gandeng	2.0064	5.95	2.5	14.88		
	7c		Truk Semi Trailer dan Truk Trailer	4.8069	15.34	2.5	38.36		
	8		Tidak Bermotor	0	0	0.5	0		
	JUMLAH					3915.25			

Sumber: Hasil hitungan

Tabel 5. 7 Rekapitulasi Derajat Kejenuhan Kondisi Lapangan

Tahun	Q	C	DS	Keterangan
2017	1111.40	3038	0.366	Aman
2018	1158.57	3038	0.381	Aman
2019	1207.75	3038	0.398	Aman
2020	1259.03	3038	0.414	Aman
2021	1312.51	3038	0.432	Aman
2022	1368.27	3038	0.450	Aman
2023	1426.41	3038	0.470	Aman
2024	1487.04	3038	0.489	Aman
2025	1550.25	3038	0.510	Aman
2026	1616.18	3038	0.532	Aman
2027	1684.92	3038	0.555	Aman
2028	1756.61	3038	0.578	Aman
2029	1831.36	3038	0.603	Aman
2030	1909.31	3038	0.628	Aman
2031	1990.60	3038	0.655	Aman
2032	2075.37	3038	0.683	Aman
2033	2163.77	3038	0.712	Aman
2034	2255.96	3038	0.743	Aman
2035	2352.09	3038	0.774	Tidak Aman
2036	2452.35	3038	0.807	Tidak Aman
2037	2556.90	3038	0.842	Tidak Aman

Sumber: Hasil hitungan

Dari hasil perhitungan derajat kejenuhan pada kondisi lapangan didapatkan pada tahun 2035 terlihat tidak aman, sehingga ruas jalan Mojokerto-Mojosari perlu ditingkatkan dengan memperlebar badan jalan dari 7 meter menjadi 11 m dan tipe jalan tetap sama 2/2 TT.

$$\begin{aligned}
 C &= C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \\
 &= 3100 \times 1.27 \times 1 \times 0.98 \\
 &= 3858 \text{ smp/ jam}
 \end{aligned}$$

Tabel 5. 8 Perhitungan Derajat Kejenuhan Setelah Ditingkatkan Tahun 2017

Tahun	Gol.	Jenis Kendaraan		I	Q	emp	Q	C	DS
				%	Kend/Jam		smp/jam		
2017	1	SM	Sepeda Motor dan Roda 3	4.259	1265	0.5	632.50	3858	0.288
	2	KR	Sedan, Jeep, Station Wagon	4.482	242	1	242.00		
	3		Oplet, Pickup, Suburban, Mini bus dan Kombi	4.030	137	1	137.00		
	4		Pickup, micro truk, mobil hantaran	3.635	19	1	19.00		
	5a	KBM	Bus Kecil	6.328	3	1.3	3.90		
	5b	BB	Bus Besar	5.337	3	1.5	4.50		
	6a	TB	Truk/ Truk Tangki 2 sumbu 3/4"	3.514	3	2.5	7.50		
	6b		Truk/ Truk Tangki 2 sumbu	3.053	4	2.5	10.00		
	7a		Truk/ Truk Tangki 3 sumbu	3.965	12	2.5	30.00		
	7b		Truk/ Truk Tangki Gandeng	2.006	4	2.5	10.00		
	7c		Truk Semi Trailer dan Truk Trailer	4.807	6	2.5	15.00		
	8		Tidak Bermotor	0.000	0.00	0.5	0.00		
JUMLAH					1698		1111.40		

Sumber: Hasil hitungan

Tabel 5. 9 Perhitungan Derajat Kejenuhan Setelah Ditingkatkan Tahun 2037

Tahun	Gol.	Jenis Kendaraan	i	Q	emp	Q	C	DS	
			%	Kend/Jam		smp/jam			
2037	1	SM	Sepeda Motor dan Roda 3	4.259	2913.41	0.5	1456.71	3858	0.663
	2	KR	Sedan, Jeep, Station Wagon	4.482	581.67	1	581.67		
	3		Oplet, Pickup, Suburban, Mini bus dan Kombi	4.030	301.95	1	301.95		
	4		Pickup, micro truk, mobil hantaran	3.635	38.80	1	38.80		
	5a	KBM	Bus Kecil	6.328	10.23	1.3	13.30		
	5b	BB	Bus Besar	5.337	8.45	1.5	12.73		
	6a	TB	Truk/ Truk Tangki 2 sumbu 3/4"	3.514	5.96	2.5	14.96		
	6b		Truk/ Truk Tangki 2 sumbu	3.053	7.30	2.5	18.25		
	7a		Truk/ Truk Tangki 3 sumbu	3.965	26.12	2.5	65.29		
	7b		Truk/ Truk Tangki Gandeng	2.006	5.95	2.5	14.88		
	7c		Truk Semi Trailer dan Truk Trailer	4.807	15.34	2.5	38.36		
	8		Tidak Bermotor	0.000	0	0.5	0		
JUMLAH					3915.25		2556.90		

Sumber: Hasil hitungan

Tabel 5. 10 Rekapitulasi Derajat Kejenuhan Setelah Ditingkatkan

Tahun	Q	C	DS	Keterangan
2017	1111.40	3858	0.288	Aman
2018	1158.57	3858	0.300	Aman
2019	1207.75	3858	0.313	Aman
2020	1259.03	3858	0.326	Aman
2021	1312.51	3858	0.340	Aman
2022	1368.27	3858	0.355	Aman
2023	1426.41	3858	0.370	Aman
2024	1487.04	3858	0.385	Aman
2025	1550.25	3858	0.402	Aman
2026	1616.18	3858	0.419	Aman
2027	1684.92	3858	0.437	Aman
2028	1756.61	3858	0.455	Aman
2029	1831.36	3858	0.475	Aman
2030	1909.31	3858	0.495	Aman
2031	1990.60	3858	0.516	Aman
2032	2075.37	3858	0.538	Aman
2033	2163.77	3858	0.561	Aman
2034	2255.96	3858	0.585	Aman
2035	2352.09	3858	0.610	Aman
2036	2452.35	3858	0.636	Aman
2037	2556.90	3858	0.663	Aman

Sumber: Hasil hitungan

5.2 Perencanaan Geometrik Jalan

Dalam perencanaan jalan, bentuk geometrik jalan harus ditentukan sedemikian rupa sehingga jalan tersebut dapat memberikan kenyamanan dan keamanan bagi pengendara sesuai fungsi jalan tersebut. Keamanan dan kenyamanan pengendara tergantung dari kondisi eksisting geometrik jalan tersebut sehingga perencanaan geometrik harus dibuat sebaik mungkin. Eksisting disini geometrik jalan yang dimaksud disini adalah alinemen horizontal dan vertikal.

5.2.1 Kontrol Alinemen Horizontal

Alinyemen horizontal terdiri atas bagian lurus dan bagian lengkung atau biasa disebut tikungan yang berfungsi untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima oleh kendaraan yang berjalan pada kecepatan V_r . Ruas jalan Mojokerto-Mojosari STA 51+250 – STA 58+250 termasuk tipe alinemen datar yang bisa dilihat pada tabel 5.1 dengan fungsi jalan adalah arteri. Pada ruas jalan ini terdapat 5 tikungan dengan bentuk tikungan hanya 1 jenis, yaitu full circle dan berikut perhitungan alinemen horizontal pada STA 53+057:

- Data rencana:

$$R_c = 1629 \text{ m}$$

$$V_r = 60 \text{ Km/Jam}$$

$$\Delta = 2.45^\circ$$

$$L_s = 0 \text{ m}$$

- Mencari T_c

$$\begin{aligned} T_c &= R_c \times \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right) \\ &= 1629 \times \tan\left(\frac{2.45}{2}\right) \\ &= 34.83 \end{aligned}$$

- Mencari E_c

$$\begin{aligned} E_c &= T_c \times \tan\left(\frac{\Delta}{4}\right) \\ &= 34.83 \times \tan\left(\frac{2.45}{4}\right) \\ &= 0,37 \end{aligned}$$

- Mencari L_c

$$\begin{aligned} L_c &= \frac{\Delta}{360} \times 2 \pi \times R_c \\ &= \frac{2.45}{360} \times 2 \pi \times 1629 \\ &= 69.62 \end{aligned}$$

- Kontrol $L_c < 2T_c$

$$\begin{aligned} L_c &< 2 T_c \\ 69.62 &< 2 \times 34.83 \\ 69.62 &< 69.67 \quad (\text{Ok}) \end{aligned}$$

Dari hasil kontrol alinemen horizontal pada STA 53+050 di dapatkan hasil alinemen horizontal sudah sesuai standar keamanan dan kenyamanan. Berikut adalah rekapitulasi kontrol alinemen horizontal untuk STA yang lain pada tabel 5.11.

Tabel 5. 11 Rekapitulasi Perhitungan Geometrik jalan Alinemen Horizontal

No.	STA	Data Rencana				Perhitungan			Kontrol	
		R_c	V_r	Δ	L_s	T_c	E_c	L_c	$2T_c$	$L_c < 2T_c$
		m	Km/Jam	o	m					
1	53+057	1629	60	2.45	0	34.83	0.37	69.62	69.67	Ok
2	54+551	774.86	60	3.62	0	24.49	0.39	48.93	48.97	Ok
3	54+725	352	60	7.93	0	24.40	0.84	48.69	48.80	Ok
4	55+312	507.41	60	8.17	0	36.24	1.29	72.32	72.48	Ok
5	56+441	550.95	60	2.93	0	14.09	0.18	28.16	28.18	Ok

Sumber: Hasil hitungan

5.2.2 Kontrol Alinemen Vertikal

Alinyemen vertikal didefinisikan sebagai proyeksi sumbu jalan pada bidang vertikal, berbentuk penampang memanjang jalan. Tujuan perancangan alinyemen vertikal untuk menentukan elevasi titik – titik penting jalan untuk dapat menjamin drainase jalan secara tepat dan tingkat keselamatan dapat diterima. Kontrol alinemen vertikal itu sendiri meliputi sebagai berikut:

- a. Kontrol geometrik jalan alinemen vertikal dilihat dari jarak pandang henti.

Tabel 5. 12 Jarak pandang henti (Jh) minimum berdasarkan Vr.

Vr (Km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Jh minimum (m)	250	175	120	75	55	40	27	16

Sumber: TPGJAK, Bina Marga 1997

- Tipe lengkung cembung

Diketahui:

$$\begin{aligned}
 \text{STA} &= 51+450 \\
 G1 &= -0,404\% \\
 G2 &= -0,050\% \\
 A &= 0,355\% \\
 V_r &= 60 \text{ Km/jam} \\
 J_h &= 75 \text{ m (Tabel 5.12)} \\
 L_{\text{lapangan}} &= 25 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Perhitungan:

$$\begin{aligned}
 L_{\text{hitung}} &= 2 \times J_h - \frac{405}{A} \\
 &= 2 \times 75 - \frac{405}{0,355} \\
 &= 4,92 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Kontrol:

$$\begin{aligned}
 L_{\text{lapangan}} &> L_{\text{hitung}} \\
 25 \text{ m} &> 4,92 \text{ m} \quad (\text{Aman})
 \end{aligned}$$

Tabel 5. 13 Rekapitulasi Kontrol Alinemen Vertikal dilihat dari Jarak Pandang Henti untuk Lengkung Cembung

No	STA	G1	G2	A	Vr	Jh	L	L	Kontrol $L_{lap} > L_{hit}$
		%	%	%	Km/Jam	m	m	m	
1	51+450	-0.404	-0.050	-0.354	60	75	25.00	4.92	Aman
2	51+575	-0.161	0.532	-0.693	60	75	30.00	9.63	Aman
3	51+750	-0.361	0.517	-0.878	60	75	50.00	12.19	Aman
4	51+950	-0.760	0.559	-1.319	60	75	18.82	18.32	Aman
5	52+050	-0.404	-0.368	-0.772	60	75	25.00	10.72	Aman
6	52+150	-0.348	-0.139	-0.209	60	75	50.00	2.90	Aman
7	52+450	-0.050	-0.003	-0.047	60	75	50.00	0.65	Aman
8	53+075	-1.449	0.000	-1.449	60	75	25.00	20.13	Aman
9	54+025	0.388	1.440	-1.052	60	75	50.00	14.61	Aman
10	54+200	-1.084	-0.131	-0.953	60	75	25.00	13.24	Aman
11	54+450	-0.624	-0.064	-0.560	60	75	50.00	7.78	Aman
12	54+825	-0.372	0.119	-0.491	60	75	50.00	6.82	Aman
13	55+125	-0.534	-0.236	-0.298	60	75	50.00	4.14	Aman
14	55+275	-1.520	-0.348	-1.172	60	75	25.00	16.28	Aman
15	56+100	-0.826	1.081	-1.907	60	75	40.00	26.49	Aman
16	56+525	-1.488	1.716	-3.204	60	75	25.00	44.50	Tidak Aman
17	57+050	-0.524	1.912	-2.436	60	75	25.00	33.83	Tidak Aman
18	57+650	0.121	0.412	-0.291	60	75	50.00	4.04	Aman
19	57+750	-0.059	0.434	-0.493	60	75	50.00	6.85	Aman

Sumber: Hasil hitungan

Dari hasil perhitungan terdapat 2 lokasi yang masih tidak aman yaitu pada STA 56+525 dan 57+050. Dengan menggunakan kecepatan rencana 50 Km/jam sudah dinyatakan aman, untuk itu pada lokasi tersebut akan diberikan rambu kurangi kecepatan. Hasil evaluasi bisa dilihat pada tabel 5.14.

Tabel 5. 14 Rekapitulasi Evaluasi Kontrol Alinemen Vertikal dilihat dari Jarak Pandang Henti untuk Lengkung Cembung

No	STA	G1	G2	A	Vr	Jh	L	L	Kontrol $L_{lap} > L_{hit}$
		%	%	%	Km/Jam	m	m	m	
1	51+450	-0.404	-0.050	-0.354	60	75	25.00	4.92	Aman
2	51+575	-0.161	0.532	-0.693	60	75	30.00	9.63	Aman
3	51+750	-0.361	0.517	-0.878	60	75	50.00	12.19	Aman
4	51+950	-0.760	0.559	-1.319	60	75	18.82	18.32	Aman
5	52+050	-0.404	-0.368	-0.772	60	75	25.00	10.72	Aman
6	52+150	-0.348	-0.139	-0.209	60	75	50.00	2.90	Aman
7	52+450	-0.050	-0.003	-0.047	60	75	50.00	0.65	Aman
8	53+075	-1.449	0.000	-1.449	60	75	25.00	20.13	Aman
9	54+025	0.388	1.440	-1.052	60	75	50.00	14.61	Aman
10	54+200	-1.084	-0.131	-0.953	60	75	25.00	13.24	Aman
11	54+450	-0.624	-0.064	-0.560	60	75	50.00	7.78	Aman
12	54+825	-0.372	0.119	-0.491	60	75	50.00	6.82	Aman
13	55+125	-0.534	-0.236	-0.298	60	75	50.00	4.14	Aman
14	55+275	-1.520	-0.348	-1.172	60	75	25.00	16.28	Aman
15	56+100	-0.826	1.081	-1.907	60	75	40.00	26.49	Aman
16	56+525	-1.488	1.716	-3.204	50	55	25.00	23.93	Aman
17	57+050	-0.524	1.912	-2.436	50	55	25.00	18.19	Aman
18	57+650	0.121	0.412	-0.291	60	75	50.00	4.04	Aman
19	57+750	-0.059	0.434	-0.493	60	75	50.00	6.85	Aman

Sumber: Hasil hitungan

- Tipe lengkung cekung
Diketahui:

$$\begin{aligned}
 \text{STA} &= 51+450 \\
 \text{G1} &= 0,685 \% \\
 \text{G2} &= -0,760 \% \\
 \text{A} &= 1,445 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_r &= 60 \text{ Km/Jam} \\ J_h &= 75 \text{ m (Tabel 5.12)} \\ L_{\text{lapangan}} &= 25 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan:

$$\begin{aligned} L_{\text{hitungan}} &= \frac{A \times J_h^2}{150 + (3.5 \times J_h)} \\ &= \frac{1,445 \times 75^2}{150 + (3.5 \times 75)} \\ &= 19.7 \text{ m} \end{aligned}$$

Kontrol:

$$\begin{aligned} L_{\text{lapangan}} &> L_{\text{hitungan}} \\ 25 \text{ m} &> 19.70 \text{ m} \quad (\text{Aman}) \end{aligned}$$

Tabel 5. 15 Rekapitulasi Kontrol Alinemen Vertikal dilihat dari Jarak Pandang Henti untuk Lengkung Cekung

No	STA	G1	G2	A	Vr	Jh	L lapangan	L hitungan	Kontrol L _{lap} >L _{hit}
		%	%	%	Km/Jam	m	m	m	
1	51+925	0.685	-0.760	1.445	60	75	25.00	19.70	Aman
2	51+975	0.559	-0.440	0.999	60	75	20.22	13.62	Aman
3	53+225	0.968	0.152	0.816	60	75	50.00	11.13	Aman
4	54+175	0.628	-1.084	1.712	60	75	25.00	23.35	Aman
5	54+275	0.044	-1.510	1.554	60	75	25.00	21.19	Aman
6	55+675	-0.497	-2.069	1.572	60	75	25.00	21.44	Aman
7	55+725	2.020	0.644	1.376	60	75	25.00	18.76	Aman
8	56+500	2.205	-1.488	3.693	60	75	25.00	50.36	TidakAman
9	56+925	0.980	-0.516	1.496	60	75	50.00	20.40	Aman
10	57+075	1.912	-0.463	2.375	60	75	25.00	32.39	TidakAman
11	57+475	1.136	-0.220	1.356	60	75	50.00	18.49	Aman
12	57+525	0.987	-0.264	1.251	60	75	40.00	17.06	Aman
13	57+825	1.573	-0.265	1.838	60	75	40.00	25.06	Aman
14	57+925	1.356	0.188	1.168	60	75	50.00	15.93	Aman
15	58+025	0.656	-0.457	1.113	60	75	40.00	15.18	Aman

Sumber: Hasil hitungan

Pada perhitungan di atas ditemukan 2 lokasi yang masih belum aman yaitu pada STA 56+500 dan 57+075. Dengan menggunakan kecepatan rencana 50 Km/jam an 40 Km/jam sudah

dinyatakan aman, untuk itu pada lokasi tersebut akan diberikan rambu kurangi kecepatan. Hasil evaluasi bisa dilihat pada tabel 5.16.

Tabel 5. 16 Rekapitulasi Evaluasi Kontrol Alinemen Vertikal dilihat dari Jarak Pandang Henti untuk Lengkung Cekung

No	STA	G1	G2	A	Vr	Jh	L lapangan	L hitungan	Kontrol $L_{lap} > L_{hit}$
		%	%	%	Km/Jam	m	m	m	
1	51+925	0.685	-0.760	1.445	60	75	25.00	19.70	Aman
2	51+975	0.559	-0.440	0.999	60	75	20.22	13.62	Aman
3	53+225	0.968	0.152	0.816	60	75	50.00	11.13	Aman
4	54+175	0.628	-1.084	1.712	60	75	25.00	23.35	Aman
5	54+275	0.044	-1.510	1.554	60	75	25.00	21.19	Aman
6	55+675	-0.497	-2.069	1.572	60	75	25.00	21.44	Aman
7	55+725	2.020	0.644	1.376	60	75	25.00	18.76	Aman
8	56+500	2.205	-1.488	3.693	40	40	25.00	20.38	Aman
9	56+925	0.980	-0.516	1.496	60	75	50.00	20.40	Aman
10	57+075	1.912	-0.463	2.375	50	55	25.00	20.98	Aman
11	57+475	1.136	-0.220	1.356	60	75	50.00	18.49	Aman
12	57+525	0.987	-0.264	1.251	60	75	40.00	17.06	Aman
13	57+825	1.573	-0.265	1.838	60	75	40.00	25.06	Aman
14	57+925	1.356	0.188	1.168	60	75	50.00	15.93	Aman
15	58+025	0.656	-0.457	1.113	60	75	40.00	15.18	Aman

Sumber: Hasil hitungan

- b. Kontrol geometrik jalan alinemen vertikal dilihat dari jarak pandang mendahului.

Tabel 5. 17 Panjang Jarak Pandang Mendahului (Jd)

Vr (Km/jam)	120	100	80	60	50	40	30	20
Jd minimum (m)	800	670	550	350	250	200	150	100

Sumber: TPGJAK, Bina Marga 1997

- Tipe lengkung cembung

Diketahui:

STA	= 51+450
G1	= 0,685 %
G2	= -0,760 %
A	= 1,445 %
Vr	= 60 Km/Jam
Jd	= 350 m (Tabel 5.15)
$L_{lapangan}$	= 25 m

Perhitungan:

$$\begin{aligned}
 L_{hitung} &= \frac{A \times Jd^2}{840} \\
 &= \frac{1,445 \times 350^2}{840} \\
 &= 51.63 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Kontrol:

$$\begin{aligned}
 L_{lapangan} &> L_{hitung} \\
 25 \text{ m} &> 51.63 \text{ m}
 \end{aligned}$$

(Tidak Aman)

Tabel 5. 18 Rekapitulasi Kontrol Alinemen Vertikal dilihat dari Jarak Pandang Mendahului untuk Lengkung Cembung

No	STA	G1	G2	A	Vr	Jd	L	L	Kontrol $L_{lap} > L_{hit}$
		%	%	%	Km/Jam	m	m	m	
1	51+450	-0.404	-0.050	-0.354	60	350	25.00	51.63	Tidak Aman
2	51+575	-0.161	0.532	-0.693	60	350	30.00	101.06	Tidak Aman
3	51+750	-0.361	0.517	-0.878	60	350	50.00	128.04	Tidak Aman
4	51+950	-0.760	0.559	-1.319	60	350	18.82	192.35	Tidak Aman
5	52+050	-0.404	0.368	-0.772	60	350	25.00	112.58	Tidak Aman
6	52+150	-0.348	-0.139	-0.209	60	350	50.00	30.48	Aman
7	52+450	-0.050	-0.003	-0.047	60	350	50.00	6.85	Aman
8	53+075	-1.449	0.000	-1.449	60	350	25.00	211.31	Tidak Aman
9	54+025	0.388	1.440	-1.052	60	350	50.00	153.42	Tidak Aman
10	54+200	-1.084	-0.131	-0.953	60	350	25.00	138.98	Tidak Aman
11	54+450	-0.624	-0.064	-0.560	60	350	50.00	81.67	Tidak Aman
12	54+825	-0.372	0.119	-0.491	60	350	50.00	71.60	Tidak Aman
13	55+125	-0.534	-0.236	-0.298	60	350	50.00	43.46	Aman
14	55+275	-1.520	-0.348	-1.172	60	350	25.00	170.92	Tidak Aman
15	56+100	-0.826	1.081	-1.907	60	350	40.00	278.10	Tidak Aman
16	56+525	-1.488	1.716	-3.204	60	350	25.00	467.25	Tidak Aman
17	57+050	-0.524	1.912	-2.436	60	350	25.00	355.25	Tidak Aman
18	57+650	0.121	0.412	-0.291	60	350	50.00	42.44	Aman
19	57+750	-0.059	0.434	-0.493	60	350	50.00	71.90	Tidak Aman

Sumber: Hasil hitungan

Dari perhitungan di atas ada beberapa lokasi yang tidak aman, maka untuk kontrol alinemen vertikal berdasarkan jarak pandang mendahului untuk lengkung cembung lokasi yang tidak aman akan diberi rambu dilarang untuk mendahului.

- Tipe lengkung cekung

Diketahui:

STA	= 51+450
G1	= 0,685 %
G2	= -0,760 %
A	= 1,445 %
Vr	= 60 Km/Jam
Jd	= 350 m (Tabel 5.15)
$L_{lapangan}$	= 25 m

Perhitungan:

$$\begin{aligned}
 L_{hitung} &= \frac{A \times Jd^2}{150 + (3.5 \times Jd)} \\
 &= \frac{1,445 \times 350^2}{150 + (3.5 \times 350)} \\
 &= 128.74 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Kontrol:

$$\begin{aligned}
 L_{lapangan} &> L_{hitung} \\
 25 \text{ m} &> 128.74 \text{ m} \quad (\text{Tidak Aman})
 \end{aligned}$$

Tabel 5. 19 Rekapitulasi Kontrol Alinemen Vertikal dilihat dari Jarak Pandang Mendahului untuk Lengkung Cekung

No	STA	G1	G2	A	Vr	Jd	L lapangan	L hitungan	Kontrol $L_{lap} > L_{hit}$
		%	%	%	Km/Jam	m	m	m	
1	51+925	0.685	-0.760	1.445	60	350	25.00	128.74	Tidak Aman
2	51+975	0.559	-0.440	0.999	60	350	20.22	89.00	Tidak Aman
3	53+225	0.968	0.152	0.816	60	350	50.00	72.70	Tidak Aman
4	54+175	0.628	-1.084	1.712	60	350	25.00	152.52	Tidak Aman
5	54+275	0.044	-1.510	1.554	60	350	25.00	138.45	Tidak Aman
6	55+675	-0.497	-2.069	1.572	60	350	25.00	140.05	Tidak Aman
7	55+725	2.020	0.644	1.376	60	350	25.00	122.59	Tidak Aman
8	56+500	2.205	-1.488	3.693	60	350	25.00	329.01	Tidak Aman
9	56+925	0.980	-0.516	1.496	60	350	50.00	133.28	Tidak Aman
10	57+075	1.912	-0.463	2.375	60	350	25.00	211.59	Tidak Aman
11	57+475	1.136	-0.220	1.356	60	350	50.00	120.81	Tidak Aman
12	57+525	0.987	-0.264	1.251	60	350	40.00	111.45	Tidak Aman
13	57+825	1.573	-0.265	1.838	60	350	40.00	163.75	Tidak Aman
14	57+925	1.356	0.188	1.168	60	350	50.00	104.06	Tidak Aman
15	58+025	0.656	-0.457	1.113	60	350	40.00	99.16	Tidak Aman

Sumber: Hasil hitungan

Dari perhitungan lengkung cekung di atas semua lokasi menyatakan tidak aman, maka dari itu lokasi yang tidak aman akan diberi rambu dilarang mendahului.

c. Kontrol geometrik jalan alinemen vertikal dilihat dari kenyamanan pengemudi.

Diketahui:

STA	= 51+450
G1	= 0,685 %
G2	= -0,760 %
A	= 1,445 % (Cekung)
Vr	= 60 Km/Jam
L lapangan	= 25 m

Perhitungan:

$$\begin{aligned} L_{hitung} &= \frac{A \times V_r^2}{390} \\ &= \frac{1,445 \times 60^2}{390} \\ &= 13,34 \text{ m} \end{aligned}$$

Kontrol:

$$\begin{aligned} L_{lapangan} &> L_{hitung} \\ 25 \text{ m} &> 13,34 \text{ m} \quad (\text{Aman}) \end{aligned}$$

Tabel 5. 20 Rekapitulasi Kontrol Alinemen Vertikal dilihat dari Kenyamanan Pengemudi untuk Lengkung Cembung

No	STA	G1	G2	A	Vr Km/Jam	L lapangan	L hitungan	Kontrol Llap>Lhit
		%	%	%		m	m	
1	51+450	-0.404	-0.050	-0.354	60	25.00	3.27	Aman
2	51+575	-0.161	0.532	-0.693	60	30.00	6.40	Aman
3	51+750	-0.361	0.517	-0.878	60	50.00	8.10	Aman
4	51+950	-0.760	0.559	-1.319	60	18.82	12.18	Aman
5	52+050	-0.404	0.368	-0.772	60	25.00	7.13	Aman
6	52+150	-0.348	-0.139	-0.209	60	50.00	1.93	Aman
7	52+450	-0.050	-0.003	-0.047	60	50.00	0.43	Aman
8	53+075	-1.449	0.000	-1.449	60	25.00	13.38	Aman
9	54+025	0.388	1.440	-1.052	60	50.00	9.71	Aman
10	54+200	-1.084	-0.131	-0.953	60	25.00	8.80	Aman
11	54+450	-0.624	-0.064	-0.560	60	50.00	5.17	Aman
12	54+825	-0.372	0.119	-0.491	60	50.00	4.53	Aman
13	55+125	-0.534	-0.236	-0.298	60	50.00	2.75	Aman
14	55+275	-1.520	-0.348	-1.172	60	25.00	10.82	Aman
15	56+100	-0.826	1.081	-1.907	60	40.00	17.60	Aman
16	56+525	-1.488	1.716	-3.204	60	25.00	23.08	Aman
17	57+050	-0.524	1.912	-2.436	60	25.00	22.49	Aman
18	57+650	0.121	0.412	-0.291	60	50.00	2.69	Aman
19	57+750	-0.059	0.434	-0.493	60	50.00	4.55	Aman

Sumber: Hasil hitungan

Tabel 5. 21 Rekapitulasi Kontrol Alinemen Vertikal dilihat dari Kenyamanan Pengemudi untuk Lengkung Cekung

No	STA	G1	G2	A	Vr	L lapangan	L hitungan	Kontrol Llap>Lhit
		%	%	%	Km/Jam	m	m	
1	51+925	0.685	-0.760	1.445	60	25.00	13.34	Aman
2	51+975	0.559	-0.440	0.999	60	20.22	9.22	Aman
3	53+225	0.968	0.152	0.816	60	50.00	7.53	Aman
4	54+175	0.628	-1.084	1.712	60	25.00	15.80	Aman
5	54+275	0.044	-1.510	1.554	60	25.00	14.34	Aman
6	55+675	-0.497	-2.069	1.572	60	25.00	14.51	Aman
7	55+725	2.020	0.644	1.376	60	25.00	12.70	Aman
8	56+500	2.205	-1.488	3.693	60	25.00	24.63	Aman
9	56+925	0.980	-0.516	1.496	60	50.00	13.81	Aman
10	57+075	1.912	-0.463	2.375	60	25.00	21.92	Aman
11	57+475	1.136	-0.220	1.356	60	50.00	12.52	Aman
12	57+525	0.987	-0.264	1.251	60	40.00	11.55	Aman
13	57+825	1.573	-0.265	1.838	60	40.00	16.97	Aman
14	57+925	1.356	0.188	1.168	60	50.00	10.78	Aman
15	58+025	0.656	-0.457	1.113	60	40.00	10.27	Aman

Sumber: Hasil hitungan

d. Kontrol geometrik jalan alinemen vertikal dilihat dari keluwesan bentuk.

Diketahui:

STA	= 51+450
G1	= 0,685 %
G2	= -0,760 %
A	= 1,445 % (Cekung)
Vr	= 60 Km/Jam
L lapangan	= 25 m

Perhitungan:

$$\begin{aligned} L_{hitung} &= 0.6 \times V_r \\ &= 0,6 \times 60 \\ &= 36 \text{ m} \end{aligned}$$

Kontrol:

$$\begin{aligned} L_{lapangan} &> L_{hitung} \\ 25 \text{ m} &> 36 \text{ m} \end{aligned} \quad \text{(Tidak Aman)}$$

Tabel 5. 22 Rekapitulasi Kontrol Alinemen Vertikal dilihat dari Keluwesan Bentuk untuk Lengkung Cembung

No	STA	G1	G2	A	V _r Km/Jam	L lapangan	L hitungan	Kontrol Llap>Lhit
		%	%	%		m	m	
1	51+450	-0.404	-0.050	-0.354	60	25.00	36.00	Tidak Aman
2	51+575	-0.161	0.532	-0.693	60	30.00	36.00	Tidak Aman
3	51+750	-0.361	0.517	-0.878	60	50.00	36.00	Aman
4	51+950	-0.760	0.559	-1.319	60	18.82	36.00	Tidak Aman
5	52+050	-0.404	0.368	-0.772	60	25.00	36.00	Tidak Aman
6	52+150	-0.348	-0.139	-0.209	60	50.00	36.00	Aman
7	52+450	-0.050	-0.003	-0.047	60	50.00	36.00	Aman
8	53+075	-1.449	0.000	-1.449	60	25.00	36.00	Tidak Aman
9	54+025	0.388	1.440	-1.052	60	50.00	36.00	Aman
10	54+200	-1.084	-0.131	-0.953	60	25.00	36.00	Tidak Aman
11	54+450	-0.624	-0.064	-0.560	60	50.00	36.00	Aman
12	54+825	-0.372	0.119	-0.491	60	50.00	36.00	Aman
13	55+125	-0.534	-0.236	-0.298	60	50.00	36.00	Aman
14	55+275	-1.520	-0.348	-1.172	60	25.00	36.00	Tidak Aman
15	56+100	-0.826	1.081	-1.907	60	40.00	36.00	Aman
16	56+525	-1.488	1.716	-3.204	60	25.00	36.00	Tidak Aman
17	57+050	-0.524	1.912	-2.436	60	25.00	36.00	Tidak Aman
18	57+650	0.121	0.412	-0.291	60	50.00	36.00	Aman
19	57+750	-0.059	0.434	-0.493	60	50.00	36.00	Aman

Sumber: Hasil hitungan

Tabel 5. 23 Rekapitulasi Kontrol Alinemen Vertikal dilihat dari Keluwesan Bentuk untuk Lengkung Cekung

No	STA	G1	G2	A	Vr	L lapangan	L hitungan	Kontrol Llap>Lhit
		%	%	%	Km/Jam	m	m	
1	51+925	0.685	-0.760	1.445	60	25.00	36.00	Tidak Aman
2	51+975	0.559	-0.440	0.999	60	20.22	36.00	Tidak Aman
3	53+225	0.968	0.152	0.816	60	50.00	36.00	Aman
4	54+175	0.628	-1.084	1.712	60	25.00	36.00	Tidak Aman
5	54+275	0.044	-1.510	1.554	60	25.00	36.00	Tidak Aman
6	55+675	-0.497	-2.069	1.572	60	25.00	36.00	Tidak Aman
7	55+725	2.020	0.644	1.376	60	25.00	36.00	Tidak Aman
8	56+500	2.205	-1.488	3.693	60	25.00	36.00	Tidak Aman
9	56+925	0.980	-0.516	1.496	60	50.00	36.00	Aman
10	57+075	1.912	-0.463	2.375	60	25.00	36.00	Tidak Aman
11	57+475	1.136	-0.220	1.356	60	50.00	36.00	Aman
12	57+525	0.987	-0.264	1.251	60	40.00	36.00	Aman
13	57+825	1.573	-0.265	1.838	60	40.00	36.00	Aman
14	57+925	1.356	0.188	1.168	60	50.00	36.00	Aman
15	58+025	0.656	-0.457	1.113	60	40.00	36.00	Aman

Sumber: Hasil hitungan

Dari perhitungan lengkung cembung dan cekung di atas ada lokasi yang menyatakan tidak aman, maka dari itu lokasi yang tidak aman akan diberi rambu tanjakan dan turunan.

- e. Kontrol geometrik jalan alinemen vertikal dilihat dari persyaratan drainase.

Diketahui:

$$\text{STA} = 51+450$$

$$\text{G1} = 0,685 \%$$

$$\begin{aligned}
 G2 &= -0,760 \% \\
 A &= 1,445 \% \text{ (Cekung)} \\
 V_r &= 60 \text{ Km/Jam} \\
 L_{\text{lapangan}} &= 25 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Perhitungan:

$$\begin{aligned}
 L_{\text{hitung}} &= 40 \times A \\
 &= 40 \times 1.445 \\
 &= 14.16 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Kontrol:

$$\begin{aligned}
 L_{\text{lapangan}} &> L_{\text{hitung}} \\
 25 \text{ m} &> 14.16 \text{ m} \quad (\text{Aman})
 \end{aligned}$$

Tabel 5. 24 Rekapitulasi Kontrol Alinemen Vertikal dilihat dari Persyaratan Drainase untuk Lengkung Cembung

No	STA	G1	G2	A	Vr	L lapangan	L hitungan	Kontrol Llap>Lhit
		%	%	%	Km/Jam	m	m	
1	51+450	-0.404	-0.050	-0.354	60	25.00	14.16	Aman
2	51+575	-0.161	0.532	-0.693	60	30.00	27.72	Aman
3	51+750	-0.361	0.517	-0.878	60	50.00	35.12	Aman
4	51+950	-0.760	0.559	-1.319	60	18.82	52.76	Tidak Aman
5	52+050	-0.404	0.368	-0.772	60	25.00	30.88	Tidak Aman
6	52+150	-0.348	-0.139	-0.209	60	50.00	8.36	Aman
7	52+450	-0.050	-0.003	-0.047	60	50.00	1.88	Aman
8	53+075	-1.449	0.000	-1.449	60	25.00	57.96	Tidak Aman
9	54+025	0.388	1.440	-1.052	60	50.00	42.08	Aman
10	54+200	-1.084	-0.131	-0.953	60	25.00	38.12	Tidak Aman
11	54+450	-0.624	-0.064	-0.560	60	50.00	22.40	Aman
12	54+825	-0.372	0.119	-0.491	60	50.00	19.64	Aman
13	55+125	-0.534	-0.236	-0.298	60	50.00	11.92	Aman
14	55+275	-1.520	-0.348	-1.172	60	25.00	46.88	Tidak Aman
15	56+100	-0.826	1.081	-1.907	60	40.00	76.28	Tidak Aman
16	56+525	-1.488	1.716	-3.204	60	25.00	128.16	Tidak Aman
17	57+050	-0.524	1.912	-2.436	60	25.00	97.44	Tidak Aman
18	57+650	0.121	0.412	-0.291	60	50.00	11.64	Aman
19	57+750	-0.059	0.434	-0.493	60	50.00	19.72	Aman

Sumber: Hasil hitungan

Tabel 5. 25 Rekapitulasi Kontrol Alinemen Vertikal dilihat dari Persyaratan Drainase untuk Lengkung Cekung

No	STA	G1	G2	A	Vr	L	L	Kontrol Llap>Lhit
		%	%	%	Km/Jam	lapangan m	hitungan m	
1	51+925	0.685	-0.760	1.445	60	25.00	57.80	Tidak Aman
2	51+975	0.559	-0.440	0.999	60	20.22	39.96	Tidak Aman
3	53+225	0.968	0.152	0.816	60	50.00	32.64	Aman
4	54+175	0.628	-1.084	1.712	60	25.00	68.48	Tidak Aman
5	54+275	0.044	-1.510	1.554	60	25.00	62.16	Tidak Aman
6	55+675	-0.497	-2.069	1.572	60	25.00	62.88	Tidak Aman
7	55+725	2.020	0.644	1.376	60	25.00	55.04	Tidak Aman
8	56+500	2.205	-1.488	3.693	60	25.00	147.72	Tidak Aman
9	56+925	0.980	-0.516	1.496	60	50.00	59.84	Tidak Aman
10	57+075	1.912	-0.463	2.375	60	25.00	95.00	Tidak Aman
11	57+475	1.136	-0.220	1.356	60	50.00	54.24	Tidak Aman
12	57+525	0.987	-0.264	1.251	60	40.00	50.04	Tidak Aman
13	57+825	1.573	-0.265	1.838	60	40.00	73.52	Tidak Aman
14	57+925	1.356	0.188	1.168	60	50.00	46.72	Aman
15	58+025	0.656	-0.457	1.113	60	40.00	44.52	Tidak Aman

Sumber: Hasil hitungan

Dari perhitungan lengkung cembung dan cekung di atas ada lokasi yang menyatakan tidak aman, maka dari itu lokasi yang tidak aman akan disesuaikan dengan standar persyaratan perencanaan drainase.

5.3 Perencanaan Perkerasan Kaku

Perkerasan kaku atau *rigid pavement structure* 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 beraspal. Langkah perhitungan untuk perencanaan perkerasan kaku antara lain melakukan analisa lalu lintas, perhitungan repetisi

sumbu yang terjadi, penentuan tebal pelat beton dan perencanaan sambungan pelat beton.

5.3.1 Analisa Lalu Lintas

a. Lajur rencana dan koefisien distribusi

Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya yang menampung lalu lintas kendaraan niaga terbesar. Struktur perkerasan pada perencanaan ini sendiri setelah ditingkat lebarnya menjadi 5,5 meter tiap lajurnya yang dimana total lebar perkerasan adalah 11 meter dengan tipe jalan 2 lajur 2 arah tidak terbagi. Berdasarkan dari tabel 2.20 nilai koefisien distribusinya adalah 0,475.

b. Penentuan umur rencana (UR)

Pada umumnya untuk perkerasan kaku memiliki desain umur rencana 20 s/d 40 tahun. Untuk ruas jalan Mojokerto-Mojosari direncanakan akan didesain dengan umur rencana 20 tahun.

c. Faktor pertumbuhan lalu lintas (R)

Faktor pertumbuhan lalu lintas berkaitan dengan laju pertumbuhan lalu lintas dalam pertahun (i) dan desain umur rencana. Besar laju pertumbuhan kendaraan pertahun berdasarkan jenis golongan kendaraan yang telah di dapat pada pengolahan data sebelumnya bisa dilihat kembali pada tabel 4.28. Untuk nilai faktor pertumbuhan dengan desain umur rencana 20 tahun adalah sebagai berikut.

Diketahui: i rata-rata = 4.13% (Tabel 4.28)

UR = 20 tahun

Perhitungan:

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

$$= \frac{(1 + 0.0413)^{20} - 1}{0.0413}$$

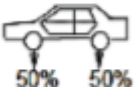
$$= 30.18$$

d. Distribusi beban sumbu kendaraan niaga

Perhitungan distribusi beban sumbu kendaraan niaga dalam satuan ton.

- Mobil Penumpang (Gol. 2)


Tabel 5. 26 Perhitungan Muatan Maksimum Kendaraan Mobil Penumpang

Berat kosong	1.5		
Berat muatan	0.5		
Berat orang			
Berat total kendaraan	2		
Konfigurasi Sumbu		STRT	STRT
Beban Sumbu		1	1

Sumber: Hasil hitungan

- Bus kecil (Gol. 3)

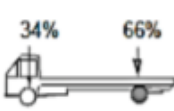
Tabel 5. 27 Perhitungan Muatan Maksimum Kendaraan Oplet Pickup

Berat kosong	1.02		
Berat muatan	0.71		
Berat orang			
Berat total kendaraan	1.73		
Konfigurasi Sumbu		STRT	STRT
Beban Sumbu		0.865	0.865

Sumber: Hasil hitungan

- Pickup (Gol. 4)


Tabel 5. 28 Perhitungan Muatan Maksimum Kendaraan Pickup

Berat kosong	1.05		
Berat muatan	0.72		
Berat orang	0.33		
Berat total kendaraan	2.1		
Konfigurasi Sumbu		STRT	STRT
Beban Sumbu		0.714	1.386

Sumber: Hasil hitungan

- Bus Kecil (Gol. 5A)

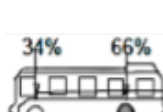
Tabel 5. 29 Perhitungan Muatan Maksimum Kendaraan Bus Kecil

Berat kosong	3.56		
Berat muatan	0.35		
Berat orang	2.16		
Berat total kendaraan	6.07		
Konfigurasi Sumbu		STRT	STRG
Beban Sumbu		2.0638	4.006

Sumber: Hasil hitungan

- Bus Besar (Gol. 5B)

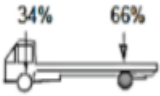
Tabel 5. 30 Perhitungan Muatan Maksimum Kendaraan Bus Besar

Berat kosong	12.15		
Berat muatan	3.6		
Berat orang	0.59		
Berat total kendaraan	16.34		
Konfigurasi Sumbu		STRT	STRG
Beban Sumbu		4.845	9.405

Sumber: Hasil hitungan

- Truk 2 sumbu 3/4 (Gol. 6A)

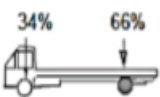
**Tabel 5. 31 Perhitungan Muatan Maksimum Kendaraan
Truk 2 Sumbu 3/4**

Berat kosong	3.79		
Berat muatan	3.34		
Berat orang	0.18		
Berat total kendaraan	7.31		
Konfigurasi Sumbu		STRT	STRG
Beban Sumbu		2.4854	4.825

Sumber: Hasil hitungan

- Truk 2 Sumbu (Gol. 6B)

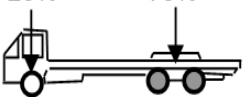
**Tabel 5. 32 Perhitungan Muatan Maksimum Kendaraan
Truk 2 Sumbu**

Berat kosong	6.4		
Berat muatan	7.11		
Berat orang	0.18		
Berat total kendaraan	13.69		
Konfigurasi Sumbu		STRT	STRG
Beban Sumbu		4.6546	9.035

Sumber: Hasil hitungan

- Truk 3 Sumbu (Gol. 7A)

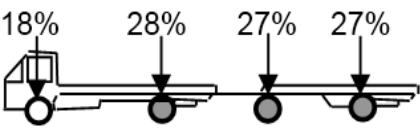
**Tabel 5. 33 Perhitungan Muatan Maksimum Kendaraan
Truk 3 Sumbu**

Berat kosong	12.04		
Berat muatan	11.78		
Berat orang	0.18		
Berat total kendaraan	24		
Konfigurasi Sumbu		STRT	STdRG
Beban Sumbu		6	18

Sumber: Hasil hitungan

- Truk Gandeng (Gol. 7B)

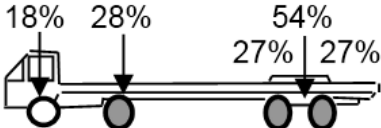
Tabel 5. 34 Perhitungan Muatan Maksimum Kendaraan Truk Gandeng

Kepala truk	Berat kosong	3.75				
	Berat muatan	10.05				
	Berat orang	0.18				
Gandengan	Berat kosong	3.3				
	Berat muatan	10.7				
	Berat orang	0				
Berat total kendaraan		27.98				
Konfigurasi Sumbu			STRT	STRG	STRG	STRG
Beban Sumbu			5.04	7.83	7.55	7.55

Sumber: Hasil hitungan

- Truk Trailer (Gol. 7C)

Tabel 5. 35 Perhitungan Muatan Maksimum Kendaraan Truk Trailer

Berat kosong	10			
Berat muatan	31.82			
Berat orang	0.18			
Berat total kendaraan	42			
Konfigurasi Sumbu		STRT	STRG	STdRG
Beban Sumbu		7.56	11.76	22.68

Sumber: Hasil hitungan

e. Analisa lalu lintas rencana

Penentuan beban lalu lintas untuk perkerasan beton semen, dinyatakan dalam jumlah sumbu kendaraan niaga (*commercial vehicle*), sesuai dengan konfigurasi sumbu pada lajur rencana selama umur rencana.

Jenis Kendaraan	Konfigurasi beban sumbu					Jumlah Kendaraan	Jumlah Sumbu per Kend	Jumlah Sumbu	STRT		STRG		STdRG	
	RD	RB	RT	RGD	RGB				BS	JS	BS	JS	BS	JS
	(Ton)	(Ton)	(Ton)	(Ton)	(Ton)				(Ton)	(bh)	(Ton)	(bh)	(Ton)	(bh)
Bus Kecil	2.064	4.006	-	-	-	56	2	112	2.064	56	4.006	56	-	-
Jenis Kendaraan	Konfigurasi beban sumbu					Jumlah Kendaraan	Jumlah Sumbu per Kend	Jumlah Sumbu	STRT		STRG		STdRG	
	RD	RB	RT	RGD	RGB				BS	JS	BS	JS	BS	JS
	(Ton)	(Ton)	(Ton)	(Ton)	(Ton)				(Ton)	(bh)	(Ton)	(bh)	(Ton)	(bh)
Bus Besar	4.845	9.405	-	-	-	22	2	44	4.845	22	9.405	22	-	-
Truk/ Truk Tangki 2 sumbu 3/4	2.485	4.825	-	-	-	79	2	158	2.485	79	4.825	79	-	-
Truk/ Truk Tangki 2 sumbu	4.655	9.035	-	-	-	96	2	192	4.655	96	9.035	96	-	-
Truk/ Truk Tangki 3 sumbu	6	18	-	-	-	275	2	550	6.000	275	-	-	18.000	275
Truk/ Truk Tangki Gandeng	5.04	7.83	-	7.55	7.55	46	4	184	5.040	46	7.830	46	-	-
											7.550	46		
											7.550	46		
Truk Semi Trailer dan Truk Trailer	7.56	-	11.76	-	22.68	94	3	282	7.560	94	11.760	94	22.680	94
Total								1522		668		485		369

Sumber: Hasil Hitungan

Dari hasil perhitungan jumlah sumbu berdasarkan jenis dan bebannya pada tabel 5.24, maka jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) selama umur rencana (20 tahun) adalah sebagai berikut.

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

- JSKN STRT

$$\begin{aligned} JSKN &= 365 \times JSKNH \times R \times X \times C \\ &= 365 \times 668 \times R \times X \times C \\ &= 3495281.61 \end{aligned}$$

- JSKN STRG

$$\begin{aligned} JSKN &= 365 \times JSKNH \times R \times X \times C \\ &= 365 \times 485 \times R \times X \times C \\ &= 2537741.89 \end{aligned}$$

- JSKN STdRG

$$\begin{aligned} JSKN &= 365 \times JSKNH \times R \times X \times C \\ &= 365 \times 369 \times R \times X \times C \end{aligned}$$

$$= 1930776.82$$

5.3.2 Perhitungan Repetisi Sumbu yang Terjadi

Tabel 5. 37 Perhitungan Jumlah Repetisi Sumbu yang Terjadi

Jenis Sb	Beban Sb	Jumlah SB	Prprsi Bb	Prprsi Sb	LL Rencana	Repetisi
1	2	3	4	5	6	7 = 4x5x6
STRT	7.56	94	0.164	0.66	3495281.61	377782.70
	6	275	0.479	0.66	3495281.61	1105215.35
	5.04	46	0.080	0.66	3495281.61	184872.39
	4.845	22	0.038	0.66	3495281.61	88417.23
	4.655	96	0.167	0.66	3495281.61	385820.63
	2.485	79	0.138	0.66	3495281.61	317498.23
	2.064	56	0.098	0.66	3495281.61	225062.04
Total		574	1.000			2684668.56
STRG	11.76	94	0.194	0.26	2537741.89	127881.26
	9.405	22	0.045	0.26	2537741.89	29929.66
	9.035	96	0.198	0.26	2537741.89	130602.14
	7.83	46	0.095	0.26	2537741.89	62580.19

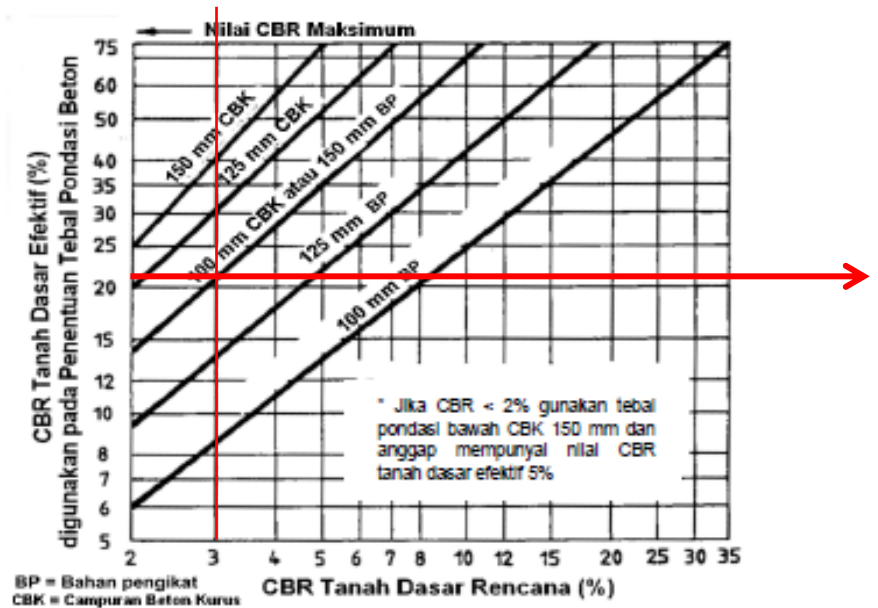
Jenis Sb	Beban Sb	Jumlah SB	Prprsi Bb	Prprsi Sb	LL Rencana	Repetisi
1	2	3	4	5	6	7 = 4x5x6
	7.55	46	0.095	0.26	2537741.89	62580.19
	7.55	46	0.095	0.26	2537741.89	62580.19
	4.825	79	0.163	0.26	2537741.89	107474.68
	4.006	56	0.115	0.26	2537741.89	76184.58
Jenis Sb	Beban Sb	Jumlah SB	Prprsi Bb	Prprsi Sb	LL Rencana	Repetisi
1	2	3	4	5	6	7 = 4x5x6
Total		485	1.000			659812.89
STdRG	22.68	94	0.255	0.08	1930776.82	39348.08
	18	275	0.745	0.08	1930776.82	115114.07
Total		369	1.000			154462.15
Komulatif						3498943.60

Sumber: Hasil Hitungan

5.3.3 Perencanaan Tebal Pelat Beton

a. Analisa Data CBR

Hasil pengujian nilai CBR akan digunakan untuk mengetahui daya dukung tanah dasar yang menentukan dari tebalnya pondasi bawah minimum dan CBR efektif. Berdasarkan data CBR pada tabel 4.4 nilai cbr rata-rata adalah 2,33%, maka besar CBR tanah dasar efektif dengan menggunakan tebal pondasi bawah CBK 150 mm adalah sebagai berikut.

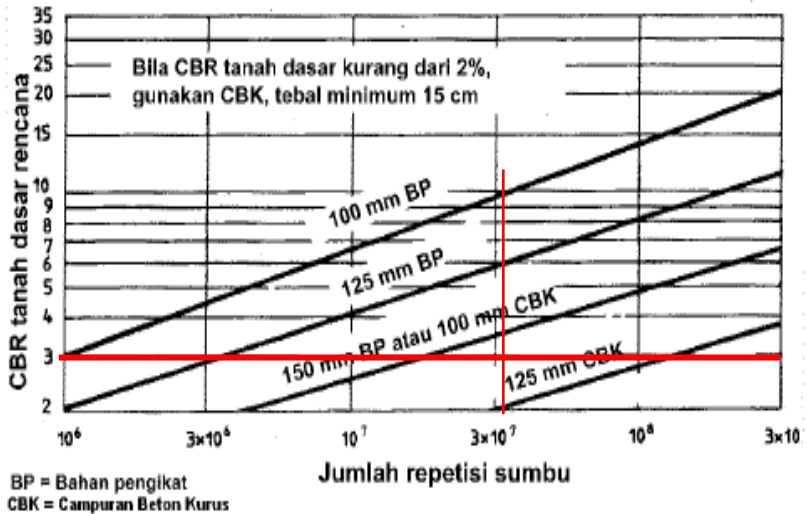


Gambar 5. 2 CBR tanah dasar efektif dan tebal pondasi bawah

Sumber: Hasil Hitungan

Setelah ditarik garis ke atas dan memotong garis grafik tebal pondasi CBK 150 mm didapatkan CBR tanah dasar efektif

sebesar 21%. Selanjutnya untuk mengetahui jumlah repetisi sumbu bisa dilihat pada gambar 5.3



Gambar 5.3 Tebal pondasi bawah minimum untuk perkerasan beton semen

Sumber: Hasil Hitungan

Dari gambar 5.3 di atas dengan mengacu pada CBR tanah dasar didapatkan nilai jumlah repetisi sumbu

b. Faktor Keamanan Beban Lalu Lintas

Faktor keamanan beban digunakan berkaitan adanya berbagai tingkat rehabilitas perencanaan. Pada penentuan beban rencana, beban sumbu dikalikan dengan faktor keamanan beban (F_{KB}). Ruas jalan Mojokerto-Mojosari STA 51+250 s/d STA 58+250 memiliki karakteristik penggunaan sebagai jalan arteri dengan volume kendaraan niaga menengah dimana pada tabel 2.22 memiliki nilai F_{KB} 1,1.

c. Kekuatan Pelat Beton (f_{cf})

Direncanakan kekuatan pelat beton menggunakan K-350 dengan kuat tekan beton karakteristik 28 hari (f_c') 350 kg/cm². Agregat yang dipilih adalah agregat pecah dan untuk kuat Tarik beton (f_{cf}) dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut.

$$\begin{aligned} f_{cf} &= K \times (f_c')^{0,5} \\ &= 0.75 \times (750)^{0,5} \\ &= 4.39 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

d. Perhitungan taksiran tebal perkerasan tebal plat beton

Diketahui:

Sumber data lalu lintas	: Kantor BPJN VIII
Jenis perkerasan	: BBTT dengan Ruji
Jenis bahu	: Bukan Beton
Umur rencana	: 20 Tahun
JSK	: 3498943.60
Faktor keamanan beban	: 1.1
Kuat tarik lentur (f_{cf})	: 4.39 Mpa
CBR efektif	: 21%
Tebal taksiran pelat beton	: 220 mm

Perhitungan tebal pelat yang akan digunakan dengan cara memilih tebal pelat tertentu dan menganalisanya dari factor fatigue dan erosi. Adapun langkah-langkah yang dilakukan untuk mendapatkan tebal pelat beton pada setiap masing-masing jenis kendaraan, dijelaskan sebagai berikut :

1. Kolom jenis sumbu = Pembagian jenis – jenis sumbu pada setiap as jrnis kendaraan STRT, STRG, dan STdRG.
2. Kolom beban sumbu = Beban sumbu yang diambil merupakan bebansumbu dari masing-masing jenis kendaraan.
3. Kolom beban rencana = Beban sumbu dikalikan dengan factor keamanan ($F_k = 1,1$)

4. Kolom repetisi beban = Repetisi beban yang diambil merupakan jumlah repetisi yang terjadi pada masing-masing kombinasi konfigurasi sumbu kendaraan.
5. Kolom faktor tegangan dan erosi (TE) dan Faktor Erosi (FE) dapat dilihat di buku Perencanaan Perkerasan Beton Semen Pd-T-14-2003 hal.25 dan FRT didapat dari :

$$FRT = \frac{TE}{\text{Kuat tarik Intur beton}}$$

6. Kolom repetisi beban ijin pada analisa fatik dapat dilihat dari nomogram pada gambar nomogram yang ada di buku Perencanaan Perkerasan Beton Semen Pd-T-14-2003 hal.26 pada masing-masing konfigurasi sumbu kendaraan dapat diketahui repetisi beban ijin. Jika didapat repetisi beban ijin melampaui batas pada gambar nomogram, maka analisis tersebut mempunyai nilai yang tidak terbatas (TT).
7. Kolom persen rusak dari analisa fatik = persen rusak pada analisa fatik menunjukkan factor adanya kerusakan apabila merencanakan dengan tebal beton tersebut. Pada analisa fatik di sisni, jumlah dari persen rusak pada seluruh sumbu kendaraan tidak boleh melampaui dari nilai 100 %.

Dengan cara :

$$\text{Persen rusak} = \frac{\text{Kolom repetisi yang terjadi}}{\text{Repetisi ijin pada analisa fatik}} \times 100$$

8. Kolom repetisi beban ijin pada analisa erosi dapat dilihat dari nomogram (Buku Perencanaan Perkerasan Beton Semen Pd-T-14-2003 hal.28) pada masing-masing konfigurasi sumbu kendaraan dapat diketahui repetisi beban ijin melampaui batas pada gambar nomogram, maka analisis tersebut mempunyai nilai yang tidak terbatas (TT).
9. Kolom persen rusak dari analisa erosi = persen rusak pada analisa erosi menunjukkan factor adanya kerusakan apabila merencanakan dengan tebal beton tersebut. Pada analisa erosi di sisni, jumlah dari persen rusak pada seluruh sumbu kendaraan tidak boleh melampaui dari nilai 100 %.

Dengan cara:

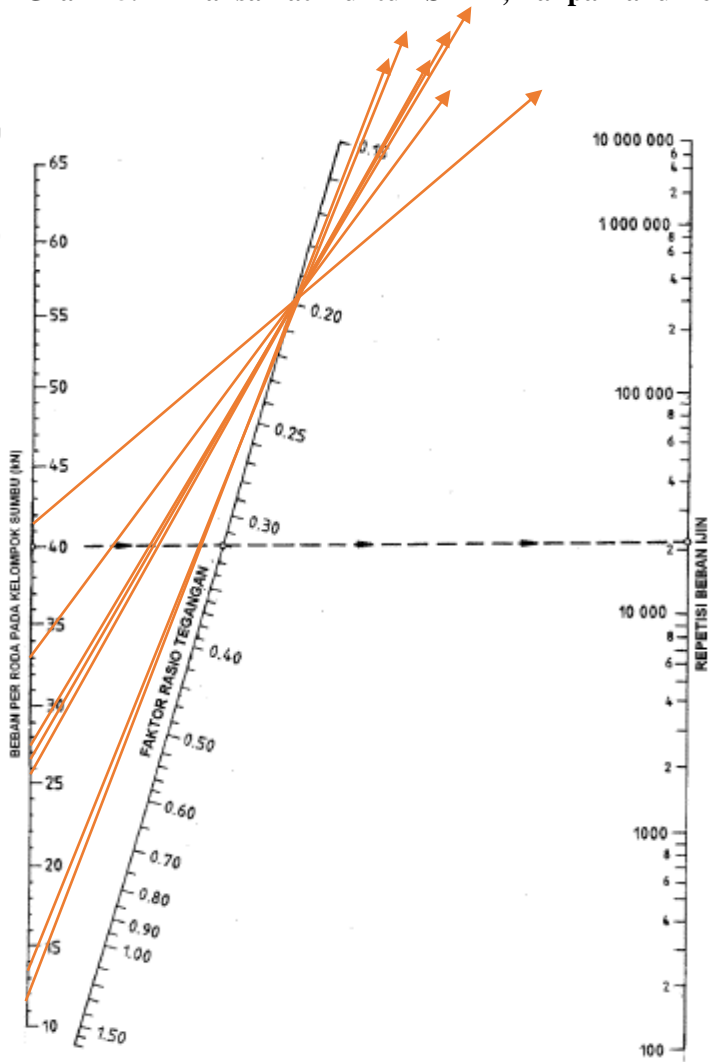
$$\text{Persen rusak} = \frac{\text{Kolom repetisi yang terjadi}}{\text{Repetisi ijin pada analisa erosi}} \times 100\%$$

Tabel 5. 38 Perhitungan 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	
					Repetisi Ijin	Persen rusak	Repetisi Ijin	Persen Rusak
1	2	3	4	5	6	7=4*100/6	8	9=4*100/8
STRT	75.6	41.58	377782.70	TE =	TT	0.00	TT	0.00
	60	33.00	1105215.35	0.866	TT	0.00	TT	0.00
	50.4	27.72	184872.39	FRT =	TT	0.00	TT	0.00
	48.45	26.65	88417.23	0.197	TT	0.00	TT	0.00
	46.55	25.60	385820.63	FE =	TT	0.00	TT	0.00
	24.85	13.67	317498.23	2.08	TT	0.00	TT	0.00
	20.64	11.35	225062.04		TT	0.00	TT	0.00
STRG	117.6	32.34	127881.26	TE =	50000	25.58	3000000	4.26
	94.05	25.86	29929.66	1.414	TT	0.00	14000000	0.21
	90.35	24.85	130602.14	FRT =	TT	0.00	19000000	0.69
	78.3	21.53	62580.19	0.322	TT	0.00	65000000	0.10
	75.5	20.76	62580.19	FE =	TT	0.00	TT	0.00
	75.5	20.76	62580.19	2.69	TT	0.00	TT	0.00
	48.25	13.27	107474.68		TT	0.00	TT	0.00
40.06	11.02	76184.58		TT	0.00	TT	0.00	
STdRG	226.8	31.19	39348.08	TE =	TT	0.00	1500000	2.62
				1.212				
				FRT =				
	180	24.75	115114.07	FE =	TT	0.00	5800000	1.98
				2.808				
Total						25.58% < 100%		9.87% < 100%

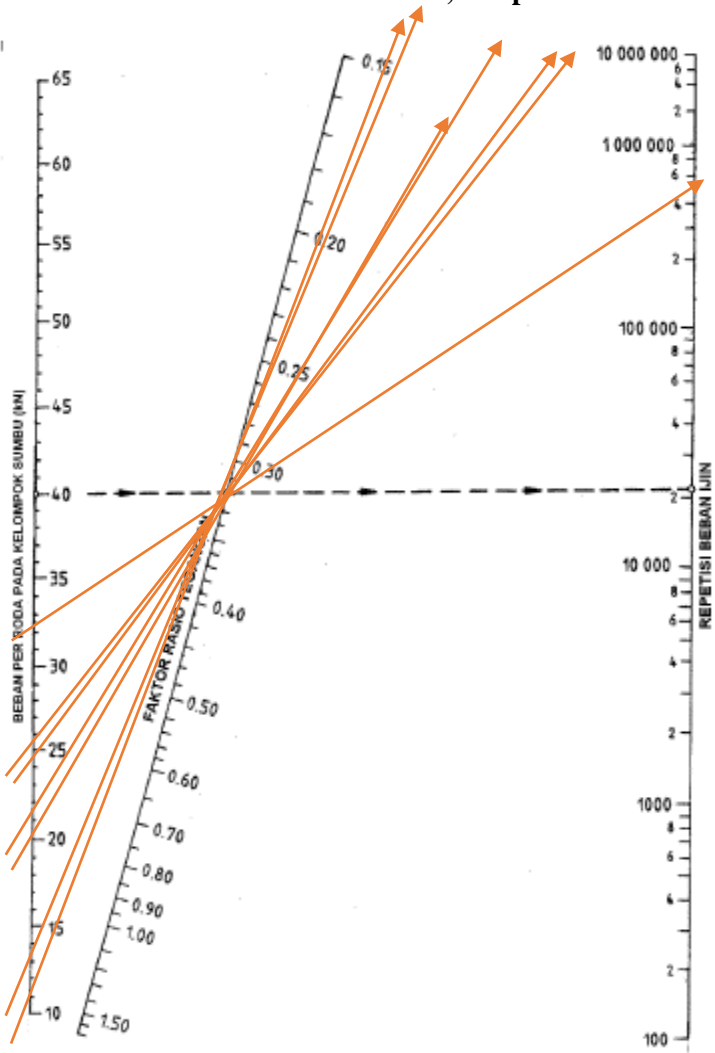
Sumber: Hasil Hitungan

Grafik 5.1 Analisa Fatik untuk STRT, Tanpa Bahu Beton



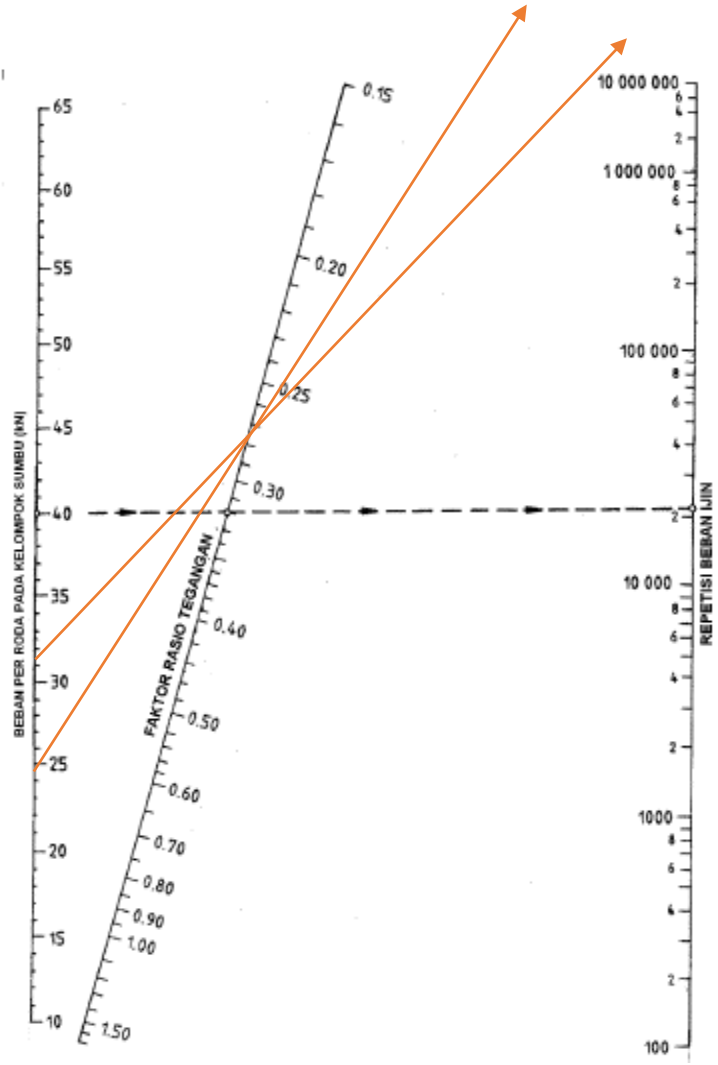
Sumber: Hasil Hitungan

Grafik 5.2 Analisa Fatik untuk STRG, Tanpa Bahu Beton



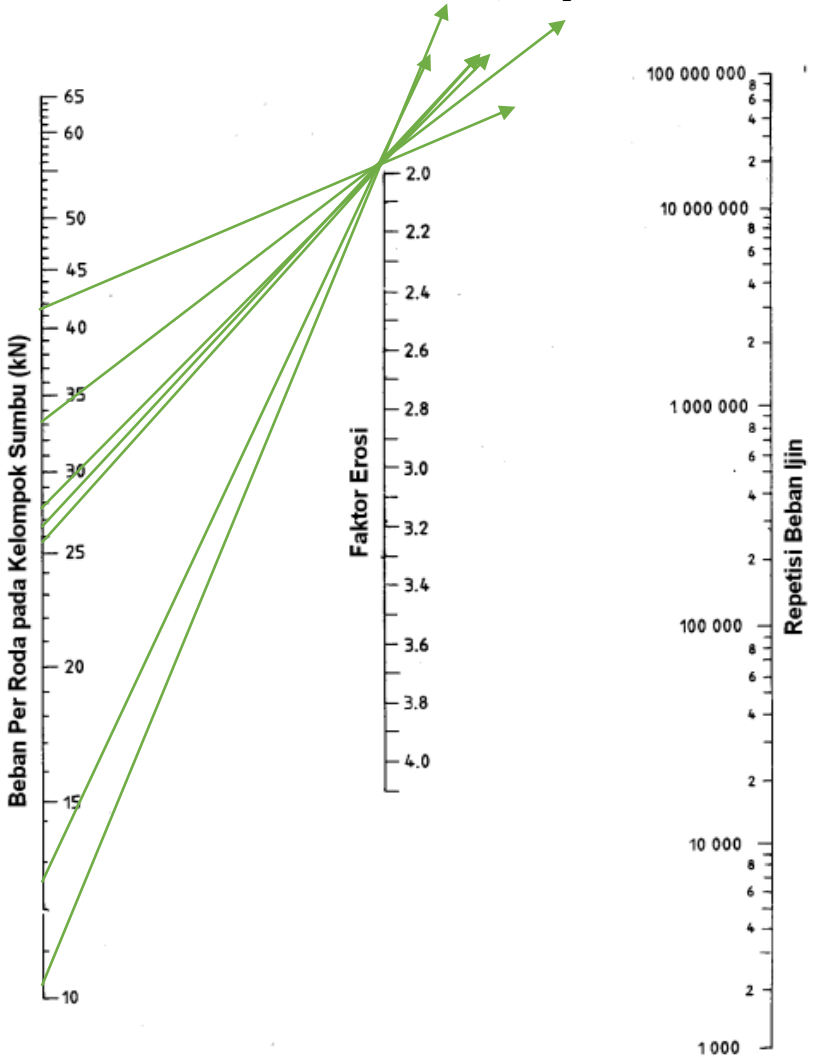
Sumber: Hasil Hitungan

Grafik 5.3 Analisa Fatik untuk STdRG, Tanpa Bahu Beton



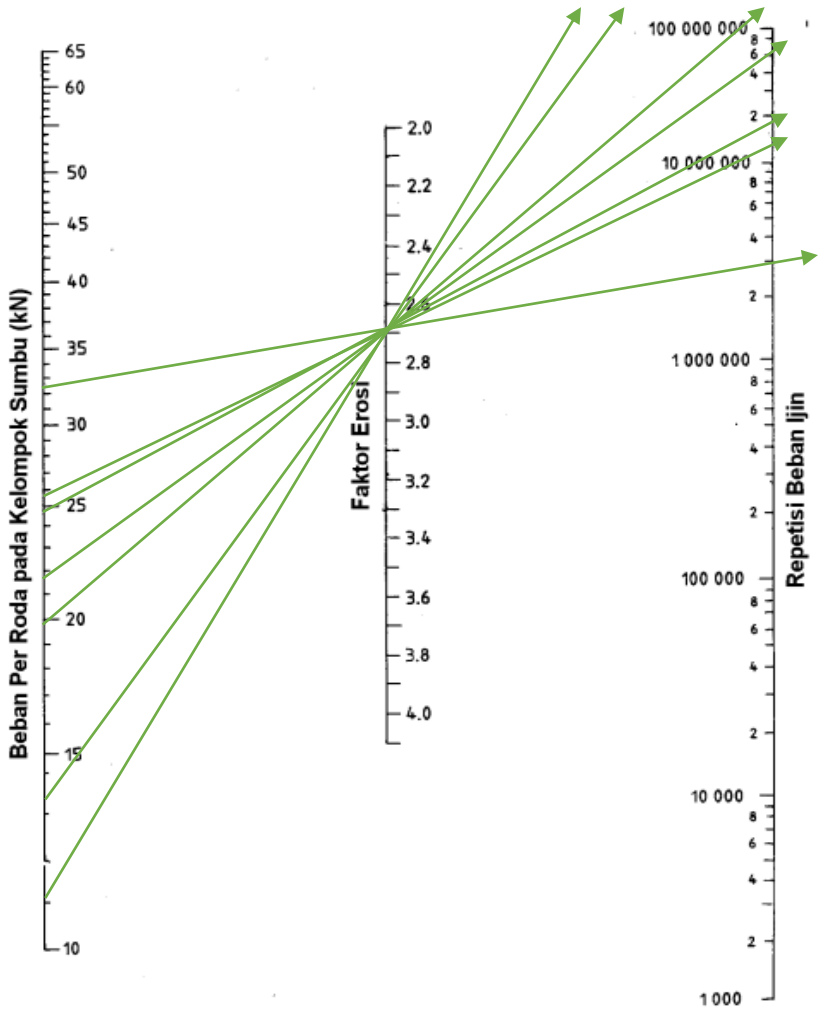
Sumber: Hasil Hitungan

Grafik 5. 4 Analisa Erosi untuk STRT, Tanpa Bahu Beton



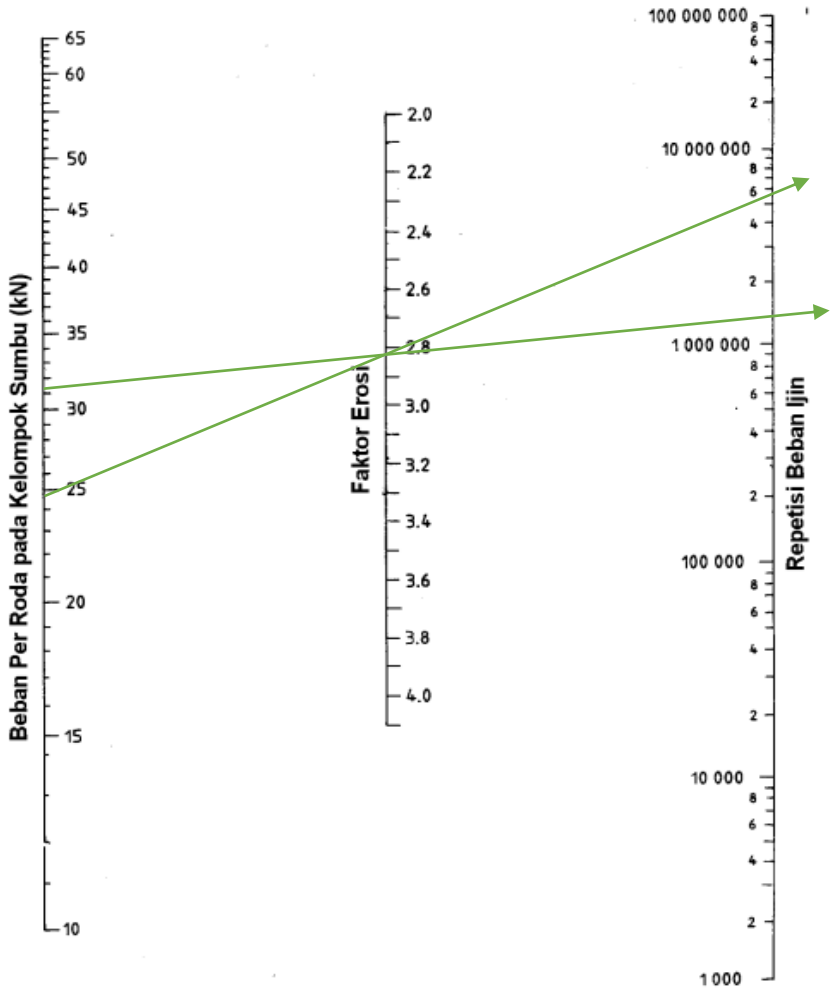
Sumber: Hasil Hitungan

Grafik 5. 5 Analisa Fatik untuk STRG, Tanpa Bahu Beton



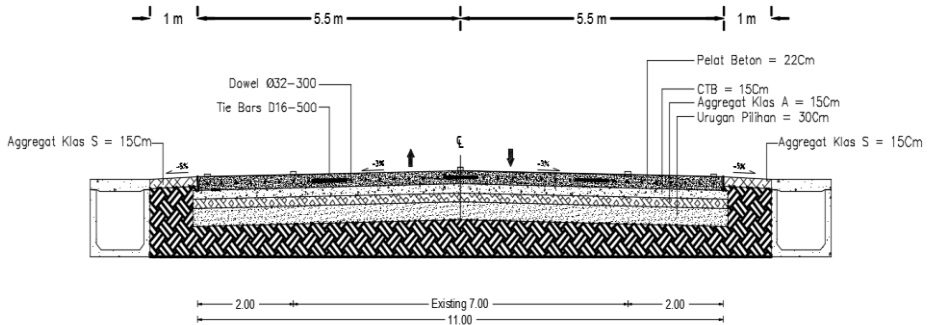
Sumber: Hasil Hitungan

Grafik 5. 6 Analisa Fatik untuk STdRG, Tanpa Bahu Beton



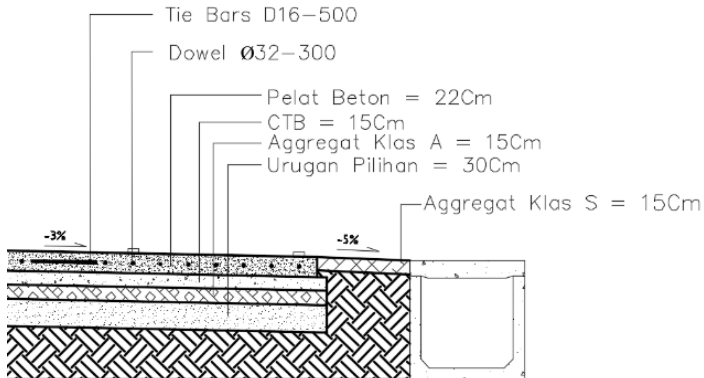
Sumber: Hasil Hitungan

Dari hasil analisa fatik dan erosi telah di dapatkan tebal perkerasan sebesar 22 cm yang bisa dilihat pada gambar 5.4 dan 5.5



Gambar 5. 4 Desain Struktur Perkerasan Kaku untuk Potongan Melintang

Sumber: Hasil Hitungan



Gambar 5. 5 Detail Desain Struktur Perkerasan Kaku

Sumber: Hasil Hitungan

5.3.4 Perencanaan Sambungan Perkerasan

Struktur perkerasan jalan direncanakan menggunakan struktur perkerasan jalan Beton Bersambung Tanpa Tulangan (BBTT). Untuk itu penulangannya hanya ada pada bagian sambungan susut memanjang dengan batang pengikat (*tie bars*) dan sambungan susut melintang (*dowel*). Tebal pelat yang didapatkan selanjutnya akan menentukan diameter tulangan pada sambungan perkerasan.

a. Sambungan susut memanjang dengan batang pengikat (*tie bars*)

Menurut buku pedoman Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga 2003 tentang “Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen” tujuan dari pemasangan sambungan memanjang adalah untuk mengendalikan terjadinya retak memanjang. Sambungan memanjang harus dilengkapi dengan batang ulir dengan mutu minimum BJTU-24 dan berdiameter 16 mm. Ukuran batang pengikat untuk sambungan memanjang bisa dilihat dalam perhitungan bawah ini.

Direncanakan:

- Tebal pelat (h) = 0,22 m
- Jarak sambungan dengan tepi perkerasan (b) = 2,75 m
- Diameter *tie bars* (D) = 16 mm
- Perhitungan luas penampang tulangan per meter panjang sambungan (A_t):

$$\begin{aligned} A_t &= 204 \times b \times h \\ &= 204 \times 2,75 \times 0,22 \\ &= 123,42 \text{ mm}^2 / \text{m}' \end{aligned}$$

- Luas penampang *tie bars* (A_1):

$$A_1 = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$$

$$= \frac{1}{4} \times 3.14 \times 16^2$$

$$= 200,96 \text{ mm}^2/\text{m}'$$

- Kontrol luas penampang *tie bars*:

$$A_1 > A_t$$

$$200,96 \text{ mm}^2/\text{m}' > 123,42 \text{ mm}^2/\text{m}' \text{ (Memenuhi)}$$

- Banyak tulangan *tie bars* yang diperlukan per meter (n):

$$n = \frac{A_1}{A_t}$$

$$= \frac{200,96}{123,42}$$

$$= 1,63 \approx 2 \text{ buah}$$

- Jarak antar tulangan *tie bars* (x):

$$x = \frac{1000}{n}$$

$$= \frac{1000}{2}$$

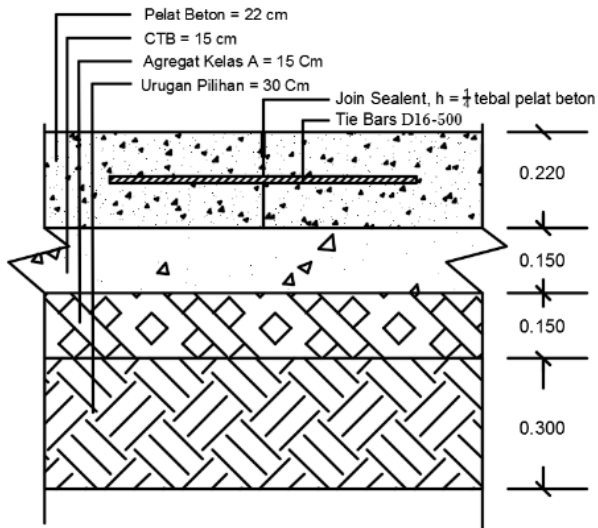
$$= 500 \text{ mm}$$

- Perhitungan panjang batang pengikat

$$L = (38,3 \times D) + 75$$

$$= (38,3 \times 16) + 75$$

$$= 687,8 \text{ mm} \approx 700 \text{ mm}$$



Gambar 5. 6 Detail Sambungan Susut Memanjang (*tie bars*)

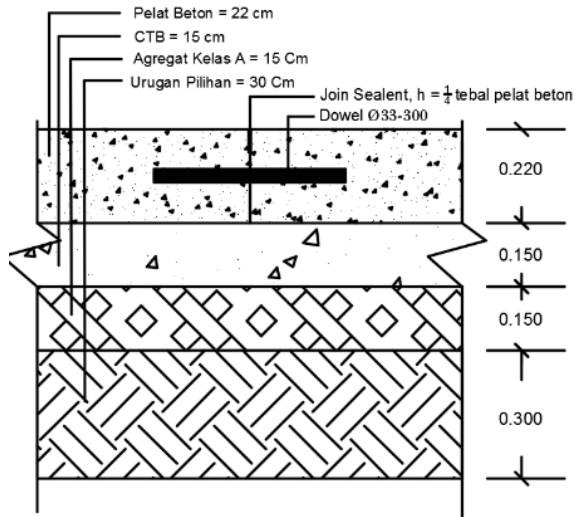
Sumber: Hasil Hitungan

b. Sambungan susut melintang (*dowel*)

Kedalaman sambungan kurang lebih mencapai seperempat dari tebal pelat untuk perkerasan dengan lapis pondasi berbutir atau sepertiga dari tebal pelat untuk lapis pondasi pondasi stabilisasi semen sebagaimana terlihat pada gambar 2.28 dan 2.29. Jarak sambungan susut melintang perkerasan beton bersambung tanpa tulangan adalah 5 m.

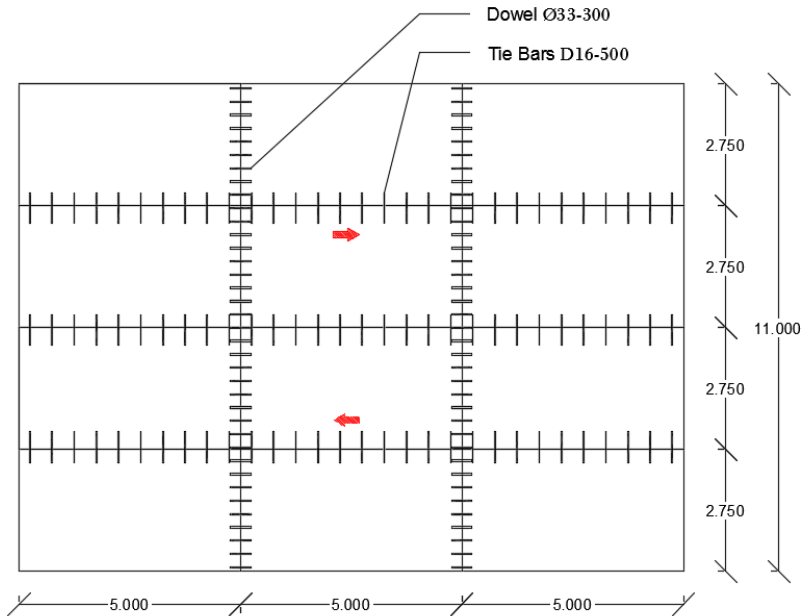
Sambungan ini harus dilengkapi dengan ruji polos panjang 45 cm, jarak antar ruji 30 cm, lurus dan bebas dari tonjolan tajam yang akan mempengaruhi gerakan bebas pada saat pelat menyusut. Setengah panjang ruji polos harus dicat atau dilumuri dengan bahan anti lengket untuk menjamin tidak ada ikatan dengan beton. Diameter ruji tergantung pada tebal pelat beton sebagaimana terlihat pada tabel 2.25, maka di pasang dowel sebagai berikut :

- Diameter dowel = 33 mm
- Panjang dowel = 450 mm
- Jarak dowel = 300 mm



Gambar 5. 7 Detail Sambungan Susut Melintang (*dowel*)

Sumber: Hasil Hitungan



Gambar 5. 8 Denah Sambungan

Sumber: Hasil Hitungan

5.4 Perencanaan Drainase Permukaan Jalan

Ketika jalan tergenang oleh air, maka harus segera dibuang agar tidak mengganggu kendaraan yang akan lewat dan untuk keawetan jalan itu sendiri. Untuk itu drainase permukaan jalan direncanakan untuk mengantisipasi hal tersebut. Perencanaan drainase permukaan jalan mengacu pada SNI 03-3424-1994 Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan.

Perencanaan Drainase jalan dimulai dengan melakukan analisa data curah hujan dan kondisi ekisting jalan, perhitungan debit dan yang terakhir menentukan dimensi permukaan jalan yang sesuai. Hasil analisa data curah hujan dapat dilihat kembali pada bab 4.3.2 pengolahan data curah hujan.

5.4.1 Kondisi Ekisting Jalan

Jalan direncanakan menggunakan perkerasan kaku tanpa median jalan, dengan bahu jalan dari bahan sirtu. Pada luar badan jalan merupakan pemukiman warga dan sebagian daerah persawahan. Untuk tipikal kontur daerahnya tergolong wilayah datar pada Ruas Mojokerto - Mojosari. Untuk drainase permukaan jalan di desain dengan menggunakan U-Ditch yang bahannya berasal dari beton bertulang dengan bentuk penampang huruf U.

5.4.2 Menentukan Intensitas Hujan (I)

Besarnya curah hujan maksimum yang akan diperhitungkan dalam desain drainase disebut intensitas curah hujan. Berikut adalah contoh perhitungan intensitas hujan pada STA 51+250 s.d 51+880 Ruas Mojokerto – Mojosari.

a. Data teknis perencanaan drainase

- $L = 630 \text{ m}$
- $V = 3 \text{ m/detik}$ (berdasarkan bahan saluran dari beton)
- Badan jalan: $Lo = 5,5 \text{ m}$
 $Nd \text{ (Perkerasan kaku)} = 0.013$
 $s = 3\%$
- Bahu jalan: $Lo = 1 \text{ m}$
 $Nd \text{ (sirtu)} = 0,200$
 $s = 5\%$
- Luar bahu jalan (Pemukiman): $Lo = 30 \text{ m}$
 $Nd \text{ (sirtu)} = 0,100$
 $s = 3\%$
- Luar bahu jalan (Persawahan): $Lo = 50 \text{ m}$
 $Nd \text{ (sirtu)} = 0,400$
 $s = 3\%$

b. Perhitungan waktu inlet (t_1)

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

Keterangan: t_1 = Waktu inlet(menit)
 Lo = Jarak dari titik terjauh ke fasilitas drainase(m)
 Nd = Koefesien hambatan
 s = Kemiringan daerah pengaliran

- t_1 badan jalan = $\left(\frac{2}{3} * 3,28 * 5,5 * \frac{0,013}{\sqrt{0,03}} \right)^{0,167}$
= 0,983menit
- t_1 bahu jalan = $\left(\frac{2}{3} * 3,28 * 1 * \frac{0,200}{\sqrt{0,05}} \right)^{0,167}$
= 1,119 menit
- t_1 luar bahu jalan = $\left(\frac{2}{3} * 3,28 * 30 * \frac{0,100}{\sqrt{0,03}} \right)^{0,167}$
(Pemukiman) = 1,835 menit
- $t_1 = 0,983 + 1,119 + 1,835$
= 3,94 menit

c. Perhitungan waktu aliran (t_2)

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

Keterangan: L = Panjang Saluran(m)
 V = Kecepatan air rata-rata diselokan (m/dt)

- $t_2 = \frac{630 \text{ m}}{60 \times 3 \text{ m/detik}}$
= 3.5 menit

d. Waktu konsentrasi (T_c)

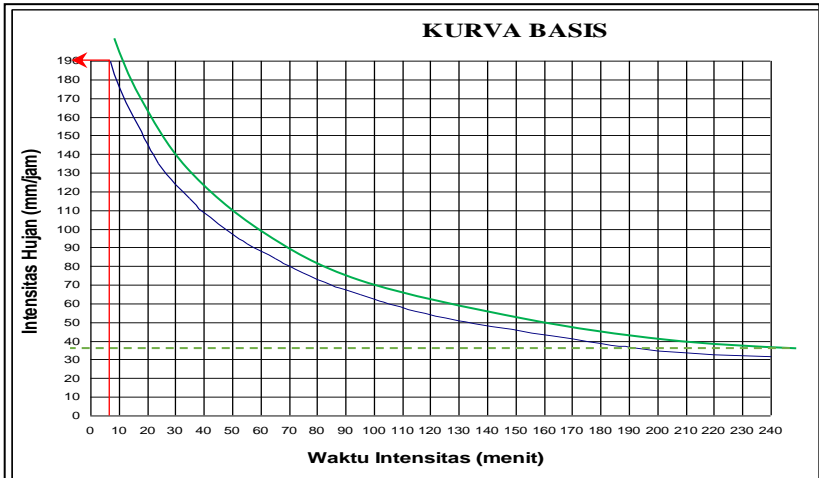
$$T_c = t_1 + t_2$$





- $T_c = 3,94 + 3,50$
 $= 7,436$ menit

e. Menentukan intensitas hujan (I) dengan kurva basis

Intensitas hujan maksimum ditentukan dengan cara memplotkan nilai $T_c = 10,94$ menit, kemudian menarik garis ke atas sampai memotong intensitas hujan kurva rencana dan di dapatkan intensitas hujan maksimum pada STA 51+250 s.d 51+880 $I_{maks} = 190$ mm/jam. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik 5.7 di bawah ini.

Grafik 5. 7 Intensitas Hujan Maksimum STA 51+250-51+880



- Keterangan:**
-  Garis lengkung kurva basis
 -  Garis lengkung intensitas hujan rencana
 -  Intensitas hujan rencana
 -  Intensitas hujan maksimum STA 51+250 - 51+880

Sumber: Hasil Hitungan

f. Rekapitulasi perhitungan intensitas hujan (I)

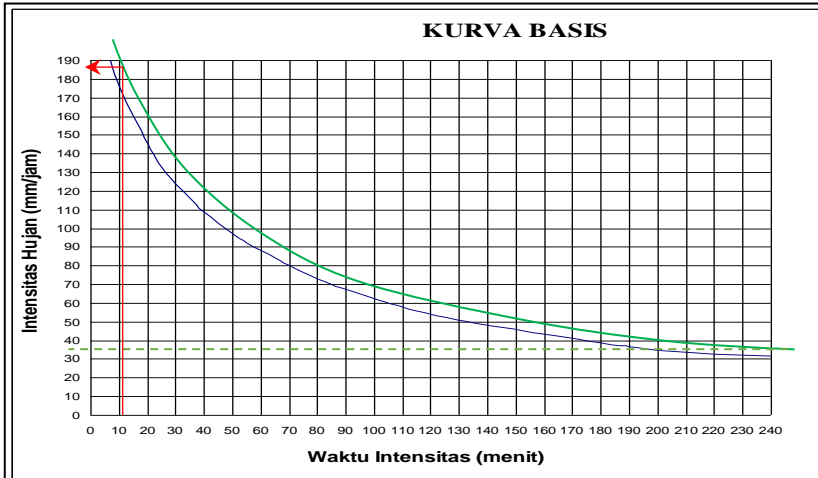
Untuk hasil perhitungan Intensitas hujan maksimum di STA lain bisa dilihat pada grafik 5.7 sampai dengan 5.15 dan tabel 5.28 sampai dengan 5.29.

Tabel 5. 39 Rekapitulasi Waktu Konsentrasi (Tc)





No.	STA	L	V	Zona	Kondisi Lapis Permukaan	Lo	Nd	s	t1	t2	Tc	
		m	m/s			m	-	%	menit	menit	menit	
1	51+250 s.d 51+880	630	1.5	Badan Jalan	Perkerasan Kaku	5.50	0.013	3	0.983	3.936	3.50	7.436
				Bahu Jalan	Sirtu	1	0.200	5	1.119			
				Luar Bahu Jalan	Pemukiman	300	0.100	3	1.835			
2	51+880 s.d 53+165	1285	1.5	Badan Jalan	Perkerasan Kaku	5.50	0.013	3	0.983	3.936	7.14	11.075
				Bahu Jalan	Sirtu	1	0.200	5	1.119			
				Luar Bahu Jalan	Pemukiman	300	0.100	3	1.835			
3	53+165 s.d 54+225	1060	1.5	Badan Jalan	Perkerasan Kaku	5.50	0.013	3	0.983	3.936	5.89	9.825
				Bahu Jalan	Sirtu	1	0.200	5	1.119			
				Luar Bahu Jalan	Pemukiman	300	0.100	3	1.835			
4	54+225 s.d 55+300	1075	1.5	Badan Jalan	Perkerasan Kaku	5.50	0.013	3	0.983	3.936	5.97	9.909
				Bahu Jalan	Sirtu	1	0.200	5	1.119			
				Luar Bahu Jalan	Pemukiman	300	0.100	3	1.835			
5	55+300 s.d 55+900	600	1.5	Badan Jalan	Perkerasan Kaku	5.50	0.013	3	0.983	3.936	3.33	7.270
				Bahu Jalan	Sirtu	1	0.200	5	1.119			
				Luar Bahu Jalan	Pemukiman	300	0.100	3	1.835			
6	55+900 s.d 56+500	600	1.5	Badan Jalan	Perkerasan Kaku	5.50	0.013	3	0.983	3.936	3.33	7.270
				Bahu Jalan	Sirtu	1	0.200	5	1.119			
				Luar Bahu Jalan	Pemukiman	300	0.100	3	1.835			
7	56+500 s.d 57+065	565	1.5	Badan Jalan	Perkerasan Kaku	5.50	0.013	3	0.983	3.936	3.14	7.075
				Bahu Jalan	Sirtu	1	0.200	5	1.119			
				Luar Bahu Jalan	Pemukiman	300	0.100	3	1.835			
8	57+065 s.d 58+075	1010	1.5	Badan Jalan	Perkerasan Kaku	5.50	0.013	3	0.983	3.936	5.61	9.547
				Bahu Jalan	Sirtu	1	0.200	5	1.119			
				Luar Bahu Jalan	Pemukiman	300	0.100	3	1.835			
9	58+075 s.d 58+250	175	1.5	Badan Jalan	Perkerasan Kaku	5.50	0.013	3	0.983	3.936	0.97	4.909
				Bahu Jalan	Sirtu	1	0.200	5	1.119			
				Luar Bahu Jalan	Pemukiman	300	0.100	3	1.835			

Sumber: Hasil Perhitungan

Grafik 5. 8 Intensitas Hujan Maksimum STA 51+880 - 53+165

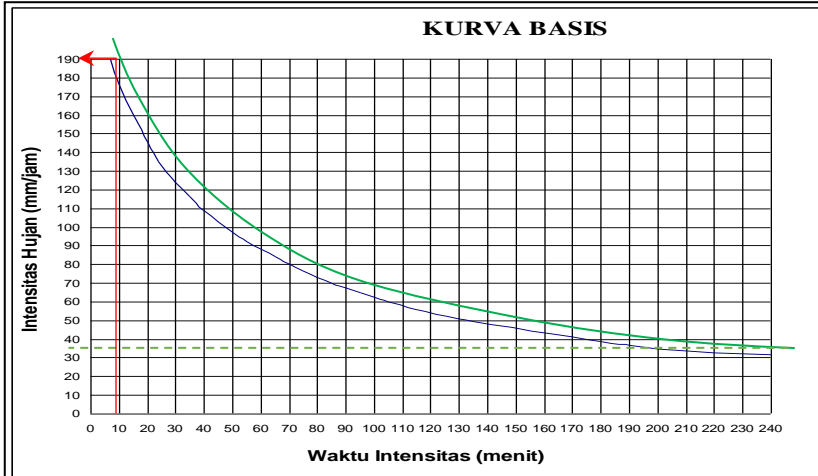


Keterangan:





-  Garis lengkung kurva basis
-  Garis lengkung intensitas hujan rencana
-  Intensitas hujan rencana
-  Intensitas hujan maksimum STA 51+880 – 53+165

Sumber: Hasil Perhitungan

Grafik 5. 9 Intensitas Hujan Maksimum STA 53+165 – 54+225

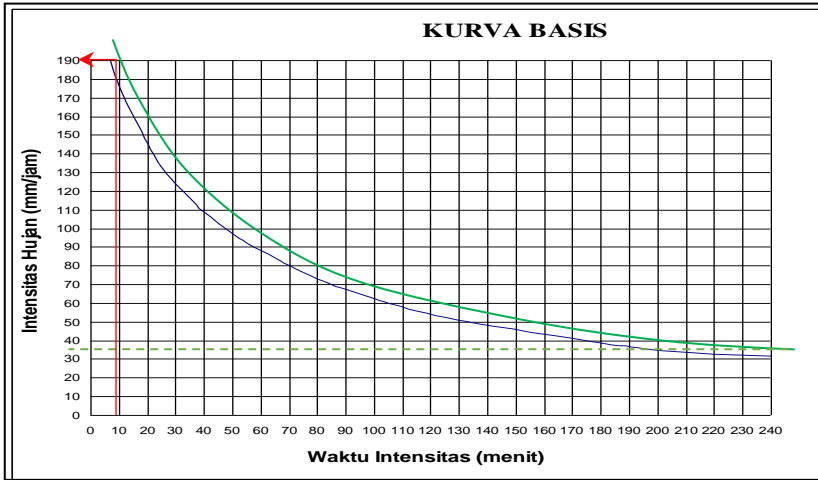


Keterangan:

-  Garis lengkung kurva basis
-  Garis lengkung intensitas hujan rencana
-  Intensitas hujan rencana
-  Intensitas hujan maksimum STA 53+165 – 54+225

Sumber: Hasil Perhitungan

Grafik 5. 10 Intensitas Hujan Maksimum STA 54+225 – 55+300

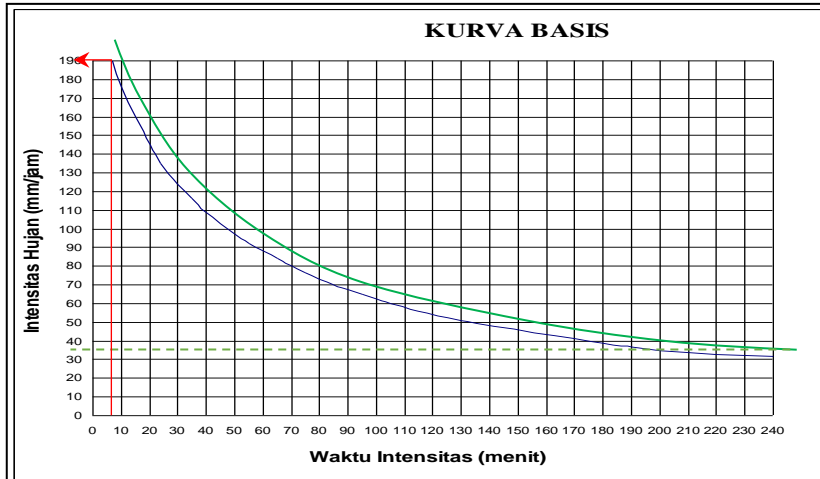


Keterangan:

- Garis lengkung kurva basis
- Garis lengkung intensitas hujan rencana
- Intensitas hujan rencana
- ↖ Intensitas hujan maksimum STA 54+225 – 55+300

Sumber: Hasil Perhitungan

Grafik 5. 11 Intensitas Hujan Maksimum STA 55+300 - 55+900

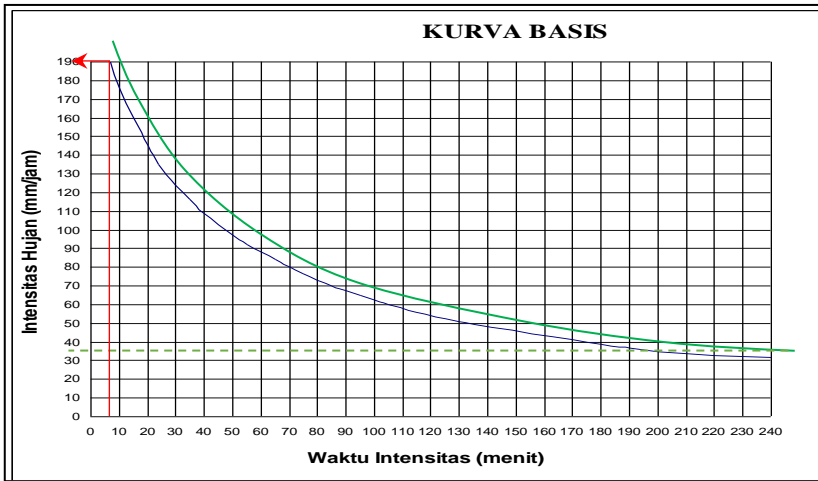


Keterangan:

- Garis lengkung kurva basis
- Garis lengkung intensitas hujan rencana
- - - Intensitas hujan rencana
- ← Intensitas hujan maksimum STA 55+300 - 55+900

Sumber: Hasil Perhitungan

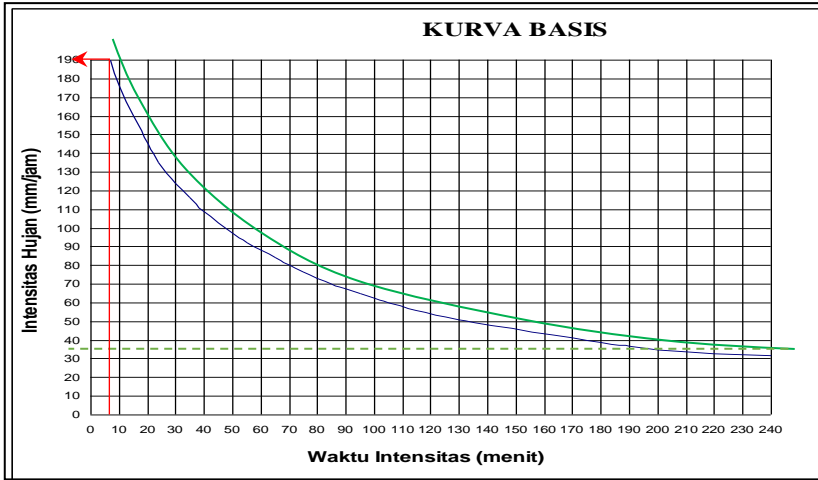
Grafik 5. 12 Intensitas Hujan Maksimum STA 55+900 - 56+500







- Keterangan:
- Garis lengkung kurva basis
 - Garis lengkung intensitas hujan rencana
 - Intensitas hujan rencana
 - Intensitas hujan maksimum STA 55+900 - 56+500

Sumber: Hasil Perhitungan

Grafik 5. 13 Intensitas Hujan Maksimum STA 56+500 - 57+065

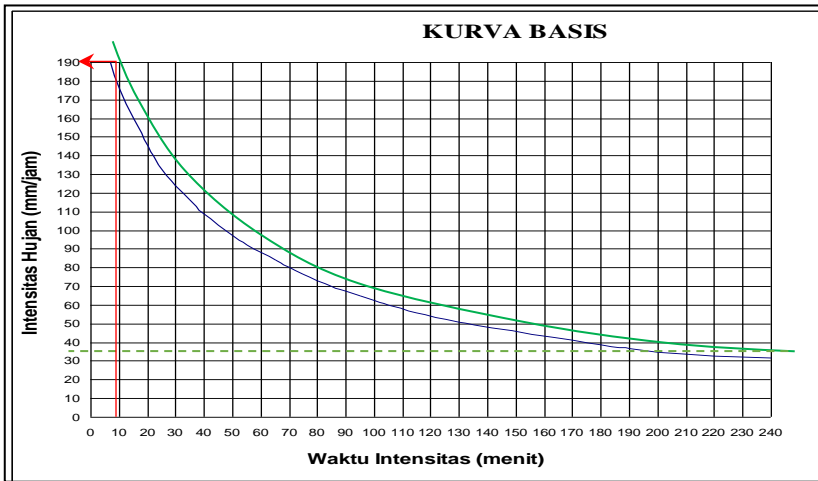


Keterangan:





-  Garis lengkung kurva basis
-  Garis lengkung intensitas hujan rencana
-  Intensitas hujan rencana
-  Intensitas hujan maksimum STA 56+500 - 57+065

Sumber: Hasil Perhitungan

Grafik 5. 14 Intensitas Hujan Maksimum 57+065 - 58+075

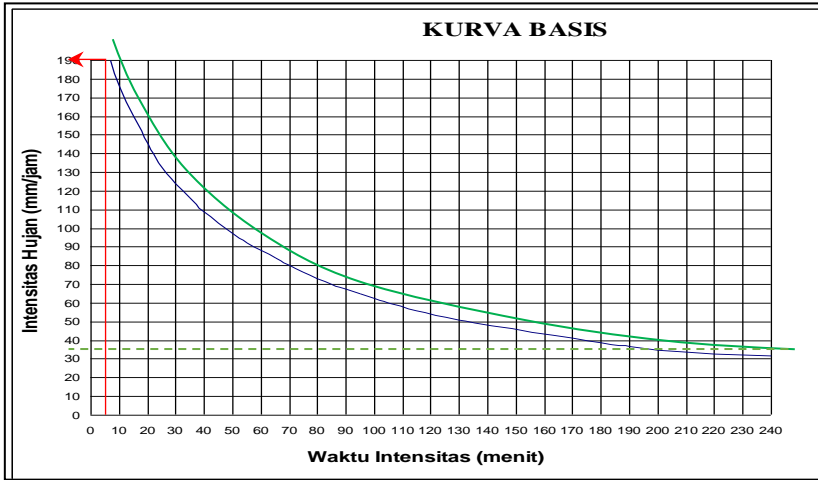






Keterangan:

-  Garis lengkung kurva basis
-  Garis lengkung intensitas hujan rencana
-  Intensitas hujan rencana
-  Intensitas hujan maksimum STA 57+065 – 58+075

Sumber: Hasil Perhitungan

Grafik 5. 15 Intensitas Hujan Maksimum STA 58+075 – 58+250



- Keterangan:
-  Garis lengkung kurva basis
 -  Garis lengkung intensitas hujan rencana
 -  Intensitas hujan rencana
 -  Intensitas hujan maksimum STA 58+075 - 58+250

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 5. 40 Rekapitulasi Intensitas Hujan Maksimum Berdasarkan Kurva Basis Intensitas Hujan Rencana

No.	STA	Tc	I
		menit	mm/jam
1	51+250 s.d 51+880	10.936	190
2	51+880 s.d 53+165	18.214	187
3	53+165 s.d 54+225	15.714	190
4	54+225 s.d 55+300	15.881	190
5	55+300 s.d 55+900	10.603	190
6	55+900 s.d 56+500	10.603	190
7	56+500 s.d 57+065	10.214	190
8	57+065 s.d 58+075	15.159	190
9	58+075 s.d 58+250	5.881	190

Sumber: Hasil Perhitungan

5.4.3 Perhitungan Debit Saluran

Debit adalah volume air yang mengalir melewati suatu penampang melintang saluran atau jalur air persatuan waktu. Debit diperoleh dengan menentukan besarnya intensitas hujan (I), koefisien pengaliran (C) dan luas daerah pengaliran (A). Berikut adalah perhitungan debit saluran untuk STA 51+250 – 52+880.

Diketahui: - L = 630 m

- Kondisi sekitar jalan = Pemukiman tidak terlalu padat

a. Luas daerah pengaliran (A):

A1 badan jalan (Perkerasan Kaku)

$$\begin{aligned}
 A1 &= 5,5 \times 630 \\
 &= 3465 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

A2 bahu jalan (Sirtu)

$$\begin{aligned} A2 &= 1 \times 630 \\ &= 630 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

A3 luar bahu jalan (Pemukiman tidak terlalu padat)

$$\begin{aligned} A3 &= 30 \times 630 \\ &= 18900 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Luas daerah Pengaliran

$$\begin{aligned} A &= A1 + A2 + A3 \\ &= 3465 + 630 + 18900 \\ &= 22995 \text{ m}^2 \\ &= 0.023 \text{ Km}^2 \end{aligned}$$

b. Perhitungan koefisien pengaliran (C)

C1 badan jalan (Perkerasan Kaku) = 0.80

C2 bahu jalan (Sirtu) = 0.15

C3 luar bahu jalan (Pemukiman) = 0.50

$$\begin{aligned} C &= \frac{(C1 * A1) + (C2 * A2) + (C3 * A3)}{(A1 + A2 + A3)} \\ &= \frac{(0,80 \times 3465) + (0,15 \times 630) + (0,50 \times 18900)}{3465 + 630 + 18900} \\ &= 0,536 \end{aligned}$$

c. Menghitung besarnya debit (Q)

Diketahui: - I maks = 190 mm/jam

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

$$= \frac{1}{3,6} x 0,536 x 190 x 0,023$$

$$= 0,650 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Tabel 5. 41 Rekapitulasi Perhitungan Debit (Q)

No.	STA	L m	Zona	Kondisi Lapis Permukaan	A	∑ A	I	C	∑ C	Q
					km2	km2	mm/jam	-	-	m3/s
1	51+250 s.d 51+880	630	Badan Jalan	Perkerasan Kaku	0.0035	0.023	190	0.80	0.536	0.650
			Bahu Jalan	Sirtu	0.0006			0.15		
			Luar Bahu Jalan	Pemukiman	0.0189			0.50		
2	51+880 s.d 53+165	1285	Badan Jalan	Perkerasan Kaku	0.0071	0.047	187	0.80	0.536	1.305
			Bahu Jalan	Sirtu	0.0013			0.15		
			Luar Bahu Jalan	Pemukiman	0.0386			0.50		
3	53+165 s.d 54+225	1060	Badan Jalan	Perkerasan Kaku	0.0058	0.039	190	0.80	0.536	1.094
			Bahu Jalan	Sirtu	0.0011			0.15		
			Luar Bahu Jalan	Pemukiman	0.0318			0.50		
4	54+225 s.d 55+300	1075	Badan Jalan	Perkerasan Kaku	0.0059	0.039	190	0.80	0.536	1.109
			Bahu Jalan	Sirtu	0.0011			0.15		
			Luar Bahu Jalan	Pemukiman	0.0323			0.50		
5	55+300 s.d 55+900	600	Badan Jalan	Perkerasan Kaku	0.0033	0.022	190	0.80	0.536	0.619
			Bahu Jalan	Sirtu	0.0006			0.15		
			Luar Bahu Jalan	Pemukiman	0.0180			0.50		
6	55+900 s.d 56+500	600	Badan Jalan	Perkerasan Kaku	0.0033	0.022	190	0.80	0.536	0.619
			Bahu Jalan	Sirtu	0.0006			0.15		
			Luar Bahu Jalan	Pemukiman	0.0180			0.50		
7	56+500 s.d 57+065	565	Badan Jalan	Perkerasan Kaku	0.0031	0.021	190	0.80	0.536	0.583
			Bahu Jalan	Sirtu	0.0006			0.15		
			Luar Bahu Jalan	Pemukiman	0.0170			0.50		
8	57+065 s.d 58+075	1010	Badan Jalan	Perkerasan Kaku	0.0056	0.037	190	0.80	0.536	1.042
			Bahu Jalan	Sirtu	0.0010			0.15		
			Luar Bahu Jalan	Pemukiman	0.0303			0.50		

No.	STA	L m	Zona	Kondisi Lapis Permukaan	A	ΣA	I	C	ΣC	Q
					km ²	km ²	mm/jam	-	-	m ³ /s
9	58+075 s.d 58+250	175	Badan Jalan	Perkerasan Kaku	0.0010	0.006	190	0.80		0.181
			Bahu Jalan	Sirtu	0.0002			0.15		
			Luar Bahu Jalan	Pemukiman	0.0053			0.50		

Sumber: Hasil Perhitungan

5.4.4 Perencanaan Dimensi Drainase Permukaan Jalan

Pemilihan jenis drainase harus menyesuaikan dengan kondisi pada bahu jalan agar bisa diterapkan di lapangan. Drainase yang direncanakan pada ruas jalan Mojokerto – Mojosari STA 51+250 sampai dengan STA 58+250 adalah drainase dengan bentuk *U-Ditch*.

U-ditch adalah saluran dari beton bertulang dengan bentuk penampang huruf U dan juga bisa diberi tutup. Umumnya digunakan untuk saluran drainase atau irigasi. Ketinggian saluran terbuka ini dapat bervariasi mengikuti kebutuhan dilapangan atau elevasi saluran yang diinginkan. Tipe sambungan menggunakan plat joint (plat embeded dan sambungan but joint atau mele female) dimana pada bagian pertemuan sambungan nya cukup diberikan mortar sebagai penutup nat. Berikut adalah perhitungan besar dimensi saluran pada STA 51+880 – 53+165.

Diketahui; - L = 1285 m

- Kondisi sekitar jalan = Pemukiman tidak
terlalu padat

- $V = 3 \text{ m/s}$ (berdasarkan bahan saluran dari beton)

- $Q = 1.30 \text{ m}^3/\text{s}$

Direncanakan:

- Lebar saluran (b) = 0.8 m

- Tinggi saluran (h) = 0.6 m

- Manning (n) = 0.019 (SNI 03-3424-1994)

Saluran Beton

- Mencari Elevasi Dasar Saluran:

Diketahui: - i badan jalan (i_{bd}) = 0.03

- i bahu jalan (i_{bh}) = 0.05

- Lebar lajur (Ll) = 5.5 m

- Lebar Bahu (Lb) = 1 m

- Elevasi CL jalan STA 51+880 sebagai

Hulu EV_{cl} = 32.981

- Elevasi dasar saluran STA 51+880 (E_0) :

$$E_0 = EV_{cl} - (i_{bd} \times Ll) - (i_{bh} \times Lb) - h$$

$$= 32.981 - (0.003 \times 5.5) - (0.05 \times 1) - 0.6$$

$$= 32.166$$

- Elevasi dasar saluran STA 53+165 (E1) = 33.286 m

- $i_{\text{Saturan}} = \frac{E1-E0}{L} \times 100\%$

$$= \frac{32.286 - 32,166}{1285} \times 100\%$$

$$= 0,012 \%$$
- $R = \left(\frac{B \times H}{B+2H} \right)$

$$= \left(\frac{0.8 \times 0.6}{0.8+(2 \times 0.6)} \right)$$

$$= 0,24 \text{ m}$$
- $A = b \times h$

$$= 0.8 \times 0.6$$

$$= 0,48 \text{ m}^2$$

a. Kontrol kecepatan aliran (V)

V endapan (0.6 m/s) < Vsaluran < V gerus (3 m/s)

$$V = \left(\frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times i^{\frac{1}{2}} \right)$$

$$= \frac{1}{0.019} \times 0,24^{\frac{2}{3}} \times 0,02^{\frac{1}{2}}$$

$$= 2.804 \text{ m/s}$$

0.6 < 2.804 < 3 (Memenuhi)

b. Kontrol debit (Q) dan dimensi saluran

$Q_{\text{desain}} > Q_{\text{banjir}}$

$$Q_{\text{desain}} = V \times A$$

$$= \left(\frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times i^{\frac{1}{2}} \right) \times A$$

$$= \left(\frac{1}{0.019} \times 0,24^{\frac{2}{3}} \times 0,02^{\frac{1}{2}} \right) \times 0,48$$

$$= 1,39 \text{ m}^3/\text{s}$$

$Q_{\text{desain}} > Q_{\text{banjir}}$

$$1,39 \text{ m}^3/\text{s} > 1,305 \text{ m}^3/\text{s} \quad (\text{Memenuhi})$$

Tabel 5. 42 Perhitungan i saluran

No.	STA	E0	E1	L	i saluran
		m	M	M	-
1	51+250 s.d 51+880	32.166	32.286	630	0.019
2	51+880 s.d 53+165	32.435	32.695	1285	0.020
3	53+165 s.d 54+225	32.950	33.173	1060	0.021
4	54+225 s.d 55+300	35.536	35.737	1075	0.019
5	55+300 s.d 55+900	35.623	35.513	600	0.018
6	55+900 s.d 56+500	34.956	34.855	600	0.017
7	56+500 s.d 57+065	33.296	33.177	565	0.021
8	57+065 s.d 58+075	30.711	30.499	1010	0.021
9	58+075 s.d 58+250	30.499	30.529	175	0.017

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 5. 43 Rekapitulasi Kontrol Kecepatan Aliran (V)

No.	STA	b	H	n	R	I	V	Kontrol V m
		m	M		-	m ²	%	
1	51+250 s.d 51+880	0.8	0.6	0.019	0.24	0.019	2.804	Memenuhi
2	51+880 s.d 53+165	0.8	0.6		0.24	0.020	2.890	Memenuhi
3	53+165 s.d 54+225	0.8	0.6		0.24	0.021	2.947	Memenuhi
4	54+225 s.d 55+300	0.8	0.6		0.24	0.019	2.778	Memenuhi
5	55+300 s.d 55+900	0.8	0.6		0.24	0.018	2.751	Memenuhi
6	55+900 s.d 56+500	0.8	0.6		0.24	0.017	2.636	Memenuhi
7	56+500 s.d 57+065	0.8	0.6		0.24	0.021	2.948	Memenuhi
8	57+065 s.d 58+075	0.8	0.6		0.24	0.021	2.943	Memenuhi
9	58+075 s.d 58+250	0.8	0.6		0.24	0.017	2.660	Memenuhi

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 5. 44 Rekapitulasi Kontrol Debit dan Dimensi Saluran

No.	STA	n	b	H	A	R	i	Q desain	Q banjir	Q desain > Q banjir
		m/s	m	M	m ²	m ²	%	m ³ /s	m ³ /s	
1	51+250 s.d 51+880	0.019	0.8	0.6	0.48	0.24	0.019	1.3458879	0.650	Memenuhi
2	51+880 s.d 53+165		0.8	0.6	0.48	0.24	0.020	1.3871507	1.305	Memenuhi
3	53+165 s.d 54+225		0.8	0.6	0.48	0.24	0.021	1.4144514	1.094	Memenuhi
4	54+225 s.d 55+300		0.8	0.6	0.48	0.24	0.019	1.3334672	1.109	Memenuhi
5	55+300 s.d 55+900		0.8	0.6	0.48	0.24	0.018	1.3204114	0.619	Memenuhi
6	55+900 s.d 56+500		0.8	0.6	0.48	0.24	0.017	1.265242	0.619	Memenuhi
7	56+500 s.d 57+065		0.8	0.6	0.48	0.24	0.021	1.4152651	0.583	Memenuhi
8	57+065 s.d 58+075		0.8	0.6	0.48	0.24	0.021	1.4128491	1.042	Memenuhi
9	58+075 s.d 58+250		0.8	0.6	0.48	0.24	0.017	1.2768214	0.181	Memenuhi

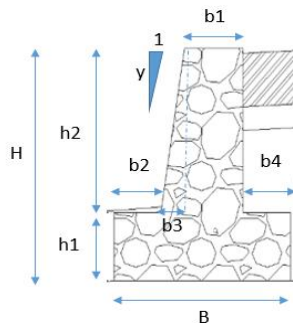
Sumber: Hasil Perhitungan

5.5 Perencanaan Dinding Penahan

Dinding penahan tanah adalah bangunan struktur yang diterapkan untuk memberikan stabilitas tanah atau bahan lain yang kondisi massa bahannya tidak memiliki kemiringan alami, dan juga digunakan untuk menahan atau menopang timbunan tanah atau ongkongan material lainnya (Bowles, 1999: 49). Desain dinding penahan tanah yang direncanakan adalah dinding penahan tanah tipe gravitasi yaitu dinding penahan tanah yang terbuat dari beton tidak bertulang, yang mengandalkan berat dari struktur dinding penahan itu sendiri untuk menjaga stabilitasnya. Persyaratan teknis dinding penahan tanah ini mengacu pada SNI 8460-2017 tentang Persyaratan Perencanaan Geoteknik.

5.5.1 Dimensi Tipikal Dinding Gravitasi

Persyaratan dinding penahan tanah berdasarkan dari dimensi tipikal dinding penahannya pada langkah awal perencanaan telah di tentukan perkiraan awal dimensi dinding penahan tanah untuk tipe gravitasi yang dinyatakan sebagai fungsi dari tinggi tanah H yang bias dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 5. 9 Dinding Penahan Tanah Tipe Gravitasi

Sumber: Dokumen Pribadi

Direncanakan:

$$\begin{aligned} - H &= 1,6 \text{ m} \\ - h1 &= h/8 \text{ s.d } H/6 \\ &= 1,6 / 6 \\ &= 0,3\text{m} \\ - h2 &= H - h1 \\ &= 1,6 - 0,3 \\ &= 1,3 \text{ m} \\ - B &= 0,5 H \text{ s.d } 0,7 H \\ &= 0,7 \times 1,6 \\ &= 1,12 \approx 1,10 \text{ m} \\ - b1 &= 0,3 \text{ m s.d } H/12 \\ &= 1,6 / 4 \\ &= 0,4 \text{ m} \\ - b2 &= h1/2 \text{ s.d } h1 \\ &= h1 \\ &= 0,3 \text{ m} \\ - y &= 10 \\ - b3 &= h2 / y \\ &= 1,3 / 10 \\ &= 0,13 \approx 0,10 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - b_4 &= B - b_1 - b_2 - b_3 \\
 &= 1,10 - 0,4 - 0,3 - 0,1 \\
 &= 0,3 \text{ m}
 \end{aligned}$$

5.5.2 Mencari Tekanan Tanah Aktif (Pa) dan Pasif (Pp)

Dalam mencari besarnya tekanan tanah dibutuhkan data properties tanah yang di dapatkan dari hasil Tes Bor Log yang ada di sekitar Mojokerto – Mojosari yang bisa dilihat pada tabel 5.43.

Tabel 5. 45 Hasil Tes Bor Log pada daerah Mojokerto- Mojosari

DEPTH (m)	UNDISTURBED SAMPLE GWL (m)	BOR LOG	DESKRIPSI TANAH/BATUAN	Physical Properties					Atterberg Limit			Oedometer Test			Strength Test			
				γ_t	W_c	S_r	e	G_s	LL	PL	IP	Cc	Swelling Test		Testing Type	C kg/cm ²	ϕ °	q_u kg/cm ²
				Ton/m ³	%	%	%	%	%	%	SP		SwP					
0			Lanau Lempung Berpasir Halus															
1.0			Berwarna Cokelat	1.802	28.55	82.82	0.935	2.713	*	*	*	*	*	*	Triaxial UU	0.440	4.20	*
2.0			Lanau Lempung Berpasir Halus															
3.0			Berwarna Cokelat	1.814	30.97	86.66	0.980	2.744	*	*	*	*	*	*	Triaxial UU	0.452	4.00	*
4.0			Lanau Lempung Berpasir Halus															
5.0			Berwarna Cokelat	1.817	31.49	87.42	0.990	2.750	*	*	*	*	*	*	Triaxial UU	0.558	3.10	*

Sumber: Lab. Transgeo, Kampus ITS Manyar

Pada desain dinding penahan tinggi dar dinding penahan yang direncanakan adalah 1,6 m, maka data properties tanah yang di pakai adalah pada kedalaman 3 m.

a. Koefisien tanah aktif (K_a)

Tekanan aktif adalah kondisi dimana dinding bergerak menjauhi bagian tanah timbunan/ timbul apabila dinding penahan tanah bagian atas bergerak relatif ke depan terhadap dasarnya. Hal ini disebabkan oleh adanya momen yang terjadi atau bekerja pada dinding tersebut yang dirumuskan sebagai berikut.

$$P_a = \frac{1}{2} K_a \cdot \gamma \cdot H^2$$

Dimana :

K_a = Koefisien tanah aktif

$$K_a = \tan^2 \left(45 - \frac{\theta}{1} \right)$$

Diketahui:

Sudut Geser (θ) = 4

$$\begin{aligned} K_a &= \tan^2 \left(45 - \frac{4}{1} \right) \\ &= 0,755 \end{aligned}$$

b. Koefisien tanah pasif (K_p)

Kondisi tekanan tanah pasif terjadi jika gaya yang mendorong dinding penahan ke arah tanah yang sampai tanah urug dalam kondisi runtuh, disamping itu nilai banding pada tekan horizontal dan tekanan tanah vertical yang terjadi di definisikan sebagai tekanan tanah pasif. Kondisi tekanan tanah pasif memiliki persamaan yang sebagai berikut:

$$Pp = \frac{1}{2} Kp \cdot \gamma \cdot H^2$$

Dimana :

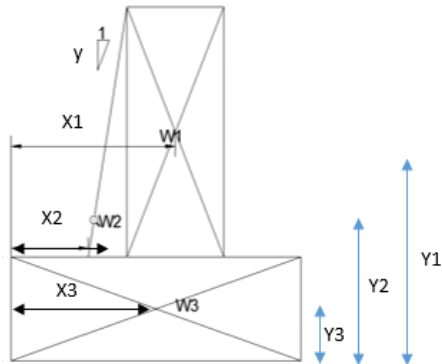
Kp = Koefisien tanah pasif

$$Kp = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{1} \right)$$

$$Kp = \tan^2 \left(45 + \frac{4}{1} \right)$$

$$= 1,3233$$

c. Mencari momen dinding penahan



Gambar 5. 10 Titik Berat Dinding Penahan Tanah

Sumber: Dokumen Pribadi

$$- \quad X1 = b2 + b3 + (b1/2)$$

$$= 0,3 + 0,1 + (b1/4)$$

$$= 0,60 \text{ m}$$

- $X2 = b2 + (2/3 \times b3)$
 $= 0,356 \text{ m}$
- $X3 = 0,56 \text{ m}$
- $Y1 = 0,933 \text{ m}$
- $Y2 = 0,711 \text{ m}$
- $Y3 = 0,133 \text{ m}$

Direncanakan dinding penahan menggunakan bahan batu kali.

- $\gamma \text{ batu kali} = 2,2 \text{ Ton/m}^2$

$$\begin{aligned} W1 &= b1 \times h2 \times \gamma \\ &= 0,4 \times 1,3 \times 2,2 \\ &= 1,173 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W2 &= 1/2 \times b3 \times h2 \times \gamma \\ &= 1/2 \times 0,1 \times 1,3 \times 2,2 \\ &= 0,195 \end{aligned}$$

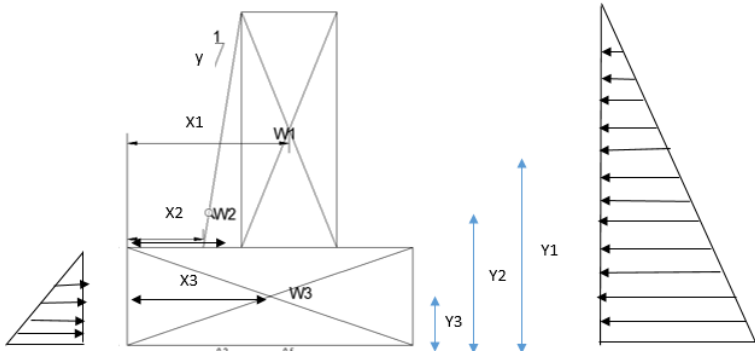
$$\begin{aligned} W3 &= B \times h1 \times \gamma \\ &= 1,1 \times 0,3 \times 2,2 \\ &= 0,657 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma W &= W1 + W2 + W3 \\ &= 2,025 \text{ Ton} \\ &= 19,854 \text{ KN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M1 &= W1 \times X1 \\ &= 1,173 \times 0,6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,704 \text{ Ton. m} \\
 M2 &= W2 \times X2 \\
 &= 0,195 \times 0,356 \\
 &= 0,069 \text{ Ton.m} \\
 M3 &= W3 \times X3 \\
 &= 0,657 \times 0,56 \\
 &= 0,418 \text{ Ton. m} \\
 \Sigma M &= M1 + M2 + M3 \\
 &= 1,141 \text{ Ton.m}
 \end{aligned}$$

d. Mencari tekanan tanah aktif tekanan tanah pasif



Gambar 5. 11 Pemodelan Tekanan Tanah yang Terjadi

Sumber: Dokumen Pribadi

Dimana: Berat jenis tanah (γt) = 1,814 Ton/m³

$$\begin{aligned}
 Pa &= 1/2 \times Ka \times h \times \gamma t \\
 &= 1/2 \times 0,755 \times 1,6 \times 1,814
 \end{aligned}$$

$$= 1,096 \text{ Ton}$$

$$\begin{aligned} P_p &= 0,167 \times K_p \times h \times \gamma t \\ &= 0,167 \times 1,323 \times 1,6 \times 1,814 \\ &= 0,32 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_a &= 0,167 \times K_a \times h^2 \times \gamma t \\ &= 0,167 \times 0,755 \times 1,6^2 \times 1,814 \\ &= 0,584 \text{ Ton.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_p &= 0,33 \times K_p \times h^2 \times \gamma t \\ &= 0,33 \times 1,323 \times 1,6^2 \times 1,814 \\ &= 0,0569 \text{ Ton. M} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_a + P_p &= 1,096 + 0,32 \\ &= 1,416 \end{aligned}$$

5.5.3 Pemeriksaan Stabilitas Dinding Penahan dan Faktor Keamanan Minimum

Persyaratan untuk dinding penahan harus diperiksa stabilitasnya terhadap guling, geser lateral dan daya dukung. Untuk nilai faktor keamanan yang diisyaratka adalah sebagai berikut:

- a. Faktor keamanan terhadap guling minimum 2.
- b. Faktor keamanan terhadap geser lateral minimum 1,5.
- c. Faktor keamanan terhadap daya dukung minimum 3.

Perhitungan kontrol stabilitas dinding penahan dan faktor keamanan minimum bisa dilihat pad perhitungan berikut.

a. Cek Stabilitas Guling

$$FS = \Sigma M / Ma$$

$$\begin{aligned}
 &= 1,141 / 0,584 \\
 &= 2,11 \\
 2,04 &> 2 \quad \quad \quad (\text{AMAN})
 \end{aligned}$$

b. Cek Stabilitas Geser

$$\begin{aligned}
 \text{Dimana: Kohesi tanah (C)} &= 0,44 \text{ kg/ cm}^2 \\
 &= 4,4 \text{ Ton/m}^2
 \end{aligned}$$

$$FS = Ph/ Pa$$

$$\begin{aligned}
 Ph &= (C \times B) + (\Sigma W \times \tan \Theta) \\
 &= (4,4 \times 1,1) + (2,025 \times \tan 4) \\
 &= 5,069 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 FS &= 5,069 / 1,096 \\
 &= 4,623
 \end{aligned}$$

$$4,623 > 1,5 \quad \quad \quad (\text{AMAN})$$

c. Kontrol daya dukung ijin

$$\text{Diketahui; } \Theta = 4$$

Tabel 5. 46 Nilai Faktor Daya Dukung Terzaghi

ϕ	N_c	N_q	N_γ	N_c'	N_q'	N_γ'
0	5.7	1.0	0.0	5.7	1	0
5	7.3	1.6	0.5	6.7	1.4	0.2
10	9.6	2.7	1.2	8	1.9	0.5
15	12.9	4.4	2.5	9.7	2.7	0.9
20	17.7	7.4	5.0	11.8	3.9	1.7
25	25.1	12.7	9.7	14.8	5.6	3.2
30	37.2	22.5	19.7	19	8.3	5.7
34	52.6	36.5	35.0	23.7	11.7	9
35	57.8	41.4	42.4	25.2	12.6	10.1
40	95.7	81.3	100.4	34.9	20.5	18.8
45	172.3	173.3	297.5	51.2	35.1	37.7
48	258.3	287.9	780.1	66.8	50.5	60.4
50	347.6	415.1	1153.2	81.3	65.6	87.1

Sumber: Braja 2011

Tabel 5. 47 Interpolasi Nilai Faktor Daya Dukung Terzaghi

θ	N_c	N_q	N_γ
0	5.7	1	0
4	6.98	1.48	0.4
5	7.3	1.6	0.5

Sumber: Hasil Hitungan

$$\begin{aligned}
 q_{ult} &= C \cdot N_c + \gamma t \cdot N_q \cdot h + 0,5 \cdot \gamma t \cdot B \cdot N_\gamma \\
 &= 4,4 \times 6,98 + 1,81 \times 1,48 \cdot 0,3 + 0,5 \times 1,81 \times 1,1 \times 0,4 \\
 &= 31,83 \text{ Ton/ m}^2
 \end{aligned}$$

q untuk daya dukung tanah:

$$q = q_{ult} / SF$$

$$= 31,83 / 3$$

$$= 10,61 \text{ Ton/ m}^2$$

Luas permukaan dinding penahan = 0,92 m²

$$q > \frac{W + Pa + Pp}{\text{Luas Dinding Penahan}}$$

$$10,61 > \frac{2,02 + 1,096 + 0,32}{0,92}$$

$$10,61 > 3,74 \quad (\text{AMAN})$$

Tabel 5. 48 Rekapitulasi Perhitungan Berat dan Momen Dinding Penahan

STA	Dimensi		Data Perencanaan	Titik Berat	Koefisien tanah		Berat Dinding		Momen Dinding			
	m						Ton		Ton.m			
STA 52+010 - 52+165	B	1.1	sudut gesek (Θ)	4.00	X	10.60	Ka	0.76	W1	1.17	M1	0.704
	b1	0.4			X	20.36						
	b2	0.3	λ tanah	1.81	X	30.56	Kp	1.32	W2	0.20	M2	0.0695
	b3	0.1			Y	10.93						
	b4	0.3	Kohesi tanah (C)	0.44	Y	20.71	Kp	1.32	W3	0.66	M3	0.418
	H	1.6			Y	30.13						
	h1	0.3	λ batu kali	2.20			Kp	1.32	W total	2.03	M total	1.1915
h2	1.3											
STA 56+980 - 57+080	B	1.1	sudut gesek (Θ)	4.00	X	10.60	Ka	0.76	W1	1.17	M1	0.704
	b1	0.4			X	20.36						
	b2	0.3	λ tanah	1.81	X	30.56	Kp	1.32	W2	0.20	M2	0.0695
	b3	0.1			Y	10.93						
	b4	0.3	Kohesi tanah (C)	0.44	Y	20.71	Kp	1.32	W3	0.66	M3	0.418
	H	1.6			Y	30.13						
	h1	0.3	λ batu kali	2.20			Kp	1.32	W total	2.03	M total	1.1915
h2	1.3											

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 5. 49 Rekapitulasi Kontrol Keamanan Dinding Penahan

STA	Dimensi		Faktor DD		Momen Tanah		Tekanan Tanah		Cek Stabilitas Guling		Cek Stabilitas Geser		Daya Dukung Ijnn	
	B	m	Nc	Terzhagi	Ton.m	Ton	Pa	Pp						
STA 52+010 - 52+165	B	1.12	Nc	6.98	Ma	0.58	Pa	1.1	2.04	Aman	4.62	Aman	10.6	Aman
	b1	0.4												
	b2	0.27	Nq	1.48										
	b3	0.13												
	b4	0.32	Nλ	0.40	Mp	0.06	Pp	0.32						
	H	1.6												
	h1	0.27			Pa+Pp	1.42								
h2	1.33													
STA 56+980 - 57+080	B	1.12	Nc	6.98	Ma	0.58	Pa	1.1	2.04	Aman	4.62	Aman	10.6	Aman
	b1	0.4												
	b2	0.27	Nq	1.48										
	b3	0.13												
	b4	0.32	Nλ	0.40	Mp	0.06	Pp	0.32						
	H	1.6												
	h1	0.27			Pa+Pp	1.42								
h2	1.33													

Sumber: Hasil Perhitungan

BAB VI

METODE PELAKSANAAN

6.1 Metode Pelaksanaan Peningkatan Jalan

Jalan yang awal mulanya adalah perkerasan lentur akan di tingkatkan menjadi perkerasan kaku dengan menggunakan beton bersambung tanpa tulangan. Pada ruas jalan Mojokerto – Mojosari STA 51+250 – STA 58+250 akan diperlebar dari 7 m menjadi 11 m dengan tipe 2/2 UD. Dalam pelaksanaan pekerjaan peningkatan jalan metode pelaksanaan yang dilakukan perlu diperhatikan agar pekerjaan bisa berjalan sesuai di dalam kendali.

6.2 Urutan Pekerjaan

1. Pekerjaan persiapan
 - a. Survei lokasi
 - b. Pembuatan Direksi keet (Kantor lapangan)
 - c. Mobilisasi Peralatan
 - d. Pemasangan rambu-rambu pada lokasi proyek
 - e. Pembersihan lokasi proyek (*clearing and grubbing*)
2. Pekerjaan pengupasan aspal
3. Pekerjaan CBK setebal 15 cm
4. Pekerjaan perkerasan kaku (*Rigid pavement*)
 - a. Pemasangan bekisting

- b. Penggelaran plastik cor (*polytene*)
- c. Pemasangan besi tulangan polos untuk dudukan
- d. Pemasangan dowel dan tie bars
- e. Pengecoran badan jalan (K-350)
- f. *Grooving*
- g. Pekerjaan *cutter joint* dan

5. Pekerjaan finishing

- a. Pengecatan marka
- b. *Joint sealent*
- c. Demobilisasi alat berat

6.3 Uraian Item Pekerjaan

1. Pekerjaan pendahuluan

- a. Survei lokasi

Lokasi proyek di survei terlebih dahulu untuk melihat kondisi sekitar area yang akan dikerjakan dan menentukan cara pengerjaan nantinya..

- b. Pembangunan direksi kit

Pembuatan direksi keet ini ditujukan untuk mempermudah pengawasan pekerjaan dan juga untuk mempermudah pekerjaan yang bersifat administrative selama proyek berlangsung.

- g. Mobilisasi alat berat

Seluruh peralatan yang akan digunakan dalam pelaksanaan proyek ini didatangkan dan ditempatkan di sekitar

lokasi proyek. Adapun alat-alat yang digunakan selama pelaksanaan proyek peningkatan ruas jalan ini adalah:

1. Dump Truck
2. Excavator
3. Truck Mixer
4. Fixed form Concrete Paver
5. Stampper
6. Water Tank Truck

c. Pemasangan rambu-rambu pada lokasi proyek

Pemasangan rambu-rambu dimaksud untuk memberi tahu kendaraan yang lewat agar berhati-hati dan mengurangi kecepatan ketika melwati area pekerjaan proyek.

h. Pembersihan lokasi proyek (*clearing and grubbing*)

Pembersihan lokasi proyek sangat diperlukan guna memperlancar jalannya proyek. Semua pohon atau tanaman yang berada pada lokasi proyek dibersihkan dari area pekerjaan proyek dan hasil pembersihannya dibuang di lokasi yang telah ditentukan sebelumnya. Pembersihan lahan dapat menggunakan buldozer, excavator dan dump truk untuk mempercepat proses pembersihan lahan.

2. Pekerjaan pengupasan aspal

Lapis perkerasan dibongkar menggunakan cold milling machine kemudian hasil bongkaran dimuat kedalam dump truck kemudian dump truck membuang hasil galian keluar lokasi proyek. Pada pekerjaan galian pada perkerasan aspal yang ada, material yang terdapat pada permukaan dasar galian adalah material yang lepas, lunak atau tergumpal atau hal-hal lain yang tidak memenuhi syarat maka material tersebut harus dipadatkan dengan merata atau dibuang seluruhnya dan diganti dengan material yang cocok. Pada

perencanaan tugas akhir ini, aspal dikupas hingga ketebalan 19 cm sehingga lapisan teratas setelah aspal dikupas adalah CBK setebal 15 cm.

3. Pekerjaan CBK setebal 15 cm

Karena pada kondisi eksisting dengan lebar jalan 7 meter menggunakan pondasi CBK setebal 15 cm, maka diperlukan perataan untuk jalan yang dilebarkan menjadi 11 meter sehingga harus dipasang BK setebal 15 cm.

4. Pekerjaan perkerasan kaku (Rigid pavement)

a. Pemasangan bekisting

Bekisting untuk pengecoran badan jalan dipasang pada sisi jalan sesuai tebal perkerasan yang telah direncanakan. Pemasangan bekisting dilakukan setelah diadakan pengukuran secara benar (kelurusan dan kerataan) elevasi top bekisting \approx elevasi top rencana jalan dengan toleransi perbedaan ketinggian maksimum 5mm. Bekisting yang dipasang harus bersih dan dilapisi pelumas sebelum dilakukan pengecoran.

b. Penggelaran plastik cor (polytene)

Sebelum melakukan pemasangan besi tulangan polos untuk dudukan dowel dan tie bars terlebih dahulu dilakukan pemasangan plastik cor (polytene) yang akan dihamparkan memanjang sejajar bekisting dimana sebagian dari plastik tersebut akan menutup bekisting sehingga celah-celah pada bagian bawah bekisting tertutup sehingga pada waktu pelaksanaan pengecoran air semen tidak akan keluar dari adukan beton yang baru di cor. Selain itu, plastik cor juga berfungsi untuk mencegah kelekatan antara plat beton dengan lapis pondasi bawah.

c. Pemasangan besi tulangan polos

untuk dudukan Pemasangan besi tulangan polos untuk dudukan dowel dan tie bars dilakukan sesuai dengan bentuk dan jarak yang telah direncanakan sebelumnya.

d. Pemasangan dowel dan tie bars

Pemasangan dowel dilakukan dengan cara memasukkan batang besi/dowel tersebut kedalam selongsong pipa PVC yang telah disiapkan sebelumnya kemudian dowel tersebut akan dirakit dan diikat pada besi dudukan dengan menggunakan kawat beton sesuai dengan jarak yang telah direncanakan sebelumnya. Kemudian ujung pipa PVC akan dipasang dop penutup 220 lubang untuk menjaga agar adukan beton tidak masuk kedalam selongsong pipa PVC. Jika dowel tersebut telah selesai dipasang kemudian akan diangkut ke lokasi pekerjaan untuk dipasang pada titik-titik lokasi pemasangan.

e. Pengecoran badan jalan (K-350)

Pengecoran badan jalan dilakukan dengan menggunakan beton ready mix K-350 dengan dibawa oleh dump truk agar memudahkan proses dumping ke lokasi pengecoran. Pengecoran dilakukan per lajur secara bergantian. Beton ready mix dituang ke dalam kotak (mal) yang telah disiapkan lalu diratakan secara manual kemudian selanjutnya diratakan dengan menggunakan alat vibrating screed yang sistem operasinya bergerak diatas mal memanjang yang ditarik dengan tenaga manusia bolak balik sebanyak 4 lintasan. Proses perataan dan pemadatan terjadi karena alat vibrating screed tersebut selain meratakan juga bergetar sehingga terjadi pemadatan sehingga pada bagian ujung (dekat) mal pemadatan dibantu dengan concrete vibrator kemudian diratakan menggunakan jidar hingga mendapatkan permukaan yang rata.

f. *Grooving*

Grooving adalah pekerjaan pembuatan alur pada rigid pavement yang dimaksudkan agar sewaktu jalan sudah siap pakai jalan tersebut tidak licin. Selain itu juga berfungsi untuk mengalirkan air guna mencegah *aqua planning/hidro planning* (slip) pada kendaraan. Pekerjaan ini menggunakan alat bernama groover.

g. *Curing* (perawatan)

Curing (perawatan) dilakukan guna mencegah terbentuknya retak dengan menahan penguapan (*evaporation retarder*). Metode curing untuk perkerasan beton yang paling umum digunakan adalah dengan penyemprotan liquid membrane forming compound pada permukaan beton. Curing compound adalah material yang membentuk kulit diatas permukaan beton dan mengurangi tingkat hilangnya kadar air pada beton. Material ini membatasi penguapan air kira-kira sebesar 20% dibandingkan jika tanpa perlindungan. Setelah dilakukan curing compound selanjutnya permukaan rigid pavement ditutup dengan plastik geotextile.

h. Pekerjaan *joint cutting* dan *joint sealent*

Joint cutting dilakukan dengan menggunakan alat yang disebut cutting machine. Pemotongan sambungan ini dilakukan setiap blok antara 5 sampai 6 meter sesuai dengan posisi dowel dan dengan kedalaman/.

5. Pekerjaan finishing

a. Pengecatan marka

Pengecatan marka jalan dilakukan secara manual menurut marka yang telah direncanakan. Marka jalan dapat berupa marka solid maupun marka putus-putus.

b. *Joint sealent*

Joint sealent yaitu pengisian cairan ke dalam celah yang sudah dipotong. Joint sealent menggunakan material yang bersifat thermoplastic, pada perencanaan tugas akhir ini digunakan aspal cair.

c. Demobilisasi alat berat

Setelah pembersihan selesai, alat berat yang masih ada di dalam lokasi proyek harus dibawa keluar dari area proyek. Akses yang digunakan selama pembangunan proyek juga harus diperbaiki. Lokasi proyek harus dibersihkan kembali sebelum jalan baru digunakan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB VII

PERHITUNGAN RENCANA ANGGARAN BIAYA

Perhitungan rencana anggaran biaya bertujuan untuk menghitung biaya-biaya yang dibutuhkan dari suatu pembangunan struktur, sehingga biaya yang dikeluarkan sesuai dengan yang direncanakan. Untuk itu perlu perhitungan yang tepat agar biaya yang dikeluarkan bisa seekonomis mungkin. Acuan yang digunakan pada perhitungan rencana anggaran biaya berdasarkan dari pedoman Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) 2016 dan HSPK Mojokerto tahun 2019.

7.1 Perhitungan Volume Pekerjaan

7.1.1 Volume Pekerjaan Struktur Perkerasan

b. Beton kelas P (K-350)

Panjang jalan	= 7000 m
Lebar jalan	= 7.5 m
Tebal Perkerasa	= 0,12 m
Volume	= 5880 m ³

b. Beton kelas P (K-350)

Panjang jalan	= 7000 m
Lebar jalan	= 11 m
Tebal Perkerasa	= 0,22 m
Volume	= 16940 m ³

c. Beton Kelas E (k125)

Panjang jalan	= 7000 m
---------------	----------

Lebar jalan	= 11 m
Tebal LC	= 0,15 m
Volume	= 16940 m ³

7.1.2 Volume Pekerjaan Urugan LPA Kelas A dan Bahu Kelas S

- LPA Kelas A

Panjang jalan	= 7000 m
Lebar jalan	= 11,2 m
Tebal	= 0,15 m
Volume	= 11760 m ³

- Bahu Kelas S

Panjang jalan	= 7000 m
Lebar jalan	= 1 m
Tebal	= 0,15 m
Volume	= 1050 m ³

7.1.3 Volume Pekerjaan Timbunan Pilihan

Panjang jalan	= 7000 m
Lebar jalan	= 11,2 m
Tebal	= 0,30 m
Volume	= 23520 m ³

7.1.4 Volume Pekerjaan Galian Drainase

a. Drainase dari sisi arah Mojokerto

- STA = 51+250 s.d 58+250

Panjang saluran = 7000 m

Lebar = 0.95 m

Tinggi = 0.68 m

Volume = 4522 m³

b. Drainase sisi arah Mojosari

- STA = 51+250 s.d 52+010

Panjang saluran = 760 m

Lebar = 0.95 m

Tinggi = 0.68 m

Volume = 490.96 m³

- STA = 52+165 s.d 56+450

Panjang saluran = 4285 m

Lebar = 0.95 m

Tinggi = 0.68 m

Volume = 2768.11 m³

- STA = 57+080 s.d 58+250

Panjang saluran = 1170 m

Lebar = 0.95 m

Tinggi = 0.68 m

Volume = 755.82 m³

c. Total Volume = 8536.89 m³

7.1.5 Volume Pekerjaan Dinding Penahan

a. Struktur Dinding Penahan

- STA = 52+010 s.d 52+165
 Panjang dinding penahan = 155 m
 Luas permukaan dinding penahan = 0.915 m²
 Volume = 141.825 m³
- STA = 56+980 s.d 52+080
 Panjang dinding penahan = 100 m
 Luas permukaan dinding penahan = 0.915 m²
 Volume = 91.5 m³
- Volume Total = 233.33 m³

b. Galian Dinding Penahan

- STA = 52+010 s.d 52+165
 Panjang dinding penahan = 155 m
 Luas = 0.44 m²
 Volume = 68.2 m³
- STA = 56+980 s.d 52+080
 Panjang dinding penahan = 100 m
 Luas permukaan dinding penahan = 0.44 m²
 Volume = 44 m³
- Volume Total = 112 m³

7.1.6 Volume Pekerjaan Penulangan

a. Dowel $\emptyset 33 - 300$

Diameter	= 33 mm
Panjang	= 450 mm
Volume 1 Dowel	= 38484.37 mm ³
Panjang Jalan	= 7000 m
Jarak antar sambungan	= 1400 buah
Jarak antar dowel	= 300 mm
Jumlah Dowel 1 sambungan	= 37 buah
Kebutuhan total	= 5133 buah
Volume total besi	= 19,757 m ³
Berat total besi	= 155095.57 Kg

b. Tie Bars D16 - 500

Diameter	= 16 mm
Panjang	= 700 mm
Volume 1 Tie Bars	= 140743.35 mm ³
Panjang Jalan	= 7000 m
Jarak antar sambungan	= 1400 buah
Jarak antar Tie bars	= 500 mm
Jumlah tie bars 1 sambungan	= 1400 buah
Jumlah sambungan	= 2 buah

Kebutuhan total	= 42000 buah
Volume total besi	= 5,911 m ³
Berat total besi	= 46403.08 Kg

7.1.7 Volume Pekerjaan U-Ditch

a. Drainase dari sisi arah Mojokerto

- STA = 51+250 s.d 58+250
 Panjang saluran = 7000 m
 Lebar = 0.8 m
 Tinggi = 0.6 m
 Panjang = 1.2 m
 Volume = 7000 m

b. Drainase sisi arah Mojosari

- STA = 51+250 s.d 52+010
 Panjang saluran = 760 m
 Lebar = 0.8 m
 Tinggi = 0.6 m
 Panjang = 1.2 m
 Volume = 760 m
- STA = 52+165 s.d 56+450
 Panjang saluran = 4285 m
 Lebar = 0.8 m
 Tinggi = 0.6 m

Panjang = 1.2 m

Volume = 4285 m

- STA = 57+080 s.d 58+250

Panjang saluran = 1170 m

Lebar = 0.8 m

Tinggi = 0.6 m

Panjang = 1.2 m

Volume = 1170 m

c. Total Volume = 13215 m

7.1.8 Volume Pekerjaan Joint Sealent

- STA = 51+250 s.d 58+250

Panjang = 11 m

Lebar = 0.006 m

Tinggi = 0.055 m

Volume 1 lubang = 0.0036 m³

Jumlah lubang = 1400

Volume = 5.082 m³

7.1.9 Volume Pekerjaan Pembersihan

- STA = 51+250 s.d 58+250

Panjang = 7000 m

Lebar = 11 m

Volume = 77000 m³

7.3 Analisa Harga Satuan

Tabel 7. 1 Harga Satuan Pekerja

No	Nama Pekerja	Satuan	Upah (Hari)
1	Kepala Tukang/Mandor	OH	Rp 146,122.28
2	Tukang	OH	Rp 120,684.32
3	Pembantu Tukang	OH	Rp 107,589.86
4	Pekerja	OH	Rp 107,589.86
5	Operator Alat Berat	OH	Rp 164,928.79
6	Pembantu Operator Alat Berat	OH	Rp 113,718.87

Sumber: Hasil Hitungan

Tabel 7. 2 Harga Satuan Alat

No	Nama Alat	Satuan	Harga Sewa
1	Excavator	Jam	Rp 467,012.82
2	Truk Tangki Air	Hari	Rp 291,538.17
3	Dump Truk 3.5 Ton	Jam	Rp 324,151.56
4	Tandem Roller	Jam	Rp 462,370.64
5	Motor Grader	Jam	Rp 673,388.43
6	Wheel Loader 1,7-2 m ³	Jam	Rp 505,912.43
7	Concrete Mixer 0,5 m ³	Jam	Rp 102,236.33
8	Concrete Mixer Pan Mixer	Jam	Rp 626,627.09
9	Slipform Paver	Jam	Rp 555,563.47
10	Alat Bantu	Ls	Rp 5,000.00
11	Crane 35 Ton	Jam	Rp 509,207.92
12	Compressor	Jam	Rp 192,146.50
13	Vibrator Roller	Jam	Rp 432,425.95
14	Truk Mixer	Jam	Rp 679,446.33
15	Concrete Vibrator	Jam	Rp 54,164.97
16	Cold Miling	Jam	Rp 802,337.95

Sumber: Hasil Hitungan

Tabel 7. 3 Harga Satuan Bahan

No	Jenis Bahan	Satuan	Harga Satuan
1	Agregat Klas A	M3	Rp 216,943.88
2	Agregat Klas S	M3	Rp 173,346.37
3	Semen PC 50 Kg	Zak	Rp 65,321.75
4	Pasir Pasang	M3	Rp 223,464.42
5	Batu Kali	M3	Rp 177,015.96
6	Kapur Pasang	M3	Rp 415,783.93
7	Pasir Cor	M3	Rp 235,623.22
8	Batu Pecah	M3	Rp 251,287.56
9	Air Kerja	Liter	Rp 6.00
10	Joint Sealant	Kg	Rp 44,242.51
11	Baja Tulangan Polos Ø32	Kg	Rp 11,287.87
12	Baja Tulangan Ulir D16	Kg	Rp 11,287.87
13	Kawat Beton	Kg	Rp 18,328.00
14	Thermoplastic	Kg	Rp 30,173.60
15	Glass Bead	Kg	Rp 31,380.55
16	Minyak Thinner	Liter	Rp 32,447.73
17	U-Ditch 60x80x120	Pcs	Rp 895,000
18	Tanah Timbunan Pilihan	M3	Rp 111,362.11
19	Kayu Acuan	M3	Rp 4,819,305.41
20	Multipleks 12 mm	Lbr	Rp 177,089.85
21	Paku	Kg	Rp 19,121.74
22	Polytene 125 mikron	Kg	Rp 26,793.55
23	Curing Compound	Kg	Rp 49,830.79
24	Additive	M3	Rp 91,745.09

Sumber: Hasil Hitungan

7.4 Analisa Harga Satuan Pokok Pekerja

**Tabel 7. 4 Pekerjaan Pembersihan Lapangan dan Perataan
(M2)**

No	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga
A Tenaga					
1	Kepala Tukang/Mandor	0.05	OH	Rp 146,122	Rp 7,306
2	Pekerja	0.5	OH	Rp 107,590	Rp 53,795
			Jumlah		Rp 61,101
B Sewa Peralatan					
1	Sewa Stemper	0.0071	Jam	Rp 113,700	Rp 812
			Jumlah		Rp 812
Total Harga satuan Pekerjaan					Rp 61,913

Sumber: Hasil Hitungan

Tabel 7. 5 Pekerjaan Pengupasan Aspal (M3)

No	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga
A Tenaga					
1	Kepala Tukang/Mandor	0.0053	OH	Rp 146,122	Rp 774
2	Pekerja	0.0106	OH	Rp 107,590	Rp 1,140
			Jumlah		Rp 1,915
B Sewa Peralatan					
1	Cold Milling	0.0371	Jam	Rp 802,337.95	Rp 29,767
2	Dump Truk 3.5 Ton	0.4673	Jam	Rp 324,151.56	Rp 151,476
3	Alat Bantu	1	Ls	Rp 5,000.00	Rp 5,000
			Jumlah		Rp 186,243
Total Harga satuan Pekerjaan					Rp 188,158

Sumber: Hasil Hitungan

Tabel 7. 6 Pekerjaan Timbunan Pilihan (M3)

No	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga
A Tenaga					
1	Kepala Tukang/Mandor	0.0101	OH	Rp 146,122	Rp 1,476
2	Pekerja	0.0403	OH	Rp 107,590	Rp 4,336
				Jumlah	Rp 5,812
B Bahan					
1	Timbunan Pilihan	1.143	M3	Rp 111,362	Rp 127,287
				Jumlah	Rp 127,287
C Sewa Peralatan					
1	Excavator	0.0101	Jam	Rp 467,012.82	Rp 4,717
2	Dump Truk 3.5 Ton	0.6103	Jam	Rp 324,151.56	Rp 197,830
3	Motor Grader	0.0037	Jam	Rp 673,388.43	Rp 2,492
4	Vibrator Roller	0.0042	Jam	Rp 432,425.95	Rp 1,816
5	Truk Tangki Air	0.007	Jam	Rp 291,538.17	Rp 2,041
6	Alat Bantu	1	Ls	Rp 5,000.00	Rp 5,000
				Jumlah	Rp 213,895
Total Harga satuan Pekerjaan					Rp 346,994

Sumber: Hasil Hitungan

Tabel 7. 7 Pekerjaan Lapis Pondasi Atas (LPA) Kelas A (M3)

No	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga
A Upah					
1	Kepala Tukang/Mandor	0.0085	OH	Rp 146,122	Rp 1,242
2	Pekerja	0.0595	OH	Rp 107,590	Rp 6,402
				Jumlah	Rp 7,644
B Bahan					
1	Agregat Kelas A	1.2586	M3	Rp 216,944	Rp 273,046
				Jumlah	Rp 273,046
C Sewa Peralatan					
1	Truk Tangki Air	0.0141	Hari	Rp 291,538	Rp 4,111
2	Dump Truk 3.5 Ton	0.5043	Jam	Rp 324,152	Rp 163,470
3	Tandem Roller	0.0134	Jam	Rp 462,371	Rp 6,196
4	Motor Grader	0.0043	Jam	Rp 673,388	Rp 2,896
5	Wheel Loader	0.0085	Jam	Rp 505,912	Rp 4,300
6	Alat Bantu	1	Ls	Rp 5,000	Rp 5,000
				Jumlah	Rp 185,972
Total Harga satuan Pekerjaan					Rp 466,661

Sumber: Hasil Hitungan

Tabel 7. 8 Pekerjaan Bahu Agregat Kelas S (M3)

No	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga
A Upah					
1	Kepala Tukang/Mandor	0.025	OH	Rp 146,122	Rp 3,653
2	Pembantu Tukang	0.25	OH	Rp 107,590	Rp 26,897
				Jumlah	Rp 30,551
B Bahan					
1	Agregat Kelas S	1.2	M3	Rp 173,346	Rp 208,016
				Jumlah	Rp 208,016
C Sewa Peralatan					
1	Sewa alat Stemper	0.0088	Jam	Rp 467,013	Rp 4,110
				Jumlah	Rp 4,110
	Total Harga satuan Pekerjaan				Rp 242,676

Sumber: Hasil Hitungan

Tabel 7. 9 Pekerjaan Galian Tanah Biasa Untuk Konstruksi Dinding Penahan Kedalaman 0 – 2 m (M3)

No	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga
A Upah					
1	Kepala Tukang/Mandor	0.0364	OH	Rp 146,122	5,318.85
2	Pekerja	0.1449	OH	Rp 107,590	15,589.77
				Jumlah	Rp 20,909
B Sewa Peralatan					
1	Alat Bantu	1	Ls	Rp 5,000	Rp 5,000
				Jumlah	Rp 5,000
	Total Harga satuan Pekerjaan				Rp 25,909

Sumber: Hasil Hitungan

Tabel 7. 10 Pekerjaan Kontruksi Dinding Penahan (M3)

No	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga
A Upah					
1	Kepala Tukang/Mandor	0.135	OH	Rp 146,122	Rp 19,727
2	Tukang	0.6	OH	Rp 120,684	Rp 72,411
3	Pembantu Tukang	1.5	OH	Rp 107,590	Rp 161,385
				Jumlah	Rp 253,522
B Bahan					
1	Semen PC 50 Kg	3.7218	Zak	Rp 65,322	Rp 243,114
2	Pasir Pasang	0.3384	M3	Rp 223,464	Rp 75,620
3	Batu Kali	1.2	M3	Rp 177,016	Rp 212,419
4	Kapur Pasang	0.1692	M3	Rp 415,784	Rp 70,351
				Jumlah	Rp 601,505
C Sewa Peralatan					
1	Concrete Mixer 0,5 m3	0.65	Jam	Rp 102,236	Rp 66,454
				Jumlah	Rp 66,454
Total Harga satuan Pekerjaan					Rp 921,480

Sumber: Hasil Hitungan

Tabel 7. 11 Pekerjaan CBK Beton K-125 (M3)

No	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga
A Tenaga					
1	Kepala Tukang/Mandor	0.1004	OH	Rp 146,122	Rp 14,671
2	Tukang	0.4016	OH	Rp 120,684	Rp 48,467
3	Pekerja	1.506	OH	Rp 107,590	Rp 162,030
				Jumlah	Rp 225,168
B Bahan					
1	Semen PC 50 Kg	6.191	Zak	Rp 65,322	Rp 404,407
2	Pasir Cor	0.4991	M3	Rp 235,623	Rp 117,600
3	Batu Pecah	0.8837	M3	Rp 251,288	Rp 222,063
4	Air Kerja	185.73	Liter	Rp 6	Rp 1,114
5	Multipleks 12 mm	0.16	Lbr	Rp 177,090	Rp 28,334
6	Kayu Acuan	0.096	M3	Rp 4,819,305	Rp 462,653
7	Paku	0.25	Kg	Rp 19,122	Rp 4,780
				Jumlah	Rp 1,240,952
C Peralatan					
1	Concrete Pan Mixer	0.0502	Jam	Rp 626,627	Rp 31,457
2	Truk Mixer	0.1952	Jam	Rp 679,446	Rp 132,628
3	Truk Tangki Air	0.0422	Jam	Rp 291,538	Rp 12,303
4	Alat Bantu	1	Ls	Rp 5,000	Rp 5,000
				Jumlah	Rp 181,388
Total Harga satuan Pekerjaan					Rp 1,647,507

Sumber: Hasil Hitungan

Tabel 7. 12 Perkerasan Kaku K-350 (M3)

A Tenaga						
1	Mandor	0.151	OH	Rp	146,122	Rp 22,006
2	Tukang	0.703	OH	Rp	120,684	Rp 84,817
3	Pekerja	1.406	OH	Rp	107,590	Rp 151,250
5	Operator	0.035	OH	Rp	164,929	Rp 5,773
6	Pembantu Operator	0.01	OH	Rp	113,719	Rp 1,137
				Jumlah		Rp 264,982
B Bahan						
1	Semen PC 50 Kg	8.20	Zak	Rp	65,322	Rp 535,638
2	Pasir cor/beton	0.62	M3	Rp	235,623	Rp 147,029
3	Batu Pecah	0.79	Kg	Rp	251,288	Rp 198,266
4	Air Kerja	205.00	Liter	Rp	6	Rp 1,230
5	Polytene 125 mikron	0.438	Kg	Rp	26,794	Rp 11,736
6	Curring Compound	0.87	Liter	Rp	49,831	Rp 43,353
7	Muplek 12 mm	0.16	Lembar	Rp	177,090	Rp 28,334
8	Kayu Acuan	0.096	M3	Rp	4,819,305	Rp 462,653
9	Paku	1.024	Kg	Rp	19,122	Rp 19,581
10	Additive	0.914	Liter	Rp	91,745	Rp 83,855
				Jumlah		Rp 1,531,675
C Peralatan						
1	Wheel Loader	0.0244	Jam	Rp	505,912	Rp 12,344
2	Concrete Pan Mixer	0.0502	Jam	Rp	626,627	Rp 31,457
3	Truk Mixer	0.2437	Jam	Rp	679,446	Rp 165,581
4	Concrete Vibrator	0.0502	Jam	Rp	54,165	Rp 2,719
5	Truk Tangki Air	0.0422	Jam	Rp	291,538	Rp 12,303
6	Slipform Paver	0.0074	Jam	Rp	555,563	Rp 4,111
7	Alat Bantu	1	Ls	Rp	5,000	Rp 5,000
				Jumlah		Rp 233,515
	Total Harga satuan Pekerjaan					Rp 2,030,173

Sumber: Hasil Hitungan

Tabel 7. 13 Pekerjaan Joint Sealant (M2)

No	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga
A Tenaga					
1	Mandor	0.0152	OH	Rp 146,122	Rp 2,221
2	Pekerja	0.0763	OH	Rp 107,590	Rp 8,209
				Jumlah	Rp 10,430
B Bahan					
1	Joint Sealant	1.061	Kg	Rp 44,242.51	Rp 46,941
				Jumlah	Rp 46,941
C Peralatan					
1	Compresor	0.0476	Jam	Rp 192,146.50	Rp 9,146
	Sewa Alat				
2	Bantu	0.0476	Jam	Rp 5,000.00	Rp 238
				Jumlah	Rp 9,384
	Total Harga satuan Pekerjaan				Rp 66,756

Sumber: Hasil Hitungan

Tabel 7. 14 Pekerjaan Pembesian dengan Besi Beton Polos/Ulir (Kg)

No	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga
A Tenaga					
1	Mandor	0.004	OH	Rp 146,122	Rp 584
2	Tukang	0.07	OH	Rp 120,684	Rp 8,448
3	Pekerja	0.07	OH	Rp 107,590	Rp 7,531
				Jumlah	Rp 16,564
B Bahan					
1	Besi Beton	1.05	Kg	Rp 11,287.87	Rp 11,852
				Jumlah	Rp 11,852
	Total Harga satuan Pekerjaan				Rp 28,416

Sumber: Hasil Hitungan

Tabel 7. 15 Pekerjaan Galian Drainase (M3)

No	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga
A	Upah				
1	Mandor	0.0052	OH	Rp 146,122	759.84
2	Pekerja	0.0207	OH	Rp 107,590	2,227.11
				Jumlah	Rp 2,987
B	Sewa Peralatan				
1	Excavator	0.0052	Jam	Rp 467,013	Rp 2,428
2	Alat Bantu		1Ls	Rp 5,000	Rp 5,000
				Jumlah	Rp 7,428
	Total Harga satuan Pekerjaan				Rp 10,415

Sumber: Hasil Hitungan

Tabel 7. 16 Pekerjaan Penurunan dan Pemasangan U-ditch 60x80x120 (M)

No	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga
A	Upah				
1	Mandor	0.0038	OH	Rp 146,122	Rp 555
2	Pembantu Tukang	0.1736	OH	Rp 107,590	Rp 18,678
3	Operator	0.038	OH	Rp 164,929	Rp 6,267
				Jumlah	Rp 25,500
B	Bahan				
1	U-Ditch 60x80x120	0.83	M	Rp 745,833.33	Rp 619,042
				Jumlah	Rp 619,042
C	Peralatan				
1	Crawel Crane 35 Ton	0.1736	Jam	Rp 509,207.92	Rp 88,398
				Jumlah	Rp 88,398
	Total Harga satuan Pekerjaan				Rp 732,940

Sumber: Hasil Hitungan

Tabel 7. 17 Pekerjaan Marka Jalan (M)

No	Komponen	Koefisien	Satuan	Harga Satuan Dasar	Total Harga
A Upah					
1	Mandor	0.0999	OH	Rp 146,122.28	Rp 14,598
2	Tukang	0.2998	OH	Rp 120,684.32	Rp 36,181
3	Pekerja	0.7995	OH	Rp 107,589.86	Rp 86,018
				Jumlah	Rp 136,797
B Bahan					
1	Thermoplastic	3.998	Kg	Rp 30,173.60	Rp 120,634
2	Glass Bead	0.461	Kg	Rp 31,380.55	Rp 14,466
				Jumlah	Rp 135,100
C Peralatan					
1	Compressor	0.0999	Jam	Rp 192,146.50	Rp 19,195
2	Sewa Alat Bantu	1	Ls	Rp 5,000.00	Rp 5,000
				Jumlah	Rp 24,195
	Total Harga satuan Pekerjaan				Rp 296,093

Sumber: Hasil Hitungan

7.5 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

Tabel 7. 18 Rekapitulasi RAB

No	Item Pekerjaan	Satuan	Kuantitas	Harga Dasar	Jumlah Harga
I Pekerjaan Persiapan					
1	Survei Lokasi	Ls	1	Rp 2,000,000.00	Rp 2,000,000.00
2	Pembersihan Lapangan	M2	77000	Rp 18,065.10	Rp 1,391,012,700.00
3	Mobilisasi	Ls	1	Rp 5,000,000.00	Rp 5,000,000.00
4	Pembuatan Direksi Keet	Ls	1	Rp 7,500,000.00	Rp 7,500,000.00
5	Pengaturan Lalu Lintas	Ls	1	Rp 10,000,000.00	Rp 10,000,000.00
Total Pekerjaan Persiapan					Rp 1,415,512,700.00
II Pekerjaan Urugan/Timbunan					
1	Timbunan pilihan	M3	23,520.00	Rp 346,993.62	Rp 8,161,289,896.23
2	Urugan LPA Kelas A	M3	5880.00	Rp 466,661.12	Rp 2,743,967,360.92
3	Urugan Kelas S	M3	2100.00	Rp 242,675.88	Rp 509,619,345.51
Total Pekerjaan Urugan/Timbunan					Rp 11,414,876,602.67
III Pekerjaan Struktur Perkerasan					
1	Pekerjaan Pengupasan Aspal	M3	5880.00	Rp 188,157.66	Rp 1,106,367,055.69
2	Pekerjaan CBK (Beton Kelas E)	M3	11550.00	Rp 1,647,507.17	Rp 19,028,707,857.11
3	Pekerjaan perkerasan kaku (Beton Kelas P)	M3	16940.00	Rp 2,030,172.51	Rp 34,391,122,293.63
Total Pekerjaan Beton					Rp 54,526,197,206.44
IV Pekerjaan Pembesian					
1	Pekerjaan Tie Bar (Besi D16)	Kg	46403.08	Rp 28,415.95	Rp 1,318,587,458.47
2	Pekerjaan Dowel (Besi Ø32)	Kg	155095.57	Rp 28,415.95	Rp 4,407,187,267.02
Total Pekerjaan Pembesian					Rp 5,725,774,725.49
V Pekerjaan Drainase					
1	Pekerjaan galian drainase	M3	8536.89	Rp 10,415.41	Rp 88,915,231.86
2	Pekerjaan Pemasangan U-ditch	M	13215.00	Rp 732,940.32	Rp 9,685,806,328.25
Total Pekerjaan Drainase					Rp 9,774,721,560.11
VI Pekerjaan Dinding Penahan Tanah					
1	Galian dinding penahan tanah	M3	112.20	Rp 25,908.62	Rp 2,906,947.36
2	Struktur dinding penahan tanah	M3	233.33	Rp 921,480.15	Rp 215,004,355.10
Total Pekerjaan Dinding Penahan Tanah					Rp 217,911,302.45
VII Pekerjaan Finishing					
1	Pekerjaan marka jalan	M2	738.46	Rp 296,092.79	Rp 218,652,681.47
2	Pekerjaan joint sealant	M	5.082	Rp 66,755.64	Rp 339,252.17
3	Demobilisasi Alat Berat	Ls	1	Rp 5,000,000.00	Rp 5,000,000.00
Total Pekerjaan Pelengkap Jalan					Rp 223,991,933.64
Jumlah					Rp 83,298,986,030.80
PPN 10%					Rp 8,329,898,603.08
Total Biaya					Rp 91,628,884,633.88
Dibulatkan					Rp 91,628,885,000.00

Sumber: Hasil Hitungan

BAB VIII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan peningkatan jalan pada ruas Mojokoerto-Mojosari STA 51+250 s.d 58+250 dengan menggunakan perkerasan kaku untuk panjang jalan 7 Km dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil perhitungan analisa kapasitas jalan pada UR 20 untuk kondisi eksisting 2/2 UD dengan lebar jalan 3,5 m per lajur diperoleh $DS > 0,75$,maka pelebaran jalan dilakukan di awal umur rencana tahun 2017 menjadi 5,5 m tiap lajur dengan kondisi 2/2 UD dan diperoleh nilai $DS = 0,663$ pada akhir umur rencana tahun 2037.
2. Pada analisa perhitungan kontrol geometrik jalan, perhitungan tikungan ruas jalan Mojokerto - Mojosari memenuhi syarat. Sedangkan untuk tanjakan dan turunan ada beberapa lengkung yang tidak memenuhi maka dari itu diperlukan adanya rambu-rambu lalu lintas sesuai dengan yang dibutuhkan.
3. Perencanaan Jalan Mojokerto - Mojosari menggunakan perkerasan kaku (Beton K-350) dengan tebal pelat beton yaitu 22 cm dan bahu jalan menggunakan agregat kelas S. pondasi bawah berupa campuran beton kurus dengan tebal 15 cm sebagai lantai kerja. Sambungan yang digunakan adalah Sambungan Beton Bersambung Tanpa Tulangan (BBTT) dimana untuk sambungan susut memanjang (*tie bars*) menggunakan D16-500 panjang 700 mm dengan jarak antar sambungan susut memanjang 2,75 m dan untuk sambungan susut melintang (*Dowel*) menggunakan $\emptyset 33-300$ panjang 450 mm dengan jarak antar sambungan susut melintang 5 m.

4. Perencanaan saluran tepi drainase menggunakan U-ditch beton pracetak/ precast dengan dimensi 60x80x120. Ada beberapa titik lokasi yang sudah ada saluran tepi drainase dengan ukuran lebih besar, sehingga tidak akan di rubah.
5. Desain dinding penahan menggunakan bahan dari batu kali dengan dimensi tinggi (H) = 1,6 m lebar bawah (B) = 1,1 m dan lebar atas 0,4 m. Untuk kontrol guling ($2,04 > 2$), geser ($4,62 > 1,5$) dan daya dukung ijin ($10 > 3$) sudah memenuhi syarat keamanan yang sudah ditentukan.
6. Metode pelaksanaan pada ruas jalan Mojokerto-Mojosari memiliki beberapa item pekerjaan yaitu pekerjaan persiapan, pekerjaan pengupasan aspal, pekerjaan CTB, pekerjaan struktur perkerasan kaku (*rigid pavement*), dan pekerjaan finishing
7. Rencana anggaran biaya untuk perencanaan Jalan Mojokerto-Mojosari STA 51+250 s.d 58+750 adalah sebesar Rp. 91,628,885,000.

7.2 Saran

Adapun saran yang direkomendasikan dari kesimpulan diatas adalah perencanaan menggunakan perkerasan beton semen sangat direkomendasikan. Selain karena umur rencana yang panjang, anggaran yang diperlukan juga masih relevan untuk dilaksanakan. Sangat cocok untuk daerah dengan tanah dasar yang memiliki daya dukung rendah serta sering tergenang air. Sehingga bisa menjadi masukan untuk pemerintah Kabupaten Mojokerto ataupun pemerintah Provinsi Jawa Timur untuk merealisasikan peningkatan jalan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga “*Manual Kapasitas Jalan Indonesia*”, 1997.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga “*Spesifikasi Standart untuk Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota*”, 1997.
- Standart Nasional Indonesia, “*Perencanaan Perkerasan Beton Semen*”, PD T-14-2003.
- Sukirman, Silvia, “*Dasar dasar Perencanaan Geometrik Jalan*”, Nova, 1999.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga “*Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan*”, (SNI 03-3424-1994)
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga “*Buku Petunjuk Teknis Analisa Biaya Harga Satuan Pekerjaan*”, 2016.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga “*Spesifikasi Teknik Daerah Provinsi Jawa Timur*”, 2015.
- Hardiyatmo, H. C, 2003, “*Mekanika Tanah IP*”, Edisi Ketiga, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H. C, 2007, “*Mekanika Tanah IP*”, Edisi Keempat, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Lampiran

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Budi Purniawan, lahir di Surabaya, 7 Desember 1995, merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Pendidikan formal yang telah ditenuh yaitu, SDN Sidotopo Wetan IV 558 Surabaya (2002-2008), SMPN 15 Surabaya (2008-2011) dan SMAN 7 Surabaya (2011-2014).

Penulis mengikuti Seleksi Masuk ITS dan diterima di jurusan Diploma IV Teknik Sipil, Fakultas Vokasi, ITS Surabaya pada tahun 2015, terdaftar dengan NRP 10111510000029. Dan di Jurusan Diploma IV Teknik Sipil ini, penulis mengambil konsentrasi di bidang bangunan transportasi.

Penulis aktif dalam Himpunan Mahasiswa Diploma Sipil (HMDS) FV ITS serta mengikuti beberapa kegiatan kepanitiaan, pelatihan dan seminar yang diadakan baik dalam tingkat jurusan, fakultas dan institut. Penulis meyakini bahwa tugas akhir ini masih sangat jauh dari sempurna, oleh karenanya kritik dan saran masih dibutuhkan. Penulis dapat dihubungi via email: budipurniawan95@gmail.com