

TESIS

**ANALISIS FAKTOR PENYEBAB KERUSAKAN
JALAN PADA PERSIMPANGAN BERSINYAL**

**(Studi Kasus : *Traffic light* Depan Kampus UNISSULA Jl. Raya
Kaligawe KM 4 Semarang)**

**Digunakan dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Guna Mencapai Gelar Magister Teknik (MT)**



Oleh :

WIDYA AYU PRAWESTHI

NIM : MTS20201800070

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG
2022**

HALAMAN PERSETUJUAN TESIS

ANALISIS FAKTOR PENYEBAB KERUSAKAN JALAN PADA PERSIMPANGAN BERSINYAL

(Studi Kasus : *Traffic light* Depan Kampus UNISSULA Jl. Raya
Kaligawe KM 4 Semarang)

Disusun Oleh :

WIDYA AYU PRAWESTHI

NIM : MTS 20201800070

Telah disetujui oleh :

Tanggal,

Tanggal,

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT, Ph.D

NIK. 210293018

Dr. Hj. Hermin Poedjiastoeti, S.Si, M.Si

NIK. 210299028

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

ANALISIS FAKTOR PENYEBAB KERUSAKAN JALAN PADA PERSIMPANGAN BERSINYAL

(Studi Kasus : *Traffic light* Depan Kampus UNISSULA Jl. Raya Kaligawe
KM 4 Semarang)

WIDYA AYU PRAWESTHI

NIM : MTS 20201800070

Dipertahankan di Depan Tim Penguji Tanggal :

Tim Penguji:

1. Ketua

Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph.D

2. Anggota

Dr. Ir. H. Soedarsono, M.Si

3. Anggota

Dr. Hj. Hermin Poedjiastoeti, S.Si, M.Si

Tesis ini diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar Magister Teknik (MT)

Semarang, 31 Agustus 2022

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Prof. Dr. Ir. Slamet Imam Wahyudi, DEA

NIK. 210291014

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik

Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph.D

NIK. 210293018

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Widya Ayu Prawesthi

NIM : 20201800070

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tesis yang berjudul :

ANALISIS FAKTOR PENYEBAB KERUSAKAN JALAN PADA PERSIMPANGAN BERSINYAL

**(Studi Kasus : *Traffic light* Depan Kampus UNISSULA Jl. Raya Kaligawe
KM 4 Semarang)**

Adalah benar hasil karya saya dan dengan penuh kesadaran bahwa saya tidak melakukan tindakan melakukan tindakan plagiasi atau mengambil alih seluruh atau sebagian besar karya tulis orang lain tanpa menyebutkan sumbernya. Jika saya terbukti melakukan tindakan plagiasi, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.

Semarang, 15 Juli 2022



Widya Ayu Prawesthi

MOTTO

“Kamu (umat Islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia, (karena kamu) menyuruh (berbuat) yang makruf, dan mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah. Sekiranya Ahli Kitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka. Di antara mereka ada yang beriman, namun kebanyakan mereka adalah orang-orang fasik”

(Qs. Ali Imron : 110)

“Barang siapa yang bertaqwa kepada Allah, maka Allah memberikan jalan keluar kepadanya dan memberi rezeki dari arah yang tidak disangka-sangka.”

(Qs. Ath Thalaq : 2)

“Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap”

(Qs. Al-Insyirah : 8)

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum, sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri.”

(QS. Ar-Ra'd : 11)

“Tidak ada keseksesan melainkan dengan pertolongan Allah”

(Qs. Huud : 88)

“Jika kau ingin mengatur orang lain, atur dirimu sendiri dulu”

(Abu Bakar)

“Waktu itu bagaikan sebilah pedang, kalau engkau tidak memanfaatkannya maka ia akan memotongmu.”

(Ali bin Abu Thalib)

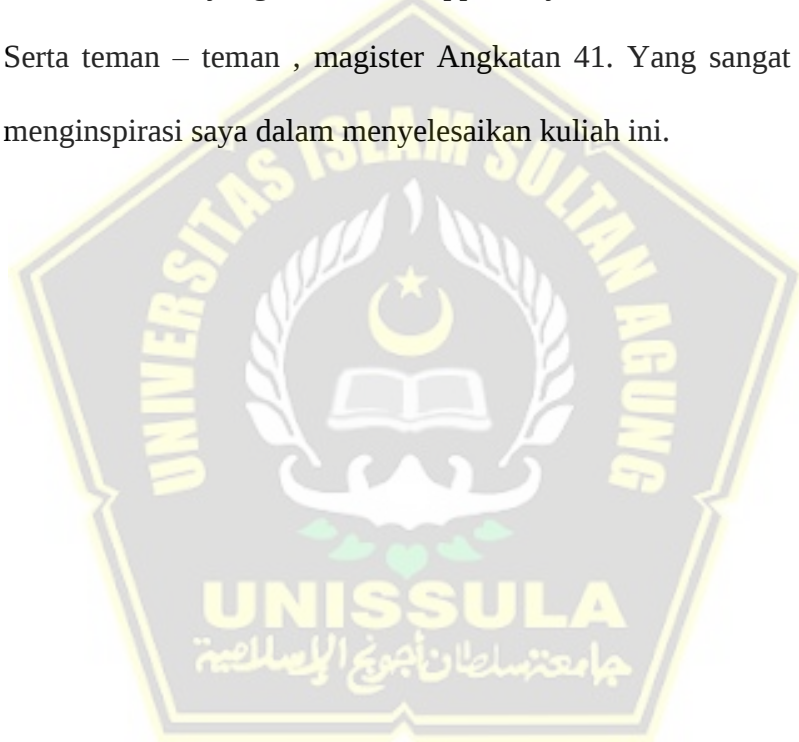
“Kesulitan dan cobaan akan membawa kita pada banyak kejutan-kejutan yang tak terduga jika kita ikhlas, penuh kesabaran, terus berikhtiar dan tak pernah mengeluh dalam menjalaninya.”

(Panji Ramdana)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada :

1. Kedua orang tua saya Bapak Ir. H. Guntur Tri Waluyo, Ibu Hj. Sukarti.
Untuk Bapak dan Ibu mertua saya, Bapak Ir. H Boedi Soestrisno MT (Alm) dan Ibu Ir. Hj. Santi Maya Avanti. Terimakasih atas doa, support , dan sudah menginspirasi saya dalam mengambil tesis dalam konsentrasi ini.
2. Untuk suami saya H. Dyota Praditya Seftriando , dan anak saya Ayesha Kirana Mahira, yang sudah mensupport saya baik materil dan imateril.
3. Serta teman – teman , magister Angkatan 41. Yang sangat kompak dan menginspirasi saya dalam menyelesaikan kuliah ini.



KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah kepada Allah SWT, telah memberi kemudahan dan kesehatan bagi penulis sehingga dapat menyelesaikan tesis dengan judul **“Analisis Faktor Penyebab Kerusakan Jalan Pada Persimpangan Bersinyal (Studi Kasus : *Traffic light* Depan Kampus UNISSULA Jl. Raya Kaligawe KM 4 Semarang)”**. Pembuatan tesis ini tercapai karena adanya bantuan pihak-pihak yang terkait, penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang dan sebagai Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
2. Bapak Prof..Dr. Ir. Slamet Imam Wahyudi, DEA sebagai Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung,
3. Ibu Dr. Hj. Hermin Poedjiastuti, S.Si, M.Si sebagai Dosen Pembimbing II Tugas Akhir, yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, nasihat, serta saran kepada penulis sehingga laporan Tesis ini selesai tepat waktu.
4. Bapak/Ibu Dosen Program Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang atas ilmu yang telah diberikan selama ini.
5. Kedua orang tua yang telah memberikan doa dan motivasi serta dukungan moril, untuk kelancaran dalam menempuh studi ini.

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang setimpal. Amin.

Apabila dalam penulisan Laporan Tesis ini masih banyak kekurangan dan kesalahan, penulis ucapkan maaf yang sebesar-besarnya, semoga bermanfaat dan menambah pengetahuan kita semua. Amin.

Semarang, September 2020

Penulis

ABSTRAK

Kerusakan jalan sering terjadi pada persimpangan bersinyal, hal tersebut menyebabkan terhambatnya laju kendaraan serta menimbulkan kemacetan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menjelaskan jenis-jenis kerusakan yang terjadi pada persimpangan bersinyal, untuk mengetahui faktor penyebab kerusakan serta menentukan penanganan yang harus dilakukan sebagai alternatif untuk mencegah terjadinya kerusakan. Penelitian ini menggunakan metode RCI (*Road Condition Index*) , untuk mendapatkan RCI *value* dan jenis kerusakan yang sesuai dengan kriteria pada tabel RCI. Metode RCI ini dilakukan dengan pengamatan langsung di lapangan.

Berdasarkan hasil survei lapangan dan olah data dengan metode RCI (*Road Condition Index*), didapati hasil penilaian yang merujuk pada kondisi jalan yang jelek,terdapat lubang,dan permukaan tidak rata, dan juga karena kondisi dilokasi penelitian sering terjadi banjir rob,serta adanya gaya sentrifugal dari *U-turn*,serta gaya getar saat menunggu lampu merah, yang mengakibatkan perbaikan jalan dengan lapis tambah perkerasan aspal rawan terjadi kerusakan.

Oleh karena itu alternatif perbaikan dengan perkerasan beton semen lebih cocok digunakan untuk perbaikan di jalan Kaligawe KM.4 (Depan kampus Universitas Islam Sultan Agung) Semarang. Adapun spesifikasi item pekerjaan dengan uraian yaitu: tebal pelat = 15,0 cm, panjang pelat = 100 m, sambungan susut dipasang setiap jarak 5 m, sambungan melintang (dowel) menggunakan ruji polos diameter 32 mm, panjang 45 cm, jarak antar ruji 30 cm, sambungan memanjang (*tie bar*) menggunakan baja ulir diameter 16 mm, panjang 70 cm, jarak 75 cm.

Kata Kunci: Kerusakan Jalan, Perbaikan Jalan, persimpangan Bersinyal, Transportasi.

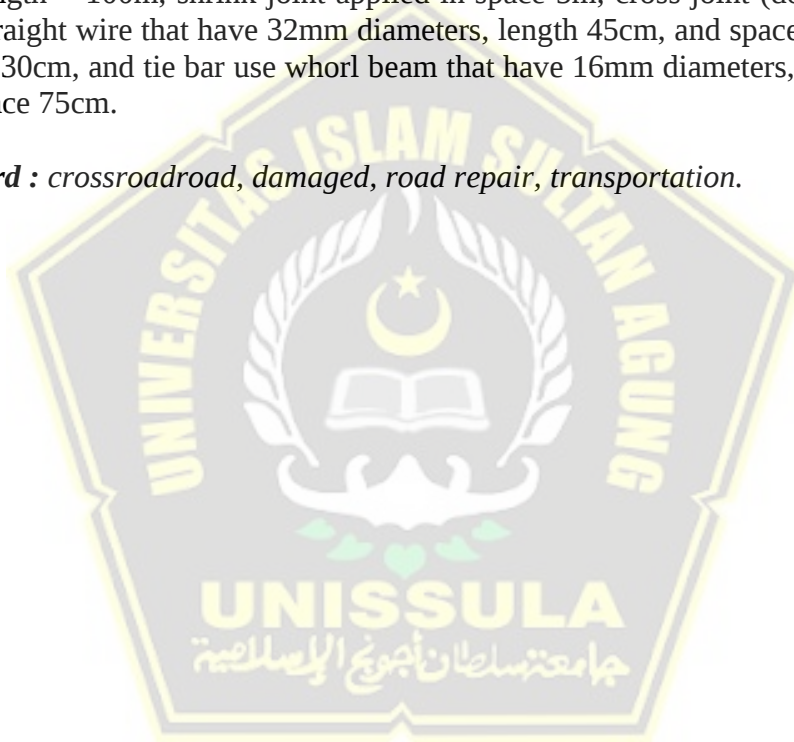
ABSTRACT

Road damage often occurs at the crossroad, and can causes traffic jam over the location. The purpose of this research is explain any types of road damage at the cross road that also have a *traffic light* on it, to find out the cause of the road damage, and to find the way to fix it.

Based on RCI method the value is 4,4, it means that on the location, the condition of the road are bad, many holes, and irregular surface. And also in the location often flooded, and affected by centrifugal force from the U-turn, and the vibrating force while the vehicles waiting for the *traffic light*, and affected on the previous flexible layer get damaged

Based on that result, the repair possibility at the *Traffic light* jalan Kaligawe KM. 4 (main road in front of Universitas Islam Sultan Agung) Semarang should use rigid pavement. And there are some specification items that relevant with the condition of the road: concrete slab thickness = 15cm, concrete slab length = 100m, shrink joint applied in space 5m, cross joint (dowel) applied with straight wire that have 32mm diameters, length 45cm, and space between the wire is 30cm, and tie bar use whorl beam that have 16mm diameters, length 70cm and space 75cm.

Keyword : *crossroadroad, damaged, road repair, transportation.*



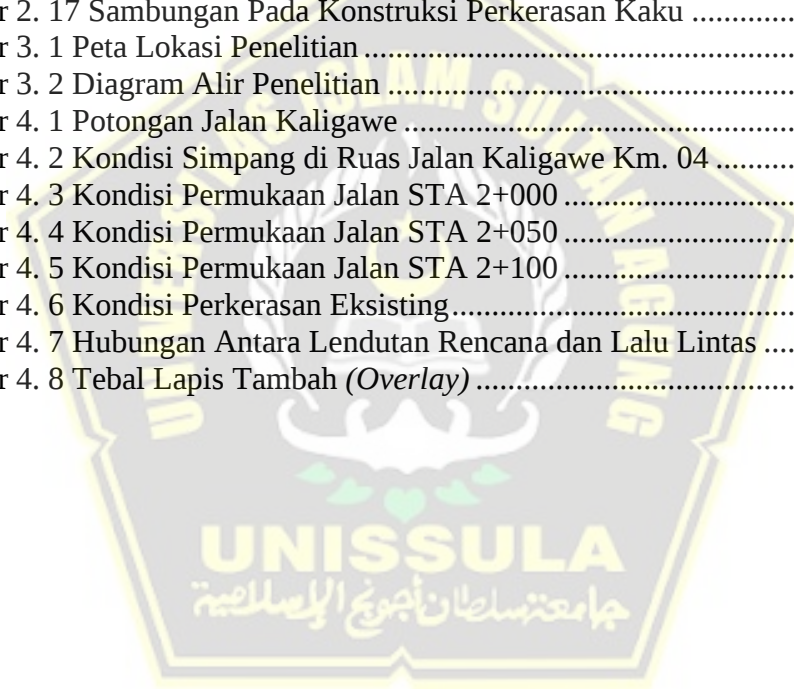
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN TESIS	ii
LEMBAR PENGESAHAN TESIS	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Jalan.....	6
2.1.1 Klasifikasi Jalan Menurut Fungsinya	6
2.1.2 Klasifikasi Jalan Menurut Kelas	7
2.2 Kerusakan Jalan.....	8
2.2.1 Jenis Kerusakan Jalan Beton.....	9
2.2.2 Jenis Kerusakan Jalan Aspal	9
2.3 Penyebab Retak Pada Perkerasan Jalan.....	15
2.4 Genangan Air (Banjir).....	17
2.5 Evaluasi Kondisi Perkerasan	17
2.6 <i>Road Condition Index</i> (RCI)	18
2.7 Jenis Pemeliharaan Jalan	19
2.8 Lapisan Perkerasan Jalan.....	22
2.8.1 Lapisan Perkerasan Lentur (Flexible Pavement)	22
2.8.2 Lapisan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement).....	25
2.9 Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur	26
2.9.1 Umur Rencana.....	27

2.9.2	Beban Sumbu Standar Kumulatif	28
2.9.3	<i>Traffic Multiplier</i> (TM)	28
2.9.4	Perkiraan Faktor Kerusakan Akibat Beban Kendaraan (<i>Vehicle Damage Factor</i>)	29
2.9.5	Analisis Volume Lalu Lintas	29
2.9.6	Faktor Pertumbuhan Lalu lintas	29
2.9.7	Pondasi Jalan	30
2.10	Perencanaan Tebal Lapis Tambah (overlay) Perkerasan Lentur	33
2.10.1	Perhitungan Lalu Lintas	34
2.10.2	Lendutan	34
2.11	Penggantian Perkerasan Aspal Lama Dengan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)	35
2.12	Sambungan	37
2.13	Penelitian Terdahulu	39
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	44
3.1	Bentuk Penelitian	44
3.2	Pengumpulan Data	44
3.2.1	Pengumpulan Data Primer	45
3.2.2	Pengumpulan Data Sekunder	47
3.3	Analisis Data	47
3.3.1	Analisis Kondisi Jalan	48
3.3.2	Analisis Penanganan Kerusakan Pada Persimpangan Bersinyal	49
3.4	Bagan Alir Penelitian	52
BAB IV	ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	54
4.1	Jenis Kerusakan Jalan Pada <i>Traffic Light</i> Kaligawe Km. 04	57
4.1.1	Hasil Survey Kondisi Permukaan Jalan	56
4.2	Faktor Penyebab Kerusakan Jalan	60
4.2.1	Jenis Perkerasan yang Digunakan	66
4.3	Alternatif Perbaikan Perkerasan Jalan	66
4.4	Biaya Perbaikan Pekerjaan	71
4.4.1	Biaya Pemeliharaan Alternatif 1	72
4.4.2	Biaya Pemeliharaan Alternatif 2	74
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	77
5.1	Kesimpulan	77
5.2	Saran-saran	78
DAFTAR PUSTAKA		79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Kerusakan Jalan dipersimpangan Bersinyal Jalan Raya Kaligawe	2
Gambar 2. 1 Retak Halus	10
Gambar 2. 2 Retak Kulit Buaya	10
Gambar 2. 3 Retak Pinggir (<i>Edge Cracks</i>)	11
Gambar 2. 4 Retak Sambungan Bahu Dan Perkerasan (<i>Edge Joint Crack</i>)	11
Gambar 2. 5 Retak Slip (<i>Slippage cracks</i>)	12
Gambar 2. 6 Alur.....	13
Gambar 2. 7 Keriting (<i>Corrugation</i>).....	13
Gambar 2. 8 Amblas (<i>Grade Depressions</i>).....	14
Gambar 2. 9 Retak Struktural (<i>Fatigue Cracking</i>).....	16
Gambar 2. 10 Retak Thermal (<i>Transverse Thermal Cracking</i>)	16
Gambar 2. 11 Distribusi Beban Roda Pada Struktur Perkerasan	22
Gambar 2. 12 Lapisan Perkerasan Lentur	23
Gambar 2. 13 Penyebaran Beban Roda Pada Perkerasan Kaku.....	25
Gambar 2. 14 Lapisan Perkerasan Kaku	26
Gambar 2. 15 Hubungan Antara Lendutan Renvana dan Lalu Lintas	34
Gambar 2. 16 Tebal Lapis Tambah/Overlay (Ho)	35
Gambar 2. 17 Sambungan Pada Konstruksi Perkerasan Kaku	37
Gambar 3. 1 Peta Lokasi Penelitian	46
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian	53
Gambar 4. 1 Potongan Jalan Kaligawe	54
Gambar 4. 2 Kondisi Simpang di Ruas Jalan Kaligawe Km. 04	55
Gambar 4. 3 Kondisi Permukaan Jalan STA 2+000	55
Gambar 4. 4 Kondisi Permukaan Jalan STA 2+050	58
Gambar 4. 5 Kondisi Permukaan Jalan STA 2+100	59
Gambar 4. 6 Kondisi Perkerasan Eksisting.....	66
Gambar 4. 7 Hubungan Antara Lendutan Rencana dan Lalu Lintas	67
Gambar 4. 8 Tebal Lapis Tambah (<i>Overlay</i>)	67



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi Jalan Raya Menurut Kelas Jalan.....	7
Tabel 2. 2 Kondisi Permukaan Secara Visual dan Nilai RCI	18
Tabel 2. 3 Kondisi Ruas Jalan Berdasarkan Nilai RCI dan IRI terhadap LHR	19
Tabel 2. 4 Program Pemeliharaan Jalan Berpenutup Aspal/Beton Semen	20
Tabel 2. 5 Nominal Minimum Lapis Perkerasan	23
Tabel 2. 6 Umur Rencana Perkerasan Jalan.....	27
Tabel 2. 7 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (i) Minimum Untuk Desain.....	29
Tabel 2. 8 Klasifikasi Kendaraan dan Nilai VDF Standar	32
Tabel 2. 9 Solusi Desain Pondasi Jalan Minimum.....	33
Tabel 2. 10 Desain Perkerasan Lentur – Aspal Dengan Lapis Pondasi Berbutir..	33
Tabel 2. 11 Perkiraan Lalu Lintas Untuk Jalan Dengan Lalu Lintas Rendah.....	35
Tabel 2. 12 Perkerasan Kaku Untuk Jalan Dengan Beban Lalu Lintas Rendah...	36
Tabel 2. 13 Perkerasan Lunak Untuk Jalan Dengan Beban Lalu Lintas Rendah .	36
Tabel 2. 14 Diameter Ruji.....	38
Tabel 2. 15 Penelitian Terdahulu	40
Tabel 3. 1 Metode Penelitian	47
Tabel 3. 2 Teknik Analisis Data.....	48
Tabel 3. 3 Kondisi Permukaan Jalan Secara Visual Berdasarkan Nilai RCI.....	49
Tabel 3. 4 Umur Rencana Perkerasan Jalan.....	50
Tabel 4. 1 Kondisi Permukaan Jalan Secara Visual Berdasarkan Nilai RCI.....	56
Tabel 4. 2 Kondisi Permukaan di Lokasi Survei Secara Visual	57
Tabel 4. 3 Hasil Survey Kondisi Jalan Menggunakan RCI	59
Tabel 4. 4 Hasil Survey Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) Arah Demak- Semarang Ruas Jalan Kaligawe	61
Tabel 4. 5 Hasil Survey Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) Arah Semarang- Demak Ruas Jalan Kaligawe.....	62
Tabel 4. 6 Perhitungan CESA Arah Semarang - Demak	63
Tabel 4. 7 Perhitungan CESA Arah Demak - Semarang	64
Tabel 4. 8 Rangkuman Dimensi Perbaikan Perkerasan	70
Tabel 4. 9 Biaya Perbaikan Alternatif 1	71
Tabel 4. 10 Biaya Perbaikan Alternatif 2.....	71
Tabel 4. 11 Perbandingan Analisis Biaya	75

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan raya merupakan prasarana transportasi darat yang menjadi faktor penentu tingkat perkembangan sosial ekonomi suatu wilayah. Kondisi jalan sangat mempengaruhi kinerja jaringan jalan yang menyangkut peran dan fungsi dari jalan tersebut. Kerusakan jaringan jalan yang cukup banyak akan memberikan dampak ekonomi serta dampak sosial dengan kerugian material yang tidak sedikit. Kerusakan jalan sering terjadi pada persimpangan bersinyal, hal tersebut menyebabkan terhambatnya laju kendaraan serta menimbulkan kemacetan.

Jalur utama logistic Pulau Jawa salah satunya adalah jalur Pantura yang menjadi salah satu konektivitas jalan Nasional. Jalan pantura setiap harinya dilalui 20.000-70.000 kendaraan, sehingga menjadi jalur utama transportasi darat di Pulau Jawa (Kemenhub, 2019). Salah satu tonggak utama pertumbuhan ekonomi nasional khususnya Pulau Jawa adalah Jalan Pantura.

Ruas jalan raya Kaligawe merupakan jalan dengan lebar ruas jalan 14,10 – 17,60 meter, panjang ruas Jalan Kaligawe 5.858 km, dengan pangkal ruas Jembatan Kaligawe dan ujung ruas batas Kota Demak. Jalan Raya Kaligawe merupakan bagian dari jalan arteri primer (jalan pantura) yang menghubungkan Kota Semarang dan Kabupaten Demak, yang mempunyai nilai strategis bagi pembangunan. Aktivitas transportasi antar kota-antar Provinsi menjadi salah satu beban jalan Kaligawe, bukan hanya beban itu saja akan tetapi aktivitas transportasi lokal juga tidak kalah sibuknya sehingga menjadi beban juga untuk jalan tersebut. Daerah Kawasan Industri Terboyo, Lingkungan Industri Kaligawe (LIK), Rumah Sakit Islam Sultan Agung, Terminal Terboyo serta terdapat Universitas Islam Sultan Agung, sehingga berpengaruh pada perkerasan jalan pada area tersebut, sehingga perlu adanya penanganan yang serius untuk mencegah terjadinya kerusakan lapis perkerasan sehingga dapat mencegah terjadinya kemacetan.

Permasalahan kondisi jalan di *traffic light* adalah kerusakan yang dipengaruhi oleh gaya pengereman, gaya *U-turn* kendaraan (*sentrifugal*) serta berat kendaraan disaat menunggu lampu tanda berhenti menyala.

Bergelombangnya perkerasan aspal pada area pemberhentian yang mendekati sinyal diakibatkan gaya getar pada kendaraan.

Penggunaan jenis perkerasan yang tidak sesuai pada area persimpangan bersinyal mengakibatkan penurunan tingkat layanan serta tingkat kenyamanan pengendara. Kerusakan pada area persimpangan bersinyal juga mengakibatkan antrian panjang serta terhambatnya laju kendaraan dipersimpangan.

Berikut ini merupakan contoh kerusakan yang terjadi pada persimpangan *traffict light* unissula, dapat kita lihat bahwa jalan tersebut mengalami kerusakan seperti pengikisan lapisan dan gelombang dengan level yang cukup parah, dibandingkan dengan keadaan setelah dilakukan peremajaan atau pemeliharaan (gambar terlampir).



Gambar 1.1 Kerusakan Jalan di Persimpangan Bersinyal Jalan Raya Kaligawe Km. 4

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Dengan kondisi yang demikian, maka dalam pembuatan tesis ini peneliti akan melakukan penelitian dengan judul “Analisis Faktor Penyebab Kerusakan Jalan Pada Persimpangan Bersinyal (Studi Kasus : *Traffic light* Depan Kampus Unissula Jl. Raya Kaligawe Km 4 Semarang)”.

1.2 Rumusan Masalah

Mengacu pada urian latar belakang yang telah disampaikan diatas, maka perlu dilakukan penanganan untuk mencegah terjadinya kerusakan dipersimpangan. Oleh sebab itu, dalam penelitian ini dapat dirumuskan beberapa hal yang dianggap sebagai masalah yaitu sebagai berikut:

1. Apakah jenis-jenis kerusakan yang sering terjadi pada ruas Jl. Raya Kaligawe

depan Kampus Universitas Islam Sultan Agung Semarang?

2. Apakah penyebab sering terjadinya kerusakan Jl. Raya Kaligawe depan Kampus Universitas Islam Sultan Agung Semarang?
3. Bagaimanakah cara penanganan yang harus dilakukan untuk mencegah terjadinya kerusakan di persimpangan bersinyal ruas Jl. Raya Kaligawe KM 4 depan Kampus Universitas Islam Sultan Agung Semarang?

1.3 Batasan Penelitian

Upaya penanganan kerusakan kemacetan pada persimpangan bersinyal di ruas jalan Raya Kaligawe KM 4 depan Kampus Universitas Islam Sultan Agung Semarang merupakan suatu penelitian yang memerlukan ruang lingkup agar penelitian lebih spesifik dan detail, maka dari itu ditetapkan batasan penelitian sebagai berikut :

1. Lokasi penelitian adalah ruas Jl. Raya Kaligawe KM 4 dengan studi kasus persimpangan bersinyal depan Kampus Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Data lalu lintas harian rata-rata (LHR) menggunakan data sekunder yang diambil 5 (lima) tahun terakhir, pada tahun 2015-2019 yang diperoleh dari dinas Bidang Bina Marga Provinsi Jawa Tengah.
3. Dalam penelitian ini tidak memperhitungkan faktor ROB yang terjadi pada Jl. Raya Kaligawe KM 4.
4. Data yang pendukung yang digunakan dalam penelitian ini adalah kondisi perkerasan jl. Kaligawe, lalu lintas harian rata-rata serta hasil tes CBR.

1.4 Tujuan Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat beberapa tujuan penelitian yang akan dilakukan, diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Untuk menjelaskan jenis-jenis kerusakan yang terjadi pada persimpangan bersinyal ruas Jl. Raya Kaligawe KM 4 depan Kampus Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
2. Untuk mengetahui faktor penyebab kerusakan pada persimpangan bersinyal

ruas Jl. Raya Kaligawe KM 4 depan Kampus Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

3. Menentukan penanganan yang harus dilakukan sebagai alternatif untuk mencegah terjadinya kerusakan di persimpangan bersinyal ruas Jl. Raya Kaligawe KM 4 depan Kampus Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan mampu memberikan manfaat yang secara umum dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Manfaat Teoritis

- a. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai cara penanganan kerusakan jalan pada persimpangan bersinyal sehingga dapat meningkatkan keselamatan, serta mengurangi kemacetan lalu lintas.
- b. Dapat memberikan pengertian tentang pentingnya penanganan yang tepat pada perkerasan jalan area persimpangan.
- c. Dapat memberikan pengertian tentang pentingnya penanganan yang tepat pada perkerasan jalan area persimpangan.

2. Manfaat Praktis

- a. Bagi Universitas Islam Sultan Agung. Sebagai bahan masukan bagi Perguruan Tinggi untuk memperbaiki praktik-praktik pembelajaran dalam bidang penyebab kerusakan jalan pada persimpangan bersinyal.
- b. Bagi Dinas Perhubungan Provinsi Jawa Tengah, Dinas PU Bina Marga Provinsi dan Cipta Karya Provinsi Jawa Tengah. Penelitian ini dapat memberikan manfaat sebagai kajian Dinas Perhubungan Provinsi Jawa Tengah, Dinas PU Bina Marga Provinsi dan Cipta Karya Provinsi Jawa Tengah untuk menentukan penanganan kerusakan jalan pada area persimpangan.
- c. Bagi Peneliti penelitian ini dilaksanakan guna menyelesaikan studi pada program studi Magister Teknik Sipil. Hasil analisis ini diharapkan dapat mengukur kemampuan peneliti dalam mengimplementasikan ilmu pengetahuan pada perkuliahan magister teknik sipil dengan konsentrasi transportasi dan mampu menjelaskan tentang analisis kerusakan kecelakaan jalan pada area persimpangan sehingga dapat diketahui penanganan yang

tepat.

1.6 Sistematika Penulisan

Penyusunan sistematika penulisan dilakukan guna mempermudah penyusunan tesis. Sistematika penulisan dalam laporan tesis ini terbagi atas beberapa bab yaitu :

BAB I : PENDAHULUAN

Dalam bab 1 ini berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Merupakan hasil kajian pustaka yang berisikan teori teori mengenai jalan, klasifikasi jalan, penyebab kerusakan jalan, tujuan dan pentingnya perawatan jalan, cara menangani kerusakan jalan, pemilihan penanganan kerusakan jalan pada *traffic light* (persimpangan bersinyal). Dalam bab 2 juga disajikan jurnal atau penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti terdahulu dan sesuai dengan topik pembahasan pada penelitian ini. Serta disajikan hipotesis penelitian yang berisi uraian singkat dari landasan teori untuk memudahkan penelitian.

BAB III : METODE PENELITIAN

Bab 3 yaitu metode penelitian menjelaskan tentang persiapan penelitian, jenis data yang dikumpulkan serta Teknik dalam pengumpulan data, analisis data beserta tahapan-tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian, metode penelitian yang akan digunakan mencakup uraian model dan cara menganalisis hasil.

BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam bab 4 disajikan data yang telah dikumpulkan baik data primer maupun data sekunder. Menyajikan hasil penelitian dalam bentuk table, grafik, serta gambar untuk mempermudah pembaca dalam memahami uraian penelitian. Disajikan pula pembahasan tentang hasil penelitian yang telah didapatkan.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini menyajikan kesimpulan dan saran berdasarkan hasil Analisa dan pembahasan pada bab 4, dimana identifikasi dan hasil Analisa yang dilakukan dalam penanganan kerusakan jalan di persimpangan bersinyal.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jalan

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2022, Perubahan Kedua atas Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan mencirikan jalan sebagai prasarana transportasi, termasuk bagian-bagian jalan, termasuk struktur dan bagian-bagian jalan yang sesuai yang digunakan untuk lalu lintas, yang terletak di tanah, di atas tanah, di bawah tanah atau berpotensi di atas air. Selain jalur kereta api, truk, dan jalur kabel.

Jalan raya merupakan sebuah hasil karya konstruksi yang dibuat oleh manusia, yang dirancang dengan bentuk dan fungsi yang berbeda – beda dengan tujuan untuk memberikan fasilitas kemudahan akomodasi , baik untuk manusia, hewan,dan kendaraan (H.Oglesby, 1999).

2.1.1 Klasifikasi Jalan Menurut Fungsinya

Didalam UU RI No. 38 Tahun 2004 Pasal 8 klasifikasi jalan umum menurut fungsinya dibedakan menjadi 4 sebagai berikut :

1. Jalan arteri adalah jalan umum yang dibuat untuk angkutan umum,kendaraan berat,dan kebutuhan akomodasi jarak jauh. Jalan arteri dibagi menjadi dua, yaitu arteri primer dan arteri sekunder. Dimana arteri primer adalah jalan utama skala nasional, menghubungkan antar provinsi. Sedangkan arteri sekunder skala dibawahnya, yaitu perkotaan.
2. Jalan kolektor adalah jalan yang digunakan untuk melayani kendaraan pengumpul atau pembatas untuk menempuh jarak menengah, jumlah dibatasi untuk kecepatan sedang, jalan Kolektor menggabungkan jalan pengumpul penting dan jalan pengumpul opsional. Jalan pengumpul penting adalah jalan-jalan dalam skala wilayah, sedangkan jalan otoritas opsional berada pada skala perkotaan.
3. Jalan lokal adalah jalan yang memfasilitasi angkutan dengan skala lokal,atau daerah wilayah tertentu. Dengan kecepatan kendaraan rendah , dan jarak yang dekat.

4. Jalan Lingkungan merupakan jalan yang memberikan akses untuk lingkungan atau pemukiman yang dekat, untuk digunakan dengan jarak yang dekat dan dengan kecepatan kendaraan yang rendah.

2.1.2 Klasifikasi Jalan Menurut Kelas

Klasifikasi jalan menurut kemampuan jalan dalam muatan sumbu terberat (MTS) atau tonase, dapat di klasifikasikan dalam tabel 2.1.

Tabel 2.1. Klasifikasi jalan raya 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, Ditjen Bina Marga, 1997

Untuk menyeragamkan penggunaan dan pemenuhan kebutuhan transportasi, jalan dibagi menjadi beberapa kategori sesuai dengan kebutuhan transportasi, dan dipilih metode yang sesuai dengan karakteristik dan keunggulan masing-masing moda transportasi, perkembangan teknologi kendaraan bermotor, dan beban gandar terberat di jalan. Kendaraan bermotor dan pembangunan jalan. Pengelompokan jalan menurut beban gandar (disebut juga kelas jalan) (UU Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 1992 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan), terdiri dari:

1. Jalan kelas I, yaitu jalan utama yang dapat dilalui kendaraan bermotor, meliputi jalan dengan lebar tidak lebih dari 2.500 mm, panjang tidak lebih dari 18.000 mm, dan beban gandar maksimum yang diizinkan lebih dari 10 ton. Saat ini belum digunakan di Indonesia, namun di berbagai negara maju seperti Prancis Negara tersebut sudah mulai berkembang, dan beban gandar terberat sudah mencapai 13 ton.
2. Jalan kelas II merupakan jalan utama yang dapat dilalui kendaraan bermotor, dengan lebar beban tidak lebih dari 2.500 mm dan panjang tidak lebih dari

18.000 mm. Beban gandar maksimum yang diperbolehkan adalah 10 ton. untuk transportasi jalan kontainer.

3. Jalan kelas III A, yaitu jalan utama atau jalan perakitan yang dapat dilalui kendaraan bermotor, mempunyai lebar beban tidak lebih dari 2.500 mm, panjang tidak lebih dari 18.000 mm, dan beban gandar maksimum yang diperbolehkan adalah 8 ton.
4. Jalan kelas III B, yaitu jalan intensif yang dapat dilalui kendaraan bermotor, lebar beban tidak melebihi 2500 mm, panjang tidak melebihi 12000 mm, dan beban gandar maksimum yang diperbolehkan adalah 8 ton.
5. Jalan kategori C ketiga, yaitu jalan daerah dan jalan lindung lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor, lebar beban tidak melebihi 2100 mm, panjang tidak melebihi 9000 mm, dan beban gandar maksimum yang diperbolehkan adalah 8 ton.

2.2 Kerusakan Jalan

Perencanaan dan desain proyek restorasi memerlukan penyelidikan kerusakan yang terperinci. Data yang diperoleh dari survei kerusakan perkerasan merupakan kumpulan dari berbagai jenis kerusakan, tingkat kerusakan, lokasi dan tingkat kerusakan perkerasan. Tujuan dilakukannya survei kinerja perkerasan adalah untuk mengetahui perkembangan kerusakan perkerasan sehingga dapat memperkirakan biaya pemeliharaan. Informasi ini berguna bagi instansi untuk mengalokasikan dana pemeliharaan (Priyana, 2018).

Pekerjaan ini sangat penting dan biasanya diprioritaskan agar jumlah perawatan yang dibutuhkan dapat diperkirakan dari tahun ke tahun. Selain itu, survei kinerja perkerasan dapat digunakan untuk menentukan penyebab dan dampak kerusakan perkerasan. Penentuan penyebab kerusakan harus diketahui sebelum perawatan yang tepat dapat dilakukan. Demikian juga penyebab keruntuhan perkerasan harus dipahami agar hal ini dapat diperhitungkan dalam desain di kemudian hari.

Umumnya kerusakan-kerusakan jalan timbul tidak disebabkan oleh satu faktor saja, tetapi juga dapat merupakan gabungan penyebab yang saling berkaitan. Hardiatmo pada tahun 2007 menyatakan bahwa jenis-jenis kerusakan

perkerasan jalan lentur dapat diklasifikasikan : deformasi, retak (*crack*), kerusakandi pinggir perkerasan, kerusakan tekstur permukaan jalan, lubang (*potholes*), tambalan dan tambalan galian utilitas (*patching and utility cut patching*).

2.2.1 Jenis Kerusakan Jalan Beton

Tipe kerusakan yang umum terjadi pada perkerasan kaku dapat dikelompokkan dalam beberapa tipe kerusakan yang sejenis berdasarkan model kerusakan. Menurut Tata Cara Pemeliharaan Perkerasan Kaku (Rigid) No.10/T/BNKT/1991 yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga, yaitu sebagai berikut, kerusakan yang terjadi pada perkerasan kaku diantaranya retak setempat, yaitu retak yang tidak mencapai bagian bawah dari slab. Patahan (*faulting*), Patahan adalah kerusakan yang disebabkan oleh tidak teraturnya susunan di sekitar atau di sepanjang lapisan bawah tanah dan patahan pada sambungan slab, atau retak-retak. Deformasi, yaitu ketidakrataan pada arah memanjang jalan. Abrasi, adalah kerusakan permukaan perkerasan beton yang dapat dibagi menjadi: pelepasan butir yaitu keadaan dimana agregat lapis permukaan jalan terlepas dari campuran beton sehingga permukaan jalan menjadi kasar, pelicinan (*polishing*) yaitu keadaan dimana campuran beton dan agregat pada permukaan menjadi amat licin disebabkan oleh gesekan-gesekan, aus yaitu terkikisnya permukaan jalan disebabkan oleh gesekan roda kendaraan.

2.2.2 Jenis Kerusakan Jalan Aspal

Menurut Manual Pemeliharaan Jalan NO.03/MN/B/1983 ada 6 (enam) kategori kerusakan yaitu; retak, cacat permukaan, distori, pengausan, kegemukan, dan penurunan pada bekas penanaman utilitas.

a. Retak

Retak atau *crack* merupakan kondisi dimana suatu perkerasan mengalami pecahan, sehingga air pada permukaan perkerasan akan masuk ke lapisan dalam dan akan mengakibatkan kerusakan yang lebih parah dan menyeluruh. Jenis – jenis kerusakan terdapat 9 (sembilan) jenis, yaitu :

1. Retak halus atau *hair crack* merupakan kerusakan pecahan pada permukaan dengan lebar kurang lebih 3 mm. Retak jenis ini disebabkan oleh pelapukan,

atau pemilihan material yang kurang baik, dan bisa juga karna faktor air tanah di bawah lapisan.



Gambar 2. 1 Retak Halus

Sumber : dpu.kulonprogokab.go.id

2. Retak kulit buaya atau *aligator crack* merupakan retak nya lapisan perkerasan atas yang lebarnya lebih dari 3mm dan membentuk kota-kotak yang menyambung sehingga terlihat seperti tekatur kulit buaya.

Gambar 2. 2 Retak Kulit Buaya



Sumber : dpu.kulonprogokab.go.id

3. Retak Pinggir atau (*edge crack*) merupakan keretakan yang alur nya memanjang dan biasanya terdapat pada bahu jalan atau mendekati bahu. Retak jenis seperti ini biasa di sebabkan oleh terjadinya *sattlement* tanah yang ada pada daerah tersebut.



Gambar 2. 3 Retak Pinggir (*Edge Cracks*)

Sumber : dpu.kulonprogokab.go.id

4. Retak sambungan bahu dan perkerasan (*edge joint crack*), yaitu retak memanjang yang terjadi pada sambungan bahu dengan perkerasan jalan. Pada umumnya terjadi di daerah sambungan aspal dengan bahu jalan. Retak dapat disebabkan oleh kondisi rembesan di bawah bahu jalan yang lebih buruk daripada di bawah aspal, peristiwa settlement di bahu jalan, penyusutan bahan bahu atau aspal jalan, atau karena bagian truk/ kendaraan berbobot di bahu jalan.

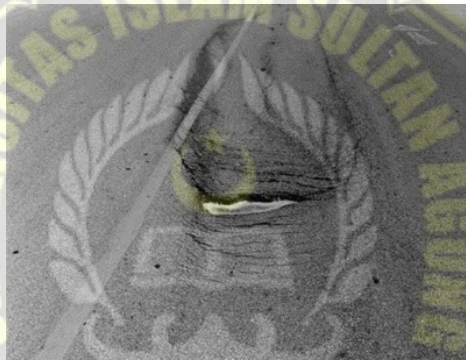


Gambar 2. 4 Retak Sambungan Bahu Dan Perkerasan (*Edge Joint Crack*)

Sumber : dpu.kulonprogokab.go.id

5. Path joint break, yang merupakan retak longitudinal yang terjadi di 2 jalur lalu lintas. Ini karena ikatan yang tidak maksimal dari kedua jalur tersebut. Jika tidak dilakukan perbaikan, kerusakan dapat terbentuk menjadi lebar karena mengelupasnya butiran pada retakan dan meresapnya air ke dalam lapisan.

6. Retak sambungan pelebaran jalan (*widening cracks*) merupakan retak yang terjadi pada perkerasan sambungan antara perkerasan lama dan yang baru..
7. Retak refleksi (*reflection cracks*) merupakan retakan yang biasa terjadi pada lapisan *overlay*. Dengan bentuk yang memanjang, serta melintang. Sebaiknya sebelum melakukan *overlay*, dilakukan perbaikan lapisan bawah / lapisan lama terlebih dahulu, guna menghindari terjadinya retak refleksi.
8. Retak susut atau (*shrinkage crack*) yaitu kerusakan akibat perubahan volume pada lapisan permukaan sehingga menimbulkan retak pada permukaan jalan. Hal tersebut dapat terjadi karena aspal memiliki penetrasi rendah ataupun karena perubahan pada volume pondasi tanah dasar.
9. Retak Slip (*slippage cracks*) adalah retakan yang di akibatkan oleh rekatan antara lapisan atas perkerasan dengan lapisan di bawahnya. Bentuk dari retakan slip ini biasanya melengkung.



Gambar 2. 5 Retak slip (*slippage cracks*)

Sumber : dpu.kulonprogokab.go.id

b. Distorsi

Distorsi merupakan keadaan dimana lapisan permukaan terlalu menahan beban berat namun tidak di dukung dengan kondisi pondasi dan tanah dasar yang baik, untuk jenis-jenis distorsi dibedakan menjadi 5 jenis seperti berikut :

1. Alur (*rutting*) merupakan kerusakan dengan kondisi jejak roda kendaraan dengan bentuk memanjang, yang disebabkan oleh beratnya beban dan kurang baiknya lapis pondasi bawahnya.



Gambar 2. 6 Slip (*Slippage Cracks*)

Sumber : Hardiyatmo, 2007

2. Bergelombang (corrugation), alur yang terjadi di persimpangan jalan, karena stabilnya struktur aspal yang rendah.



Gambar 2. 7 Keriting (*Corrugation*)

Sumber : Hardiyatmo, 2007

3. Sungkur (solving), puntiran plastis yang terjadi secara lokal, sebagai aturan di mana kendaraan sering berhenti, penurunan curam, atau belokan tajam.
4. Amblas (grade depressions), terjadi secara lokal di area jalan. Amblas dapat diidentifikasi dengan adanya genangan air di dekatnya. Kehadiran amblas mempercepat peristiwa lubang di aspal jalanan.



Gambar 2. 8 Amblas (Grade Depressions)

Sumber : Hardiyatmo, 2007

5. Jembul (upheaval), terjadi secara lokal di segmen jalan, yang diakibatkan karena perbaikan tanah dasar akibat lahan yang memiliki tanah ekspansif.

c. Cacat Permukaan

Cacat permukaan umumnya merupakan kerusakan permukaan jalan karena bahan lapisan permukaan kimiawi dan mekanis. Ketidaksempurnaan permukaan diakui menjadi 3 jenis.

1. Lubang (*potholes*), berupa mangkuk, berfluktuasi dalam ukuran dari kecil hingga besar. Lubang berubah menjadi tempat tergenangnya air yang dapat meresap kelapisan di bawahnya yang membuat kerusakan semakin memburuk.
2. Pelepasan butir (*raveling*) lapisan permukaan, karena bahan yang digunakan, adanya air yang menggenang, atau pelaksanaan pembangunan yang tidak sesuai.
3. Pengelupasan lapis permukaan (*stripping*), karena ikatan yang tidak kuat antara material aspal dan agregat atau terlalu tipisnya lapisan permukaan.

d. Pengausan

Pengausan (polished agregat) adalah permukaan jalan yang licin sehingga mudah untuk tergelincir dan membahayakan lalu lintas. Pengausan terjadi mengingat fakta bahwa ukuran, bentuk, dan jenis agregat yang digunakan untuk lapisan aus tidak memenuhi kualitas yang diharapkan.

e. Kegemukan

Kegemukan (bleeding) adalah naik dan mencairnya aspal pada suhu tinggi. Bleeding yang meninggalkan jejak roda kendaraan pada permukaan jalan dan licin disebabkan oleh terlalu banyaknya penggunaan aspal.

f. Penurunan Pada Bekas Penanaman Utilitas

Penurunan pada penanaman utilitas (utility cut depressions) adalah kerusakan yang terjadi karena penanaman utilitas di perkerasan jalan dan tidak dipadatkan dengan baik. Ini dapat menyebabkan distorsi pada lapis permukaan dan berlanjut dengan kerusakan lainnya.

2.3 Penyebab Retak Pada Perkerasan Jalan

Penyebab terjadinya kerusakan retak pada jalan menurut momloul pada tahun 2006 dapat dibagi menjadi 3 (tiga) bagian, yaitu :

a. *Structural Cracking* (retak struktural)

Serangkaian retak memanjang dan saling berhubungan pada permukaan jalan yang disebabkan oleh pembebanan yang berulang dari roda kendaraan disebut dengan retak struktural atau yang sering disebut dengan retak Lelah (*fatigue cracking*). Retakan yang dimulai dengan retak longitudinal pendek pada permukaan jalan dan selanjutnya berkembang menjadi retak berpola kulit buaya (retak saling berhubungan) serta terjadinya aksi letur yang berulang pada permukaan perkerasan saat beban diberikan adalah ciri khusus dari retak struktural ini. Retak pada bagian bawah lapisan aspal terjadi karena tegangan tarik yang berasal dari beban pada perkerasan. Dengan adanya kerusakan struktural ini maka akan menyebabkan hilangnya kekuatan struktur yang seharusnya menjadi satu dari system perkerasan tersebut.



Gambar 2. 9 Retak Strukturan (*Structural Cracking*)

Sumber: Hardiyatmo, 2007

b. Retak Melintang Akibat Suhu (*Transverse Thermal Cracking*)

Kerusakan ini terjadi karena perubahan suhu pada material aspal jalanan. Karena bahan ini berulang-ulang gesekan dengan bahan yang berbeda, tegangan tarik berkembang dalam bahan aspal. Jika tegangan tarik melampaui kekuatan tekanan ulet material, maka retak thermal akan tercipta seperti Gambar 1.10.

Retak thermal biasanya terjadi di persimpangan jalan dan berlawanan dengan arah arus lalu lintas. Kerusakan ini umumnya memiliki jarak yang sama. retak ini adalah semacam kerusakan yang tidak terkait dengan beban lalu lintas dan retak ini dimulai di musim dingin. Lebar retakan biasanya mengalami perubahan saat musim panas



Gambar 2. 10 Retak Thermal (*Transverse Thermal Cracking*)

c. Retak Refleksi (*Reflection Cracking*)

Retak refleksi adalah retak di bawah lapisan yang dapat terjadi overlay. Retak refleksi sering terjadi pada hamparan aspal dan dasar beton. Mereka juga terjadi ketika kerusakan pada lapisan aspal tidak diperbaiki dengan benar sebelum dilapis. Retak refleksi memiliki beberapa bentuk pola pada lapisan bawahnya.

2.4 Genangan Air (Banjir)

Banjir memang merupakan fenomena alam yang kerap terjadi di Kota Semarang. Dikarenakan lokasi nya berada di kawasan pantura (pantai utara) jawa,yang berseblahan langsung dengan air laut. Di Semarang ini juga mengalami banjir pasang surut atau yang biasa disebut dengan Rob .

Rob merupakan fenomena pasang surut air laut,yang bisa menyebabkan denangan air di daerah yang ketinggiannya lebih rendah dari pada ketinggian air laut saat pasang. Genangan air rob ini bisa menggenang selama berhari-hari tergantung sumber resapannya.

Karena lama nya genangan air laut ini,tentu saja menyebabkan kerusakan pada lapisan jalan yang di genangi. Oleh karena itu,sebaiknya dilakukan penanganan perkerasan yang tepat untuk menahan agar lapisan perkerasan jalan tidak mudah terkikis oleh genangan air banjir,dan rob.

2.5 Evaluasi Kondisi Perkerasan

Evaluasi perkerasan jalan merupakan salah satu langkah yang sangat penting dalam upaya pemeliharaan atau perbaikan lapisan perkerasan jalan. Evaluasi ini akan berfungsi untuk menentukan kemampuan perkerasan menurut fungsi nya. Fungsi dasar perkerasan jalan meliputi 3 hal, yaitu :

1. Fungsi terhadap keamanan yang di sebabkan oleh gaya gesek dari roda kendaraan dan muatannya, gaya gesek itu sendiri di pengaruhi oleh kondisi jalan, kondisi ban,dan tekstur permukaan jalan.
2. Evaluasi terhadap bentuk fisik jalan. Adanya kersakan, retakan,lendutan,atau semacamnya.
3. Efisiensi pelayanan, sebagaimana jalan tersebut memberikan kenyamanan dan pelayanan pada pengguna jalan.

Evaluasi kondisi sendiri merupakan langkah awal yang harus dilakukan untuk mengetahui tingkat kerusakan, dan jenis perbaikan yang akan digunakan untuk permukaan jalan yang akan diperbaiki. Dengan tujuan sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui jenis kerusakan.
2. Untuk mengetahui sebab-sebab terjadinya kerusakan tersebut.
3. Untuk mengetahui perbaikan seperti apa yang harus dilakukan untuk melakukan perbaikan.

2.6 Road Condition Index (RCI)

Road condition index (RCI) adalah pengamatan yang dilakukan secara visual pada ruas jalan, kemudian dilakukan pengamatan secara visual pada ruas jalan tersebut. Evaluasi atau pengamatan dengan metode RCI ini adalah pengamatan yang dilakukan secara visual. Berdasarkan peraturan Menteri PUPR Nomor 33 Tahun 2016, Indeks Kondisi Jalan (RCI) adalah ukuran tingkat kerusakan jalan yang diperoleh dari *roughometer* maupun pengamatan secara visual.

Untuk mendapatkan nilai kondisi jalan tersebut, dapat diperoleh menggunakan 2 (dua) metoda terukur. Pertama menggunakan alat survei (NAASRA Meter, ROMDAS, Roughometer dll) dan yang kedua menggunakan cara visual berupa penggunaan tabel penentuan RCI (Fahrudin, 2020). Untuk variasi nilai RCI sesuai kondisi permukaan secara visual disajikan pada Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2 Kondisi Permukaan secara Visual dan Nilai RCI

RCI	Kondisi Visual Permukaan Jalan
8 – 10	Jalan rata dan sangat teratur
7 – 8	Jalan sangat baik dan umunya dalam kondisi rata
6 – 7	Jalan baik, ada sedikit yang tidak rata
5 – 6	Jalan cukup baik, tidak ada lubang, tetapi permukaan tidak rata

RCI	Kondisi Visual Permukaan Jalan
4 – 5	Jalan jelek, lubang sedikit, permukaan jalan tidak merata
3 – 4	Jalan rusak, bergelombang, dan berlubang
2 – 3	Jalan rusak berat, berlubang banyak, seluruh perkerasan rusak atau retak
<2	Tidak dapat di lalui kendaraan kecil, hanya bisa roda JEEP dan sejenisnya

2.7 Jenis Pemeliharaan Jalan

Jenis – jenis pemeliharaan jalan sesuai dengan fungsi dan kebutuhannya dapat dijelaskan seperti berikut ;

1. Berdasarkan nilai RCI, IRI, dan LHR

Menentukan kondisi jalan (B – Baik, S – Sedang, RR – Rusak ringan, dan RB – Rusak Berat), sesuai dengan ketentuan nilai RCI, IRI, dan LHR.

Tabel 2.3 Kondisi Ruas Jalan Berdasarkan Nilai RCI dan IRI terhadap LHR

RCI			IRI			LALU LINTAS HARIAN RATA-RATA TAHUNAN (LHRT) (SMP/Hari)							
						1-100	100-300	300-500	500-1000	1000-2000	2000-3000	3000-12000	> 12000
7.26	≤RCI<	10	0	≤IRI<	3.5	B	B	B	B	B	B	B	B
6.93	≤RCI<	7.2	3.5	≤IRI<	4	B	B	B	B	B	B	B	S
5.74	≤RCI<	6.87	4	≤IRI<	6	B	B	B	B	B	B	S	S
4.76	≤RCI<	5.69	6	≤IRI<	8	B	B	B	B	S	S	S	RR
3.94	≤RCI<	4.71	8	≤IRI<	10	B	B	S	S	S	S	RR	RB
3.27	≤RCI<	3.91	10	≤IRI<	12	S	S	S	S	RR	RR	RB	RB
2.24	≤RCI<	3.24	12	≤IRI<	16	S	RR	RR	RR	RB	RB	RB	RB
1.54	≤RCI<	2.22	16	≤IRI<	20	RR	RR	RB	RB	RB	RB	RB	RB
0.95	≤RCI<	1.53	20	≤IRI<	25	RR	RB	RB	RB	RB	RB	RB	RB
	RCI<	0.94		IRI≥	25	RB	RB	RB	RB	RB	RB	RB	RB

Sumber : Ditjen Bina Marga (2011)

2. Menentukan perbaikan menggunakan aspal atau beton.

Setelah mengetahui tingkat dan nilai kerusakan sesuai dengan hasil evaluasi dengan RCI, dan IRI terhadap nilai LHR. Maka dapat ditentukan program pemeliharaan seperti tabel 2.4 di bawah ini ;

Tabel 2.4 Program Pemeliharaan Jalan Berpenutup Aspal/Beton Semen

Kondisi Jalan	Persen terhadap Luas Lapis Perkerasan Permukaan	Program Penanganan
Baik (B)	< 6 %	Pemeliharaan Rutin
Sedang (S)	6 - < 11 %	Pemeliharaan Rutin/Berkala, Pemeliharaan Rehabilitasi
Rusak Ringan (RR)	11 - < 15 %	
Rusak Berat (RB)	> 15 %	Rekonstruksi/ Peningkatan Struktur

Sumber : Permen PU No. 13 (2011)

3. Program Pemeliharaan Jalan Menurut Permen PU Nomor 13 Tahun 2011

Program pemeliharaan jalan bertujuan untuk memberikan fungsi , kenyamanan dan pelayanan sesuai dengan yang di rencanakan dengan kelayakan sesuai dengan umur rencana jalan. Program ini dilaksanakan sesuai dengan evaluasi dari permen PU NO 13 Tahun 2011 ,adalah sebagai berikut.

a. Pemeliharaan Rutin Jalan

Pemeliharaan ini bertujuan untuk merawat jalan guna memeberi kenyamanan bagi pengguna jalan, kegiatannya meliputi :

- 1) Pembersihan dan pemeliharaan bahu jalan,
- 2) Pemeliharaan system drainase,
- 3) Pembersihan rumaja,
- 4) Pemotongan tumbuhan liar dan semak belukar,
- 5) Pengisian retak jalan,
- 6) Pelaburan aspal,
- 7) Penambalan jalan,
- 8) Pemeliharaan bangunan pelengkap,
- 9) Pemeliharaan pelengkap pelengkap jalan, dan
- 10) *Grading operation*.

b. Pemeliharaan Berkala Jalan

Pemeliharaan berkala jalan merupakan upaya untuk memperbaiki,dan merawat kondisi jalan agar sesuai dengan tingkat pelayanan yang maksima.

Kegiatan pemeliharaan berkala ini meliputi :

- 1) Melakukan pelapisan permukaan ulang (*overlay*),
- 2) Memperbaiki bahu jalan,
- 3) Melakukan pelapisan tipis seperti seal coat atau slurry seal,
- 4) *regrooving*,
- 5) memperbaiki retak permukaan,
- 6) perbaikan bangunan pelengkap,
- 7) penggantian / perbaikan perlengkapan jalan yang hilang atau rusak,
- 8) memperbaharui marka jalan,
- 9) melakukan penambalan (*patching*),
- 10) untuk jalan tidak berpenutup aspal / beton semen dapat dilakukan penggarukan, penambahan, dan pencampuran kembali material (*ripping and reworking existing layer*) pada saat pembentukan kembali permukaan, dan
- 11) pemeliharaan / pembersihan rumaja.

c. Rehabilitasi Jalan

Kegiatan rehabilitasi merupakan upaya untuk mencegah kerusakan yang fatal, agar tetap bisa memberikan pelayanan sesuai dengan rencana, kegiatan rehabilitasi meliputi kegiatan :

- 1) Melakukan pelapisan permukaan ulang (*overlay*),
- 2) Memperbaiki bahu jalan,
- 3) Perbaikan bangunan pelengkap,
- 4) Merawat pelengkap jalan,
- 5) Melakukan penambalan,
- 6) Mengganti dowel pada lapisan kaku,
- 7) Pekerjaan cut and fill,
- 8) Stabilisasi tanah dasar,
- 9) Pengerjaan struktur perkerasan,
- 10) Perbaikan drainase drainase,
- 11) Perawatan marka jalan

12) pengkerikilan kembali (regraveling) untuk perkerasan jalan berpenutup dan jalan tanpa perkerasan, dan

13) pemeliharaan / pembersihan rumaja.

d. Rekonstruksi Jalan

Kegiatan rekonstruksi jalan ini merupakan upaya perbaikan pada jalan yang mengalami rusak berat guna mengembalikan fungsi nya sesuai rencana kelayakanya, kegiatan rekonstruksi ini meliputi :

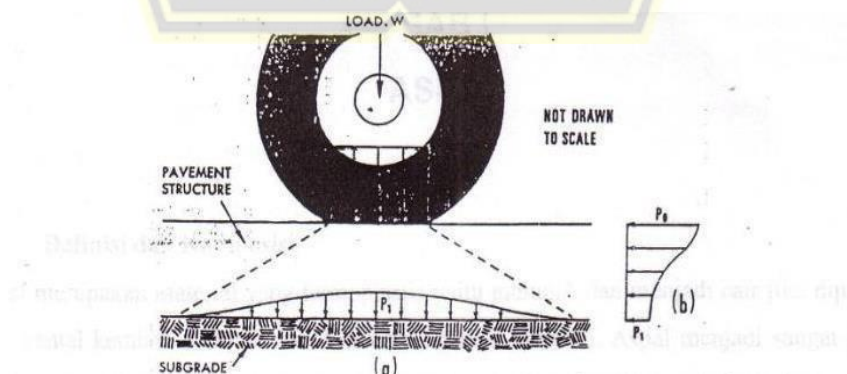
- 1) Memperbaiki lapisan dan struktur perkerasan, drainase, dan talud,
- 2) Melakukan pelapisan ulang pada perkerasan,
- 3) Perbaikan sarana pelengkap jalan,
- 4) Perbaikan bangunan pelengkap, dan
- 5) pemeliharaan / pembersihan rumaja.

2.8 Lapisan Perkerasan Jalan

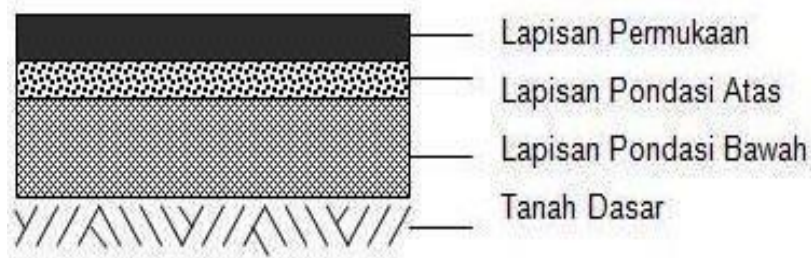
Berdasarkan bahan ikat, lapisan perkerasan jalan dibagi atas dua kategori, yaitu lapisan perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan lapisan perkerasan kaku (*rigid pavement*).

2.8.1 Lapisan Perkerasan Lentur (Flexible Pavement)

Konstruksi perkerasan lentur merupakan lapisan atas permukaan yang di letakkan di atas tanah dasar. Lapisan tersebut biasanya menggunakan campuran beraspal. Fungsi perkerasan lentur sendiri adalah untuk menyebarkan gaya yang di terima oleh lapisan permukaan ke lapisan bawahnya. Beban tersebut akan di sebarakan hingga ke tanah dasar.



Gambar 2. 11 Distribusi Beban Roda Pada Struktur Perkerasan



Gambar 2. 12 Lapisan Perkerasan Lentur

Struktur perkerasan aspal pada jalan raya terdiri dari 4 (empat) lapisan, struktur tersebut dijekasakan sebagai berikut:

1. Lapis permukaan (*surface course*)

Merupakan lapisan paling atas dari struktur pekerasan lentur, yang di desain agar memiliki fungsi untuk :

- a. Menahan beban roda kendaraan
- b. Sebagai lapisan penahan air, agar tidak tembus kebawahnya.
- c. *wearing course* , menahan gesekan roda kendaraan akibat gaya rem.
- d. Menjadi lapisan yang menyebarkan gaya berat kendaraan menjadi lebih kecil saat ke lapisan bawah tanah dasar.

Bahan yang digunakan untuk lapisan perkerasan lentur ini menggunakan bahan aspal,yang tahan akan air, dan mampu memberikan tegangan tarik, yang mampu memberikan gaya dukung yang lebih baik.

Menurut Sukirman padatahun 2010, ketika menentukan tebal setiap lapisan, perencana perlu memperhatikan tebal nominal minimum dari jenis lapis permukaan yang dipilih.

Tabel 2.5 Tabel Nominal Minimum Lapis Permukaan

Jenis Campuran		Simbol	Tebal Nominal Minimum (mm)	Toleransi Tebal (mm)
Latasir kelas A		SS-A	15	-
Latasir kelas B		SS-B	20	
Lataston	Lapis aus	HRS-WC	30	± 4
	Lapis permukaan antara	HRS-BC	35	

Jenis Campuran		Simbol	Tebal Nominal Minimum (mm)	Toleransi Tebal (mm)
Laston	Lapis aus	AC-WC	40	± 3
	Lapis permukaanantara	AC-BC	50	± 4
	Lapis pondasi	AC – Base	60	± 5

Sumber: Sukirman, 2010

2. Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*) ;

Lapis *base course* merupakan struktur perkerasan lentur yang langsung terletak di bawah lapis permukaan, lapisan ini menerima beban berat dari muatan yang di terima dari lapisan permukaan. Oleh karena itu, lapis *base course* harus diperhatikan dengan baik saat pemilihan material dan pelaksanaan konstruksinya. Lapis pondasi atas atau *base course* memiliki fungsi sebagai berikut :

- Sebagai penahan beban lintang dari roda kendaraan.
- Sebagai tempat peletakan lapis permukaan.

Bahan yang harus digunakan untuk membuat lapis pondasi atas harus betul-betul di perhatikan, mengingat fungsi nya yang sangat pening untuk melindungi lapisan perkerasan hingga ke tanah dasar. Material yang dapat digunakan untuk lapisan pondasi atas adalah, yang memiliki nilai CBR > 50% , dan *Plastci Index* > 4%. Antara lain , batu pecah, kerikil pecah, yang distabilkan dengan pozzolan, kapus, atau semen.

3. Lapis Pondasi Bawah (*subbase course*)

Merupakan lapisan yang terletak di antara surface dan base course. Lapisan ini memiliki fungsi sebagai berikut :

- Merupakan lapisan yang berperan menyebarkan gaya dari lapisan permukaan ke tanah dasar
- Untuk efisiensi biaya, karena menggunakan material yang cukup murah dan bisa mendukung lapisan di atasnya.
- Mampu menyerap air, sehingga air tidak merusak lapisan permukaan

d. Sebagai pembatas atau pencegah partikel tanah dasar agar tidak menuju ke lapisan atasnya.

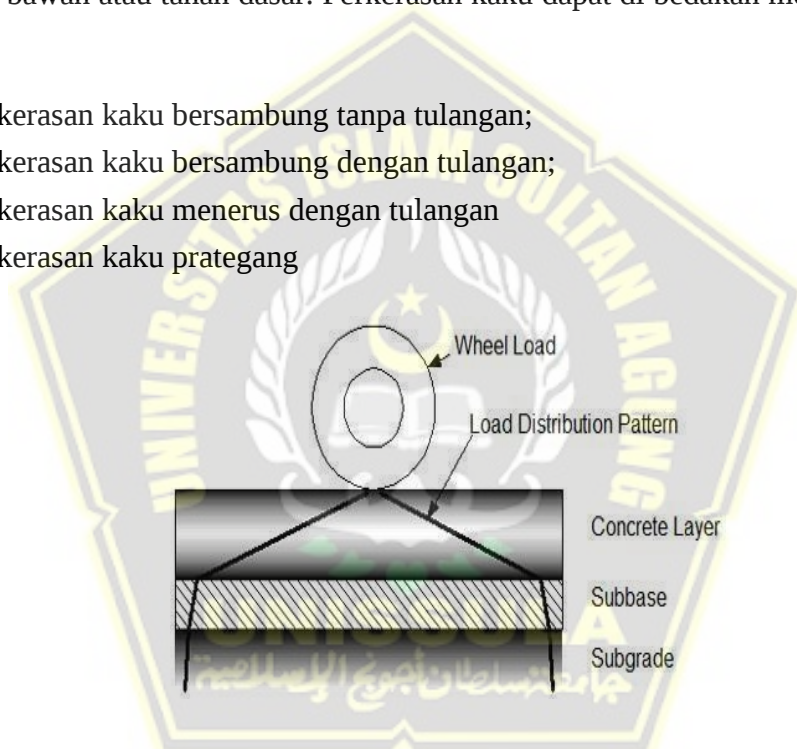
4. Lapisan Tanah Dasar (subgrade)

Merupakan lapisan paling bawah dari sebuah perkerasan, dengan menggunakan tanah asli yang di padatkan atau dengan stabilisasi menggunakan kapur. Kekuatan lapisan tanah dasar ini sangat diutamakan guna menunjang kekuatan dan daya dukung perkerasan di atasnya.

2.8.2 Lapisan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)

Perkerasan kaku merupakan perkerasan yang menggunakan beton baik dengan menggunakan tulangan atau tidak menggunakan tulangan. Terletak di atas pindasi bawah atau tanah dasar. Perkerasan kaku dapat di bedakan menjadi empat, yaitu :

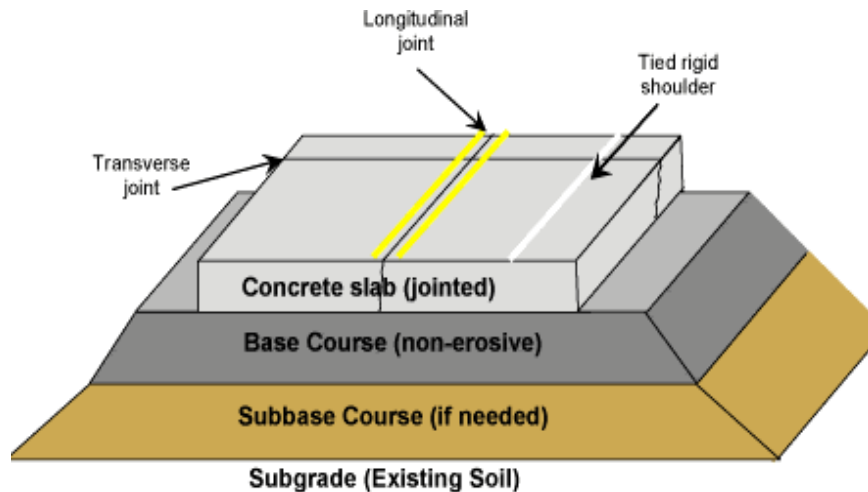
- a. Perkerasan kaku bersambung tanpa tulangan;
- b. Perkerasan kaku bersambung dengan tulangan;
- c. Perkerasan kaku menerus dengan tulangan
- d. Perkerasan kaku prategang



Gambar 2. 13 Penyebaran beban roda pada *rigid pavement*

Sumber: theconstructor.org/transportation

Struktur perkerasan Rigid Pavement dapat dilihat pada Gambar 2.13



Gambar 2. 14 Lapisan Perkerasan Kaku

Didalam Perkerasan Beton Semen, daya tahan yang paling utama diperoleh dari pelat beton. Daya tahan dan juga bentuk tanah dasar ini menjadi pengaruh dari keawetan dan kekuatan perkerasan beton semen tersebut. Adapun beberapa faktor yang harus diperhatikan antara lain kadar air pemadatan, kepadatan dan juga perubahan kadar air selama proses pelayanan.

Lapisan pondasi yang berada dibawah pada perkerasan beton semen tidak merupakan hal yang utama didalam memikul beban, tetapi lapisan yang berada dibawah tersebut mempunyai fungsi yaitu :

- a. Mengendalikan hasil dari kembang susut tanah dasar;
- b. Menghindari adanya pemompaan dari sambungan dan juga retakan;
- c. Memberi daya dukung yang kuat pada plat;
- d. Menjadi perkerasan lantai kerja pada waktu pelaksanaan.

Perkerasan kaku merupakan pilihan yang lebih murah untuk jalan diperkotaan yang aksesnya terbatas bagi kendaraan besar/berat. Pelaksanaan pada perkerasan kaku ini lebih gampang dan waktunya lebih cepat daripada pelaksanaan lentur apabila ruang kerjanya terbatas.

2.9 Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur

Aturan perencanaan pada perkerasan aspal ini menggabungkan ketentuan umum dari deskripsi, pengaturan khusus persiapan, teknik pengaturan, dan pengaturan model. Susunan ketebalan aspal yang diilustrasikan dalam aturan ini hanya berlaku untuk pengembangan aspal menggunakan bahan bergradassi lepas

(bahan granular dan batu pecah) dan diperkuat. Petunjuk perencanaan ini digunakan untuk:

- a. Perencanaan perkerasan jalan baru;
- b. Perencanaan pelapisan tambah(*Overlay*);
- c. Perencanaan konstruksi bertahap (*Stage Construction*).

Dalam menggunakan aturan perencanaan ketebalan aspal ini, evaluasi kekuatan aspal jalan yang ada pada awalnya harus melihat dan berkonsentrasi pada pengujian berdasarkan data pengujian laboratorium dan lapangan. Penilaian ini sepenuhnya merupakan kewajiban perencana, sesuai dengan kondisi lingkungan dan pengalamannya. Metode perencanaan tebal perkerasan aspal, terlepas dari yang diilustrasikan dalam aturan ini juga dapat digunakan, dengan syarat dapat dipertanggungjawabkan berdasarkan hasil-hasil pengujian para ahli. Didalam tahap perencanaan tebal perkerasan lentur ada beberapa hal yang harus diperhatikan, antara lain adalah:

- a. Umur rencana;
- b. Beban didalam lalu lintas;
- c. Daya dukung dari tanah dasar;
- d. Fungsi dari jalan tersebut.

2.9.1 Umur Rencana

Umur Rencana adalah jumlah waktu dalam tahun yang dihitung dari mulai dibukanya jalan sampai dengan saat diperlukan perbaikan berat atau dianggap perlu diberi lapis permukaan yang baru (DPPW, 2002). Umur rencana perkerasan diuraikan pada Tabel 2.6 berikut ini.

Tabel 2.6 Umur Rencana Perkerasan Jalan

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun)
	Lapisan aspal dan lapisan berbutir dan CTB	20
	Pondasi jalan	

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun)
Perkerasan Lentur	Semua lapisan perkerasan untuk area yang tidak diijinkan sering ditinggikan akibat pelapisan ulang, misal: jalan perkotaan, underpass, jembatan, terowongan	40
	Cement Treated Based	
Perkerasan Kaku	Lapis pondasi atas, lapis pondasi bawah, lapis beton semen, dan pondasi jalan	40
Jalan tanpa penutup	Semua elemen	Minimum 10

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan 02M/BM2013

2.9.2 Beban Sumbu Standar Kumulatif

Beban Sumbu Standar Kumulatif (Cumulative Equivalent Single Axle Load) atau yang sering disebut CESA adalah jumlah kumulatif dari beban sumbu yang ada di lalu lintas desain pada lajur desain dalam umur rencana.

$$ESA = (\text{Jumlah Jenis Kendaraan LHRT} \times \text{VDF}) \dots\dots\dots(2.1)$$

$$CESA = ESA \times 365 \times R \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

ESA : Equivalent Standart Axle atau Lintasan Sumbu Standar Ekivalen

LHRT : Lintas Harian Rata-Rata Tahunan untuk Jenis Kendaraan Tertentu

CESA : Cumulative Equivalent Single Axle Load atau Jumlah Kumulatif Beban Standar Ekivalen Didalam Umur Rencana

R : Faktor Penggali Pertumbuhan lalu Lintas

2.9.3 Traffic Multiplier (TM)

Traffic Multiplier (TM) ini digunakan untuk mengatasi ESA4 karena kelelahan lapisan lentur (aspal). Nilai TM dari lapisan lentur untuk kondisi kelebihan beban di Indonesia naik dari 1,8 - 2.

$$ESA4 = LHRT \times VDF4 \dots\dots\dots(2.3)$$

Nilai CESA untuk desain perkerasan lentur harus dikalikan dengan TM untuk mendapatkan nilai CESA5 dengan rumus :

ESA5 = TMLapisan aspal.....(2.4)

2.9.4 Perkiraan Faktor Kerusakan Akibat Beban Kendaraan (*Vehicle Damage Factor*)

Estimasi beban lalu lintas yang tepat sangat penting. Beban lalu lintas tersebut diperoleh dari data:

- investigasi terhadap jembatan/timbangan statis lainnya secara eksplisit untuk segmen jalan yang direncanakan;
- jembatan timbangan berkonsentrasi pada hal-hal yang telah dilakukan sebelumnya dan dipandang sebagai representatif yang memadai untuk segmen jalan yang direncanakan;
- Tabel 3.3; dan
- Informasi WIM regional yang diberikan oleh Direktorat Bina Teknik.

2.9.5 Analisis Volume Lalu Lintas

Analisis volume tentang lalu lintas berdasarkan pada surveya faktual, untuk kebutuhan desain, volume lalu lintas bisa didapatkan dari :

- Pengecekan lalu lintas aktual dengan waktu minimal 3x24 jam;
- Hasil dari pengecekan yang telah dilakukan sebelumnya.

2.9.6 Faktor Pertumbuhan Lalu lintas

Penyebab dari pertumbuhan lalu lintas berdasarkan pada data pertumbuhan historis atau formulasi korelasi dari penyebab pertumbuhan lain yang sudah valid, apabila tidak ada data yang diperoleh maka bisa menggunakan Tabel 2.7 untuk dasar nilai minimum.

Tabel 2.7 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (i) Minimum Untuk Desain

Spesifikasi Jalan	Tahun	Tahun
	2011 - 2020	> 2021 - 2030
Arteri dan Perkotaan (%)	5	4
Kolektor Rural (%)	3.5	2.5
Jalan Desa (%)	1	1

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan 02/M/BM/2013

Untuk menghitung pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung sebagai berikut ini.

$$R = \frac{(1+0,01i)^{UR}-1}{0,01i} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan:

R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas

i = Tingkat pertumbuhan tahunan (%)

UR = Umur rencana (tahun)

2.9.7 Pondasi Jalan

Perencanaan pondasi jalana dalah rencana tentang perbaikan tanah dasar dan lapisan pendukung, tiang pancang mikro, drainase vertikal yang memanfaatkan bahan dasar strip atau perawatan lain yang digunakan untuk memberikan lapisan pendukung untuk struktur aspal yang dapat beradaptasi dan tidak membungkuk untuk pengembangan akses lalu lintas selama musim penghujan. Kondisi dan iklim di lapangan yang mungkin terjadi dan harus dilihat seperti dalam strategi rencana pendirian jalan adalah:

- a. Kondisi tanah dasar yang normal dengan ciri-ciri nilai CBR lebih dari 3% kemudian dipadatkan secara mekanis, desain tersebut meliputi perkerasan diatas galian, timbunan atau tanah aslinya;
- b. Kondisi tanah dasar yang langsung diatasnya timbunan rendah atau kurang dari 3 meter diatas tanah lunak. Didalam prosedur laboratorium untuk menentukan CBR tidak dapat digunakan untuk studi kasus ini karena optimalisasi dari kadar air dan pemadatan mekanis tidak bisa dilakukan dilapangan. Selanjutnya, tanah asli dapat menunjukkan kepadatan rendah dan daya dukung yang rendah sampai dengan kedalaman yang cukup signifikan dan membutuhkan prosedur stabilisasi khusus;
- c. Kejadian yang sama dengan kondisi pada poin b tapi dengan tanah lunak alluvial pada kondisi kering. Didalam prosedur laboratorium CBR memiliki validitas terbatas karena tanah yang kepadatan rendah dapat muncul pada kedalaman batas yang tidak mungkin dipadatkan dengan menggunakan

peralatan konvensional. Pada kondisi tersebut membutuhkan prosedur stabilisasi yang khusus;

- d. Tanah dasar yang berada diatas timbunan tanah gambut, menurut manual desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013 untuk menentukan tebal dari pondasi jalan minimum.



Tabel 2.8. Klasifikasi Kendaraan dan Nilai VDF Standarp

Jenis Kendaraan		Uraian	Konfigurasi Sumbu	Muatan yang diangkut	Kelompok sumbu	Distribusi tipikal (%)		Faktor Ekvivalen Beban (VDF) (ESA/kendaraan)	
Klasifikasi Lama	Alternatif					Semua kendaraan bermotor	Semua kendaraan bermotor kecuali sepeda motor	VDF ⁴ Pangkat ⁴	VDF ⁵ Pangkat ⁵
1	1	Sepeda motor	1.1.		2	30,4			
2,3,4	2,3,4	Sedan/angkot/pick up/station wagon	1.1		2	51,7	74,3		
5a	5a	Bus kecil	1.2		2	3,5	5,00	0,3	0,2
5b	5b	Bus besar	1.2		2	0,1	0,20	1,0	1,0
6a.1	6.1	Truck 2 sumbu-cargo ringan	1.1	Muatan umum	2	4,6	6,60	0,3	0,2
6a.2	6.2	Truck 2 sumbu-ringan	1.2	Tanah, pasir, besi, semen	2			0,8	0,8
6b1.1	7.1	Truck 2 sumbu-cargo sedang	1.2	Muatan umum	2	-	-	0,7	0,7
6b1.2	7.2	Truck 2 sumbu-sedang	1.2	Tanah, pasir, besi, semen	2			1,6	1,7
6b2.1	8.1	Truck 2 sumbu-berat	1.2	Muatan umum	2	3,8	5,50	0,9	0,8
6b2.2	8.2	Truck 2 sumbu-berat	1.2	Tanah, pasir, besi, semen	2			7,3	11,2
7a1	9.1	Truck 3 sumbu-ringan	1.22	Muatan umum	3	3,9	5,60	7,6	11,2
7a2	9.2	Truck 3 sumbu-sedang	1.22	Tanah, pasir, besi, semen	3			28,1	64,4
7a3	9.3	Truck 3 sumbu-berat	1.1.2		3	0,1	0,10	28,9	62,2
7b	10	Truck 2 sumbu dan trailer penarik 2 sumbu	1.2-2.2		4	0,5	0,70	36,9	90,4
7c1	11	Truck 4 sumbu-trailer	1.2-22		4	0,3	0,50	13,6	24,0
7c2.1	12	Truck 5 sumbu-trailer	1.22-22		5	0,7	1,00	19,0	33,2
7c2.2	13	Truck 5 sumbu-trailer	1.2-222		5			30,3	69,7
7c3	14	Truck 6 sumbu-trailer	1.22-222		6	0,3	0,50	41,6	93,7

KENDARAAN NIAGA



Tabel 2.9. Solusi Desain Pondasi Jalan Minimum

CBR Tanah Dasar	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Prosedur desain pondasi	Deskripsi struktur pondasi jalan	lalu lintas lajur desain umur rencana 40 tahun (juta CESA _s)		
				< 2	2 - 4	> 4
				Tebal minimum peningkatan tanah dasar		
≥ 6	SG6	A	Perbaikan tanah dasar meliputi bahan stabilisasi kapur atau timbunan pilihan (pemadatan berlapis ≤200 mm tebal lepas)	Tidak perlu peningkatan		
5	SG5					100
4	SG4			100	150	200
3	SG3			150	200	300
2.5	SG2.5			175	250	350
Tanah ekspansif (<i>potential swell</i> > 5%)				AE	400	500
Perkerasan lentur diatas tanah lunak ⁵	SG1 aluvial ¹	B	Lapis penopang (<i>capping layer</i>) ⁽²⁾⁽⁴⁾	1000	1100	1200
			Atau lapis penopang dan geogrid ⁽²⁾⁽⁴⁾	650	750	850
Tanah gambut dengan HRS atau perkerasan Burda untuk jalan kecil (nilai minimum – peraturan lain digunakan)		D	Lapis penopang berbutir ⁽²⁾⁽⁴⁾	1000	1250	1500

(1) Nilai CBR lapangan CBR rendaman tidak relevan.

(2) Datas lapis penopang harus diasumsikan memiliki nilai CBR ekuivalen 2,5%.

(3) Ketentuan tambahan mungkin berlaku, desain harus mempertimbangkan semua isu kritis.

(4) Tebal lapis penopang dapat dikurangi 300 mm jika tanah asli dipadatkan (tanah lunak kering pada saat konstruksi).

(5) Ditandai oleh kepadatan yang rendah dan CBR lapangan yang rendah di bawah daerah yang dipadatkan

Sumber: *Manual Desain Perkerasan Jalan 02/M/BM/2013*

Tabel 2.10. Desain Perkerasan Lentur – Aspal Dengan Lapis Pondasi Berbutir

	STRUKTUR PERKERASAN								
	FF1	FF2	FF3	FF4	FF5	FF6	FF7	FF8	FF9
Solusi yang dipilih						Lihat Catatan 3	Lihat Catatan 3		
Pengulangan beban sumbu desain 20 tahun di lajur rencana (pangkat 5) (10 ⁶ CESA _s)	1 - 2	2 - 4	4 - 7	7 - 10	10 - 20	20 - 30	30 - 50	50 - 100	100 - 200
	KETEBALAN LAPIS PERKERASAN (mm)								
AC WC	40	40	40	40	40	40	40	40	40
AC binder	60	60	60	60	60	60	60	60	60
AC Base	0	70	80	105	145	160	180	210	245
LPA	400	300	300	300	300	300	300	300	300
Catatan	1	1	2	2	3	3	3	3	3

Sumber: *Manual Desain Perkerasan Jalan 02/M/BM/2013*

2.10 Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur (overlay)

Lapis tambah perkerasan lentur atau yang biasa disebut overlay adalah penanganan jalan untuk memperbaiki perkerasan pada eksisting yang mengalami kerusakan struktural. Penanganan overlay ini sering digunakan untuk memperbaiki fungsi jalan yang penanganannya bentuk permukaan, kenyamanan dan kepentingan lain pada permukaan jalan. Beberapa hal yang harus diperhatikan ketika melakukan overlay adalah perhitungan didalam lalu lintas dan lendutan.

2.10.1 Perhitungan Lalu Lintas

Perhitungan lalu lintas biasanya ditentukan dengan cara menghitung akumulasi beban sumbu lalu lintas selama umur rencana.

2.10.2 Lendutan

Pemeriksaan struktur pada perkerasan lama dilakukan dengan cara pengujian lendutan dan menggunakan alat Benkelman Beam (BB). Nilai dari lendutan jalan ini merupakan nilai lendutan balik maksimum pada setiap lokasi titik uji hasil dari Benkelman Beam Test. Untuk dapat menentukan tebal pelapisan ulang atau overlay maka digunakan rumus sebagai berikut :

$$D_{rencana} (\text{jalan kolektor}) = D_{rata-rata} + 1,64 \times SD \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan:

$D_{rencana}$ = Lendutan Balik Rencana (mm)

$D_{rata-rata}$ = Lendutan Balik Rata-rata (mm)

SD = Standart Deviasi

Menurut Pd T-05-2005-B, $D_{rencana}$ untuk lendutan dengan menggunakan alat Benkelman Beam (BB) dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

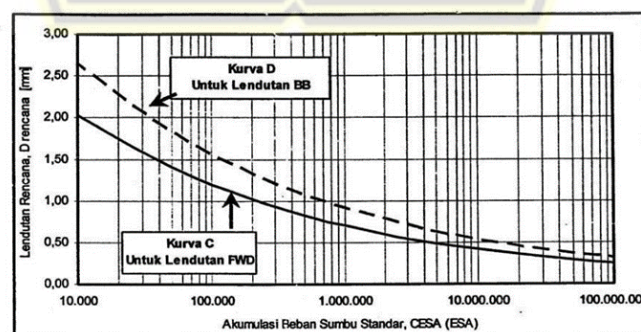
$$D_{rencana} = 22,208 \times CESA(-0,2307) \dots\dots\dots(2.7)$$

Keterangan :

$D_{rencana}$ = Lendutan Rencana, dalam satuan mm

Cesa = Akumulasi Ekvivalen Beban Sumbu Datar, dalam satuan ESA

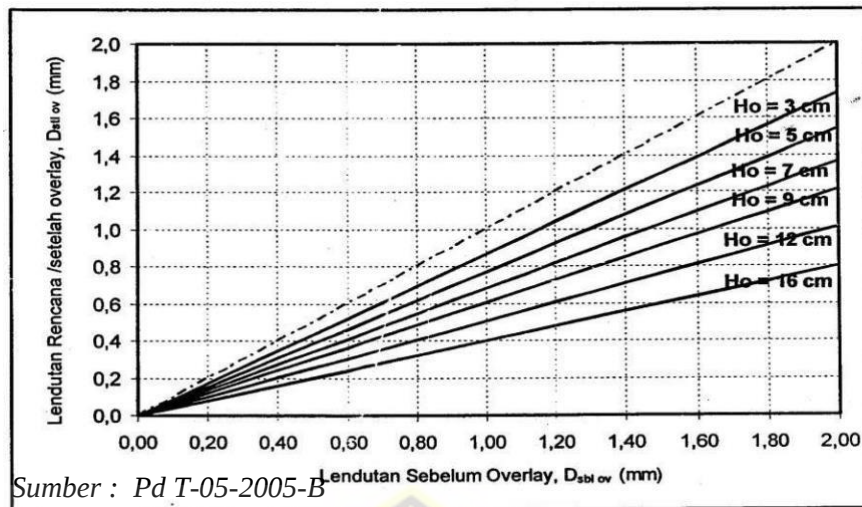
Selain dihitung dengan menggunakan rumus diatas, $D_{rencana}$ dapat diperoleh dengan menggunakan grafik seperti pada Gambar 2.15.



Sumber : Pd T-05-2005-B

Gambar 2. 15 Hubungan antara lendutan rencana dan lalu lintas

Untuk menghitung tebal lapis tambah dapat menggunakan grafik seperti pada Gambar 2.16.



Gambar 2. 16 Tebal lapis tambah/overlay (H_o)

2.11 Penggantian Perkerasan Aspal Lamardengan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)

Ketebalan permukaan aspal yang ada pada perkerasan kaku dapat dihitung dengan cara mengurangi ketebalan pada perkerasan beton semen setebal 10mm untuk setiap 25mm permukaan aspal (Shirley, 2000). Untuk jalan yang lalu lintasnya rendah, apabila data lalu lintas tidak tersedia atau perkiraan untuk mendapatkan desain yang aman terlalu rendah, maka dapat menggunakan nilai perkiraan dalam tabel 2.11.

Tabel 2.11. Perkiraan Lalu Lintas Untuk Jalan Dengan Lalu Lintas Rendah

Deskripsi Jalan	LHRT dua arah	Kend berat (% dari lalu lintas)	Umur Rencana (th)	Pertumbuhan Lalu Lintas (%)	Pertumbuhan lalu lintas kumulatif	Kelompok Sumbu/ Kenderaan Berat	Kumulatif HVAG	ESA/HVAG (overloaded)	Lalin desain Indikatif (Pangkat 4) Overloaded
Jalan desa minor dg akses kendaraan berat terbatas	30	3	20	1	22	2	14.454	3,16	$4,5 \times 10^4$
Jalan kecil 2 arah	90	3	20	1	22	2	21.681	3,16	7×10^4
Jalan lokal	500	6	20	1	22	2,1	252.945	3,16	8×10^5
Akses lokal daerah industri atau quarry	500	8	20	3,5	28,2	2,3	473.478	3,16	$1,5 \times 10^6$
Jalan kolektor	2000	7	20	3,5	28,2	2,2	1.585.122	3,16	5×10^5

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan 02/M/BM/2013

Menetapkan ketebalan perkerasan kaku pada jalan dengan lalu lintas rendah menurut Manual Desain Perkerasan Jalan nomor 02/M/BM/2013 dapat dilihat pada tabel 2.12.

Tabel 2.12. Perkerasan Kaku Untuk Jalan Dengan Beban Lalu Lintas Rendah

TANAH DASAR	TANAH LUNAK DENGAN LAPIS PENOPANG		DIPADATKAN NORMAL	
Bahu terikat	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 pondasi tidak seragam	
Dowel	Tidak dibutuhkan			
LMC	Tidak dibutuhkan			
Lapis pondasi kelas A 30 mm	125 mm			
Jarak sambungan transversal	4 m			

Tabel 2.13. Perkerasan Kaku Untuk Jalan Dengan Beban Lalu Lintas Rendah

TANAH DASAR	TANAH LUNAK DENGAN LAPIS PENOPANG		DIPADATKAN NORMAL	
Bahu terikat	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 pondasi tidak seragam	
Dowel	Tidak dibutuhkan			

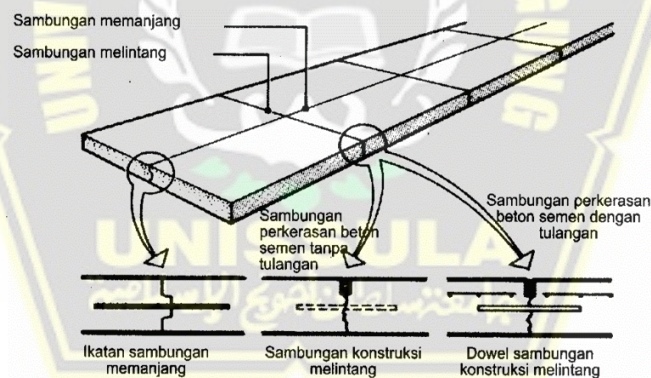
TANAH DASAR	TANAH LUNAK DENGAN LAPIS PENOPANG	DIPADATKAN NORMAL
LMC	Tidak dibutuhkan	
Lapis pondasi kelas A 30 mm	125 mm	
Jarak sambungan transversal	4 m	

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan nomor 02/M/BM/2013

2.12 Sambungan

Sambungan dibuat dan ditempatkan pada perkerasan beton untuk menyiapkan tempat susut dan muai beton akibat dari terjadinya tegangan yang disebabkan dari perubahan lingkungan, gesekan dan keperluan pelaksanaan konstruksi (Suryawan, 2013)

Ada 2 macam Sambungan Perkerasan Beton yaitu sambungan arah melintang dan memanjang. Sambungan melintang adalah sambungan untuk mengakomodir kembang susut ke arah memanjang plat, sedangkan untuk sambungan memanjang adalah sambungan untuk mengakomodir lenteng plat beton. Skema sambungan terdapat pada gambar 2.17.



Gambar 2. 17 Sambungan Konstruksi Perkerasan kaku

Sumber: Sukismanto, 2016

Fungsi dan ciri-ciri dari sambungan akan dijelaskan sebagai berikut :

- a. Sambungan melintang:
 1. Disebut juga Dowel;
 2. Berfungsi sebagai sliding device dan load transfer device;
 3. Berbentuk polos (ruji polos), panjang 45cm, jarak antara ruji 30cm;
 4. Melekat pada satu sisi pada tulangan beton, sedangkan sisi lain harus

dicat atau bisa dengan dilumuri bahan anti lengket untuk menjamin tidak ada ikatan dengan beton yang lain;

5. Berada ditengah tebal plat dan sejajar sumbu jalan.

Di dalam Pd T-14-2003 dikatakan bahwa diameter ruji tergantung pada tebal plat beton, terlihat pada tabel 2.14.

Tabel 2.14. Diameter Ruji

No.	Tebal pada Plat 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

b. Sambungan memanjang:

1. Disebut juga Tie Bar;
2. Berfungsi untuk Unsliding Device dan Rotation Device;
3. Berbentuk Deformed atau ulir dan bentuknya kecil;
4. Melekat di kedua sisi plat beton;
5. Tempatnya berada di tengah tebal plat beton dan posisi tegak lurus dengan sumbu jalan;
6. Luas Tulangan memanjang dihitung dengan persamaan (2.8 dan 2.9)

$$A_t = 204 \times b \times h \dots\dots\dots (2.8)$$

$$I = (38,3 \times \phi) + 75 \dots\dots\dots (2.9)$$

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 plat (m),

I = panjang batang pengikat (mm), dan

ϕ = diameter batang pengikat yang dipilih (13-16 mm) Jarak batang pengikat yang digunakan adalah 75 cm.

2.13 Penelitian Terdahulu

Pada beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya ada beberapa contoh yang akan dijadikan referensi, tentu ada beberapa kesamaan dan juga perbedaan dari penelitian terdahulu (terlampir pada table 2.11) dan yang akan dilaksanakan. Namun secara garis besar nya tujuan penelitian ini sama yaitu agar mengetahui faktor kerusakan apa saja yang mempengaruhi ruas jalan rusak sebelum umur rencana jalan itu sendiri. Adapun persamaan dan perbedaan penelitian yang telah dilakukan dengan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Persamaan

Persamaan antara penelitian terdahulu (terlampir pada tabel 2.11) dengan penelitian sekarang yaitu menggunakan data lebar perkerasan, membuat foto dokumentasi survey, menentukan serta menentukan jenis kerusakan jalan. Dari data tersebut kemudian dilakukan analisis dengan menggunakan metode RCI (*Road Condition Index*) yang sama untuk menentukan jenis kerusakan yang terjadi.

2. Perbedaan

Perbedaan penelitian terdahulu dan penelitian sekarang apabila dilihat dari lokasi penelitiannya, pada penelitian terdahulu lokasi yang diteliti adalah ruas jalan arteri primer Provinsi dan bukan pada titik persimpangan bersinyal sedangkan pada penelitian sekarang lokasi penelitian adalah jalan Nasional dan pada titik persimpangan. Perbedaan penelitian sekarang dengan penelitian terdahulu yaitu pada penelitian sekarang menambah variabel gaya sentrifugal pengereman kendaraan, gaya *U-turn* (putar balik kendaraan) serta kondisi perkerasan jalan sedangkan pada penelitian terdahulu tidak memakai variabel tersebut.

Berikut adalah penelitian yang pernah dilakukan mengenai penanganan daerah rawan kemacetan sebelumnya antara lain :

Tabel 2.11 Penelitian Terdahulu

No	Judul Penelitian	Tujuan	Metode	Hasil Penelitian
1	<i>Surya Eka Priana, 2018</i> Analisa Faktor Penyebab Kerusakan Jalan (Studi Kasus Ruas Jalan LingkarUtara Kota Padang Panjang)	Untuk mengetahui faktor penyebab kerusakan jalan pada Ruas Jalan Lingkar Utara Kota Padang, dengan metode survey lapangan dan mengetahui akibat dan dampak dari kerusakan jalan di ruas tersebut.	Metode yang digunakan adalah penelitian lapangan dengan data primer berupa hasil survei kerusakan jalan pada ruas Jalan Lingkar Utara Kota Padang Panjang.	1. Angka kecelakaan lalu lintas per kilometer di ruas jalan Timor Raya Jenis kerusakan yang paling dominan pada ruas Jalan Lingkar Utara Kota Padang Panjang adalah retak memanjang yang terdapat pada 18 segmen. 2. Kemungkinan faktor - faktor penyebab secara umum disebabkan pelaksanaan pekerjaan konstruksi perkerasan yang kurang sesuai dengan ketentuan yang tercantum dalam spesifikasi, yang saling terkait dan mempengaruhi.



No	Judul Penelitian	Tujuan	Metode	Hasil Penelitian
2	<i>Udiana, Imade, dkk, 2014</i> Analisa Faktor Penyebab Kerusakan Jalan (Studi Kasus Ruas Jalan W. J. Lalamentik Dan Ruas Jalan Gor Flobamora)	Untuk mengetahui jenis kerusakan dan faktor penyebab kerusakan pada Ruas Jalan W. J. Lalamentik Dan Ruas Jalan Gor Flobamora. Juga untuk menentukan kemungkinan perbaikan yang lebih efektif untuk ruas jaluk tersebut.	Metode yang digunakan adalah penelitian lapangan dengan data primer berupa hasil survei kerusakan jalan pada ruas Jalan W. J. Lalamentik dan ruas Jalan GOR Flobamora.	1. Jenis kerusakan yang paling dominan pada ruas Jalan GOR Flobamora adalah retak memanjang, retak kulit buaya, lubang, dan tambalan yang terdapat pada 4 segmen jalan. 2. Kemungkinan faktor - faktor penyebab secara umum disebabkan sistem drainase yang tidak baik, sifat material konstruksi perkerasan yang kurang baik, iklim, kondisi tanah yang tidak stabil, perencanaan lapis perkerasan yang tipis, proses pelaksanaan pekerjaan konstruksi perkerasanyang kurang sesuai 3. Berdasarkan jenis kerusakan yang terjadi di lapangan maka tindakan perbaikan dapat dilakukan dengan tindakan perbaikan per segmen.



No	Judul Penelitian	Tujuan	Metode	Hasil Penelitian
3	<i>Pradana, M.Fakhruriza, dkk, 2016</i> Analisis Faktor-Faktor Pengaruh Kerusakan Terhadap Perkerasan Lentur (Studi Kasus Jalan Kolektor Sekunder - Cilegon)	untuk mengetahui faktor apa saja yang memengaruhi kerusakan jalan pada Ruas Jalan Kolektor Sekunder-Cilegon.	Metode yang digunakan adalah penelitian lapangan dengan data primer berupa hasil survei lalu lintas kendaraan, survei lapangan sistem drainase dan pengujian tanah serta data sekunder dengan cara meminta data melalui instansi terkait.	Besar kontribusinya sistem drainase adalah sebesar 88,7% dan kendaraan berat memiliki kontribusi adalah 65,2% serta daya dukung tanah memiliki kontribusi yang cukup besar juga terhadap tingkat kerusakan jalan adalah 56,7%
4	<i>Munggarani & Wibowo, 2017</i> Kajian Faktor-Faktor Penyebab Kerusakan Dini Perkerasan Jalan Lentur Dan Pengaruhnya Terhadap Biaya Penanganan	Untuk mengetahui faktor kerusakan yang berpengaruh pada kerusakan dini jalan dengan lapisan lentur dan juga mengkaji segi biaya dalam perbaikan jalan.	Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah riset pustaka/kajian dari riset terkait/terdahulu	1. Kerusakan perkerasan jalan yang dominan adalah kerusakan cacat permukaan dan retak. 2. Faktor penyebab terjadinya kerusakan jalan yang paling utama yaitu pemeliharaan drainase yang tidak dilakukan dengan baik dimana biasanya terjadi penyumbatan sampah maupun tanaman yang tumbuh 3. Kerusakan perkerasan jalan dengan biaya penanganan jalan yang harus dikeluarkan memiliki hubungan yang sangat erat dimana setiap kerusakan yang terjadi dilihat dari jenis, tingkat keparahandan jumlah kerusakan jalan menentukan biaya dikeluarkan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bentuk Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif, penelitian deskriptif yaitu penelitian dengan metode untuk menggambarkan suatu hasil penelitian. Namun, hasil gambaran tersebut tidak digunakan untuk membuat kesimpulan yang lebih umum (Sugiyono, Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D, 2017). Masalah-masalah yang saat ini terjadi dilapangan dimana kondisi lalu lintas dilokasi penelitian menjadi titik berat penelitian. Berikut ini adalah ruang lingkup dari penelitian yang ini:

- a. Secara umum mempelajari tentang trase jalan didaerah penelitian dari segi social ekonomi maupun letak geografisnya,
- b. Melakukan survey dan mendokumentasikan kondisi jalan di lokasi penelitian,
- c. Mengumpulkan data kondisi perkerasan eksisting berupa kondisi badan jalan, kondisi bahu jalan dan sarana prasarana lainnya.

3.2 Pengumpulan Data

Segala sesuatu yang dapat memberikan informasi mengenai data disebut dengan sumber data. Data dapat dibedakan menjadi dua, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang memiliki maksud khusus untuk digunakan sebagai penyelesaian masalah yang sedang ditangani oleh peneliti, dimana data tersebut dikumpulkan langsung oleh peneliti objek atau lokasi penelitian. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari instansi terkait, literatur, artikel, jurnal ataupun sumber lain yang berkaitan dengan penelitian yang sedang dilakukan (Sugiyono, Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D, 2009).

Penelitian yang dilakukan kali ini akan digunakan metode pengumpulan data dengan cara pengamatan langsung atau observasi dilapangan. Selain melakukan pengamatan langsung peneliti juga memperoleh data dari Lembaga atau instansi terkait melalui dokumen tertulis. Data-data yang diperoleh melalui Bina Marga Jawa Tengah, Balai besar pelaksanaan jalan nasional VII Pelaksanaan Jalan Nasional III Semarang serta data dari survey lapangan diperlukan sebagai bahan analisis pada penelitian yang akan dilakukan.

3.2.1 Pengumpulan Data Primer

Pengumpulan data primer berupa survey kondisi jalan dengan melakukan penyusuran lokasi penelitian, yaitu 100 m kebelakang dari mulai titik persimpangan bersnyal depan Kampus Universitas Islam Sultan Agung KM. 4 Kaligawe Semarang untuk memperoleh data kondisi fisik jalan. Data yang didapat dari hasil pengamatan secara langsung dilapangan disebut sebagai data primer. Dari hasil pengamatan langsung dilapangan pada Ruas Jalan Kaligawe terdapat persimpangan bersinyal yang perkerasanya rusak, ruas jalan tersebut memiliki lebar eksisting 43.5m yang terdiri dari 4 lajur 2 arah.

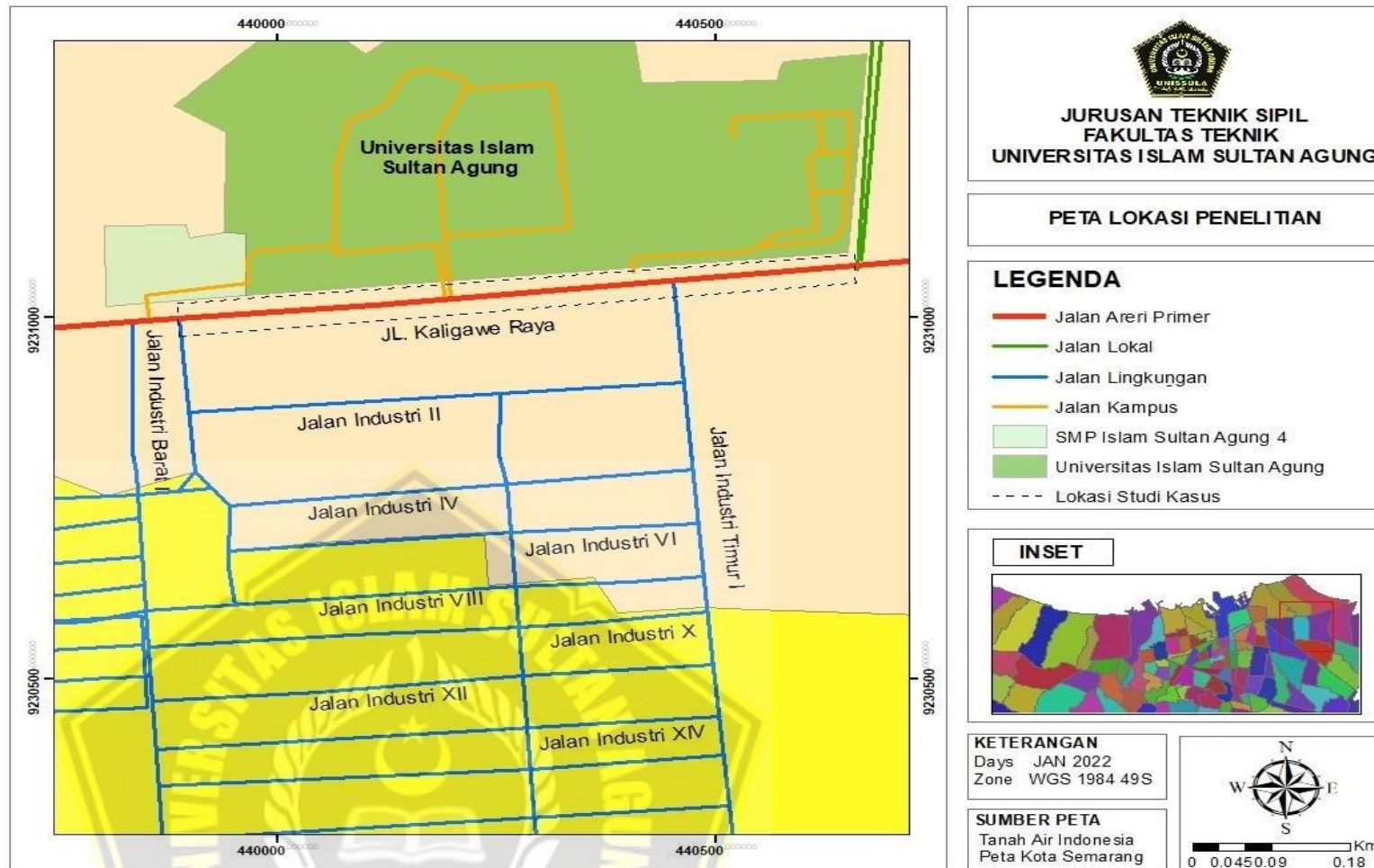
Pemeriksaan dilakukan dengan mencatat kondisi jalan secara visual yang diperoleh selama survey. Alat yang digunakan dalam survey ini adalah:

- a. Meteran,
- b. Bolpoin, untuk mencatat
- c. Kertas, untuk mencatat
- d. Kamera, untuk mengambil gambar

Data yang diperoleh dari pemeriksaan ini meliputi :

- a. Lebar jalan,
- b. Dokumentasi foto,
- c. Jenis-jenis kerusakan jalan, dan
- d. Lokasi kerusakan jalan.

Untuk lokasi yang akan dijadikan objek penelitian akan terlampir dalam gambar 3.1



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian

3.2.2 Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dengan cara mengumpulkan data dari instansi yang berkepentingan dalam hal ini Bidang Bina Marga Dinas Pekerjaan Umum Kota Semarang. Data sekunder yang diambil 5 tahun terakhir yaitu pada tahun 2015 s/d 2019 yang diperoleh dari dinas Bidang Bina Marga Provinsi Jawa Tengah, sebagai berikut :

- a. Data volume lalu lintas harian rata-rata.
- b. Data perkembangan lalu lintas.
- c. Hasil tes CBR lapangan.
- d. Hasil tes lendutan menggunakan Benkelmen Beam.
- e. Data struktur perkerasan yang ada.

3.3 Analisis Data

Data yang telah diperoleh, selanjutnya data tersebut dianalisis yang nantinya akan digunakan dalam perencanaan teknis. Sebuah penelitian dalam prosesnya memerlukan analisis yang diteliti, semakin banyak permasalahan yang dihadapi maka semakin kompleks pula analisis yang harus dilakukan. Dalam melakukan analisis yang baik diperlukan suatu data perhitungan atau informasi, teori konsep dasar, sehingga kebutuhan akan data sangat mutlak diperlukan. Metode penelitian dapat dilihat pada table 3.1.

Tabel 3.1 Metode Penelitian

No	Pembahasan	Metode	Data yang Diperlukan		Cara Memperoleh Data
			Primer	Sekunder	
1	Kondisi Jalan	Survey	a. Lebar jalan eksisting b. Jenis kerusakan jalan c. Foto dokumentasi		Survey kerusakan jalan

No	Pembahasan	Metode	Data yang Diperlukan		Cara Memperoleh Data
			Primer	Sekunder	
2	Teknik peningkatan dan penanganan jalan	a.SNI PdT05-2005-B b.MDPJ No. 02/M/BM/2013		a. Data perkembangan lalu lintas b. Data LHR c. Data CBR	Data dari Bidang Bina Marga Jawa Tengah

Tabel 3.2. Teknik Analisa Data

No	Pembahasan	Metode	Tujuan	Langkah-langkah
1	Kondisi jalan	RCI (<i>Road Condition Index</i>)	Menentukan jenis kerusakan yang terjadi	a. Menentukan jenis kerusakan
2	Teknik peningkatan dan penanganan jalan	a. SNI Pd T05-2005-B b. MDPJ No. 02/M/BM/2013	a. Menghitung tebal struktur perkerasan pada pelebaran b. Menghitung tebal overlay c. Menghitung tebal plat beton	a. Menentukan tebal struktur perkerasan b. Menentukan tebal lapis tambah dengan hasil tes Benkelmen Beam c. Menentukan tebal plat beton

3.3.1 Analisis Kondisi Jalan

Untuk menentukan kondisi jalan maka diperlukan survey kondisi jalan, pengumpulan data berupa data LHR (Lalu Lintas Harian Rata-rata), jenis perkerasan eksisting, serta hasil tes CBR. Data tersebut didapatkan dari Dinas Bina Marga Provinsi Jawa Tengah, kecuali untuk survey kondisi jalan akan dilakukan observasi langsung oleh peneliti.

Survey kondisi jalan dilakukan untuk mengetahui lebar eksisting dan jumlah lajur jalan. Survey ini juga dilakukan untuk mengetahui kerusakan jalan dan faktor penyebab kerusakan tersebut. Penentuan kerusakan permukaan jalan juga didapatkan dari hasil survey ini. Untuk menentukan jenis kerusakan yang terjadi pada lokasi penelitian maka diambil sample setiap jarak 5 meter, sepanjang persimpangan UNISSULA hingga terkumpul data yang sudah bisa di hitung dan didapat kesimpulan perbaikan dengan menggunakan metode RCI (*Road Condition Index*) berdasarkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Kondisi Permukaan Jalan secara Visual Berdasarkan Nilai RCI

RCI	Kondisi Permukaan Jalan Secara Visual
8 - 10	Sangat rata dan teratur
7 - 8	Sangat baik, umumnya rata
6 - 7	Baik, sedikit sekali permukaan jalan yang tidak rata, tidak ada lubang
5 - 6	Cukup, sedikit sekali atau tidak ada lubang, tetapi permukaan jalan Tidak rata
4 - 5	Jelek, kadang-kadang ada lubang, permukaan jalan tidak rata
3 - 4	Rusak, bergelombang banyak lubang
2 - 3	Rusak berat, banyak lubang dan seluruh daerah perkerasan hancur
≤ 2	Tidak dapat dilalui, kecuali dengan 4D jeep

Sumber : Sukirman, 1992

3.3.2 Analisis Penanganan Kerusakan Pada Persimpangan Bersinyal

Kerusakan perkerasan jalan yang cukup dominan terjadi di Indonesia berupa cacat permukaan dan retak. Selanjutnya diuraikan faktor-faktor penyebab terjadinya kedua jenis kerusakan tersebut dalam rangka mengidentifikasi faktor penyebab kerusakan yang paling dominan agar dapat dilakukan antisipasi sehingga kedua jenis kerusakan tersebut dapat diminimalisasi atau bahkan dihilangkan. Adapun hal-hal yang dapat dilakukan untuk melakukan analisis kerusakan pada persimpangan bersinyal adalah sebagai berikut

a. Umur Rencana

Umur rencana adalah jumlah waktu dalam tahun yang dihitung sejak jalan tersebut mulai dibuka sampai saat diperlukan perbaikan berat atau dianggap perlu untuk diberi lapis permukaan baru (Pt-T-01-2002-B). Umur rencana

perkerasan diuraikan pada Tabel 3.4 berikut ini.

Tabel 3.4 Umur Rencana Perkerasan Jalan

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun)
Perkerasan Lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir dan CTB	20
	Pondasi jalan	40
	Semua lapisan perkerasan untuk area yang tidak diijinkan sering ditinggikan akibat pelapisan ulang, misal: jalan perkotaan, underpass, jembatan, terowongan Cement Treated Based	
Perkerasan Kaku	Lapis pondasi atas, lapis pondasi bawah, lapis beton semen, dan pondasi jalan	40
Jalan tanpa penutup	Semua elemen	Minimum 10

Sumber: 02M/BM2013

b. Beban Sumbu Standar Kumulatif

Beban Sumbu Standar Kumulatif atau *Cumulative Equivalent Single Axle Load* (CESA) merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana.

$$ESA = (\sum \text{jenis kendaraan LHRT} \times \text{VDF}) \dots\dots\dots (3.1)$$

$$CESA = ESA \times 365 \times R \dots\dots\dots (3.2)$$

Keterangan:

ESA = Lintasan sumbu standar ekivalen (*equivalent standart axle*)

LHRT = Lintas harian rata-rata tahunan untuk jenis kendaraan tertentu

CESA = Kumulatif beban standar ekivalen selama umur rencana (*Cumulative Equivalent Single Axle Load*)

R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas

c. Traffic Multiplier (TM)

Traffic Multiplier (TM) digunakan untuk mengoreksi ESA4 akibat kelelahan lapisan aspal. Nilai TM kelelahan lapisan aspal ($TM_{\text{lapisan aspal}}$) untuk kondisi pembebanan yang berlebih di Indonesia adalah berkisar 1,8 – 2.

$$ESA4 = LHRT \times VDF4 \dots\dots\dots (3.3)$$

Nilai CESA tertentu (pangkat 4) untuk desain perkerasan lentur harus dikalikan dengan TM untuk mendapatkan nilai CESA5 dengan rumus berikut ini.

$$ESA5 = TM_{\text{lapisan aspal}} \times ESA4 \dots\dots\dots (3.4)$$

d. Perkiraan Faktor Kerusakan Akibat Beban Kendaraan (*Vehicle Damage Factor*)

Perhitungan beban lalu lintas yang akurat sangatlah penting. Beban lalu lintas tersebut diperoleh dari data:

1. studi jembatan timbang/timbangan statis lainnya khusus untuk ruas jalan yang didesain;
2. studi jembatan timbang yang pernah dilakukan sebelumnya dan dianggap cukup representatif untuk ruas jalan yang didesain;
3. data WIM Regional yang dikeluarkan oleh Direktorat Bina Teknik.

e. Analisis Volume Lalu Lintas

Analisis volume lalu lintas didasarkan pada survey faktual. Untuk keperluan desain, volume lalu lintas dapat diperoleh melalui:

1. survey lalu lintas aktual, dengan durasi minimal 3 x 24 jam, dan
2. hasil-hasil survey yang dilakukan sebelumnya.

f. Faktor Pertumbuhan Lalulintas

Untuk menghitung pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung sebagai berikut ini.

$$R = \frac{(1+0,01i)^{UR} - 1}{0.01i} \dots\dots\dots (3.5)$$

Keterangan:

R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas

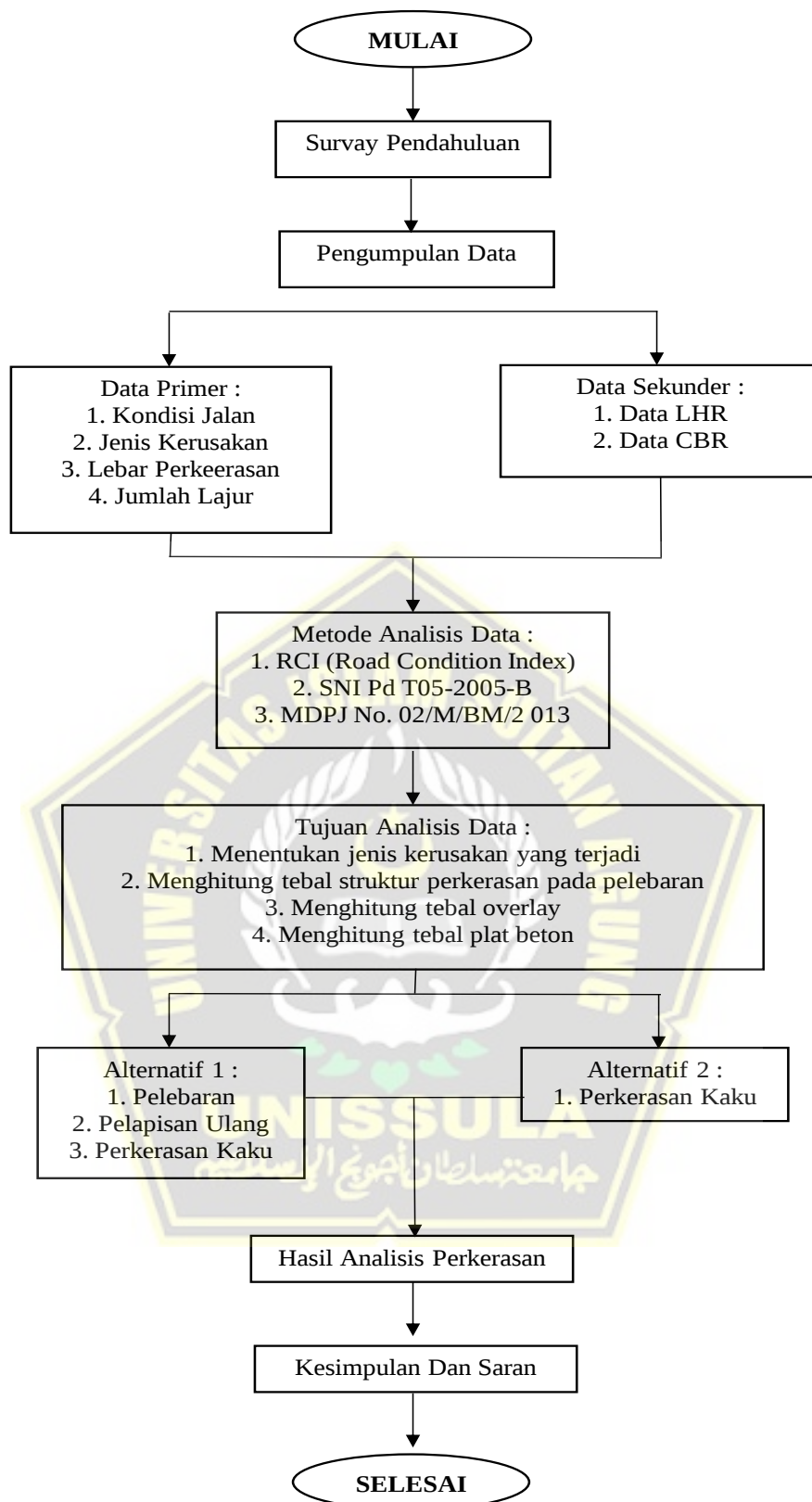
I = Tingkat pertumbuhan tahunan (%)

UR = Umur rencana (tahun)

3.4 Bagan Alir Penelitian

Penelitian yang tersusun dengan baik dan sistematis akan menghasilkan kesimpulan yang baik. Agar penelitian sesuai dengan yang diinginkan dan berjalan dengan baik maka dibuat kerangka penelitian. Langkah-langkah tahap penelitian dapat dilihat pada bagan alir penelitian gambar 3.2.





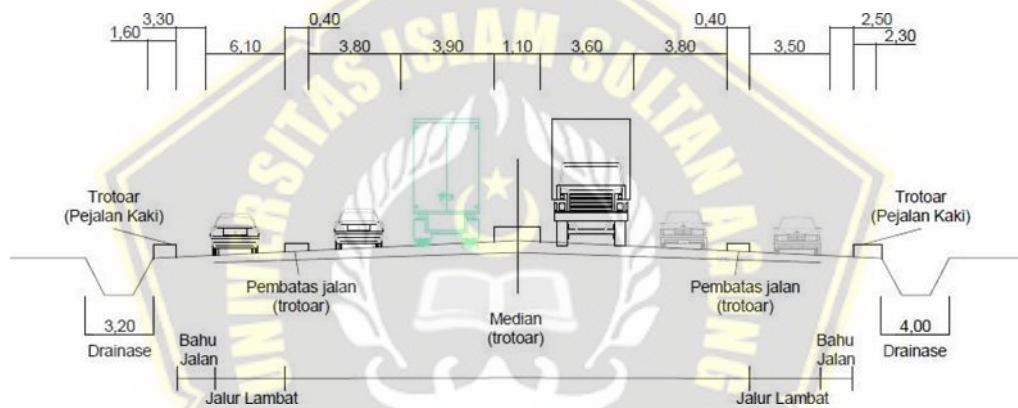
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian

BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Perbaikan perkerasan pada *traffic light* ruas jalan Kaligawe Km.04 (Unissula) digunakan sebagai bahan penelitian bertujuan untuk penentuan alternatif desain perkerasan yang tepat dan mengetahui besarnya anggaran yang harus disiapkan. Dengan tujuan diatas, maka dapat diuraikan hasil analisis data yang didapatkan adalah sebagai berikut.

4.1 Jenis Kerusakan Jalan Pada *Traffic Light* Kaligawe Km. 04

Hasil pengamatan langsung dilapangan pada Ruas Jalan Kaligawe terdapat persimpangan bersinyal yang perkerasannya rusak akibat gaya rem, ruas jalan tersebut memiliki lebar eksisting 43.5m yang terdiri dari 4 lajur 2 arah. Adapun kondisi geomertik penelitian dapat dilihat pada gambar 4.1 dan kondisi simpang ditampilkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Potongan Jalan Kaligawe

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan ditemukan kerusakan yang terjadi pada ruas jalan kaligawe sehingga menimbulkan ketidaknyamanan bagi penggunaanya. Kerusakan jalan yang terjadi diakibatkan oleh berbagai faktor yang mempengaruhinya. Berikut ini adalah jenis-jenis kerusakan yang terjadi pada *traffic light* ruas jalan raya Kaligawe Km. 04.

a. Penglupasan Permukaan Jalan

Kerusakan permukaan adalah mengelupasnya bahan perkerasan secara berangsur-angsur. Aspal terlihat retak menjadi bagian-bagian kecil, sehingga memungkinkan untuk permukaan tersebut menyimpan air hujan atau pun banjir ROB yang sering terjadi di wilayah Kaligawe. Dengan kondisi tersebut maka

memungkinkan lapisan aspal tergerus dan terlepas sehingga menimbulkan kerusakan pada permukaan jalan.



Gambar 4.2. Kondisi Simpang di Ruas Jalan Kaligawe Km.04

(Sumber: Data Primer)

b. Permukaan Jalan Berlubang

Jalan berlubang juga sering dijumpai pada lokasi penelitian, lubang tersebut yang mulanya kecil akan semakin membesar disaat musim penghujan dan seringnya terendam banjir. Lubang menjadi tempat berkumpulnya air yang dapat meresap ke lapisan di bawahnya yang menyebabkan kerusakan semakin parah.



Gambar 4.3. Kondisi di Ruas Jalan Kaligawe Km.04

(Sumber: Data Primer)

c. Permukaan Mengalami *Solving*

Pada traffic light kendaraan diharuskan berhenti disaat signal menunjukan warna merah, hal tersebut membuat kendaraan harus mengerem untuk menahan laju kendaraannya. Dengan demikian terjadilah gesekan antara roda kendaraan dengan permukaan aspal, sehingga sering terjadi deformasi setempat pada area pemberhentian di traffic light yang menggunakan lapis permukaan lentur.

4.1.1 Hasil Survey Kondisi Permukaan Jalan

Pada ruas jalan Kaligawe Km.04 kerusakan terjadi pada permukaan lapisan aspal, baik dari yang arah Semarang – Demak , ataupun Demak – Semarang. Kerusakan ini menyebabkan dampak kemacetan lalu lintas, terlebih karena jalur ini merupakan jalur yang sibuk dan mobilitas yang sangat tinggi.

Untuk mengetahui kerusakan yang terjadi digunakan penelitian dengan metode RCI (*Road Condition Index*) pada STA 2+000 sampai dengan STA 2+100. Metode RCI dapat dilihat pada Tabel 4.1 dibawah ini :

Tabel 4.1. Kondisi Permukaan Jalan Secara Visual Berdasarkan RCI

RCI	Kondisi Permukaan Jalan Secara Visual
8–10	Sangat rata dan teratur
7–8	Sangat baik, umumnya rata
6–7	Baiik, sedikit sekali permukaan jalan yang tidak rata, tidak ada lubang
5–6	Cukup, sedikit sekali atau tidak ada lubang, tetapi permukaan jalan tidak rata
4–5	Jelek, kadang-kadang ada lubang, permukaan jalan tidak rata
3–4	Rusak, berlubang, banyak lubang
2–3	Rusak berat, banyak lubang dan seluruh daerah permukaan hancur
≤ 2	Tidak dapat dilalui, kecuali dengan 4 D jeep

Sumber: Sukirman, 1992

Tabel 4.2. Kondisi Permukaan di Lokasi Survei Secara Visual

Ruas	Kondisi Jalan		
Semarang – Demak	Terdapat pengelupasan lapisan aspal		
	Jalan berlubang		
	Beton pembatas jalan tidak rapih lagi		
	Jalan bergelombang		
Demak – Semarang	Terdapat pengelupasan lapisan aspal		
	Tidak ada gelombang dan lubang		
	Beton pembatas jalan dalam kondisi baik		

Hasil survei kondisi permukaan jalan raya kaligawe KM.04 ditunjukkan pada foto-foto dibawah ini :



Gambar 4.3. Kondisi Permukaan Jalan STA 2+000, terdapat pengelupasan lapisan atas membuat permukaan jalan tidak rata
(Sumber : Data Primer)



Gambar 4.4. Hasil Survei Permukaan Jalan STA 2+050, terdapat lubang dan pengelupasan lapisan atas perkerasan aspal
(Sumber : Data Primer)



Gambar 4.5. Hasil Survei Kondisi Jalan STA 2+100, terjadi pengelupasan lapisan atas aspal yang lebih parah dari gambar 4.4
(Sumber : Data Primer)

Kondisi jalan raya kaligawe KM.04 menunjukkan terdapat pengelupasan lapisan aspal dan sedikit berlubang. Mengacu pada tabel ketentuan RCI, bahwa kriteria kerusakan tersebut ada di kategori angka 4-5. Diberikan nilai 4,3 untuk STA 0 + 000 hingga 0 + 050 karena pengelupasan terjadi hanya di separuh badan jalan, kemudian untuk di STA 0 + 050 hingga ke 0 + 100 diberikan angka 4,5 karena pengelupasan lapisan aspal nya hampir menyeluruh namun tidak dijumpai lubang sehingga tidak sampai ke nilai angka 3. Untuk hasil perhitungan rata-rata nya dapat di lihat pada table 4.2 dibawah ini:

Table 4.3 Hasil Survei Kondisi Jalan Menggunakan Metode RCI

Lokasi (STA)	Nilai RCI	RCI Rata-rata
0 + 000		4,4
	4,3	
0 + 050		
	4,5	
0 + 100		

Rata-rata nilai RCI (*Road Condition Index*) yang diperoleh yaitu sebesar 4,4 dimana nilai tersebut menunjukan bahwa kondisi permukaan jalan adalah jelek, kadang-kadang ada lubang, permukaan jalan tidak rata.

4.2 Faktor Penyebab Kerusakan Jalan

Kerusakan jalan ditimbulkan oleh berbagai faktor. Faktor tersebut dapat berupa faktor alam ataupun faktor yang disebabkan karena manusia. Adapun faktor-faktor yang mengakibatkan jalan tersebut mengalami kerusakan adalah sebagai berikut :

a. Akibat Genangan Air

Kondisi jalan pasca-banjir sering terjadi kerusakan terutama pada permukaan perkerasan lentur. Banjir tersebut disebabkan karena naiknya permukaan air laut (ROB) yang sering terjadi pada daerah kaligawe. Banjir yang terjadi cukup lama akan memsahkan butiran aspal jalanan, merusak lapis permukaan aspal yang selanjutnya akan terjadi lubang dan kerusakan lainnya. Ketika permukaan jalan telah terjadi rusak kulit buaya, karena telah terlampauinya batas maksimum pada struktur perkerasan jalan maka kemudian akan terbentuk lubang lebih cepat dan dengan tingkat kerusakan yang lebih tinggi.

Dilihat dari faktor penyebabnya banjir ROB yang sering terjadi pada ruas jalan kaligawe disebabkan karena naiknya permukaan air laut kepermukaan, dengan demikian hal tersebut sulit diprediksi dan dikontrol. Oleh karena itu, upaya yang dapat dilakukan yaitu melakukan peninggian jalan, sehingga permukaan jalan tidak tergenang air dan menjadi prioritas utama dalam penyelenggaraan kegiatan pemeliharaan jalan.

b. Pengaruh U-Turn

Pengaruh U-Turn terhadap kerusakan pada permukaan jalan kaligawe Km. 04 terjadi akibat banyaknya kendaraan yang memutar arah. Salah satu pengaruh ketika melakukan gerak u-turn yaitu terhadap kecepatan kendaraan dimana kendaraan akan melambat dan berhenti. Melambat dan berhentinya kendaraan pada lokasi yang sama secara terus menerus akan menimbulkan kerusakan pada permukaan jalan diakibatkan gaya gesek antara roda kendaraan dengan permukaan aspal.

c. Beban Kendaraan

Beban kendaraan menjadi salah satu penyebab kerusakan pada perkerasan jalan. Jumlah serta muatan kendaraan yang melebihi kapasitas dapat menimbulkan

berbagai kerusakan pada permukaan jalan, sehingga akan memperpendek umur rencana pada jalan tersebut.

Hasil survey yang dilakukan oleh bidang Bina Marga Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan, dan ESDM Jawa Tengah diperoleh data lalu lintas harian rata-rata (LHR). Dari data tersebut kemudian diolah menggunakan standar yang diambil dari Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013 dan dikonversikan dengan nilai faktor kerusakan akibat beban kendaraan (*Vehicle Damage Factor*) seperti pada tabel 3.5.

Tujuan dihitungnya hasil survey lalu lintas harian rata-rata (LHR) adalah untuk menyesuaikan desain perkerasan alternatif 1 dengan metode pelebaran menggunakan aspal (*flexible pavement*), pelapisan ulang (*overlay*), dan penggantian aspal lama dengan perkerasan beton semen (*rigid pavement*). Untuk survey hasil lalu lintas harian rata-rata ditunjukkan pada tabel 4.3 dan tabel 4.4 berikut ini :

Tabel 4.4. Data Survey Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) arah Demak-Semarang Ruas Jalan Kaligawe KM.04 Tahun 2020

No.	Jenis Kendaraan	VDF	LHR
1	Sedan, jeep, dan Station Wagon	0,0025	1.542
2	Oplet, pick up, sub urban, combi, mini bus	0,0077	828
3	Pick-up, Micro Truck dan Mobil hantaran atau Pick-up Box	0,0034	981
4	Bus Kecil	0,3000	654
5	Bus besar	1,0000	917
6	Truk 2 (dua) sumbu 4 (empat) roda	1,6000	1.353
7	Truk 2 (dua) sumbu 6 (enam) roda	7,3000	1.052
8	Truk 3 (tiga) sumbu	28,1000	1.317
9	Truk Gandengan	30,3000	842
10	Truk semi trailer	41,6000	545
	Jumlah		10.031

Sumber : Bidang Bina Marga Jateng, 2020

Tabel 4.5. Hasil Survey Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) Arah Semarang - Demak Ruas Jalan Kaligawe Tahun 2020

No	Jenis kendaraan		VDF	LHR
1	Sedan, jeep, dan Station Wagon		0,0025	1.671
2	Opelet, Pick-up opelet, Sub-urban, Combi, Minibus		0,0077	1.188
3	Pick-up, Micro Truck dan Mobil hantaran atau Pick-up Box		0,0034	1.438
4	Bus Kecil		0,3000	681
5	Bus Besar		1,0000	1.158
6	Truk 2 sumbu 4 roda		1,6000	1.385
7	Truk 2 sumbu 6 roda		7,3000	1.521
8	Truk 3 sumbu		28,1000	1.792
9	Truk Gandengan		30,3000	803
10	Truk Semi Trailer		41,6000	997
	Jumlah			12.634

Sumber: Bidang Bina Marga Jateng, 2020

Beban Sumbu Standar Kumulatif atau *Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESA)* merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana. Berikut inii adalah cara menghitung CESA :

$$\begin{aligned}
 ESA &= (\sum_{\text{jenis kendaraan}} LHRT \times VDF) / 100 \\
 &= (1671 \times 0.0025) / 100 \\
 &= 0.041775
 \end{aligned}$$

$$R = 1$$

$$\begin{aligned}
 CESA &= 0.041775 \times 365 \times 1 \\
 &= 15
 \end{aligned}$$

Tabel 4.6. Perhitungan CESA Arah Semarang - Demak

PERHITUNGAN CESA RUAS SEMARANG - DEMAK																								
no	uraian	satuan	TAHUN																					
			2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	
1	Umur rencana	Tahun	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
2	Tingkat Pertumbuhan Tahunan (I)	(%)	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
3	Faktor Pengali Pertumbuhan LL (R)		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
4	Tipe Jalan		2 Lajur	2 Lajur	2 Lajur	2 Lajur	2 Lajur	2 Lajur	2 Lajur	2 Lajur	2 Lajur	2 Lajur	2 Lajur	2 Lajur	2 Lajur 2	2 Lajur	2 Lajur	2 Lajur	2 Lajur	2 Lajur	2 Lajur	2 Lajur	2 Lajur	
5			2 Arah	2 Arah	2 Arah	2 Arah	2 Arah	2 Arah	2 Arah	2 Arah	2 Arah	2 Arah	2 Arah	2 Arah	Arah	2 Arah	2 Arah	2 Arah	2 Arah	2 Arah	2 Arah	2 Arah	2 Arah	
6	Faktor Distribusi Kendaraan																							
7	a. Kendaraan Ringan		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
8	b. Kendaraan Berat		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
9	Klasifikasi Kendaraan (Data LHR)																							
10	Sedan, jeep, & station wagon	Kend	1671	1738	1807	1880	1955	2033	2114	2199	2287	2378	2473	2572	2675	2782	2894	3009	3130	3255	3385	3521	3661	
11	Pick-up, pick up, sub urban, commercial, & light duty truck, mini truck	Kend	1188	1236	1285	1336	1390	1445	1503	1563	1626	1691	1759	1829	1902	1978	2057	2140	2225	2314	2407	2503	2603	
12	Bus kecil	Kend	1438	1496	1555	1618	1682	1750	1820	1892	1968	2047	2129	2214	2302	2394	2490	2590	2693	2801	2913	3030	3151	
13	Bus besar	Kend	681	708	737	766	797	829	862	896	932	969	1008	1048	1090	1134	1179	1226	1276	1327	1380	1435	1492	
14	Truk 2 sumbu 4 roda	Kend	1158	1204	1252	1303	1355	1409	1465	1524	1585	1648	1714	1783	1854	1928	2005	2085	2169	2256	2346	2440	2537	
15	Truk 2 sumbu 6 roda	Kend	1385	1440	1498	1558	1620	1685	1752	1823	1895	1971	2050	2132	2217	2306	2398	2494	2594	2698	2806	2918	3035	
16	Truk 3 sumbu	Kend	1521	1582	1645	1711	1779	1851	1925	2002	2082	2165	2251	2342	2435	2533	2634	2739	2849	2963	3081	3205	3333	
17	Truk gandeng	Kend	1792	1864	1938	2016	2096	2180	2267	2358	2452	2551	2653	2759	2869	2984	3103	3227	3356	3491	3630	3775	3926	
18	Truk semi trailer	Kend	803	835	869	903	939	977	1016	1057	1099	1143	1189	1236	1286	1337	1391	1446	1504	1564	1627	1692	1759	
19	Jumlah	Kend	997	1037	1078	1121	1166	1213	1262	1312	1364	1419	1476	1535	1596	1660	1726	1796	1867	1942	2020	2101	2185	
20	Vehicle Damage Factor (VDF)		12634	13139	13665	14212	14780	15371	15986	16625	17291	17982	18701	19449	20227	21037	21878	22753	23663	24610	25594	26618	27683	
21	2	Sedan, jeep, & station wagon		MDP 2013																				
22	3	Pick-up, pick up, sub urban, commercial, & light duty truck, mini truck		0.0025																				
23	4			0.0077																				
24	5a	Bus kecil		0.0034																				
25	5b	Bus besar		0.3																				
26	6a.2	Truk 2 sumbu 4 roda		1																				
27	6b2.2	Truk 2 sumbu 6 roda		1.6																				
28	7a2	Truk 3 sumbu		7.3																				
29	7c2.1	Truk gandeng		28.1																				
30	7c3	Truk semi trailer		30.3																				
31	8	CESA 4 (x10^6)		41.6																				
32	2	Sedan, jeep, & station wagon	Kend	15	16	16	17	18	19	19	20	21	22	23	23	24	25	26	27	29	30	31	32	33
33	3	Pick-up, pick up, sub urban, commercial, & light duty truck, mini truck	Kend	33	35	36	38	39	41	42	44	46	48	49	51	53	56	58	60	63	65	68	70	73
34	4	bus besar	Kend	18	19	19	20	21	22	23	23	24	25	26	27	29	30	31	32	33	35	36	38	39
35	5a	Bus kecil	Kend	746	776	807	839	872	907	944	981	1021	1061	1104	1148	1194	1242	1291	1343	1397	1453	1511	1571	1634
36	5b	Bus besar	Kend	4227	4396	4572	4754	4945	5142	5348	5562	5785	6016	6257	6507	6767	7038	7319	7612	7917	8233	8563	8905	9261
37	6a.2	Truk 2 sumbu 4 roda	Kend	8088	8412	8748	9098	9462	9841	10234	10644	11070	11512	11973	12452	12950	13468	14006	14567	15149	15755	16386	17041	17723
38	6b2.2	Truk 2 sumbu 6 roda	Kend	40527	42148	43834	45587	47411	49307	51280	53331	55464	57683	59990	62390	64885	67481	70180	72987	75906	78943	82100	85384	88800
39	7a2	Truk 3 sumbu	Kend	183796	191148	198794	206746	215016	223617	232561	241864	251538	261600	272064	282946	294264	306035	318276	331007	344247	358017	372338	387231	402721
40	7c2.1	Truk gandeng	Kend	88808	92360	96055	99897	103893	108048	112370	116865	121540	126401	131457	136716	142184	147871	153786	159938	166335	172989	179908	187105	194589
41	7c3	Truk semi trailer	Kend	151384	157440	163737	170287	177098	184182	191550	199212	207180	215467	224086	233049	242381	252066	262149	272635	283540	294882	306677	318984	331702
42	Jumlah	Kend	477643	496749	516619	537283	558775	581126	604371	628546	653688	679835	707028	735310	764722	795311	827123	860208	894617	930401	967617	1006322	1046575	
43	9	Traffic Multiplier (TM)		1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
44	10	CESA 4		0.477643	0.496749	0.516619	0.537283	0.558775	0.581126	0.604371	0.628546	0.653688	0.679835	0.707028	0.73531	0.764722	0.795311	0.827123	0.860208	0.894617	0.930401	0.967617	1.006322	1.046575
45	11	CESA 5		0.859758	0.894148	0.929914	0.96711	1.005795	1.046026	1.087868	1.131382	1.176638	1.223703	1.272651	1.323557	1.376499	1.431559	1.488822	1.548375	1.61031	1.674722	1.741711	1.811379	1.883835
46	12	CESA 10^6		1,883,835																				

Tabel 4.7. Perhitungan CESA Arah Demak - Semarang

PERHITUNGAN CESA RUAS DEMAK - SEMARANG																							
no	uraian	satuan	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	TAHUN 2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
1	Umur rencana	Tahun	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2	Tingkat Pertumbuhan Tahunan (i)	(%)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	Faktor Pengali Pertumbuhan LL (R)		5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
4	Tipe Jalan		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	Faktor Distribusi Kendaraan		2 Lajur	2 Lajur	2 Lajur	2 Lajur	2 Lajur	2 Lajur	2 Lajur	2 Lajur	2 Lajur	2 Lajur	2 Lajur	2 Lajur	2 Lajur	2 Lajur	2 Lajur	2 Lajur	2 Lajur	2 Lajur	2 Lajur	2 Lajur	2 Lajur
6	Klasifikasi Kendaraan (Data LHR)		2 Arah	2 Arah	2 Arah	2 Arah	2 Arah	2 Arah	2 Arah	2 Arah	2 Arah	2 Arah	2 Arah	2 Arah	Arah	2 Arah	2 Arah	2 Arah	2 Arah	2 Arah	2 Arah	2 Arah	2 Arah
a.	Kendaraan Ringan		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
b.	Kendaraan Berat		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
7	Sedan, jeep, & station wagon	Kend	1542	1603.68	1667.827	1734.54	1803.922	1876.079	1951.122	2029.167	2110.333	2194.747	2282.537	2373.838	2468.792	2567.543	2670.245	2777.055	2888.137	3003.663	3123.809	3248.761	3378.712
8	Truk 2 sumbu 4 roda	Kend	828	861	896	931	969	1007	1048	1090	1133	1179	1226	1275	1326	1379	1434	1491	1551	1613	1677	1744	1814
9	Truk 2 sumbu 6 roda	Kend	981	1020	1061	1103	1148	1194	1241	1291	1343	1396	1452	1510	1571	1633	1699	1767	1837	1911	1987	2067	2149
10	Bus kecil	Kend	654	680	707	736	765	796	828	861	895	931	968	1007	1047	1089	1133	1178	1225	1274	1325	1378	1433
11	Bus besar	Kend	917	954	992	1032	1073	1116	1160	1207	1255	1305	1357	1412	1468	1527	1588	1651	1718	1786	1858	1932	2009
12	Truk 2 sumbu 4 roda	Kend	1353	1407	1463	1522	1583	1646	1712	1780	1852	1926	2003	2083	2166	2253	2343	2437	2534	2636	2741	2851	2965
13	Truk 2 sumbu 6 roda	Kend	1052	1094	1138	1183	1231	1280	1331	1384	1440	1497	1557	1620	1684	1752	1822	1895	1970	2049	2131	2216	2305
14	Truk 3 sumbu	Kend	1317	1370	1424	1481	1541	1602	1666	1733	1802	1875	1949	2027	2109	2193	2281	2372	2467	2565	2668	2775	2886
15	Truk gandeng	Kend	842	876	911	947	985	1024	1065	1108	1152	1198	1246	1296	1348	1402	1458	1516	1577	1640	1706	1774	1845
16	Truk semi trailer	Kend	545	567	589	613	638	663	690	717	746	776	807	839	873	907	944	982	1021	1062	1104	1148	1194
	Jumlah	Kend	10031	10432.24	10849.53	11283.51	11734.85	12204.25	12692.42	13200.11	13728.12	14277.24	14848.33	15442.26	16059.95	16702.35	17370.45	18065.26	18787.87	19539.39	20320.97	21133.8	21979.16
7	Vehicle Damage Factor (VDF)			MDP 2013																			
2	Sedan, jeep, & station wagon			0.0025																			
3	Truk 2 sumbu 4 roda			0.0077																			
4	Truk 2 sumbu 6 roda			0.0034																			
5a	Bus kecil			0.3																			
5b	Bus besar			1																			
6a.2	Truk 2 sumbu 4 roda			1.6																			
6b2.2	Truk 2 sumbu 6 roda			7.3																			
7a2	Truk 3 sumbu			28.1																			
7c2.1	Truk gandeng			30.3																			
7c3	Truk semi trailer			41.6																			
8	CESA 4 (x 10^6)																						
2	Sedan, jeep, & station wagon	Kend	14	15	15	16	16	17	18	19	19	20	21	22	23	23	24	25	26	27	29	30	31
3	Truk 2 sumbu 4 roda	Kend	23	24	25	26	27	28	29	31	32	33	34	36	37	39	40	42	44	45	47	49	51
4	Truk 2 sumbu 6 roda	Kend	12	13	13	14	14	15	15	16	17	17	18	19	19	20	21	22	23	24	25	26	27
5a	Bus kecil	Kend	716	745	775	806	838	871	906	942	980	1019	1060	1102	1147	1192	1240	1290	1341	1395	1451	1509	1569
5b	Bus besar	Kend	3347	3481	3620	3765	3916	4072	4235	4404	4581	4764	4954	5153	5359	5573	5796	6028	6269	6520	6781	7052	7334
6a.2	Truk 2 sumbu 4 roda	Kend	7902	8218	8546	8888	9244	9613	9998	10398	10814	11246	11696	12164	12651	13157	13683	14230	14799	15391	16007	16647	17313
6b2.2	Truk 2 sumbu 6 roda	Kend	28031	29152	30318	31531	32792	34103	35468	36886	38362	39896	41492	43152	44878	46673	48540	50481	52501	54601	56785	59056	61418
7a2	Truk 3 sumbu	Kend	135078	140481	146100	151944	158022	164343	170917	177754	184864	192258	199949	207947	216264	224915	233912	243268	252999	263119	273643	284589	295973
7c2.1	Truk gandeng	Kend	93121	96846	100720	104748	108938	113296	117828	122541	127443	132540	137842	143355	149090	155053	161255	167706	174414	181390	188646	196192	204040
7c3	Truk semi trailer	Kend	82753	86063	89505	93086	96809	100681	104709	108897	113253	117783	122494	127394	132490	137789	143301	149033	154994	161194	167642	174348	181322
	Jumlah	Kend	350997	365037	379638	394823	410616	427041	444123	461888	480363	499578	519561	540343	561957	584435	607813	632125	657410	683707	711055	739497	769077
9	Traffic Multiplier (TM)		1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
10	CESA 4		0.350997	0.365037	0.379638	0.394823	0.410616	0.427041	0.444123	0.461888	0.480363	0.499578	0.519561	0.540343	0.561957	0.584435	0.607813	0.632125	0.657410	0.683707	0.711055	0.739497	0.769077
	CESA 5		0.631794	0.657066	0.683348	0.710682	0.73911	0.768674	0.799421	0.831398	0.864654	0.89924	0.935209	0.972618	1.011523	1.051983	1.094063	1.137825	1.183338	1.230672	1.279899	1.331095	1.384338
	CESA 10^6			1,384,338																			

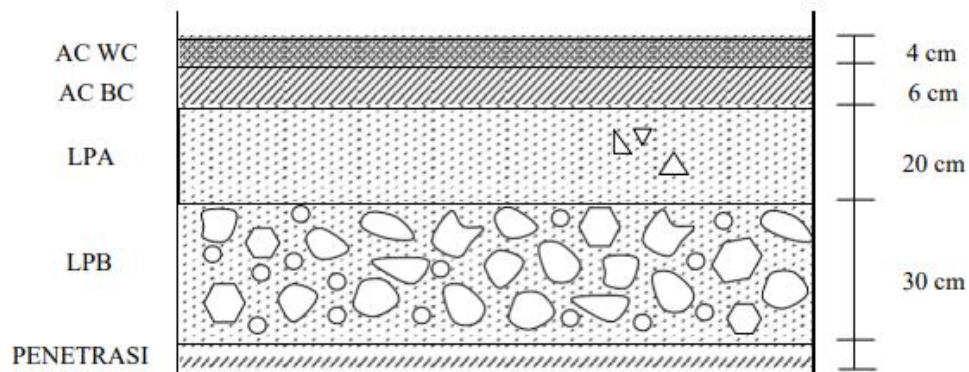
Data diatas menunjukkan hasil perhitungan lalu lintas untuk Arah Demak-Semarang Ruas Jalan Kaligawe adalah $1,3 \times 10^6$ CESA₅. Sedangkan untuk hasil perhitungan lalu lintas untuk Arah Semarang – Demak Ruas Jalan Kaligawe adalah $1,8 \times 10^6$ CESA₅, lebih besar di banding dengan yang arah Semarang - Demak karena dari table LHR didapatkan nilai kendaraan berat nya lebih banyak melewati arah Semarang – Demak .

Kedua tabel diatas menunjukkan bahwa jumlah kendaraan yang berasal dari arah lalu lintas Semarang – Demak lebih besar jika dibandingkan dengan jumlah kendaraan dari arah lalu lintas Demak - Semarang. Setelah dikonversikan dengan Faktor Ekiwalen Beban (*Vehicle Damage Factor*) standar, Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) dari arah Semarang – Demak hasilnya lebih besar dibandingkan dengan Lalu Lintas Harian Rata- rata (LHR) dari arah Demak - Semarang. Hal itu terjadi karena dari arah Semarang – Demak, kendaraan berat yang melintas, yaitu bus dan truk jauh lebih banyak dibandingkan dari arah Demak – Semarang.

4.2.1 Jenis Perkerasan yang Digunakan

Jenis Perkerasan Eksisting yang digunakan pada ruas jalan kaligawe adalah perkerasan kaku yang kemudian dilakukan overlay menggunakan perkerasan lentur. Data yang diperoleh dari bidang bina marga jawa tengah juga terdapat hasil dari pengujian DCP yang ditunjukan dengan nilai CBR digunakan untuk menentukan nilai kekuatan tanah dasar. Data yang diperoleh dari Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional III Semarang menunjukkan bahwa CBR di lokasi penelitian adalah 65%. Menurut Braja M. Das (1995), tanah dengan CBR diatas 50% merupakan tanah padat bergradasi yang dapat digunakan untuk pondasi perkerasan, sehingga pada pekerjaan perbaikan jalan tidak diperlukan perbaikan tanah dasar.

Berikut ini adalah kondisi lapis perkerasan eksisting pada ruas jalan raya kaligawe KM.04



Gambar 4.6. Kondisi Perkerasan Eksisting

(Sumber: Bidang Bna Marga Jawa Tengah, 2020)

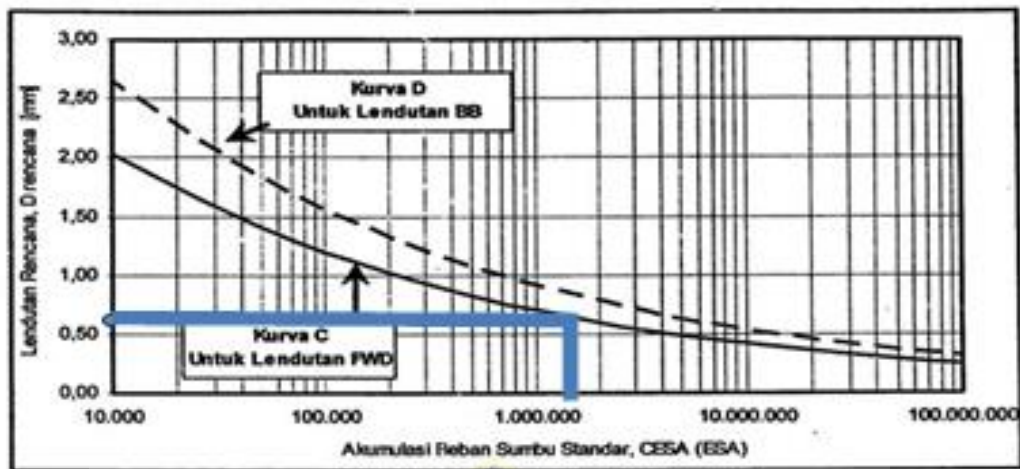
4.3 Alternatif Perbaikan Perkerasan Jalan

Dengan adanya kondisi jalan yang telah dijabarkan pada point 4.2 serta point 4.3 maka perlu dilakukannya pemilihan alternatif untuk perbaikan lapis perkerasan sehingga jalan tersebut dapat memenuhi fungsinya serta menimbulkan kenyamanan bagi penggunaanya. Jenis perbaikan yang dipilih merupakan jenis perkerasan yang telah ada sebelum nya dan akan dilakukan peemajaan,yaitu pekerjaan lapis (*overlay*), dan juga altenatif dengan perkeraan kaku yang dinilai akan kuat dan tahan terhadap faktor penyebab kerusakan,seperti yang telah dijelaskan di atas (pada 4.2). Berikut ini adalah alternatif-alternatif perbaikan yang dapat dilakukan untuk lapis perkerasan pada *traffic light* ruas jalan raya Kaligawe KM. 04.

1. Perbaikan dengan Overlay

Data hasl survey lendutan balik dapat digunakan sebagai perencanaan tebal lapis tambah (*overlay*), karena pada penelitian ini hanya didapatkan lendutan rata-rata yaitu 1,156 mm dan tidak didapatkan data sekunder *Benkelman Beam* secara keseluruhan maka penentuan tebal lapis perkerasan ditentukan dengan menggunakan grafik pada Gambar 2.15 dan Gambar 2.16. Gambar 2.15 menunjukan grafik yang menyajikan hubungan antara lendutan rencana seperti dtampilkan pada gambar 4.7. Penetuan tebal lapis tambah (*overlay*) dilakukan dengan diplotkannya hasiil lendutan rencana pada gambar 2.16 seperti yang

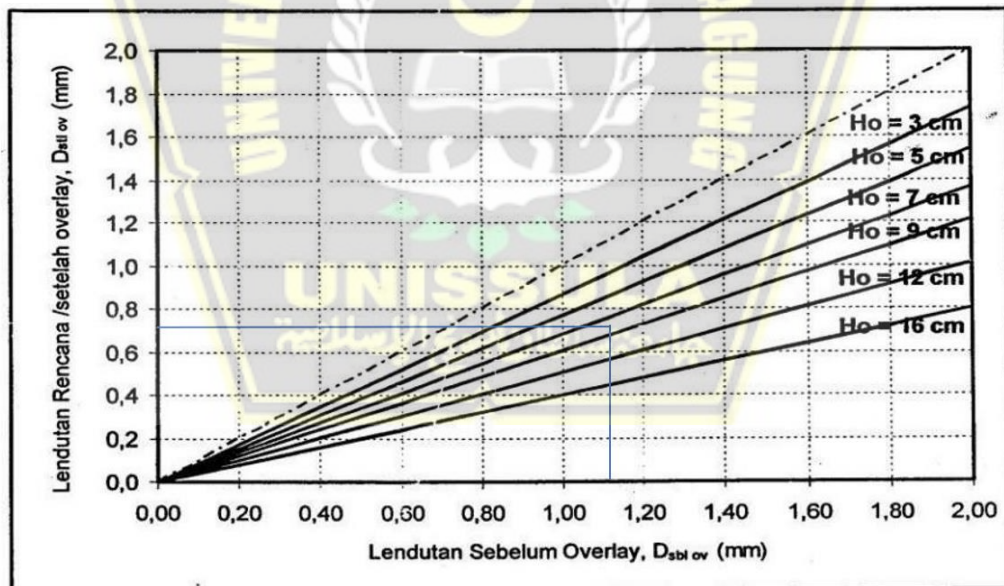
ditampilkan pada gambar 4.8 sebagai hasil perhitungan dari tebal lapis tambah (overlay).



Sumber : Pd T-05-2005-B

Gambar 4.7. Hubungan Antara Lendutan Rencana dan Lalu Lintas

Lendutan rencana ditentukan sebesar 0,70 mm hal tersebut didasarkan pada gambar 4.7 diatas. Setelah nilai lendutan rencana didapatkan maka nilai tersebut diplotkan pada grafik 3.23 seperti pada gambar 4.8 dibawah ini.



Sumber: Pd T-05-2005-B

Gambar 4.8. Tebal Lapis Tambah (Overlay)

Pada Gambar 4.8 menunjukan bahwa tebal lapis tambah (overlay) yang dibutuhkan adalah 10,9 cm. Sesuai dengan tabel desain perkerasan lentur – aspal

02/M/BM/2013 tebal lapis tambah (overlay) yang digunakan adalah 11 cm dimana tebal dari AC-WC adalah 4 cm dan tebal AC-BC adalah 7 cm, dan lapis aus AC-WC yang diizinkan minimum yaitu 4 cm sedangkan untuk lapis permukaan antara AC-BC diizinkan dengan tebal minimum 6 cm.

2. Penggantian Perkerasan Aspal Lama Dengan Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Data yang diperoleh dari survey kemudian dianalisis dan didapatkan hasil lalu lintas ruas jalan Kaligawe arah Semarang - Demak adalah $1,8 \times 10^6$ CESA₅ dan arah Demak - Semarang adalah $1,3 \times 10^6$ CESA₅. Untuk perencanaan jalan tersebut digunakan parameter sebagai berikut :

- Nilai CBR tanah dasar = 65%
- Material pondasi bawah = perkerasan aspal
- Kuat tekan beton umur 28 hari (f_c) = $300 \text{ kg/cm}^2 = 25 \text{ MPa}$
- Koefisien gesekan antar pelat beton dengan pondasi (μ) = 1,3
- Bahu jalan = ya
- Ruji (dowel) = ya
- Data lalu-lintas harian rata-rata sesuai dengan tabel 4.3. dan tabel 4.4.
- Perencanaan perkerasan kaku untuk jalan 4 lajur 2 arah jalan nasional, perencanaan menggunakan perkerasan beton bersambung tanpa tulangan.

Kondisi eksisting pada perkerasan jalan kaligawe telah diperkeras dengan adanya subbase course, base course, dan surface course. Oleh sebab itu perbandingan tebal perkerasan 3 cm laston = 1 cm kaku digunakan untuk perhitungan tebal perkerasan dengan memperhitungkan perkerasan yang sudah ada. Syarat tebal plat beton yang dapat digunakan adalah $\geq 150 \text{ mm}$, dimana tebal plat beton yang dipakai adalah tebal plat beton perencanaan dikurangi tebal perkerasan yang ada.

a) Tebal Lapis Surface Course

Pada Gambar 4.6. Kondisi Perkerasan Eksisting yang didapatkan dari Bidang Bina Marga Jawa Tengah tebal surface course adalah 10 cm. oleh karena itu digunakan perbandingan 3 cm aspal = 1 cm perkerasan kaku, dan didapatkan hasil sebagai berikut:

$$D_{1a} = \frac{10}{3} = 3,33 \text{ cm Perkerasan Kaku}$$

b) Tebal Lapis Base Course

$$\text{Tebal lapis base course (D}_2\text{)} = 20 \text{ cm}$$

$$\text{Koefiseien kekuatan relative (a}_1\text{)} = 0,40$$

$$\text{Koefisien kekuatan relatif (a}_2\text{)} = 0,14$$

$$\frac{D_2}{D_1} = \frac{a_1}{a_2}$$

$$\frac{20}{D_1} = \frac{0,40}{0,14}$$

$$D_1 = \frac{20 \times 0,14}{0,40} = 7 \text{ cm (Perkerasan Lentur)}$$

$$D_{1b} = \frac{7}{3} = 2,33 \text{ cm (Perkerasan Kaku)}$$

c) Tebal Lapis Subbase Course

$$\text{Tebal lapis subbase course (D}_3\text{)} = 30 \text{ cm}$$

$$\text{Koefiseien kekuatan relative (a}_1\text{)} = 0,4$$

$$\text{Koefisien kekuatan relatif (a}_3\text{)} = 0,12$$

$$\frac{D_3}{D_1} = \frac{a_1}{a_3}$$

$$\frac{30}{D_1} = \frac{0,40}{0,12}$$

$$D_1 = \frac{30 \times 0,12}{0,40} = 9 \text{ cm (Perkerasan Lentur)}$$

$$D_{1c} = \frac{9}{3} = 3 \text{ cm (Perkerasan Kaku)}$$

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan diatas didapatkan tebal perkerasan yang ada adalah:

$$\begin{aligned} D1 \text{ total} &= D_1 + D_2 + D_3 \\ &= 3,33 + 2,33 + 3 \\ &= 8,66 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan didapatkan tebal plat $8,66 \text{ cm} \leq 15 \text{ cm}$, dengan hasil tersebut maka dipakai tebal perkerasan kaku minimum yaitu 15 cm.

d) Perhitungan Tulangan

Pengendalian retak pada perkerasan kaku dapat dicegah dengan menggunakan tulangan. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mencegah retak pada bagian-bagian plat akibat konsentrasi tegangan yang tidak dapat dihindari maka dapat dilakukan dengan mengatur pola sambungan. Berikut ini adalah perencanaan penulangan yang akan digunakan:

- Tebal plat = 15,0 cm
- Panjang plat = 100 m
- Setiap jarak 5 m dipasang sambungan susut.
- Ruji polos diameter 32 mm, panjang 45 cm, jarak antar ruji 30 cm digunakan sebagai sambungan melintang (*dowel*).
- Baja ulir diameter 16 mm, panjang 70 cm, jarak 75 cm digunakan sebagai sambungan memanjang (*tie bar*)

e) Rangkuman Dimensi Perbaikan Perkerasan

Data dimensi perbaikan perkerasan untuk *traffic light* Jalan Raya Kaligawe KM. 04 (depan Kampus Universitas Islam Sultan Agung) Semarang dapat ditentukan dari perhitungan-perhitungan di atas dan semuanya dirangkum pada Tabel 4.7.

Tabel. 4.8. Rangkuman Dimensi Perbaikan Perkerasan

Pelebaran (<i>Flexible Pavement</i>)		Lapis Tambah (<i>Overlay</i>)		Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pavement</i>)	
AC WC	-	AC WC	4 cm	Tebal	15 cm
AC Binder	-				
AC Base	-	AC Binder	6 cm	Panjang	500 cm
LPA	-			<i>Dowel</i>	Ruji polos D32, panjang 45 cm, jarak antar ruji 30 cm.
Sirtu	-			Tie Bar	Baja ulir D16, panjang 79 cm, jarak antar ruji 75 cm.

4.4 Biaya Perbaikan Pekerjaan

Analisa harga satuan pekerjaan digunakan sebagai cara untuk mengetahui besarnya biaya pelaksanaan suatu proyek. Harga bahan, harga satuan dasar tenaga, dan peralatan yang sesuai dengan kondisi lokasi proyek digunakan sebagai dasar untuk melakukan analisis harga. Perhitungan biaya perbaikan Jalan Raya Kaligawe KM. 04 (depan Kampus Universitas Islam Sultan Agung) Semarang dengan alternatif 1 metode pelapisan ulang (*overlay*), dan penggantian aspal lama dengan perkerasan kaku (*rigid pavement*) disajikan pada tabel 4.9, untuk tabel 4.10 disajikan biaya untuk perbaikan alternatif 2 dengan menggunakan metode perkerasan kaku (*rigid pavement*).

Tabel 4.9. Biaya Perbaikan Alternatif 1

No	Uraian	Harga Pekerjaan (Rp)
1.	Pekerjaan Tanah	26,992,586.40
2.	Perkerasan Beton Semen	541,247,419.65
3.	Perkerasan Aspal	478,104,384.61
Jumlah Harga Pekerjaan		1,046,344,390.66
Pajak Pertambahan Nilai (PPN) 11%		115,097,882.97
Total		1,161,442,273.64
Dibulatkan		1,161,442,000.64

Sumber: Hasil Perhitungan disajikan dilampiran

Tabel 4.10. Biaya Perbaikan Alternatif 2

No	Uraian	Harga Pekerjaan (Rp)
1.	Pekerjaan Tanah	37.712.670,00
2.	Perkerasan Beton Semen	1.082.494.839,30
3.	Pekerjaan Tulangan	8.399.025,00
Jumlah Harga Pekerjaan		1.128.606.534,30
Pajak Pertambahan Nilai (PPN) 11%		124.146.718,77
Total		1.252.753.253,07
Dibulatkan		1.252.753.000,00

Sumber : Hasil Perhitungan disajikan dilampiran

Dari perhitungan yang telah dilakukan dan disajikan pada tabel diatas didapatkan total biaya untuk alternatif 1 adalah Rp 1.161.442.000,- sedangkan untuk total biaya perbaikan menggunakan alternatif 2 yaitu sebesar Rp 1.252.753.000,-.

4.4.1 Biaya Pemeliharaan

Kondisi jalan yang bagus perlu dipertahankan sesuai dengan tingkat pelayanan dan kemampuannya pada saat jalan tersebut dibangun dan dioperasikan dengan cara pemeliharaan jalan secara rutin agar mencapai umur rencana yang telah ditentukan (Rahman, 2011).

1) Biaya Pemeliharaan Alternatif 1

Pada alternatif 1 menggunakan perkerasan yang terdiri dari perkerasan lentur dan perkerasan kaku, berdasarkan analisis yang telah dilakukan biaya pemeliharaan jalan dengan lapis perkerasan lentur dilokasi penelitian adalah sebesar Rp 10.589.889,53.

Untuk alternatif 1 luasan perkerasan beton adalah 2.090 m². Asumsi kerusakan pada perkerasan kaku sebesar 0,1% terhadap luas permukaan setiap tahunnya yaitu 2,090 m². Di dalam luasan 2,090 m² diasumsikan terdapat satu retak dimana perbaikannya dilakukan dengan cara grouting. Dari asumsi tersebut, dimana terdapat 5 (lima) titik *grouting* pemeliharaan perkerasan kaku dilakukan setiap 5 (lima) tahun sekali.

Berdasarkan hasil perhitungan yang telah disajikan pada lampiran diketahui bahwa setiap 5 (lima) titik grouting memerlukan biaya Rp 1.346.388,69 maka total biaya pemeliharaan perkerasan kaku pada tahun ke 5 (lima) adalah sebesar Rp 7.920.236,22.

Biaya pemeliharaan pekerjaan dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$F = P (1 + i)^n$$

$$P = F \left[\frac{1}{(1+i)^2} \right]$$

Keterangan:

I = tingkat suku bunga per periode bunga,

N = jumlah periode

P = jumlah uang sekarang (*present worth*), dan

F = jumlah uang pada akhir periode dari saat sekarang dengan bunga I (*future worth*).

Biaya pekerjaan pemeliharaan perkerasan lentur pertahun setelah dihitung adalah sebesar Rp 10.589.889,53 dan ditetapkan nilai P untuk perhitungan *future worth* dan digunakan tingkat inflasi 3,02%, untuk *present worth* digunakan BI rate 6,5%. Berikut ini adalah contoh perhitungan biaya pemeliharaan perkerasan lentur selama umur rencana:

a. Perkerasan Aspal

- Tahun ke-1

$$\begin{aligned} F_1 &= 10.589.889,53 (1+0,0302)^1 \\ &= \text{Rp } 10.909.704,2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_1 &= 10.909.704,2 \left[\frac{1}{(1+0,065)^1} \right] \\ &= \text{Rp } 10.243.853,7 \end{aligned}$$

- Tahun ke-2

$$\begin{aligned} F_2 &= 10.589.889,53 (1+0,0302)^2 \\ &= \text{Rp } 11.239.177,2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_2 &= 11.239.177,2 \left[\frac{1}{(1+0,065)^2} \right] \\ &= \text{Rp } 9.909.124,91 \end{aligned}$$

Perhitungan menggunakan rumus di atas dilakukan hingga tahun ke 20 (umur rencana) seperti dalam lampiran halaman L-10 sehingga dihasilkan biaya pemeliharaan aspal selama umur rencana adalah Rp 152.183.088,60. Biaya pemeliharaan perkerasan beton sebesar Rp 1.346.388,69 ditetapkan sebagai nilai P dihitung setiap 5 tahun. Contoh perhitungan biaya pemeliharaan perkerasan beton

selama umur rencana adalah sebagai berikut.

a. Perkerasan Beton

- Tahun ke-5

$$\begin{aligned} F_5 &= 1.346.388,69 (1+0,0302)^5 \\ &= \text{Rp } 1.562.349,46 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_5 &= 1.562.349,46 \left[\frac{1}{(1+0,065)^5} \right] \\ &= \text{Rp } 1.140.328,93 \end{aligned}$$

Total biaya pemeliharaan perkerasan beton untuk alternatif 1 pada tahun ke-5, 10, 15, dan 20 adalah Rp 3.616.929,78. Dari hasil perhitungan di atas, maka total biaya pemeliharaan untuk alternatif 1 adalah Rp 152.183.088,60 + Rp 3.616.929,78 = Rp 155.800.018,38 dibulatkan menjadi Rp 155.800.000,-.

4.4.2 Biaya Pemeliharaan Alternatif 2

Untuk alternatif 2 luasan perkerasan beton adalah 4.180 m². Seperti pada alternatif 1, kerusakan pada perkerasan beton diasumsikan sebesar 0,1% dari luasan permukaan setiap tahunnya yaitu seluas 4.18 m². Jika pada alternatif 1 diasumsikan bahwa di dalam luasan 2,09 m² terdapat 1 (satu) titik retak, maka dalam luasan 4,18 m² diasumsikan terdapat 2 (dua) titik retak yang perbaikannya adalah dengan cara *grouting*. Jika pemeliharaan dilakukan 5 (lima) tahun sekali, maka terdapat 10 (sepuluh) titik *grouting*.

Dari hasil analisis diketahui bahwa setiap 5 titik *grouting* membutuhkan biaya sebesar Rp 1.346.388,69 sehingga biaya pemeliharaan perkerasan beton untuk alternatif 2 adalah Rp 1.346.388,69 x 2 = Rp 2.692.777,38. Biaya pemeliharaan perkerasan beton sebesar Rp 2.692.777,38 ditetapkan sebagai nilai P dihitung setiap 5 tahun. Contoh perhitungan biaya pemeliharaan perkerasan beton selama umur rencana adalah sebagai berikut.

- Tahun ke-5

$$F_5 = 2.692.777,38 (1+0,0302)^5$$

$$= \text{Rp } 3.124.698,93$$

$$P_5 = 3.124.698,93 \left[\frac{1}{(1+0,065)^5} \right]$$

$$= \text{Rp } 2.280.657,87$$

- Tahun ke-10

$$F_{10} = 2.692.777,38 (1+0,0302)^{10}$$

$$= \text{Rp } 3.625.900,70$$

$$P_{10} = 3.625.900,70 \left[\frac{1}{(1+0,065)^{10}} \right]$$

$$= \text{Rp } 1.931.611,70$$

Total biaya pemeliharaan perkerasan beton untuk alternatif 2 pada tahun ke-5, 10, 15, dan 20 seperti dalam lampiran adalah Rp 7.233.859,57 dibulatkan menjadi Rp 7.233.000,-. Rangkuman perbandingan analisis biaya antara alternatif 1 dan alternatif 2 ditampilkan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.11. Perbandingan Analisis Biaya

No	Uraian	Biaya Konstruksi (Rp)	Total Biaya Pemeliharaan Selama Umur Rencana (20 Tahun) (Rp)	Total (Rp)
1	Alternatif 1: a. pelapisan ulang (<i>overlay</i>) b. penggantian aspal lama dengan perkerasan beton semen (<i>rigid pavement</i>)	1.161.442.000	155.800.000	1.317.242.000
2	Alternatif 2 metode perkerasan beton semen (<i>rigid pavement</i>)	1.252.753.000	7.233.000	1.259.986.000

Pada Tabel 4.11 dapat dijabarkan bahwa uraian biaya pekerjaan pada alternatif 1 diperoleh biaya konstruksi sebesar Rp 1.161.442.000,- dan biaya pemeliharaan selama 20 tahun diperoleh sebesar Rp 155.800.000,-. Sedangkan biaya pekerjaan pada alternatif 2 diperoleh biaya konstruksi sebesar Rp 1.252.753.000,- dan biaya pemeliharaan selama 20 tahun diperoleh sebesar Rp 7.233.000,-. Sehingga total biaya pekerjaan masing-masing alternatif yaitu alternatif 1 Rp 1.317.242.000,- dan alternatif 2 Rp 1.259.986.000,-. Jika dibandingkan perbedaan biaya struktur perkerasan alternatif 1 dengan struktur perkerasan pada alternatif 2 terdapat selisih biaya sebesar:

$$\begin{aligned}
 \text{Alternatif 2 - Alternatif 1} &= 1.317.242.000 - 1.259.986.000 \\
 &= 64.489.000 \\
 \text{Selisih dalam persen} &= \frac{64.489.000}{1.317.242.000} \times 100\% \\
 &= 4,89 \%
 \end{aligned}$$

Tabel 4.8 memperlihatkan bahwa biaya total meliputi biaya konstruksi dan biaya pemeliharaan dari hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa biaya alternatif 2 (perkerasan beton semen) lebih murah jika dibandingkan dengan biaya alternatif 1 (perkerasan aspal, pelapisan ulang, penggantian aspal lama dengan perkerasan beton semen) sebesar 4,89%.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil analisis data dan pembahasan yang disajikan pada bab IV didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan nilai RCI (*Road Condition Index*) rata-rata yang diperoleh yaitu sebesar 4,4 menunjukkan bahwa kondisi permukaan jalan adalah Jelek, kadang – kadang ada lubang, permukaan jalan tidak rata. Kondisi jalan raya kaligawe dilihat secara visual terjadi pengelupasan lapisan aspal yang cukup signifikan.
2. Faktor penyebab kerusakan pada *Traffic light* jalan Kaligawe KM.4 (Depan kampus Universitas Islam Sultan Agung) Semarang dimana perkerasan lentur menjadi rusak/ terkelupas akibat adanya gaya rem dari kendaraan yang akan berhenti saat sinyal menyala merah serta didaerah tersebut adalah daerah rawan ROB (naiknya permukaan air laut).
3. Jika dilihat dari segi biaya dan kondisi dilokasi penelitian perbaikan di *Traffic light* jalan Kaligawe KM.4 (Depan kampus Universitas Islam Sultan Agung) Semarang dapat dipilih dengan perbaikan menggunakan alternatif 2 yaitu perkerasan dengan beton semen. Perkerasan beton semen dipilih karena kondisi dilokasi penelitian sering terjadi banjir rob yang mengakibatkan perbaikan jalan dengan lapis tambah perkerasan aspal rawan terjadi kerusakan. Adapun spesifikasi item pekerjaan dengan uraian sebagai berikut:
 - a. Tebal plat = 15 cm
 - b. Panjang plat = 100 m
 - c. Sambungan susut dipasang setiap jarak 5 m.
 - d. Sambungan melintang (dowel) digunakan ruji polos diameter 32 mm, panjang 45 cm, jarak antar ruji 30 cm.
 - e. Sambungan memanjang (tie bar) digunakan baja ulir diameter 16 mm, panjang 70 cm, jarak 75 cm.

5.2 Saran-saran

Adapun saran dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut ini.

1. Perlu dilakukannya evaluasi dan peninjauan terhadap kondisi perkerasan jalan secara rutin, terlebih untuk jalan yang berstatus jalan nasional.
2. Setiap tahun perlu dilakukan evaluasi terhadap lalu lintas karena tingkat pertumbuhan jumlah kendaraan terus bertambah.
3. Lajur jalan disekitar pemberhentian *traffic light* memperoleh gaya rem yang berlebih, sehingga struktur perkerasan beton semen sangat baik guna memperkecil kerusakan pada permukaan jalan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1994, Tata Cara Pelaksanaan Survei Kerataan Permukaan Perkerasan Jalan dengan Alat Ukur Kerataan NASRAA, SNI 03-3426-1994, Jakarta.
- Amrullah, M.R., 2014, Evaluasi Kerusakan dan Kelayakan Jalan Berdasarkan Metode PCI, PSI dan Nilai RCI (*Road Condition Index*), Tugas Akhir, (Tidak Diterbitkan), Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga, 1987, Manual Pemeliharaan Jalan, Yayasan Penertiban PU, Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga, 1997, Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), Yayasan Penertiban PU, Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga, 1995, Manual Pemeliharaan Rutin Untuk Jalan Nasional dan Jalan Propinsi, No. 001/T/Bt/1995, - Metode Survei, Departemen PU, Jakarta.
- DPPW. (2002). Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur. *Pedoman Konstruksi Bangunan*.
- Fahrudin, Yori Raymizard, 2020. Perbandingan Nilai Kondisi Jalan Dan Program Pemeliharaannya Berdasarkan Metode PCI Dan RCI. Program Studi Teknis Sipil Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Bandung.
- Farhan, Muhammad, 2022. Analisa Faktor Penyebab Kerusakan Jalan (Studi Kasus : Ruas Jalan Lintas Pantai Timur Sumatera). Jurnal Ilmu Teknik Volume 2(2), 2022.
- H.Oglesby, C. d. (1999). Teknik Jalan Raya Jilid 1. *Gramedia, Jakarta*.
- Laksana, S. D. (2020). Analisa Daerah Rawan Kecelakaan Ruas Jalan Profinsi Bts. Lingkar Salatiga-Kopeng-Ngablak. *Jurusan Magister Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang*.
- M Fakhururiza Pradana, D. E. (2016). Analisis Faktor-Faktor Pengaruh Kerusakan Terhadap Perkerasan Lentur (Studi Kasus Jalan Kolektor Sekunder-Cilegon). *Jurnal TEKNIKA* |Vol. 12 | No. 3| Halaman 447 - 446 ISSN : 1693-024X.

- Mamlouk, M. S. (2006). *Materials for civil and construction engineers. Universitas Indonesia.*
- Munggarani, N. A. (2017). *Kajian Faktor-Faktor Penyebab Kerusakan Dini Perkerasan Jalan Lentur Dan Pengaruhnya Terhadap Biaya Penanganan. Universitas Katolik Parahyangan.*
- Ningsih. (n.d.). Pemerintah, R. I. (2006). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006 Tentang Jalan. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia.*
- Pradana, F, dkk. 2016. Analisis Kinerja Simpang Bersinyal Pada Simpang Ciruas Serang. *Jurnal Teknika Sains dan Teknologi*, | Vol. 12 | No. 3 | Halaman 375 – 386.
- Priyana, S. E. (2018). Analisa Faktor Penyebab Kerusakan Jalan (Studi Kasus Ruas Jalan Lingkar Utara Kota Padang Panjang). *Rang Teknik Journal Vol. I No.1 Januari 2018.*
- PU, P. (2007). *Pedoman Teknis Pembangunan Bangunan Gedung Negara. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 45/Prt/M/2007.*
- Shirley, H. L. (2000). *Penentuan Praktis Perencanaan Teknik Jalan Raya. Politeknik Negeri Bandung.*
- Simamora, M. (2018). Dampak Kerusakan Dini Perkerasan Jalan terhadap Kerugian Aspek Finansial. *Media Komunikasi Teknik Sipil, Volume 24, No.2, 2018, 184-191.*
- Sugiyono. (2009). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D. Alfabeta: Bandung.* Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Alfabeta: Bandung.* Sukirman, S. (2010). *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur. Nova, Bandung.*
- Suryawan, A. (2013). *Perkerasan Jalan Beton Semen Portlan (Rigid Pavement). Beta Offset Yogyakarta.*
- Udiana, I. M, dkk. (2014). Analisa Faktor Penyebab Kerusakan Jalan (Studi Kasus Ruas Jalan W. J. Lalamentik Dan Ruas Jalan Gor Flobamora) . *Jurnal Teknik Sipil Vol. III, No. 1, April 2014.*
- Yudaningrum, F. (2017). Identifikasi Jenis Kerusakan Jalan. *Teknika ,Vol. XII*

No.2, Oktober 2017 : 1-54 , 19.

Zulkarnain, Y.P, dan Indriani, I. 2017. Analisa Kinerja Persimpangan Bersinyal Pada Persimpangan Angkatan 66 Dan Ruas Jalan R. Soekamto Kota Palembang. Jurnal Forum Mekanika, Vol.6 No.2 November 2017. Jakarta.