



TUGAS AKHIR TERAPAN

VC 191845

**PERENCANAAN PENINGKATAN KUALITAS RUAS JALAN
JL. RAYA DAMARSI - JL. IR. JUANDA KABUPATEN
SIDOARJO MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU DENGAN
METODE MDP BINA MARGA 2017**

M. FARHAN DANI SANTOSA
NRP. 10111710010108

Dosen Pembimbing I :
Dr. Ir. Machsus, ST., MT.
NIP. 19730914 200501 1 002

Dosen Pembimbing II :
Amalia Firdaus Mawardi, ST., MT.
NIP. 19770218 200501 2 002

PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
2021



TUGAS AKHIR TERAPAN

VC 191845

**PERENCANAAN PENINGKATAN KUALITAS RUAS JALAN
JL. RAYA DAMARSI - JL. IR. JUANDA KABUPATEN
SIDOARJO MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU DENGAN
METODE MDP BINA MARGA 2017**

**M. FARHAN DANI SANTOSA
NRP. 10111710010108**

**Dosen Pembimbing I :
Dr. Ir. Machsus, ST., MT.
NIP. 19730914 200501 1 002**

**Dosen Pembimbing II :
Amalia Firdaus Mawardi, ST., MT.
NIP. 19770218 200501 2 002**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
2021**



FINAL PROJECT

VC 191845

**QUALITY IMPROVEMENT DESIGN USING RIGID
PAVEMENT ON RAYA DAMARSI HIGHWAY - IR.
JUANDA HIGHWAY WITH MDP BINA MARGA 2017
METHOD, SIDOARJO REGENCY**

M. FARHAN DANI SANTOSA

NRP. 10111710010108

COUNSELOR LECTURE I :

Dr. Ir. Machsus, ST., MT.

NIP. 19730914 200501 1 002

COUNSELOR LECTURE II :

Amalia Firdaus Mawardi, ST., MT.

NIP. 19770218 200501 2 002

DIPLOMA IV CIVIL ENGINEERING STUDY PROGRAM
DEPARTMENT OF CIVIL INFRASTRUCTURE ENGINEERING
VOCATIONAL FACULTY
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
2021

**PERENCANAAN PENINGKATAN KUALITAS RUAS JALAN
JL. RAYA DAMARSI - JL. IR. JUANDA KABUPATEN
SIDOARJO MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU DENGAN
METODE MDP BINA MARGA 2017**

PROYEK AKHIR

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

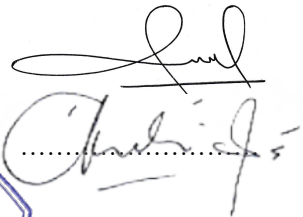
Disusun oleh :



M. FARHAN DANI SANTOSA
NRP. 10111710010108

Disetujui oleh Pembimbing Proyek Akhir :

1. Dr. Ir. Machsus, ST., MT.
NIP. 19730914 200501 1 002
2. Amalia Firdaus Mawardi, ST., MT.
NIP. 19770218 200501 2 002



SURABAYA
AGUSTUS, 2021



Berita Acara Sidang Proyek Akhir

Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi ITS

Semester Genap 2020/2021

Nomor BA :

Nomor Jadwal :

124

Program Studi : D4 Teknik Sipil (TRPPBS)

Diinput oleh : Amalia Firdaus Mawardi, ST., MT.

Bahwa pada hari ini : Rabu, 14 Juli 2021

Pukul : 12:00

s/d

14:00

Di tempat : Online Meeting

Telah dilaksanakan sidang Tugas Akhir dengan iudul:

PERENCANAAN PENINGKATAN KUALITAS RUAS JALAN JL. RAYA DAMARSI - JL. IR. JUANDA KABUPATEN SIDOARJO MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU DENGAN METODE MDP BINA MARGA 2017

Yang dihadiri dan dipresentasikan oleh mahasiswa :

(Hadir / Tidak Hadir)

10111710010108 M. FARHAN DANI SANTOSA

Hadir

Yang dihadiri oleh dosen Pembimbing:

(Hadir / Tidak Hadir)

1 Dr. Machsus, ST., MT.

Hadir

2 Amalia Firdaus Mawardi, ST., MT.

Hadir

Yang dihadiri oleh dosen Penguji:

(Hadir / Tidak Hadir)

1 Aan Fauzi, ST., MT.

Hadir

2 Deris Faisa Ralindra, ST., MT.

Hadir

3

Bahwasanya, musyawarah pembimbing dan penguji pada sidang provek akhir ini memutuskan:

10111710010108 M. FARHAN DANI SANTOSA

LULUS, DENGAN REVISI MINOR

Catatan / revisi / masukan :

1. Aan Fauzi, ST., MT.

a Metode pelaksanaan Perlu gambar secara keseluruhan, baru kemudian di buat per-segmen

b Tata Tulis laporan diperbaiki

c Gambar dilengkapi, long dan cross section

d

e

f

2. Deris Faisa Ralindra, ST., MT.

- a PPT jika diupload, perlu dibuat resume lebih singkat pada poin yang penting
- b Tujuan dan Kesimpulan serta abstrak harus memiliki poin yang sama
- c Cek Volume, cek Harga dan kewajaran harga total pekerjaan dengan panjang jalan
- d Metode pelaksanaan dengan gambar ditambahkan dengan narasi yang sesuai
- e RAB belum ada dalam dalam laporan
- f

3.

- a
- b
- c
- d
- e
- f

Tindak lanjut :

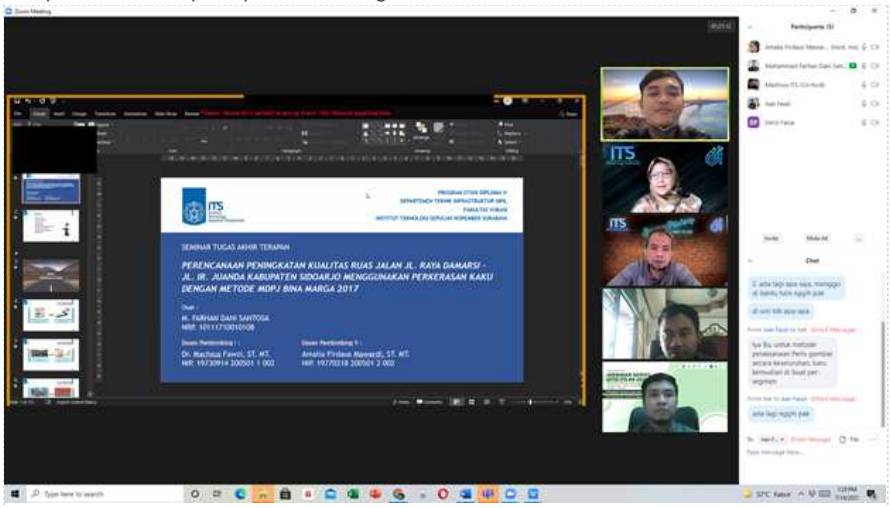
Mahasiswa memperbaiki/merevisi Proyek Akhir sesuai dengan masukan di atas.

Penutup :

Demikian Berita Acara Sidang Proyek Akhir ini dibuat sebagai panduan revisi oleh Mahasiswa.

Lampiran :

Tempelkan screen capture peserta meeting online disini.





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

FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116

Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025

ASISTENSI PROYEK AKHIR TERAPAN

Nama : M. Farhan Dani Santosa
NRP : 10111710010108
**Judul Pugas Akhir : PERENCANAAN PENINGKATAN KUALITAS RUAS JALAN
 JL RAYA DAMARSI - JL. IR. JUANDA KABUPATEN
 SIDOARJO MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU
 DENGAN METODE MDP BINA MARGA 2017**
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Machus Fawzi, ST. MT.

No	Tanggal	Tugas/Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1.	2-01-2021	- Rumusan masalah sesuai latar belakang		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Bab 2 disesuaikan dengan latar belakang				
		- Gambar diagram alir dengan canvas		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Alasan memilih metode MDP 2017				
		- mengapa perkerasan kaku ?				
		- Statement diperkuat paper internasional				
2.	17-04-2021	- Jalan termasuk kelas apa (Jelaskan dan beri sumbernya)		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Tambahkan metode pelaksanaan				
		- metpel di bab 4		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Perempatan sebagai simpang tersendiri				
		- Video animasi hanya rekayasa lalu lintas				



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

FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

Kampus ITS , Jl. Menur 127 Surabaya 60116

Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025

ASISTENSI PROYEK AKHIR TERAPAN

Nama :
NRP :
Judul Pugas Akhir :
Dosen Pembimbing :

No	Tanggal	Tugas/Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
				B	C	K
3.	17-06-2021	- CBR yang direncanakan		B	C	K
		- Trase jalan		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- asumsikan perbaikan jalan				
4.	02-07-2021	- Update perkerasan bita marga dan AASHTO		B	C	K
		- Saluran drainase dilengkapi		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Cross Section & Long section				
		- RAB				
		- Kesimpulan				
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**PERENCANAAN PENINGKATAN KUALITAS RUAS JALAN
JL. RAYA DAMARSI - JL. IR. JUANDA KABUPATEN
SIDOARJO MENGGUNAKAN PERKERASAN KAKU DENGAN
METODE MDP BINA MARGA 2017**

Nama Mahasiswa : M. Farhan Dani Santosa
NRP : 10111710010108
Departemen : Teknik Infrastruktur Sipil - FV ITS
Dosen Pembimbing I : Dr. Ir. Machus, ST., MT.
NIP : 19730914 200501 1 002
Dosen Pembimbing II : Amalia Firdaus Mawardi, ST., MT.
NIP : 19770218 200501 2 002

ABSTRAK

Pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat dari tahun ke tahun menyebabkan jalan menjadi salah satu yang memiliki peran penting dalam memenuhi kebutuhan masyarakat lokal dalam hal aksesibilitas ekonomi dan sosial. Jl. Raya Damarsi – Jl. Ir. Juanda yang merupakan jalan penghubung desa Damarsi dengan desa Kwangsan mengalami kerusakan pada bagian lapisan perkerasan jalan yang ditandai dengan adanya lubang dengan kedalaman dan diameter yang bervariasi serta genangan air yang menutupi lubang dan sebagian badan jalan saat hujan, yang bisa membahayakan para pengguna jalan sebagai akibat dari luapan air saluran drainase.

Dalam tugas akhir ini direncanakan peningkatan kualitas menggunakan perkerasan kaku dengan metode MDP 2017 pada ruas jalan Jl. Raya Damarsi - Jl. Ir. Juanda Kabupaten Sidoarjo dengan beberapa tahapan perencanaan yaitu pengumpulan data-data yang dibutuhkan, mengolah data lalu lintas, perencanaan tebal perkerasan jalan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Bina Marga 2017 dan AASTHO 1993, perencanaan sambungan, perencanaan drainase, dan rencana anggaran biaya menggunakan harga satuan pekerjaan kabupaten Sidoarjo 2020.

Hasil perhitungan perencanaan peningkatan kualitas ruas jalan untuk analisa kapasitas jalan kondisi eksisting tidak memenuhi sampai umur rencana (60 tahun) dengan nilai $DS = 0,78$ pada tahun 2047 yang artinya melebihi batas syarat yaitu $DS < 0,75$. Sehingga diperlukan adanya pelebaran jalan sebesar **1 meter di setiap lajur** untuk memenuhi

kapasitas sampai akhir umur rencana (2060) dengan nilai **DS = 0,86**. Hasil perencanaan tebal perkerasan untuk metode MDP Bina Marga 2017 sebesar **275 mm** dan metode AASTHO 1993 sebesar **250 mm**. Dimensi perencanaan drainase tepi menggunakan U-ditch dengan dimensi **b = 50 cm; h=70 cm; L=120 cm** berbentuk persegi. Total biaya yang dibutuhkan dalam perencanaan ini dengan acuan HSPK Kab. Sidoarjo 2020 dan tebal perkerasan terpilih yaitu metode MDP Bina Marga 2017 dengan tebal perkerasan 275 mm sebesar **Rp. 37.755.476.336**

Kata Kunci : Perencanaan Jalan Perkotaan, Perkerasan Kaku, Tebal Perkerasan, Metode Manual Desain Perkerasan Bina Marga 2017, Metode AASTHO 1993.

Quality improvement design using rigid pavement on Raya Damarsi highway – Ir. Juanda highway with MDP Bina Marga 2017 method, Sidoarjo Regency

Student Name : M. Farhan Dani Santosa
NRP : 10111710010108
Department : Civil Infrastructure Engineering - FV
ITS
Counselor Lecture I : Dr. Ir. Machus, ST., MT.
NIP : 19730914 200501 1 002
Counselor Lecture II : Amalia Firdaus Mawardi, ST., MT.
NIP : 19770218 200501 2 002

ABSTRACT

The growing population growth from year to year causes the road to become one that has an important role in meeting the needs of local communities in terms of economic and social accessibility. Raya Damarsi highway – Ir. Juanda highway which is a connecting road of Damarsi village with Kwangsan village suffered damage to the pavement layer of the road which is characterized by holes with varying depths and diameters and puddles that cover holes and part of the road body when it rains, which can endanger road users as a result of the overflow of drainage channel water.

In this final project, it will be planned to improve the quality using rigid pavement with MDP Bina Marga 2017 method on Raya Damarsi highway – Ir. Juanda highway, Sidoarjo regency with several stages of planning, namely the collection of required data, processing traffic data, planning thick road pavement using MDP Bina Marga 2017 method and AASTHO 1993, connection planning, drainage planning, and the cost budget plans using the Sidoarjo regency work unit price 2020.

*The results of the calculation of planning to improve quality of the road segment for the analysis of existing condition road capacity do not meet until the age of the plan (60 years) with a value of $DS = 0,78$ in 2047 which means exceeding the limit of the requirement of $DS < 0,75$. Because of that, it's need to widen the road by 1 meter in each lane to meet the capacity until the end of the plan life (2060) with a value of $DS = 0,86$. The result of the planning thickness for MDP Bina Marga 2017 method is **275 mm** and for AASTHO 1993 method is **250 mm**. The planning*

*dimension of the side drainage is using U-ditch square type with **b = 50 cm; h = 70 cm; L = 120 cm** dimension. The total cost that needed in road quality improvement planning using rigid pavement with MDP Bina Marga 2017 method on Raya Damarsi highway – Ir. Juanda highway Sidoarjo Regency with HSPK Sidoarjo Regency 2020 as reference and the selected thickness pavement method which MDP Bina Marga 2017 with 275 mm thick is **Rp. 37.755.476.336***

Keyword : Urban Road Planning, Rigid Pavement, Pavement Thickness, MDP Bina Marga 2017 method, AASHTO 1993 method.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur kehadiran Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir Terapan ini dengan judul *“Perencanaan Peningkatan Kualitas Ruas Jalan JL. Raya Damarsi - JL. Ir. Juanda Kabupaten Sidoarjo menggunakan Perkerasan Kaku dengan metode MDP Bina Marga 2017”*.

Proyek Akhir Terapan ini merupakan salah satu syarat akademis pada program studi Lanjut jenjang Diploma IV Teknik Infrastruktur Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Tujuan dari penulisan Proyek Akhir Terapan ini adalah agar mahasiswa dapat mengetahui langkah kerja dari perencanaan jalan dalam suatu proyek dan dapat mengaplikasikan secara langsung di lapangan.

Tersusunnya laporan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan serta bimbingan berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan kali ini, penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Machsus, ST. MT. selaku dosen pembimbing I Proyek Akhir Terapan penulis.
2. Ibu Amalia Firdaus Mawardi, ST., MT. selaku dosen pembimbing II Proyek Akhir Terapan penulis.
3. Orang Tua penulis yang telah memberikan dukungan baik secara moril dan materil yang tak terhingga pada penulis.
4. Insani Larasati Alzahra yang telah mensupport, memberi saran, dan membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini
5. Semua pihak yang telah ikut membantu dalam penyusunan laporan Proyek Akhir Terapan ini, atas segala bantuan dan dukungannya.

Dalam penyusunan Proyek Akhir Terapan ini, penulis menyadari masih banyak kekurangan di dalamnya. Oleh karena itu saran dan kritik yang membangun penulis nantikan dari pembaca demi kesempurnaan laporan ini. Semoga laporan Proyek Akhir Terapan ini dapat memberikan manfaat bagi mahasiswa teknik sipil pada khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Lokasi Studi	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Klasifikasi Jalan.....	5
2.2 Analisa Kapasitas Jalan	6
2.2.1 Analisa Kapasitas (C).....	6
2.2.2 Kapasitas Dasar (C_0)	6
2.2.3 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Lebar Jalur Lalu Lintas (FC_w)	7
2.2.4 Faktor Penyesuaian Kapasitas akibat Pemisah Arah (FC_{SP}).....	7
2.2.5 Faktor Penyesuaian Kapasitas akibat Hambatan Samping (FC_{SF})	8
2.2.5.1 Penentuan Frekuensi Kejadian.....	8
2.2.5.2 Penentuan Kelas Hambatan Samping	9
2.2.6 Faktor Penyesuaian Kapasitas akibat Ukuran Kota (FC_{CS}).....	9
2.2.7 Derajat Kejenuhan (DS).....	9
2.2.8 Arus Lalu Lintas.....	10
2.3 Perencanaan Perkerasan Kaku Metode MDP Bina Marga 2017 ..	10
2.3.1 Umur Rencana.....	11
2.3.2 Analisa Volume Lalu Lintas	11
2.3.2.1 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas	11
2.3.2.2 Faktor Distribusi Lajur.....	12
2.3.2.3 Faktor Ekuivalen Beban.....	12
2.3.2.4 Beban Sumbu Standar Kumulatif (CESAL)	16
2.3.3 Struktur Pondasi Perkerasan.....	16
2.3.4 Daya Dukung Efektif Tanah Dasar	16
2.3.5 Struktur Lapisan Perkerasan.....	17

2.3.6 Jenis Sambungan.....	19
2.3.7 Jenis Bahu Jalan.....	20
2.3.8 Perencanaan Tebal Pelat Perkerasan.....	20
2.3.8.1 Faktor Keamanan Beban	20
2.3.9 Perencanaan Tulangan	21
2.3.9.1 Perkerasan Beton Semen Bersambung Tanpa Tulangan (BBTT).....	21
2.3.9.2 Perkerasan Beton Semen Bersambung Dengan Tulangan (BBDT).....	22
2.3.9.3 Perkerasan Beton Semen Menerus Dengan Tulangan (BMDT).....	22
2.3.10 Perencanaan Sambungan Perkerasan Kaku	24
2.3.10.1 Sambungan Memanjang dengan Batang Pengikat (<i>tie bars</i>)	24
2.3.10.2 Sambungan Pelaksanaan Memanjang.....	25
2.3.10.3 Sambungan Susut Memanjang	26
2.3.10.4 Sambungan Susut Melintang	26
2.3.10.5 Sambungan Pelaksanaan Melintang	27
2.3.11 Daya Dukung Tepi Perkerasan	28
2.4 Perencanaan Perkerasan Kaku Metode AASHTO 1993.....	28
2.4.1 Umur Rancangan	28
2.4.2 Analisis Lalu-Lintas.....	29
2.4.3 Kemampuan Pelayanan (<i>Serviceability</i>)	30
2.4.4 Reliabilitas (<i>R</i>) dan Deviasi Standar Normal (<i>Z_r</i>)	31
2.4.5 Deviasi Standar Keseluruhan (<i>S_o</i>).....	32
2.4.6 Modulus Reaksi Tanah Dasar (<i>k</i>).....	32
2.4.7 Kuat Tekan Beton (<i>f_c'</i>).....	33
2.4.8 Modulus Elastisitas Beton (<i>E_c</i>)	33
2.4.9 Kuat Lentur Beton (<i>flexural strength, S_c'</i>).....	33
2.4.10 Koefisien Drainase (<i>C_d</i>)	34
2.4.11 Koefisien Penyaluran Beban (<i>J</i>).....	34
2.4.12 Persamaan Penentu Tebal Pelat (<i>D</i>)	35
2.5 Perencanaan Drainase Jalan	35
2.5.1 Intensitas Curah Hujan.....	36
2.5.2 Waktu Konsentrasi (<i>T_c</i>).....	37
2.5.3 Koefisien Pengaliran (<i>C</i>).....	39
2.5.4 Menghitung Luas Daerah Pengaliran (<i>A</i>)	39
2.5.5 Menghitung Debit Air (<i>Q</i>)	40
2.5.6 Menghitung Dimensi Saluran Drainase	40

2.5.7 Menghitung Kemiringan Saluran Drainase	42
2.5.8 Menghitung Tinggi Jagaan Saluran Drainase.....	43
2.5.9 Menghitung Kemiringan Tanah	44
2.6 Rencana Anggaran Biaya	44
2.6.1 Volume Pekerjaan	44
BAB III METODOLOGI.....	45
3.1 Diagram Alir.....	45
3.2 Tahapan Perencanaan	45
3.2.1 Persiapan	46
3.2.2 Pengumpulan Data	46
3.2.3 Analisis Data	46
3.2.4 Gambar rencana	47
3.2.5 Metode Pelaksanaan.....	47
3.2.6 Rencana Anggaran Biaya	47
3.2.7 Kesimpulan dan Saran.....	47
BAB IV ANALISA DATA.....	49
4.1 Pengumpulan Data.....	49
4.1.1 Lokasi Proyek.....	49
4.1.2 Data CBR Tanah	49
4.1.3 Data Lalu Lintas	49
4.1.4 Data Perekonomian	50
4.1.5 Data Curah Hujan.....	51
4.2 Pengolahan Data	51
4.2.1 Pengolahan Data Perekonomian.....	51
4.2.2 Pengolahan Data Lalu Lintas	52
4.2.3 Pengolahan Data Curah Hujan	54
BAB V PERENCANAAN STRUKTUR JALAN	57
5.1 Analisa Kapasitas Jalan	57
5.1.1 Menentukan Kapasitas Dasar (Co).....	57
5.1.2 Menentukan Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FC _w).....	57
5.1.3 Menentukan Faktor Penyesuaian Kapasitas akibat Pemisah Arah (FC _{SP})	57
5.1.4 Menentukan Faktor Penyesuaian Kapasitas akibat Hambatan Samping (FC _{SF}).....	57
5.1.5 Menentukan Faktor Penyesuaian Kapasitas akibat Ukuran Kota (FC _{CS}).....	58
5.1.6 Menghitung Nilai Kapasitas (C)	58
5.1.7 Menghitung Nilai Nilai Arus Total Lalu Lintas (Q).....	58

5.1.8 Menghitung Derajat Kejenuhan (DS)	58
5.1.9 Menghitung Nilai Kapasitas Pelebaran Jalan	59
5.1.10 Menghitung Derajat Kejenuhan (DS) setelah pelebaran	59
5.2 Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Metode MDP Bina Marga 2017	60
5.2.1 Umur Rencana	60
5.2.2 Analisis Volume Lalu Lintas	60
5.2.2.1 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas	60
5.2.2.2 Faktor Distribusi Lajur	61
5.2.2.3 Faktor Distribusi Arah	61
5.2.2.4 Beban Sumbu Standar Kumulatif (CESAL)	61
5.2.3 Menentukan Struktur Fondasi	63
5.2.4 Menentukan daya dukung efektif tanah dasar	63
5.2.5 Menentukan Struktur Lapis Perkerasan	63
5.2.6 Perencanaan Tebal Perkerasan	63
5.2.6.1 Beban Lalu Lintas	63
5.2.6.2 Perhitungan Jumlah Repetisi Sumbu	65
5.2.6.3 Data Teknik Perencanaan	65
5.2.6.4 Analisa Fatik dan Erosi (Tebal Taksiran beton = 275 mm)	66
5.2.6.5 Kesimpulan Perhitungan Tebal	69
5.3 Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Metode AASHTO 1993 ...	70
5.3.1 Umur Rencana	72
5.3.2 Reability	72
5.3.3 Menghitung Nilai Ekuivalen (E)	72
5.3.4 Serviceability	74
5.3.5 Modulus Reaksi Tanah Dasar	74
5.3.6 Modulus Elastisitas Beton	74
5.3.7 Flexural Strength (Sc')	74
5.3.8 Load Transfer Coefficient (J)	74
5.3.9 Drainage Coefficient (Cd)	74
5.3.10 Perhitungan Tebal Pelat Beton	75
5.4 Perbandingan Perencanaan Perkerasan Kaku antara Metode MDP Bina Marga 2017 dan ASSHTO 1993	75
5.5 Perencanaan Sambungan Perkerasan	77
5.5.1 Sambungan Melintang	77
5.5.2 Sambungan Memanjang menggunakan Batang Pengikat (<i>Tie Bar</i>)	77
5.6 Perencanaan Saluran Tepi (<i>Drainase</i>)	78

5.6.1 Menentukan Waktu Konsentrasi	79
5.6.2 Menentukan Intensitas Hujan (I).....	80
5.6.3 Menentukan luas daerah pengaliran (A).....	81
5.6.4 Menentukan Koefisien Pengaliran (C).....	81
5.6.5 Menentukan Debit Air (Q)	81
5.6.6 Menentukan Dimensi Saluran	82
5.6.7 Menentukan Kemiringan Saluran (i)	82
BAB VI METODE PELAKSANAAN	89
6.1 Pekerjaan Persiapan	89
6.2 Pekerjaan Drainase	90
6.3 Pekerjaan Galian Perkerasan Lama	91
6.4 Pekerjaan Lapisan Pondasi Agregat B.....	92
6.5 Pekerjaan Lapisan Pondasi Agregat A.....	92
6.6 Pekerjaan Lean Concrete	93
6.7 Pekerjaan Perkerasan Kaku	94
6.8 Rekayasa Arus Lalu Lintas	96
BAB VII RENCANA ANGGARAN BIAYA	99
7.1 Volume Pekerjaan.....	99
7.2 HSPK Kabupaten Sidoarjo Tahun 2020	102
7.3 Rencana Anggaran Biaya Pembangunan	109
BAB VIII PENUTUP.....	111
8.1 Kesimpulan.....	111
8.2 Saran	112
DAFTAR PUSTAKA	115
BIODATA PENULIS	117
LAMPIRAN.....	119

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Kondisi Kerusakan Jalan Eksisting di Jl. Raya Damarsi dan kendaraan dengan muatan yang melebihi kapasitas	1
Gambar 2.1. Tipikal Potongan Melintang Perkerasan Kaku	19
Gambar 2.2 Tipikal sambungan memanjang	25
Gambar 2.3. Ukuran standar penguncian sambungan memanjang	25
Gambar 2.4. Sambungan susut melintang tanpa ruji	26
Gambar 2.5. Sambungan susut melintang dengan ruji	27
Gambar 2.6. Sambungan pelaksanaan yang direncanakan dan yang tidak direncanakan untuk pengecoran per lajur	27
Gambar 2.7. Sambungan pelaksanaan yang direncanakan dan yang tidak direncanakan untuk pengecoran seluruh lebar perkerasan	27
Gambar 2.8. Dukungan Tepi Perkerasan	28
Gambar 2.9. Modulus Reaksi Tanah Dasar Dikoreksi Terhadap Potensi Kehilangan Dukungan Lapis Pondasi Bawah	32
Gambar 2.10. Saluran bentuk trapesium (SNI 03-3424-1994)	40
Gambar 2.11. Saluran Bentuk Segi Empat (SNI 03-3424-1994)	41
Gambar 2.12. Tinggi Jagaan Saluran Drainase Bentuk Trapesium Dan Segi Empat	43
Gambar 2.13. Kemiringan Tanah	44
Gambar 3.1. Diagram Alir Perencanaan	45
Gambar 5.1. Analisa Fatik dan Beban Repetisi Ijin STRT Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan/ tanpa bahu beton (Tafsiran Beton 275 m	67
Gambar 5.2. Analisis erosi dan jumlah repetisi beban berdasarkan faktor erosi, dengan bahu beton (Tafsiran Beton 275 mm)	68
Gambar 6.1. Direksi Kit	89
Gambar 6.2. Papan Nama Proyek	89
Gambar 6.3. Mobilisasi Alat	90
Gambar 6.4. Pemasangan U-ditch	91
Gambar 6.5. Pembongkaran Perkerasan Lama dengan Excavator (kiri) dan Jack Hammer (kanan)	91
Gambar 6.6. Stabilisasi dengan LMC	92
Gambar 6.7. Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat A	93
Gambar 6.8. Pekerjaan Lean Concrete	93
Gambar 6.9. Pemasangan Bekisting	94

Gambar 6.10. Pemasangan Tie bar dan Dowel	94
Gambar 6.11. Pengecoran Jalan Beton	94
Gambar 6.12. Pembentukan Alur Jalan	95
Gambar 6.13. Penyemprotan Curing Compound.....	95
Gambar 6.14. Pemasangan geotextile	95
Gambar 6.15. Cutting Beton	96
Gambar 6.16. Pengisian Joint Sealent.....	96
Gambar 6.17. Site Plan Rekayasa Lalu Lintas pada section 1	97
Gambar 6.18. Site Plan Rekayasa Lalu Lintas pada section 2	97
Gambar 6.19. Site Plan Rekayasa Lalu Lintas pada section 3	98
Gambar 6.20. Site Plan Rekayasa Lalu Lintas pada section 4	98
Gambar 8.1. Sketsa Tebal Perkerasan Rencana	112
Gambar 8.2. Denah sambungan rencana jalan per segmen	112

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Klasifikasi Menurut Kelas Jalan	5
Tabel 2.2. Klasifikasi Menurut Medan Jalan	5
Tabel 2.3. Kapasitas dasar jalan perkotaan	6
Tabel 2.4. Penyesuaian kapasitas untuk pengaruh lebar jalur lalu-lintas untuk jalan perkotaan (FC_w).....	7
Tabel 2.5. Faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisah arah (FC_{SP})	7
Tabel 2.6. Faktor penyesuaian kapasitas untuk pengaruh hambatan samping dan lebar bahu (FC_{SF}) pada jalan perkotaan dengan bahu	8
Tabel 2.7. Faktor bobot hambatan samping	8
Tabel 2.8. Kelas hambatan samping.....	9
Tabel 2.9. Faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (FC_{CS}) pada jalan perkotaan	9
Tabel 2.10. Ekuivalensi Mobil Penumpang untuk Jalan Perkotaan tak terbagi Dua Arah – Dua Lajur	10
Tabel 2.11. Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (UR)	11
Tabel 2.12. Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (i) (%)	12
Tabel 2.13. Faktor Distribusi Lajur (DL).....	12
Tabel 2.14. Pengumpulan Data Beban Lalu Lintas	13
Tabel 2.15. Nilai VDF Masing – masing Jenis Kendaraan Niaga.....	14
Tabel 2.16. Nilai VDF Masing – masing Jenis Kendaraan Niaga Berdasarkan Jenis Kendaraan dan Muatan	15
Tabel 2.17. Desain Fondasi Jalan Minimum.....	17
Tabel 2.18. Pemilihan Jenis Perkerasan	17
Tabel 2.19. Perkerasan Kaku Untuk Jalan dengan Beban Lalu Lintas Berat	18
Tabel 2.20. Perkerasan Kaku Untuk Jalan dengan Beban Lalu Lintas Rendah.....	19
Tabel 2.21. Faktor Keamanan Beban	21
Tabel 2.22. Hubungan kuat tekan beton dan angka ekuivalen baja dan beton (n)	23
Tabel 2.23. Diameter ruji	26
Tabel 2.24. Umur Rancangan Perkerasan	29
Tabel 2.25. Skala PSI.....	30
Tabel 2.26. Nilai Reliability (R)	31
Tabel 2.27. Standard Normal Deviate (Z_r)	31
Tabel 2.28. Loss of Support Factors (LS)	33

Tabel 2.29. Koefisien Drainase (Cd) untuk Perancangan Perkerasan Beton	34
Tabel 2.30. Koefisien Transfer Beban (J)	35
Tabel 2.31. Kemiringan Melintang Perkerasan dan Bahu Jalan	36
Tabel 2.32. Nilai Yt	36
Tabel 2.33. Nilai Yn	37
Tabel 2.34. Nilai Sn	37
Tabel 2.35. Hubungan Kondisi Permukaan dengan Koefisien Hambatan	38
Tabel 2.36. Kecepatan Aliran Air yang diizinkan Berdasarkan Jenis Material	38
Tabel 2.37. Hubungan Kondisi Permukaan Tanah dan Koefisien Pengaliran	39
Tabel 2.38. Nilai perbandingan kemiringan talud	41
Tabel 2.39. Harga n untuk Rumus Manning	42
Tabel 4.1. Hasil data tes CBR laboratorium	49
Tabel 4.2. Data Lalu Lintas Tahun 2018	50
Tabel 4.3. Laju Pertumbuhan PDRB Seri 2010 Menurut Lapangan Usaha	50
Tabel 4.4. Data Curah Hujan	51
Tabel 4.5. Persentase Pertumbuhan PDRB Seri 2010 Menurut Lapangan Usaha	52
Tabel 4.6. Angka Pertumbuhan Kendaraan	52
Tabel 4.7. LHR Jalan Hingga Awal Umur Rencana	53
Tabel 4.8. Volume Kendaraan Jl. Raya Damarsi - Jl. Ir. Juanda 2020 - 2060	53
Tabel 4.9. Perhitungan Curah Hujan Per Tahun	55
Tabel 5.1. Perhitungan DS Tahun 2020	58
Tabel 5.2. Rekapitulasi DS (2/2 UD)	59
Tabel 5.3. Rekapitulasi DS setelah pelebaran	59
Tabel 5.4. Perhitungan Jumlah Beban Sumbu Standar Kumulatif (CESAL)	62
Tabel 5.5. Data Muatan Maksimum dan Pengelompokan Kendaraan Niaga	64
Tabel 5.6. Perhitungan Jumlah Sumbu Berdasarkan Jenis Dan Bebannya	64
Tabel 5.7. Perhitungan Repetisi Sumbu Rencana	65
Tabel 5.8. Analisa Fatik dan Erosi	66

Tabel 5.9. Tegangan Ekuivalen dan Faktor Erosi untuk Perkerasan dengan Bahu Beton (Tebal Taksiran Beton = 275mm).....	66
Tabel 5.10. Tabel Perhitungan AASHTO 1993	70
Tabel 5.11. Jenis-Jenis Kendaraan	72
Tabel 5.12. Rekapitulasi Nilai Ekuivalensi	73
Tabel 5.13. Rekapitulasi Parameter desain	75
Tabel 5.14. Rekapitulasi Perencanaan Pelat beton dengan Metode AASHTO1993.....	75
Tabel 5.15. Perbandingan Perencanaan Perkerasan Kaku Metode MDP Bina Marga 2017 dan ASSHTO 1993	76
Tabel 5.16. Data Perencanaan Saluran Tepi.....	79
Tabel 5.17. Rekapitulasi Perhitungan Waktu Konsentrasi	84
Tabel 5.18. Rekapitulasi Perhitungan Debit dan Dimensi Saluran Tepi	87
Tabel 7.1. Pekerjaan Direksi KIT	102
Tabel 7.2. Pekerjaan Pembuatan Papan Nama Proyek.....	102
Tabel 7.3. Pekerjaan Pembersihan Lapangan.....	103
Tabel 7.4. Pekerjaan Mobilisasi Alat	103
Tabel 7.5. Pekerjaan Pemasangan Stock Pile.....	104
Tabel 7.6. Pekerjaan Perkerasan Kaku dengan manual K100.....	104
Tabel 7.7. Pekerjaan Lapis Agregat Atas	105
Tabel 7.8. Pekerjaan Perkerasan Kaku dengan manual K125	105
Tabel 7.9. Pekerjaan Perkerasan Kaku dengan manual K350.....	106
Tabel 7.10. Pekerjaan Joint Sealant	106
Tabel 7.11. Pekerjaan Dowel	107
Tabel 7.12. Pekerjaan Tie Bar	107
Tabel 7.13. Pekerjaan Galian Tanah	107
Tabel 7.14. Pekerjaan Pemasangan U-ditch.....	108
Tabel 7.15. Pekerjaan Plesteran 1 m ² tebal 15 mm	108
Tabel 7.16. Pekerjaan Demobilisasi Alat	108
Tabel 7.17. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya	109

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan yang menjadi prasarana penting transportasi yang menghubungkan antara wilayah satu dengan yang lainnya. Dengan kondisi jalan yang layak diharapkan dapat memacu pertumbuhan ekonomi di daerah-daerah yang dilaluinya, khususnya di Kabupaten Sidoarjo.

Seiring dengan pertumbuhan dan perkembangan ekonomi, suatu wilayah tidak akan pernah lepas dari keberadaan sektor transportasi yang mendukung pergerakan barang dan manusia sehingga kebutuhan terhadap transportasi akan semakin mengalami peningkatan. Sektor transportasi merupakan sektor penting dalam kehidupan masyarakat dan dapat dikatakan menjadi salah satu peranan penting dalam pembangunan dan pertumbuhan suatu daerah, khususnya di Kecamatan Sedati Kabupaten Sidoarjo.

Jl. Raya Damarsi – Jl. Ir. Juanda merupakan jalan yang menghubungkan desa Damarsi dengan desa Kwangan Kecamatan Sedati, Kabupaten Sidoarjo. Berdasarkan data dari Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Sidoarjo, jalan tersebut termasuk dalam kategori jalan kelas III. Menurut UU No. 22 tahun 2009 pasal 19 ayat 2, jalan kelas III merupakan jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 milimeter, ukuran paling tinggi 3.500 milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 ton. Pada kondisi eksisting, jalan ini mengalami kerusakan pada bagian lapisan perkerasan jalan yang diakibatkan dari kendaraan dengan muatan yang melebihi kapasitas beban rencana jalan seperti pada gambar 1.1



Gambar 1.1 Kondisi Kerusakan Jalan Eksisting di Jl. Raya Damarsi (kiri), dan kendaraan dengan muatan yang melebihi kapasitas (kanan).

Banyak jalan berlubang dengan diameter lubang yang bervariasi mulai dari 50 cm – 150 cm dengan kedalaman lubang dapat mencapai 10 cm. Saat kondisi hujan, tentunya kondisi ini akan semakin parah karena sebagian badan jalan dan lubang tertutup dengan genangan air yang bisa membahayakan para pengguna jalan. Untuk saluran tepi pada kondisi eksisting, saat musim hujan biasanya terjadi luapan air karena dimensi saluran tepi kurang memadai sedangkan debit yang mengalir melebihi kapasitas. Elevasi jalan yang rendah serta kemiringan jalan yang kurang landai menyebabkan adanya genangan air di atas lapisan perkerasan jalan.

Sehubungan dengan masalah tersebut, penulis akan merencanakan peningkatan kualitas jalan dengan menggunakan perkerasan kaku pada ruas jalan Jl. Raya Damarsi – Jl. Ir. Juanda yang meliputi tebal perkerasan, dimensi drainase, dan rencana anggaran biaya dengan umur rencana 40 tahun berdasarkan data data yang tersedia untuk ditulis dalam proyek akhir dengan Judul “*Perencanaan Peningkatan Kualitas Ruas Jalan jl. Raya Damarsi - jl. Ir. Juanda Kabupaten Sidoarjo menggunakan Perkerasan Kaku dengan metode MDP Bina Marga 2017*”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang tentang peningkatan kualitas ruas jalan, maka penulis ingin membahas beberapa hal yang akan terjawab pada bab kesimpulan diantaranya :

1. Berdasarkan hasil analisa perhitungan Degree of Saturation (DS) kondisi eksisting, pada tahun berapa nilai $DS \geq 0,75$ sehingga diperlukan peningkatan kapasitas jalan?
2. Berapa kebutuhan kapasitas rencana jalan pada saat nilai DS kondisi eksisting mencapai $\geq 0,75$ sebagai awal umur rencana hingga 40 tahun kedepan?
3. Berapa tebal perkerasan yang dibutuhkan untuk peningkatan kualitas ruas jalan dengan metode MDP Bina Marga 2017?
4. Berapa tebal perkerasan yang dibutuhkan untuk peningkatan kualitas ruas jalan dengan metode AASHTO 1993?
5. Berapa dimensi saluran tepi (drainase) yang direncanakan untuk mengurangi genangan air pada saat terjadi hujan berdasarkan SNI 03-3424-1994?
6. Berapa anggaran biaya total yang dibutuhkan untuk peningkatan kualitas ruas jalan berdasarkan HSPK Kabupaten Sidoarjo?

7. Bagaimana metode pelaksanaan dan rekayasa lalu lintas yang digunakan dalam proyek peningkatan kualitas ruas jalan ini?

1.3 Tujuan

Dari rumusan masalah maka didapatkan tujuan dari topik tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui hasil perhitungan Degree of Saturation (DS) pada kondisi eksisting.
2. Untuk mengetahui kebutuhan kapasitas rencana jalan yang berpedoman pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997 pada saat nilai DS kondisi eksisting mencapai $\geq 0,75$ sebagai awal umur rencana hingga 40 tahun kedepan.
3. Untuk mengetahui ketebalan perkerasan kaku yang direncanakan pada peningkatan kualitas ruas jalan jl. Raya Damarsi – jl. Ir. Juanda Kabupaten Sidoarjo dengan menggunakan metode MDP Bina Marga 2017 dan metode AASHTO 1993 untuk umur rencana 40 tahun.
4. Untuk mengetahui dimensi saluran tepi (drainase) yang direncanakan untuk jalan tersebut menurut Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan (SNI 03-3424-1994).
5. Untuk mengetahui rencana rancangan anggaran biaya untuk peningkatan kualitas jalan berdasarkan HSPK Kabupaten Sidoarjo.
6. Untuk mengetahui metode pelaksanaan dan rekayasa lalu lintas yang digunakan dalam proyek peningkatan kualitas ruas jalan ini.

1.4 Batasan Masalah

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

1. Data tanah, data hujan, data lalu lintas yang digunakan dalam perencanaan peningkatan kualitas jalan merupakan data sekunder
2. Perencanaan Drainase menggunakan tata cara perencanaan drainase permukaan jalan (SNI 03-3424-1994).
3. Rencana Anggaran Biaya hanya dibatasi pada konstruksi perkerasan jalan dan saluran tepi jalan (drainase) dengan tidak memperhitungkan biaya perawatan perkerasan
4. Perhitungan rencana anggaran biaya menggunakan daftar harga satuan dari “Harga Satuan Pokok Kegiatan” tahun 2020
5. Tidak membahas struktur jembatan

6. Tidak merencanakan waktu penyelesaian pekerjaan
7. Teknik pelaksanaan hanya dibahas sebatas *method statement* pelaksanaan proyek

1.5 Manfaat

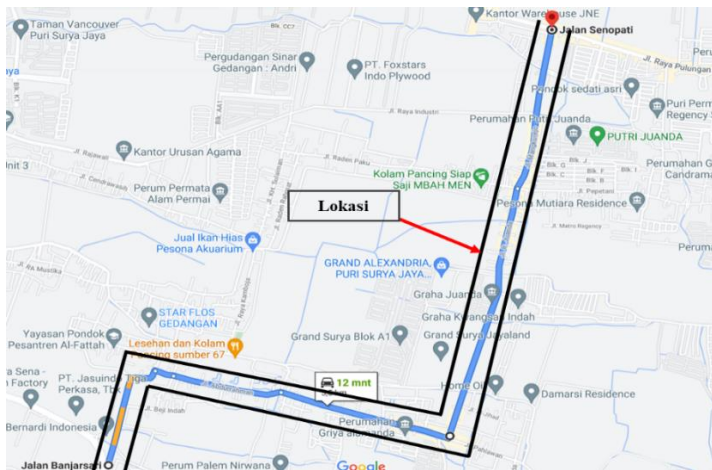
Adapun manfaat yang dapat diambil dari tugas akhir tentang Perencanaan Peningkatan Kualitas Jalan ini adalah :

1. Mampu mengetahui dan melakukan analisis tentang perencanaan jalan raya khususnya peningkatan kualitas jalan menggunakan perkerasan kaku untuk umur rencana jalan (UR) 40 tahun.
2. Menyelesaikan permasalahan lalu lintas pada daerah tersebut dengan menggunakan data hasil survey Dinas Pekerjaan Umum Pemerintahan Kabupaten Sidoarjo.
3. Dampak yang dirasakan dari proyek tersebut terhadap masyarakat khususnya dari sektor perekonomian.

1.6 Lokasi Studi

Nama Proyek : Proyek Peningkatan Jalan Damarsi – Betrol
Kabupaten Sidoarjo

Alamat Proyek : Kecamatan Sedati, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur



Gambar 1.2. Peta Lokasi Perencanaan Peningkatan Kualitas Jalan

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi Jalan

a. Berdasarkan Fungsi Jalan

Klasifikasi berdasarkan fungsi jalan terbagi atas :

- Jalan Arteri adalah jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah masuk dibatasi secara efisien.
- Jalan Kolektor adalah jalan yang melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.
- Jalan Lokal adalah jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

b. Berdasarkan Kelas Jalan

Klasifikasi berdasarkan kelas jalan seperti pada tabel dibawah :

Tabel 2.1. Klasifikasi Menurut Kelas Jalan

Fungsi	Kelas	Muatan Sumbu Terberat, MST (ton)
Arteri	I	> 10
	II	10
	IIIA	8
Kolektor	IIIA	8
	IIIB	

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (No. 038/TBM/1997)

c. Berdasarkan Medan Jalan

Medan jalan diklasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus kontur. Klasifikasi menurut medan jalan seperti pada tabel 2.2 dibawah ini.

Tabel 2.2. Klasifikasi Menurut Medan Jalan

No	Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan (%)
1.	Datar	D	< 3
2.	Perbukitan	B	3 - 25
3.	Pegunungan	G	> 25

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (No. 038/TBM/1997)

- d. Berdasarkan wewenang pembinaan jalan
 Klasifikasi jalan menurut wewenang pembinaannya sesuai PP. No.26/1985 terdiri atas Jalan Nasional, Jalan Propinsi, Jalan Kabupaten/Kotamadya, Jalan Desa, dan Jalan Khusus.

2.2 Analisa Kapasitas Jalan

Analisa kapasitas jalan merupakan suatu susunan prosedur yang digunakan untuk memperkirakan kemampuan daya tampung suatu ruas jalan terhadap arus lalu lintas dalam suatu batasan kondisi operasional tertentu. Tujuan dari analisa ini yaitu untuk memprediksi jumlah lalu lintas maksimum yang mampu dilayani oleh ruas jalan tersebut. Dalam melakukan analisa kapasitas jalan, ada beberapa faktor yang mempengaruhi, diantaranya sebagai berikut :

2.2.1 Analisa Kapasitas (C)

Untuk jalan tak terbagi, pada kedua arah lalu-lintas dilakukan analisa. Untuk jalan terbagi, dilakukan analisa tersendiri pada masing-masing arah lalu-lintas, diibaratkan masing-masing arah merupakan jalan satu arah yang terpisah.

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \text{ (smp/jam)} \text{ (Pers. 2.1)}$$

Keterangan:

- C = Kapasitas
 C_0 = Kapasitas dasar (smp/jam)
 FC_W = Faktor penyesuaian lebar jalur lalu-lintas
 FC_{SP} = Faktor penyesuaian pemisahan arah
 FC_{SF} = Faktor penyesuaian hambatan samping
 FC_{CS} = Faktor penyesuaian ukuran kota

2.2.2 Kapasitas Dasar (C_0)

Kapasitas dasar adalah kapasitas dari suatu segmen jalan untuk kondisi tertentu (geometrik, pola arus lalu lintas, dan faktor lingkungan). Perhatian bahwa pengaruh tipe jalan pada kapasitas dasar juga diperhitungkan seperti yang dapat dilihat pada Tabel 2.3 dibawah ini :

Tabel 2.3. Kapasitas dasar jalan perkotaan

Tipe Jalan	Kapasitas dasar (smp/jam)	Catatan
Empat-lajur terbagi atau Jalan satu-arah	1650	Per lajur
Empat-lajur tak-terbagi	1500	Per lajur
Dua-lajur tak-terbagi	2900	Total dua arah

Sumber : MKJI 1997 hal 5-50

2.2.3 Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Lebar Jalur Lalu Lintas (FC_w)

Penyesuaian untuk lebar jalur lalu lintas ditentukan berdasarkan lebar jalur lalu-lintas efektif (W_c) yang dapat dilihat pada Tabel 2.4 dibawah ini.

Tabel 2.4. Penyesuaian kapasitas untuk pengaruh lebar jalur lalu-lintas untuk jalan perkotaan (FC_w)

Tipe Jalan	Lebar jalur lalu-lintas efektif (W_c) (m)	FC_w
Empat-lajur terbagi atau Jalan satu-arah	Per lajur	
	3,00	0,92
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,04
Empat-lajur tak-terbagi	4,00	1,08
	Per lajur	
	3,00	0,91
	3,25	0,95
	3,50	1,00
Dua-lajur tak-terbagi	3,75	1,05
	4,00	1,09
	Total dua arah	
	5	0,56
	6	0,87
	7	1,00
	8	1,14
9	1,25	
	10	1,29
	11	1,34

Sumber : MKJI 1997 hal 5-51

2.2.4 Faktor Penyesuaian Kapasitas akibat Pemisah Arah (FC_{SP})

Nilai faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisah arah (FC_{SP}) merupakan nilai kapasitas dasar akibat pemisah arah (pembagian arah arus pada jalan dua arah yang dinyatakan sebagai prosentase dari arah arus total pada masing masing arah). Faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisah arah dapat ditentukan sesuai dengan Tabel 2.5 dibawah ini :

Tabel 2.5. Faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisah arah (FC_{SP})

Pemisahan arah SP %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC_{SP}	Dua-lajur 2/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	Empat-lajur 4/2	1,00	0,985	0,97	0,955	0,94

Sumber : MKJI 1997 hal 5-52

2.2.5 Faktor Penyesuaian Kapasitas akibat Hambatan Samping (FC_{SF})

Nilai Faktor Penyesuaian Kapasitas akibat Hambatan Samping (FC_{SF}) merupakan Nilai faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar akibat hambatan samping sebagai fungsi lebar bahu atau jarak kereb-penghalang. Nilai FC_{SF} dapat dilihat pada dibawah ini :

Tabel 2.6. Faktor penyesuaian kapasitas untuk pengaruh hambatan samping dan lebar bahu (FC_{SF})

Tipe jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu (FC_{SF})			
		Lebar bahu efektif W_s			
		$\leq 0,5$	1	1,5	$\geq 2,0$
4/2 D	VL	0,96	0,98	1,01	1,03
	L	0,94	0,97	1,00	1,02
	M	0,92	0,95	0,98	1,00
	H	0,88	0,92	0,95	0,98
	VH	0,84	0,88	0,92	0,96
4/2 UD	VL	0,96	0,99	1,01	1,03
	L	0,94	0,97	1,00	1,02
	M	0,92	0,95	0,98	1,00
	H	0,87	0,91	0,94	0,98
	VH	0,80	0,86	0,90	0,95
2/2 UD atau Jalan satu arah	VL	0,94	0,96	0,99	1,01
	L	0,92	0,94	0,97	1,00
	M	0,89	0,92	0,95	0,98
	H	0,82	0,86	0,90	0,95
	VH	0,73	0,79	0,85	0,91

Sumber : MKJI 1997 hal 5-53

2.2.5.1 Penentuan Frekuensi Kejadian

Dalam penentuan frekuensi kejadian, dapat ditentukan melalui tabel 2.7 dibawah ini.

Tabel 2.7. Faktor bobot hambatan samping

Tipe kejadian hambatan samping	Simbol	Faktor bobot	Frekuensi Kejadian
Pejalan Kaki	PED	0,5	/jam, 200m
Parkir, kendaraan berhenti	PSV	1,00	/jam, 200m
Kendaraan masuk + keluar	EEV	0,7	/jam, 200m
Kendaraan lambat	SMV	0,4	/jam
Total :			

Sumber : MKJI 1997 hal 5-68

2.2.5.2 Penentuan Kelas Hambatan Samping

Dalam penentuan kelas hambatan samping, dapat ditentukan melalui tabel 2.8 dibawah ini.

Tabel 2.8. Kelas hambatan samping

Frekuensi berbobot kejadian	Kondisi Khusus	Kelas hambatan samping	
< 100	Pemukiman hampir tidak ada kegiatan	Sangat Rendah	VL
100 - 259	Permukiman, beberapa angkutan umum, dll.	Rendah	L
300 - 499	Daerah industri dengan toko-toko di sisi jalan	Sedang	M
500 - 899	Daerah niaga dengan aktivitas sisi jalan yang tinggi	Tinggi	H
> 900	Daerah niaga dan aktivitas pasar sisi jalan yang sangat tinggi	Sangat Tinggi	VH

Sumber : MKJI 1997 hal 5-68

2.2.6 Faktor Penyesuaian Kapasitas akibat Ukuran Kota (FC_{cs})

Faktor Penyesuaian Kapasitas akibat Ukuran Kota (FC_{cs}) merupakan nilai faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar akibat ukuran kota berdasarkan jumlah penduduk. Nilai FC_{cs} dapat dilihat pada tabel 2.9 dibawah ini :

Tabel 2.9. Faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (FC_{cs}) pada jalan perkotaan

Ukuran kota (Juta penduduk)	Faktor penyesuaian untuk ukuran kota
< 0,1	0,86
0,1 - 0,5	0,9
0,5 - 1,0	0,94
1,0 - 3,0	1,00
> 3,0	1,04

Sumber: MKJI 1997 hal 5-55

2.2.7 Derajat Kejenuhan (DS)

Dalam merencanakan jalan perkotaan, nilai derajat kejenuhan maksimum yang diperbolehkan adalah $DS \leq 0,75$ (MKJI 1997 halaman 5-59) yang artinya jalan tersebut masih dapat melayani kendaraan yang melintas dengan baik. Jika nilai $DS \geq 0,75$ maka jalan tersebut sudah tidak mampu melayani banyaknya kendaraan yang melintas. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$DS = \frac{Q}{C} \leq 0,75 \quad (\text{Pers. 2.2})$$

Dimana:

DS = Degree of Saturation (Derajat Kejenuhan)

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

C = Kapasitas

2.2.8 Arus Lalu Lintas

Perhitungan arus lalu lintas pada jalan perkotaan berpedoman pada MKJI 1997, dengan menggunakan rumus seperti pada persamaan 2.3 sebagai berikut:

$$Q = LHRT \times k \times emp \quad (\text{Pers. 2.3})$$

Keterangan :

Q = Arus kendaraan (smp/jam)

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

k = Rasio antara arus jam rencana dan LHRT; nilai normal k = 0,09

emp = Ekuivalensi mobil penumpang

Tabel 2.10. Ekuivalensi Mobil Penumpang untuk Jalan Perkotaan tak terbagi Dua Arah – Dua Lajur

Tipe Jalan : Jalan tak terbagi	Arus lalu-lintas total dua arah (kend/jam)	HV	emp	
			MC	
			Lebar jalur lalu-lintas W_c (m)	
			≤ 6	> 6
Dua-lajur tak-terbagi (2/2 UD)	0	1,3	0,5	0,40
	≥ 1800	1,2	0,35	0,25
Empat-lajur tak-terbagi (4/2 UD)	0	1,3	0,40	
	≥ 3700	1,2	0,25	

Sumber : MKJI 1997 hal 5-38

2.3 Perencanaan Perkerasan Kaku Metode MDP Bina Marga 2017

Metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP) Bina Marga tahun 2017 merupakan salah satu metode yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga untuk merencanakan suatu perkerasan jalan, baik perkerasan kaku maupun perkerasan lentur. Dalam metode ini terdiri dari 2 bagian yaitu Bagian pertama, menjelaskan tentang pedoman pembangunan perkerasan jalan baru dan Bagian kedua, tentang rehabilitasi perkerasan jalan. Pada metode ini juga menjelaskan faktor-faktor yang harus dipertimbangkan ketika merencanakan struktur perkerasan kaku, diantaranya sebagai berikut:

2.3.1 Umur Rencana

Umur rencana merupakan jumlah waktu yang dinyatakan dalam satuan tahun yang dihitung dari saat jalan dibuka hingga saat jalan tersebut memerlukan perbaikan, baik dalam skala berat maupun saat dianggap perlu untuk diberi pelapisan ulang pada permukaannya. Perencanaan umur rencana perkerasan baru, dapat dilihat pada tabel 2.11 dibawah ini.

Tabel 2.11. Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (UR)

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun) ⁽¹⁾
Perkerasan Lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir	20
	Fondasi Jalan	40
	Semua perkerasan untuk daerah yang tidak dimungkinkan pelapisan ulang (overlay), seperti: jalan perkotaan, underpass, jembatan, terowongan.	
	<i>Cement Treated Based (CTB)</i>	
Perkerasan Kaku	Lapis fondasi atas, lapis fondasi bawah, lapis beton semen, dan fondasi jalan.	
Jalan tanpa Penutup	Semua elemen (termasuk fondasi jalan)	Minimum 10

Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum, 2017

2.3.2 Analisa Volume Lalu Lintas

Dalam merencanakan perkerasan kaku, diperlukan analisa lalu lintas. Analisa data lalu lintas ini diperlukan untuk menghitung beban lalu lintas rencana yang akan dilayani oleh perkerasan sesuai umur rencana. Terdapat beberapa hal yang harus perlu ditinjau dalam menganalisa data lalu lintas, diantaranya sebagai berikut :

2.3.2.1 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor pertumbuhan arus lalu lintas didasarkan pada data pertumbuhan historis atau rumus yang terkait dengan faktor pertumbuhan lain yang berlaku, jika tidak tersedia dapat menggunakan tabel 2.12 sebagai nilai minimum.

Tabel 2.12. Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (i) (%)

Jenis Jalan	Jawa	Sumatera	Kalimantan	Rata-rata Indonesia
Arteri dan perkotaan	4,80	4,83	5,14	4,75
Kolektor rural	3,50	3,50	3,50	3,50
Jalan desa	1,00	1,00	1,00	1,00

Sumber: MDP revisi Juni 2017 hal 4-2

Pertumbuhan lalu lintas selama periode umur rencana dapat dihitung dengan menggunakan faktor pertumbuhan kumulatif sesuai dengan persamaan 2.4 dibawah ini :

$$R = \frac{(1+0,01 i)^{UR}-1}{0,01 i} \quad (\text{Pers. 2.4})$$

Dengan :

R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

i = laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)

UR = umur rencana (tahun)

2.3.2.2 Faktor Distribusi Lajur

Faktor distribusi lajur untuk kendaraan niaga (truk dan bus) ditentukan pada tabel 2.13. Beban rencana pada setiap lajur tidak boleh melebihi kapasitas lajur pada setiap tahun selama umur rencana. Kapasitas lajur maksimum mengacu pada MKJI 1997.

Tabel 2.13. Faktor Distribusi Lajur (DL)

Jumlah Lajur setiap arah	Kendaraan niaga pada lajur desain (% terhadap populasi kendaraan niaga)
1	100
2	80
3	60
4	50

Sumber: MDP revisi Juni 2017 hal 4-3

2.3.2.3 Faktor Ekuivalen Beban

Dalam merencanakan perkerasan, faktor ekuivalen beban atau VDF (*Vehicle Damage Factor*) digunakan untuk mengubah beban lalu lintas menjadi beban standar (ESA). Analisis struktur perkerasan didasarkan pada jumlah kumulatif ESA pada lajur rencana selama periode umur rencana. Dalam memperhitungkan beban standar (ESA), diperlukan survei beban lalu lintas apabila memungkinkan. Ketentuan pengumpulan data beban lalu lintas ditunjukkan pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.14. Pengumpulan Data Beban Lalu Lintas

Spesifikasi Penyediaan Prasarana Jalan	Sumber Data Beban Gandar*
Jalan Beban Hambatan*	1 atau 2
Jalan Raya	1 atau 2 atau 3
Jalan Sedang	2 atau 3
Jalan Kecil	2 atau 3

Sumber : MDP revisi Juni 2017 hal 4-4

*Data beban gandar dapat diperoleh dari:

1. Jembatan timbang, timbangan statis atau WIM (survei langsung).
2. Survei beban gandar pada jembatan timbang atau WIM yang pernah dilakukan dan dianggap cukup representatif.
3. Data WIM Regional yang dikeluarkan oleh Ditjen Bina Marga.

Jika perencana tidak dapat melakukan pengukuran beban gandar dan data pengukuran beban gandar sebelumnya tidak tersedia, maka nilai VDF dapat menggunakan tabel 2.15 dan untuk menghitungkan ESA dapat digunakan tabel 2.16

Tabel 2.15 menunjukkan nilai VDF regional masing-masing jenis kendaraan niaga yang diolah berdasarkan data penelitian WIM yang dilakukan oleh Ditjen Bina Marga pada tahun 2012 – 2013. Data tersebut perlu diperbarui secara berkala minimal setiap 5 tahun.

Jika survei lalu lintas yang dilakukan dapat mengidentifikasi jenis dan beban kendaraan niaga, maka data VDF untuk masing-masing kendaraan dapat digunakan sesuai tabel 2.15

Tabel 2.15. Nilai VDF Masing – masing Jenis Kendaraan Niaga

Jenis Kendaraan	Sumatera				Jawa				Kalimantan				Sulawesi				Bali, Nusa Tenggara, Maluku dan Papua			
	Beban Aktual		Normal		Beban Aktual		Normal		Beban Aktual		Normal		Beban Aktual		Normal		Beban Aktual		Normal	
	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5
5B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6A	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5
6B	4,5	7,4	3,4	4,6	5,3	9,2	4	5,1	4,8	8,5	3,4	4,7	4,9	9	2,9	4	3	4	2,5	3
7A1	10,1	18,4	5,4	7,4	8,2	14,4	4,7	6,4	9,9	18,3	4,1	5,3	7,2	11,4	4,9	6,7	-	-	-	-
7A2	10,5	20	4,3	5,6	10,2	19	4,3	5,6	9,6	17,7	4,2	5,4	9,4	19,1	3,8	4,8	4,9	9,7	3,9	6
7B1	-	-	-	-	11,8	18,2	9,4	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7B2	-	-	-	-	13,7	21,8	12,6	17,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7C1	15,9	29,5	7	9,6	11	19,8	7,4	9,7	11,7	20,4	7	10,2	13,2	25,5	6,5	8,8	14	11,9	10,2	8
7C2A	19,8	39	6,1	8,1	17,7	33	7,6	10,2	8,2	14,7	4	5,2	20,2	42	6,6	8,5	-	-	-	-
7C2B	20,7	42,8	6,1	8	13,4	24,2	6,5	8,5	-	-	-	-	17	28,8	9,3	13,5	-	-	-	-
7C3	24,5	51,7	6,4	8	18,1	34,4	6,1	7,7	13,5	22,9	9,8	15	28,7	59,6	6,9	8,8	-	-	-	-

Sumber : MDP revisi Juni 2017 hal 4-5

Tabel 2.16. Nilai VDF Masing – masing Jenis Kendaraan Niaga Berdasarkan Jenis Kendaraan dan Muatan

Jenis Kendaraan		Uraian	Konfigurasi sumbu	Muatan ² yang diangkut	Kelompok sumbu	Distribusi tipikal (%)		Faktor Ekuivalen Beban (VDF) (ESA / kendaraan)	
Klasifikasi Lama	Alternatif					Semua Kendaraan bermotor	Semua Kendaraan bermotor kecuali sepeda motor	VDF4 Pangkat 4	VDF5 Pangkat 5
1	1	Sepeda motor	1.1		2	30,4			
2, 3, 4	2, 3, 4	Sedan / Angkot / Pickup / Station wagon	1.1		2	51,7	74,3		
5a	5a	Bus Kecil	1.2		2	3,5	5	0,3	0,2
5b	5b	Bus Besar	1.2		2	0,1	0,2	1	1
6a.1	6.1	Truk 2 sumbu-cargo ringan	1.1	Muatan Umum	2	4,6	6,6	0,3	0,2
6a.2	6.2	Truk 2 sumbu-ringan	1.2	Tanah Pasir, Besi, Semen	2			0,8	0,8
6b1.1	7.1	Truk 2 sumbu-cargo sedang	1.2	Muatan Umum	2	-	-	0,7	0,7
6b1.2	7.2	Truk 2 sumbu-sedang	1.2	Tanah Pasir, Besi, Semen	2			1,6	1,7
6b2.1	8.1	Truk 2 sumbu-berat	1.2	Muatan Umum	2			0,9	0,8
6b2.2	8.2	Truk 2 sumbu-berat	1.2	Tanah Pasir, Besi, Semen	2	3,8	5,5	7,3	11,2
7a1	9.1	Truk 3 sumbu-ringan	1.22	Muatan Umum	2			7,6	11,2
7a2	9.2	Truk 3 sumbu-sedang	11.2	Tanah Pasir, Besi, Semen	2	3,9	5,6	28,1	64,4
7a3	9.3	Truk 3 sumbu-berat	1.222		2	0,1	0,1	28,9	62,2
7b	10	Truk 2 sumbu dan trailer penarik 2 sumbu	1.2-2.2		4	0,5	0,7	36,9	90,4
7c1	11	Truk 4 sumbu-trailer	1.2-22		3	0,3	0,5	13,6	24
7c2.1	12	Truk 5 sumbu-trailer	1.22-222		3			19	33,2
7c2.2	13	Truk 5 sumbu-trailer	1.2-222		3	0,7	1,00	30,3	69,7
7c3	14	Truk 6 sumbu-trailer	1.22-222		3	0,3	0,5	41,6	93,7

Sumber : MDP revisi Juni 2017 hal 4-6

2.3.2.4 Beban Sumbu Standar Kumulatif (CESAL)

Beban sumbu standar kumulatif atau Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESAL) adalah jumlah beban sumbu lalu lintas rencana secara kumulatif pada lajur rencana selama periode umur rencana dan sesuai dengan nilai VDF masing-masing kendaraan niaga dengan menggunakan persamaan 2.5, sebagai berikut :

$$ESA_{TH-1} = (\sum LHR_{JK} \times VDF_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R \quad (\text{Pers. 2.5})$$

Dimana :

ESA_{TH-1} = Kumulatif lintasan sumbu standar ekuivalen (equivalent standard axle) pada tahun pertama

LHR_{JK} = Lintas harian rata-rata tiap jenis kendaraan niaga (satuan kendaraan per hari)

VDF_{JK} = Faktor ekivalen beban (Vehicle Damage Factor) tiap jenis kendaraan niaga sesuai tabel 2.15 dan tabel 2.16

DD = Faktor distribusi arah (nilainya antara 0,3 – 0,7)

DL = Faktor distribusi lajur (Tabel 2.13)

R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif (Persamaan 2.4)

2.3.3 Struktur Pondasi Perkerasan

Dalam struktur perkerasan kaku, faktor kekuatan sangat dipengaruhi oleh kekuatan dari pelat beton sehingga tebal perkerasan beton dapat ditentukan berdasarkan kelompok sumbu kendaraan terberatnya, sebagaimana disajikan pada tabel 2.17.

2.3.4 Daya Dukung Efektif Tanah Dasar

Daya dukung tanah dasar ditentukan dengan pengujian CBR insitu sesuai dengan SNI 031731-1989 atau CBR laboratorium sesuai dengan SNI 03-1744-1989, masing-masing untuk perencanaan tebal perkerasan lama dan perkerasan jalan baru. Apabila tanah dasar mempunyai nilai CBR lebih kecil dari 2 %, maka harus dipasang pondasi bawah yang terbuat dari beton kurus atau Lean-Mix Concrete (LMC) setebal 15 cm yang dianggap mempunyai nilai CBR tanah dasar efektif 5 %.

Tabel 2.17. Desain Fondasi Jalan Minimum

CBR Tanah Dasar (%)	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Uraian Struktur Fondasi	Perkerasan Lentur			Perkerasan Kaku
			Beban lalu lintas pada lajur rencana dengan umur rencana 40 tahun (juta ESA5)			
			< 2	2 - 4	> 4	
			Tebal minimum perbaikan tanah dasar			Stabilisasi Semen
			Tidak diperlukan perbaikan			
≥ 6	SG6	Perbaikan tanah dasar dapat berupa stabilisasi semen atau material timbunan pilihan (sesuai persyaratan spesifikasi umum, Devisi 3 - Pekerjaan Tanah) (pemadatan lapisan ≤ 200 mm tebal gembur)	-	-	100	150 mm stabilisasi di atas 150 mm material timbunan pilihan.
5	SG5		100	150	200	
4	SG4		150	200	300	
3	SG3					
2,5	SG2.5		175	250	350	
Tanah ekspansif (potensi pemuai > 5%)			400	500	600	Berlaku ketentuan yang sama dengan fondasi jalan perkerasan lentur
Perkerasan di atas tanah lunak	SG1	Lapis Penopang	1000	1100	1200	
		-atau- lapis penopang dan geogrid	650	750	850	
Tanah gambut dengan HRS atau DBST untuk perkerasan jalan raya minor (nilai minimum-ketentuan lain berlaku)		Lapis Penopang Berbutir	1000	1250	1500	

Sumber : MDP revisi Juni 2017 hal 7-16

2.3.5 Struktur Lapisan Perkerasan

Pemilihan jenis perkerasan akan bervariasi berdasarkan perkiraan lalu lintas, umur rencana dan kondisi pondasi jalan. Pemilihan jenis perkerasan sebaiknya juga harus mempertimbangkan biaya terendah selama umur pelayanan, keterbatasan serta kepraktisan konstruksi. Perencanaan desain perkerasan jalan dengan metode manual desain perkerasan jalan 2017 harus didasarkan pada biaya umur pelayanan *discounted* terendah. Pemilihan jenis perkerasan berdasarkan jumlah kumulatif beban standar (CESA) lalu lintas selama umur rencana seperti pada tabel 2.18 dibawah ini.

Tabel 2.18. Pemilihan Jenis Perkerasan

Struktur Perkerasan	Bagan Desain	CESA (juta) dalam 20 tahun (pangkat 4 kecuali ditentukan lain)				
		0 - 0,5	0,1 - 4	>4 - 10	>10 - 30	>30 - 200
Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat (di atas tanah dengan CBR \geq 2,5%)	4 (tabel 2.15)	-	-	2	2	2
Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah (daerah pedesaan dan perkotaan)	4A (tabel 2.16)	-	1,2	-	-	-
AC WC modifikasi atau SMA modifikasi dengan CTB (ESA pangkat 5)	3	-	-	-	2	2
AC dengan CTB (ESA pangkat 5)	3	-	-	-	2	2
AC tebal \geq 100 mm dengan lapis fondasi berbutir (ESA pangkat 5)	3B	-	1,2	1,2	2	2
AC atau HRS tipis di atas lapis fondasi berbutir (ESA pangkat 5)	3A	-	1,2	-	-	-
Burda atau Burtu dengan LFA Kelas A atau batuan asli	5	3	3	-	-	-
Lapis Fondasi Soil Cement	6	1	1	-	-	-
Perkerasan tanpa penutup (Japat, jalan kerikil)	7	1	-	-	-	-

Sumber : MDP revisi Juni 2017 hal 3-1

Catatan :

Tingkat kesulitan:

1. kontraktor kecil – medium;
 2. kontraktor besar dengan sumber daya yang memadai;
 3. membutuhkan keahlian dan tenaga ahli khusus – kontraktor spesialis Burtu / Burda.
- Untuk struktur lapisan perkerasan kaku dengan jumlah kumulatif beban standar (CESA) lebih dari 4 juta, termasuk dalam struktur perkerasan kaku dengan lalu lintas berat dapat dilihat pada tabel 2.19 dibawah ini.

Tabel 2.19. Perkerasan Kaku Untuk Jalan dengan Beban Lalu Lintas Berat

Struktur Perkerasan	R1	R2	R3	R4	R5
Kelompok sumbu kendaraan berat (<i>overloaded</i>) (10E6)	< 4.3	< 8.6	< 25.8	< 43	< 86
Dowel dan bahu beton	Ya				
STRUKTUR PERKERASAN (mm)					
Tebal pelat beton	265	275	285	295	305
Lapis Fondasi LMC	100				
Lapis Drainase (dapat mengalir dengan baik)	150				

Sumber : MDP revisi Juni 2017 hal 7-16

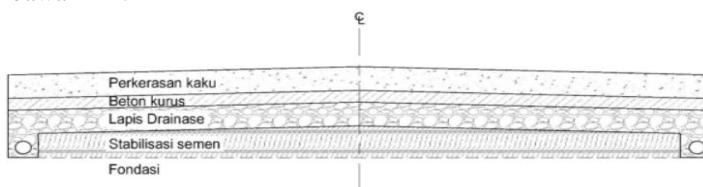
Untuk struktur lapisan perkerasan kaku dengan jumlah kumulatif beban standar (CESA) 0,1 - 4 juta, termasuk dalam struktur perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah. Bagan Desain perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah dapat dilihat pada tabel 2.20 dibawah ini.

Tabel 2.20. Perkerasan Kaku Untuk Jalan dengan Beban Lalu Lintas Rendah

	Tanah Dasar			
	Tanah Lunak dengan Lapis Penopang		Dipadatkan normal	
Bahu pelat beton (<i>tied shoulder</i>)	Ya	Tidak	Ya	Tidak
	Tebal Pelat Beton (mm)			
Akses terbatas hanya mobil penumpang dan motor	160	175	135	150
Dapat diakses oleh truk	180	200	160	175
Tulangan distribusi retak	Ya		Ya jika daya dukung fondasi tidak seragam	
<i>Dowel</i>	Tidak dibutuhkan			
LMC	Tidak dibutuhkan			
Lapis Fondasi Kelas A (ukuran butir nominal maksimum 30 mm)	125 mm			
Jarak sambungan melintang	4 m			

Sumber : MDP revisi Juni 2017 hal 7-16

Susunan struktur lapisan pada perkerasan kaku dapat diketahui dari gambar tipikal potongan melintang, dapat dilihat pada gambar 2.1 dibawah ini :



Gambar 2.1 Tipikal Potongan Melintang Perkerasan Kaku

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan revisi Juni 2017

2.3.6 Jenis Sambungan

Dalam merencanakan jenis perkerasan kaku, sambungan diperlukan untuk menghubungkan setiap segmen yang ada pada perkerasan kaku, penggunaan sambungan didasarkan pada beban lalu lintas rendah ataupun berat, jika beban lalu lintas rendah, Maka tidak perlu menggunakan sambungan dowel, dan untuk beban lalu lintas berat diperlukan sambungan dengan dowel.

2.3.7 Jenis Bahu Jalan

Untuk jenis perkerasan kaku, biasanya digunakan bahu beton. Bahu beton termasuk dalam jenis bahu diperkeras, untuk memenuhi kebutuhan berikut :

- a. Jika terdapat kerb (bahu ditutup sampai dengan garis kerb).
- b. Gradien jalan lebih dari 4%.
- c. Sisi yang lebih tinggi dari kurva superelevasi
- d. Jalan dengan LHRT lebih dari 10.000 kendaraan.
- e. Jalan tol dan jalan bebas hambatan.

Material yang digunakan dalam membuat perkerasan bahu jalan dapat berupa :

- a. Penetrasi makadam;
- b. Burtu / Burda;
- c. Beton aspal (AC);
- d. Beton semen;
- e. Kombinasi bahu beton 500 mm – 600 mm atau pelat beton dengan tied shoulder, atau bahu dengan aspal.

Untuk perencanaan lalu lintas bahu jalan, beban lalu lintas desain pada bahu jalan tidak boleh kurang dari 10% lalu lintas lajur rencana, atau sama dengan lalu lintas yang diperkirakan akan menggunakan bahu jalan (diambil yang terbesar). (Kementerian PUPR, 2017)

2.3.8 Perencanaan Tebal Pelat Perkerasan

Dalam perencanaan tebal pelat perkerasan kaku, tebal pelat perkerasan kaku dapat ditaksir berdasarkan pada tabel 2.19 atau tabel 2.20 dan juga memperhitungkan total fatik serta kerusakan erosi berdasarkan komposisi lalu-lintas selama umur rencana. Jika kerusakan fatik atau erosi melebihi 100%, tebal taksiran pelat ditambah dan proses perencanaan dapat diulangi. Tebal rencana adalah perkiraan tebal minimum yang mempunyai total fatik dan atau total kerusakan erosi kurang dari atau sama dengan 100%.

2.3.8.1 Faktor Keamanan Beban

Pada penentuan beban rencana, beban sumbu dikalikan dengan faktor keamanan beban (F_{KB}) yang dapat dilihat pada tabel 2.21

Tabel 2.21. Faktor Keamanan Beban

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

Sumber : Pd T-14-2003 hal.12

2.3.9 Perencanaan Tulangan

Perencanaan tulangan perkerasan kaku, kebutuhan jumlah tulangan dipengaruhi oleh jarak sambungan susut, sedangkan untuk perkerasan kaku beton bertulang menerus, diperlukan jumlah tulangan yang cukup untuk mengurangi sambungan susut. Berikut merupakan tujuan utama penulangan pada perkerasan kaku, yaitu :

- a. Membatasi lebar retakan, agar kekuatan pelat tetap dapat dipertahankan
- b. Memungkinkan penggunaan pelat yang lebih panjang agar dapat mengurangi jumlah sambungan melintang sehingga dapat meningkatkan kenyamanan
- c. Mengurangi biaya pemeliharaan

2.3.9.1 Perkerasan Beton Semen Bersambung Tanpa Tulangan (BBTT)

Pada perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan, ada kemungkinan bahwa perkuatan perlu dipasang untuk mengendalikan retak. Bagian pelat yang diperkirakan akan mengalami keretakan sebagai akibat dari konsentrasi tegangan yang tidak dapat dihindari dengan pengaturan pola sambungan, maka diharuskan pelat perkerasan untuk diberi tulangan.

2.3.9.2 Perkerasan Beton Semen Bersambung Dengan Tulangan (BBDT)

Luas penampang tulangan dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$A_s = \frac{\mu \times L \times M \times g \times h}{2 \times f_s} \quad (\text{Pers. 2.6})$$

Dimana :

A_s = luas penampang tulangan baja (mm^2/m lebar pelat)

f_s = kuat-tarik ijin tulangan (MPa). Biasanya 0,6 kali tegangan leleh

g = gravitasi (m/detik^2)

h = tebal pelat beton (m)

L = jarak antara sambungan yang tidak diikat dan/atau tepi bebas pelat (m)

M = berat per satuan volume pelat (kg/m^3)

μ = koefisien gesek antara pelat beton dan pondasi bawah

2.3.9.3 Perkerasan Beton Semen Menerus Dengan Tulangan (BMDT)

a. Tulangan Memanjang

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

$$P_s = \frac{100 \times f_{ct} \times (1,3 - 0,2\mu)}{f_y - n \times f_{ct}} \quad (\text{Pers. 2.7})$$

Dengan pengertian :

P_s = persentase luas tulangan memanjang yang dibutuhkan terhadap luas penampang beton (%)

f_{ct} = kuat tarik langsung beton = $(0,4 - 0,5 f_{cf})$ (kg/cm^2)

f_y = tegangan leleh rencana baja (kg/cm^2)

n = angka ekuivalensi antara baja dan beton (E_s/E_c)

μ = koefisien gesekan antara pelat beton dengan lapisan di bawahnya

Untuk nilai hubungan kuat tekan beton dan angka ekivalen baja dan beton (n) dapat dilihat pada tabel 2.22 dibawah ini.
Tabel 2.22. Hubungan kuat tekan beton dan angka ekivalen baja dan beton (n)

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

Sumber : Pd-T-14-2003 hal 30

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

$$L_{cr} = \frac{f_{ct}^2}{n \cdot p^2 \cdot u \cdot f_b (\epsilon_s \cdot E_c - f_{ct})} \quad (\text{Pers. 2.8})$$

Dimana :

L_{cr} = jarak teoritis antara retakan (cm).

p = perbandingan luas tulangan memanjang dengan luas penampang beton.

u = perbandingan keliling terhadap luas tulangan = 4/d.

f_b = tegangan lekat antara tulangan dengan beton = (1,97√f'_c)/d. (kg/cm²)

ε_s = koefisien susut beton = (400 x 10⁻⁶).

f_{ct} = kuat tarik langsung beton = (0,4 - 0,5 f_{cf}). (kg/cm)

n = angka ekivalensi antara baja dan beton (E_s/E_c)

E_s = modulus elastisitas baja = 2,1 x 10⁶ (kg/cm²)

E_c = modulus elastisitas beton = 1485 √f'_c (kg/cm²)

Jarak retakan teoritis yang dihitung dengan persamaan 2.8 di atas harus memberikan hasil antara 150 - 250 cm. Dan jarak antar tulangan 100 mm - 225 mm serta diameter batang tulangan memanjang berkisar antara 12 mm - 20 mm. (Pd-T-14-2003)

b. Tulangan Melintang

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

$$A_s = \frac{\mu \times L \times M \times g \times h}{2 \times f_s} \quad (\text{Pers. 2.9})$$

Dimana :

A_s = luas penampang tulangan baja (mm^2/m lebar pelat)

f_s = kuat-tarik ijin tulangan (MPa). Biasanya 0,6 kali tegangan leleh

g = gravitasi (m/detik^2)

h = tebal pelat beton (m)

L = jarak antara sambungan yang tidak diikat dan/atau tepi bebas pelat (m)

M = berat per satuan volume pelat (kg/m^3)

μ = koefisien gesek antara pelat beton dan pondasi bawah

2.3.10 Perencanaan Sambungan Perkerasan Kaku

Sambungan pada perkerasan kaku bertujuan untuk :

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

Semua sambungan harus ditutup dengan bahan penutup (joint sealer), kecuali pada sambungan isolasi; harus diberi bahan pengisi (joint filler). Penutup sambungan dimaksudkan untuk mencegah masuknya air dan benda lain ke dalam sambungan perkerasan.

2.3.10.1 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. (Pd-T-14-2003)

Ukuran batang pengikat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$A_t = 204 \times b \times h \quad (\text{Pers. 2.10})$$

$$I = (38,3 \times \phi) + 75 \quad (\text{Pers. 2.11})$$

Dengan pengertian :

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

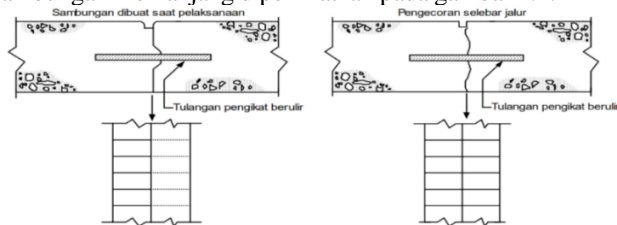
b = Jarak terkecil antar sambungan atau jarak sambungan dengan tepi perkerasan (m).

h = Tebal pelat (m).

l = Panjang batang pengikat (mm).

ϕ = Diameter batang pengikat yang dipilih (mm).

Jarak batang pengikat yang digunakan adalah 75 cm. Tipikal sambungan memanjang diperlihatkan pada gambar 2.2.



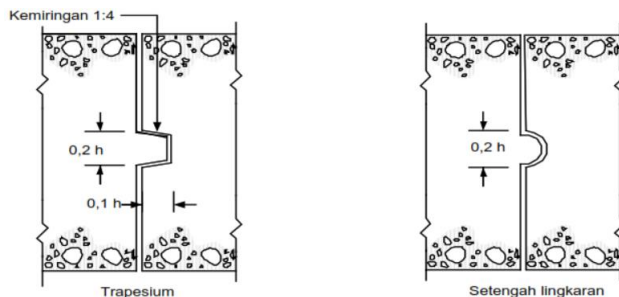
Gambar 2.2 Tipikal sambungan memanjang

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan revisi Juni 2017

2.3.10.2

Sambungan Pelaksanaan Memanjang

Sambungan pelaksanaan memanjang umumnya dilakukan dengan cara penguncian. Bentuk dan ukuran penguncian dapat berbentuk trapesium atau setengah lingkaran sebagai mana diperlihatkan pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Ukuran standar penguncian sambungan memanjang

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan revisi Juni 2017

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

2.3.10.3 Sambungan Susut Memanjang

Sambungan susut memanjang dapat dilakukan dengan dua cara yaitu menggergaji atau membentuk saat beton masih dalam keadaan plastis dengan kedalaman sepertiga dari ketebalan pelat perkerasan.

2.3.10.4 Sambungan Susut Melintang

Kedalaman sambungan sekitar seperempat dari ketebalan pelat perkerasan dengan lapisan pondasi berbutir atau sepertiga dari ketebalan pelat untuk lapisan pondasi stabilisasi semen seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.4 dan Gambar 2.5.

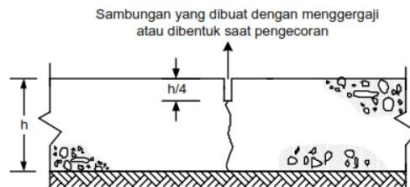
Jarak sambungan susut melintang untuk perkerasan beton bersambung tanpa tulangan sekitar 4 - 5 m, sedangkan untuk perkerasan beton bersambung dengan tulangan 8 - 15 m dan untuk sambungan perkerasan beton menerus dengan tulangan sesuai dengan kemampuan pelaksanaan. Sambungan ini harus dilengkapi dengan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

Setengah panjang ruji polos harus dicat atau dilumuri dengan bahan anti lengket untuk menjamin tidak ada ikatan dengan beton. Diameter ruji tergantung pada ketebalan pelat beton sebagaimana terlihat pada Tabel 2.23 dibawah ini.

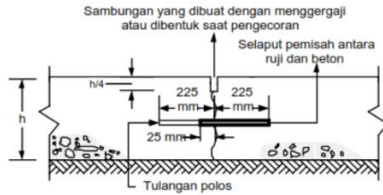
Tabel 2.23 Diameter ruji

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 hal 14



Gambar 2.4 Sambungan susut melintang tanpa ruji
Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan revisi Juni 2017

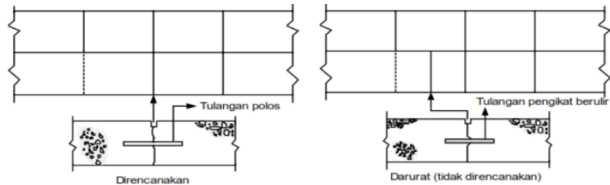


Gambar 2.5 Sambungan susut melintang dengan ruiji
 Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan revisi Juni 2017

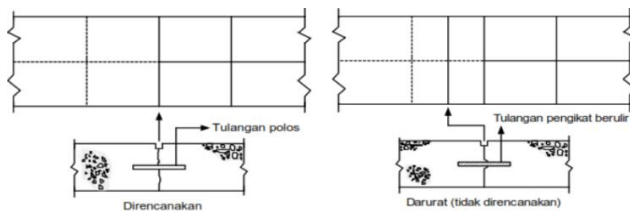
2.3.10.5 Sambungan Pelaksanaan Melintang

Sambungan pelaksanaan melintang yang tidak direncanakan (darurat) harus menggunakan batang pengikat berulir, sedangkan pada sambungan yang direncanakan harus menggunakan batang tulangan polos yang diletakkan di tengah tebal pelat. tipikal sambungan pelaksanaan melintang diperlihatkan pada Gambar 2.6 dan Gambar 2.7.

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 2.6. Sambungan pelaksanaan yang direncanakan dan yang tidak direncanakan untuk pengecoran per lajur
 Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan revisi Juni 2017

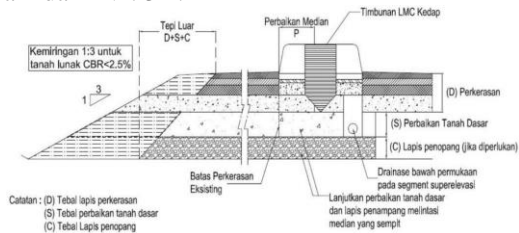


Gambar 2.7. Sambungan pelaksanaan yang direncanakan dan yang tidak direncanakan untuk pengecoran seluruh lebar perkerasan
 Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan revisi Juni 2017

2.3.11 Daya Dukung Tepi Perkerasan

Struktur perkerasan memerlukan daya dukung tepi yang cukup, terutama bila terletak pada tanah lunak atau tanah gambut. Ketentuan daya dukung tepi harus dinyatakan secara detil dalam gambar-gambar kontrak (drawings). Ketentuan minimum adalah:

1. Setiap lapis perkerasan harus dipasang sampai lebar yang sama atau lebih dari nilai minimum seperti pada gambar 2.8
2. Timbunan tanpa penahan pada tanah lunak ($CBR < 2.5\%$) atau tanah gambut harus dipasang pada kemiringan tidak lebih curam dari $1V : 3H$.



Gambar 2.8. Dukungan Tepi Perkerasan

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan revisi Juni 2017

2.4 Perencanaan Perkerasan Kaku Metode AASHTO 1993

Hardiyatmo (2015) mengemukakan bahwa pertimbangan utama dalam mendesain perkerasan beton atau perkerasan kaku adalah kekuatan struktur betonnya. Semakin tebal perkerasan beton maka akan semakin baik dalam menahan beban lalu lintas yang berat karena tegangan lentur yang bekerja di dalam beton menjadi berkurang. Dalam merencanakan perkerasan beton umumnya diasumsikan perkerasan tersebut akan melayani lalu lintas lebih dari 50.000, 18 kip *ESAL*, selama masa pelayanan.

2.4.1 Umur Rancangan

AASHTO (1993) menyarankan bahwa umur perkerasan yang di definisikan sebagai periode analisis. Penentuan waktu analisis sangat dipengaruhi oleh kondisi jalan yang direncanakan. Umur Rencana ditentukan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.24

Tabel 2.24. Umur Rancangan Perkerasan

Kondisi Jalan Raya	Periode Analisis Umur Rancangan (tahun)
Perkotaan Volume Tinggi	30 - 50
Pedesaan Volume Tinggi	20 - 50
Volume Rendah, Jalan Diperkeras	15 - 25
Volume Rendah, Permukaan Agregat	10 - 20

Sumber: AASHTO (1993)

2.4.2 Analisis Lalu-Lintas

Menurut Suryawan (2009), traffic design merupakan salah satu parameter lalu lintas yang digunakan dalam perencanaan tebal perkerasan. Berdasarkan AASHTO 1993, penentuan traffic design dapat ditentukan menggunakan Persamaan 2.12 dibawah ini

$$W_{18} = \sum_{N1}^{Nn} LHR_j \times VDF_j \times D_D \times D_L \times 365 \quad (\text{Pers. 2.12})$$

$$W_{18} = \text{Traffic design pada lajur lalu lintas (ESAL)}$$

LHR_j = Jumlah lalu lintas harian rata-rata 2 arah untuk kendaraan

VDF_j = Vehicle Damage Factor untuk jenis kendaraan

D_D = Faktor distribusi arah

D_L = Faktor distribusi lajur

N₁ = Lalu lintas pada tahun pertama jalan dibuka

N_n = Lalu lintas pada akhir umur rencana

Suryawan (2009) menguraikan lalu lintas yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan kaku adalah lalu lintas kumulatif selama umur rencana. Besaran ini didapatkan dengan mengalikan beban gandar standar kumulatif pada jalur rencana selama setahun (W_{18}) dengan besaran kenaikan lalu lintas (*traffic growth*) yang dapat di lihat pada Persamaan 2.13.

$$W_t = W_{18} + \frac{(1+g)^n - 1}{g} \quad (\text{Pers. 2.13})$$

W_t = Jumlah beban gandar tunggal standar kumulatif

W₁₈ = Beban gandar standar kumulatif selama 1 tahun

n = Umur pelayanan, atau umur rencana UR (tahun)

g = Perkembangan lalu-lintas (%)

2.4.3 Kemampuan Pelayanan (*Serviceability*)

Selesai pembangunan perkerasan jalan dan lalu lintas mulai dibuka dengan berjalannya waktu kemampuan pelayanan jalan semakin berkurang. *AASHTO* mengembangkan konsep penilaian kemampuan pelayanan (*serviceability rating*) yang dikaitkan dengan kerataan dan kemampuan pelayanan perkerasan yang dinyatakan dalam indeks kemampuan pelayanan sekarang (*Present Serviceability Index, PSI*). Tingkat penurunan pelayanan atau kerusakan perkerasan dinyatakan oleh kehilangan *PSI* pada suatu skala 0 sampai 5. Penilaian skala *PSI* dapat ditunjukkan pada Tabel 2.25.

Tabel 2.25. Skala *PSI*

Skala <i>PSI</i>	Kategori
0 – 1	Sangat Buruk
1 – 2	Buruk
2 – 3	Sedang
3 – 4	Baik
4 – 5	Sangat baik

Sumber: *AASHTO* (1993)

Kemampuan pelayanan awal (*Initial Serviceability, Po*) bergantung pada tingkat kehalusan atau kerataan perkerasan awal. *AASHTO*(1993) menyarankan untuk perkerasan kaku atau perkerasan beton nilai P_o yang dipakai adalah 4,5. Kemampuan pelayanan akhir (*Terminal Serviceability, Pt*) bergantung pada kekasaran atau ketidakrataan jalan yang masih memungkinkan untuk dilalui kendaraan sebelum dilakukan rehabilitasi. Perancangan tebal perkerasan membutuhkan pemilihan indeks kemampuan pelayanan awal dan akhir. *AASHTO* (1993) menyarankan nilai-nilai kemampuan pelayanan akhir (P_t) adalah sebagai berikut.

1. Jalan raya utama, nilai P_t adalah 2,5 atau 3
2. Jalan raya dengan lalu lintas rendah, nilai P_t adalah 2
3. Jalan raya relatif minor, nilai P_t adalah 1,5

Kehilangan kemampuan pelayanan total (*total loss of serviceability*) dapat dinyatakan dengan persamaan 2.14

$$\Delta PSI = P_o - P_t \quad (\text{Pers. 2.14})$$

dengan:

ΔPSI = Kehilangan kemampuan pelayanan total

P_o = Kemampuan pelayanan awal

P_t = Kemampuan pelayanan akhir

2.4.4 Reliabilitas (R) dan Deviasi Standar Normal (Z_r)

Reliability menyatakan tingkat kemungkinan bahwa perkerasan yang dirancang akan tetap memuaskan selama masa pelayanan (Hardiyatmo, 2015). Nilai reliability yang lebih besar menunjukkan kinerja perkerasan yang lebih baik namun membutuhkan tebal perkerasan yang lebih tebal.

Tabel 2.26. Nilai Reliability (R)

Klasifikasi Jalan	Nilai Reliability (%)	
	Perkotaan	Pedesaan
Jalan Bebas Hambatan	85 - 99,9	80 - 99,9
Arteri	80 - 99	75 - 95
Kolektor	80 - 95	75 - 95
Lokal	50 - 80	50 - 80

Sumber: AASHTO (1993)

Tabel 2.27. Standard Normal Deviate (Z_r)

Reliability (%)	Standard Normal Deviate (Z_r)
50	0,000
60	- 0,253
70	- 0,524
75	- 0,674
80	- 0,841
85	- 1,037
90	- 1,282
91	- 1,340
92	- 1,405
93	- 1,476
94	- 1,555
95	- 1,645
96	- 1,751
97	- 1,881
98	- 2,054
99	- 2,327
99,9	- 3,090
99,99	- 3,750

Sumber: AASHTO (1993)

AASHTO (1993) menyarankan nilai-nilai reliability (R) yang digunakan dalam perancangan berbagai klasifikasi jalan. Penentuan nilai reliability akan berhubungan dengan penentuan nilai standard normal deviate (Z_r). Penentuan nilai reliability (R) ditunjukkan pada tabel 2.26 dan penentuan nilai standard normal deviate (Z_r) ditunjukkan tabel 2.27.

2.4.5 Deviasi Standar Keseluruhan (S_o)

Hardiyatmo (2015) menyatakan deviasi standar keseluruhan (S_o) merupakan parameter yang digunakan untuk memperhitungkan adanya variasi dari input data. Deviasi standar keseluruhan dipilih sesuai dengan kondisi lokal. AASHTO (1993) menyarankan nilai deviasi standar keseluruhan (S_o) untuk perkerasan kaku di antara 0,30 - 0,40. Nilai deviasi standar keseluruhan (S_o) yang umum digunakan yaitu 0,35.

2.4.6 Modulus Reaksi Tanah Dasar (k)

Modulus reaksi tanah dasar (k) menggunakan gabungan formula dan grafik penentuan modulus reaksi tanah dasar berdasar ketentuan *CBR* tanah dasar. AASHTO (1993) menyarankan penentuan nilai *modulus of subgrade reaction* (k) dapat ditentukan dengan Persamaan 2.15 dan Persamaan 2.16.

$$MR = 1500 \times CBR \quad (\text{Pers. 2.15})$$

$$k = \frac{MR}{19,4} \quad (\text{Pers. 2.16})$$

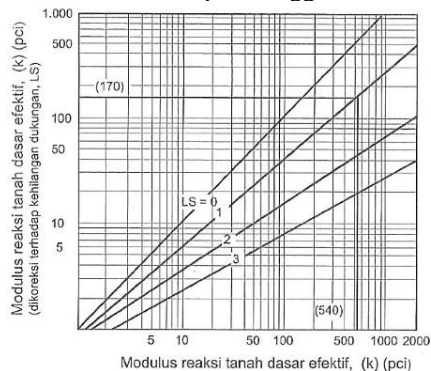
dengan:

MR = *Modulus resilient*

CBR = *California Bearing Ratio*

k = *Modulus of subgrade reaction*

Modulus reaksi tanah dasar yang didapat dari formula kemudian dikoreksi terhadap kehilangan dukungan lapi pondasi untuk mendapat modulus reaksi tanah efektif. Penentuan modulus reaksi tanah dasar efektif dapat menggunakan Gambar 2.9.



Gambar 2.9. Modulus Reaksi Tanah Dasar Dikoreksi Terhadap Potensi Kehilangan Dukungan Lapis Pondasi Bawah
Sumber: AASHTO (1993)

Modulus reaksi tanah dasar efektif dipengaruhi oleh faktor kehilangan dukungan yang didasarkan pada potensi erosi material pondasi bawah. Faktor kehilangan dukungan (*loss of support factors*) seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.28

Tabel 2.28. Loss of Support Factors (LS)

No	Tipe Material	LS
1	<i>Cement treated granular base</i> (E = 1000000 - 2000000 psi)	0 - 1
2	<i>Cement aggregate mixtures</i> (E = 500000 - 1000000 psi)	0 - 1
3	<i>Asphalt treated base</i> (E = 350000 - 1000000 psi)	0 - 1
4	<i>Bituminous stabilized mixtures</i> (E = 40000 - 300000 psi)	0 - 1
5	<i>Lime stabilized</i> (E = 20000 - 70000 psi)	1 - 3
6	<i>Unbound granular materials</i> (E = 15000 - 45000 psi)	1 - 3
7	<i>Fine grained / natural subgrade materials</i> (E= 3000 - 4000 psi)	2 - 3

Sumber: AASHTO (1993)

2.4.7 Kuat Tekan Beton (f_c')

Hardiyatmo (2015) menguraikan bahwa kuat tekan beton merupakan kemampuan beton untuk menahan besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Secara tipikal, kuat tekan beton umur 7 hari bisa mencapai 70% dan pada umur 14 hari mencapai 85-90% dari kuat tekan beton 28 hari. Kuat tekan beton umur 28 hari berkisar 10-65 Mpa. Kebanyakan struktur beton bertulang menggunakan kuat tekan antara 17-30 Mpa. Uji tekan beton umumnya mempunyai kekuatan tekan beton maksimum pada regangan sekitar 0,002.

2.4.8 Modulus Elastisitas Beton (E_c)

$$E_c = 57000 \times \sqrt{f_c'} \quad (\text{Pers. 2.17})$$

dengan :

E_c = Modulus Elastisitas Beton (psi)

W_c = Berat Volume Beton (pcf)

f_c' = Kuat tekan beton 28 hari (psi)

Kuat tekan beton f_c ditetapkan sesuai dengan spesifikasi pekerjaan. Di Indonesia umumnya menggunakan $f_c' = 350 \text{ kg/cm}^2$.

2.4.9 Kuat Lentur Beton (*flexural strength, S_c'*)

uat lentur beton merupakan kemampuan balok beton untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu yang diberikan pada balok beton tersebut sampai balok beton patah (Hardiyatmo, 2015).

Kuat lentur (flexural strength) beton umur 28 hari disyaratkan tidak boleh lebih rendah dari 4 MPa (40 kg/cm²) sesuai Pd.T05-2004-B. Kuat lentur beton dengan agregat batu pecah menurut Pd.T-14-2003 dapat ditentukan dengan Persamaan 2.18

$$Sc' = 0,75 \times \sqrt{fc'} \quad (\text{Pers. 2.18})$$

dengan :

Sc' = Kuat lentur (MPa)

fc' = Kuat tekan beton 28 hari (MPa)

2.4.10 Koefisien Drainase (C_d)

Penentuan nilai koefisien drainase bergantung pada kualitas drainase yang mempertimbangkan air hujan atau air dari atas permukaan jalan yang akan masuk ke dalam pondasi jalan, air dari samping jalan yang akan masuk ke pondasi jalan serta muka air tanah yang tinggi di bawah tanah dasar. Nilai koefisien drainase dapat di lihat pada Tabel 2.29.

Tabel 2.29. Koefisien Drainase (C_d) untuk Perkerasan Beton

Kualitas Drainase	Persentase Waktu Struktur Perkerasan Terkena Air			
	< 1 %	1 - 5%	5 - 25%	> 25 %
Sangat baik	1,25 - 1,20	1,20 - 1,15	1,15 - 1,10	1,10
Baik	1,20 - 1,15	1,15 - 1,10	1,10 - 1,00	1,00
Sedang	1,15 - 1,10	1,10 - 1,00	1,00 - 0,90	0,90
Buruk	1,10 - 1,00	1,00 - 0,90	0,90 - 0,80	0,80
Sangat Buruk	1,00 - 0,90	0,90 - 0,80	0,80 - 0,70	0,70

Sumber: AASHTO (1993)

2.4.11 Koefisien Penyaluran Beban (J)

Hardiyatmo (2015) menyatakan koefisien transfer beban (J) adalah faktor yang digunakan dalam perancangan perkerasan kaku untuk memperhitungkan kemampuan struktur beton dalam mentransfer atau mendistribusikan beban yang melintas di atas sambungan atau retakan. Nilai transfer beban yang dapat digunakan sebagai pendekatan yaitu untuk sambungan dengan dowel sebesar 2,5 - 3,1.

AASHTO (1993) menyarankan untuk perkerasan kaku bersambung tanpa dilengkapi alat transfer beban pada sambungannya maka direkomendasikan nilai transfer beban sebesar 3,8-4. Nilai koefisien transfer beban (J) yang digunakan sebagai parameter desain dapat di lihat pada tabel 2.30

Tabel 2.30. Koefisien Transfer Beban (J)

Bahu Jalan	Aspal		Pelat Beton Semen Portland Terikat	
	Ya	Tidak	Ya	Tidak
Alat Transfer Beban				
Tipe Perkerasan:				
1. Perkerasan Beton Tak Bertulang Bersambungan (JPCP) dan Bertulang Bersambungan (JRCP)	3,2	3,8 - 4,4	2,5 - 3,1	3,6 - 4,2
2. Perkerasan Beton Bertulang Kontinyu (CRCP)	2,9 - 3,2	Tidak Ada	2,3 - 2,9	Tidak Ada

Sumber: AASHTO (1993)

2.4.12 Persamaan Penentu Tebal Pelat (D)

$$\begin{aligned} \log_{10} W_{18} = & Z_R \times S_o + 7,35 \log_{10}(D+1) - 0,06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4,5-1,5} \right]}{1 + \frac{1,624 \times 10^7}{(D+1)^{8,46}}} \\ & + (4,22 - 0,32p_i) \times \\ & \log_{10} \frac{S_c C_d \times [D^{0,75} - 1,132]}{215,63 \times J \times [D^{0,75} - \frac{18,42}{(E_c/k)^{0,25}}]} \end{aligned} \quad (\text{Pers. 2.18})$$

Dimana :

- W_{t18} = Beban sumbu standar total (ESA) selama umur rencana
- Z_r = Standar Normal Deviasi
- S_o = Standar deviasi
- D = Tebal pelat beton (inch)
- ΔPSI = Serviability
- P_o = Initial serviceability index
- S_c' = Modulus of rupture sesuai spesifikasi pekerjaan (psi)
- C_d = Drainage Coefficient
- J = Load transfer coefficient
- E_c = Modulus elastisitas (psi)
- k = Modulus reaksi tanah dasar (pci)

2.5 Perencanaan Drainase Jalan

Saluran drainase jalan merupakan saluran yang direncanakan di tepi jalan yang berfungsi untuk menampung, membuang, dan mengalirkan air hujan yang jatuh dipermukaan perkerasan jalan dan daerah di sekitar jalan yang masih terdapat pada suatu catchment area agar tidak merusak konstruksi jalan yang ada. Dalam merencanakan konstruksi jalan, diperlukan adanya kemiringan

melintang agar memudahkan dan mempercepat mengalirnya air ke sistem drainase di tepi jalan. Kemiringan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.31 dibawah ini :

Tabel 2.31. Kemiringan Melintang Perkerasan dan Bahu Jalan

No.	Jenis lapisan permukaan jalan	Kemiringan melintang normal (i)
1	Beraspal, beton	2% - 3%
2	Japat	4% - 6%
3	Kerikil	3% - 6%
4	Tanah	4% - 6%

Sumber : SNI 03-3424-1994 hal 5

2.5.1 Intensitas Curah Hujan

Perhitungan intensitas curah hujan (I) menggunakan analisa distribusi frekuensi, rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum(X_1 - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (\text{Pers. 2.19})$$

$$X_t = \bar{x} + \frac{S_x}{S_n} (Y_t - Y_n) \quad (\text{Pers. 2.20})$$

$$I = \frac{90\% + X_t}{4} \quad (\text{Pers. 2.21})$$

Keterangan :

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

\bar{x} = nilai rata – rata aritmatik hujan kumulatif

S_x = standar deviasi

Y_t = variasi yang merupakan fungsi periode ulang

Y_n = nilai yang tergantung pada n

S_n = standar deviasi merupakan fungsi dari n

I = intensitas curah hujan mm/jam

Dalam menentukan variasi yang merupakan fungsi dalam suatu periode ulang dapat dilihat pada tabel 2.32

Tabel 2.32. Nilai Y_t

Periode Ulang (tahun)	Variasi yang Berkurang
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2505
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001

Sumber : SNI 03-3424-1994 hal 16

Untuk menentukan nilai yn berdasarkan jumlah data curah hujan dapat dilihat pada tabel 2.33

Tabel 2.33. Nilai Yn

n	0	1	2	3	4	5	6
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157
20	0,5225	0,5252	0,5288	0,5283	0,5255	0,5309	0,5320
30	0,5352	0,5371	0,5380	0,5388	0,5402	0,5402	0,5410
40	0,5435	0,5422	0,5448	0,5453	0,5458	0,5453	0,5468
50	0,5485	0,5485	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508
60	0,5521	0,5534	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538
70	0,5548	0,5552	0,5555	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580
90	0,5566	0,5589	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595

Sumber : SNI 03-3424-1994 hal 16

Standard deviasi yang merupakan fungsi n dapat dilihat pada Tabel 2.34 berikut :

Tabel 2.34. Nilai Sn

n	0	1	2	3	4	5	6
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316
20	0,0628	1,0696	1,0696	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961
30	0,1124	1,1159	1,1159	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313
40	0,1413	1,1436	1,1436	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538
50	0,1607	1,1623	1,1623	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696
60	0,1747	1,1759	1,1759	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814
70	0,1899	1,1863	1,1863	1,1881	1,1890	1,1898	1,1906
80	0,1938	1,1945	1,1945	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980
90	0,2007	1,2013	1,2020	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044

Sumber : SNI 03-3424-1994 hal 16

2.5.2 Waktu Konsentrasi (Tc)

Waktu konsentrasi adalah lama waktu yang diperlukan air untuk mengalir dari titik terjauh pada daerah pengairan ke lokasi drainase. Waktu konsentrasi dipengaruhi oleh kemiringan saluran, kecepatan aliran dan kondisi permukaan saluran. Dari ketiga pengaruh tersebut, Perhitungan waktu konsentrasi (Tc) menggunakan rumus berikut :

$$T_c = t_1 + t_2 \quad (\text{Pers. 2.22})$$

Untuk mendapatkan inlet time (t_1) digunakan rumus :

$$t_1 = \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_o \times \frac{N_d}{\sqrt{s}} \right)^{0,167} \quad (\text{Pers. 2.23})$$

Untuk mendapatkan nilai time of flow (t_2) menggunakan rumus :

$$t_2 = \frac{L}{60V} \quad (\text{Pers. 2.24})$$

Keterangan :

T_c = Waktu konsentrasi (menit).

t_1 = Waktu inlet (menit).

t_2 = Waktu aliran (menit).

L_o = jarak titik terjauh ke fasilitas drainase

L = panjang saluran.

N_d = koefisien hambatan

S = Kemiringan daerah pengaliran.

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

Dalam perhitungan untuk mencari t_1 dibutuhkan nilai N_d . Nilai N_d ditentukan berdasarkan tabel 2.35 yang menunjukkan hubungan kondisi permukaan tanah dengan koefisien hambatan.

Tabel 2.35. Hubungan Kondisi Permukaan dengan Koefisien Hambatan

No.	Kondisi Lapis Permukaan	N_d
1	Lapis semen dan aspal beton	0,013
2	Permukaan licin dan kedap air	0,020
3	Permukaan licin dan kokoh	0,100
4	Tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0,200
5	Padang rumput dan rerumputan	0,400
6	Hutan gundul	0,600
7	Hutan rimbun dan hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai rapat	0,800

Sumber : SNI 03-3424-1994 hal 16

Tabel 2.36. Kecepatan Aliran Air yang diizinkan Berdasarkan Jenis Material

Jenis Bahan	Kecepatan aliran air 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	1,1
Kerikil kasar	1,2
Batu-batu besar	1,5
Pasangan Batu	1,5
Beton	1,5
Beton Bertulang	1,5

Sumber : SNI 03-3424-1994 hal 7

2.5.3 Koefisien Pengaliran (C)

Aliran yang menuju ke dalam saluran drainase berasal dari suatu catchment area di sekitar saluran drainase untuk menentukan koefisien pengaliran digunakan rumus :

$$C_{gabungan} = \frac{\sum Ci \times Ai}{\sum Ai} \quad (\text{Pers. 2.25})$$

Keterangan :

Ci = koefisien pengaliran

Ai = Luas daerah pengaliran

Dalam perhitungan untuk mencari $C_{gabungan}$ dibutuhkan nilai koefisien pengaliran. Nilai koefisien ini ditentukan berdasarkan kondisi permukaan tanah. Nilai koefisien tersebut dapat dilihat pada tabel 2.37 dibawah ini.

Tabel 2.37. Hubungan Kondisi Permukaan Tanah dan Koefisien Pengaliran

No.	Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran (C)
1.	Jalan Beton dan Jalan Aspal	0,70 - 0,95
2.	Jalan kerikil & jalan tanah	0,40 - 0,70
3.	Bahu Jalan :	
	- Tanah berbutir halus	0,40 - 0,65
	- Tanah berbutir kasar	0,10 - 0,20
	- Batuan masif keras	0,70 - 0,85
	- Batuan masif lunak	0,60 - 0,75
4.	Daerah Perkotaan	0,70 - 0,95
5.	Daerah Pinggir Kota	0,60 - 0,70
6.	Daerah industri	0,60 - 0,90
7.	Pemukiman padat	0,40 - 0,60
8.	Pemukiman tidak padat	0,40 - 0,60
9.	Taman dan kebun	0,20 - 0,40
10.	Persawahan	0,45 - 0,60
11.	Perbukitan	0,70 - 0,80
12.	Pegunungan	0,75 - 0,90

Sumber : SNI 03-3424-1994 hal 16

2.5.4 Menghitung Luas Daerah Pengaliran (A)

Batas luas daerah pengaliran (A) tergantung dari pembebasan daerah sekitarnya. Untuk mendapatkan luas daerah pengaliran digunakan rumus:

$$L = L_1 + L_2 + L_3 \quad (\text{Pers. 2.26})$$

$$A = L (L_1 + L_2 + L_3) \quad (\text{Pers. 2.27})$$

Dimana :

L = batas daerah pengaliran yang diperhitungkan

- L_1 = ditetapkan dari as jalan sampai bagian tepi perkerasan
- L_2 = ditetapkan dari tepi perkerasan sampai bahu
- L_3 = tergantung dari daerah setempat dan panjang maksimum
- A = luas daerah pengaliran

2.5.5 Menghitung Debit Air (Q)

Debit air adalah jumlah air yang mengalir masuk ke dalam saluran tepi. Dari keseluruhan analisis diatas, maka debit air yang melalui saluran dapat dihitung menggunakan rumus :

$$Q = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A \quad (\text{Pers. 2.28})$$

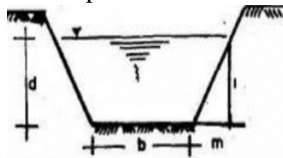
Keterangan :

- Q = debit air (m^3)
- C = Koefisien Pengaliran
- I = Intensitas Hujan (mm/jam)
- A = Luas daerah pengaliran (km^2)

2.5.6 Menghitung Dimensi Saluran Drainase

Bentuk saluran tepi dipilih berdasarkan beberapa faktor seperti kondisi tanah dasar, kecepatan aliran air yang masuk, dan permukaan air tanah yang dalam atau dangkal. Saluran tepi diperhitungkan sedemikian rupa sehingga dapat menampung dan mengalirkan air (hujan) dari permukaan perkerasan jalan dan area sekitar jalan. Hal perlu diperhitungkan dalam perencanaan dimensi saluran adalah sebagai berikut:

1. Penampang basah yang paling ekonomis untuk menampung debit maksimum (Fe), yaitu :
 - Saluran bentuk trapesium :



Gambar 2.10. Saluran bentuk trapesium

Sumber : SNI 03-3424-1994

$$\frac{b+2 md}{2} = d\sqrt{m^2 + 1} \quad (\text{Pers. 2.29})$$

$$R = \frac{d}{2} \quad (\text{Pers. 2.30})$$

Kemiringan talud tergantung dari besarnya debit, dapat dilihat pada tabel 2.38.

Tabel 2.38. Nilai perbandingan kemiringan talud

Debit air Q (m ³ /detik)	Kemiringan Talud
0,00 - 0,75	1 : 1
0,75 - 15	1 : 1,5
15 - 80	1 : 2

Sumber : SNI 03-3424-1994 hal 21

Keterangan :

b = lebar saluran (m)

d = kedalaman saluran tergenang air (m)

m = perbandingan kemiringan talud

R = jari-jari hidrolis (m)

- Saluran bentuk segi empat :

b = 2d (Pers. 2.31)

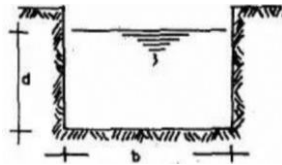
R = $\frac{d}{2}$ (Pers. 2.32)

Keterangan :

b = lebar saluran (m)

d = kedalaman saluran tergenang air (m)

R = jari-jari hidrolis (m)



Gambar 2.11. Saluran Bentuk Segi Empat

Sumber : SNI 03-3424-1994

2. Penampang basah berdasarkan debit air dan kecepatan (V), menggunakan rumus dibawah ini :

$$Fd = \frac{Q}{v} \quad (\text{Pers. 2.33})$$

Keterangan :

Fd = luas penampang (m²)

Q = Debit air (m³)/detik

V = Kecepatan aliran (m/detik) (tabel 2.36)

3. Dimensi selokan ditentukan atas dasar :

$$Fe = Fd \quad (\text{Pers. 2.34})$$

Keterangan :

Fe = luas penampang ekonomis (m²)

Fd = luas penampang berdasarkan debit air yang ada (m²)

2.5.7 Menghitung Kemiringan Saluran Drainase

Tabel 2.39. Harga n untuk Rumus Manning

No.	Tipe Saluran	Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
	<u>SALURAN BUATAN</u>				
01.	Saluran tanah, lurus teratur	0,017	0,020	0,023	0,025
02.	Saluran tanah yang dibuat 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 diledakkan, 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 daerah	0,020	0,025	0,028	0,030
	<u>SALURAN ALAM</u>				
08.	Bersih, lurus, tidak berpasir, tidak berlubang	0,025	0,028	0,030	0,033
09.	Bersih, lurus, tidak berpasir, tidak berlubang 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.	Melengkung, bersih, berlubang, dan berdinding pasir, dangkal, tidak teratur	0,040	0,045	0,050	0,055
12.	Melengkung, bersih, berlubang, berdinding pasir, berbatu dan ada tumbuh-tumbuhan	0,035	0,040	0,045	0,050
13.	Melengkung, bersih, berlubang, dan berdinding pasir, dangkal, tidak teratur, 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
	<u>SALURAN BUATAN, BETON, ATAU BATU KALI</u>				
16.	Saluran pasangan batu, tanpa penyelesaian	0,025	0,030	0,033	0,035
17.	Saluran pasangan batu, 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 hal 26

Untuk memperhitungkan kemiringan saluran drainase samping menggunakan rumus :

$$V = \frac{1}{n} \times (R)^{\frac{2}{3}} \times (i)^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Pers. 2.35})$$

$$I = \left\{ \frac{V \times n}{R^{\frac{2}{3}}} \right\}^2 \quad (\text{Pers. 2.36})$$

Keterangan :

V = kecepatan aliran (m/detik)

n = koefisien kekasaran manning (Tabel 2.39)

R = F/P = jari-jari hidrolis

F = luas penampang basah (m²)

P = keliling basah (m)

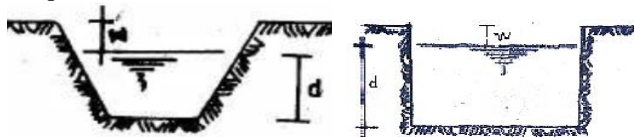
i = kemiringan saluran yang diizinkan

Dari hasil kedua perhitungan diatas akan dibandingkan.

- Apabila (i lapangan) < (i perhitungan), maka kemiringan selokan direncanakan sesuai dengan i perhitungan
- Apabila (i lapangan) > (i perhitungan), maka harus dibuat pematah arus

2.5.8 Menghitung Tinggi Jagaan Saluran Drainase

Tinggi jagaan (W) untuk saluran drainase bentuk trapesium dan segi empat ditentukan berdasarkan rumus :



Gambar 2.12. Tinggi Jagaan Saluran Drainase bentuk Trapesium dan Segi Empat

Sumber : SNI 03-3424-1994

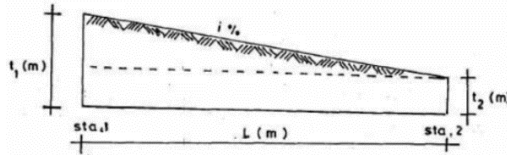
$$w = \sqrt{0,5 d} \quad (\text{Pers. 2.37})$$

Keterangan :

d = tinggi selokan yang terendam air

2.5.9 Menghitung Kemiringan Tanah

Kemiringan tanah ditempat saluran ditentukan dari hasil pengukuran di lapangan dan hasil perhitungan dengan menggunakan rumus :



Gambar 2.13. Kemiringan Tanah
Sumber : SNI 03-3424-1994

$$I = \frac{t_1 - t_2}{L} \times 100 \% \quad (\text{Pers. 2.38})$$

Keterangan :

t_1 = tinggi tanah di bagian tertinggi (m)

t_2 = tinggi tanah di bagian terendah (m)

2.6 Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya adalah rencana yang dibutuhkan untuk membiayai pelaksanaan hasil perencanaan suatu proyek. Estimasi biaya diperoleh dengan menjumlahkan hasil perkalian antara harga satuan masing masing pekerjaan dengan volume masing masing pekerjaan. Perhitungan volume ini didasarkan pada hasil perencanaan profil melintang (cross section) dan profil memanjang (long section) pada lampiran. Untuk data harga satuan pekerjaan dan koefisien diperoleh dari Harga Satuan Pokok Kegiatan 2020 untuk Sidoarjo yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga, Sidoarjo, Provinsi Jawa Timur.

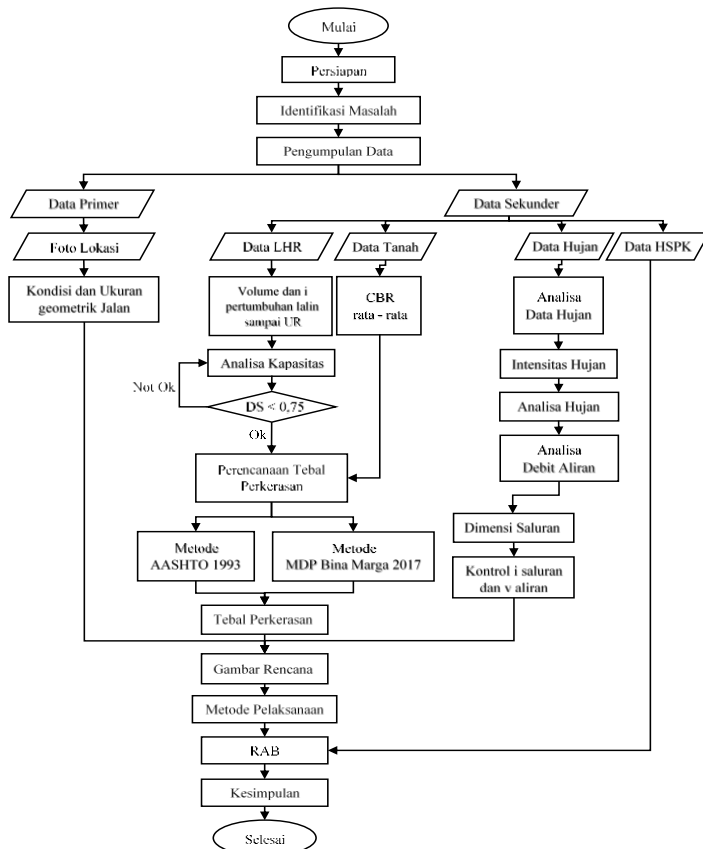
2.6.1 Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan merupakan salah satu faktor terpenting dalam menghitung rencana anggaran biaya, yaitu sebagai salah satu faktor pengali untuk harga satuan. Perhitungan volume pekerjaan didasarkan hasil perencanaan profil melintang (cross section), profil memanjang (long section) dan gambar detail pada lampiran.

BAB III METODOLOGI

3.1 Diagram Alir

Berikut diagram alir (*flow chart*) metodologi tugas akhir seperti pada gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1. Diagram Alir Perencanaan

3.2 Tahapan Perencanaan

Diagram alir perencanaan menjelaskan bagaimana urutan proses perencanaan yang berawal dari data apa saja yang dibutuhkan, cara pengolahan data, sampai masuk ke perhitungan tebal perkerasan yang dibutuhkan dan selanjutnya akan memperhitungkan biaya yang

diperlukan untuk konstruksi perkerasan atau biasa disebut dengan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

3.2.1 Persiapan

Tahap persiapan merupakan tahapan yang dilakukan sebelum pengumpulan data. Tahap persiapan tersebut meliputi,

1. Studi literatur yang menjadi acuan dalam penulisan tugas akhir.
2. Pengumpulan buku yang digunakan sebagai acuan penyusunan proyek akhir terapan
3. Pembuatan proposal tugas akhir terapan
4. Perencanaan jadwal penyusunan tugas akhir

3.2.2 Pengumpulan Data

Pada tahapan pengumpulan data, data yang digunakan adalah data sekunder dan data primer. Data-data tersebut meliputi,

Data primer :

- Foto
Foto yang dimaksud merupakan foto kondisi eksisting lokasi rencana studi. Data ini didapatkan dari melakukan survei lapangan di lokasi studi. Foto diambil di beberapa titik kerusakan, dan kondisi sekitar.
- Survei
Survei langsung untuk mengetahui kondisi dan ukuran eksisting geometri jalan serta mengetahui secara langsung kondisi lalu lintas di lokasi rencana studi pada saat jam puncak.

Data Sekunder :

- Data LHR
- Data CBR tanah
- Data Trase Jalan
- Data Curah Hujan
- Data HSPK Kabupaten Sidoarjo 2020

3.2.3 Analisis Data

Dalam menghitung perencanaan jalan, langkah-langkah kegiatan yang harus diperhatikan, diantara lain :

1. Analisis Kapasitas Jalan
2. Perencanaan struktur perkerasan kaku
3. Perencanaan Drainase (Saluran Tepi)
4. Rencana Anggaran Biaya

3.2.4 Gambar rencana

Pada tahap ini, gambar rencana berupa gambar dari hasil perhitungan perencanaan jalan dan perencanaan drainase. Gambar rencana pekerjaan tersebut antara lain :

1. Gambar perencanaan tebal perkerasan jalan dan penampang melintang
2. Gambar perencanaan drainase

3.2.5 Metode Pelaksanaan

Metode pelaksanaan pada proyek akhir ini adalah metode pelaksanaan pekerjaan rigid pavement dan saluran drainase

3.2.6 Rencana Anggaran Biaya

Dalam menyusun perencanaan RAB, diperlukan beberapa perhitungan sebagai berikut :

- Menghitung volume pekerjaan
- Harga bahan dan peralatan
- Upah untuk tenaga kerja

3.2.7 Kesimpulan dan Saran

Pada tahapan ini merupakan hasil dari kesimpulan dan saran yang diambil setelah melakukan perencanaan jalan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV ANALISA DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Lokasi Proyek

Ruas jalan Jl. Raya Damarsi – Jl. Ir. Juanda Kabupaten Sidoarjo termasuk dalam klasifikasi jalan kelas III. Yang dimaksud dengan klasifikasi jalan kelas III adalah jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 milimeter, ukuran paling tinggi 3.500 milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 ton (UU No. 22 tahun 2009 pasal 19 ayat 2). Lokasi proyek pada perencanaan peningkatan ruas jalan ini berada di desa Damarsi dan desa Kwangsan Kec. Sedati, Kab. Sidoarjo.

4.1.2 Data CBR Tanah

Parameter utama yang digunakan untuk menyatakan daya dukung tanah dasar pada perkerasan kaku adalah modulus reaksi tanah dasar (k). modulus reaksi tanah dasar dapat ditetapkan di lapangan salah satunya dengan pangujian CBR. Nilai CBR di laboratorium digunakan sebagai standar untuk kelayakan CBR di lapangan. Pada perencanaan peningkatan ruas jalan Jl. Raya Damarsi – Jl. Ir. Juanda ini didapatkan data CBR tanah pada tabel dibawah ini sebagai berikut :

Tabel 4.1. Hasil data tes CBR laboratorium

Nama Ruas Jalan	No. Sampel	Titik (STA)	CBR Soaked
Damarsi - Betro	1	0+525	7,25
		0+525	1,65
Damarsi - Betro	2	2+200	1,65
		2+200	5,86

Sumber : Laporan Perencanaan Teknis Peningkatan Jalan Beton Damarsi-Betro Kecamatan Buduran 2018

4.1.3 Data Lalu Lintas

Data lalu lintas harian rata-rata diperlukan untuk merencanakan tebal perkerasan dan analisa kapasitas jalan. Data lalu lintas yang diperoleh dari konsultan perencana Peningkatan Ruas Jalan Jl. Raya Damarsi – Jl. Ir. Juanda ini adalah LHR tahun 2018. Data LHRT untuk STA 0+000 - STA 5+000 tercantum dalam tabel 4.2

Tabel 4.2. Data Lalu Lintas Tahun 2018

Tipe Kendaraan	Kelas	LHR	
Sedan jeep dan station wagon	2	3853	kend/hari
Oplet, pick up, kombi dan minibus	3	95	kend/hari
Pick up, micro truk dan mobil hantaran	4	625	kend/hari
Bus Kecil	5a	8	kend/hari
Bus Besar	5b	3	kend/hari
Truk/truk tangki 2 sumbu 3/4"	6a	175	kend/hari
Truk/truk tangki 2 sumbu	6b	5	kend/hari
Truk/truk tangki 3 sumbu	7a	8	kend/hari
Truk semi trailer/truk trailer	7c	4	kend/hari

Sumber : Laporan Perencanaan Teknis Peningkatan Jalan Beton Damarsi-Betro Kecamatan Buduran 2018

4.1.4 Data Perekonomian

Beberapa penelitian telah menunjukkan hubungan antara pertumbuhan ekonomi dan transportasi. Secara khusus, lalu lintas di jalan arteri utama (jalan tol dan jalan non-tol) akan dipengaruhi oleh banyak faktor, salah satunya adalah parameter sosial-ekonomi, seperti PDRB, laju pertumbuhan PDRB diasumsikan mempunyai korelasi yang kuat terhadap kepemilikan kendaraan dan pertumbuhan lalu-lintas.

Data pertumbuhan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) digunakan untuk memprediksi pertumbuhan kendaraan, baik kendaraan ringan, sedang, maupun berat. Data diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Timur yang dapat dilihat pada tabel 4.3 dibawah ini.

Tabel 4.3. Laju Pertumbuhan PDRB Seri 2010 menurut lapangan usaha

Tahun	Laju Pertumbuhan PDRB
2010	5,84
2011	7,09
2012	7,27
2013	6,93
2014	6,43
2015	5,26
2016	5,51
2017	5,81
2018	6,01
2019	5,99
2020	-3,66

Sumber : Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Timur

4.1.5 Data Curah Hujan

Data curah hujan adalah tinggi hujan dalam satu tahun waktu. Data curah hujan digunakan untuk merencanakan drainase jalan berupa saluran tepi. Pembangunan saluran tepi sangat diperlukan karena perkerasan kaku mudah meresap ke dalam lapisan perkerasan beton. Sehingga diperlukan adanya perencanaan saluran tepi untuk mengalirkan air yang menggenang pada badan jalan.

Data curah hujan didapat dari Dinas Pekerjaan Umum kabupaten Sidoarjo. Data curah hujan yang digunakan adalah curah hujan rata-rata terbesar per tahun selama 10 tahun dari tahun 2011 hingga tahun 2020 dengan mengambil data dari stasiun Sedati, Sidoarjo.

Tabel 4.4. Data Curah Hujan

No	Tahun	Hujan Harian Xi (mm)
1	2012	152,0
2	2014	142,0
3	2020	125,0
4	2011	120,0
5	2015	110,0
6	2013	98,0
7	2019	95,0
8	2016	95,0
9	2017	90,0
10	2018	66,0

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Sidoarjo (Stasiun Sedati)

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Pengolahan Data Perekonomian

Berdasarkan data PDRB kabupaten Sidoarjo pada tahun 2010-2020 dapat dihitung persentase pertumbuhan PDRB tiap tahunnya untuk mendapatkan persentase rata-rata pertumbuhan PDRB. Persentase rata-rata pertumbuhan digunakan sebagai angka pertumbuhan (i) kendaraan baik ringan, sedang, maupun berat dapat dilihat pada tabel 4.5

Tabel 4.5. Persentase pertumbuhan PDRB seri 2010 menurut lapangan usaha

Tahun	Laju Pertumbuhan PDRB
2010	5,84
2011	7,09
2012	7,27
2013	6,93
2014	6,43
2015	5,26
2016	5,51
2017	5,81
2018	6,01
2019	5,99
2020	-3,66
Rata-rata	5,32

Sumber : Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Timur

Rekapitulasi hasil perhitungan angka pertumbuhan kendaraan dapat dilihat pada tabel 4.6 dibawah ini.

Tabel 4.6. Angka Pertumbuhan Kendaraan

No	Tipe Kendaraan	Gol	Angka Pertumbuhan
1	Sedan jeep dan station wagon	2	5,32%
2	Oplet, pick up, kombi dan minibus	3	5,32%
3	Pick up, micro truk dan mobil hantaran	4	5,32%
4	Bus Kecil	5a	5,32%
5	Bus Besar	5b	5,32%
6	Truk/truk tangki 2 sumbu 3/4"	6a	5,32%
7	Truk/truk tangki 2 sumbu	6b	5,32%
8	Truk/truk tangki 3 sumbu	7a	5,32%
9	Truk semi trailer/truk trailer	7c	5,32%

Sumber : Hasil Perhitungan

4.2.2 Pengolahan Data Lalu Lintas

Peningkatan jalan direncanakan dengan umur rencana 40 tahun dengan awal umur rencana 2020, sehingga akhir umur rencana adalah pada tahun 2060. Dari data LHR pada tahun 2017 dihitung perkiraan kenaikan intensitas lalu-lintas sampai dengan awal umur rencana dengan angka pertumbuhan 5,32%.

Rekapitulasi hasil perhitungan LHR hingga awal umur rencana dapat dilihat pada tabel 4.7. Berikut contoh perhitungan volume mobil penumpang (Gol.2) pada tahun 2019 ;

$$\begin{aligned}
 \text{LHR} &= \text{Volume kendaraan} \times (1 + i)^{n-1} \\
 &= 3853 \times (1 + 5,32\%)^{1-1} \\
 &= 4058 \text{ kend/hari}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.7. LHR Jalan Hingga Awal Umur Rencana

No	Tahun	n	Gol 2	Gol 3	Gol 4	Gol 5a	Gol 5b	Gol 6a	Gol 6b	Gol 7a	Gol 7c	i
1	2018	1	1	3853	95	625	8	3	175	5	8	5,32%
2	2019	2	2	4058	101	659	9	4	185	6	9	5,32%
3	2020	3	3	4274	106	694	9	4	195	6	9	5,32%

Sumber : Hasil Perhitungan

Setelah menghitung perkiraan kenaikan intensitas lalu-lintas sampai dengan awal umur rencana. Maka selanjutnya adalah menghitung volume lalu-lintas kendaraan yang melalui ruas jalan Raya Damarsi dan Ir. Juanda pada tahun 2020-2060. Hasil perhitungan volume kendaraan pada awal umur rencana ruas jalan tahun 2020 hingga akhir umur rencana 2060 dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 4.8. Volume kendaraan Jl. Raya Damarsi - Jl. Ir. Juanda 2020 – 2060

No	Tahun	n	Gol 2	Gol 3	Gol 4	Gol 5a	Gol 5b	Gol 6a	Gol 6b	Gol 7a	Gol 7c	i
3	2020	3	4274	106	694	9	4	195	6	9	5	5,32%
4	2021	2	4502	112	731	10	5	206	7	10	6	5,32%
5	2022	3	4994	125	811	12	6	229	8	12	7	5,32%
6	2023	4	5260	131	854	12	6	241	9	12	8	5,32%
7	2024	5	5540	138	900	13	7	254	9	13	8	5,32%
8	2025	6	5834	146	948	13	7	267	10	13	8	5,32%
9	2026	7	6145	153	998	14	7	282	10	14	9	5,32%
10	2027	8	6472	161	1051	15	8	297	11	15	9	5,32%
11	2028	9	6816	170	1107	16	8	312	11	16	10	5,32%
12	2029	10	7178	179	1166	16	8	329	12	16	10	5,32%
13	2030	11	7560	189	1228	17	9	346	12	17	11	5,32%
14	2031	12	7963	199	1293	18	9	365	13	18	11	5,32%
15	2032	13	8386	209	1362	19	10	384	14	19	12	5,32%
16	2033	14	8832	220	1435	20	10	405	14	20	12	5,32%
17	2034	15	9302	232	1511	21	11	426	15	21	13	5,32%
18	2035	16	9797	244	1591	22	11	449	16	22	14	5,32%
19	2036	17	10318	257	1676	23	12	473	17	23	14	5,32%
20	2037	18	10867	271	1765	25	13	498	17	25	15	5,32%
21	2038	19	11445	285	1859	26	13	524	18	26	16	5,32%
22	2039	20	12054	300	1958	27	14	552	19	27	17	5,32%
23	2040	21	12695	316	2062	29	15	581	20	29	17	5,32%
24	2041	22	13371	333	2171	30	15	612	21	30	18	5,32%
25	2042	23	14082	351	2287	32	16	645	22	32	19	5,32%
26	2043	24	14831	369	2409	33	17	679	24	33	20	5,32%
27	2044	25	15620	389	2537	35	18	715	25	35	21	5,32%
28	2045	26	16451	410	2672	37	19	753	26	37	22	5,32%
29	2046	27	17326	432	2814	39	20	793	27	39	24	5,32%
30	2047	28	18248	454	2963	41	21	835	29	41	25	5,32%
31	2048	29	19219	479	3121	43	22	880	30	43	26	5,32%
32	2049	30	20241	504	3287	45	23	927	32	45	27	5,32%
33	2050	31	21318	531	3462	48	24	976	34	48	29	5,32%
34	2051	32	22452	559	3646	50	25	1028	35	50	30	5,32%

No	Tahun	n	Gol 2	Gol 3	Gol 4	Gol 5a	Gol 5b	Gol 6a	Gol 6b	Gol 7a	Gol 7c	i
35	2052	33	23646	589	3840	53	27	1082	37	53	32	5.32%
36	2053	34	24904	620	4044	56	28	1140	39	56	34	5.32%
37	2054	35	26229	653	4259	59	30	1201	41	59	35	5.32%
38	2055	36	27624	688	4486	62	31	1264	43	62	37	5.32%
39	2056	37	29094	724	4724	65	33	1332	46	65	39	5.32%
40	2057	38	30642	763	4976	69	35	1403	48	69	41	5.32%
41	2058	39	32272	803	5240	72	36	1477	51	72	44	5.32%
42	2059	40	33989	846	5519	76	38	1556	53	76	46	5.32%
43	2060	41	35797	891	5813	80	40	1638	56	80	48	5.32%

Sumber : Hasil Perhitungan

4.2.3 Pengolahan Data Curah Hujan

Data curah hujan yang telah didapat digunakan untuk menentukan periode curah hujan maksimum pada wilayah tersebut dan sebagai penentuan periode curah hujan yang akan digunakan untuk merencanakan drainase atau saluran tepi. Data curah hujan ini diperoleh dari stasiun Sedati, Kab. Sidoarjo diambil data selama 10 tahun terakhir, mulai dari 2011 s/d 2020 seperti pada tabel 4.9 dibawah ini. Kemudian dilakukan perhitungan data curah hujan sesuai dengan peraturan SNI Perencanaan drainase permukaan jalan sebagai berikut :

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

Dimana :

R = Rata – rata data curah hujan harian maks.

Xi = Curah hujan harian maksimum per tahun

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Dimana :

Sx = Standar Deviasi

n = Jumlah tahun

Tabel 4.9. Perhitungan Curah Hujan Per Tahun

No	Tahun	Hujan Harian Xi (mm)	Deviasi (Xi-Xr)	(Xi - Xr) ²
1	2012	152,0	42,70	1823,29
2	2014	142,0	32,70	1069,29
3	2020	125,0	15,70	246,49
4	2011	120,0	10,70	114,49
5	2015	110,0	0,70	0,49
6	2013	98,0	-11,30	127,69
7	2019	95,0	-14,30	204,49
8	2016	95,0	-14,30	204,49
9	2017	90,0	-19,30	372,49
10	2018	66,0	-43,30	1874,89
Jumlah :		1093	Jumlah :	12076,20

Sumber : Hasil Perhitungan

Dilihat dari tabel 4.9 diatas diketahui total curah hujan maksimum 10 tahun terakhir (2011-2020) adalah pada tahun 2012 dengan intensitas curah hujan sebesar 152 mm/tahun. Maka :

- Rata – rata data curah hujan harian maks (\bar{x})

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

$$\bar{x} = \frac{1093}{10} = 109,3 \text{ mm/tahun}$$

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

PERENCANAAN STRUKTUR JALAN

5.1 Analisa Kapasitas Jalan

5.1.1 Menentukan Kapasitas Dasar (Co)

Kapasitas dasar untuk daerah jalan perkotaan ditentukan dari jumlah lajur dan arah pada jalan eksisting, seperti pada Tabel 2.3. Kondisi eksisting pada ruas jalan Jl. Raya Damarsi – Jl. Ir. Juanda Kec. Sedati Kabupaten Sidoarjo termasuk dalam tipe jalan dua lajur tak terbagi yang terdiri dari 1 jalur dengan 2 lajur dan 2 arah (2/2 UD). Maka sesuai dengan tabel 2.2, ditentukan nilai kapasitas dasar (Co) sebesar 2900 smp/jam.

5.1.2 Menentukan Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FCw)

Untuk tipe jalan 2/2 UD dengan lebar jalur 5 m, berdasarkan didapatkan nilai $FC_w = 0,56$.

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

Kondisi eksisting ruas jalan yang ditinjau pada proyek akhir ini, diketahui pemisah arah sebesar 50% - 50% karena hasil dari pengamatan/survei ke lokasi setelah diukur lebar jalan eksisting tersebut sebesar 5 meter dengan lebar lajur per arah sebesar 2,5 meter. Maka berdasarkan pada tabel 2.5 didapatkan nilai $FC_{sp} = 1,00$.

5.1.4 Menentukan Faktor Penyesuaian Kapasitas akibat Hambatan Samping (FC_{SF})

Berdasarkan pengamatan di lapangan, terdapat beberapa data hambatan samping sebagai berikut :

- | | |
|------------------------------|-------------|
| 1. Pedagang/Pejalan Kaki | = 165 orang |
| 2. Parkir/kendaraan berhenti | = 149 kend |
| 3. Kendaraan Lambat | = 97 kend |

Dalam penentuan nilai FC_{SF} , diperlukan penentuan frekuensi kejadian serta penentuan kelas hambatan samping berdasarkan pada tabel 2.8 dan Tabel 2.9.

Jumlah hambatan samping = $(165 \times 0,5) + (149 \times 1) + (97 \times 0,4)$
= 270,3. Setelah jumlah hambatan samping didapatkan, kemudian tentukan kelas hambatan samping, bobot frekuensi yang di dapat sebesar 270,3 berdasarkan pada Tabel 2.9 termasuk pada kelas Rendah (L)

Untuk tipe jalan 2/2 UD dengan kelas hambatan samping Rendah (L) dan lebar bahu jalan efektif 1 meter, maka didapatkan nilai $FC_{SF} = 0,94$

5.1.5 Menentukan Faktor Penyesuaian Kapasitas akibat Ukuran Kota (FC_{CS})

Dalam menentukan nilai FC_{CS} , diperlukan data kependudukan untuk mengetahui jumlah penduduk yang ada di sekitar lokasi jalan proyek akhir ini. Berdasarkan lampiran I, jumlah penduduk kecamatan Sedati sebesar 111.512 jiwa atau 0,112 juta jiwa. Maka berdasarkan pada Tabel 2.9, didapatkan nilai $FC_{CS} = 0,9$.

5.1.6 Menghitung Nilai Kapasitas (C)

Dengan menggunakan persamaan 2.1 dapat dihitung nilai C sebagai berikut:

$$\begin{aligned} C &= C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \times \text{Jumlah lajur} \\ &= 2900 \times 0,56 \times 1,00 \times 0,94 \times 0,9 \times 2 \\ &= 2747,81 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

5.1.7 Menghitung Nilai Nilai Arus Total Lalu Lintas (Q)

Menentukan nilai Q dapat diketahui melalui persamaan 2.3 contoh perhitungan Q awal umur rencana :

Gol 2 (Mobil Penumpang)

$$\begin{aligned} Q &= LHRT \times k \times \text{emp} \\ &= 4274 \times 0,09 \times 1 \\ &= 385 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

5.1.8 Menghitung Derajat Kejenuhan (DS)

Besarnya DS dapat dihitung menggunakan persamaan persamaan 2.2 contoh perhitungan DS awal umur dan akhir umur rencana dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 5.1. Perhitungan DS Tahun 2020

Tahun	Gol. Kend	LHR	k	emp	Q (smp/jam)	C	DS
1	2	3	4	6	7	8	9
2020	2	4274	0,09	1	385	2747,81	0,1849
	3	106	0,09	1	10		
	4	694	0,09	1,3	82		
	5a	9	0,09	1,3	2		
	5b	4	0,09	1,5	1		
	6a	195	0,09	1,3	23		
	6b	6	0,09	2	2		
	7a	9	0,09	2	2		
7c	5	0,09	2	1			
Total		5370	5302			508	

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 5.2. Rekapitulasi DS (2/2 UD)

Tahun	DS	Tahun	DS
2021	0.19	2041	0.57
2022	0.21	2042	0.60
2023	0.23	2043	0.64
2024	0.24	2044	0.67
2025	0.25	2045	0.71
2026	0.26	2046	0.74
2027	0.28	2047	0.78
2028	0.29	2048	0.82
2029	0.31	2049	0.87
2030	0.32	2050	0.92
2031	0.34	2051	0.96
2032	0.36	2052	1.01
2033	0.38	2053	1.07
2034	0.40	2054	1.13
2035	0.42	2055	1.19
2036	0.44	2056	1.25
2037	0.47	2057	1.32
2038	0.49	2058	1.39
2039	0.52	2059	1.46
2040	0.54	2060	1.54

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan pada tabel 5.2 untuk 2 lajur dan 2 arah pada tahun 2047 nilai DS 0,78 > DS ijin 0,75. Maka untuk tahun 2047 - 2060 membutuhkan pelebaran jalan.

5.1.9 Menghitung Nilai Kapasitas Pelebaran Jalan

Jalan eksisting direncanakan menjadi 2 lajur 2 arah terbagi dengan lebar lajur sebelumnya 2,5 m, diperlebar menjadi 3,5 m. Perhitungan kapasitas pelebaran jalan adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 C &= C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \times \text{Jumlah lajur} \\
 &= 2900 \times 1 \times 1,00 \times 0,92 \times 0,9 \times 2 \\
 &= 4906,8 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

5.1.10 Menghitung Derajat Kejenuhan (DS) setelah pelebaran

Pelebaran ruas jalan Jl. Raya Damarsi – Jl. Ir. Juanda Kecamatan Sedati Kabupaten Sidoarjo dilakukan pada tahun 2044 hingga akhir umur rencana yaitu pada tahun 2060 direncanakan 2 lajur 2 arah terbagi (2/2 D) dengan :

- Lebar badan jalan : 3,5 m (tiap lajur)
- Median dan bahu jalan : Tidak Ada

Setelah dilakukan perencanaan pelebaran, didapatkan hasil seperti pada tabel 5.3 di bawah ini

Tabel 5.3. Rekapitulasi DS setelah pelebaran

Tahun	DS
2044	0,38
2045	0,40
2046	0,42
2047	0,44
2048	0,46
2049	0,49
2050	0,51
2051	0,54
2052	0,57
2053	0,60
2054	0,63
2055	0,66
2056	0,70
2057	0,74
2058	0,78
2059	0,82
2060	0,86

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari data diatas diketahui bahwa Degree of Saturation (DS) pada tahun 2058-2060 sudah melebihi nilai batasan, $DS \geq 0,75$. Akan tetapi belum mencapai batas kapasitas kritis yaitu $DS = 1$.

5.2 Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Metode MDP Bina Marga 2017

5.2.1 Umur Rencana

Dalam peningkatan ruas jalan Jl. Raya Damarsi – Jl. Ir. Juanda kabupaten Sidoarjo yang direncanakan pada proyek akhir ini, sesuai pada tabel 2.11 untuk jenis perkerasan kaku, umur perkerasan direncanakan selama 40 tahun

5.2.2 Analisis Volume Lalu Lintas

5.2.2.1 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Ruas jalan Jl. Raya Damarsi – Jl. Ir. Juanda kabupaten Sidoarjo termasuk dalam tipe jalan perkotaan, pada tabel 2.12 faktor laju pertumbuhan lalu lintas (i) untuk jalan perkotaan = 4,8%. Pertumbuhan lalu lintas $R_{(2018-2020)}$ dan $R_{(2021-2060)}$ dengan umur rencana masing masing 3 tahun dan 40 tahun dapat

dihitung dengan menggunakan faktor pertumbuhan kumulatif sesuai dengan persamaan 2.4 dibawah ini :

$$R = \frac{(1+0,01 i)^{UR}-1}{0,01 i}$$

$$R_{2018-2020} = \frac{(1+(0,01 \times 0,048))^3-1}{0,01 \times 0,048} = 3,00144023$$

$$R_{2021-2060} = \frac{(1+(0,01 \times 0,048))^{40}-1}{0,01 \times 0,048} = 40,37668649$$

5.2.2.2 Faktor Distribusi Lajur

Faktor distribusi lajur untuk kendaraan niaga (truk dan bus) ditentukan pada Tabel 2.13. Jumlah lajur dalam setiap arah pada jalan eksisting adalah 1 lajur. Maka didapatkan nilai DL = 100

5.2.2.3 Faktor Distribusi Arah

Faktor distribusi Arah untuk Jumlah lajur dalam setiap arah pada jalan eksisting adalah 1 lajur. Maka didapatkan nilai DD = 0,5

5.2.2.4 Beban Sumbu Standar Kumulatif (CESAL)

Dalam perhitungan jumlah beban sumbu standar kumulatif (CESAL) selama umur rencana, dapat digunakan persamaan 2.5 dengan hasil seperti pada tabel 5.4

Tabel 5.4. Perhitungan Jumlah Beban Sumbu Standar Kumulatif (CESAL)

Jenis Kendaraan	Lintas Harian Rata-rata (2 arah) 2018	LHR 2020	LHR 2021	VDF4 faktual	VDF4 normal	VDF5 faktual	VDF5 normal	ESA4 ('17-'20)	ESA4 ('21-'60)	ESA5 ('17-'20)	ESA5 ('21-'60)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
2	3853	4435	4648	-	-	-	-	-	-	-	-
3	95	109	115	1	1	1	1	6,E+04	8,E+05	6,E+04	8,E+05
4	625	719	754	0,3	0,3	0,2	0,2	1,E+05	2,E+06	8,E+04	1,E+06
5a	8	9	10	0,3	0,3	0,2	0,2	2,E+03	2,E+04	1,E+03	1,E+04
5b	3	3	4	1	1	1	1	2,E+03	3,E+04	2,E+03	3,E+04
6a	175	201	211	0,55	0,55	0,5	0,5	6,E+04	9,E+05	6,E+04	8,E+05
6b	5	6	6	5,3	4	9,2	5,1	2,E+04	2,E+05	3,E+04	2,E+05
7a	8	9	10	10,2	4,3	19	5,6	5,E+04	3,E+05	1,E+05	4,E+05
7c	4	5	5	18,1	6,1	34,4	7,7	5,E+04	2,E+05	9,E+04	3,E+05
Jumlah ESA								4,E+05	4,E+06	4,E+05	4,E+06
CESA								4,47,E+06		4,08,E+06	
								CESA4		CESA5	

Sumber : Hasil Perhitungan

Cara perhitungan setiap kolom, seperti penjelasan di bawah ini:

$$(3) = (2) \times (1+0,0483)^3$$

$$(4) = (2) \times (1+0,0483)^4$$

(5), (6), (7), dan (8) dari tabel 2.16

$$(9) = (3) \times (5) \times 365 \times DD \times DL \times R_{(2018-2020)}$$

$$(10) = (4) \times (6) \times 365 \times DD \times DL \times R_{(2021-2060)}$$

$$(11) = (3) \times (7) \times 365 \times DD \times DL \times R_{(2018-2020)}$$

$$(12) = (4) \times (8) \times 365 \times DD \times DL \times R_{(2021-2060)}$$

5.2.3 Menentukan Struktur Fondasi

Berdasarkan data yang didapatkan dari Dinas Pekerjaan Umum dan Sumber Daya Air Kabupaten Sidoarjo, nilai CBR tanah dasar yang didapatkan dari test laboratorium seperti pada tabel 4.1 berkisar 1%-7%. Didapatkan nilai CBR rencana dari konsultan perencanaan sebesar 1,48%. Jika nilai CBR < 2%, maka harus dipasang pondasi bawah yang terbuat dari beton kurus (LMC) setebal 150 mm/ 15 cm yang dianggap mempunyai nilai CBR tanah dasar efektif 5 % berdasarkan pada tabel 2.17.

5.2.4 Menentukan daya dukung efektif tanah dasar

Nilai CBR < 2%, maka di pasang pondasi bawah dari beton kurus (LMC) setebal 150 mm / 15 cm dengan kuat tekan minimum 5,5 MPa (Pd T-14-2003)

5.2.5 Menentukan Struktur Lapis Perkerasan

Berdasarkan pada tabel 5.4, didapatkan total beban kumulatif selama umur rencana sebesar $4,47 \times 10^6$ (termasuk beban lalu lintas berat) maka hasil tersebut digunakan pada tabel 2.19. Direncanakan Pelat Beton dengan tebal perkerasan beton 275 mm, menggunakan dowel dan bahu beton, LMC digunakan sebagai stabilisasi setebal 150 mm sesuai dengan ketentuan Pd T-14-2003, dan lapis drainase agregat kelas A tebal 150 mm.

5.2.6 Perencanaan Tebal Perkerasan

Dalam perencanaan tebal pelat perkerasan kaku, tebal perkiraan yang dipakai adalah tebal minimum yang mempunyai total fatik dan atau total kerusakan erosi kurang dari atau sama dengan 100%.

5.2.6.1 Beban Lalu Lintas

Beban lalu lintas dikelompokkan berdasarkan jumlah sumbu kendaraan niaga sesuai dengan konfigurasi sumbu pada lajur rencana selama umur rencana. Jenis kendaraan yang diperhitungkan adalah jenis kendaran yang mempunyai berat minimal 5 ton. Pengelompokan kendaraan niaga untuk mengetahui berat dari masing-masing jenis kendaraan dapat dilihat pada tabel 5.5.

Tabel 5.5. Data muatan maksimum dan pengelompokan kendaraan niaga

Jenis Kendaraan	Berat Total Maks (ton)	Beban As (ton)	Jenis As
Mobil Penumpang	2	1	STRT
		1	STRT
Oplet, pick up, kombi dan minibus	9	3,06	STRT
Bus Besar		5,94	STRG
micro truk dan mobil hantaran	8,3	2,82	STRT
Bus Kecil		5,48	STRG
Truk 2 sumbu 3/4"	18,2	6,19	STRT
		12,01	STRG
Truk 2 sumbu	25	6,25	STRT
		18,75	STdRG
truk tangki 3 sumbu	26,2	4,72	STRT
		10,75	STRG
		10,75	STRG
Truk semi trailer	42	7,56	STRT
		11,76	STRG
		22,68	STdRG

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga

Beban Kumulatif selama umur rencana dapat dilihat pada tabel 5.4. Jumlah sumbu berdasarkan jenis dan beban lalu lintas eksisting pada tahun 2018 dapat dilihat pada tabel 5.6 dibawah ini. Tabel 5.6. Perhitungan Jumlah Sumbu Berdasarkan Jenis Dan Bebannya

Jenis Kendaraan	Konfigurasi beban sumbu (ton)				Jmlh Kend. (bh)	Jmlh Sumbu Per Kend (bh)	STRT		STRG		STdRG		
	RD	RB	RGD	RGB			BS (ton)	JS (bh)	BS (ton)	JS (bh)	BS (bh)	JS (bh)	
(1)	(2)				(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
Mobil penumpang	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bus	3	6	-	-	633	2	1266	3	633	6	633	-	-
Truck 2 as Kecil	3	5	-	-	98	2	196	3	98	5	98	-	-
Truck 2 as sumbu 3/4"	6	12	-	-	175	2	350	6	175	12	175	-	-
Truck 2 as	5	-	-	11	5	2	10	6	5	-	-	19	5
Truck 3 as	5	11	-	11	8	3	24	5	8	11	8		
Truk semi trailer	8	12	-	23	4	3	12	8	4	12	4	23	4
Total					923		1858		923		926		9

Sumber : Hasil Perhitungan

5.2.6.2 Perhitungan Jumlah Repetisi Sumbu

Tabel 5.7. Perhitungan Repetisi Sumbu Rencana

Jenis Sumbu	Beban Sumbu (ton)	Jumlah Sumbu	Proporsi Beban	Proporsi Sumbu	Lalu-Lintas Rencana	Repetisi yang terjadi
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) = (4) x (5) x (6)
STRT	8	4	0,004	0,497	4,47,E+06	9,63E+03
	6	180	0,20	0,497	4,47,E+06	4,33E+05
	5	8	0,01	0,497	4,47,E+06	1,93E+04
	3	731	0,79	0,497	4,47,E+06	1,76E+06
Total		923	1,00			
STRG	12	179	0,19	0,498	4,47,E+06	4,31E+05
	11	16	0,02	0,498	4,47,E+06	3,85E+04
	6	633	0,68	0,498	4,47,E+06	1,52E+06
	5	98	0,11	0,498	4,47,E+06	2,36E+05
Total		926	1,00			
STdRG	23	4	0,44	0,005	4,47,E+06	9,63E+03
	19	5	0,56	0,005	4,47,E+06	1,20E+04
Total		9	1,00			
<i>Kumulatif</i>						4,47,E+06

Sumber : Hasil Perhitungan

5.2.6.3 Data Teknik Perencanaan

Taksiran Tebal Beton 275 mm

- Jenis Perkerasan: Beton Bersambung Tanpa Tulangan (BBTT) dengan ruji
- Jenis Bahu: Beton
- Umur Rencana: 40 tahun
- Beban Lalu Lintas Rencana: 4471034,556
- F. Keamanan Beban: 1,1 (lihat tabel 2.21)
- Kuat Tarik Lentur Beton: 5,5 MPa
- Jenis Pondasi: LMC (Lean Mix Concrete)
- Tebal Pondasi: 150
- CBR Tanah Dasar: 1,48%
- CBR Efektif: 5%
- Tebal Taksiran Beton: 275 mm

5.2.6.4 Analisa Fatik dan Erosi (Tebal Taksiran beton = 275 mm)

Tabel 5.8. Analisa Fatik dan Erosi

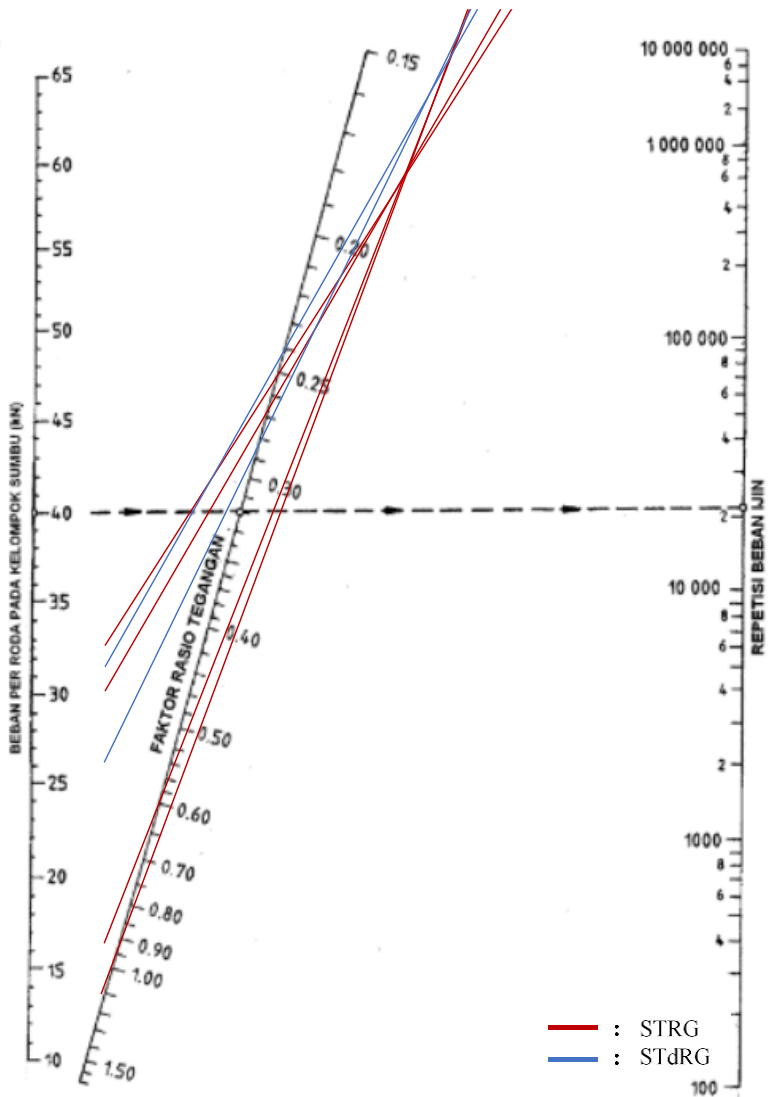
Jenis Sumbu	Beban Sumbu ton (Kn)	Beban Rencana Per Roda (kN)	Repetisi yang terjadi	Faktor Tegangan dan Erosi	Analisa Fatik		Analisa Erosi		
					Repetisi Ijin	Persen Rusak (%)	Repetisi Ijin	Persen Rusak (%)	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7) = (4)*100/(6)	(8)	(9) = (4)*100/(8)	
STRT	8	80	44,00	9,63E+03	TE = 0,56	TT	0	TT	0
	6	60	33,00	4,33E+05	FRT = 0,10	TT	0	TT	0
	5	50	27,50	1,93E+04	FE = 1,43	TT	0	TT	0
	3	30	16,50	1,76E+06		TT	0	TT	0
STRG	12	120	33,00	4,31E+05	TE = 0,97	TT	0	TT	0
	11	110	30,25	3,85E+04	FRT = 0,18	TT	0	TT	0
	6	60	16,50	1,52E+06	FE = 2,03	TT	0	TT	0
	5	50	13,75	2,36E+05		TT	0	TT	0
STdRG	23	230	31,625	9,63E+03	TE = 0,88	TT	0	7,E+06	0,138%
	19	190	26,125	1,20E+04	FRT = 0,16	TT	0	TT	0
Total									0,138%
						0 < 100%		0,138% < 100%	

Sumber : Hasil Perhitungan

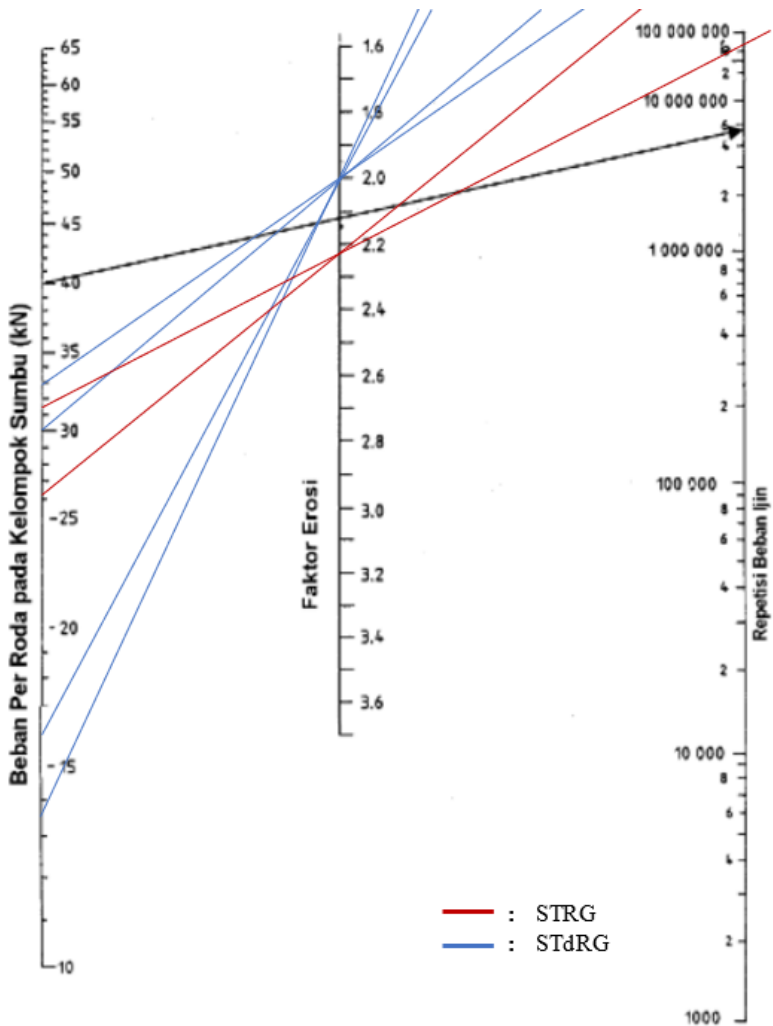
Tabel 5.9. Tegangan Ekuivalen dan Faktor Erosi untuk Perkerasan dengan Bahu Beton (Tebal Taksiran Beton = 275mm)

Tebal Slab	CBR Efektif	Tegangan Setara				Faktor Erosi							
						Tanpa Ruji				Dengan Ruji/Beton Bertulang			
		STRT	STRG	STdRG	STRG	STRT	STRG	STdRG	STRG	STRT	STRG	STdRG	STRG
270	5	0,57	0,99	0,89	0,66	1,68	2,28	2,5	2,58	1,45	2,05	2,25	2,39
275	5	0,56	0,97	0,88	0,65	1,66	2,27	2,49	2,57	1,43	2,03	2,24	2,38
280	5	0,54	0,94	0,86	0,63	1,64	2,25	2,48	2,56	1,4	2,01	2,22	2,37

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 5.1. Analisa Fatik dan Beban Repetisi Ijin STRT Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan/ tanpa bahu beton (Tafsiran Beton 275 m)



Gambar 5.2. Analisis erosi dan jumlah repetisi beban berdasarkan faktor erosi, dengan bahu beton (Tafsiran Beton 275 mm)

5.2.6.5 Kesimpulan Perhitungan Tebal

Berdasarkan perhitungan dengan kombinasi metode MDP Bina Marga 2017 dan Pd-T-14-2003 maka dapat disimpulkan tebal perkerasan yang memenuhi analisa fatik dan erosi adalah 275 mm. Nilai analisa fatik sebesar $0% < 100%$ (OK) dan analisa erosi $0,138% < 100%$ (OK). Berdasarkan analisa tersebut pelat mampu menerima beban hingga akhir umur rencana. Berikut penjelasan tentang analisa fatik dan erosi sebagai berikut:

- a. Analisa Fatik (kelelahan) merupakan kekuatan perkerasan baton menerima beban berulang dengan terus menerus dan faktor kuat lentur beton sangat berpengaruh pada analisa fatik atau kelelahan beton menerima beban berulang.
- b. Analisa Erosi merupakan daya dukung tanah dasar untuk menerima lendutan yang ditimbulkan oleh perkerasan beton (pelat). CBR tanah menjadi faktor utama untuk mengetahui ketahanan pondasi untuk meneruma beban berulang.

5.3 Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Metode AASHTO 1993

Tabel 5.10. Tabel Perhitungan AASHTO 1993

Jenis Kendaraan	Gol. Kend.	LHR Awal	Beban (Ton)	Nilai E	Faktor Distribusi		W18	LHR Akhir	W18	Wt 18
		Tahun			Arah	Lajur		Umur Rencana		
a		b	c	d	e	f	$g = b \times d \times \frac{1}{365}$	tahun	$h = e \times f \times g$	$i = h \times ((1+0.048)^{UR} - 1)/0.048$
Mobil Penumpang (Gol.2) (1.1)	I	4871	2	0,0005	0,5	1	755,74	40	377,87	43479,38
Pick up, micro truk dan mobil hantaran (Gol.4) (1.2L)	II	120	8,3	0,2174	0,5	1	9046,54		4523,27	520464,06
Bus Kecil (Gol.5a) (1.2)		790	8,3	0,2174	0,5	1	59199,26		29599,63	3405843,76
Oplet, pick up, kombi dan minibus (Gol.3) (1.2)		10	9	0,3006	0,5	1	1097,07		548,54	63116,59
Bus Besar (Gol.5b) (1.2)	IX	4	9	0,3006	0,5	1	548,54		274,27	31558,30
Truck 2 As (Gol.6a) (1.2H)	III	221	18,2	5,0264	0,5	1	383439,56		191719,78	22059992,57
Truck 3 As (Gol.6b) (1.2.2)	IV	6	25	2,7416	0,5	1	7004,72		3502,36	402994,47
Truck Gandeng (Gol.7a) (1.2+2.2)	VI	10	31,4	3,908	0,5	1	14265,39		7132,70	820714,71
Truck S. Trailer (Gol.7c) (1.2.2+2.2)	VIII	5	42	10,183	0,5	1	22300,60		11150,30	1282995,16
Total Lalin ESAL:									28631159,01	

Sumber : Hasil Perhitungan

Kolom a : Jenis Kendaraan

Yaitu penggolongan kendaraan berdasarkan sumbu as

Kolom b : LHR awal tahun Rencana

Yaitu proyeksi kendaraan sampai awal tahun rencana yaitu pada tahun 2021

Kolom c : Beban Kendaraan

Besarnya beban kendaraan tergantung dari jenis kendaraan tersebut.

Kolom d : Nilai ekivalen (E)

Besarnya angka ekivalen (E) untuk masing-masing golongan beban gandar sumbu kendaraan ditentukan berdasarkan lampiran I. Sedangkan hasil perhitungan angka ekivalen untuk masing masing presentase beban setiap jenis kendaraan dapat dilihat di tabel 5.8

Kolom e : Faktor Distribusi Arah (DD)

DD = 0,3 – 0, 7. Umumnya diambil 0, 5

Kolom f : Faktor Distribusi Lajur (DL)

Diketahui bahwa jalan Raya Damarsi – jalan Ir. Juanda direncanakan memiliki 1 lajur disetiap arahnya maka berdasarkan tabel 2.13 didapat nilai DL sebesar 100%

Kolom g : Beban Gandar standar kumulatif untuk 2 arah (\hat{W}_{18})

Setelah mendapatkan angka ekivalen masing masing kendaraan, maka langkah selanjutnya adalah mencari Beban Gandar standar kumulatif untuk dapat menghitung lalu lintas lajur rencana per tahun.

$$\hat{W}_{18} = \text{LHR} \times E \times 365$$

Contoh perhitungan Mobil penumpang (1.2)

$$\begin{aligned}\hat{W}_{18} &= \text{LHR} \times E \times 365 \\ &= 6891 \times 0,0008 \times 365 \\ &= 2012.172\end{aligned}$$

Kolom h : Lalu lintas pada lajur rencana selama setahun (W_{18})

$$W_{18} = \text{DD} \times \text{DL} \times \hat{W}_{18}$$

Contoh perhitungan Mobil penumpang (1.2)

$$\begin{aligned}W_{18} &= \text{DD} \times \text{DL} \times \hat{W}_{18} \\ &= 0,5 \times 0,70 \times 2012.172 \\ &= 704.260\end{aligned}$$

Kolom i : Jumlah beban gandar tunggal standar kumulatif (W_t)

$$W_t = W_{18} + \frac{(1+g)^n - 1}{g}$$

Contoh perhitungan Mobil penumpang (1.2)

$$\begin{aligned}W_t &= 711,15 + \frac{(1+0,048)^{40} - 1}{0,048} \\ &= 81827,02\end{aligned}$$

5.3.1 Umur Rencana

Umur rencana rigid pavement untuk proyek peningkatan ruas jalan jl. Raya Damarsi - jl. Ir. Juanda kabupaten Sidoarjo direncanakan 40 tahun.

5.3.2 Reability

- a. Tingkat Reability (R)
Proyek peningkatan ruas jalan jl. Raya Damarsi - jl. Ir. Juanda termasuk klasifikasi jalan kolektor perkotaan dengan nilai reability berkisar 80-95% diambil nilai R sebesar 95%. (Tabel 2.26)
- b. Standar Normal Deviation (ZR)
Dengan nilai R sebesar 95% maka nilai Standar Normal Deviation (ZR) adalah -1,645. (tabel 2.27)
- c. Standar Deviation (So)
Parameter nilai standar deviation untuk rigid pavement sebesar 0,3-0,4 diambil So sebesar 0,35.

5.3.3 Menghitung Nilai Ekuivalen (E)

Untuk mencari ketebalan menggunakan metode AASHTO, diperlukan angka ekuivalen untuk setiap beban kendaraan.

Tabel 5.11. Jenis-Jenis Kendaraan

Jenis Kendaraan	Gol. Kend	Beban (Ton)
Mobil Penumpang (Gol 2)	I	2
Oplet, pick up, kombi dan minibus (Gol 3)	II	9
micro truk dan mobil hantaran (Gol 4)		8,3
Bus Kecil (Gol.5a)		8,3
Bus Besar (Gol.5b)	IX	9
Truck 2 As (Gol.6a)	III	18,2
Truck 3 As (Gol.6b)	IV	25
Truck Gandeng (Gol.7a)	VI	31,4
Truck S. Trailer (Gol.7c)	VIII	42

Sumber : Hasil Perhitungan

Angka ekuivalen (E) masing – masing golongan beban gandar sumbu setiap kendaraan ditentukan menggunakan tabel 5.6. Untuk presentase beban setiap jenis kendaraan menggunakan peraturan Bina Marga. Harga angka ekuivalen (E) dapat ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$\text{Sumbu tunggal} = \left(\frac{\text{Beban satu sumbu tunggal dalam kg}}{8160} \right)^4$$

$$\text{Sumbu ganda} = 0,086 \times \left(\frac{\text{Beban satu sumbu ganda dalam kg}}{8160} \right)^4$$

Tabel 5.12. Rekapitulasi Nilai Ekuivalensi

Jenis Kendaraan	Konfigurasi sumbu	Berat Total (Ton)	Presentase Distribusi Beban				Besar Distribusi Beban (Ton)				Nilai E				Total Nilai E
			Letak titik sumbu				Letak titik sumbu				Letak titik sumbu				
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Mobil Penumpang (Gol 2)	1.1	2	50%	50%	-	-	1	1	-	-	0,0002	0,0002	-	-	0,0005
Oplet, pick up, kombi dan minibus (Gol 3)	1.2	9	34%	66%	-	-	3,06	5,94	-	-	0,020	0,281	-	-	0,3006
micro truk dan mobil hantaran (Gol 4)	1.2L	8,3	34%	66%	-	-	2,82	5,48	-	-	0,014	0,203	-	-	0,2174
Bus Kecil (Gol.5a)	1.2	8,3	34%	66%	-	-	2,82	5,48	-	-	0,014	0,203	-	-	0,2174
Bus Besar (Gol.5b)	1.2	9	34%	66%	-	-	3,06	5,94	-	-	0,020	0,281	-	-	0,3006
Truck 2 As (Gol.6a)	1.2H	18,2	34%	66%	-	-	6,19	12,01	-	-	0,331	4,696	-	-	5,0264
Truck 3 As (Gol.6b)	1.22	25	25%	75%		-	6,25		18,75		-			0,344	2,397
Truck Gandeng (Gol.7a)	1.2+2.2	31,4	18%	28%	27%	27%	5,65	8,79	8,48	8,48	0,230	1,348	1,165	1,165	3,908
Truck S. Trailer (Gol.7c)	1.2.2+2.2	42	18%	28%	54%		-	7,56	11,76		22,68	-		0,737	4,314

Sumber : Hasil Perhitungan

5.3.4 Serviceability

- a. Tingkat pelayanan awal/Initial Serviceability (P_o).
AASHTO Road Test merekomendasikan nilai tingkat pelayanan awal (P_o) untuk perkerasan kaku sebesar 4,5.
- b. Tingkat pelayanan akhir /Terminal Serviceability (P_t).
Terminal Serviceability Index untuk jalan kolektor perkotaan sebesar 2,5
- c. Total loss of serviability (ΔPSI)
Total loss of serviability (ΔPSI) dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :
$$\Delta PSI = P_o - P_t$$
$$= 4,5 - 2,5$$
$$= 2$$

5.3.5 Modulus Reaksi Tanah Dasar

Dengan nilai CBR sebesar 1,48% maka nilai k dapat ditentukan sebesar 114,43 psi/in menggunakan grafik hubungan antara k dengan CBR.

5.3.6 Modulus Elastisitas Beton

Di Indonesia saat ini umumnya digunakan kuat tekan beton (f_c') sebesar $350 \text{ kg/cm}^2 = 4978,17 \text{ psi}$ ($1 \text{ kg/cm}^2 = 14,22 \text{ psi}$), maka dapat dihitung nilai E_c menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned} E_c &= 57.000 \sqrt{f_c'} \\ &= 57.000 \sqrt{4978,17} \\ &= 4.021.227,798 \text{ psi} \end{aligned}$$

5.3.7 Flexural Strength (Sc')

Flexural strength di Indonesia umumnya digunakan $Sc' = 450 \text{ kg/cm}^2 = 640 \text{ psi}$ (untuk pelat beton).

5.3.8 Load Transfer Coefficient (J)

Nilai parameter load transfer coefficient (J) untuk perkerasan kaku dengan dowel sebesar 2,5 - 3,1. Maka diambil nilai J sebesar 2,5.

5.3.9 Drainage Coefficient (Cd)

Besarnya drainage coefficient dinilai dari kualitas drainase tersebut serta faktor kemiringan dari kondisi drainase. Pada Proyek peningkatan ruas jalan Jl. Raya Damarsi – Jl. Ir.Juanda ini dalam kondisi sistem drainase baik dan direncanakan kemiringan dari kondisi drainase sebesar 1% - 5%. Maka diambil nilai drainage coefficient sebesar 1,15.

Tabel 5.13. Rekapitulasi Parameter desain

No.	Parameter	Satuan	Angka
1.	Umur Rencana	tahun	40
2.	Lalu-lintas, ESAL	-	28631159,01
3.	Terminal serviceability (pt)	-	2,5
4.	Initial serviceability (po)	-	4,5
5.	Serviceability loss	-	2
6.	Reliability (R)	%	90%
7.	Standard normal deviation (Z _R)	-	-1,282
8.	Standard Deviation (So)	-	0,35
9.	CBR	%	1,48%
10.	Modulus reaksi tanah dasar (k)	pci	117,53
11.	Kuat Tekan (fc')	kg/cm ²	350
12.	Modulus elastisitas beton (Ec)	psi	4021227,798
13.	Flexural strength (S'c)	psi	640
14.	Drainage coefficient (Cd)	-	1,15
15.	Load transfer coefficient (J)	-	2,5

Sumber : Hasil Perhitungan

5.3.10 Perhitungan Tebal Pelat Beton

$$\text{Log}_{10} W_{18} = Z_R \times S_o + 7,35 \log_{10}(D+1) - 0,06 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4,5-1,5} \right]}{1 + \frac{1,624 \times 10^7}{(D+1)^{8,46}}} + (4,22 - 0,32p_t) \times \log_{10} \frac{S_c C_d \times [D^{0,75} - 1,132]}{215,63 \times J \times [D^{0,75} - \frac{18,42}{(E_c/k)^{0,25}}]}$$

Tabel 5.14. Rekapitulasi perencanaan pelat beton metode AASHTO 1993

Tebal Pelat Beton (cm)	Tebal Pelat Beton (inch)	Beban Gandar Kumulatif	Tebal Pelat	Cek Keamanan
24	9,449	7,457	7,354	Not Ok
25	9,843	7,457	7,467	Ok
28	11,024	7,457	7,787	Ok

Sumber : Hasil Perhitungan

5.4 Perbandingan Perencanaan Perkerasan Kaku antara Metode MDP Bina Marga 2017 dan ASSHTO 1993

Perencanaan Perkerasan kaku memiliki beberapa cara penghitungan untuk menentukan plat beton yang akan digunakan. Pada proyek akhir ini, analisa perencanaan perkerasan kaku dengan metode MDP Bina Marga 2017 dan ASSHTO 1993. Berdasarkan penghitungan yang telah dilakukan, berikut analisa perbedaan dari kedua metode tersebut :

Tabel 5.15. Perbandingan Perencanaan Perkerasan Kaku Metode MDP Bina Marga 2017 dan ASSHTO 1993

Metode MDP Bina Marga 2017	Metode AASHTO 1993
Berdasarkan data yang dibutuhkan	
<ol style="list-style-type: none"> 1. CBR Efektif tanah dasar digunakan dalam perencanaan 2. Kuat Tarik Lentur beton 	<ol style="list-style-type: none"> 1. CBR tanah dasar di gunakan dalam perencanaan 2. Modulus Elastisitas Beton
Berdasarkan hitungan lalu lintas rencana	
<ol style="list-style-type: none"> 1. $ESA_{TH-1} = (\sum LHR_{JK} \times VDF_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R$ 2. Berdasarkan rumus empiris di atas, metode ini mempunyai satu nilai faktor lajur, arah dan jumlah sumbu yang sama 	<ol style="list-style-type: none"> 1. $W_L = \frac{\sum_{N=1}^{N_D} LHR_j \times VDF_j \times D_D \times D_L \times 365 + g}{(1+g)^{N-1}}$ 2. Berdasarkan rumus empiris diatas, metode ini memiliki nilai faktor lajur, arah dan ekivalensi sumbu yang berbeda pada setiap kategorinya.
Berdasarkan Spesifikasi Jenis Kendaraan	
Metode ini memiliki spesifikasi jenis kendaraan saat penghitungan tebal perkerasan yaitu STRT, STRG, STDRG. Dan dilakukan analisa setiap jenis kendaraan tersebut.	Metode ini tidak memperhatikan jenis kendaraan saat penghitungan tebal perkerasan akan tetapi memiliki satu nilai sebagai nilai kumulatif dari jenis jenis kendaraan tersebut, nilai tersebut ialah ESAL.
Berdasarkan Parameter Desain Tebal Perkerasan	
Metode ini menggunakan CBR Tanah efektif sebagai parameter desain untuk perhitungan tebal perkerasan	Metode ini mempunyai beberapa parameter desain untuk menghitung tebal perkerasan yaitu <i>Reability dan Serviceability</i>
Berdasarkan Tingkat Kepercayaan Perencanaan	
Menggunakan F_{KB} (Faktor Keamanan Beban)	Menggunakan tingkat Reabilitas (%)
Berdasarkan Analisa Penerimaan Desain	
<p>Dalam analisa penerimaan desain pada metode ini memiliki 2 analisa yaitu :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Analisa Fatik Analisa fatik adalah analisa kekuatan / kelenturan pelat beton dalam menerima beban repetisi dari kendaraan dari awal tahun rencana hingga akhir umur rencana 2. Analisa Erosi Analisa erosi adalah proses analisa ausan /durability dari pelat beton dalam menerima beban repetisi dari awal tahun rencana hingga akhir umur rencana 	Dalam analisa penerimaan desain pada metode ini yaitu $\text{Log } W_{18} \leq \text{Hasil pehitungan}$
Berdasarkan Faktor Kondisi Drainase	
Tidak diperhitungkan	Diperhitungkan, disimbolkan dengan C_d (Coefficient Drainage)
Berdasarkan Penggunaan CBR Tanah Untuk Penghitungan Tebal Perkerasan	
CBR Tanah sebagai indikator menentukan nilai tegangan ekivalensi dan faktor erosi.	Nilai CBR Tanah digunakan sebagai indikator menentukan nilai K (modulus reaksi tanah dasar)

5.5 Perencanaan Sambungan Perkerasan

Setelah didapatkan dimensi pelat beton, maka dapat dihitung sambungan perkerasan beton bersambung tanpa tulangan dengan dimensi sebagai berikut :

- Jenis Perkerasan: Beton Bersambung Tanpa Tulangan (BBTT)
- Tebal Pelat: 27,5 cm
- Lebar Pelat: (2 x 3,5 m)
- Panjang Pelat: 5 m

5.5.1 Sambungan Melintang

Sambungan melintang beton bersambung tanpa tulangan (BBTT) dipasang setiap 5 m menggunakan ruji. Diameter ruji didapat dari Tabel 2.23 untuk tebal pelat 275 cm didapat ukuran dan jarak ruji sebagai berikut :

- Diameter Dowel (Ruji): 36 mm (Polos)
- Panjang Dowel: 450 mm
- Jarak Dowel: 300 mm

5.5.2 Sambungan Memanjang menggunakan Batang Pengikat (*Tie Bar*)

Pemasangan sambungan ini bertujuan untuk mengendalikan terjadinya retak memanjang. Perhitungan sambungan memanjang sebagai berikut :

$$\begin{aligned} A_t &= 204 \times b \times h \\ &= 204 \times 5 \text{ m} \times 0.275 \text{ m} \\ &= 224,4 \text{ mm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

Dicoba diameter Tie Bar dengan :

Diameter Tie Bar : 16 mm

Jarak Tie Bar : 750 mm

$$A = \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times 1000}{\text{jarak tulangan}}$$

$$A = \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times (16)^2 \times 1000}{750}$$

$$A = 267,95 \text{ mm}^2 > A_t = 224,4 \text{ mm}^2$$

Maka digunakan diameter tie bars minimum D16 dengan jarak 75 cm.

$$\begin{aligned} I &= (38,3 \times \emptyset) + 75 \\ &= (38,3 \times 16) + 75 \\ &= 687,8 \text{ mm} = 68,75 \text{ cm} \sim 70 \text{ cm} \end{aligned}$$

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

5.6 Perencanaan Saluran Tepi (*Drainase*)

Perencanaan saluran tepi di ruas jalan Jl. Raya Damarsi – Jl. Ir . Juanda didasarkan pada data curah hujan 10 tahun mulai dari tahun 2011-2020 pada stasiun Sedati Sidoarjo. Dari tabel 4.4Error! Reference source not found. maka akan didapat nilai S_x (Standar Deviasi) sesuai persamaan 2.20. Besar curah hujan untuk periode ulang T sesuai persamaan dengan hasil dibawah ini.

$$S_x = \sqrt{\frac{12076,20}{10-1}} = 36,63$$

Periode ulang T tahun untuk saluran tepi direncanakan 50 tahun dengan jumlah data curah hujan sebanyak 10 tahun (10 data) maka di dapat :

$$Y_T = 3,9019 \text{ (didapat dari Tabel 2.32)}$$

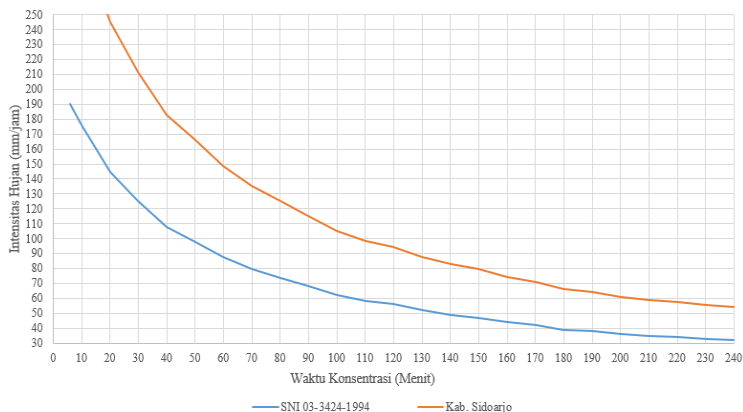
$$Y_n = 0,4952 \text{ (didapat dari tabel 2.33)}$$

$$S_n = 0,9496 \text{ (didapat dari Tabel 2.34)}$$

$$\begin{aligned} X_t &= \bar{x} + \frac{S_x}{S_n} (Y_t - Y_n) \\ &= 109,3 + \frac{36,63}{0,9496} (3,9019 - 0,4952) \\ &= 240,17 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$I = \frac{90\% \times X_t}{4} = \frac{90\% \times 240,17}{4} = 54,16 \text{ mm/jam}$$

Nilai I = 54,16 mm/jam diplotkan pada waktu intensitas t = 240 menit di kurva basis dan tarik lengkung searah dengan garis lengkung kurva basis, seperti pada gambar 5.3 dibawah ini.



Gambar 5.3. Kurva Basis SNI 03-3424-1994

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

Tabel 5.16. Data Perencanaan Saluran Tepi

No.	Bagian	Kode	Keterangan	nd	s	C	V ijin (m/s)	Koef. Manning (n)
1	Badan Jalan	a	Beton	0,013	2%	0,7	1,5	0,02
2	Area Luar	b	Permukiman	0,013	4%	0,7	1,5	0,02
3	Area Luar	c	Tanah berbutir kasar	0,2	2%	0,1	1,5	0,02

Sumber : Hasil Perhitungan

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

Catatan :

- Kode (L) = Saluran tepi (drainase) sebelah kiri
- Kode (R) = Saluran tepi (drainase) sebelah kanan

Perhitungan Saluran Tepi Pada STA 0+000 – 0+274 (Sebelah Kanan)

5.6.1 Menentukan Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi merupakan waktu paling lama yang dibutuhkan air untuk mencapai saluran drainase (inlet time) dari titik terjauh yang terletak didaerah pengaliran.

- Daerah Pengaliran
Daerah pengaliran adalah daerah yang dialiri oleh air sebelum masuk ke saluran drainase

$L_1 = 7 \text{ m}$ (perkerasan jalan)

$L_2 = 40 \text{ m}$ (area luar)

- Hubungan kondisi permukaan dengan kondiasi hambatan (nd)

Berdasarkan Tabel 2.35, maka dapat ditentukan nilai nd sebagai berikut :

nd badan jalan = 0,013 (beton)

nd area luar = 0,2 (tanah)

- Kemiringan daerah pengaliran (s)

Badan jalan = 2%

Area luar = 1%

- Kecepatan aliran yang diijinkan

Berdasarkan jenis materialnya yaitu beton bertulang, maka dapat dilihat pada tabel 2.36 kecepatan yang diijinkan adalah 1,5 m/detik.

- Tahapan perhitungan t_c adalah sebagai berikut

Penentuan inlet time (t_1)

$$\begin{aligned} t \text{ per. jalan} &= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times L_o \times \frac{N_d}{\sqrt{s}} \right)^{0,167} \\ &= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 3,5 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,02}} \right)^{0,167} \\ &= 0,943 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t \text{ area luar} &= \left(\frac{2}{3} \times 3,28 \times 40 \times \frac{0,02}{\sqrt{0,01}} \right)^{0,167} \\ &= 1,613 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_1 &= t \text{ perkerasan jalan} + t \text{ area luar} \\ &= 0,943 + 1,613 \\ &= 2,556 \text{ menit} \end{aligned}$$

- Penentuan flow time (t_2)

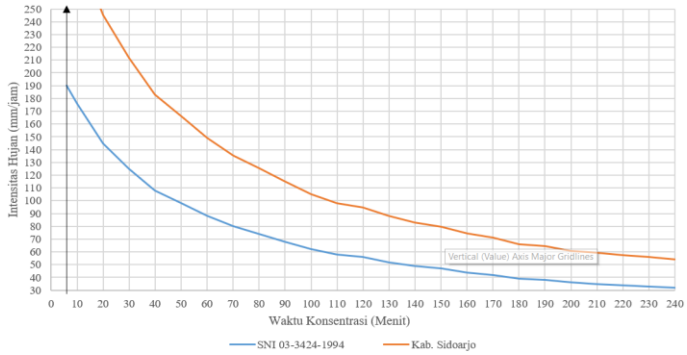
$$t_2 = \frac{L}{60V} = \frac{274}{60 \times 1,5} = 3,044 \text{ menit}$$

- Waktu Konsentrasi

$$\begin{aligned} t_c &= t_1 + t_2 \\ &= 2,556 + 3,044 \\ &= 5,60 \text{ menit} \end{aligned}$$

5.6.2 Menentukan Intensitas Hujan (I)

Dari hasil t_c dalam satuan menit yang diplotkan pada kurva basis maka didapatkan nilai I rencana sebesar 340 mm/jam seperti pada gambar 5.4 dibawah ini.



Gambar 5.4. Kurva Basis SNI 03-3424-1994

5.6.3 Menentukan luas daerah pengaliran (A)

$$A_1 \text{ (perkerasan jalan)} = 3,5 \text{ m} \times 274 \text{ m}$$

$$= 959 \text{ m}^2$$

$$A_2 \text{ (area luar)} = 40 \text{ m} \times 274 \text{ m}$$

$$= 10960 \text{ m}^2$$

$$\text{Total A} = 959 + 10960 = 11919 \text{ m}^2$$

5.6.4 Menentukan Koefisien Pengaliran (C)

Berdasarkan tabel 2.37 hubungan antara kondisi permukaan tanah dan koefisien pengaliran, maka didapat :

$$C_1 \text{ (perkerasan jalan)} = 0,7$$

$$C_2 \text{ (permukiman)} = 0,4$$

$$C_{\text{gabungan}} = \frac{(959 \times 0,7) + (10960 \times 0,4)}{959 + 10960} = 0,424$$

5.6.5 Menentukan Debit Air (Q)

$$A_{\text{total}} = 11919 \text{ m}^2 = 0,011919 \text{ km}^2$$

$$I = 340 \text{ mm/jam}$$

$$C = 0,63$$

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

$$= \frac{1}{3,6} \times 0,424 \times 340 \times 0,011919$$

$$= 0,4773 \text{ m}^3/\text{detik}$$

5.6.6 Menentukan Dimensi Saluran

Saluran Bentuk Segi Empat

Perencanaan dimensi saluran tepi dimulai dengan penentuan bahan yang digunakan sebagai saluran. Saluran direncanakan dengan menggunakan U-ditch dalam ketentuan sebagai berikut :

- Kecepatan aliran yang diijinkan = 1.5 m/detik
- Bentuk penampang = kotak (segi empat)
- Angka manning = 0.014
- Debit (Q) = 0,4773 m³/detik

Luas Penampang Basah

$$Fd = \frac{Q}{v} = \frac{0,4773}{1,5} = 0,3182 \text{ m}^2$$

$$Fe = Fd = 0,3182 \text{ m}^2$$

$$b \times 2b = 0,3182 \text{ m}^2$$

$$2b^2 = 0,3182 \text{ m}^2$$

$$b = 0,4 \text{ m}$$

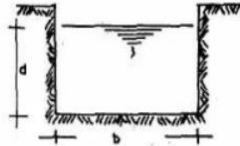
$$d = 2 \times b = 2 \times 0,4 = 0,8 \text{ m}$$

digunakan dimensi :

$$b = 0,5 \text{ m}$$

$$d = 0,7 \text{ m}$$

Jadi digunakan saluran U-ditch dengan dimensi 50 cm x 70 cm x 120 cm



5.6.7 Menentukan Kemiringan Saluran (i)

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

- Kemiringan Lapangan menggunakan perbedaan elevasi

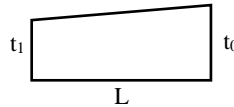
$$t_0 = 9,64 \text{ m}$$

$$t_1 = 8,58 \text{ m}$$

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

$$i = \frac{9,64 - 8,58}{274} \times 100 \%$$

$$= 0,386\%$$



- Kemiringan Saluran rencana
Kemiringan Saluran direncanakan sesuai perhitungan berikut

$$i = \left\{ \frac{V \times n}{R^3} \right\}^2 = \left\{ \frac{1,5 \times 0,014}{\frac{0,83}{2}} \right\}^2 \times 100\% = 0,15\%$$

jadi direncanakan kemiringan saluran sebesar 0,15%

Dari kontrol yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa saluran drainase tidak membutuhkan pematah arus. Untuk perhitungan rekapitulasi drainase disajikan dalam bentuk tabel rekapitulasi.

Tabel 5.17. Rekapitulasi Perhitungan Waktu Konsentrasi

No.	STA	Kode	L		nd	s	L	t ₁	t ₂	t _c
1.	0+000 - 0+274	L	274	Badan Jalan	0,013	0,02	3,5	0,943	3,04	5,56
				Area Luar	0,02	0,01	35	1,577		
2.	0+000 - 0+274	R	274	Badan Jalan	0,013	0,02	3,5	0,943	3,04	5,60
				Area Luar	0,02	0,01	40	1,6127		
3.	0+284 - 0+420	L	136	Badan Jalan	0,013	0,02	3,5	0,943	1,51	4,13
				Area Luar	0,02	0,01	50	1,674		
4.	0+284 - 0+420	R	136	Badan Jalan	0,013	0,02	3,5	0,943	1,51	4,22
				Area Luar	0,02	0,01	70	1,7707		
5.	0+421 - 0+574	L	153	Badan Jalan	0,013	0,02	3,5	0,943	1,70	4,22
				Area Luar	0,02	0,01	35	1,5772		
6.	0+421 - 0+574	R	153	Badan Jalan	0,013	0,02	3,5	0,943	1,70	4,32
				Area Luar	0,02	0,01	50	1,674		
7.	0+575 - 0+786	L	211	Badan Jalan	0,013	0,02	3,5	0,943	2,34	4,82
				Area Luar	0,02	0,01	30	1,5371		
8.	0+575 - 0+786	R	211	Badan Jalan	0,013	0,02	3,5	0,943	2,34	4,96
				Area Luar	0,02	0,01	50	1,674		
9.	0+788 - 1+681	L	893	Badan Jalan	0,013	0,02	3,5	0,943	9,92	12,12
				Area Luar	0,02	0,01	9	1,2571		
10.	0+788 - 1+681	R	893	Badan Jalan	0,013	0,02	3,5	0,943	9,92	12,12
				Timbunan	0,2	0,01	0,2	0,978		
				Area Luar	0,02	0,01	9	1,2571		
11.	1+691 - 1+798	L	107	Badan Jalan	0,013	0,02	3,5	0,943	1,19	3,41
				Timbunan	0,2	0,01	1	1,279		
12.	1+691 - 1+798	R	107	Badan Jalan	0,013	0,02	3,5	0,943	1,19	5,19
				Timbunan	0,2	0,01	1,6	1,384		
				Area Luar	0,02	0,01	50	1,674		
13.	1+798 - 2+011	L	213	Badan Jalan	0,013	0,02	3,5	0,943	2,37	4,68
				Area Luar	0,02	0,01	15	1,369		
14.	1+798 - 2+011	R	213	Badan Jalan	0,013	0,02	3,5	0,943	2,37	4,68
				Area Luar	0,02	0,01	15	1,369		
15.	2+020 - 2+706	L	686	Badan Jalan	0,013	0,02	3,5	0,943	7,62	9,68
				Area Luar	0,02	0,01	4,5	1,120		
16.	2+020 - 2+706	R	686	Badan Jalan	0,013	0,02	3,5	0,943	7,62	8,57
				Area Luar	0,02	0,01	0	0		

No.	STA	Kode	L		nd	s	L	t ₁	t ₂	tc
17.	2+706 - 3+100	L	394	Badan Jalan	0,013	0,02	3,5	0,943	4,38	6,81
				Area Luar	0,02	0,01	25	1,491		
18.	2+706 - 3+100	R	394	Badan Jalan	0,013	0,02	3,5	0,943	4,38	7,74
				Timbunan	0,2	0,01	0,2	0,978		
				Area Luar	0,02	0,01	20	1,4364		
19.	3+102 - 3+600	L	498	Badan Jalan	0,013	0,02	3,5	0,943	5,53	7,76
				Area Luar	0,02	0,01	10	1,2794		
20.	3+102 - 3+600	R	498	Badan Jalan	0,013	0,02	3,5	0,943	5,53	8,89
				Timbunan	0,2	0,01	0,2	0,978		
				Area Luar	0,02	0,01	20	1,4364		
21.	3+601 - 3+800	L	199	Badan Jalan	0,013	0,02	3,5	0,943	2,21	4,43
				Area Luar	0,02	0,01	10	1,2794		
22.	3+601 - 3+800	R	199	Badan Jalan	0,013	0,02	3,5	0,943	2,21	5,41
				Timbunan	0,2	0,01	0,2	0,978		
				Area Luar	0,02	0,01	10	1,2794		
23.	3+802 - 4+550	L	748	Badan Jalan	0,013	0,02	3,5	0,943	8,31	10,53
				Area Luar	0,02	0,01	10	1,2794		
24.	3+802 - 4+550	R	748	Badan Jalan	0,013	0,02	3,5	0,943	8,31	11,51
				Timbunan	0,2	0,01	0,2	0,978		
				Area Luar	0,02	0,01	10	1,2794		
25.	4+552 - 4+676	L	124	Badan Jalan	0,013	0,02	3,5	0,943	1,38	3,25
				Timbunan	0,2	0,01	0,15	0,932		
26.	4+552 - 4+676	R	124	Badan Jalan	0,013	0,02	3,5	0,943	1,38	5,00
				Timbunan	0,2	0,01	0,1	0,871		
				Area Luar	0,02	0,01	80	1,8106		
27.	4+676 - 5+000	L	324	Badan Jalan	0,013	0,02	3,5	0,943	3,60	7,13
				Timbunan	0,2	0,01	0,3	1,046		
				Area Luar	0,02	0,01	30	1,5371		
28.	4+676 - 5+000	R	324	Badan Jalan	0,013	0,02	3,5	0,943	3,60	6,19
				Timbunan	0,2	0,01	4,5	1,645		
29.	5+002 - 5+282	L	280	Badan Jalan	0,013	0,02	3,5	0,943	3,11	6,16
				Timbunan	0,2	0,01	0,5	1,140		
				Area Luar	0,2	0,01	20	2,110		
30.	5+002 - 5+282	R	280	Badan Jalan	0,013	0,02	3,5	0,943	3,11	5,03
				Timbunan	0,2	0,01	0,2	0,978		

Sumber : Hasil Perhitungan

Halaman sengaja dikosongkan

Tabel 5.18. Rekapitulasi Perhitungan Debit dan Dimensi Saluran Tepi

No.	STA	Kode	L	Perkerasan		Timbunan		Area Luar		C total	I rencana	Q	Fd	Dimensi rencana		Luas Penampang Basah rencana	Luas Penampang Eksisting	Cek	Dimensi Pakai		Luas Penampang Pakai	Cek	Keterangan
				Koef	A	Koef	A	Koef	A					b	h	Fd	L		b	h	L		
1.	0+000 - 0+274	L	274	0,7	959	0,2	0	0,4	9590	0,43	340	0,426	0,284	0,377	0,565	0,284	0,48	Ok	-	-	-	-	Tidak diperlukan perubahan penampang
2.	0+000 - 0+274	R	274	0,7	959	0,2	0	0,4	10960	0,42	340	0,477	0,318	0,399	0,598	0,318	0,250	Not Ok	0,5	0,7	0,35	Ok	Diperlukan perubahan penampang
3.	0+284 - 0+420	L	136	0,7	476	0,2	0	0,4	6800	0,42	340	0,288	0,192	0,310	0,465	0,192	0,250	Ok	-	-	-	-	Tidak diperlukan perubahan penampang
4.	0+284 - 0+420	R	136	0,7	476	0,2	0	0,4	9520	0,41	340	0,391	0,261	0,361	0,542	0,261	0,250	Not Ok	0,5	0,7	0,35	Ok	Diperlukan perubahan penampang
5.	0+421 - 0+574	L	153	0,7	535,5	0,2	0	0,4	5355	0,43	340	0,238	0,158	0,281	0,422	0,158	0,250	Ok	-	-	-	-	Tidak diperlukan perubahan penampang
6.	0+421 - 0+574	R	153	0,7	535,5	0,2	0	0,4	7650	0,42	340	0,324	0,216	0,329	0,493	0,216	0,390	Ok	-	-	-	-	Tidak diperlukan perubahan penampang
7.	0+575 - 0+786	L	211	0,7	738,5	0,2	0	0,4	6330	0,43	340	0,288	0,192	0,310	0,465	0,192	0,250	Ok	-	-	-	-	Tidak diperlukan perubahan penampang
8.	0+575 - 0+786	R	211	0,7	738,5	0,2	0	0,4	10550	0,42	340	0,447	0,298	0,386	0,579	0,298	0,750	Ok	-	-	-	-	Tidak diperlukan perubahan penampang
9.	0+788 - 1+681	L	893	0,7	3125,5	0,2	0	0,4	8037	0,48	340	0,510	0,340	0,412	0,619	0,340	0,250	Not Ok	0,5	0,7	0,35	Ok	Diperlukan perubahan penampang
10.	0+788 - 1+681	R	893	0,7	3125,5	0,2	178,6	0,4	8037	0,48	340	0,514	0,342	0,414	0,828	0,342	0,200	Not Ok	0,5	0,7	0,350	Ok	Diperlukan perubahan penampang
11.	1+691 - 1+798	L	107	0,7	374,5	0,2	107	0,4	107	0,55	340	0,031	0,021	0,101	0,203	0,021	Tidak ada	-	0,5	0,7	0,35	Ok	Diperlukan penambahan drainase
12.	1+691 - 1+798	R	107	0,7	374,5	0,2	171,2	0,4	5350	0,41	340	0,230	0,153	0,277	0,554	0,153	0,400	Ok	-	-	-	-	Tidak diperlukan perubahan penampang
13.	1+798 - 2+011	L	213	0,7	745,5	0,2	0	0,4	3195	0,46	340	0,170	0,113	0,238	0,476	0,113	0,350	Ok	-	-	-	-	Tidak diperlukan perubahan penampang
14.	1+798 - 2+011	R	213	0,7	745,5	0,2	0	0,4	3195	0,46	340	0,170	0,113	0,238	0,476	0,113	Tidak ada	-	0,5	0,7	0,35	Ok	Diperlukan penambahan drainase
15.	2+020 - 2+706	L	686	0,7	2401	0,2	0	0,4	3087	0,53	340	0,275	0,184	0,303	0,606	0,184	0,175	Not Ok	0,5	0,7	0,35	Ok	Diperlukan perubahan penampang
16.	2+020 - 2+706	R	686	0,7	2401	0,2	0	0,4	0	0,70	340	0,159	0,106	0,230	0,460	0,106	Tidak ada	-	0,5	0,7	0,35	Ok	Diperlukan penambahan drainase
17.	2+706 - 3+100	L	394	0,7	1379	0,2	0	0,4	9850	0,44	340	0,463	0,309	0,393	0,786	0,309	0,250	Not Ok	0,5	0,7	0,35	Ok	Diperlukan perubahan penampang
18.	2+706 - 3+100	R	394	0,7	1379	0,2	78,8	0,4	7880	0,44	340	0,390	0,260	0,361	0,721	0,260	0,200	Not Ok	0,5	0,7	0,35	Ok	Diperlukan perubahan penampang
19.	3+102 - 3+600	L	498	0,7	1743	0,2	0	0,4	4980	0,48	340	0,303	0,202	0,318	0,636	0,202	0,250	Ok	-	-	-	-	Tidak diperlukan perubahan penampang

No.	STA	Kode	L	Perkerasan		Timbunan		Area Luar		C total	I rencana	Q	Fd	Dimensi rencana		Luas Penampang Basah rencana	Luas Penampang Eksisting	Cek	Dimensi Pakai		Luas Penampang Pakai	Cek	Keterangan
				Koef	A	Koef	A	Koef	A					b	h	Fd	L		b	h	L		
20.	3+102 - 3+600	R	498	0,7	1743	0,2	99,6	0,4	9960	0,44	340	0,493	0,329	0,406	0,811	0,329	0,200	Not Ok	0,5	0,7	0,35	Ok	Diperlukan perubahan penampang
21.	3+601 - 3+800	L	199	0,7	696,5	0,2	0	0,4	1990	0,48	340	0,121	0,081	0,201	0,402	0,081	0,250	Ok	-	-	-	-	Tidak diperlukan perubahan penampang
22.	3+601 - 3+800	R	199	0,7	696,5	0,2	39,8	0,4	1990	0,47	340	0,122	0,081	0,202	0,403	0,081	0,200	Not Ok	0,5	0,7	0,35	Ok	Diperlukan perubahan penampang
23.	3+802 - 4+550	L	748	0,7	2618	0,2	0	0,4	7480	0,48	340	0,456	0,304	0,390	0,779	0,304	0,250	Not Ok	0,5	0,7	0,35	Ok	Diperlukan perubahan penampang
24.	3+802 - 4+550	R	748	0,7	2618	0,2	149,6	0,4	7480	0,47	340	0,458	0,306	0,391	0,782	0,306	0,200	Not Ok	0,5	0,7	0,35	Ok	Diperlukan perubahan penampang
25.	4+552 - 4+676	L	124	0,7	434	0,2	0	0,4	18,6	0,69	340	0,029	0,020	0,099	0,198	0,020	Tidak ada	-	0,5	0,7	0,35	Ok	Diperlukan penambahan drainase
26.	4+552 - 4+676	R	124	0,7	434	0,2	12,4	0,4	9920	0,41	340	0,404	0,269	0,367	0,734	0,269	Tidak ada	-	0,5	0,7	0,35	Ok	Diperlukan penambahan drainase
27.	4+676 - 5+000	L	324	0,7	1134	0,2	97,2	0,4	9720	0,43	340	0,444	0,296	0,385	0,769	0,296	0,250	Not Ok	0,5	0,7	0,35	Ok	Diperlukan perubahan penampang
28.	4+676 - 5+000	R	324	0,7	1134	0,2	1458	0,4	1458	0,41	340	0,158	0,105	0,229	0,458	0,105	3,750	Ok	-	-	-	-	Tidak diperlukan perubahan penampang
29.	5+002 - 5+282	L	280	0,7	980	0,2	140	0,4	5600	0,44	340	0,279	0,186	0,305	0,610	0,186	Tidak ada	-	0,5	0,7	0,35	Ok	Diperlukan penambahan drainase
30.	5+002 - 5+282	R	280	0,7	980	0,2	56	0,4	56	0,66	340	0,068	0,045	0,151	0,301	0,045	3,750	Ok	-	-	-	-	Tidak diperlukan perubahan penampang

Sumber : Hasil Perhitungan

BAB VI METODE PELAKSANAAN

6.1 Pekerjaan Persiapan

a. Pembuatan Kantor Sementara (Direksi Kit)

Direksi kit merupakan kantor lapangan bersifat sementara yang memiliki fungsi sebagai tempat kerja bagi kontraktor, pengawas dan lain-lain. Dengan adanya direksi kit memudahkan pengawasan dan koordinasi untuk kontraktor dan pengawas dalam kegiatan proyek. Direksi kit berada di dekat STA 5+282 dikarenakan pekerjaan dimulai dari STA tersebut.



Gambar 6.1. Direksi Kit
Sumber : www.google.com

b. Pembuatan Stock Pile

Stock Pile merupakan tempat penyimpanan material sebelum digunakan langsung di lapangan. Luas stock pile adalah 10 x 10 m berada di dekat STA 5+282

c. Pembuatan Papan Nama Proyek

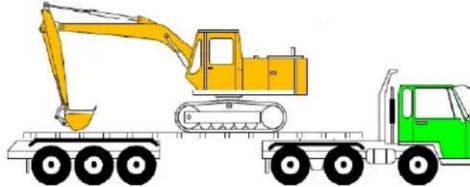
Pembuatan papan nama proyek yang bertujuan untuk memberitahu masyarakat disekelilingnya bahwa pada daerah tersebut sedang ada pekerjaan jalan, sehingga masyarakat lebih berhati-hati jika melewati daerah tersebut. Papan nama proyek berisi data-data proyek, seperti: Nama proyek, Nama pemilik, lokasi, tanggal izin, kontak, dan konsultan pengawas.



Gambar 6.2. Papan Nama Proyek
Sumber : <https://pt.slideshare.net/nikofernando7/papan-nama-54892342>

d. Mobilisasi

Pengangkutan peralatan konstruksi berdasarkan daftar alat alat konstruksi yang akan digunakan untuk pelaksanaan pekerjaan dan kedatangan tenaga kerja ke lapangan sebelum pekerjaan dimulai sesuai dengan jumlah yang dibutuhkan.



Gambar 6.3. Mobilisasi Alat

Sumber : <https://id.scribd.com/document/319403695/Metode-Mobilisasi-Alat-Alat-pdf>

e. Pekerjaan Pengukuran

Pekerjaan pengukuran dilakukan untuk menentukan letak – letak batas pengerjaan proyek, elevasi as jalan, elevasi tanah dasar serta pekerjaan - pekerjaan yang berkaitan.

f. Pembersihan Lapangan

Pembersihan lapangan dilakukan sebelum pelaksanaan pekerjaan konstruksi dimulai. Pekerjaan ini bertujuan untuk mempermudah pelaksanaan pekerjaan konstruksi dengan membuang benda – benda yang mengganggu pekerjaan seperti rumput–rumput liar atau semak belukar.

6.2 Pekerjaan Drainase

a. Uraian

Pekerjaan drainase pada perencanaan tugas akhir ini adalah pekerjaan drainase saluran tepi. Pekerjaan saluran tepi menggunakan U-ditch precast.

Peralatan

1. Mini excavator
2. Dump Truck
3. Alat bantu manual (sekop, keranjang, sapu)

b. Pelaksanaan Pekerjaan

1. Pelaksanaan Pekerjaan Galian Saluran Tepi
 - a. Surveyor menentukan batas-batas dimensi saluran
 - b. Pekerjaan melakukan penggalian tanah sesuai dengan lebar dan kedalaman galian yang telah ditentukan
 - c. Dump truck mengangkut hasil galian ke luar proyek.

2. Pekerjaan Pemasangan U-ditch

Metode pemasangan U-ditch dengan menggunakan excavator yang dikaitkan tali sling kemudian disambungkan ke U-ditch yang akan di pasang.



Gambar 6.4. Pemasangan U-ditch

Sumber : <https://infopublik.id/galeri/foto/detail/108720>

3. Pekerjaan Pengurugan dan Pemasatan area saluran U-ditch

Setelah U-ditch dipasang, untuk memastikan U-ditch tidak bergeser dilakukan pengurugan di samping kanan kiri secara hati-hati di sisi-sisi U-ditch.

6.3 Pekerjaan Galian Perkerasan Lama

a. Peralatan

1. Excavator
2. Dump Truck
3. Jack Hammer

b. Pelaksanaan Pekerjaan

Perkerasan lama berupa aspal dibongkar dengan menggunakan alat bantu jack hammer dan kemudian dibantu dengan menggunakan excavator sampai dengan kedalaman yang direncanakan.



Gambar 6.5. Pembongkaran Perkerasan Lama dengan Excavator (kiri) dan Jack Hammer (kanan)

Sumber : www.google.com

6.4 Pekerjaan Lapisan Pondasi Agregat B

a. Uraian

Lapisan pondasi agregat bawah dengan stabilisasi semen adalah lapisan pondasi bawah yang terletak antara lapis pondasi atas dan tanah dasar.

b. Peralatan

1. Vibrator
2. Concrete Mixer Truck
3. Alat bantu manual

c. Pelaksanaan Pekerjaan

1. Pemasangan starting cor berupa bekisting setebal CBK (15 cm).
2. Concrete mixer truck mengangkut beton ready mix kemudian dihamparkan dan dirata kan secara manual oleh pekerja
3. Selanjutnya digunakan vibrator untuk mencegah terjadinya penghamparan yang tidak homogen



Gambar 6.6. Stabilisasi dengan LMC

Sumber : www.google.com

6.5 Pekerjaan Lapisan Pondasi Agregat A

a. Uraian

Lapisan pondasi agregat Atas / drainage layer merupakan lapisan diatas lapis pondasi bawah yang digunakan sebagai pengalir aliran air secara horizontal agar tidak merusak struktur badan jalan.

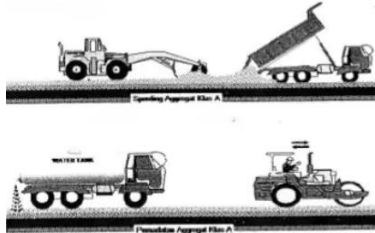
b. Peralatan

1. Dump Truck
2. Vibratory Roller
3. Motor Grader

c. Pelaksanaan Pekerjaan

1. Material agregat A diangkut dengan menggunakan dump truck
2. Penghamparan material agregat A menggunakan motor grader sampai rata sesuai dengan tebal rencana

3. Setelah dilakukan perataan, dipadatkan menggunakan vibratory roller
4. Setelah selesai pemadatan, dilakukan uji sandcone dengan minimal hasil uji 100%



Gambar 6.7. Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat A

Sumber : <https://id.scribd.com/document/319403695/Metode-Mobilisasi-Alat-Alat-pdf>

6.6 Pekerjaan Lean Concrete

1. Uraian

Pekerjaan Lean Concrete adalah pekerjaan lapis pondasi atau lantai kerja untuk pekerjaan perkerasan kaku. Bahan yang digunakan adalah beton dengan mutu K-125 pada umur 7 hari dengan nilai slump 8 ± 2 setebal 10 cm.

2. Peralatan

- a. Concrete mixer truck
- b. Vibratory Truss Screed
- c. Alat Bantu manual

3. Pelaksanaan Pekerjaan

- a. Pemasangan starting cor berupa bekisting setebal Lean Concrete (10 cm).
- b. Concrete mixer truck mengangkut beton ready mix kemudian dihamparkan dan dirata kan secara manual oleh pekerja
- c. Selanjutnya digunakan vibratory truss screed untuk meratakan beton secara merata



Gambar 6.8. Pekerjaan Lean Concrete

Sumber : www.google.com

6.7 Pekerjaan Perkerasan Kaku

a. Uraian

Pekerjaan Perkerasan kaku secara manual dengan mutu beton K350 dengan nilai slump 10 ± 2 dan ketebalan 27,5 cm.

b. Peralatan

- Concrete Mixer Truck
- Saw Concrete Cutting
- Vibratory Truss Screenshot
- Alat bantu manual

c. Pelaksanaan Pekerjaan

1. Tandai posisi dowel setiap jarak 5 m
2. Pemasangan starting cor berupa bekisting setebal 27,5 cm



Gambar 6.9. Pemasangan Bekisting

Sumber : www.google.com

3. Dari sisi tengah badan jalan dipasang tie bar sesuai rencana dan juga dowel dipasang setiap pergantian segmen.



Gambar 6.10. Pemasangan Tie bar dan Dowel

Sumber : www.google.com

4. Concrete mixer truck mengangkut beton ready mix kemudian dihamparkan dan diratakan dengan menggunakan Vibratory Truss Screenshot oleh pekerja



Gambar 6.11. Pengecoran Jalan Beton

Sumber : www.google.com

5. Kemudian dilakukan pembentukan alur atau grooving \pm 30 menit setelah beton dihampar.



Gambar 6.12. Pembentukan Alur Jalan
Sumber : www.google.com

6. Semprotkan curing compound sesaat setelah grooving



Gambar 6.13. Penyemprotan Curing Compound
Sumber : www.google.com

7. Setelah beton disetting, lapiasi dengan geotextile.



Gambar 6.14. Pemasangan geotextile
Sumber : www.google.com

8. Selanjutnya dilakukan pemotongan beton rigid dengan alat saw concrete cutting. Proses pemotongan ini dilakukan maksimal 12 jam setelah beton diproses dengan ketebalan $\frac{1}{4}$ dari tebal beton



Gambar 6.15. Cutting Beton
 Sumber : www.google.com

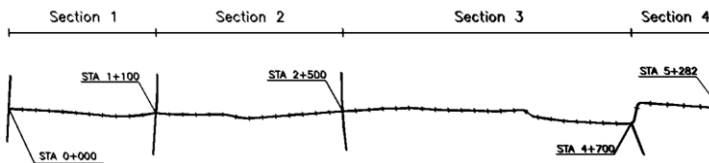
9. Setelah minimal 7 hari pengecoran, material joint sealent diisikan pada area yang telah dicutting.



Gambar 6.16. Pengisian Joint Sealent
 Sumber : www.google.com

6.8 Rekayasa Arus Lalu Lintas

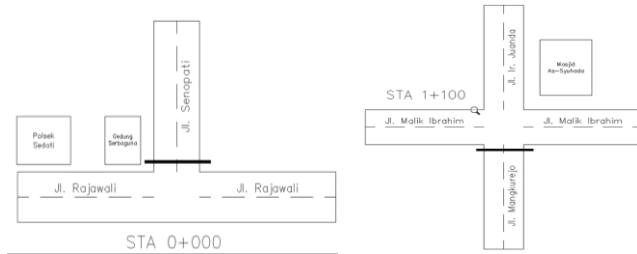
Dalam pelaksanaan proyek peningkatan kualitas ruas jalan, direncanakan juga rekayasa lalu lintas yang akan dilakukan untuk mengurangi gangguan atau mengurai kemacetan lalu lintas yang akan terjadi sebagai akibat dari adanya pekerjaan proyek ini. Dalam perencanaan proyek ini, pekerjaan peningkatan kualitas ruas jalan dibagi menjadi 4 section, dengan layout jalan eksisting sebagai pada gambar di bawah ini :



Gambar 6.17. Layout Jalan Eksisting STA 0+000 – 5+282

Teknis pelaksanaan rekayasa lalu lintas untuk setiap section pekerjaan proyek peningkatan kualitas jalan dijelaskan sebagai berikut :

a. Section 1



Gambar 6.18. Site Plan Rekeyasa Lalu Lintas pada section 1

Pada pekerjaan section 1, jalan di tutup dari STA 0+000 sampai dengan STA 1+100. Arus lalu lintas pada STA 0+000 dari Jl. Rajawali yang menuju ke Jl. Senopati dialihkan untuk tetap lurus ke Jl. Rajawali.

Untuk arus lalu lintas pada STA 1+100 dari Jl. Malik Ibrahim yang menuju ke Jl. Mangkurejo dialihkan ke Jl. Ir. Juanda atau tetap lurus ke Jl. Malik Ibrahim dan arus lalu lintas dari Jl. Ir. Juanda dialihkan ke Jl. Malik Ibrahim.

b. Section 2

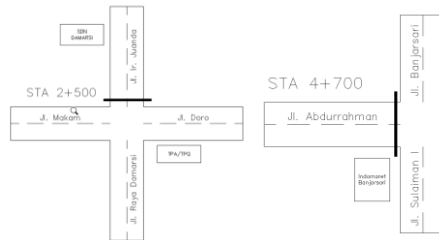


Gambar 6.19. Site Plan Rekeyasa Lalu Lintas pada section 2

Pada pekerjaan section 2, jalan di tutup dari STA 1+100 sampai dengan STA 2+500. Arus lalu lintas pada STA 1+100 dari arah Jl. Mangkurejo yang menuju ke Jl. Ir. Juanda dialihkan ke Jl. Malik Ibrahim dan arus dari arah Jl. Malik Ibrahim yang menuju ke Jl. Ir. Juanda dialihkan ke Jl. Mangkurejo atau lurus tetap di Jl. Malik Ibrahim.

Untuk arus lalu lintas pada STA 2+500 dari Jl. Makam yang menuju ke Jl. Raya Damarsi dialihkan ke Jl. Ir. Juanda atau tetap lurus ke Jl. Doro dan arus lalu lintas dari Jl. Ir. Juanda dialihkan ke Jl. Makam atau Jl. Doro.

c. Section 3

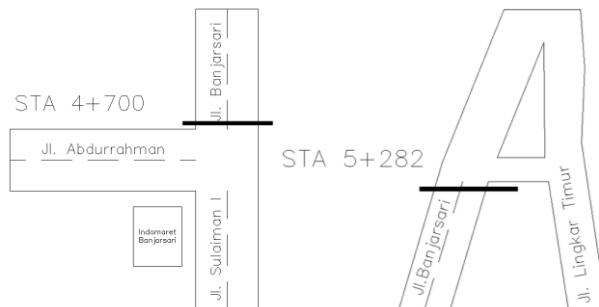


Gambar 6.20. Site Plan Rekayasa Lalu Lintas pada section 3

Pada pekerjaan section 3, jalan di tutup dari STA 2+500 sampai dengan STA 4+700. Arus lalu lintas pada STA 2+500 dari arah Jl. Raya Damarsi yang menuju ke Jl. Ir. Juanda dialihkan ke Jl. Makam atau Jl. Doro dan arus dari arah Jl. Makam yang menuju ke Jl. Ir. Juanda dialihkan ke Jl. Raya Damarsi atau lurus tetap di Jl. Doro.

Untuk arus lalu lintas pada STA 4+700 dari Jl. Banjarmasin yang menuju ke Jl. Abdurrahman dialihkan ke Jl. Sulaiman I dan juga sebaliknya.

d. Section 4



Gambar 6.21. Site Plan Rekayasa Lalu Lintas pada section 4

Pada pekerjaan section 4, jalan di tutup dari STA 4+700 sampai dengan STA 5+282. Arus lalu lintas pada STA 4+700 dari arah Jl. Raya Abdurrahman yang menuju ke Jl. Banjarsari dialihkan ke Jl. Sulaiman I dan arus dari arah Jl. Sulaiman I yang menuju ke Jl. Banjarsari dialihkan ke Jl. Abdurrahman. Untuk arus lalu lintas pada STA 5+282 dari Jl. Lingkar Timur ditutup total atau bisa mencari jalan alternatif lainnya.

BAB VII
RENCANA ANGGARAN BIAYA

7.1 Volume Pekerjaan

a. Pekerjaan Persiapan

1. Pekerjaan Kantor Sementara (Direksi Kit)

Panjang = 5 m

Lebar = 5 m

Luas = 25 m²

2. Pekerjaan Papan Nama Proyek

Jumlah = 1 unit

3. Pembersihan Lapangan

- Panjang = 5282 m

- Lebar jalan = 3.5 m x 2 arah = 7 m

- Lebar saluran = 0.5 m x 2 arah = 0,5 m

Total lebar = 7,5 m

Luas = 7,5 m x 5282 m = 39615 m²

4. Mobilisasi

Jumlah = 1 Ls (asumsi)

5. Pemasangan Seng Gelombang Untuk Stock Pile (10x10)

Panjang = 10 m

Jumlah = 4 (4 sisi)

Total panjang = 40 m

6. Galian untuk perkerasan

- Panjang Jalan = 5282 m

- Lebar Jalan = 7 m

- Tebal Perkerasan Lama = 0.06 m

- Tebal LMC rencana = 0.15 m

- Tebal LPA rencana = 0.15 m

Total Volume Galian = (Panjang Jalan - panjang total

jembatan) x Lebar jalan x (Tebal Perkerasan Lama + LMC + LPA)

= (5282 - 44 m) x 7 m x

(0.06+0.15+0.15)

= 13199,76 m³

b. Pekerjaan Lapis Pondasi Bawah

1. Pekerjaan Lapis Pondasi Bawah (Stabilisasi semen K100)

Lebar = 7 m

Tebal = 0,15 m

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= \text{Panjang Jalan} - \text{Panjang Total Jembatan} \\ &= 5282 \text{ m} - 44 \text{ m} \\ &= 5238 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Total} &= \text{Panjang} \times \text{Tebal} \times \text{Lebar} \\ &= 5238 \text{ m} \times 0,15 \times 7 \\ &= 5499,9 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2. Pekerjaan Lapis Pondasi Atas (Drainage Layer)

$$\text{Lebar} = 7 \text{ m}$$

$$\text{Tebal} = 0,15 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= \text{Panjang Jalan} - \text{Panjang Total Jembatan} \\ &= 5282 \text{ m} - 44 \text{ m} \\ &= 5238 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Total} &= \text{Panjang} \times \text{Tebal} \times \text{Lebar} \\ &= 5238 \text{ m} \times 0,15 \times 7 \\ &= 5499,9 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

3. Lean Concrete (K125)

$$\text{Lebar} = 7 \text{ m}$$

$$\text{Tebal} = 0,15 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= \text{Panjang Jalan} - \text{Panjang Total Jembatan} \\ &= 5282 \text{ m} - 44 \text{ m} \\ &= 5238 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Total} &= \text{Panjang} \times \text{Tebal} \times \text{Lebar} \\ &= 5238 \text{ m} \times 0,10 \times 7 \\ &= 3666,6 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

c. Pekerjaan Perkerasan Kaku

1. Beton K350 secara manual (Badan Jalan)

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= \text{Panjang Jalan} - \text{Panjang Total Jembatan} \\ &= 5282 \text{ m} - 44 \text{ m} \\ &= 5238 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Lebar} = 7 \text{ m}$$

$$\text{Tebal} = 27,5 \text{ cm}$$

$$\text{Luas segitiga kemiringan} = 0,175 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= (\text{Luas Perkerasan}) \times \text{Panjang} \\ &= [(\text{Lebar} \times \text{Tebal}) + (\text{Luas segitiga kemiringan})] \times \text{Panjang} \\ &= [(7 \text{ m} \times 0,275 \text{ m}) + (0,175 \text{ m}^2)] \times 5238 \text{ m} \\ &= [(1,925 \text{ m}^2) + (0,175 \text{ m}^2)] \times 5238 \text{ m} \\ &= 10999,8 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2. Pekerjaan Joint Sealent

Panjang = 7 m

Lebar = 0,006 m

Tinggi = 0,07 m

Volume 1 lubang = 0,00294 m³

Jumlah Cutting = Panjang Jalan : Jarak Sambungan
= 5238 m : 5 m = 1047,6 ~ 1048 buah

Volume Total = 1048 x 0,00294 m³
= 3,08112 ~ 3,082 m³

d. Pekerjaan Pembesian

1. Pekerjaan Pembesian Dowel/Ruji (Polos)

Diameter = 36 mm

Panjang = 450 mm

Volume 1 dowel = 458044,209 mm³

Jarak Sambungan = 5 m

Jarak antar dowel = 300 mm

Jumlah dowel dalam 1 cutting = 22 buah

Jumlah Cutting = Panjang : Jarak sambungan
= 5238 m : 5 m = 1047,6 ~ 1048 buah

Total Kebutuhan dowel = 1048 x 22 buah
= 23056 buah

Volume total = 458044,209 mm³ x 23056 buah
= 1,0561 x 10¹⁰ mm³ = 10,561 m³

Berat jenis baja = 7850 kg/m³

Berat total = 82903,85 kg

2. Pekerjaan Pembesian Tie Bar

Diameter = 16 mm

Panjang = 700 mm

Volume 1 tiebar = 140743,35 mm³

Jarak antar tiebar = 750 mm

Jumlah segmen = 5238 : 5 m = 1047,6 ~ 1048 segmen

Jumlah tiebar dalam 1 segmen pelat = 7 buah

Total jumlah tiebar = 7 buah x 1048 segmen
= 7336 buah

Volume total = 140743,35 mm³ x 7336 buah
= 1032493216 mm³ = 1,0325 m³

Berat jenis baja = 7850 kg/m³

Berat total = 1,0325 m³ x 7850 kg/m³
= 8105,125 kg

7.2 HSPK Kabupaten Sidoarjo Tahun 2020

Jenis Pekerjaan : Persiapan (Pembuatan Direksi KIT)

Satuan : m²

Tabel 7.1. Pekerjaan Direksi KIT

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan	Jumlah Harga
				(Rp)	(Rp)
A UPAH					
	Mandor	0,05	O.H	Rp 157.992	Rp 7.900
	Kepala Tukang	0,30	O.H	Rp 147.992	Rp 44.398
	Tukang Kayu	2,00	O.H	Rp 136.992	Rp 273.984
	Tukang Batu	1,00	O.H	Rp 136.992	Rp 136.992
	Pekerja	2,00	O.H	Rp 128.823	Rp 257.646
				Jumlah	Rp 720.919
B BAHAN					
	Dolken Kayu Gelam φ 8 10/400 cm	1,25	Batang	Rp 23.900	Rp 29.875
	Kayu Meranti 5/7	0,180	m3	Rp5.740.300	Rp 1.033.254
	Paku Biasa 2"- 5"	0,080	Kg	Rp 21.000	Rp 1.680
	Besi Plat Strip	1,100	Kg	Rp 13.500	Rp 14.850
	Semen Portland	35,00	Kg	Rp 1.938	Rp 67.813
	Pasir Pasang	0,150	m3	Rp 223.450	Rp 33.518
	Pasir Beton	0,100	m3	Rp 236.400	Rp 23.640
	Koral Beton	0,150	m3	Rp 245.400	Rp 36.810
	Bata Merah	30,00	Buah	Rp 950	Rp 28.500
	Seng Plat	0,250	Lembar	Rp 50.750	Rp 12.688
	Jendela Nako	0,200	Daun	Rp 25.850	Rp 5.170
	Kaca Polos tebal 3mm	0,080	m ²	Rp 112.150	Rp 8.972
	Kunci Tanam Biasa	0,150	Buah	Rp 74.400	Rp 11.160
	Plywood 4 mm	0,060	Lembar	Rp 126.350	Rp 7.581
				Jumlah	Rp 1.315.510
				Nilai HSPK	Rp 2.036.429

Sumber : HSPK Kab. Sidoarjo Tahun 2020

Jenis Pekerjaan : Persiapan (Papan Nama Proyek)

Satuan : pcs

Tabel 7.2. Pekerjaan Pembuatan Papan Nama Proyek

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan	Jumlah Harga
				(Rp)	(Rp)
A UPAH					
	Pekerja	0,630	O.H	Rp 128.823	Rp 81.159
	Tukang Kayu	1,000	O.H	Rp 136.992	Rp 136.992
	Tukang Cat	0,500	O.H	Rp 138.992	Rp 69.496
	Kepala Tukang	0,100	O.H	Rp 147.992	Rp 14.799
	Mandor	0,100	O.H	Rp 157.992	Rp 15.799
				Jumlah	Rp 318.245

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan	Jumlah Harga
				(Rp)	(Rp)
B	BAHAN				
	Kayu Papan	0,025	m ³	Rp6.415.650	Rp 160.391
	Kayu Balok	0,09	m ³	Rp5.132.500	Rp 461.925
	Paku 4-7 cm	0,6	Kg	Rp 21.000	Rp 12.600
	Cat memi	0,75	Kg	Rp 54.250	Rp 40.688
	Plamir kayu	0,3	Kg	Rp 36.600	Rp 10.980
	Amplas Kayu	2	Lbr	Rp 4.800	Rp 9.600
	Kuas cat	0,2	Bh	Rp 11.650	Rp 2.330
	Cat kayu	0,4	Kg	Rp 77.500	Rp 31.000
	Semen portland	25	Kg	Rp 1.938	Rp 48.438
	Pasir beton	0,06	m ³	Rp 236.400	Rp 14.184
	Batu split pecah mesin 3/5	0,1	m ³	Rp 245.400	Rp 24.540
	Kayu Papan	0,025	m ³	Rp6.415.650	Rp 160.391
	Kayu Balok	0,09	m ³	Rp5.132.500	Rp 461.925
	Paku 4-7 cm	0,6	Kg	Rp 21.000	Rp 12.600
				Jumlah	Rp 816.675
				Nilai HSPK	Rp 1.134.920

Sumber : HSPK Kab. Sidoarjo Tahun 2020

Jenis Pekerjaan : Persiapan (Pembersihan Lapangan)

Satuan : m²

Tabel 7.3. Pekerjaan Pembersihan Lapangan

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan	Jumlah Harga
				(Rp)	(Rp)
A	UPAH				
	Pekerja	0,05	O.H	Rp 128.823	Rp 6.441
	Mandor	0,10	O.H	Rp 157.992	Rp 15.799
				Jumlah	Rp 22.240

Sumber : HSPK Kab. Sidoarjo Tahun 2020

Jenis Pekerjaan : Persiapan (Mobilisasi)

Satuan : asumsi

Tabel 7.4. Pekerjaan Mobilisasi Alat

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan	Jumlah Harga
				(Rp)	(Rp)
	Mobilisasi				Rp 10.000.000
				Jumlah	Rp 10.000.000

Sumber : HSPK Kab. Sidoarjo Tahun 2020

Jenis Pekerjaan : Persiapan (Pemasangan Seng Gelombang 2 m untuk Stock Pile)

Satuan : m'

Tabel 7.5. Pekerjaan Pemasangan Stock Pile

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan	Jumlah Harga
				(Rp)	(Rp)
A UPAH					
	Pekerja	0,630	O.H	Rp 128.823	Rp 81.159
	Tukang Kayu	0,400	O.H	Rp 136.992	Rp 54.797
	Kepala Tukang	0,020	O.H	Rp 147.992	Rp 2.960
	Mandor	0,020	O.H	Rp 157.992	Rp 3.160
				Jumlah	Rp 142.075
B BAHAN					
	Dolken Kayu Gelam ϕ 8-10/400 cm	1,25	Batang	Rp 23.900	Rp 29.875
	Semen Portland	3	Kg	Rp 1.938	Rp 4.844
	Seng Gelombang	1,2	Lembar	Rp 78.950	Rp 94.740
	Pasir Beton	0,005	m ³	Rp 236.400	Rp 1.182
	Kerikil Beton	0,009	m ³	Rp 245.400	Rp 2.209
	Kayu meranti	0,072	m ³	Rp5.740.300	Rp 413.302
	Paku biasa 2"- 5"	0,06	Kg	Rp 21.000	Rp 1.260
	Memi besi	0,45	Kg	Rp 54.250	Rp 24.413
				Jumlah	Rp 571.823
				Nilai HSPK	Rp 713.899

Sumber : HSPK Kab. Sidoarjo Tahun 2020

Jenis Pekerjaan : Pondasi Bawah (Stabilisasi Semen)

Satuan : m³

Tabel 7.6. Pekerjaan Perkerasan Kaku dengan manual K100

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan	Jumlah Harga
				(Rp)	(Rp)
A UPAH					
	Pekerja	1,65	O.H	Rp 128.823	Rp 212.558
	Mandor	0,083	O.H	Rp 157.992	Rp 13.113
	Kepala Tukang	0,028	O.H	Rp 147.992	Rp 4.144
	Tukang Batu	0,275	O.H	Rp 136.992	Rp 37.673
				Jumlah	Rp 267.488
B BAHAN					
	Semen Portland	247	Kg	Rp 1.238	Rp 305.663
	Pasir Beton	869	m ³	Rp 365	Rp 317.185
	Kerikil (maks 30 mm)	999	m ³	Rp 164	Rp 163.536
	Air	215	Liter	Rp 6,5	Rp 1.398
				Jumlah	Rp 787.781

C ALAT					
	Concrete Vibrator	0,058	Jam	Rp 51.650	Rp 2.985
	Truck Mixer	0,116	Jam	Rp 200.000	Rp 23.240
	Alat Bantu Manual	0,017	Jam	Rp 5.000	Rp 84
				Jumlah	Rp 26.309
				Nilai HSPK	Rp 1.081.579

Sumber : HSPK Kab. Sidoarjo Tahun 2020

Jenis Pekerjaan : Pondasi Bawah (Lapis Agregat A)

Satuan : m³

Tabel 7.7. Pekerjaan Lapis Agregat Atas

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan	Jumlah Harga
				(Rp)	(Rp)
A UPAH					
	Pekerja	1,65	O.H	Rp 128.823	Rp 212.558
	Mandor	0,083	O.H	Rp 157.992	Rp 13.113
	Kepala Tukang	0,028	O.H	Rp 147.992	Rp 4.144
	Tukang Batu	0,275	O.H	Rp 136.992	Rp 37.673
				Jumlah	Rp 267.488
B BAHAN					
	Semen Portland	1	m ³	Rp 185.000	Rp 185.000
				Jumlah	Rp 185.000
C ALAT					
	Vibratory Roller	0,058	Jam	Rp 362.895	Rp 20.975
	Dump Truck	0,116	Jam	Rp 824.650	Rp 95.824
	Alat Bantu Manual	0,017	Jam	Rp 5.000	Rp 84
				Jumlah	Rp 116.884
				Nilai HSPK	Rp 569.372

Sumber : HSPK Kab. Sidoarjo Tahun 2020

Jenis Pekerjaan : Pondasi Bawah (Lean Concrete)

Satuan : m³

Tabel 7.8. Pekerjaan Perkerasan Kaku dengan manual K125

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan	Jumlah Harga
				(Rp)	(Rp)
A UPAH					
	Pekerja	1,65	O.H	Rp 128.823	Rp 212.558
	Mandor	0,083	O.H	Rp 157.992	Rp 13.113
	Kepala Tukang	0,028	O.H	Rp 147.992	Rp 4.144
	Tukang Batu	0,275	O.H	Rp 136.992	Rp 37.673
				Jumlah	Rp 267.488
B BAHAN					
	Semen Portland	276	Kg	Rp 1.238	Rp 341.550
	Pasir Beton	828	m ³	Rp 365	Rp 302.220
	Kerikil (maks 30 mm)	1012	m ³	Rp 164	Rp 165.664
	Air	215	Liter	Rp 6,5	Rp 1.398
				Jumlah	Rp 810.832

C	ALAT				
	Concrete Vibrator	0,058	Jam	Rp 51.650	Rp 2.985
	Truck Mixer	0,116	Jam	Rp 200.000	Rp 23.240
	Alat Bantu Manual	0,017	Jam	Rp 5.000	Rp 84
				Jumlah	Rp 26.309
				Nilai HSPK	Rp 1.104.630

Sumber : HSPK Kab. Sidoarjo Tahun 2020

Jenis Pekerjaan : Perkerasan Kaku (Beton K350)

Satuan : m³

Tabel 7.9. Pekerjaan Perkerasan Kaku dengan manual K350

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	UPAH				
	Pekerja	2,1	O.H	Rp 128.823	Rp 270.529
	Mandor	0,105	O.H	Rp 157.992	Rp 16.589
	Kepala Tukang	0,035	O.H	Rp 147.992	Rp 5.180
	Tukang	0,35	O.H	Rp 136.992	Rp 47.947
				Jumlah	Rp 340.245
B	BAHAN				
	Semen Portland	439	Kg	Rp 1.238	Rp 543.263
	Pasir Beton	670	m ³	Rp 365	Rp 244.550
	Kerikil (maks 30 mm)	1006	m ³	Rp 164	Rp 164.682
	Air Tawar	215	Liter	Rp 6,5	Rp 1.398
				Jumlah	Rp 953.892
C	ALAT				
	Concrete Vibrator	0,058	Jam	Rp 51.650	Rp 2.985
	Truck Mixer	0,116	Jam	Rp 200.000	Rp 23.240
	Alat Bantu Manual	0,017	Jam	Rp 5.000	Rp 84
				Jumlah	Rp 26.309
				Nilai HSPK	Rp 1.104.630

Sumber : HSPK Kab. Sidoarjo Tahun 2020

Jenis Pekerjaan : Perkerasan Kaku (Joint Sealant)

Satuan : m³

Tabel 7.10. Pekerjaan Joint Sealant

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	UPAH				
	Pekerja	0,076	O.H	Rp 128.823	Rp 9.829
	Mandor	0,015	O.H	Rp 157.992	Rp 2.401
				Jumlah	Rp 12.231
B	BAHAN				
	Aspal	1,061	Kg	Rp 12.000	Rp 12.732
				Jumlah	Rp 12.732
C	ALAT				
	Concrete Vibrator	0,0476	Jam	Rp 244.642	Rp 11.645
	Alat Bantu Manual	0,0476	Jam	Rp 5.000	Rp 238
				Jumlah	Rp 24.615
				Nilai HSPK	Rp 49.578

Sumber : HSPK Kab. Sidoarjo Tahun 2020

Jenis Pekerjaan : Pembesian (Dowel)

Satuan : kg

Tabel 7.11. Pekerjaan Dowel

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan	Jumlah Harga
				(Rp)	(Rp)
A UPAH					
	Pekerja	0,0070	O.H	Rp 128.823	Rp 902
	Mandor	0,0004	O.H	Rp 157.992	Rp 63
	Kepala Tukang	0,0007	O.H	Rp 147.992	Rp 104
	Tukang Besi	0,0070	O.H	Rp 136.992	Rp 959
				Jumlah	Rp 2.027
B BAHAN					
	Besi Beton Polos	1,05	Kg	Rp 13.050	Rp 13.703
	Kawat Beton	0,015	Kg	Rp 17.290	Rp 259
				Jumlah	Rp 13.962
				Nilai HSPK	Rp 15.989

Sumber : HSPK Kab. Sidoarjo Tahun 2020

Jenis Pekerjaan : Pembesian (Tie Bar)

Satuan : kg

Tabel 7.12. Pekerjaan Tie Bar

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan	Jumlah Harga
				(Rp)	(Rp)
A UPAH					
	Pekerja	0,0070	O.H	Rp 128.823	Rp 902
	Mandor	0,0004	O.H	Rp 157.992	Rp 63
	Kepala Tukang	0,0007	O.H	Rp 147.992	Rp 104
	Tukang Besi	0,0070	O.H	Rp 136.992	Rp 959
				Jumlah	Rp 2.027
B BAHAN					
	Besi Beton Polos	1,05	Kg	Rp 13.050	Rp 13.703
	Kawat Beton	0,015	Kg	Rp 17.290	Rp 259
				Jumlah	Rp 13.962
				Nilai HSPK	Rp 15.989

Sumber : HSPK Kab. Sidoarjo Tahun 2020

Jenis Pekerjaan : Drainase (Galian Tanah)

Satuan : m³

Tabel 7.13. Pekerjaan Galian Tanah

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan	Jumlah Harga
				(Rp)	(Rp)
A UPAH					
	Pekerja	0,0037	O.H	Rp 128.823	Rp 477
	Mandor	0,0073	O.H	Rp 157.992	Rp 1.153
				Jumlah	Rp 1.630
B ALAT					
	Excavator	0,026	Jam	Rp 708.337	Rp 18.133
	Dump Truck	0,334	Jam	Rp 336.246	Rp 112.441
				Jumlah :	Rp 130.574
				Nilai HSPK	Rp 132.204

Sumber : HSPK Kab. Sidoarjo Tahun 2020

Jenis Pekerjaan : Drainase (Pemasangan U-ditch)

Satuan : pcs

Tabel 7.14. Pekerjaan Pemasangan U-ditch

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan	Jumlah Harga
				(Rp)	(Rp)
A UPAH					
	Pekerja	0,076	O.H	Rp 128.823	Rp 9.829
	Mandor	0,015	O.H	Rp 157.992	Rp 2.401
				Jumlah	Rp 12.231
B BAHAN					
	U-ditch	1	m ²	Rp 655.000	Rp 655.000
	Pasir Urug	0,03	m ³	Rp 137.500	Rp 4.125
	Cover U-ditch	1	m ²	Rp 200.000	Rp 200.000
				Jumlah	Rp 859.125
C ALAT					
	Biaya Alat untuk pemasangan 10% harga bahan + upah	10	%	Rp 924.388	Rp 92.439
				Jumlah	Rp 92.439
				Nilai HSPK	Rp 1.016.826

Sumber : HSPK Kab. Sidoarjo Tahun 2020

Jenis Pekerjaan : Drainase (Plesteran)

Satuan : m²

Tabel 7.15. Pekerjaan Plesteran 1 m² tebal 15 mm

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan	Jumlah Harga
				(Rp)	(Rp)
A UPAH					
	Pekerja	0,3	O.H	Rp 128.823	Rp 38.647
	Tukang batu	0,15	O.H	Rp 136.992	Rp 20.549
	Kepala Tukang	0,015	O.H	Rp 147.992	Rp 2.220
	Mandor	0,015	O.H	Rp 157.992	Rp 2.370
				Jumlah	Rp 63.786
B BAHAN					
	PC	7,776	Kg	Rp 1.238	Rp 9.623
	PP	0,023	m ³	Rp 220.000	Rp 5.060
				Jumlah	Rp 14.683
C ALAT					
	Alat Bantu Manual	0,017	Jam	Rp 5.000	Rp 84
				Jumlah :	Rp 84
				Nilai HSPK	Rp 78.552

Sumber : HSPK Kab. Sidoarjo Tahun 2020

Jenis Pekerjaan : Finishing (Demobilisasi)

Satuan : asumsi

Tabel 7.16. Pekerjaan Demobilisasi Alat

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan	Jumlah Harga
				(Rp)	(Rp)
	Mobilisasi				Rp 10.000.000
				Jumlah	Rp 10.000.000

Sumber : HSPK Kab. Sidoarjo Tahun 2020

7.3 Rencana Anggaran Biaya Pembangunan

Tabel 7.17. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

No	Item Pekerjaan	Satuan	Volume	Harga Dasar	Jumlah Harga
I	Pekerjaan Persiapan				
1	Pembuatan Direksi Kit	m ²	25	Rp 2.036.429	Rp 50.910.718
2	Pembuatan Papan Nama Proyek	unit	1	Rp 1.134.920	Rp 1.134.920
3	Pembersihan Lapangan	m ²	39615	Rp 22.240	Rp 881.052.000
4	Mobilisasi (asumsi)	Ls	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
5	Pemasangan Seng Gelombang untuk stock Pile	m	40	Rp 713.899	Rp 28.555.944
6	Galian Perkerasan Lama	m ³	13199,76	Rp 132.204	Rp 1.745.062.091
II	Pekerjaan Pondasi Bawah				
1	Pekerjaan Stabilisasi Semen	m ³	5499,9	Rp 1.081.579	Rp 5.948.576.218
2	Pekerjaan Lapis Agregat A	m ³	5499,9	Rp 569.372	Rp 3.131.488.890
3	Pekerjaan Lean Concrete	m ³	3666,6	Rp 1.104.630	Rp 4.050.234.809
III	Pekerjaan Perkerasan Kaku				
1	Pekerjaan Perkerasan Kaku	m ³	10999,8	Rp 1.319.484	Rp 14.514.061.720
2	Pekerjaan Joint Sealant	m ³	3,082	Rp 49.578	Rp 152.798
IV	Pekerjaan Pembesian				
1	Pekerjaan Dowel (Besi Polos)	kg	82903,85	Rp 15.989	Rp 1.325.578.516
2	Pekerjaan Tie Bar (Besi Ulir)	kg	8105,13	Rp 15.989	Rp 129.595.745
V	Pekerjaan Drainase				
1	Pekerjaan Galian Tanah	m ³	2493,3	Rp 132.204	Rp 329.624.426
2	Pekerjaan Pemasangan U-ditch	bh	5423	Rp 1.016.826	Rp 5.514.249.672
3	Pekerjaan Plesteran	m ³	1084,6	Rp 78.552	Rp 85.197.869
VI	Pekerjaan Finishing				
1	Demobilisasi	Ls	1	Rp 10.000.000	Rp 10.000.000
				Jumlah :	Rp 37.755.476.336

“Halaman sengaja dikosongkan”

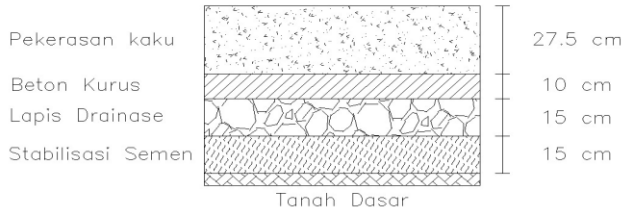
BAB VIII PENUTUP

8.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa dan perhitungan dalam perencanaan peningkatan kualitas ruas jalan Jl. Raya Damarsi - Jl. Ir. Juanda kabupaten Sidoarjo, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil analisa perhitungan Derajat Kejenuhan (DS) kondisi eksisting, pada tahun awal tahun rencana (2020) didapatkan nilai DS = 0,1849. dan pada tahun 2047 nilai DS = 0,78 yang artinya melebihi batas syarat yaitu $DS < 0,75$. Maka pada tahun 2047 diperlukan adanya pelebaran jalan.
2. Dari hasil perhitungan, didapatkan bahwa kebutuhan pelebaran jalan sebesar 1 meter di setiap lajur. Dan didapatkan nilai DS pada akhir umur rencana (2060) sebesar 0,86. Nilai DS = 0,86 belum melebihi batas kapasitas kritis yaitu DS = 1.
3. Dari hasil perhitungan tebal perkerasan menggunakan metode AASHTO dan MDP Bina Marga 2017 didapatkan data perencanaan sebagai berikut :
 - a. Direncanakan Jalan Raya Damarsi - Jalan Ir. Juanda kabupaten Sidoarjo menggunakan Beton Bertulang Tanpa Tulangan (BBTT)
 - b. Lapis Pondasi Bawah menggunakan Lean Mix Concrete setebal 15 cm
 - c. Lapis Pondasi Atas menggunakan material agregat kelas A setebal 15 cm
 - d. Beton Kurus menggunakan Lean Mix Concrete setebal 10 cm
 - e. Perhitungan tebal pelat dengan metode MDP Bina Marga 2017 diperoleh ketebalan pelat 27,5 cm dengan total prosentase fatik sebesar 0% dan prosentase analisa erosi 0,138%. Sedangkan perhitungan tebal pelat dengan metode AASHTO 1993 diperoleh ketebalan 25 cm. Sehingga digunakan tebal perkerasan metode MDP Bina Marga sebesar 27,5 cm.
 - f. Perkerasan Kaku menggunakan dowel (ruji) dengan diameter 36 mm, panjang 450 mm dan jarak antar dowel 300 mm

- g. Perkerasan Kaku menggunakan tiebar (batang pengikat) dengan diameter 16 mm, panjang 700 mm, dan jarak antar tiebar 750 mm



Gambar 8.1. Sketsa Tebal Perkerasan Rencana



Gambar 8.2. Denah sambungan rencana jalan per segmen

4. Dari hasil perhitungan dimensi saluran tepi (drainase) menggunakan pedoman SNI 03-3424-1994, digunakan U-ditch dimensi 50 x 70 x 120 cm berbentuk persegi.
5. Total Rencana Anggaran Biaya untuk proyek peningkatan kualitas ruas jalan Jl. Raya Damarsi - Jl. Ir. Juanda Kabupaten Sidoarjo sebesar Rp 37.755.476.336
6. Metode Pelaksanaan dan Rekayasa lalu lintas yang digunakan sesuai dengan yang dijelaskan sebagaimana pada Bab VI

8.2 Saran

1. Perencanaan menggunakan Metode MDP Bina Marga 2017 yang mengacu pada pedoman Pd-T-14-2003 menggunakan bantuan nomogram sehingga untuk pengerjaan membutuhkan ketelitian, atau dapat dengan mengubah nomogram tersebut menjadi persamaan sehingga dapat memudahkan proses pengerjaan.

2. Perencanaan tebal perkerasan dan lebar lajur pada perencanaan tugas akhir ini hanya sampai tahun 2060, maka setelah tahun 2060 perlu diadakan evaluasi ulang mengenai penambahan lajur atau tebal perkerasan yang digunakan.
3. Perlu dilakukan pula evaluasi pelebaran saluran tepi setelah umur rencana berakhir, menggunakan data curah hujan yang terbaru

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO, American Assosiation of State Highway and Trasportation Officials. 1993. *“Guide for Design of Pavement Structures”*. Amerika.
- Badan Standarisasi Nasional. 1994. *“Tata Cara Perencanaan Drainase Jalan”*. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *“Manual Kapasitas Jalan Indonesia”*. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. 2017. *“Manual Desain Perkerasan Jalan”*. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. 2003. *“Perkerasan Beton Semen Pd-T-14-2003”*. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum Kabupaten Sidoarjo. 2020. *“Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK)”*. Sidoarjo

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap M. Farhan Dani Santosa. Lahir di Pekalongan, 19 Agustus 1999 merupakan anak pertama dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan format TK Ma'had Islam Kota Pekalongan, SD Ma'had Islam 05 Kota Pekalongan, SMP Ma'had Islam Kota Pekalongan, dan SMA Negeri 1 Kota Pekalongan. Setelah menempuh pendidikan SMA, penulis melanjutkan pendidikan di jurusan DIV Teknik Sipil Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Volkasi

ITS pada tahun 2017 dan terdaftar dengan NRP. 10111710010108. Penulis mengambil konsentrasi studi di Bangunan Transportasi. Penulis juga mengikuti kerja praktek di PT. Waskita Karya pada proyek Pembangunan Jalan Tol KLBM seksi 1. Selama studi 4 tahun, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir terapan ini dengan judul Perencanaan Peningkatan Kualitas Ruas Jalan Jl. Raya Damarsi - Jl. Ir. Juanda Kabupaten Sidoarjo menggunakan Perkerasan Kaku dengan metode MDP Bina Marga 2017.

Penulis dapat dihubungi di farhandani.santosa@gmail.com

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

Lampiran I

Jumlah Penduduk Kabupaten Sidoarjo Berdasarkan Jenis Kelamin

NO	KECAMATAN	LAKI - LAKI	PEREMPUAN	TOTAL
1.	TARIK	36,240	35,761	72,001
2.	PRAMBON	43,012	42,017	85,029
3.	KREMBUNG	37,941	37,702	75,643
4.	PORONG	43,177	42,537	85,714
5.	JABON	30,643	30,408	61,051
6.	TANGGULANGIN	53,798	52,796	106,594
7.	CANDI	84,697	83,687	168,384
8.	SIDOARJO	113,849	114,427	228,276
9.	TULANGAN	53,987	53,343	107,330
10.	WONOAYU	45,582	44,914	90,496
11.	KRIAN	70,978	68,872	139,850
12.	BALONGBENDO	40,571	39,553	80,124
13.	TAMAN	119,159	115,795	234,954
14.	SUKODONO	67,363	64,920	132,283
15.	BUDURAN	54,631	53,475	108,106
16.	GEDANGAN	68,139	66,428	134,567
17.	SEDATI	56,581	54,931	111,512
18.	WARU	120,279	120,247	240,526
JUMLAH		1,140,627	1,121,813	2,262,440

Sumber : <http://portal.sidoarjokab.go.id/profil-masyarakat>

Lampiran II

LAJU PERTUMBUHAN PDRB SERI 2010 MENURUT LAPANGAN USAHA (JUTA RUPIAH)

Kategori	Uraian	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019*	2020**
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
A	Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan	3,55	1,36	9,2	5,5	4,63	4,69	3,78	1,93	-3,87	0,26	2,75
B	Pertambangan dan Penggalian	-27,35	-17,17	2,43	-13,98	15,05	-8,24	5,24	3,07	2,08	1,69	-29,71
C	Industri Pengolahan	2,69	5,34	6,27	6,27	7,28	5,69	4,52	5,7	7,11	8,89	0,98
D	Pengadaan Listrik dan Gas	5,16	0,74	3,86	9,51	7,32	-3,25	-1,88	2,22	-6,44	-0,78	-4,47
E	Pengadaan Air, Pengelolaan Sampah, Limbah dan Daur Ulang	8,47	10,96	3,38	4,26	1,91	4,19	4,06	6,39	4,12	4,58	4,57
F	Konstruksi	3,69	6,77	6,16	6,76	6,67	3,66	6,25	7,06	6,08	5,9	-5,72
G	Perdagangan Besar dan Eceran; Reparasi Mobil dan Sepeda Motor	9,21	10,44	9,29	9,3	6,53	4,64	6,25	6,36	5,71	5,94	-8,67
H	Transportasi dan Pergudangan	15,75	13,69	9,22	5,71	0,57	5,27	7,47	5,77	4,34	-10,43	-33,45
I	Penyediaan Akomodasi dan Makan Minum	8,22	7,62	7,35	7,23	9,02	8,08	8,89	7,98	7,03	7,72	-7,09
J	Informasi dan Komunikasi	22,86	9,38	12,14	9,65	8,74	6,88	8,19	7,05	6,04	7,54	7,57
K	Jasa Keuangan dan Asuransi	6,22	10,41	13,07	12,44	6,63	6,99	7,36	2,99	4,2	3,96	-0,6
L	Real Estate	4,67	4,22	5,38	6,16	6,78	5,74	6,91	3,83	6,1	6,01	2,79
M,N	Jasa Perusahaan	7,46	4,82	4,35	4,98	6,68	5,05	5,47	5,48	6,73	6,24	-7,24
O	Administrasi Pemerintahan, Pertahanan dan Jaminan Sosial Wajib	9,29	6,71	1,71	1,81	1,28	2,11	4,92	2,31	4,12	3,81	-2,06
P	Jasa Pendidikan	6,48	6,21	9,53	9,03	6,48	7,21	6,13	3,23	5,09	7,38	2,94
Q	Jasa Kesehatan dan Kegiatan Sosial	10,93	16,46	8,27	7,6	9,17	5,09	5,86	5,04	6,27	6,05	8,3
R,S,T,U	Jasa lainnya	3,62	4,58	2,96	4,81	4,27	4,07	5,62	4,01	4,53	6,17	-15,25
	PRODUK DOMESTIK REGIONAL BRUTO	5,73	7,04	7,26	6,89	6,44	5,24	5,51	5,8	6,01	5,99	-3,69
	PRODUK DOMESTIK REGIONAL BRUTO TANPA MIGAS	5,84	7,09	7,27	6,93	6,43	5,26	5,51	5,81	6,01	5,99	-3,66

* Angka Sementara

** Angka Sangat Sementara