

TESIS

ANALISIS PERBAIKAN DAN BIAYA PERKERASAN

JALAN

(Studi Kasus Jalan Pati-Gabus)

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



Oleh :

BARIQ AL SALAM

NIM : 20202000005

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL

PROGRAM PASCA SARJANA

UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG

2023

LEMBAR PERSETUJUAN TESIS

ANALISIS PERBAIKAN DAN BIAYA PERKERASAN JALAN (Studi Kasus Jalan Pati-Gabus)

Disusun oleh :

BARIQ AL SALAM

NIM : 20202000005

Telah disetujui oleh:

Tanggal,

Pembimbing I,

Tanggal,.....

Pembimbing II,

Dr. Ir. H. KARTONO WIBOWO, MM., MT
NIK. 210291015

Dr. Ir. H. SOEDARSONO, M.Si
NIK. 210288011

LEMBAR PENGESAHAN TESIS
ANALISIS PERBAIKAN DAN BIAYA PERKERASAN JALAN
(Studi Kasus Jalan Pati-Gabus)

Disusun oleh :

BARIQ AL SALAM

NIM : 20202000005

Dipertahankan di Depan Tim Penguji Tanggal:

Semarang, 22 Februari 2023

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

Tim Penguji

Ketua



(Dr. Ir. H. Soedarsono, M.Si.)

NIK. 210288011

Anggota I



(Prof. Dr. Ir. Antonius, MT)

NIK. 210202033

Anggota II



(Dr. Ir. Rinda Karlinasari, MT)

NIK. 210297022

Semarang,.....

Ketua Program Studi,



Prof. Ir. H. S. Imam Wahyudi, DEA

NIK. 210291014

Dekan Fakultas Teknik,



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

NIK. 210293018

MOTTO

“Sesungguhnya Bersama kesulitan ada kemudahan, maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada ALLAH SWT lah engkau berharap”
(QS. Al-Instirah:6-8)

“Sesungguhnya Allah tidak merubah keadaan suatu kaum sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri”
(QS. Ar Ra’d)

“Menuntut ilmu adalah takwa. Menyampaikan ilmu adalah ibadah. Mengulang-ulang ilmu adalah zikir. Mencari ilmu adalah jihad.”
(Abu Hamid Al Ghazali)

Wahai orang-orang yang beriman! Apabila dikatakan kepadamu, “Berilah kelapangan di dalam majelis-majelis,” maka lapangkanlah, niscaya Allah akan memberi kelapangan untukmu.
(QS. Al-Mujadalah:11)

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 'Imran:110)

PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur dan air mata bahagia penulis mempersembahkan karya tulis ini untuk orang – orang yang selalu ikhlas membimbing saya dengan kasih sayang dan ketulusan hatinya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Penulis persembahkan bagi mereka yang tetap setia diruang dan waktu kehidupan ini, penulis khususkan untuk :

- 1) Kedua orang tuaku, Bapak **Ir. Hariyanto** dan Ibu **Dra. Desminarti** yang selalu mendoakan, memberikan dukungan, dan mencurahkan kasih sayangnya hingga tesis ini selesai dikerjakan. Semoga saya dijadikan anak yang berbakti di dunia dan akhirat.
- 2) Kakakku **Zulfatan Abid** dan semua keluarga besar yang senantiasa memberikan doa dan dorongan semangat untuk menyelesaikan tesis ini, saya ucapkan terima kasih.
- 3) Bapak **Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM., MT** selaku dosen pembimbing 1 saya, yang selama ini menerima saya menjadi mahasiswa bimbingannya dan terimakasih atas segala perjuangan , bantuan, motivasi, dorongan semangat, serta segala fasilitas yang diberikan kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan penelitian tesis saya dengan lancar.
- 4) Bapak **Dr. Ir. Soedarsono, M. Si.** yang selama ini membimbing saya dengan baik, sabar, dan selalu memberikan pengarahan yang terbaik sehingga saya dapat menyelesaikan tesis ini dengan lancar.
- 5) Bapak **Ahmad Faisal, S.T., MT.** selaku Kepala Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kab. Pati yang telah memberikan izin dan membantu dalam memperoleh data untuk mendukung saya dalam penyusunan Tesis ini.
- 6) Seluruh staff Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Pati yang juga telah membantu dalam memperoleh data untuk mendukung saya dalam penyusunan tesis ini.
- 7) Teman-teman yang sudah, mendoakan, mendukung dan membantu selama penyusunan tesis ini saya ucapkan terimakasih.

ABSTRAK

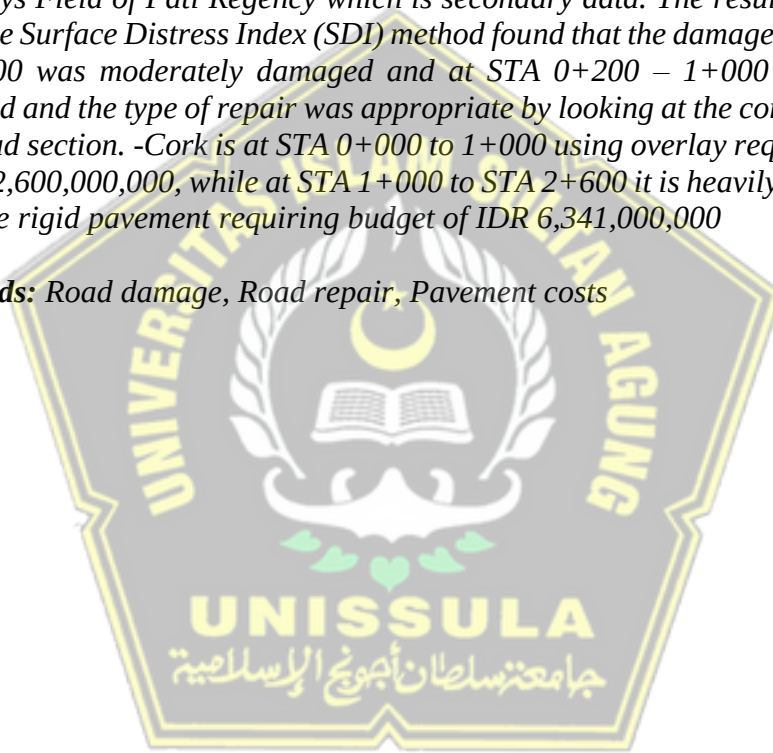
Jalan raya merupakan salah satu sarana dan prasarana yang penting bagi tercapainya suatu kegiatan, sehingga desain perkerasan jalan yang baik adalah salah satu keharusan. Keberadaan jalan raya sangat diperlukan untuk kebutuhan sarana transportasi yang dapat menjangkau daerah-daerah terpencil. Pertambahan volume lalu lintas akan mengakibatkan penurunan layanan yang diakibatkan oleh menurunnya kapasitas jalan, sejalan dengan hasil survei/identifikasi yang dilakukan, kerusakan jalan yang terjadi di beberapa daerah saat ini khususnya ruas jalan Pati-Gabus Kabupaten Pati yang menyebabkan kerugian yang cukup besar terutama bagi pengguna jalan, seperti terjadinya kemacetan, kecelakaan lalu lintas, waktu tempuh yang lama dan lain-lain. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mencari alternatif desain perkerasan pada ruas jalan Pati-Gabus, dan menghitung estimasi biaya yang dibutuhkan untuk perbaikan perkerasan. Pada penelitian ini menggunakan data-data yang diperoleh melalui survey lapangan yang merupakan data primer dan pengumpulan data dari Bidang Bina Marga Kabupaten Pati yang merupakan data sekunder. Hasil penelitian dengan menggunakan metode *Surface Distress Index* (SDI) mendapati bahwa kerusakan pada STA 0+000 sampai 0+200 mengalami kerusakan sedang dan pada STA 0+200 – 1+000 mengalami rusak ringan dan jenis perbaikan yang sesuai dengan melihat kondisi diruas jalan Pati-Gabus adalah pada STA 0+000 sampai 1+000 menggunakan lapis tambah (*overlay*) membutuhkan anggaran sebesar Rp 2.600.000.000, sedangkan pada STA 1+000 sampai STA 2+600 mengalami kerusakan berat dan harus menggunakan perkerasan kaku (*rigid pavement*) membutuhkan anggaran sebesar Rp 6.341.000.000.

Kata Kunci : Kerusakan jalan, Perbaikan jalan, Biaya perkerasan

ABSTRACT

Highways are one of the important facilities and infrastructure for the achievement of an activity, so a good road pavement design is a must. The existence of highways is very necessary for the need for transportation facilities that can reach remote areas. The increase in traffic volume will result in a decrease in service caused by a decrease in road capacity, in line with the results of the survey/identification conducted, road damage is currently occurring in several areas, especially the Pati-Gabus road section, Pati Regency, which causes considerable losses, especially for road users. , such as congestion, traffic accidents, long travel time and others. Therefore, this research was conducted with the aim of finding alternative pavement designs on the Pati-Gabus road section, and calculating the estimated costs required for pavement repairs. In this study using data obtained through field surveys which are primary data and data collection from the Highways Field of Pati Regency which is secondary data. The results of the study using the Surface Distress Index (SDI) method found that the damage at STA 0+000 to 0+200 was moderately damaged and at STA 0+200 – 1+000 it was lightly damaged and the type of repair was appropriate by looking at the conditions on the Pati road section. -Cork is at STA 0+000 to 1+000 using overlay requires a budget of IDR 2,600,000,000, while at STA 1+000 to STA 2+600 it is heavily damaged and must use rigid pavement requiring budget of IDR 6,341,000,000

Keywords: Road damage, Road repair, Pavement costs



SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

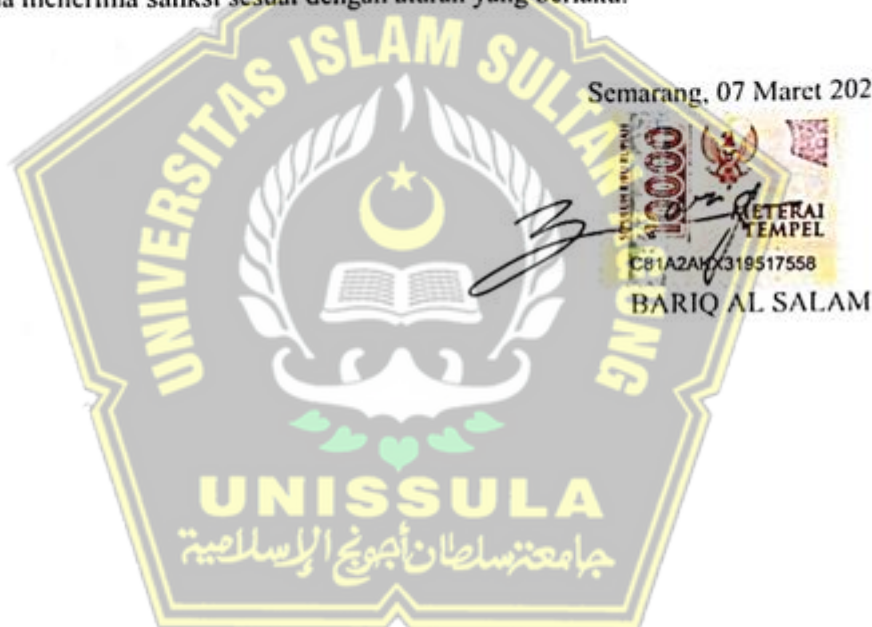
Nama : BARIQ AL SALAM
NIM : 20202000005

Dengan ini saya nyatakan bahwa Tesis yang berjudul:

ANALISIS PERBAIKAN DAN BIAYA PERKERASAN JALAN (STUDI KASUS JALAN PATI-GABUS)

Adalah benar hasil karya saya dan dengan penuh kesadaran bahwa saya tidak 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, 07 Maret 2023



DAFTAR ISI

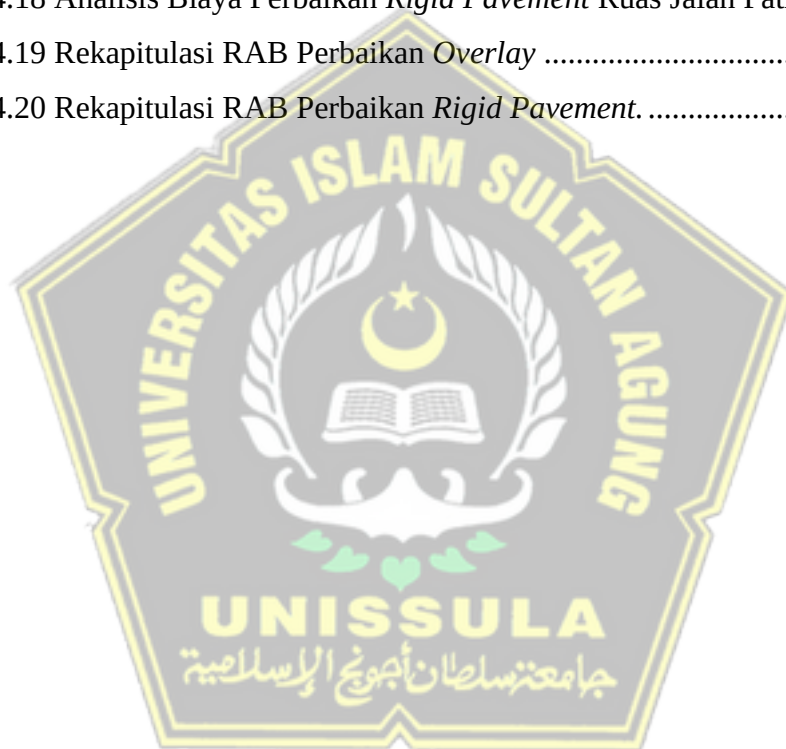
HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN TESIS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TESIS.....	iii
MOTTO	iv
PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
LEMBAR PERNYATAAN	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	2
1.5 Keaslian Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Jalan	8
2.2 Klasifikasi Jalan.....	8
2.2.1 Klasifikasi Jalan Menurut Fungsi.....	8
2.2.2 Klasifikasi Kelas Jalan Menurut Kelas	9
2.3 Kerusakan Jalan	10
2.3.1 Retak.....	11
2.3.2 Distorsi	12
2.3.3 Cacat Permukaan.....	13
2.3.4 Pengausan.....	14
2.3.5 Kegemukan.....	14
2.3.6 Penurunan Pada Bekas Penanaman Utilitas	14

2.4	Penanganan Kerusakan Jalan.....	14
2.4.1	Metode Perbaikan Standar	15
2.4.2	Perbaikan Jalan dengan <i>Overlay</i>	17
2.4.3	Metode Perbaikan Jalan dengan <i>Rigid pavement</i>	23
2.5	Metode Surface Distress Index (SDI)	27
2.6	Lapisan Perkerasan.....	36
2.6.1	Lapisan Perkerasan Lentur (<i>flexible Pavement</i>)	36
2.6.2	Lapisan Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pavement</i>)	40
2.7	Penggantian Perkerasan Aspal Lama Dengan Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pavement</i>)	41
2.8	Analisis Biaya.....	45
BAB III METODE PENELITIAN		46
3.1	Lokasi Penelitian.....	46
3.2	Data Penelitian.....	47
3.2.1	Survey Pendahuluan.....	47
3.2.2	Pengumpulan Data	47
3.3	Cara Penelitian.....	48
3.4	Metode Analisis Data	48
3.5	Diagram Alir Penelitian	50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		51
4.1	Survey dan Pengumpulan Data.....	51
4.1.1	Data Primer	51
4.1.2	Data Sekunder	53
4.2	Analisis Data.....	58
4.2.1	Kondisi Ruas Jalan Pati-Gabus	58
4.2.2	Jenis Perbaikan Di Ruas Jalan Pati-Gabus.....	63
4.2.3	Analisis Biaya	70
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		78
5.1	Kesimpulan.....	78
5.2	Saran	79
DAFTAR PUSTAKA		80
LAMPIRAN.....		82

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Penelitian Terdahulu	4
Tabel 2.1 Koefisien Kekuatan Relatif (a)	18
Tabel 2.2 Faktor Distribusi Lajur (DL).....	20
Tabel 2.3 Rekomendasi Tingkat Reliabilitas Untuk Klasifikasi Jalan.....	21
Tabel 2.4 Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IPT)	22
Tabel 2.5 Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (IP0)	22
Tabel 2.6 Faktor Keamanan Beban (FKB)	25
Tabel 2.7 Susunan Permukaan Perkerasan.....	29
Tabel 2.8 Kondisi/keadaan Permukaan Perkerasan	30
Tabel 2.9 Persentase Penurunan Permukaan Perkerasan	30
Tabel 2.10 Persentase Tambalan Permukaan Perkerasan	30
Tabel 2.11 Jenis Retakan Permukaan Perkerasan	31
Tabel 2.12 Lebar Retakan Permukaan Perkerasan.....	31
Tabel 2.13 Luas Retakan Permukaan Perkerasan	32
Tabel 2.14 Jumlah Lubang Permukaan Perkerasan	32
Tabel 2.15 Ukuran Lebar dan Kedalaman Perkerasan.....	32
Tabel 2.16 Bekas Roda Permukaan Perkerasan	33
Tabel 2.17 Kondisi jalan berdasarkan indeks SDI	33
Tabel 2.18 Perkiraan Lalu Lintas Untuk Jalan Dengan Lalu Lintas Rendah.....	42
Tabel 2.19 Perkerasan Kaku Untuk Jalan Dengan Beban Lalu Lintas Rendah	42
Tabel 2.20 Diameter Ruji.....	44
Tabel 3.1 Teknik Analisa Data.....	49
Tabel 4.1 Kondisi Ruas Jalan Pati-Gabus	52
Tabel 4.2 Data lalu lintas harian tahun 2022.....	53
Tabel 4.3 Nilai CBR STA 0+000.....	54
Tabel 4.4 Data CBR STA 1+000.	55
Tabel 4.5 Data CBR STA 2+600.	56
Tabel 4.6 Data lendutan.	57
Tabel 4.7 Analisa Harga Satuan (AHSP) Kabupaten Pati.	57
Tabel 4.8 Rekapitulasi Per Ruas Kondisi Jalan Pati-Gabus.....	59

Tabel 4.9 Perhitungan nilai SDI.....	60
Tabel 4.10 Perhitungan CESA ₄	64
Tabel 4.11 Pemilihan Tipe Perkerasan.....	65
Tabel 4.12 Perhitungan kumulatif jumlah kelompok sumbu kendaraan niaga.....	66
Tabel 4.13 Ketentuan diameter dowel berdasarkan tebal plat beton.	68
Tabel 4.14 Dimensi Perbaikan Perkerasan.....	69
Tabel 4.15 Backup Volume Perbaikan <i>Overlay</i> Ruas Jalan Pati-Gabus.....	71
Tabel 4.16 Analisis Biaya Perbaikan <i>Overlay</i> Ruas Jalan Pati-Gabus	73
Tabel 4.17 Backup Volume Perbaikan <i>Rigid Pavement</i> Ruas Jalan Pati-Gabus ...	74
Tabel 4.18 Analisis Biaya Perbaikan <i>Rigid Pavement</i> Ruas Jalan Pati-Gabus.....	76
Tabel 4.19 Rekapitulasi RAB Perbaikan <i>Overlay</i>	77
Tabel 4.20 Rekapitulasi RAB Perbaikan <i>Rigid Pavement</i>	77



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Retak pada jalan	12
Gambar 2.2 Distorsi pada jalan.....	13
Gambar 2.3 Lubang pada jalan	13
Gambar 2.4 Kegemukan pada jalan	14
Gambar 2.5 Nomogram Untuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur	23
Gambar 2.6 Tebal Pondasi Bawah Minimum Untuk Perkerasan Kaku.....	26
Gambar 2.7 CBR Tanah Dasar Efektif dan Tebal Pondasi Bawah.....	26
Gambar 2.8 Diagram Alir Perhitungan SDI.....	28
Gambar 2.9 Contoh Tahap Perhitungan Nilai SDI	35
Gambar 2.10 Komponen struktur perkerasan lentur	37
Gambar 2. 11 Susunan Kontruksi Perkerasan Kaku	40
Gambar 2.12 Sambungan Pada Konstruksi Perkerasan Kaku	43
Gambar 3.1 Ruas Jalan Pati – Gabus	46
Gambar 3. 2 <i>Hand tally counter</i> , meteran, sketmat	48
Gambar 3.3 Diagram alir penelitian.....	50
Gambar 4.1 Kondisi ruas jalan Pati – Gabus rusak ringan.	51
Gambar 4.2 Kondisi ruas jalan Pati – Gabus rusak berat.....	52
Gambar 4.3 Bagan desain perkerasan kaku dengan beban lalu lintas berat.....	67
Gambar 4.4 Struktur perkerasan kaku.....	68

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran-1 Perhitungan Luas Retak	L-1
Lampiran-2 Perhitungan Luas Retak	L-2
Lampiran-3 Perhitungan Luas Retak	L-3
Lampiran-4 Perhitungan Luas Retak	L-4
Lampiran-5 Perhitungan Luas Retak (Lanjutan).....	L-5
Lampiran-6 Perhitungan Luas Retak (Lanjutan).....	L-6
Lampiran-7 Perhitungan Luas Retak	L-7
Lampiran-8 Perhitungan Luas Retak (Lanjutan).....	L-8
Lampiran-9 Perhitungan Luas Retak (Lanjutan).....	L-9
Lampiran-10 Perhitungan Luas Retak (Lanjutan).....	L-10
Lampiran-11 Perhitungan Luas Retak (Lanjutan).....	L-11
Lampiran-12 Perhitungan Luas Retak	L-12
Lampiran-13 Perhitungan Luas Retak (Lanjutan).....	L-13
Lampiran-14 Backup Volume Perbaikan <i>Overlay</i> Ruas Jalan Pati-Gabus	L-14
Lampiran-15 Analisis Biaya Perbaikan <i>Overlay</i> Ruas Jalan Pati-Gabus.....	L-15
Lampiran-16 Backup Volume Perbaikan <i>Rigid Pavement</i> Ruas Jalan Pati-Gabus	L-23
Lampiran-17 Analisis Biaya Perbaikan <i>Rigid Pavement</i> Ruas Jalan Pati-Gabus	L-24
Lampiran-18 Perekaman Analisis Harga Satuan Mobilisasi	L-16
Lampiran-19 Perekaman AHSP Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	L-17
Lampiran-20 Perekaman Analisis Harga Satuan Keselamatan dan Kesehatan Kerja.....	L-18
Lampiran-21 Perekaman AHSP Lapis Resap Pengikat dan Lapis perekat-Aspal Cair ...	L-19
Lampiran-22 Perekaman Analisis Harga Satuan Laston Lapis Aus (AC-WC)	L-20
Lampiran-23 Perekaman AHSP Laston Lapis Antara (AC-BC)	L-21
Lampiran-24 Perekaman Analisis Harga Satuan Lapis Penetrasi Macadam	L-22
Lampiran-25 Perekaman Analisis Harga Satuan Lapis Pondasi Agregat Kelas A	L-25
Lampiran-26 Perekaman AHSP Lapis Pondasi Bawah Beton Kuru	L-26
Lampiran-27 Perekaman Analisis Harga Satuan Beton Struktur f_c 30 MPa	L-27
Lampiran-28 Perekaman AHSP Baja Tulangan Polos-BjTp 280 dan Sirip-BjTs 280	L-28
Lampiran-29 Perekaman Analisis Harga Satuan Marka Jalan Termoplastik	L-29

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Desain perkerasan jalan yang baik sangat penting karena jalan raya merupakan salah satu infrastruktur penting yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan. Sebagaimana dikemukakan (Hendarsin 2000: 1) adanya jalan raya penting untuk dipergunakan oleh media transportasi untuk menunjang ekonomi karena semakin banyak orang yang menggunakan transportasi untuk sampai ke pelosok daerah. Jalan dengan struktur perkerasan yang kokoh diharapkan dapat memberikan rasa aman dan nyaman bagi penggunaanya selain lokasi penghubung. Untuk menghindari kerusakan sebelum umur rencana yang diperkirakan tercapai, pengawasan dan pemeliharaan jalan eksisting secara terus menerus harus dilakukan selain pembangunan jalan baru. (Ana Fu'ana, 2018).

Karena kondisi jalan pada akhirnya akan memburuk dari waktu ke waktu dan masa pelayanan, baik dari segi tingkat pelayanan maupun kondisi struktur. Karena penurunan kapasitas jalan, peningkatan volume lalu lintas akan mengakibatkan penurunan pelayanan. Oleh karena itu, kejenuhan jalan akan meningkat, sehingga diperlukan desain perkerasan yang efektif.

Berdasarkan hasil survei/identifikasi yang dilakukan, rusaknya pada berbagai daerah saat ini khususnya ruas jalan Pati-Gabus dengan volume lalu lintas yang cukup tinggi sehingga membutuhkan perhatian lebih karena di ruas ini sering dijumpai kemacetan dan kerusakan perkerasan disebabkan gangguan cuaca yang tidak menentu yang ada di Kabupaten Pati maupun dari kendaraan dengan angkutan barang yang berlebih. sehingga menyebabkan kerugian yang cukup besar terutama bagi pemakai jalanan, adanya kemacetan, kecelakaan lalu lintas, jarak tempuh semakin lama dan seandainya, padahal alur jalanan ini adalah satu-satunya jalur alternatif untuk terhubungnya Kabupaten Pati dan Kabupaten Grobogan.

Berdasarkan hasil laporan kajian pustaka didapatkan bahwa kerusakan yang terjadi di ruas jalan Pati-Gabus mengalami kerusakan dengan luas retak diatas 10% sehingga perlu dilakukan perbaikan lapis tambah (*Overlay*) maupun perkerasan kaku (*Rigid Pavement*). Oleh karnanya penelitian dilaksanakan dengan tujuan

untuk mencari alternatif desain perkerasan di ruas jalan Pati-Gabus, serta menghitung rincian biaya yang dibutuhkan guna perbaikan perkerasan.

1.2 Perumusan Masalah

Berikut rumusan masalah dari latar belakang tersebut :

1. Bagaimana kondisi ruas jalan Pati-Gabus ?
2. Bagaimana jenis perbaikan yang sesuai di ruas jalan Pati-Gabus ?
3. Berapa besar biaya yang diperlukan guna perbaikan jalan pada ruas jalan Pati-Gabus ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Objek yang digunakan adalah ruas jalan Pati-Gabus
2. Penelitian ini berfokus pada perbaikan jalan dan biaya perkerasan.
3. Penelitian ini tidak termasuk drainase dan bahu jalan.
4. Tidak membahas tentang analisa dampak lingkungan
5. Penelitian ini berdasarkan survey lapangan

1.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan penelitian tersebut diantaranya :

1. Mengetahui kondisi ruas jalan Pati - Gabus.
2. Mengetahui jenis Perbaikan yang sesuai di ruas jalan Pati – Gabus.
3. Mengetahui besar biaya yang dibutuhkan guna perbaikan jalan pada ruas jalan Pati – Gabus.

Manfaat dalam penelitian ini diantaranya :

1. Memberi alternatif solusi perbaikan terkait konstruksi ataupun biaya pada ruas jalan Pati – Gabus, sehingga bisa untuk melancarkan arus lalu lintas dan para pemakai jalan dapat menggunakan dengan nyaman dan aman.
2. Hasil penelitian bisa dimanfaatkan guna membantu perbaikan berbagai ruas jalan strategis, utamanya jalan nasional maupun jalan provinsi di Kabupaten Pati.

1.5 Keaslian Penelitian

Bahwa penelitian yang berjudul “Analisis Perbaikan dan Biaya Perkerasan Jalan ” (Studi Kasus ruas jalan Pati-Gabus) asli, belum pernah diteliti oleh penulis sebelumnya untuk keperluan penyusunan tesis, dan penulis melakukan penelitian untuk mendapatkan data yang sesuai dengan kondisi yang sebenarnya..

Penelitian yang mengkaji tentang analisis perbaikan perkerasan jalan beserta analisis biayanya telah banyak dilakukan antara lain penelitian dari (Ana Fu'ana, 2018), (Bambang junoto, Budi Supranyoto, Bambang Pudjianto, 2017), (Hestu Tyas Ningsih, 2017), (Carto Andriyanto, 2010), (Laode M. Nurrahmad Arsyad & Siti Nurjanah ahmad), masing – masing penelitian tersebut meneliti di lokasi yang berbeda, pada tahun yang berbeda, dan metode maupun estimasi biaya yang digunakan berbeda. Pada penelitian terdahulu dalam menentukan kondisi ruas jalan menggunakan metode PCI (*Pavement Condition Indeks*), sedangkan pada penelitian ini dalam menentukan kondisi ruas jalan menggunakan metode SDI (*Surface Distress Index*). Adapun keaslian dari penelitian ini dibandingkan dengan penelitian terdahulu yaitu :

1. Ditinjau dari lokasi yang diteliti di Kabupaten Pati, ruas jalan Pati-Gabus.
2. Ditinjau dari waktu penelitian dilaksanakan pada tahun 2022.
3. Dari metode terdapat perbedaan
4. Alternatif desain perkerasan yang tepat untuk perbaikan ruas jalan Pati-Gabus.
5. Perhitungan estimasi biaya yang diperlukan untuk perbaikan perkerasan ruas jalan Pati-Gabus.

Untuk detail dari perbedaan penelitian terdahulu terdapat pada tabel 1.1.

Tabel 1.1 Penelitian Terdahulu

No	Peneliti & Judul	Tujuan	Metode Analisis	Kesimpulan	Saran/ rekomendasi
1	Analisis Kerusakan Dan Penanganan Ruas Jalan Purwodadi – Geyer (Bambang Junoto, 2017)	Untuk mengetahui kerusakan dan penanganan jalan Purwodadi-Geyer	Metode Bina Marga	Hasil analisis menunjukkan bahwa data arus lalu lintas jalan Purwodadi-Geyer memiliki laju pertumbuhan sebesar (i) 8,196% dan Derajat Kejenuhan (DS) sebesar 1,84, lebih tinggi dari standar yang dipersyaratkan sebesar 0,75. Alhasil, jalan tersebut perlu ditinjau ulang atau diperlebar dari 2/2 UD menjadi 4/2 D.	1. Jalan tipe 2/2 UD dibutuhkan pelebaran menjadi 4/2 D 2. Dibutuhkan segera peningkatan lapisan permukaan jalan purwodadi-geyer guna meminimalisir kerusakan
2	Pemilihan Teknik Perbaikan Perkerasan Jalan Dan Biaya Penanganannya (Studi Kasus Pada Ruas Jalan Nguter – Wonogiri). (Carto Andriyanto, 2010)	Menentukan teknik perbaikan pada Ruas Jalan Nguter - Wonogiri; Menentukan metode yang paling optimal untuk perbaikan pada Ruas Jalan Nguter – Wonogiri	Metode Bina Marga	Dengan umur rencana dua puluh tahun, tiga metode perbaikan jalan digunakan berdasarkan temuan analisis desain: Lapisan Laston setebal 20 cm, Rigid Pavement setebal 15 cm, dan CTRB setebal 21 cm yang dilapisi Laston setebal 14 cm.	Untuk memperbaiki ruas jalan alangkah baiknya bila tidak sekedar pada bagian memperbaiki perkerasan semata, namun diperlukan peningkatan kapasitas jalanan serta memperbaiki transportasi integral, seperti pelebaran perkerasan jalan serta meminimalisir berbagai beban
3	Perbaikan Perkerasan Jalan Serta Biaya Dengan Metode Bina Marga Dan Recycle Di Jalan Lingkar Barat Kudus (Muhammad Rizka Rahim, 2018)	Di Jalan Lingkar Kudus Barat tentukan jenis kerusakan dan berapa besar kerusakannya.	Metode Bina Marga dan Recycle	Nilai overlaying dengan perkerasan lentur adalah 46 point, dengan perkerasan kaku 43 point, dan perbaikan dengan CTRB adalah 43 point, sesuai hasil evaluasi dari ketiga metode perbaikan tersebut.	Memperbaiki jalan lingkar barat alangkah baiknya bukan semata hanya memperbaiki perkerasan, namun perlu melaksanakan upaya untuk meningkatkan kapasitas jalan serta memperbaiki system transportasi melalui berbagai upaya, seperti pelebaran jalan, dll

Tabel 1.1 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No	Peneliti & Judul	Tujuan	Metode Analisis	Kesimpulan	Saran/ rekomendasi
4	Rencana Anggaran Biaya Dan Analisa Pada Perbaikan Lapisan Permukaan Jalan Dengan Menggunakan Metode Pavement Condition Index (Studi Kasus: Jalan Widodaren – Randusongo Ngawi) (Wiratmoko & Huda, 2021)	Dengan menggunakan metode pavement condition indeks atau PCI, dilakukan pemeriksaan kondisi & tingkat keparahan kerusakan jalan utk menentukan rencana anggaran biaya perbaikan.	Metode (PCI) <i>Pavement Condition Indeks</i>	Rencana anggaran biaya yang dibutuhkan untuk perbaikan jalan memiliki nilai rencana anggaran sebesar Rp. 5.287.502.000,00 setelah di dapatkan hasil analisis lapangan dan nilai tersebut dihitung dengan menggunakan metode PCI (<i>Pavemanet Index Condition</i>). Berdasarkan temuan penelitian dan analisis kerusakan jalan,	Konstruksi jalan yang terbuat dari beton kaku, yang beberapa bagiannya harus ditambal, merupakan pilihan perbaikan yang tepat. kemudian ditutup dengan lapisan aspal ATB/AC, dan dilanjutkan dengan sistem drainase yang baik
5	Perencanaan peningkatan jalan pada ruas jalan pacitan-ngadirojo. (Bakhtiar Andhi Harsono, 2018)	Untuk mengetahui analisis perencanaan jalan (2/2 UD)	Metode Bina Marga	Umur rencana 10 tahun, dengan hasil analisa perencanaan jalan (2/2 UD) utk pertumbuhan lalu lintas rata-rata (i) = 6 % diperoleh Derajat Kejenuhan (DS) = 0,38. Sehingga ruas jalan yang direncanakan belum perlu adanya pelebaran jalan.	1. Agar Ruas Jalan Pacitan-Ngadirojo dapat terus berfungsi selama masa rencana atau bahkan setelahnya, maka harus dilakukan pemeliharaan secara berkala. 2. Ruas jalan Pacitan-Ngadirojo seharusnya memiliki lapisan tambahan karena kondisi jalan saat ini dan pertumbuhan ekonomi yang berdampak pada peningkatan arus lalu lintas.

Tabel 1.1 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No	Peneliti & Judul	Tujuan	Metode Analisis	Kesimpulan	Saran/ rekomendasi
6	Penilaian kondisi struktur kerusakan perkerasan jalan berbasis metode pavement condition indeks (PCI). (Arsyad & Ahmad, 2018)	Untuk melakukan penilaian kerusakan, pengelompokan jenis kerusakan dan tingkat kerusakan perkerasan jalan.	Metode Pavement Condition Indeks (PCI)	Jenis kerusakan yang paling banyak terjadi di Jalan Kelapa adalah kerusakan jalan berlubang dengan luas kerusakan 10,31 m ² dan persentase kerusakan 16,904%. Jenis kerusakan terkecil adalah rutting damage dengan luas kerusakan 0,95 m ² dan persentase kerusakan 1,558 persen.	Hasil penelitian tersebut implikasi praktisnya sebagai sarana utk identifikasi tingkatan rusaknya jalan dalam kota bertipe menengah yang mempunyai tanah dasar maupun tanah sisa rawa serta kondisi air tanah yg kurang stabil
7.	Analisis Kerusakan Perkerasan Kaku Dengan Metode Pavement Condition Index (PCI) , Alternatif Solusi dan Biaya Perbaikannya (studi kasus: ruas jalan Boyolali – Musuk sta 0+000 sampai sta 3+800). (Radityasaka, 2021)	evaluasi kerusakan pekerjaan jalan, penentuan jenis, luasan, dan jumlah kerusakan yang terjadi pada ruas jalan Boyolali-Musuk, usulan solusi alternatif, dan estimasi biaya perbaikan	Metode Pavement Condition Indeks (PCI)	Skor PCI di jalan Boyolali – Musuk adalah 59% dengan penilaian <i>good/baik</i> Total biaya perbaikan di Jalam Boyolali – Musuk adalah Rp. Rp 398.990.846 dibulatkan Rp 398.991.000	Untuk perbaikan perlu dipilih yang sangat baik supaya manfaat jalanan yang ada dapat sesuai dengan rencana awal. Mengamati rusaknya jalan perlu di laksanakan dengan berkala guna memahami tingkat layanan jalan.

Tabel 1.1 Penelitian Terdahulu (Lanjutan)

No	Peneliti & Judul	Tujuan	Metode Analisis	Kesimpulan	Saran/ rekomendasi
8.	Analisis Perbaikan Perkerasan Pada Ruas Jalan Kedungcino-Bandengan Kecamatan Jepara Dengan Perkerasan Kaku. (Ana Fu'ana, 2018)	Untuk mengetahui berapa biaya perbaikan perkerasan jalan Kedungcino-Bandengan, pilih alternatif desain perkerasan yang sesuai untuk jalan Kedungcino - Bandengan	Ops pertama menggunakan dua strategi: Pelapisan ulang lapis aspal dan memanfaatkan beton aspal (perkerasan lentur) untuk ekspansi. Ops kedua menggunakan metode perkerasan beton semen di kedua bagian.	Dengan pilihan struktur perkerasan kaku (perkerasan beton semen) di opsi 2, perbaikan Jalan Kedungcino Bandengan menelan biaya Rp. 10.093.699,78. Terdapat selisih biaya sebesar 2,24 persen antara struktur perkerasan di alternatif 2 dan struktur perkerasan pada alternatif 1.	Bagi peneliti lainnya, memerlukan uji tanah yang lebih cermat supaya datayang diperoleh lebih lengkap. Selain itu memerlukan pantauan serta mengamati rusaknya dengan rutin. Sehingga harus siaga untuk memperbaiki dengan cara menggunakan metode yang tepat.
9.	Analisa penilaian kondisi jalan raya dengan metode <i>surface distress index</i> (SDI) dan <i>present service ability index</i> (PSI) studi kasus ; Duri Kecamatan Mandau (Dewi Asri Anugrah, 2021)	Mengidentifikasi jenis kerusakan lapisan permukaan perkerasan jalan pada ruas Duri-Rangau dan mengevaluasi kondisi perkerasan jalan menggunakan parameter SDI dan PSI	Menggunakan dua metode yaitu metode <i>surface distress index</i> (SDI) dan <i>present service ability index</i> (PSI)	Menurut metode SDI dengan nilai rerata 33 termasuk kondisi baik terdapat empat macam kerusakan yaitu persentase ruas retak, rerata lebar retak, jumlah lubang dan rerata kedalaman ruting roda sedangkan metode PSI dengan nilai 3,26 juga termasuk kondisi baik mengalami kerusakan seperti retak, alur, lobang, lendutan dan kekasaraa permukaan.	Informasi yang diperoleh dari penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan instansi terkait dalam proses melakukan perbaikan jalan rusak..

Sumber : Hasil kajian penulis, 2023.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jalan

Kecuali jalan raya, rel kereta api, lori, dan kereta gantung, jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi seluruh bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapan pengarah lalu lintas di permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah, dan/atau di atas permukaan air (PP No. 34 Tahun 2006).

Jalan adalah awal mulanya sebagai jalan untuk transportasi lalu menjadi kegiatan ekonomi benda maupun jasa. Dengan adanya pengembangan tersebut, jalan perlu disesuaikan dengan tingkat layanannya. Rusaknya perkerasan jalan biasanya adanya kepadatan dalam berlalu lintas, adanya pelanggaran penggunaan jalanan, dan juga penggunaan alat transportasi yang berat (Wiemintoro & Wilis, 2020).

Perkerasan jalan merupakan salah satu komponen terpenting dalam konstruksi jalan, dan sistem konstruksinya harus dapat memberikan keamanan dan kenyamanan bagi penggunanya. Lalu lintas, cuaca, desain perkerasan jalan, dan pemeliharaan rutin merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja perkerasan jalan. (Wiemintoro dan Wilis 2020) .

2.2 Klasifikasi Jalan

Jalan yang sering dilalui terbagi pada beberapa kelas yang biasa disebut dengan hierarki jalan. Klasifikasi jalan merupakan pembagian beberapa kelompok jalan yang berbagai dasar diantaranya, didasarkan administrasi pemerintahannya/ guna jalannya. Lalu klasifikasi kelompok yang didasarkan dengan muatan sumbu, yang adanya hubungan antara masalah dimensi serta bobot kendaraan. (PP No. 34, 2006).

2.2.1 Klasifikasi Jalan Menurut Fungsi

Berikut berbagai klasifikasi kelas jalan sesuai PP RI No. 34 Tahun 2006:

1. Jalan Arteri merupakan jalanan umum yang berguna untuk angkutan yang digunakan pada jarak jauh, kecepatan yang tinggi, serta total jalan yang bisa dimasuki terbatas sesuai kegunaan.
2. Jalan Kolektor merupakan jalanan umum yang berguna bagi transportasi yang jarak tempuhnya menengah, kecepatan menengah, serta total jalanan masuk yang terbatas.
3. Jalan Lokal merupakan jalanan umum yang berguna untuk layanan transportasi satu wilayah setempat yang diantaranya jalan tempuh yang dekat, kecepatan rendah, serta total jalanan yang tidak dibataskan.
4. Jalan Lingkungan merupakan jalanan umum yang berguna bagi layanan transportasi dengan jangkauan jarak pendek, kecepatan rendah, serta jalanan masuk yang terbatas.

2.2.2 Klasifikasi Kelas Jalan Menurut Kelas

Kapasitas Kelas jalan diatur dalam Undang-Undang Nomor 22 tahun 2009 tentang Lalu lintas dan Angkutan Jalan. Jalan dikelompokkan dalam beberapa kelas berdasarkan: (Undang-undang, 2009)

- a. Fungsi dan intensitas lalu lintas untuk menjamin kelancaran lalu lintas angkutan jalan dan pengaturan penggunaan jalan.
- b. Daya dukung penerima muatan sumbu yang berat, serta dimensi transportasi bermotor.

Pengelompokan jalan menurut kelas jalan :

- a. Jalan Kelas I

Jalan Kelas I merupakan jalan arteri serta kolektor yang dipakai bagi transportasi bermotor yang berukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 milimeter, dan muatan sumbu terberat 10 ton.

- b. Jalan Kelas II

Jalan Kelas II merupakan jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui transportasi bermotor yang berukuran tidak melebihi 2.500 milimeter, panjang tidak melebihi 12.000 milimeter, tinggi maksimal 4.200 milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 ton.

c. Jalan Kelas III

Jalan Kelas III merupakan jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang bisa dilewati kendaraan bermotor dengan ukuran lebar maksimal 2.100 milimeter, Panjang maksimalnya 9.000 milimeter, tinggi maksimal 3.500 milimeter, serta muatan sumbu terberat 8 ton.

d. Jalan Kelas Khusus

Jalan Kelas Khusus merupakan jalan arteri yang bisa dilewati transportasi umum yang ukuran lebar melebihi 2.500 milimeter, panjang melebihi 18.000 milimeter, tinggi max 4200 milimeter, serta muat sumbu terberat tidak kurang dari 10 ton. Penetapan kelas jalan pada setiap ruas jalan yang dinyatakan dengan Rambu Lalu Lintas dilakukan oleh:

- Pemerintah Pusat, untuk jalan nasional
- Pemerintah Provinsi, untuk jalan provinsi
- Pemerintah Kabupaten, untuk jalan kabupaten
- Pemerintah Kota, untuk jalan kota

2.3 Kerusakan Jalan

Kerusakan jalan merupakan suatu kejadian yang mengakibatkan suatu perkerasan jalan menjadi tidak sesuai dengan bentuk perkerasan aslinya, sehingga dapat menyebabkan perkerasan jalan tersebut menjadi rusak. Seperti berlubang, retak, bergelombang dan lain sebagainya. Lapisan perkerasan jalan sering mengalami kerusakan atau kegagalan sebelum mencapai umur rencana. Kerusakan pada perkerasan jalan dapat dilihat dari kegagalan struktural dan fungsional.

Kerusakan struktural adalah kerusakan pada struktur jalan sebagian atau seluruhnya yang menyebabkan perkerasan jalan tidak lagi mampu menahan beban yang bekerja di atasnya. Untuk itu perlu adanya perkuatan struktur dari perkerasan dengan cara pemberian pelapisan ulang (*overlay*), dan perbaikan dengan perkerasan kaku (*rigid pavement*).

Yang dimaksud dengan “kegagalan fungsional” adalah suatu keadaan dimana perkerasan jalan tidak dapat menjalankan fungsi yang dimaksudkan dan mengganggu lalu lintas. Sedangkan kegagalan struktural ditandai dengan

rusaknya lapisan tanah dasar yang tidak stabil yang mempengaruhi satu atau lebih komponen struktur perkerasan jalan. Volume lalu lintas, keausan permukaan, dan pengaruh lingkungan di sekitarnya. (Yoder, 1975)

Sesuai dengan Manual Pedoman Pemeliharaan Jalan, Retakan, distorsi, cacat permukaan, keausan, kegemukan, dan penurunan bekas penanaman utilitas adalah enam kategori rusaknya jalan yang tercantum dalam No. 04/SE/Db/2017. Pernyataan berikut akan memberikan penjelasan untuk setiap kategori kerusakan: (2017, Dirjen Bina Marga)

2.3.1 Retak

Jenis retakan permukaan jalan berikut ini dapat ditemukan :

- a. Retak halus (*hair cracks*) : retak yang lebar celah lebih kecil 3 mm. Retak rambut mengembang menjadi retak kulit buaya.
- b. Retak kulit buaya (*alligator crack*) : retak yang lebar celahnya lebih besar dari 3 mm satu sama lain terangkai terbentuk rangkaian kotak kecil serupa kulit buaya.
- c. Retak pingir (*edge cracks*) : retak yang jalan menjadi memanjang, dengan atau tanpa cabang mengarah kebahu.
- d. Retak sambungan bahu dan perkerasan (*edge joint crack*) : retak memanjang di sambungan bahu dengan perkerasan jalan. Biasanya ada pada daerah sambungan perkerasan dengan bahu jalan yang beraspal.
- e. Retak sambungan jalan (*lane joint cracks*) : retak Panjang disambungan 2 lajur lalu lintas.
- f. Retak sambungan pelebaran jalan (*widening cracks*) : retak panjang yang ada disambungan perkerasan lama dengan perkerasan pelebaran.
- g. Retak refleksi (*reflection cracks*) : retak panjang, melintang, diagonal, atau membentuk pesegi sebagai pola retakan di bawahnya.
- h. Retak susut (*shrinkage cracks*) : retak yang saling menyambung membentuk kotakan besar bersudut tajam, akibat adanya volume yang berubah pada lapis permukaan
- i. Retak slip (*slippage cracks*) : retakan melengkung seperti sabit, penyebabnya adalah kurang tepatnya ikatan lapis permukaan dan lapis dibawahnya.



Gambar 2.1 Retak pada jalan

Sumber : Survey Lapangan, 2022.

2.3.2 Distorsi

Distorsi/berubahnya bentuk penyebabnya adalah adanya lemahnya tanah dasar atau pemadatan yang kurang terlapsi di pondasi, maka menjadi tambahan pemadatan yang dikarenakan adanya beban lalu lintas.

- a. Alur (*rutting*), disebabkan oleh pemadatan tambahan akibat beban lalu lintas pada roda kendaraan yang sejajar dengan sumbu jalan. Kerusakan lain dapat terjadi ketika alur tersumbat oleh air yang tergenang..
- b. Keriting (*corrugation*) adalah alur kearah melintang jalan, dikarenakan tidak tingginya stabilitas struktur perkerasan,
- c. Sungkur (*solving*) ialah *deformasi plastis* pada wilayah satu tempat, umumnya berada pada tempat transportasi sering berhenti, curamnya kelandaian, atau tajamnya tikungan.
- d. Ambblas (*grade depressions*), terjadi setempat pada ruas jalan. Ambblas bisa diamati melalui adanya genangan air sekitar. Ambblas bisa membuat cepat perkerasan jalan menjadi lubang.
- e. Jembul (*upheaval*), terjadi secara lokal di jalan akibat tanah dasar yang berkembang akibat tanah ekspansif.



Gambar 2.2 Distorsi pada jalan
Sumber : Survey Lapangan, 2022.

2.3.3 Cacat Permukaan

Kerusakan permukaan jalan biasanya disebut sebagai cacat permukaan karena sifat kimia dan mekanik bahan pelapis. Ada tiga jenis cacat permukaan.

- a. Lubang (*potholes*), berwujud mangkok, ukurannya kecil hingga besar. Lubang membuat mengumpulnya air yang bisa meresap pada lapisan di bawahnya sehingga membuat rusak parah.
- b. Pelepasan butir (*raveling*) Lapisan permukaan terurai dampak konstruksi yang buruk, air yang terperangkap, atau material yang buruk.
- c. mengelupas lapis permukaan (*stripping*) sebagai dampak dari lemahnya pengikat antara agregat dengan aspal atau lapisan permukaan yang tipis..



Gambar 2.3 Lubang pada jalan
Sumber : Survey Lapangan, 2022.

2.3.4 Pengausan

Pengausan, atau agregat yang dipoles, adalah permukaan jalan yang licin, yang membuatnya mudah terpeleset dan membahayakan lalu lintas. Pengausan terjadi karena agregat yang digunakan untuk lapisan aus tidak memiliki kualitas yang memadai baik dari segi ukuran, bentuk, maupun jenisnya.

2.3.5 Kegemukan

Kenaikan dan pencairan aspal pada suhu tinggi dikenal sebagai *bleeding*. Penggunaan aspal yang berlebihan menjadi penyebab kegemukan, yang berdampak pada jejak roda kendaraan di permukaan jalan yang licin..



Gambar 2.4 Kegemukan pada jalan
Sumber : Survey Lapangan, 2022.

2.3.6 Penurunan Pada Bekas Penanaman Utilitas

Kerusakan yang disebabkan oleh ditanamnya utilitas di perkerasan jalan tetapi tidak dipadatkan kembali dengan baik dikenal sebagai penurunan pada utilitas tanam (*utility cut depressions*). Mengakibatkan distorsi pada permukaan dan kerusakan dapat bertambah.

2.4 Penanganan Kerusakan Jalan

Ada beberapa cara dalam penanganan kerusakan jalan, berikut caranya :

2.4.1 Metode Perbaikan Standar

Penanganan kerusakan jalan pada lapisan lentur menggunakan metode perbaikan standar Direktorat Jendral Bina Marga 2017. Tiap-tiap kerusakan memiliki metode penanganannya masing-masing antara lain: (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017)

2.4.1.1 Metode Perbaikan (Penebaran Pasir)

a) Jenis kerusakan yang diatasi :

berbagai titik kegemukan aspal utamanya ada di tikungan serta tanjakan.

b) Langkah untuk menanganinya:

- Menggerakkan alat-alat, pekerja dan material ke lapangan.
- Pemberian rambu perbaikan jalan.
- Membersihkan area dengan memakai air kompresor.
- Di atas permukaan yang rusak, pasir kasar atau agregat halus (tebal > 10 mm) disebar.
- Untuk mencapai permukaan yang rata dan kerapatan setinggi mungkin, padatkan material menggunakan pemadat yang beratnya antara satu hingga dua ton.

2.4.1.2 Metode Perbaikan (Pelaburan Aspal Setempat)

a) Jenis kerusakan yang diatasi :

- Tepi bahu jalan yang rusak
- Retak buaya kurang dari 2mm
- Retak garis lebar kurang dari 2mm
- Mengelupasnya aspal

b) Langkah mengatasinya :

- Menggerakkan peralatan, pekerja dan material ke lapangan.
- Bagian yang rusak dibersihkan memakai air kompresor, permukaan jalan harus bersih dan tidak basah.
- Aspal disemprot dengan 1,5 kg/m² dan untuk *cut back* 1 liter/ m².
- Sebarkan 5 mm pasir kasar atau agregat halus secara merata..
- Mesin *pneumatic* dipadatkan sampai permukaan yang rata dan mempunyai kepadatan maksimal (kepadatan 95%).

2.4.1.3 Metode Perbaikan (Pelapisan Retakan)

a) Jenis kerusakan yang diatasi :

Berbagai lokasi retak dengan lebar retakan < 2 mm satu arah

b) Langkah penanganannya :

- Menggerakkan peralatan, pekerja dan material ke lapangan.
- Bagian yang akan dibersihkan menggunakan air kompresor, hingga permukaan jalan tidak kotor dan tidak basah.
- *Tack coat* disemprotkan (0,2 liter/ m² diarea yang akan diperbaiki).
- Campuran aspal beton disebar dan diratakan semua daerah yang ditandai.
- Melakukan pemadatan ringan satu – dua ton hingga diperoleh permukaan yang rata dan kepadatan maksimum 95%.

2.4.1.4 Metode Perbaikan (Pengisian Retak)

a) Jenis kerusakan yang diatasi :

Berbagai lokasi retak satu arah dengan lebar retakan > 2 mm

b) Langkah penanganannya :

- Menggerakkan peralatan, pekerja dan material ke lapangan.
- Bersihkan bagian air kompresor, maka permukaan jalan tidak kotor dan tidak basah.
- Aspal yang retak *cut back* dua liter/ m² memakai aspal sprayer atau dengan kekuatan manusia.
- Menebarkan pasir kasar ke retakan yang telah dipenuhi aspal (tebal 10 mm)
- Padatkan dengan baby roller setidaknya dalam tiga lintasan..

2.4.1.5 Metode Perbaikan (Penambalan Lubang)

a) Jenis kerusakan yang ditatasi :

- Lubang kedalaman > 50 mm
- Keriting kedalaman > 30 mm
- Alur kedalaman > 30 mm
- Ambblas kedalaman > 50 mm
- Jembul kedalaman > 50 mm
- Kerusakan tepi perkerasan jalan, dan Retak buaya lebar > 2 mm

b) Langkah penanganannya :

- Material digali hingga lapisan terbawah
- Membersihkan bagian yang akan diatasi dengan tenaga manusia.
- Menyemprotkan lapis resap pengikat *prime coat* dengan takaran 0.5l liter/m².
- Menyebarkan dan memadatkan campuran aspal beton sampai diperoleh permukaan yang rata.
- Memadatkan dengan baby roller (minimum 5 lintasan).

2.4.2 Perbaikan Jalan dengan Overlay

Indeks permukaan akhir suatu konstruksi jalan yang telah mencapai akhir masa pakainya memerlukan penambahan lapisan tambahan untuk mendapatkan kembali nilai kekuatan, kenyamanan, keamanan, kedap air, dan percepatan aliran air. Berikut langkah-langkah penggunaan overlay untuk merencanakan perbaikan jalan. (Sukirman, 1993).

2.4.2.1 Lalu-Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

Data lalu-lintas harian rata-rata (LHR) didapatkan dari bidang Bina Marga Dinas Pekerjaan Umum dan Penatan Ruang kabupaten Pati.

2.4.2.2 Koefisien Kekuatan Relatif (a) dari Tiap Jenis Lapisan

FWD (*Falling Weight Deflectometer*) atau Tabel 2.1 digunakan untuk mengukur atau mengevaluasi kekuatan struktur perkerasan jalan lama yang disebut juga perkerasan eksisting.

Tabel 2.1 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Bahan	Kondisi Permukaan	Koefisien Kekuatan Relatif (a)
Lapis permukaan Beton aspal	Hanya sedikit atau sama sekali tidak terdapat retak kulit buaya dan/atau hanya terdapat retak melintang dengan tingkat keparahan rendah	0.35 – 0.40
	<10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan rendah dan/atau <5% retak melintang dengan tingkat keparahan sedang dan tinggi	0.25 – 0.35
	>10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan rendah dan/atau <10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan sedang dan/atau 5-10% retak melintang dgn tingkat keparahan sedang dan tinggi	0.20 – 0.30
	>10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan rendah dan/atau <10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan sedang dan/atau >10% retak melintang dgn tingkat keparahan sedang dan tinggi	0.14 – 0.20
	>10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan sedang dan/atau <10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan tinggi dan/atau >10% retak melintang dengan tingkat keparahan sedang dan tinggi	0.08 – 0.15
	>10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan tinggi dan/atau >10% retak melintang dengan tingkat keparahan tinggi	
Lapis pondasi yang distabilisasi	Terdapat sedikit atau sama sekali tidak terdapat retak kulit buaya dan/atau hanya terdapat retak melintang dengan tingkat keparahan rendah	0.20 – 0.35
	<10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan rendah dan/atau <5% retak melintang dengan tingkat keparahan sedang dan tinggi	0.15 – 0.25
	>10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan rendah dan/atau <10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan sedang dan/atau >5-10% retak melintang dengan tingkat keparahan sedang dan tinggi	
	>10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan sedang dan/atau <10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan tinggi dan/atau	0.15 – 0.20

Tabel 2.1. Koefisien Kekuatan Relatif (a) (Lanjutan)

BAHAN	KONDISI PERMUKAAN	Koefisien kekuatan relatif (a)
	>10% retak melintang dengan tingkat keparahan sedang dan tinggi	0.10 – 0.20
	>10% retak kulit buaya dengan tingkat keparahan tinggi dan/atau >10% retak melintang dengan tingkat keparahan tinggi	0.08 – 0.15
Lapis pondasi atau lapis pondasi bawah granular	Tidak ada bukti pemompaan, degradasi, atau kontaminasi halus.	0.10 – 0.14
	Pemompaan, kerusakan, atau kontaminasi halus semuanya ada.	0.00 – 0.10

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2017.

2.4.2.3 Tebal Lapisan Jalan Lama

Struktur perkerasan lentur diantaranya : (1) lapis pondasi bawah (*subbase course*), (2) lapis pondasi (*base course*), (3) lapis permukaan (*surface course*).

2.4.2.4 Indeks Tebal Perkerasan Ada (ITP_{ada})

Indeks tebal perkerasan ada (ITP_{ada}) didapatkan dari perkalian masing-masing tebal lapisan jalan (*subbase course*, *base course*, dan *surface course*) bersama koefisien kekuatan relatif (a).

2.4.2.5 Angka Ekuivalen Beban Gandar Sumbu Kendaraan (E)

Angka ekuivalen (E) masing-masing golongan beban gandar sumbu (setiap kendaraan) ditentukan menurut tabel pada lampiran D perencanaan tebal perkerasan lentur 2002. Tabel ini cuma berlaku pada roda ganda. Untuk roda tunggal karakteristik beban yang berlaku agar berbeda dengan roda ganda. Untuk roda tunggal dipergunakan rumus berikut:

$$\text{Angka ekuivalen} = \frac{(\text{beban gandar satu sumbu tunggal dalam KN})}{53 \text{ KN}} \dots\dots\dots(2.1)$$

2.4.2.6 Lalu-Lintas Pada Lajur Rencana

Beban sumbu kumulatif lalu lintas pada lajur rencana (W_{18}) diberikan. Rumus berikut digunakan untuk mendapatkan lalu lintas menggunakan jalur yang direncanakan ini.:

$$W_{18} = D_D \times D_L \times \hat{W}_{18} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana:

$\hat{W}_{18}$ = standar beban gandar kumulatif untuk dua arah.

D_D = faktor distribusi arah = 0,5 (Pt T-01-2002-B)

D_L = faktor distribusi lajur (dari Tabel 2.2)

D_D biasanya dianggap sebagai 0,5. Kendaraan berat biasanya berjalan dalam satu arah tertentu. Menurut beberapa pengamatan, D_D bervariasi antara 0,3 dan 0,7 tergantung pada arah mana yang "kosong" atau "berat".

Tabel 2.2 Faktor Distribusi Lajur (D_L)

Jumlah lajur per arah	% beban gandar standar dalam lajur rencana
1.	100
2.	80 - 100
3.	60 - 80
4.	50 - 75

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2017.

Lalu lintas kumulatif selama umur rencana adalah lalu lintas yang digunakan dalam pedoman ini untuk perencanaan ketebalan perkerasan lentur. Dengan membagi jumlah pertumbuhan lalu lintas dengan beban sumbu standar kumulatif (W_{18}) pada rute yang direncanakan, angka ini dapat diperoleh. Berikut ini adalah rumus numerik untuk lalu lintas kumulatif:

$$W_{18} = W_{18} \text{Pertahun} \times \frac{(1+g)^n - 1}{g} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

W_{18} = Jumlah beban gandar tunggal standar kumulatif

W_{18} pertahun = Beban gandar standar kumulatif selama satu tahun

n = Umur pelayanan

g = Pertumbuhan lalu lintas (%)

2.4.2.7 Modulus Resilien

Sebagai pedoman tanah dasar yang digunakan dalam perencanaan yaitu modulus resilien (MR). Hasil atau nilai uji CBR standar dan indeks tanah juga dapat digunakan untuk memperkirakan modulus resilien (MR) tanah dasar. Untuk tanah berbutir tidak kasar dengan nilai CBR sepuluh atau kurang, korelasi Modulus Resilien berikut dengan nilai CBR (Heukelom & Klomp) dapat digunakan.

$$MR \text{ (psi)} = 1.500 \times CBR \dots\dots\dots (2.4)$$

2.4.2.8 Reliabilitas

Suatu usaha untuk menggabungkan tingkat kepastian ke dalam proses perencanaan untuk menjamin bahwa berbagai pilihan perencanaan akan berlangsung selama jangka waktu yang direncanakan (umur perencanaan) dikenal sebagai konsep keandalan. Tingkat keandalan bagian perkerasan (R) dihitung dengan memperhitungkan kemungkinan variasi prakiraan lalu lintas (w_{18}) dan prakiraan kinerja (W_{18}) dengan menggunakan faktor keandalan perencanaan.

Secara umum, resiko tidak berjalannya kinerja seperti yang diharapkan harus diminimalkan mengingat sulitnya mengalihkan lalu-lintas dan volume lalu-lintas yang terus bertambah. Hal ini dapat diatasi dengan memilih tingkat reliabilitas yang lebih tinggi. Tabel 2.3 memperlihatkan rekomendasi tingkat reliabilitas untuk bermacam macam klasifikasi jalan. Perlu dicatat bahwa tingkat reliabilitas yang lebih tinggi menunjukkan jalan yang melayani lalu-lintas terbanyak, sedangkan jalan dengan tingkat keandalan yang lebih rendah dari 50 persen menunjukkan jalan lokal.

Tabel 2.3 Rekomendasi Tingkat Reliabilitas Untuk Klasifikasi Jalan.

Klasifikasi Jalan	Rekomendasi tingkat reliabilitas	
	Perkotaan	Antar Kota
Bebas hambatan	85 – 99.9	80 – 99.9
arteri	80 - 99	75 - 95
kolektor	80 - 95	75 - 95
lokal	50 - 80	50 - 80

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2017.

2.4.2.9 Indeks Permukaan (IP)

Nilai kekuatan dan ketidakrataan perkerasan yang dikaitkan dengan tingkat pelayanan yang diberikan kepada lalu lintas yang lewat tercantum dalam indeks permukaan ini. Berikut beberapa IP tersebut beserta maksudnya:

- IP = 2,5 : permukaan jalan masih cukup stabil dan baik.
 IP = 2,0 : tingkat pelayanan terendah untuk jalan yang masih mantap.
 IP = 1,5 : tingkat pelayanan paling rendah yang kemungkinan jalan tidak terputus.
 IP = 1,0 : Permukaan jalan rusak berat sehingga mengganggu lalu lintas kendaraan secara meningkat.

Saat menentukan indeks permukaan (IP) pada akhir umur rencana, perlu pertimbangan dari beberapa faktor klasifikasi fungsional jalan sebagaimana dicantumkan pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IPT)

LER*)	Klasifikasi Jalan			
	Lokal	Kolektor	Arteri	Tol
< 10	1,0 - 1,5	1,5	1,5 - 2,0	--
10 - 100	1,5	1,5 - 2,0	2,0	--
100 - 1000	1,5 - 2,0	2,0	2,0 - 2,5	--
> 1000	--	2,0 - 2,5	2,5	2,5

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2017.

Berdasarkan Tabel 2.5 jenis lapis permukaan perkerasan pada awal umur rencana harus diperiksa untuk menentukan indeks permukaan pada awal umur rencana (IP₀).

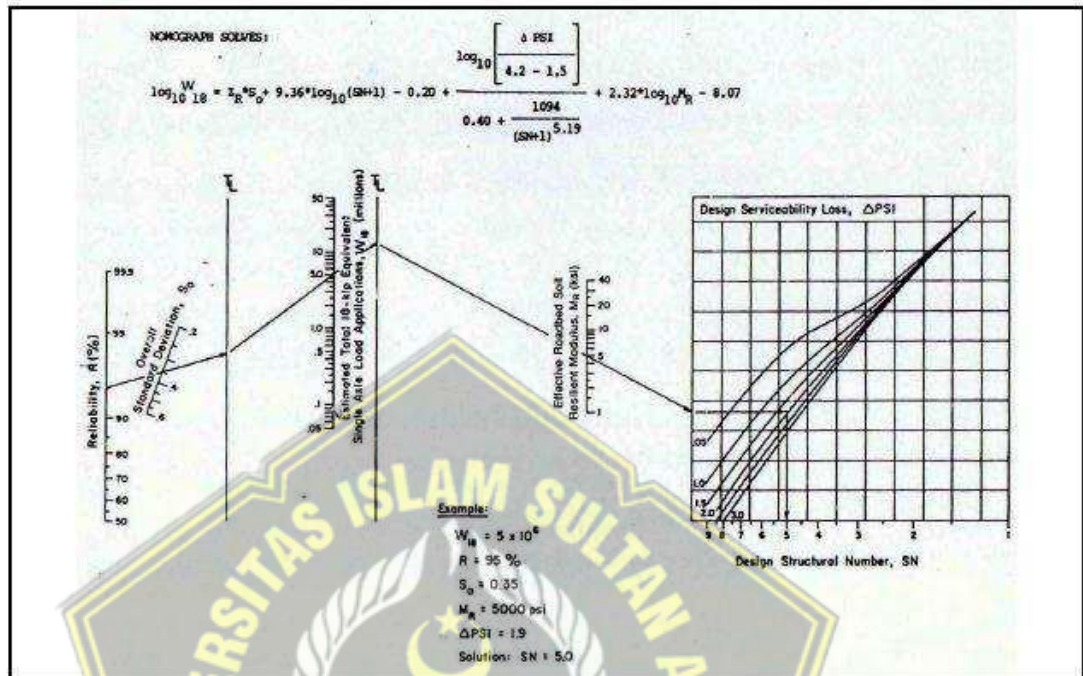
Tabel 2.5 Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (IP₀)

Jenis Lapisan Perkerasan	IP	Ketidakrataan *) (IPI _m /km)
LASTON	≥ 4	≤ 1,0
	3,9 - 3,5	> 1,0
LASBUTAG	3,9 - 3,5	≤ 2,0
	3,4 - 3,0	> 2,0
LAPEN	3,4 - 3,0	≤ 3,0
	2,9 - 2,5	> 3,0

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2017.

2.4.2.10 Indeks Tebal Perkerasan Perlu (ITPperlu)

Dalam menentukan indeks tebal perkerasan perlu (ITPperlu) diperoleh dari gambar 2.5 dibawah ini



Gambar 2.5 Nomogram Untuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2017.

2.4.3 Metode Perbaikan Jalan dengan *Rigid pavement*

Perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) adalah struktur yang tersusun dari pelat beton semen yang menerus (tidak menerus) tanpa atau dengan tulangan, atau menerus dengan tulangan, terletak di atas lapis *subbase* atau *subgrade*, tanpa atau dengan lapisan permukaan aspal.

Perkerasan kaku dibedakan dalam 4 jenis : (Pd T-14-2003)

1. Perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan
2. Perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan
3. Perkerasan beton semen menerus dengan tulangan
4. Perkerasan beton semen pra-tegang

Pelat beton memberikan sebagian besar daya dukung perkerasan pada perkerasan kaku. Kekuatan dan daya tahan perkerasan beton semen sangat dipengaruhi oleh sifat tanah dasar, daya dukung, dan keseragaman. Kepadatan, perubahan kadar air, dan kadar air akibat pemadatan harus diperhitungkan.

selama periode layanan. Pada perkerasan beton semen, lapisan *subbase* ialah komponen yang memikul beban dengan cara sebagai berikut : (Pd T-14-2003)

- Membatasi efek penyusutan dan kembang susut tanah dasar..
- Mencegah pemompaan dan intrusi pada tepi pelat, sambungan, dan retakan.
- Memberikan penyangga yang stabil dan seragam pada pelat.
- Sebagai perkerasan lantai kerja untuk digunakan dalam proses pelaksanaan.

Pelat beton semen sangat kaku, mampu mendistribusikan beban ke area permukaan yang luas, dan menghasilkan tegangan rendah pada lapisan di bawahnya. Lapisan campuran aspal setebal 5 centimeter dapat diaplikasikan pada permukaan perkerasan beton semen untuk memberikan tingkat kenyamanan yang tinggi.

2.4.3.1 Lalu-Lintas Rencana

Lalu-lintas rencana adalah jumlah total sumbu kendaraan niaga di jalur rencana selama umur rencana, serta proporsi dan distribusi beban pada setiap jenis sumbu kendaraan. Bila di ambil dari survei beban, beban pada poros jenis tertentu biasanya dikelompokkan dalam interval 10 kN (1 ton). Rumus berikut menentukan jumlah sumbu kendaran niaga selama usia rencana : (Pd T-14-2003)

$$JSKN = JSKNH \times 365 \times R \times C \dots\dots\dots(2.5)$$

Dengan pengertian :

JSKN : Jumlah total sumbu kendaraan niaga selama umur rencana .

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

R : Faktor pertumbuhan lalu-lintas

C : Koefisien distribusi kendaraan

Faktor pertumbuhan lalu-lintas (R) ditentukan berdasarkan rumus berikut:

$$R = \frac{(1+i)^{UR} - 1}{i} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dengan maksud :

R : Faktor pertumbuhan lalu lintas

I : Laju pertumbuhan lalu lintas per tahun dalam %.

UR : Umur rencana (tahun)

2.4.3.2 Repetisi Sumbu Yang Terjadi

Berikut prosedur untuk menghitung repetisi sumbu yaitu :

- Penentuan beban sumbu, jumlah sumbu, proporsi beban, dan sumbu,
- Penentuan repetisi yang terjadi = proporsi beban x proporsi sumbu x lalu lintas rencana,
- Penentuan jumlah keseluruhan repetisi yang terjadi.

2.4.3.3 Faktor Keamanan Beban

Ketika penentuan beban desain, beban sumbu dikalikan dengan faktor keamanan beban (FKB). Faktor keamanan beban ini digunakan berkaitan adanya berbagai tingkat realibilitas perencanaan seperti terlihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Faktor Keamanan Beban (FKB)

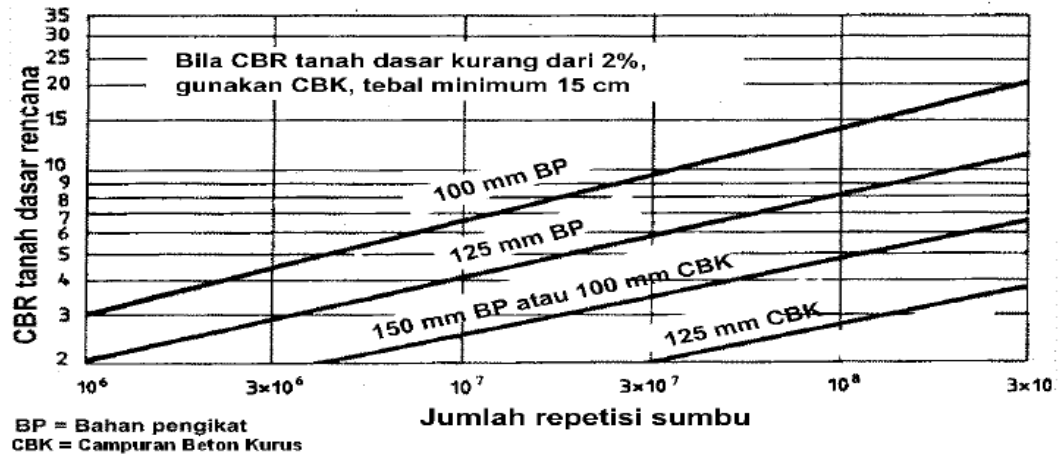
No	Penggunaan	Nilai FKB
1.	Jalan raya utama (jalan bebas hambatan utama) dan jalan multijalur, di mana lalu lintas kendaraan komersial tinggi dan arus lalu lintas bebas. Nilai faktor keamanan muatan dapat diturunkan menjadi 1,15 dengan memanfaatkan data lalu lintas dari survei beban (weight-in-motion) dan kemungkinan rute alternatif.	1,2
2.	Jalan bebas hambatan dan jalan raya utama dengan jumlah kendaraan komersial sedang.	1,1
3.	Jalan dengan jumlah sedang kendaraan komersial di atasnya	1,0

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2017.

Penggunaan Nilai FKB 1 Jalan bebas hambatan utama dan jalan multijalur dengan arus lalu lintas yang lancar dan volume kendaraan niaga yang tinggi serta nilai faktor keamanan beban bisa diturunkan menjadi 1,15 dengan memanfaatkan data lalu lintas dari survei beban (beban-inmotion) dan kemungkinan jalur alternatif. 1.2 Kedua, jalan arteri dan jalan bebas hambatan dengan volume kendaraan komersial sedang. Jalan dengan banyak kendaraan niaga berukuran sedang (Departemen pekerjaan umum, 2007).

2.4.3.4 CBR Efektif

Untuk menentukan berapa besarnya CBR efektif dapat diperoleh dari gambar 2.4 dan gambar 2.5.



Gambar 2.6 Tebal Pondasi Bawah Minimum Untuk Perkerasan Kaku
Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2017



Gambar 2.7 CBR Tanah Dasar Efektif dan Tebal Pondasi Bawah
Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2017

2.4.3.7 Perencanaan Tulangan

Tujuan utama penulangan adalah untuk:

- Membatasi lebar retakan, untuk mempertahankan kekuatan plat
- Memungkinkan pelat yang lebih panjang untuk digunakan, menghasilkan sambungan silang yang lebih sedikit dan kenyamanan yang lebih baik.
- Mengurangi biaya pemeliharaan

Jarak antara sambungan susut mempengaruhi berapa banyak tulangan yang diperlukan, kemudian untuk mengurangi sambungan susut pada beton bertulang menerus memerlukan tulangan dalam jumlah yang cukup dan perlu dipasang guna mengendalikan retak. Pada bagian pelat yang diperkirakan mengalami retak akibat pemusatan tegangan yang tidak dapat dihindari dengan

pengaturan pola sambungan, untuk itu plat perlu diperkuat dengan memberikan tulangan. penerapan tulangan dilaksanakan pada: (Departemen pekerjaan umum, 2007)

- a. Pelat dengan bentuk tidak lazim (*odd-shaped slabs*), Pelat dianggap tidak biasa jika rasio panjang terhadap lebar lebih besar dari 1,25 atau pola sambungan pada plat tidak benar-benar persegi atau persegi panjang.
- b. Pelat yang sambungan tidak sejalur (*mismatched joints*).
- c. Pelat dengan berlobang (*pits or structures*).

2.5 Metode Surface Distress Index (SDI)

Sistem penilaian kondisi perkerasan jalan berbasis visual yang dikenal dengan *Surface Distress Index* (SDI) dapat dijadikan acuan dalam upaya pemeliharaan. Jalan yang perlu disurvei harus dibagi menjadi beberapa segmen sebelum metode SDI dapat digunakan di lapangan. Dengan menjumlahkan semua nilai kerusakan perkerasan jalan yang diketahui, maka nilai kondisi jalan ditentukan berdasarkan nilai masing-masing jenis kerusakan yang ditemukan. Semakin tinggi angka kerusakan kumulatif, semakin buruk kondisi jalan sehingga memerlukan pemeliharaan yang lebih baik. (Yastawan et al., 2021)

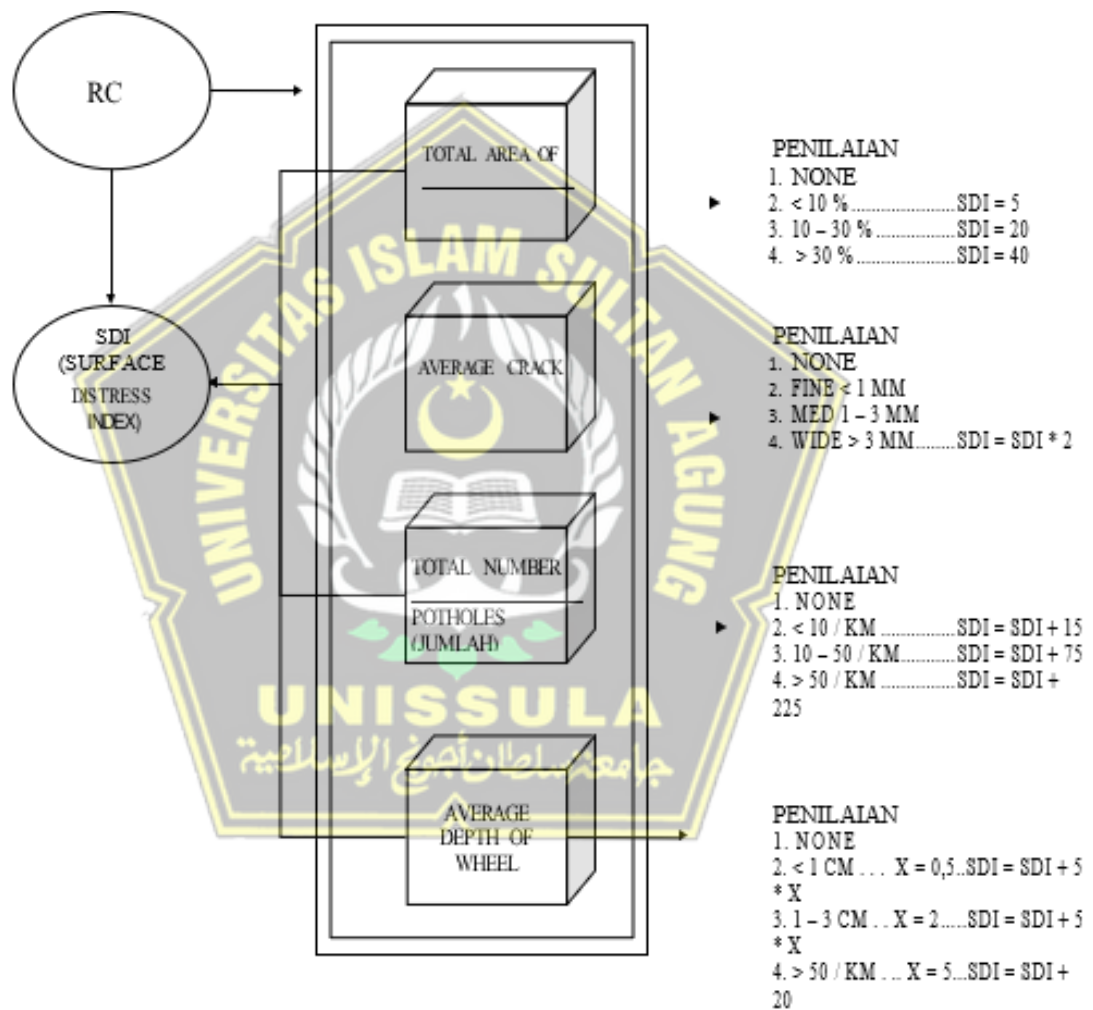
Skala kinerja jalan yang disebut *Surface Distress Index* (SDI) berasal dari pengamatan visual kerusakan jalan berbasis lapangan. Kondisi retak permukaan jalan (luas total dan lebar retak rerata), kerusakan lain (jumlah lubang per 200 m panjang jalan), dan bekas roda/rutting (kedalaman) merupakan faktor yang mempengaruhi indeks SDI.

Surface Distress Index (SDI), parameter yang mengukur keadaan fungsional permukaan jalan berdasarkan metode *Highways*, dihitung menggunakan beberapa data yang diperoleh dari alat tersebut. Beberapa data survei digunakan untuk menghitung nilai SDI. Tujuan penelitian ini antara lain untuk mengevaluasi nilai SDI dalam kaitannya dengan sumber perolehan data, sistem pengolahan data, dan hasil yang dicapai.

Saat ini sudah ada berapa metode dan alat yang dipakai dalam pelaksanaan survei kondisi jalan. Salah satu metode yang mulai dilakukan di Indonesia adalah Hawkeye Instrument yang menggunakan alat Hawkeye untuk deteksi secara dini

kerusakan jalan melalui survei pemantauan. Perkerasan jalan diharapkan menjadi lebih baik efektivitas dan efisiensi kegiatan ini.

Untuk menghitung nilai SDI menurut RCS atau SKJ hanya dibutuhkan 4 unsur yang berfungsi sebagai dukungan yaitu : pertama % luas retak, kedua rata-rata lebar retak, ketiga jumlah lubang/km, dan yang keempat rata-rata kedalaman rutting bekas roda. Perhitungan nilai *Surface Distress Index* (SDI) dapat diperoleh pada gambar 2.8.



Gambar 2.8 Diagram Alir Perifungal SDI

Sumber : Bina Marga, 2011

Berikut merupakan penjelasan dari gambar di atas:

1. Permukaan perkerasan

a. Susunan

1). Baik/rapat

Permukaan jalan halus dan rata seperti sebaran material segar yang dicampur di lokasi pencampuran misalnya Laston atas, Lataston atau Laston.

2). Kasar

Kondisi permukaan jalan lebih kasar dengan bebatuan yang menonjol melalui bahan-bahan pengikatnya (aspal).

Untuk lebih jelas susunan permukaan dapat dilihat pada Tabel 2.7

Tabel 2.7 Susunan Permukaan Perkerasan

Susunan	Bobot
Baik/rapat	1
Kasar	2

Sumber : Bina Marga, 2011

b. Kondisi/keadaan

1). Baik/tidak ada keanehan

Permukaan jalan datar tanpa deformasi atau penurunan

2). Aspal yang berlebihan

Tidak ada batu yang terlihat di permukaan jalan yang licin dan mulus. Permukaan seperti ini menjadi lengket dan lunak saat cuaca panas.

3). Lepas-lepas

Pada permukaan perkerasan banyak batu yang terlepas tanpa bahan pengikat aspal karena banyak bahan pengikat aspal yang tidak mengikat agregat batu..

4). Hancur

Pengikat aspal hilang, dan permukaan jalan hancur seluruhnya. Jalanan terlihat seperti jalan berkerikil dengan sedikit aspal masih di permukaan karena banyak batu dengan berbagai ukuran yang jatuh dari permukaan.

Kondisi permukaan perkerasan dapat kita lihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8 Kondisi/keadaan Permukaan Perkerasan

Kondisi/keadaan	Bobot
Bagus	1
Aspal yang berlebih	2
Lepas-lepas	3
Hancur	4

Sumber : Bina Marga, 2011

c. Penurunan

Penurunan muka jalan merupakan penurunan permukaan pekerasan secara lokal dan umumnya terjadi dalam bentuk yang tidak beraturan. Kategori penurunan mencakup pengurangan bobot roda kendaraan, yang menjadi perhitungan yaitu %luas bidang yang mengalami penurunan terhadap luas total permukaan sepanjang 200 m. Untuk persentase luas penurunan dapat dilihat pada Tabel 2.9.

Tabel 2.9 Persentase Penurunan Permukaan Perkerasan

Penurunan	Bobot
Tidak ada	1
<10 % luas	2
10-30 % luas	3
>30% luas	4

Sumber : Bina Marga, 2011

d. Tambalan

Kondisi permukaan perkerasan yang mengalami lubang, penurunan, dan retak-retak telah diratakan/diperbaiki dengan material batu, aspal, atau bahan agregat lainnya disebut tambalan. Persentasi luas area tambalan terhadap total luas permukaan jalan sepanjang 200 m adalah yang terpenting. Persentase luas tambalan dapat dilihat pada Tabel 2.10.

Tabel 2.10 Persentase Tambalan Permukaan Perkerasan

Tambalan	Bobot
Tidak ada	1
<10 % luas	2
10-30 % luas	3
>30% luas	4

Sumber : Bina Marga, 2011

2. Retak-retak

a. Jenis retakan

- 1). Tak memiliki retakan
- 2). Tidak ada hubungan

Retak adalah garis berbentuk tidak beraturan dengan panjang dan arah berbeda yang memanjang atau melintang permukaan perkerasan .

- 3). Saling berhubungan (Berbidang luas)

Retakan yang saling berhubungan berbentuk pola luas yang mencakup pola retak melintang dan membujur.

- 4). Saling berhubungan (Berbidang sempit)

Retakan yang saling berhubungan berbentuk pola dengan bidang yang sempit atau kecil termasuk retak kulit buaya dan retakan sejenis.

Tabel 2.11 Jenis Retakan Permukaan Perkerasan

Jenis Retakan	Bobot
Tidak ada	1
Tidak berhubungan	2
Saling berhubungan (Berbidang luas)	3
Saling berhubungan	4

Sumber : Bina Marga, 2011

b. Lebar retakan

Jarak yang diukur pada permukaan perkerasan antara dua bidang retak adalah lebar retak. Tabel 2.12 menggambarkan distribusi berat lebar retak. Tabel 2.12 Lebar Retakan Permukaan Perkerasan

Lebar Retakan	Bobot	Kondisi
Tidak ada	1	-
< 1 mm	2	Halus
1 – 5 mm	3	Sedang
>5 mm	4	Lebar

Sumber : Bina Marga, 2011

c. Luas retakan

Daerah retak adalah bagian permukaan jalan yang retak yang dinyatakan sebagai persentase dari total luas permukaan ruas jalan sepanjang 200 meter, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.13.

Tabel 2.13 Luas Retakan Permukaan Perkerasan

Luasan Retak	Bobot
Tidak ada	1
<10 % luas	2
10 – 30 % luas	3
>30% luas	4

Sumber : Bina Marga, 2011

3. Lubang

a. Jumlah lubang

Merupakan banyaknya lubang yang ada diatas permukaan jalan yang disurvei sepanjang 200 m. Dapat dilihat pada Tabel 2.14

Tabel 2.14 Jumlah lobang Permukaan Perkerasan

Jumlah Lobang	Bobot
Tidak ada	1
Kurang 10 / 200 m	2
10-50 / 200 m	3
Tidak lebih 50 / 200 m	4

Sumber : Bina Marga, 2011

b. Ukuran lubang

merupakan perkiraan yang representative dari rata-rata ukuran lubang pada bentang jalan sepanjang 200m. yang disurvei berupa Ukuran lebar dan kedalaman lubang dibatasi pada Tabel 2.15

Tabel 2.15 Ukuran Lebar dan Kedalaman Perkerasan

Lebar dan Kedalaman	Ukuran	Keterangan
Kecil	Diameter	< 0.5 m
Lebar	Diameter	≥ 0.5 m
Dangkal	Kedalaman	< 5 cm
Dalam	Kedalaman	≥ 5 cm

Sumber : Bina Marga, 2011

4. Bekas roda (penurunan akibat beban roda kendaraan) atau *wheel ruts*

Bekas roda adalah penurunan yang disebabkan oleh beban pada roda kendaraan pada permukaan jalan. Beban roda kendaraan dapat berupa tonjolan dan cekungan yang tersebar luar di permukaan jalan, berbeda dengan bekas roda. Bekas roda dapat dilihat pada Tabel 2.16.

Tabel 2.16 Bekas Roda Permukaan Perkerasan

Bekas Roda	Bobot
Tidak ada	1
< 1 cm dalam	2
1 – 3 cm dalam	3
>3 cm dalam	4

Sumber : Bina Marga, 2011

Evaluasi keadaan jalan dapat dilakukan dengan menjumlahkan semua nilai kerusakan perkerasan yang telah dicatat dengan menggunakan observasi yang didasarkan pada Bina Marga (2011) dan menentukan nilai masing-masing jenis kerusakan yang telah teridentifikasi. Terlihat bahwa nilai kondisi jalan meningkat seiring dengan jumlah kerusakan kumulatif yang menunjukkan bahwasannya jalan itu dalam kondisi yang buruk dan memerlukan perawatan yang lebih baik.

Persentase luas retak (%), lebar retak rerata (mm), jumlah lubang per 200m, dan rerata kedalaman alur (cm) adalah empat variabel utama yang akan dipertimbangkan saat menghitung metode SDI. Perhitungan SDI ditunjukkan di bawah ini.

Perhitungan indeks SDI diakumulasikan berdasarkan kerusakan pada jalan agar kemudian dapat diketahui kondisi jalan yang ditetapkan seperti pada tabel 2.17.

Tabel 2.17 Kondisi jalan berdasarkan indeks SDI

Kondisi Jalan	SDI
Baik	<50
Sedang	50 – 100
Rusak Ringan	100 - 150
Rusak Berat	>150

Sumber : Bina Marga, 2011

Dari kondisi jalan berdasarkan index SDI diputuskan kondisi jalan berdasarkan dari Direktorat Bina Marga yang tercantum di tabel 2.17 dan berikut adalah perhitungan nilai SDI yang sudah ditetapkan antara lain:

1. Menentukan SDI1 (luas retak)

Perhitungan SDI1 dilakukan pada tiap 200m, maka untuk interval jarak tersebut persentase total luas area retak yang di dapat dari survei di lapangan. Nilai total luas retak dapat dilihat pada Persamaan 2.13 di bawah ini.

$$\% \text{ Luas retak} = L / (200 \times B) \times 100 \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana : L = luas total retak (m²)
 B = lebar jalan (m)

Setelah mendapat persentase retak, lalu memasukkan bobot seperti Tabel 2.13 di atas. Berikut adalah perhitungan SDI1.

- a. Tidak ada
- b. Luas retak < 10 %, maka SDI1 = 5
- c. Luas retak 10 – 30 %, maka SDI1 = 20
- d. Luas retak > 30 %, maka SDI1 = 40

2. Menentukan nilai SDI2 (lebar retak)

Setelah didapat nilai SDI1, seterusnya adalah mencari nilai SDI2 dengan menentukan bobot total lebar retak seperti yang terpampang pada Tabel 2.12. Kemudian nilai SDI1 dimasukkan dalam perhitungan seperti yang tertera di bawah ini.

- a. Tidak ada
- b. Lebar retak < 1 mm (halus), maka SDI2 = SDI1
- c. Lebar retak 1 – 5 mm (sedang), maka SDI2 = SDI1
- d. Lebar retak > 5 mm (lebar), maka SDI2 = SDI1 x 2

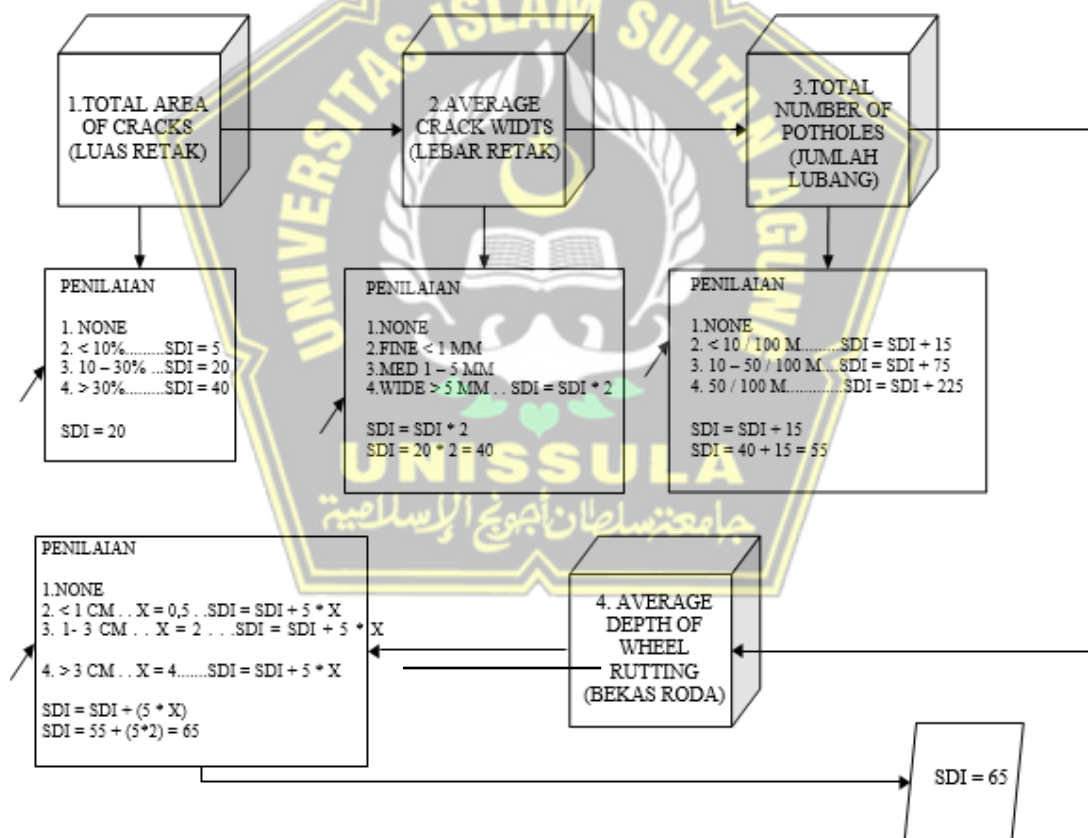
3. Menentukan nilai SDI3 (jumlah lubang)

Setelah mendapat nilai SDI2 (lebar retak), selanjutnya nilai SDI2 dimasukkan kedalam perhitungan SDI3 (jumlah lubang). Berikut hitungan SDI3 berdasarkan bobot seperti yang sudah dicantumkan pada Tabel 2.14.

- a. Tidakada
 - b. Jumlah lubang $< 10/200$ m, maka $SDI3 = SDI2 + 15$
 - c. Jumlah lubang $10 - 50/200$ m, maka $SDI3 = SDI2 + 75$
 - d. Jumlah lubang $> 50/200$ m, maka $SDI3 = SDI2 + 225$
4. Menentukan SDI4 (kedalaman bekas roda)

Setelah mendapat bobot nilai SDI4 seperti pada Tabel 2.16, maka selanjutnya memasukkan nilai SDI3 kedalam perhitungan berikut.

- a. Tidak ada
- b. Kedalaman bekas roda < 1 cm ($X=0,5$), maka $SDI4 = SDI3 + 5 \times X$
- c. Kedalaman bekas roda $< 1 - 3$ cm ($X=2$), maka $SDI4 = SDI3 + 5 \times X$
- d. Kedalaman bekas roda > 3 cm, maka $SDI4 = SDI3 + 20$



Gambar 2.9 Tahapan Perhitungan Nilai SDI

Sumber : Bina Marga, 2011

2.6 Lapisan Perkerasan

Lapisan yang telah dipadatkan di atas tanah dasar dan berfungsi untuk memikul beban dan menyebarkan beban lalu lintas dianggap perkerasan jalan. baik secara horizontal maupun vertikal, dan kemudian membawa beban sampai ke tanah dasar sehingga beban di tanah dasar tidak melampaui kemampuan tanah. Satu atau lebih lapisan batuan dan bahan penghubung membentuk lapisan perkerasan jalan. Berbagai fraksi batuan penyusun material batuan dapat direncanakan sedemikian rupa sehingga memenuhi persyaratan. Lapisan perkerasan jalan dibagi menjadi dua kategori berdasarkan bahan pengikatnya: lapisan perkerasan lentur dan lapisan perkerasan kaku. (Masherni et al, 2020)

2.6.1 Lapisan Perkerasan Lentur (*flexible Pavement*)

Karena perkerasan terdiri dari campuran aspal dan material, dalam prihal agregat yang bersipat lentur atau tidak kaku, maka perkerasan lentur biasanya ditujukan untuk jalan yang melayani bobot lalu lintas ringan-sedang, seperti jalan perkotaan (Tenriajeng, 2002). Menurut (Sukirman, 2010), beban lalu lintas dipikul dan disalurkan ke tanah dasar oleh lapisan perkerasan.

Ada empat lapisan perkerasan lentur jalan raya, dan semakin rendah daya dukungnya, semakin buruk: yaitu:

- a. lapisan permukaan (*surface course*)
- b. lapisan pondasi atas (*base course*)
- c. lapisan pondasi bawah (*subbase course*) dan
- d. lapisan tanah dasar (*subgrade*)

Jenis struktur perkerasan yang diterapkan dalam desain menurut Manual Desain Perkerasan Jalan No.04/SE/Db/2017 terdiri atas 3 jenis seperti ditampilkan pada Gambar 2.10.

1. Perkerasan Lentur pada Permukaan Tanah Asli (At Grade)



2. Perkerasan Lentur pada Timbunan



3. Perkerasan Lentur pada Galian



Gambar 2.10 Komponen struktur perkerasan lentur

Sumber: Manual Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017

2.6.1.1 Lapisan Permukaan (Surface Course)

Fungsi lapisan paling atas, yang dikatakan sebagai lapisan permukaan (*surface course*) adalah sebagai berikut ini.

- Untuk menahan beban roda selama umur layanannya, lapisan perkerasan penahan beban roda harus memenuhi persyaratan stabilitas yang tinggi..
- Lapisan penahan air hujan yang jatuh di atasnya tidak menembus ke lapisan dibawahnya dan melemahkannya.
- Lapis aus (*wearing course*), gesekan yang disebabkan oleh rem kendaraan membuatnya mudah aus.
- Lapisan yang dirancang untuk mendistribusikan beban roda ke lapisan bawah, hingga lapisan lain dengan daya dukung yang lebih buruk dapat dipikul.

Dalam kebanyakan kasus, bahan untuk lapisan permukaan sama dengan bahan untuk lapisan dasar atau pondasi dengan persyaratan lebih tinggi. Selain memberikan pereda tegangan tarik, yang berarti meningkatkan daya dukung

lapisan terhadap beban roda, penggunaan bahan aspal diperlukan agar lapisan kedap air. Untuk mendapatkan hasil maksimal dari uang yang dikeluarkan, bahan lapisan permukaan harus dipilih dengan mempertimbangkan kegunaan, masa pakai desain, dan tahapan konstruksi.

2.6.1.2. Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*)

Lapisan struktur perkerasan jalan di bawah lapisan permukaan dan di atas lapisan pondasi bawah (*subbase*) atau langsung di atas lapisan tanah dasar (*subgrade*) jika tidak ada lapisan pondasi bawah yang digunakan disebut lapisan atas (*base course*). Karena berada tepat di bawah permukaan perkerasan, lapisan ini mengalami tekanan paling besar dan menerima beban paling banyak. Akibatnya, bahan konstruksi yang digunakan harus memiliki kualitas setinggi mungkin dan pekerjaan harus dilakukan dengan hati-hati. Lapis pondasi atas mempunyai fungsi yaitu:

- a. Sebagai komponen konstruksi perkerasan yang menyalurkan beban roda ke lapisan di bawahnya dengan menahan gaya melintang, dan
- b. Sebagai perletakan pada lapisan permukaan.

Agar lapisan dasar mampu menahan beban roda, bahannya harus cukup kuat dan tahan lama. Investigasi dan pertimbangan terbaik harus diberikan pada persyaratan teknis sebelum memilih bahan pondasi. Batu pecah, krikil hancur yang distabilkan dengan aspal, pozzolan, kapur, semen, semua dapat digunakan sebagai lapisan pondasi jika CBRnya lebih besar dari 50% dan Indeks Plastisitas (PI) kurang dari 4%.

2.6.1.3. Lapisan Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

Bagian struktur perkerasan lentur antara *subgrade* lapisan tanah dasar dan lapisan pondasi dikenal sebagai lapisan *subbase course* pondasi bawah. Ini biasanya terdiri dari lapisan material (*granular material*) butiran padat distabilkan atau tidak distabilkan. Lapis pondasi bawah berfungsi :

- a. Bagian komponen konstruksi perkerasan untuk mendukung dan mendistribusikan beban roda ke tanah dasar dan lapisan ini harus memiliki CBR kurang dari 20% dan Indeks Plastisitas kurang dari 10%.

- b. Mencapai efisiensi penggunaan material dengan memanfaatkan material murah secara efektif untuk mengurangi ketebalan lapisan atas (menghemat harga konstruksi),
- c. Lapisan peresapan yang mencegah air tanah terkumpul di pondasi,
- d. Lapisan pertama, untuk memastikan kelancaran alur kerja. Hal ini karena kondisi di lapangan yang mengharuskan (*subgrade*) tanah dasar untuk segera terlindung dari pengaruh cuaca, atau karena kapasitas (*subgrade*) yang terbatas untuk menopang roda alat berat.
- e. Mencegah partikel – partikel tanah dasar memasuki pondasi atas.

2.6.1.4. Lapisan Tanah Dasar (*Subgrade*)

Istilah "*subgrade*" mengacu pada lapisan tanah dengan ketebalan antara 50 dan 100 centimeter dan akan berfungsi sebagai pondasi untuk lapisan *subbase*. Tanah ini dapat berupa tanah padat asli atau tanah yang distabilkan dengan kapur atau bahan lain.

Sifat dan daya dukung tanah dasar sangat mempengaruhi kekuatan dan ketahanan konstruksi perkerasan jalan. Berikut ini adalah beberapa masalah mendasar yang khas dengan tanah: :

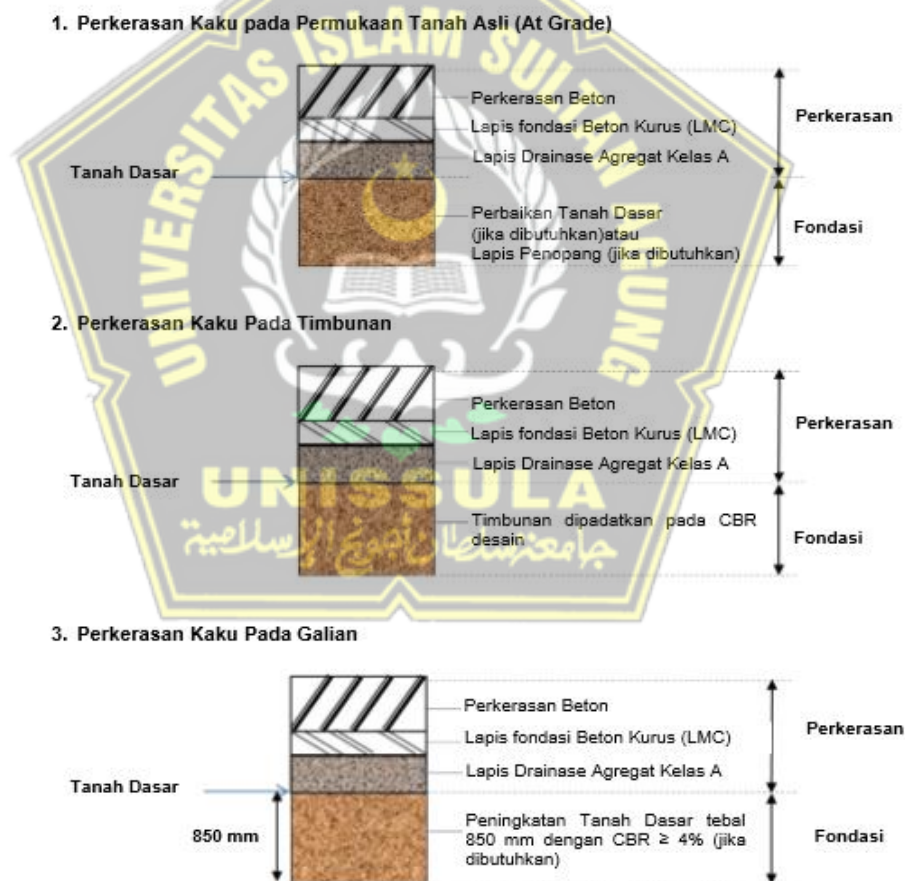
- a. Deformasi permanen jenis tanah tertentu (perubahan bentuk tetap) sebagai penyebab beban lalu lintas. Jalan akan rusak jika terjadi perubahan bentuk yang signifikan. Tanah dengan plastisitas tinggi lebih cenderung berubah bentuk. Penting untuk mempertimbangkan lapisan tanah lunak di bawah tanah dasar. Perubahan bentuk tanah dapat diindikasikan dengan nilai nilai CBR untuk tanah dasar.
- b. Kemampuan tanah untuk mengembang dan mengerut ketika kadar air berubah. Dengan memadatkan tanah dengan jumlah air yang sesuai untuk mencapai kerapatan tertentu, hal ini dapat dikurangi dan perubahan volume yang mungkin terjadi dapat dikurangi. Kandungan air lapisan tanah dasar tidak dapat berubah jika ada kondisi drainase yang baik.
- c. Akibat konstruksi atau pada daerah dan jenis tanah yang sangat berbeda sifat dan letaknya, daya dukung tanah tidak merata dan sulit ditentukan secara pasti. Dengan membagi jalan menjadi beberapa segmen berdasarkan berbagai sifat tanah, pendekatan yang berbeda untuk merencanakan

ketebalan perkerasan dapat dilakukan.

- d. Lendutan dan lendutan balik untuk jenis tanah tertentu selama dan setelah pembebanan lalu lintas
- e. Pemadatan tambahan yang disebabkan oleh beban lalu lintas dan penurunan permukaan tanah sebagai akibat, khususnya tanah granular yang tidak dipadatkan dengan baik selama konstruksi.

2.6.2 Lapisan Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Perkerasan kaku terbuat dari perkerasan yang menggunakan semen portland sebagai pengikat untuk mengikat pelat beton tipis yang digunakan sebagai lapisan pondasi atau sebagai lapisan permukaan sekaligus. (Sukirman, 2010).



Gambar 2. 11 Susunan Kontruksi Perkerasan Kaku

Sumber: Manual Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017

Pelat beton menyediakan sebagian besar daya dukung perkerasan di perkerasan beton semen. Kekuatan dan daya tahan perkerasan beton semen sangat dipengaruhi oleh sifat tanah dasar, daya dukung, dan keseragaman.

Kepadatan, perubahan kadar air selama periode layanan, dan kadar air pemadatan merupakan pertimbangan penting.

Pada perkerasan beton semen, lapis pondasi bawah (*subbase*) bukan merupakan komponen utama yang menanggung beban, tetapi mempunyai fungsi lain seperti :

- a. Mengelola pengembangan dan penyusutan tanah dasar
- b. Menghentikan pemompaan dan intrusi di tepi pelat, retakan, dan sambungan.
- c. Menstabilkan dan menopang pelat secara merata
- d. Selama pelaksanaan, sebagai perkerasan lantai kerja.

Di daerah pedesaan atau perkotaan di mana area tersebut tidak terganggu secara signifikan oleh pelaksanaannya, perkerasan kaku akan lebih mahal dari pada perkerasan lentur. Untuk jalan perkotaan dengan akses terbatas untuk kendaraan yang sangat berat, perkerasan kaku mungkin merupakan pilihan yang lebih murah. Jika ruang terbatas, memasang perkerasan kaku akan lebih cepat dan lebih mudah daripada memasang perkerasan lentur..

2.7 Penggantian Perkerasan Aspal Lama Dengan Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Pedoman Perencanaan Perkerasan Beton Semen (Pd-T-14-2003) menyatakan bahwa jumlah sumbu kendaraan niaga pada lajur rencana selama umur rencana digunakan untuk menghitung beban lalu lintas rencana perkerasan beton semen. Menggunakan data atau data terbaru dari dua tahun terakhir, lalu lintas harus dianalisis menggunakan perhitungan volume lalu lintas dan konfigurasi gardan. Perencanaan perkerasan beton semen hanya mempertimbangkan kendaraan dengan berat total minimal 5 ton. Ada empat jenis kelompok sumbu dalam konfigurasi sumbu perencanaan: (KemenPUPR, 2003)

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

Untuk jalan dengan lalulintas rendah, jika data lalu lintas tidak tersedia atau diperkirakan terlalu rendah untuk mendapatkan desain yang aman, maka nilai perkiraan dalam table 2.18 dapat di gunakan.

Tabel 2.18 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/ Kendaraan Berat	Kumulatif HVAG	ESA/HVAG (over-loaded)	Lalu lintas desain Indikatif (Pangkat 4) Overloaded
Jalan desa minor dengan akses kendaraan berat terbatas	30	3	20	1	22	2	14.454*	3,16	$4,5 \times 10^4$
Jalan kecil dua 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 kuari	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	5×10^6

Sumber: 04/SE/Db/2017

Sesuai dengan Pedoman Desain Perkerasan jalan No. 04/SE/Db/2017, untuk menentukan ketebalan perkerasan kaku untuk jalan dengan lalu lintas rendah (jalan desa, lokal, kolektor). bisa dilihat Tabel 2.19. (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017)

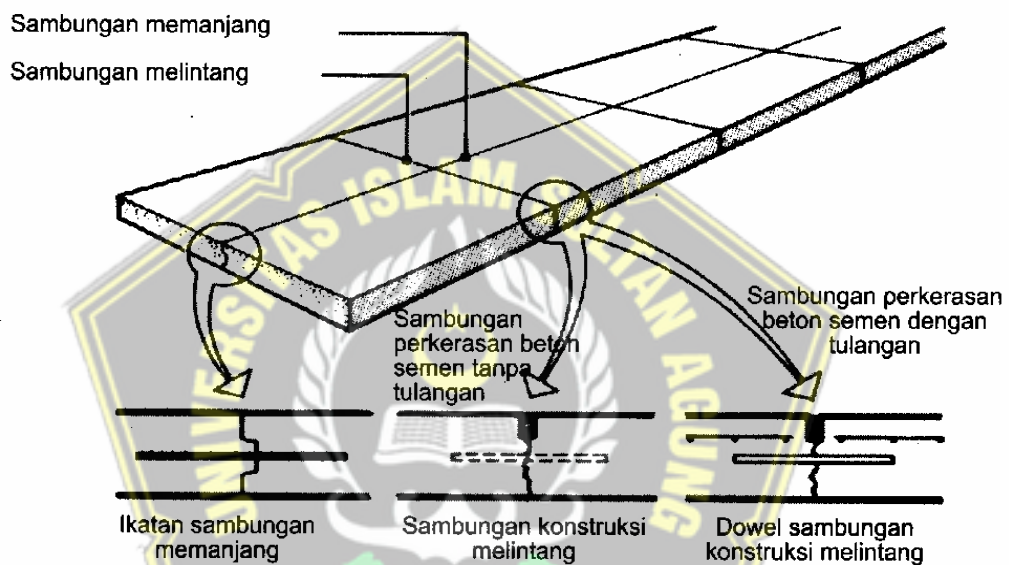
Tabel 2.19 Perkerasan Kaku Untuk Jalan Dengan Beban Lalu Lintas Rendah

Tanah dasar	Tanah lunak dengan lapis penopang		Dipadatkan normal	
Bahu terikat	Ya	Tidak	Ya	Tidak
Tebal pelat beton				
Akses terbatas hanya mobil penumpang dan motor	160	175	135	150
Dapat di akses oleh truk	180	200	160	175
Tulangan distribusi retak	ya		Ya jika daya dukung pondasi tidak seragam	
Dowel	tidak di butuhkan			
LMC	tidak di butuhkan			
Lapis pondasi kelas A 30 mm	125 mm			
Jarak sambungan transversal	4 m			

Sumber: 04/SE/Db/2017

Menurut Suryawan (2013), sambungan diperkerasan beton dimaksudkan untuk mempersiapkan area muai dan kontraksi beton akibat tegangan akibat gesekan, persyaratan konstruksi, dan perubahan lingkungan (suhu dan kelembaban).

Sambungan perkerasan beton terdiri dari dua jenis: sambungan melintang dan sambungan memanjang. Sambungan melintang dimaksudkan untuk mengakomodasi pembengkakan dan penyusutan longitudinal plat, sedangkan sambungan memanjang dimaksudkan untuk mengakomodasi ketahanan plat beton. Gambar 2.10 menggambarkan skema koneksi.



Gambar 2.12 Sambungan Pada Konstruksi Perkerasan Kaku

Berikut penjelasan karakteristik dan fungsi masing – masing sambungan.

- a. Sambungan melintang:
 1. Dikenal juga sebagai dowel,
 2. Berfungsi sebagai pemindah beban dan alat geser,
 3. Panjang 45 centimeter dengan jarak antar jari-jari 30 centimeter, dan berbentuk polos atau disebut juga "ruji polos".
 4. Tulangan direkatkan pada beton pada satu sisi, dan sisi lainnya perlu dicat/dilapisi dengan bahan anti lengket untuk mencegah terjadinya ikatan dengan beton., dan
 5. Terletak sejajar dengan sumbu jalan di tengah pelat tebal. Berdasarkan Tabel 2.20 pada Pd T-14-2003 diameter ruji dipengaruhi oleh tebal pelat beton.

Tabel 2.20 Diameter Ruji

No	Tebal 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. Dikenal sebagai tie bar.
2. Berfungsi sebagai alat pemutar dan penggeser.
3. Berbentuk kevil, dan ulir/*deformed*.
4. Terlekat pada pelat beton di kedua sisi.
5. Terletak tegak lurus dengan sumbu jalan dan di tengah pelat beton tebal.
6. Persamaan (2.8) dan (2.9) memungkinkan perhitungan luas tulangan memanjang.

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

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

Dengan pengertian:

A_t = Luas penampang tulangan per meter panjang sambungan (mm²),

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.

2.8 Analisis Biaya

Menurut Waluyo dkk. (2008), kegiatan estimasi merupakan salah satu proses utama dalam proyek konstruksi untuk menentukan “Berapa dana yang harus disediakan untuk sebuah bangunan?” Sebuah proyek konstruksi biasanya memiliki biaya yang signifikan. Para pihak dalam perjanjian ini akan menderita akibat kesalahan/ketidak tepatan dalam penyediaannya. Berdasarkan analisis, jumlah uang yang diperlukaakan untuk upah dan bahan tenaga kerja, serta biaya lain terkait dengan pelaksanaan pekerjaan diperhitungkan dalam anggaran bangunan atau proyek. Jumlah per setiap volume dikalikan dengan harga satuan pekerja yang bersangkutan adalah biaya atau anggaran, dan rumus berikut dapat digunakan untuk menentukan rencana anggaran pekerjaan tersebut:

Harga satuan bahan dan upah tenaga kerja berbeda-beda di setiap daerah, jadi $RAB = (Volume \times \text{Harga satuan pekerjaan})$ Oleh karena itu, harga satuan bahan dan upah tenaga kerja di pasar dan lokasi pekerjaan harus dijadikan pedoman dalam perhitungan dan penganggaran untuk biaya pekerjaan. Memahami proses konstruksi secara keseluruhan, termasuk jenis alat yang dibutuhkan dan ketersediaannya, merupakan prasyarat untuk memperkirakan anggaran biaya. Berikut ini adalah faktor lain yang mempengaruhi dalam pembuatan anggaran biaya adalah:

- a. produktivitas tenaga kerja,
- b. ketersediaan material,
- c. ketersediaan peralatan,
- d. cuaca,
- e. jenis kontrak,
- f. masalah kualitas,
- g. etika,
- h. sistem pengendalian, dan
- i. kemampuan manajemen

Administrasi perkantoran, kebutuhan komunikasi, mobil, pajak, dan biaya lainnya juga dihitung sebagai biaya operasional untuk mensupport penyelesaian pekerjaan tersebut. dapat diperkirakan maksimal 15% sebagai laba dan overhead yang wajar untuk pekerjaan konstruksi. (Perpres No.70, 2012).

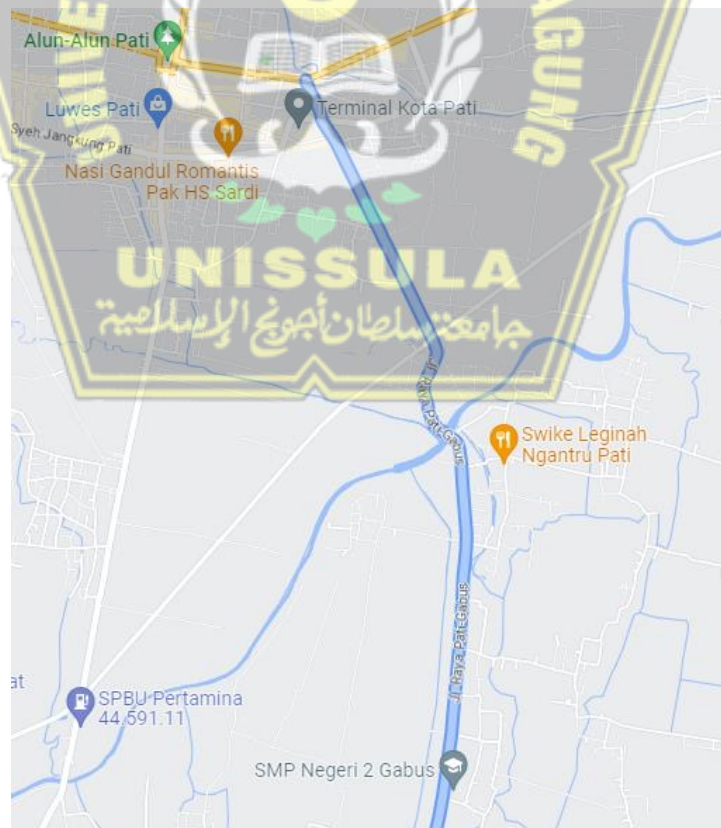
BAB III

METODE PENELITIAN

Bab tiga menjelaskan metode penelitian atau prosedur bagaimana penelitian analisis perbaikan perkerasan jalan dilakukan dan analisis biayanya ini dilaksanakan yang meliputi metode penelitian, analisis data dan diagram alir penelitian.

3.1 Lokasi Penelitian

Ruas Jalan Pati-Gabus yang memiliki panjang jalan 2,6 kilometer menjadi subjek penelitian ini. Ruas jalan Pati-Gabus tergolong jalan kelas III menurut fungsinya, yang meliputi jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui oleh kendaraan bermotor dengan lebar tidak lebih dari 2.100 milimeter, panjang tidak lebih dari 9.000 milimeter, dan ukuran maksimum 3.500 milimeter. dan gardan dengan beban terberat, 8 ton. Adapun batas wilayah sebagai berikut :



Gambar 3.1 Ruas Jalan Pati – Gabus

Sumber : Maps, 2022.

3.2 Data Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif, dengan fokus pada permasalahan yang saat ini mempengaruhi kondisi lalu lintas di lokasi penelitian untuk mendapatkan data akurat yang sesuai dengan fakta tanpa dilebih-lebihkan.

3.2.1 Survey Pendahuluan

Berikut adalah ruang lingkup survei pendahuluan yang direncanakan :

- a. Meneliti lokasi rencana trase jalan serta daerah sekitarnya dari perspektif sosial ekonomi dan geografis secara umum,
- b. Di lokasi pekerjaan, mengumpulkan foto-foto sebagai dokumentasi,
- c. Mengamati badan jalan, bahu jalan, dan fasilitas pelengkap untuk mengumpulkan informasi tentang kondisi perkerasan saat ini.

3.2.2 Pengumpulan Data

Ada dua jenis sumber data: data primer dan data sekunder. Data primer adalah informasi yang dikumpulkan langsung dari lapangan atau hasil penelitian, sedangkan data sekunder adalah informasi yang dikumpulkan dari sumber yang ada. Observasi atau pengamatan langsung di lapangan merupakan cara yang digunakan untuk mengumpulkan data, yang direkam dengan menggunakan kamera dan ditulis secara manual. Selain itu, data di peroleh melalui dokumen tertulis dari lembaga atau instansi yang berwenang digunakan untuk mengumpulkan data.

3.2.2.1 Pengumpulan Data Primer

Pengumpulan data primer diperoleh dari survei kondisi jalan dengan penyusuran jalan untuk mengumpulkan informasi tentang kondisi fisiknya. Inspeksi dilakukan dengan mengambil gambar kondisi jalan yang ditemukan saat survei. Ini adalah hasil investigasi ini:

1. lebar perkerasan jalan yng dihitung dalam meter.
2. Foto dokumentasi survei.
3. Jenis kerusakan jalan dan
4. Di mana letak kerusakan jalan.

3.2.2.2 Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder adalah informasi yang dikumpulkan dari instansi yang berkepentingan, seperti Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang Kabupaten Pati Bidang Bina Marga. Volume lalu lintas harian rata-rata, perkembangan lalu lintas, hasil uji CBR lapangan, dan harga satuan pekerjaan merupakan data sekunder yang diperlukan.

3.3 Cara Penelitian



Gambar 3. 2 *Hand tally counter*, meteran, sketmat

Sumber : Survey, 2022.

Untuk mengetahui tingkat kerusakan jalan dilakukan dengan cara melakukan survey secara langsung ke lokasi penelitian untuk mendapatkan data primer menggunakan alat *hand tally counter*, meteran, dan sketmat. Meteran dan sketmat digunakan untuk mengukur lebar dan kedalaman lubang kerusakan jalan sedangkan *hand tally counter* digunakan untuk menghitung LHR. Hasil data primer kemudian dianalisis sehingga mendapatkan persentase kerusakan jalan. Jenis perbaikan ditentukan melalui analisis perhitungan menggunakan metode SDI (*Surface Distress Index*). Apabila nilai SDI <150 maka termasuk kategori rusak ringan sehingga jenis perbaikan yang digunakan yaitu perbaikan *overlay*, sedangkan apabila nilai SDI >150 maka termasuk kategori rusak berat sehingga jenis perbaikan yang digunakan yaitu perkerasan kaku (*Rigid Pavement*).

3.4 Metode Analisis Data

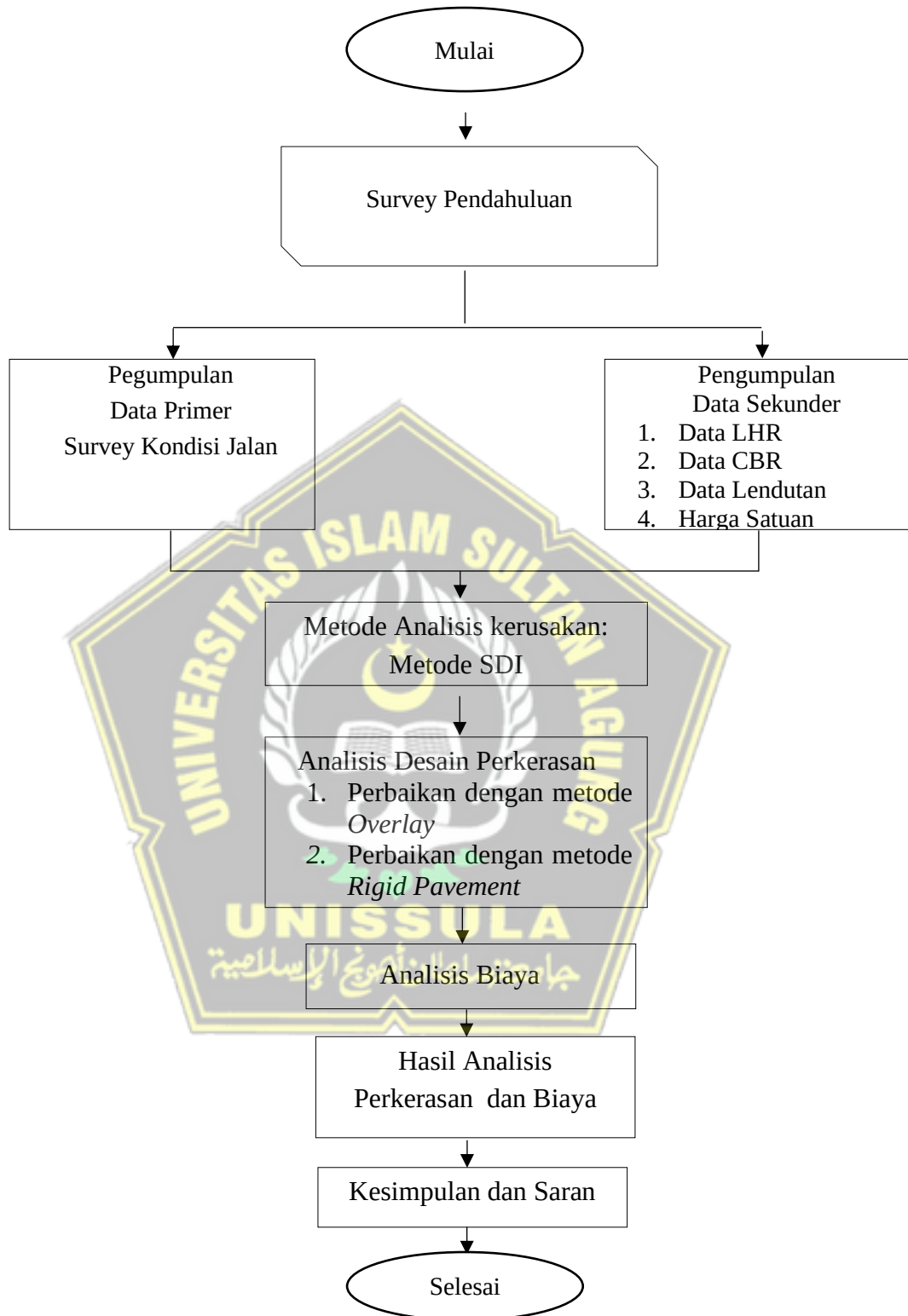
Setelah mengumpulkan data primer dan sekunder, langkah selanjutnya yaitu menggabungkan informasi yg sudah didapat untuk menentukan jenis kerusakan jalan dan menentukan desain perbaikan yang tepat. Analisis perhitungan biaya dapat dilakukan setelah diperoleh desain perkerasan yang diinginkan. Tabel teknik analisis data dapat dilihat di bawah ini.

Tabel 3.1 Teknik Analisa Data

No	Pembahasan	Metode	Data yang diperlukan		Cara memperoleh data
			Primer	Sekunder	
1	Kondisi Jalan	Survey dengan menggunakan metode SDI	1. Jenis kerusakan jalan 2. Foto dokumentasi selama survey	-	Survey Kerusakan jalan
2	Teknik peningkatan dan penanganan jalan	MDPJ No. 04/SE/Db/2017	-	1. Data LHR 2. Data CBR 3. Data lendutan	Data dari Bidang Bina Marga Kabupaten Pati
3	Analisa biaya	Analisa harga satuan pekerjaan (AHSP) Bidang Pekerjaan Umum 2022	-	Harga upah, bahan, dan alat	Satuan harga barang dan jasa Kab. Pati

Sumber : Analisa penelitian, 2022.

3.5 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.3 Diagram alir penelitian

Sumber : Analisa penelitian, 2022.

BAB IV

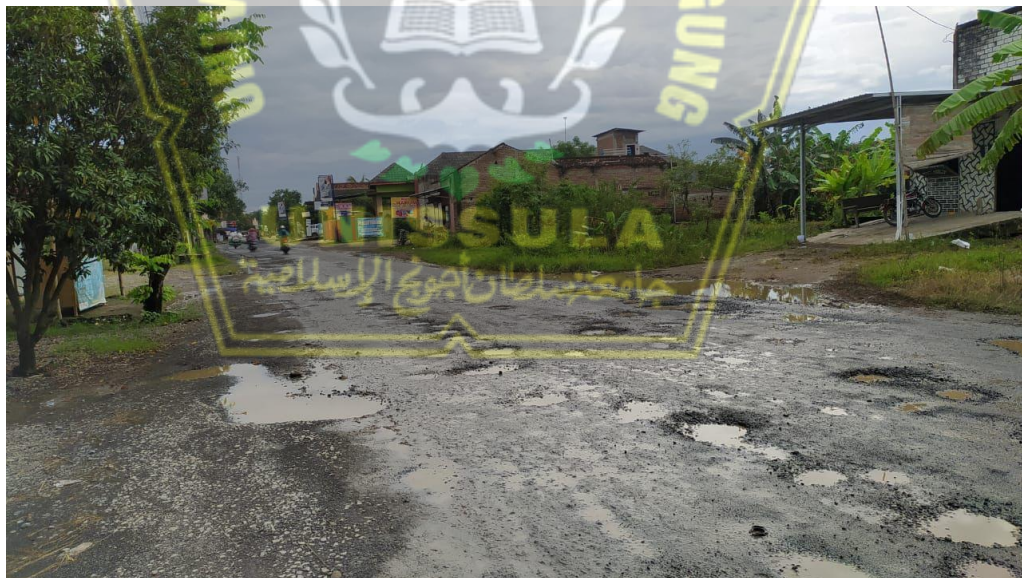
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Survey dan Pengumpulan Data

Pada tahap analisis data dan pembahasan diperlukan data-data yang didapatkan melalui survey lapangan yang merupakan data primer dan pengumpulan data dari Bidang Bina Marga Kabupaten Pati yang merupakan data sekunder.

4.1.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang didapatkan melalui survey secara langsung dilapangan yang mana dilaksanakan pada tanggal 29 Juli 2022 pada Ruas Jalan Pati – Gabus yang mempunyai lebar 4,5 m sampai 6 m, terdiri dari 1 lajur 2 arah yang mana pada STA 0+000 – STA 2+600 ruas jalannya terdapat kerusakan-kerusakan pada bagian permukaan aspal seperti gambar 4.1, dan gambar 4.2.



Gambar 4.1 Kondisi ruas jalan Pati – Gabus rusak ringan.

Sumber : Survey ruas jalan Pati-Gabus, 2022.



Gambar 4.2 Kondisi ruas jalan Pati – Gabus rusak berat.

Sumber : Survey ruas jalan Pati-Gabus, 2022.

Berdasarkan hasil survey yang telah dilakukan, maka didapatkan data sebagai berikut :

Tabel : 4.1 Kondisi Ruas Jalan Pati-Gabus

STA		Panjang Jalan (m)	Lebar Jalan (m)	Lebar Retak (mm)	Bekas Roda (cm)	Jumlah Lubang
Dari	Ke					
0	200	200	6,00	4	< 1	12
200	400	200	5,00	>5	2	11
400	600	200	5,00	>5	2	15
600	800	200	6,00	>5	2	17
800	1000	200	4,50	>5	2	37
1000	1200	200	4,50	4	> 3	56
1200	1400	200	6,00	>5	> 3	51
1400	1600	200	6,00	>5	2	55
1600	1800	200	6,00	>5	> 3	53
1800	2000	200	6,00	>5	2	51
2000	2200	200	6,00	4	2	54
2200	2400	200	6,00	>5	2	55
2400	2600	200	6,00	>5	2	52

Sumber : Survey ruas jalan Pati-Gabus, 2022.

4.1.2 Data Sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh dengan cara mengumpulkan data dari Bidang Bina Marga Kabupaten Pati yang diperoleh pada tanggal 29 Juli 2022. Data-data yang diperoleh disajikan pada tabel berikut:

a. Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

Tabel 4.1 Data lalu lintas harian tahun 2022.

No	Jam	Kendaraan Bermotor											Kendaraan Tidak Bermotor	Jumlah Total
		Motor, Scooter dan Kend. Roda 3	Sedan, Jeep, Station wagon	Oplet, Pick-Up, Combi Dan Minibus	Pick-Up, Micro Truck dan Mobil	Bus Kecil	Bus Besar	Truk 2 Sumbu 4 Roda	Truk 2 Sumbu 6 Roda	Truk 3 Sumbu	Truk Gandengan	Truk Semi Trailer		
		1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	8	
1	06 - 07	400	180	100	55	5	-	12	15	-	-	-	30	767
2	07 - 08	250	120	80	40	2	-	15	20	-	-	-	26	527
3	08 - 09	200	100	70	35	-	-	25	50	-	-	-	8	480
4	09 - 10	170	87	55	30	-	-	18	40	-	-	-	6	400
5	10 - 11	180	85	65	25	-	-	17	25	-	-	-	14	397
6	11 - 12	175	75	45	35	-	-	13	18	-	-	-	8	361
7	12 - 13	250	120	85	40	-	-	8	16	-	-	-	3	519
8	13 - 14	300	185	110	45	-	-	12	25	-	-	-	1	677
9	14 - 15	250	145	90	30	4	5	8	16	-	-	-	6	548
10	15 - 16	180	110	75	22	5	25	4	10	-	-	-	7	431
11	16 - 17	250	85	35	17	-	12	2	7	-	-	-	1	408
12	17 - 18	150	40	12	12	-	-	-	5	-	-	-	-	219
13	18 - 19	145	30	8	8	-	-	-	2	-	-	-	6	193
14	19 - 20	100	20	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	128
15	20 - 21	50	5	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58
16	21 - 22	40	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42
	Jumlah	3.090	1.389	837	398	16	42	134	249	0	0	0	116	6.271

Sumber : Bidang Bina Marga Pati, 2022.

b. Hasil Tes CBR

Nilai CBR yang merupakan hasil uji DCP digunakan untuk menghitung nilai kekuatan tanah dasar.

Tabel 4.2 Nilai CBR STA 0+000.

DATA LAPANGAN			PERHITUNGAN		
TUMBUKAN (N)	BACAAN MISTAR (mm)	PENETRASI (mm)	TUMBUKAN PER (25 mm)	NILAI CBR (%)	
				GRAFIK 1	CBR
0	5	0	0	0	0
1	15	10	2,50	22	22
2	40	35	1,43	11	11
3	60	55	1,36	10	10
4	70	65	1,54	12	12
5	78	73	1,71	14	14
6	90	85	1,76	14	14
7	100	95	1,84	15	15
8	115	110	1,82	15	15
9	130	125	1,80	15	15
10	155	150	1,67	13	13
11	175	170	1,62	13	13
12	200	195	1,54	12	12
13	235	230	1,41	11	11
14	260	255	1,37	10	10
15	290	285	1,32	10	10
16	310	305	1,31	10	10
17	330	325	1,31	10	10
18	355	350	1,29	9	9
19	380	375	1,27	9	9
20	420	415	1,20	9	9
					12,20%
Spesifikasi Tanah Dasar					6%

Sumber : Bidang Bina Marga Pati, 2022.

Berdasarkan tabel diatas didapatkan nilai CBR sebesar 12,20% sehingga hasil nilai CBR tersebut masih dalam kategori aman untuk struktur pondasi (lapisan penopang) karena spesifikasi CBR berdasarkan MDPJ No. 04/SE/Db/2017 yaitu sebesar 6%.

Tabel 4.3 Data CBR STA 1+000.

DATA LAPANGAN			PERHITUNGAN		
TUMBUKAN	BACAAN MISTAR	PENETRASI	TUMBUKAN PER	NILAI CBR (%)	
(N)	(mm)	(mm)	(25 mm)	GRAFIK 1	CBR
0	25	0	0	0	0
1	60	35	0,71	5	5
2	90	65	0,77	6	6
3	120	95	0,79	6	6
4	150	125	0,80	6	6
5	170	145	0,86	7	7
6	190	165	0,91	7	7
7	210	185	0,95	7	7
8	240	215	0,93	7	7
9	270	245	0,92	7	7
10	305	280	0,89	7	7
11	340	315	0,87	7	7
12	380	355	0,85	6	6
13	420	395	0,82	6	6
14	450	425	0,82	6	6
15	500	475	0,79	6	6
16	530	505	0,79	6	6
17	560	535	0,79	6	6
18	600	575	0,78	6	6
19	620	595	0,80	6	6
20	650	625	0,80	6	6
					6,30%
Spesifikasi			TANAH DASAR		6%

Sumber : Bidang Bina Marga Pati, 2022.

Berdasarkan tabel diatas didapatkan nilai CBR sebesar 6,30% sehingga hasil nilai CBR tersebut masih dalam kategori aman untuk struktur pondasi (lapisan penopang) karena spesifikasi CBR berdasarkan MDPJ No. 04/SE/Db/2017 yaitu sebesar 6%.

Tabel 4.4 Data CBR STA 2+600.

DATA LAPANGAN			PERHITUNGAN		
TUMBUKAN	BACAAN	PENETRASI	TUMBUKAN	NILAI CBR (%)	
(N)	(mm)	(mm)	(25 mm)	GRAFIK 1	CBR
0	30	0	0	0	0
1	50	20	1,25	9	9
2	70	40	1,25	9	9
3	100	70	1,07	8	8
4	145	115	0,87	7	7
5	160	130	0,96	7	7
6	190	160	0,94	7	7
7	220	190	0,92	7	7
8	250	220	0,91	7	7
9	280	250	0,90	7	7
10	320	290	0,86	7	7
11	340	310	0,89	7	7
12	370	340	0,88	7	7
13	410	380	0,86	7	7
14	450	420	0,83	6	6
15	480	450	0,83	6	6
16	510	480	0,83	6	6
17	530	500	0,85	6	6
18	550	520	0,87	7	7
19	560	530	0,90	7	7
20	580	550	0,91	7	7
					7,20%
Spesifikasi			TANAH DASAR		6%

Sumber : Bidang Bina Marga Pati, 2022.

Berdasarkan tabel diatas didapatkan nilai CBR sebesar 7,20% sehingga hasil nilai CBR tersebut masih dalam kategori aman karena spesifikasi CBR berdasarkan MDPJ No. 04/SE/Db/2017 yaitu sebesar 6% sehingga pada pekerjaan jalan yang direncanakan tidak perlu perbaikan tanah dasar..

c. Data Lendutan

Tabel 4.5 Data lendutan.

Ruas	STA	Panjang (km)	Lend. Max (mm)	Lend. Min (mm)	Lend. Rata-rata (mm)	Deviasi Standard (mm)	Lend. Mewakili (mm)	FK (%)
Jl.Pati-Gabus	0+000 - 2+600	2.6	1,3258	0,8686	1,1302	0,1327	1,3491	11,74

Sumber : Bidang Bina Marga Pati, 2022.

d. Data Harga Satuan

HSP didapatkan dari sumber Bidang Bina Marga Kabupaten Pati berupa Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) tahun 2022. Perekaman Analisa harga satuan terdapat pada lampiran 18 sampai lampiran 29. Berikut merupakan tabel AHSP Kabupaten Pati.

Tabel 4.6 Analisa Harga Satuan (AHSP) Kabupaten Pati.

DIVISI	NO. MATA PEMBAYARAN	JENIS PEKERJAAN	SATUAN PEMBAYARAN	HARGA SATUAN (Rp)
	a	b	c	e
DIVISI 1. UMUM				
	1.2	Mobilisasi		
	1.2	Mobilisasi	LS	32.000.000,00
DIVISI 2. SISTEM MANAJEMEN KESELAMATAN KONSTRUKSI (SMKK)				
	2.1	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas		
	2.1.(1)	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	LS	14.000.000,00
	2.2	Keselamatan dan Kesehatan Kerja		
	2.2.(1)	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	LS	17.500.000,00
	2.21	Manajemen Mutu		
	2.21	Manajemen Mutu	LS	16.800.000,00
DIVISI 6. PERKERASAN BERBUTIR DAN PERKERASAN BETON SEMEN				
	6.1.(1)	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M ³	407.168,17
	6.3.(3)	Lapis Pondasi bawah Beton Kurus (Concrete Vibrator)	M ³	1.112.659,48
DIVISI 7. PERKERASAN ASPAL				
	7.1 (1)	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	Liter	21.190,76
	7.1 (2a)	Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi	Liter	21.296,02
	7.3(5a)	Laston Lapis Aus (AC-WC)	Ton	1.262.060,20
	7.3(6a)	Laston Lapis Antara (AC-BC)	Ton	1.186.421,09
	7.3.(8)	Bahan anti pengelupasan	Kg	113.300,00
	7.7.(1)	Lapis Penetrasi Macadam	M ³	1.582.616,98
DIVISI 8. STRUKTUR				
	8.1 (5a)	Beton struktur, fc'30 MPa	M ³	1.538.216,81
	8.3 (1)	Baja Tulangan Polos-BJTP 280	Kg	17.173,75
	8.3 (2)	Baja Tulangan Sirip BJTS 280	Kg	17.173,75
DIVISI 9. PEKERJAAN HARIAN & PEKERJAAN LAIN-LAIN				
	9.2.(1)	Marka Jalan Termoplastik	M ²	125.978,45

Sumber : Bidang Bina Marga Pati, 2022.

4.2 Analisis Data

Analisis dilakukan terhadap data yang diperoleh dari survei lapangan dan bidang Bina Marga Kabupaten Pati untuk sampai pada kesimpulan yang sesuai dengan tujuan penelitian..

4.2.1 Kondisi Ruas Jalan Pati-Gabus

Berdasarkan data primer pada gambar 4.1 dan gambar 4.2 di Ruas Jalan Pati-Gabus dilakukan survey lapangan menggunakan metode analisa rusaknya jalan dan kepadatan lalu lintas. Analisa yang dilakukan menghasilkan persentase kerusakan jalan dan jumlah kendaraan yang lewat ruas jalan tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa kerusakan jalan tersebut termasuk dalam jenis kerusakan cacat permukaan sebagaimana jenis kerusakan tersebut dijelaskan pada sub bab 2.3.3. Selain itu, berdasarkan tabel 4.1 dihasilkan rekapitulasi per ruas kondisi jalan Pati-Gabus pada table 4.8 dan Hasil rekapitulasi tersebut dijelaskan pada sub bab 2.5.



Tabel 4.7 Rekapitulasi Per Ruas Kondisi Jalan Pati-Gabus

STA		Panjang (m)	Permukaan Perkerasan				Retak-Retak			Kerusakan Lain				
			Susunan	Kondisi / Keadaan	% Penurunan	% Tambalan	Jenis	Lebar	% Luas	Jumlah Lubang	Ukuran Lubang	Bekas Roda	Kerusakan Tepi	
Dari	Ke												Kanan	Kiri
			(1-2)	(1-4)	(1-4)	(1-4)	(1-4)	(1-4)	(1-4)	(1-4)	(1-5)	(1-4)	(1-3)	(1-3)
0	200	200	1	1	1	1	2	3	3	3	2	2	1	1
200	400	200	2	4	2	4	4	4	3	3	4	3	2	2
400	600	200	2	4	2	4	4	4	3	3	2	3	2	2
600	800	200	2	4	2	4	4	4	3	3	4	3	2	2
800	1.000	200	2	4	2	4	3	4	3	3	5	3	3	3
1.000	1.200	200	2	4	4	4	4	3	3	4	5	4	3	3
1.200	1.400	200	2	4	4	4	3	4	4	4	5	4	3	3
1.400	1.600	200	2	4	4	4	3	4	4	4	5	3	3	3
1.600	1.800	200	2	4	4	4	3	4	3	4	5	4	3	3
1.800	2.000	200	2	4	3	3	3	3	4	4	5	3	3	3
2.000	2.200	200	2	4	3	3	3	4	3	4	5	3	3	3
2.200	2.400	200	2	4	3	3	3	4	3	4	5	3	1	1
2.400	2.600	200	2	4	3	3	3	4	3	4	5	3	3	3

Sumber : Survey ruas jalan Pati-Gabus, 2022.

Untuk mengetahui kondisi ruas jalan Pati-Gabus ditentukan dengan menggunakan metode SDI (*Surface Distress Index*). Metode SDI merupakan penilaian kondisi jalan secara visual melalui survey kondisi jalan yang menghasilkan nilai SDI. Berikut didapatkan hasil nilai SDI berdasarkan data survey yang telah dilakukan pada table 4.1 dan tabel 4.8.

Tabel 4.8 Perhitungan nilai SDI.

STA		Retak Luas	Retak Lebar	Jumlah Lubang	Bekas Roda	Nilai SDI	Keterangan
Dari	Ke	(1)	(2)	(3)	(4)		
0	200	20	20	95	98	98	Sedang
200	400	20	40	115	125	125	Rusak Ringan
400	600	20	40	115	125	125	Rusak Ringan
600	800	20	40	115	125	125	Rusak Ringan
800	1.000	20	40	115	125	125	Rusak Ringan
1.000	1.200	20	20	245	265	265	Rusak Berat
1.200	1.400	40	80	305	325	325	Rusak Berat
1.400	1.600	40	80	305	315	315	Rusak Berat
1.600	1.800	20	40	265	285	285	Rusak Berat
1.800	2.000	40	40	265	275	275	Rusak Berat
2.000	2.200	20	40	265	275	275	Rusak Berat
2.200	2.400	20	40	265	275	275	Rusak Berat
2.400	2.600	20	40	265	275	275	Rusak Berat

Sumber : Analisis data primer, 2022.

Berikut contoh perhitungan nilai *Surface Distress Index* (SDI) per STA mengambil unit sampel ruas Jalan Pati – Gabus pada STA 0+200 – STA 0+400.

1. Luas Retak (SDI1)

- Diketahui : Panjang area retak : 9 m
Lebar area retak : 4 m
Lebar jalan : 5 m

Penyelesaian :
$$\begin{aligned} \% \text{Luas retak} &= \frac{\text{P. Retakan} \times \text{L. Retakan}}{\text{P. STA} \times \text{L. Jalan}} \times 100 \\ &= \frac{9 \times 4}{200 \times 5} \times 100 \\ &= 3,6 \% \end{aligned}$$

- Diketahui : Panjang area retak : 5,4 m
Lebar area retak : 4,8 m
Lebar jalan : 5 m

Penyelesaian : $\% \text{Luas retak} = \frac{P. \text{ Retakan} \times L. \text{ Retakan}}{P. \text{ STA} \times L. \text{ Jalan}} \times 100$
 $= \frac{5,4 \times 4,8}{200 \times 5} \times 100$
 $= 2,59 \%$

- Diketahui : Panjang area retak : 5,8 m
 Lebar area retak : 3,5 m
 Lebar jalan : 5 m

Penyelesaian : $\% \text{Luas retak} = \frac{P. \text{ Retakan} \times L. \text{ Retakan}}{P. \text{ STA} \times L. \text{ Jalan}} \times 100$
 $= \frac{5,8 \times 3,5}{200 \times 5} \times 100$
 $= 2,03 \%$

- Diketahui : Panjang area retak : 7 m
 Lebar area retak : 4,8 m
 Lebar jalan : 5 m

Penyelesaian : $\% \text{Luas retak} = \frac{P. \text{ Retakan} \times L. \text{ Retakan}}{P. \text{ STA} \times L. \text{ Jalan}} \times 100$
 $= \frac{7 \times 4,8}{200 \times 5} \times 100$
 $= 3,36 \%$

- Diketahui : Panjang area retak : 4,75 m
 Lebar area retak : 4,3 m
 Lebar jalan : 5 m

Penyelesaian : $\% \text{Luas retak} = \frac{P. \text{ Retakan} \times L. \text{ Retakan}}{P. \text{ STA} \times L. \text{ Jalan}} \times 100$
 $= \frac{4,75 \times 4,3}{200 \times 5} \times 100$
 $= 2,04 \%$

- Diketahui : Panjang area retak : 4 m
 Lebar area retak : 2,3 m
 Lebar jalan : 5 m

Penyelesaian : $\% \text{Luas retak} = \frac{P. \text{ Retakan} \times L. \text{ Retakan}}{P. \text{ STA} \times L. \text{ Jalan}} \times 100$
 $= \frac{4 \times 2,3}{200 \times 5} \times 100$
 $= 0,92 \%$

- Diketahui : Panjang area retak : 3 m
Lebar area retak : 4,5 m
Lebar jalan : 5 m

Penyelesaian : $\% \text{Luas retak} = \frac{\text{P. Retakan} \times \text{L. Retakan}}{\text{P. STA} \times \text{L. Jalan}} \times 100$
 $= \frac{3 \times 4,5}{200 \times 5} \times 100$
 $= 1,35 \%$
- Diketahui : Panjang area retak : 8m
Lebar area retak : 3,5 m
Lebar jalan : 5 m

Penyelesaian : $\% \text{Luas retak} = \frac{\text{P. Retakan} \times \text{L. Retakan}}{\text{P. STA} \times \text{L. Jalan}} \times 100$
 $= \frac{8 \times 3,5}{200 \times 5} \times 100$
 $= 2,8 \%$
- Diketahui : Panjang area retak : 3,25 m
Lebar area retak : 2,3 m
Lebar jalan : 5 m

Penyelesaian : $\% \text{Luas retak} = \frac{\text{P. Retakan} \times \text{L. Retakan}}{\text{P. STA} \times \text{L. Jalan}} \times 100$
 $= \frac{3,25 \times 2,3}{200 \times 5} \times 100$
 $= 0,75 \%$
- Diketahui : Panjang area retak : 4,62 m
Lebar area retak : 2,8 m
Lebar jalan : 5 m

Penyelesaian : $\% \text{Luas retak} = \frac{\text{P. Retakan} \times \text{L. Retakan}}{\text{P. STA} \times \text{L. Jalan}} \times 100$
 $= \frac{4,62 \times 2,8}{200 \times 5} \times 100$
 $= 1,29 \%$
- Diketahui : Panjang area retak : 6,6 m
Lear area retak : 4,7 m
Lebar jalan : 5 m

$$\begin{aligned}
 \text{Penyelesaian :} \quad \% \text{Luas retak} &= \frac{P. \text{ Retakan} \times L. \text{ Retakan}}{P. \text{ STA} \times L. \text{ Jalan}} \times 100 \\
 &= \frac{6,6 \times 4,7}{200 \times 5} \times 100 \\
 &= 3,1 \%
 \end{aligned}$$

Jadi total luas retakan yaitu $3,6\% + 2,59\% + 2,03\% + 3,36\% + 2,04\% + 0,92\% + 1,35\% + 2,8\% + 0,75\% + 1,29\% + 3,1\% = 23,84\%$

Berdasarkan sub bab 2.5 halaman 35, dikarenakan luas area retak 23,84% artinya masuk dalam range 10-30%, maka didapatkan nilai SDI1 = 20

2. Lebar Retak (SDI2)

Diketahui pada tabel 4.1 lebar retak pada STA 0+200 – STA 0+400 yaitu >5 mm, maka berdasarkan sub bab 2.5 halaman 35 termasuk kedalam kategori sedang, sehingga diperoleh nilai:

$$\begin{aligned}
 \text{SDI2} &= \text{SDI1} \times 2 \\
 &= 20 \times 2 = 40
 \end{aligned}$$

3. Jumlah Lubang (SDI3)

Diketahui pada tabel 4.1 jumlah lubang pada STA 0+200 – STA 0+400 sebanyak 11 lubang, maka berdasarkan sub bab 2.5 halaman 35 termasuk kedalam kategori jumlah lubang 10-50/200 meter, sehingga diperoleh nilai:

$$\begin{aligned}
 \text{SDI3} &= \text{SDI2} + 75 \\
 &= 40 + 75 = 115
 \end{aligned}$$

4. Dalam Bekas Roda (SDI4)

Diketahui pada tabel 4.1 kedalaman bekas roda pada STA 0+200 – STA 0+400 yaitu 2 cm, maka berdasarkan sub bab 2.5 halaman 37 diperoleh nilai:

$$\begin{aligned}
 \text{SDI4} &= \text{SDI3} + 5 \times X \text{ (dengan } X=2) \\
 &= 115 + (5 \times 2) = 125
 \end{aligned}$$

Jadi berdasarkan tabel 2.17, maka kondisi jalan pada STA 0+200 – STA 0+400 termasuk dalam kondisi rusak ringan. Untuk perhitungan STA seterusnya terdapat pada lampiran 1.

4.2.2 Jenis Perbaikan Di Ruas Jalan Pati-Gabus

Berdasarkan tabel 4.9 kategori jenis kerusakan jalan ditentukan dengan metode perhitungan nilai SDI. Analisa perhitungan nilai SDI pada STA 0+000 - STA

0+200 mengalami kerusakan sedang, pada STA 0+200 - STA 1+000 mengalami kerusakan ringan, dan pada STA 1+000 - STA 2+600 mengalami kerusakan berat. Maka dapat diambil langkah perbaikan ruas jalan Pati-Gabus pada STA 0+000 - STA 1+000 menggunakan jenis perbaikan lapis tambah (*overlay*), sedangkan pada STA 1+000 - STA 2+600 menggunakan jenis perbaikan perkerasan kaku (*rigid pavement*). Berikut perhitungan perencanaan perbaikan *overlay* dan *rigid pavement*.

4.2.2.1 Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Terdapat beberapa tahapan dalam merencanakan perkerasan kaku (*rigid pavement*) yaitu menganalisis data lalu lintas, menentukan struktur pondasi, menentukan tebal perkerasan kaku, serta perhitungan dowel dan tie bar.

a. Analisis Lalu Lintas

Analisis Lalu Lintas dilakukan sebelum perencanaan perkerasan dan desain tebal perkerasan. Untuk perkerasan kaku maka dilakukan perhitungan kumulatif jumlah kelompok sumbu kendaraan berat yang melewati ruas jalan Pati-Gabus sesuai dengan umur rencana (20 tahun). Untuk menganalisis lalu lintas ruas jalan Pati-Gabus dapat kita lihat pada tabel 4.2.

Setelah dilakukan analisis lalu lintas maka dapat dilakukan pemilihan tipe perkerasan, tipe perkerasan dilakukan dengan acuan perhitungan CESA₄ (*Cumulative Equivalent Standart Axle*) pangkat 4, seperti tabel dibawah ini :

Tabel 4.9 Perhitungan CESA₄.

No	Jenis Kendaraan	LHR 2022	LHR 2025	LHR 2027	VDF 4 Beban Aktual	VDF 4 Normal	ESA4 ('25 - '27)	ESA4 ('27 - '45)
0	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Kendaraan Ringan	5730	6352,9534	6805,4425	-	-	-	-
2	5B	42	46,566151	49,882825	1	1	16999,61944	164353,4894
3	6A	134	148,5682	159,14996	0,55	0,55	29830,28458	288401,2421
4	6B	249	276,07075	295,73389	5,3	4	534152,3279	3897525,606
						CESA4 ('25 - '45)		4931262,569

Sumber : Analisis data, 2022.

Berikut contoh perhitungan pada jenis kendaraan 5B berdasarkan tabel diatas:

LHR 2022 = Didapatkan berdasarkan data LHR pada tabel 4.2

LHR 2025 = $LHR\ 2022 \times (1+0,035)^3$

= $42 \times 1,109$

= 46,566151

LHR 2027 = $LHR\ 2022 \times (1+0,035)^5$

= $42 \times 1,187$

= 49,882825

R 2 tahun = $\frac{(1+0,01 \times 3,5\%)^{2-1}}{0,01 \times 3,5\%}$

= 2,00035

R 18 tahun = $\frac{(1+0,01 \times 3,5\%)^{18-1}}{0,01 \times 3,5\%}$

= 18,05365

ESA4 ('25 - '27) = $LHR\ 2025 \times VDF4\ \text{Beban Aktual} \times 0,5 \times 1 \times R2\ \text{tahun}$

= $46,566151 \times 1 \times 0,5 \times 1 \times 2,00035$

= 16999,61944

ESA4 ('27 - '45) = $LHR\ 2027 \times VDF4\ \text{Normal} \times 0,5 \times 1 \times R\ 18\ \text{tahun}$

= $49,882825 \times 1 \times 0,5 \times 1 \times 18,05365$

= 164353,4894

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa nilai CESA₄ dengan umur rencana 20 tahun adalah 4.931.262,569 yang selanjutnya akan dianalisis dengan menggunakan Tabel 4.11 sesuai dengan Manual Desain Perkerasan Bina Marga 2017.

Tabel 4.10 Pemilihan Tipe Perkerasan.

Struktur Perkerasan	Bagan Desain	ESA (juta) dalam 20 tahun (pangkat 4 kecuali ditentukan lain)				
		0 - 0,5	0,1 - 4	> 4 - 10	> 10 - 30	> 30 - 200
Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat (di atas tanah dengan $CBR \geq 2,5\%$)	4	-	-	2	2	2
Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah (daerah pedesaan dan perkotaan)	4A		1,2	-	-	-

Tabel 4.11. Pemilihan Tipe Perkerasan (Lanjutan).

Struktur Perkerasan	Bagan Desain	ESA (juta) dalam 20 tahun (pangkat 4 kecuali ditentukan lain)				
		0 - 0,5	0,1 - 4	> 4 - 10	> 10 - 30	> 30 - 200
AC WC modifikasi atau SMA modifikasi dengan CTB (ESA pangkat 5)	3	-	-	-	2	2
AC dengan CTB (ESA pangkat 5)	3	-	-	-	2	2
AC tebal ≥ 100 mm dengan lapis fondasi berbutir (ESA pangkat 5)	3B			1,2	2	2
AC atau HRS tipis di atas lapis fondasi berbutir	3A		1,2	-	-	-
Burda atau Burtu dengan LPA kelas A atau batuan asli	5	3	3	-	-	-
Lapis Fondasi Soil Cement	6	1	1	-	-	
Perkerasan tanpa penutup (Japat, jalan kerikil)	7	1	-	-	-	-

Sumber : Manual Desain Perkerasan Bina Marga Revisi 2017.

Tabel 4.10 dengan nilai CESA₄ sebesar 4.931.262,569 dianalisis dengan tabel 4.11 sehingga termasuk dalam kategori struktur perkerasan kaku dengan lalu lintas berat diatas tanah dengan CBR lebih besar sama dengan 2,5%, maka dapat diambil kesimpulan bahwa tipe perencanaan menggunakan jenis perkerasan kaku. Untuk menentukan tebal perkerasan kaku maka perlu dilakukan perhitungan kumulatif jumlah kelompok sumbu kendaraan yang mana disajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.11 Perhitungan kumulatif jumlah kelompok sumbu kendaraan niaga.

No.	Jenis Kendaraan	LHR 2022	LHR 2025	Kel. Sumbu	Kel. Sumbu 2025	Jumlah Kelompok Sumbu Kend. Niaga 2025 - 2045
0	1	2	3	4	5	6
1.	Bus Kecil (5A)	16	18	2	36	263675,6477
2.	Bus Besar (5B)	42	47	2	94	688486,4135
3.	Truk 2 Sumbu 4 Roda (6A)	134	149	2	298	2182648,417
4.	Truk 2 Sumbu 6 Roda (6B)	249	277	2	554	4057675,246
			Kumulatif Jumlah Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga			3134816,479

Sumber : Analisis data, 2022

Berikut contoh perhitungan pada jenis kendaraan 5A berdasarkan tabel diatas:

LHR 2022 = Didapatkan berdasarkan data LHR pada tabel 4.2

LHR 2025 = $LHR\ 2022 \times (1+0,035)^3$

= $16 \times 1,109$

= 17,739 dibulatkan 18

Kel. Sumbu 2025 = LHR 2025 x kel. Sumbu

= 18×2

= 36

R 18 tahun = $\frac{(1+0,01 \times 3,5\%)^{20-1}}{0,01 \times 3,5\%}$

= 20,06664

Jumlah Kelompok Sumbu Kend. Niaga 2025 – 2045

= Kel. Sumbu 2025 x 365 x R 18 tahun x C

= $36 \times 365 \times 20,06664 \times 1$

= 263675,6477

Dari Perhitungan Tabel 4.12, maka didapatkan Kumulatif Jumlah Kelompok Sumbu Kendaraan Berat sebesar 3.134.816,479.

b. Struktur pondasi (Lapisan Penopang)

Berdasarkan tabel 4.3, tabel 4.4 dan tabel 4.5 kondisi CBR di lapangan ditentukan dengan pengujian DCP dan hasil pengujian memenuhi spesifikasi yaitu $> 6\%$ dan di existing jalan sudah terdapat perkerasan lama, sehingga dalam hal ini tidak diperlukan lapis penopang.

c. Penentuan Tebal Perkerasan Kaku

Pada saat penentuan tebal perkerasan, acuan yang dipakai yaitu bagan desain 4 pada Manual Desain Perkerasan Bina Marga revisi 2017.

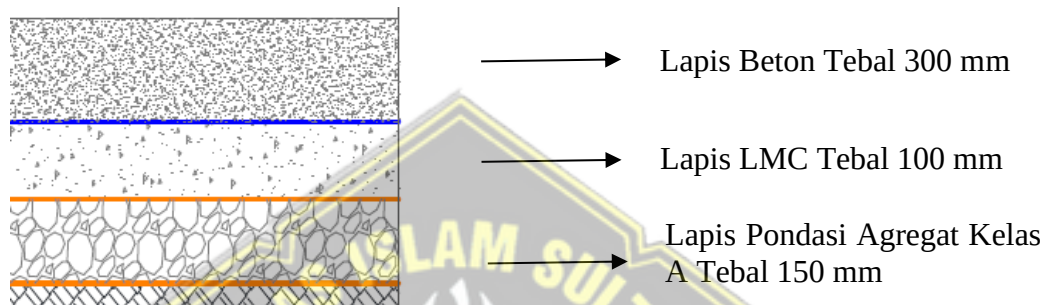
Struktur Perkerasan	R1	R2	R3	R4	R5
Kelompok sumbu kendaraan berat (<i>overloaded</i>) (10E6)	< 4.3	< 8.6	< 25.8	< 43	< 86
Dowel dan bahu beton	Ya				
STRUKTUR PERKERASAN (mm)					
Tebal pelat beton	265	275	285	295	305
Lapis Fondasi LMC			100		
Lapis Drainase (dapat mengalir dengan baik)			150		

Gambar 4.3 Bagan desain perkerasan kaku dengan beban lalu lintas berat.

Sumber : Manual Desain Perkerasan Bina Marga Revisi 2017.

Dari Bagan desain diatas, dan dengan nilai kumulatif jumlah kelompok sumbu kendaraan berat sebesar 3.134.816,479 maka diperoleh hasil ketebalan sebagai berikut :

Tebal Plat Beton : 265 mm (Dibulatkan 300mm)
 Lapis Fondasi LMC : 100 mm
 Lapis Drainase (LPA) : 150 mm
 Dowel : Perlu
 Tie Bar : Perlu



Gambar 4.4 Struktur perkerasan kaku.

Sumber : Manual Desain Perkerasan Bina Marga Revisi 2017.

d. Perhitungan Dowel dan Tie Bar Perkerasan Kaku

Pada perhitungan dowel dan tie bar tetap menggunakan Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen 2003, sesuai yang tertulis pada Manual Desain Perkerasan Bina Marga revisi 2017.

Tabel 4.12 Ketentuan diameter dowel berdasarkan tebal plat beton.

No	Tebal Plat Perkerasan (mm)	Dowel		
		Diameter (mm)	Panjang (mm)	Jarak (mm)
1	150	19	450	300
2	175	25	450	300
3	200	25	450	300
4	225	32	450	300
5	250	32	450	300
6	275	32	450	300
7	300	38	450	300
8	325	38	450	300
9	350	38	450	300

Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen 2003.

Berdasarkan perhitungan tebal perkerasan kaku yaitu 300 mm, dapat dianalisis kedalam tabel 4.13 sehingga didapatkan diameter dowel 38 mm (polos) dengan panjang 450 mm, jarak 300 mm dan diameter tie bar 16 mm (ulir) dengan panjang 700 mm jarak 750 mm.

4.2.2.2 Perencanaan Tebal Lapis Tambah (*Overlay*)

Didasarkan Tabel 4.6, berikut untuk menentukan tebal lapis tambah :

$$D_{\text{rerata}} = 1,130 \text{ milimeter}$$

$$D_{\text{wakil}} = 1,349 \text{ milimeter}$$

$$SD = 0,132$$

$$\begin{aligned} D_{\text{rencana}} &= 22,208 \times \text{CESA}^{(-0,2307)} \\ &= 22,208 \times (4,9 \times 10^6)^{(-0,2307)} \\ &= 0,63 \text{ mm} \end{aligned}$$

Maka dapat ditentukan tebal lapis tambah dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned} H_o &= \{ \ln(1,0364) + \ln(D_{\text{wakil}}) - \ln(D_{\text{rencana}}) \} / 0,0597 \\ &= \{ \ln(1,0364) + \ln(1,3491) - \ln(0,63) \} / 0,0597 \\ &= 13,3 \text{ cm} \end{aligned}$$

Berdasarkan tabel Desain Perkerasan Lentur – Asphalt 04/SE/Db/2017, tebal lapis tambah yang digunakan adalah 13 cm, dengan tebal AC – WC 5 cm dan AC-BC 8 cm. Untuk AC-WC minimal 4 cm dan untuk lapisan permukaan antara AC -BC minimal 6 cm..

4.2.2.3 Rangkuman Dimensi Perbaikan Perkerasan

Ukuran dimensi perbaikan perkerasan pada ruas jalan Pati – Gabus STA 0+000 – 2+600 ditentukan dari perhitungan di atas dengan rincian pada tabel berikut.

Tabel 4.13 Dimensi Perbaikan Perkerasan

Lapis Tambah (<i>Overlay</i>)	Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pavement</i>)
ACWC = 5 cm	Tebal plat beton = 30 cm
	Lapis LMC = 10 cm
ACBC = 8 cm	Lapis pondasi agregat kelas A = 15 cm
	Dowel polos 3,2 cm dengan jarak 30 cm
	Tie bar ulir 1,6 cm dengan jarak 75 cm

Sumber : Analisa perhitungan, 2022 .

4.2.3 Analisis Biaya

Berdasarkan sub bab 4.2.2, perencanaan lapis tambah (*overlay*) dilaksanakan di ruas jalan Pati-Gabus pada STA 0+000 – STA 1+000, sedangkan pada STA 1+000 - STA 2+600 dilaksanakan perkerasan kaku (*rigid pavement*) yang mana perencanaan tersebut membutuhkan anggaran biaya.

Harga satuan analisis pekerjaan dapat digunakan untuk menentukan biaya pelaksanaan proyek. Harga satuan dasar untuk tenaga kerja, material, dan peralatan yang sesuai dengan kondisi lokasi proyek diperlukan untuk analisis ini. Lampiran Enam berisi analisis biaya yang komprehensif untuk menentukan harga satuan pekerjaan. Volume, Harga satuan, dan rekapitulasi perhitungan rencana anggaran biaya perbaikan ruas jalan Pati-Gabus disajikan pada tabel berikut.



Tabel 4.14 Backup Volume Perbaikan Overlay Ruas Jalan Pati-Gabus

STA		Panjang (M)	Lapis Penetrasi Macadam			Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair			Lapis Perekat - Aspal Cair			Laston Lapis Aus (AC-WC)				Laston Lapis Antara (AC-BC)				Bahan anti pengelupasan				Marka Jalan Termoplastik			Ket
			Lebar	Tebal	Volume	Lebar	Asp. Cair	Volume	Lebar	Asp. Cair	Volume	Lebar	Tebal	Br. Jenis	Volume	Lebar	Tebal	Br. Jenis	Volume	Kadar	Kadar	Koef.	Berat	Lebar	Koefisien	Luas	
			(M)	(M)	(M3)	(M)	(liter/m²)	(Ltr)	(M)	(liter/m²)	(Ltr)	(M)	(M)	(ton/m³)	(Ton)	(M)	(M)	(ton/m³)	(Ton)	Ac-Wc	Ac-Bc	(%)	(Kg)	(M)		(M2)	
																				5,9 %	5,6 %						
0+000	0+050	50,00	6,00	0,02	6,00	6,00	0,85	255,00	6,00	0,15	45,00	6,00	0,05	2,30	34,50	6,00	0,08	2,30	55,20	34,50	55,20	0,30	15,38	0,12	0,38	10,50	
0+050	0+100	50,00	6,00	0,02	6,00	6,00	0,85	255,00	6,00	0,15	45,00	6,00	0,05	2,30	34,50	6,00	0,08	2,30	55,20	34,50	55,20	0,30	15,38	0,12	0,38	10,50	
0+100	0+150	50,00	6,00	0,02	6,00	6,00	0,85	255,00	6,00	0,15	45,00	6,00	0,05	2,30	34,50	6,00	0,08	2,30	55,20	34,50	55,20	0,30	15,38	0,12	0,38	10,50	
0+150	0+200	50,00	6,00	0,02	6,00	6,00	0,85	255,00	6,00	0,15	45,00	6,00	0,05	2,30	34,50	6,00	0,08	2,30	55,20	34,50	55,20	0,30	15,38	0,12	0,38	10,50	
0+200	0+250	50,00	5,00	0,02	5,00	5,00	0,85	212,50	5,00	0,15	37,50	5,00	0,05	2,30	28,75	5,00	0,08	2,30	46,00	28,75	46,00	0,30	12,82	0,12	0,38	10,50	
0+250	0+300	50,00	5,00	0,02	5,00	5,00	0,85	212,50	5,00	0,15	37,50	5,00	0,05	2,30	28,75	5,00	0,08	2,30	46,00	28,75	46,00	0,30	12,82	0,12	0,38	10,50	
0+300	0+350	50,00	5,00	0,02	5,00	5,00	0,85	212,50	5,00	0,15	37,50	5,00	0,05	2,30	28,75	5,00	0,08	2,30	46,00	28,75	46,00	0,30	12,82	0,12	0,38	10,50	
0+350	0+378	28,00	5,00	0,02	2,80	5,00	0,85	119,00	5,00	0,15	21,00	5,00	0,05	2,30	16,10	5,00	0,08	2,30	25,76	16,10	25,76	0,30	7,18	0,12	0,38	5,88	
0+378	0+385	7,00	5,00	0,02	0,70	5,00	1,85	64,75	5,00	1,15	40,25	5,00	0,05	2,30	4,03	5,00	0,08	2,30	6,44	4,03	6,44	1,30	7,78	1,12	0,38	13,72	Jembatan
0+385	0+400	15,00	5,00	0,02	1,50	5,00	2,85	213,75	5,00	2,15	161,25	5,00	0,05	2,30	8,63	5,00	0,08	2,30	13,80	8,63	13,80	2,30	29,48	2,12	0,38	55,65	
0+400	0+450	50,00	5,00	0,02	5,00	5,00	0,85	212,50	5,00	0,15	37,50	5,00	0,05	2,30	28,75	5,00	0,08	2,30	46,00	28,75	46,00	0,30	12,82	0,12	0,38	10,50	
0+450	0+500	50,00	5,00	0,02	5,00	5,00	0,85	212,50	5,00	0,15	37,50	5,00	0,05	2,30	28,75	5,00	0,08	2,30	46,00	28,75	46,00	0,30	12,82	0,12	0,38	10,50	Jembatan
0+500	0+550	50,00	5,00	0,02	5,00	5,00	0,85	212,50	5,00	0,15	37,50	5,00	0,05	2,30	28,75	5,00	0,08	2,30	46,00	28,75	46,00	0,30	12,82	0,12	0,38	10,50	Jembatan
0+550	0+600	50,00	5,00	0,02	5,00	5,00	0,85	212,50	5,00	0,15	37,50	5,00	0,05	2,30	28,75	5,00	0,08	2,30	46,00	28,75	46,00	0,30	12,82	0,12	0,38	10,50	
0+600	0+650	50,00	6,00	0,02	6,00	6,00	0,85	255,00	6,00	0,15	45,00	6,00	0,05	2,30	34,50	6,00	0,08	2,30	55,20	34,50	55,20	0,30	15,38	0,12	0,38	10,50	
0+650	0+700	50,00	6,00	0,02	6,00	6,00	0,85	255,00	6,00	0,15	45,00	6,00	0,05	2,30	34,50	6,00	0,08	2,30	55,20	34,50	55,20	0,30	15,38	0,12	0,38	10,50	
0+700	0+750	50,00	6,00	0,02	6,00	6,00	0,85	255,00	6,00	0,15	45,00	6,00	0,05	2,30	34,50	6,00	0,08	2,30	55,20	34,50	55,20	0,30	15,38	0,12	0,38	10,50	
0+750	0+800	50,00	6,00	0,02	6,00	6,00	0,85	255,00	6,00	0,15	45,00	6,00	0,05	2,30	34,50	6,00	0,08	2,30	55,20	34,50	55,20	0,30	15,38	0,12	0,38	10,50	
0+800	0+850	50,00	4,50	0,02	4,50	4,50	0,85	191,25	4,50	0,15	33,75	4,50	0,05	2,30	25,88	4,50	0,08	2,30	41,40	25,88	41,40	0,30	11,54	0,12	0,38	10,50	
0+850	0+900	50,00	4,50	0,02	4,50	4,50	0,85	191,25	4,50	0,15	33,75	4,50	0,05	2,30	25,88	4,50	0,08	2,30	41,40	25,88	41,40	0,30	11,54	0,12	0,38	10,50	
0+900	0+950	50,00	4,50	0,02	4,50	4,50	0,85	191,25	4,50	0,15	33,75	4,50	0,05	2,30	25,88	4,50	0,08	2,30	41,40	25,88	41,40	0,30	11,54	0,12	0,38	10,50	
0+950	1+000	50,00	4,50	0,02	4,50	4,50	0,85	191,25	4,50	0,15	33,75	4,50	0,05	2,30	25,88	4,50	0,08	2,30	41,40	25,88	41,40	0,30	11,54	0,12	0,38	10,50	
JUMLAH		1.000,00			106,00			4.690,00			980,00				609,50				975,20				303,33			274,75	

Sumber : Analisis data, 2022.

Berdasarkan tabel diatas, berikut contoh perhitungan volume perbaikan *overlay* per STA mengambil unit sampel ruas Jalan Pati – Gabus pada STA 0+000 – STA 0+050.

1. Volume lapis penetrasi macadam

$$= \text{Panjang} \times \text{lebar} \times \text{tebal}$$

$$= 50 \text{ m} \times 6 \text{ m} \times 0,02 \text{ m} = 6 \text{ m}^3$$

2. Volume lapis resap pengikat - aspal cair

$$= \text{Panjang} \times \text{lebar} \times \text{berat jenis}$$

$$= 50 \text{ m} \times 6 \text{ m} \times 0,85 \text{ liter/m}^2 = 255 \text{ liter}$$

3. Volume lapis perekat - aspal cair

$$= \text{Panjang} \times \text{lebar} \times \text{berat jenis}$$

$$= 50 \text{ m} \times 6 \text{ m} \times 0,15 \text{ liter/m}^2 = 45 \text{ liter}$$

4. Volume laston lapis aus (AC-WC)

$$= \text{Panjang} \times \text{lebar} \times \text{tebal} \times \text{berat jenis}$$

$$= 50 \text{ m} \times 6 \text{ m} \times 0,05 \text{ m} \times 2,3 \text{ ton/m}^3 = 34,5 \text{ ton}$$

5. Volume laston lapis antara (AC-BC)

$$= \text{Panjang} \times \text{lebar} \times \text{tebal} \times \text{berat jenis}$$

$$= 50 \text{ m} \times 6 \text{ m} \times 0,08 \text{ m} \times 2,3 \text{ ton/m}^3 = 55,2 \text{ ton}$$

6. Volume Bahan anti pengelupasan

$$= \left(\left(\frac{\text{kadar ACWC}}{100} \times \frac{\text{vol. ACWC} \times \text{koef.aditif}}{100} \right) \times 1000 \right)$$

$$+ \left(\left(\frac{\text{kadar ACBC}}{100} \times \frac{\text{vol. ACBC} \times \text{koef.aditif}}{100} \right) \times 1000 \right)$$

$$= \left(\left(\frac{5,9\%}{100} \times \frac{34,5 \times 0,3}{100} \right) \times 1000 \right) + \left(\left(\frac{5,6\%}{100} \times \frac{55,2 \times 0,3}{100} \right) \times 1000 \right)$$

$$= 15,38 \text{ kg}$$

7. Volume marka jalan termoplastik

$$= \text{Panjang} \times \text{lebar} \times \text{koefisien}$$

$$= 50 \text{ m} \times 0,12 \text{ m} \times 0,38 = 2,28 \text{ m}^2$$

Tabel 4.15 Analisis Biaya Perbaikan Overlay Ruas Jalan Pati-Gabus

No. Mata Pembayaran	Uraian	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rupiah)	Jumlah Harga-Harga (Rupiah)
a	b	c	d	e	f = (d x e)
	DIVISI 1. UMUM				
1.2	Mobilisasi				
1.2	Mobilisasi	LS	1,00	32.000.000,00	32.000.000,00
	Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 1 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)				32.000.000,00
	DIVISI 2. SISTEM MANAJEMEN KESELAMATAN KONSTRUKSI (SMKK)				
2,1	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas				
2.1.(1)	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	LS	1,00	14.000.000,00	14.000.000,00
2,2	Keselamatan dan Kesehatan Kerja				
2.2.(1)	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	LS	1,00	17.500.000,00	17.500.000,00
1.21	Manajemen Mutu				
1.21	Manajemen Mutu	LS	1,00	16.800.000,00	16.800.000,00
	Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 2 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)				48.300.000,00
	DIVISI 7. PERKERASAN ASPAL				
7.1 (1)	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair	Liter	4.690,00	21.190,76	99.384.647,74
7.1 (2a)	Lapis Perekat - Aspal Cair	Liter	980,00	21.296,02	20.870.095,80
7.3(5a)	Laston Lapis Aus (AC-WC)	Ton	609,50	1.262.060,20	769.225.690,94
7.3(6a)	Laston Lapis Antara (AC-BC)	Ton	975,20	1.186.421,09	1.156.997.847,44
6.3.(8)	Bahan anti pengelupasan	Kg	303,33	113.300,00	34.367.260,68
7.7.(1)	Lapis Penetrasi Macadam	M ³	106,00	1.582.616,98	167.757.399,47
	Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 7 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)				2.248.602.942,07
9.2.(1)	DIVISI 9. PEKERJAAN HARIAN & PEKERJAAN LAIN-LAIN				
	Marka Jalan Termoplastik	M ²	274,75	125.978,45	34.612.578,66
	Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 9 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)				34.612.578,66

Sumber : Analisis data, 2022.

Tabel 4.16 Backup Volume Perbaikan *Rigid Pavement* Ruas Jalan Pati-Gabus

S T A		Panjang (M')	Lapis Pondasi Agregat Kelas A			Lapis Pondasi LMC			Dowel D38				Tie bar D16				Beton fc' 30			Marka Jalan Termoplastik			Ket
			Lebar (M')	Tebal (M')	Volume (M3)	Lebar (M')	Tebal (M')	Volume (M3)	Jml	P (m)	BJ	Volume (kg)	Jml	P (m)	BJ	Volume (kg)	Lebar (M')	Tebal (M')	Volume (M3)	Lebar (M')	Koefisien	Luas (M2)	
1+000	1+005	5,00	6,00	0,15	4,50	6,00	0,10	3,00	20,00	0,45	8,92	80,28	6,67	0,70	1,58	7,37	6,00	0,300	9,00	0,12	0,38	1,05	Oprit
1+005	1+050	45,00	6,00	0,15	40,50	6,00	0,10	27,00	20,00	0,45	8,92	80,28	60,00	0,70	1,58	66,36	6,00	0,300	81,00	0,12	0,38	9,45	
1+050	1+100	50,00	6,00	0,15	45,00	6,00	0,10	30,00	20,00	0,45	8,92	80,28	66,67	0,70	1,58	73,73	6,00	0,300	90,00	0,12	0,38	10,50	
1+100	1+150	50,00	6,00	0,15	45,00	6,00	0,10	30,00	20,00	0,45	8,92	80,28	66,67	0,70	1,58	73,73	6,00	0,300	90,00	0,12	0,38	10,50	
1+150	1+200	50,00	6,00	0,15	45,00	6,00	0,10	30,00	20,00	0,45	8,92	80,28	66,67	0,70	1,58	73,73	6,00	0,300	90,00	0,12	0,38	10,50	
1+200	1+250	50,00	6,00	0,15	45,00	6,00	0,10	30,00	20,00	0,45	8,92	80,28	66,67	0,70	1,58	73,73	6,00	0,300	90,00	0,12	0,38	10,50	
1+250	1+300	50,00	6,00	0,15	45,00	6,00	0,10	30,00	20,00	0,45	8,92	80,28	66,67	0,70	1,58	73,73	6,00	0,300	90,00	0,12	0,38	10,50	
1+300	1+350	50,00	6,00	0,15	45,00	6,00	0,10	30,00	20,00	0,45	8,92	80,28	66,67	0,70	1,58	73,73	6,00	0,300	90,00	0,12	0,38	10,50	
1+350	1+400	50,00	6,00	0,15	45,00	6,00	0,10	30,00	20,00	0,45	8,92	80,28	66,67	0,70	1,58	73,73	6,00	0,300	90,00	0,12	0,38	10,50	
1+400	1+450	50,00	6,00	0,15	45,00	6,00	0,10	30,00	20,00	0,45	8,92	80,28	66,67	0,70	1,58	73,73	6,00	0,300	90,00	0,12	0,38	10,50	
1+450	1+500	50,00	6,00	0,15	45,00	6,00	0,10	30,00	20,00	0,45	8,92	80,28	66,67	0,70	1,58	73,73	6,00	0,300	90,00	0,12	0,38	10,50	
1+500	1+550	50,00	6,00	0,15	45,00	6,00	0,10	30,00	20,00	0,45	8,92	80,28	66,67	0,70	1,58	73,73	6,00	0,300	90,00	0,12	0,38	10,50	
1+550	1+600	50,00	6,00	0,15	45,00	6,00	0,10	30,00	20,00	0,45	8,92	80,28	66,67	0,70	1,58	73,73	6,00	0,300	90,00	0,12	0,38	10,50	
1+600	1+650	50,00	6,00	0,15	45,00	6,00	0,10	30,00	20,00	0,45	8,92	80,28	66,67	0,70	1,58	73,73	6,00	0,300	90,00	0,12	0,38	10,50	
1+650	1+700	50,00	6,00	0,15	45,00	6,00	0,10	30,00	20,00	0,45	8,92	80,28	66,67	0,70	1,58	73,73	6,00	0,300	90,00	0,12	0,38	10,50	
1+700	1+750	50,00	6,00	0,15	45,00	6,00	0,10	30,00	20,00	0,45	8,92	80,28	66,67	0,70	1,58	73,73	6,00	0,300	90,00	0,12	0,38	10,50	
1+750	1+800	50,00	6,00	0,15	45,00	6,00	0,10	30,00	20,00	0,45	8,92	80,28	66,67	0,70	1,58	73,73	6,00	0,300	90,00	0,12	0,38	10,50	
1+800	1+850	50,00	6,00	0,15	45,00	6,00	0,10	30,00	20,00	0,45	8,92	80,28	66,67	0,70	1,58	73,73	6,00	0,300	90,00	0,12	0,38	10,50	
1+850	1+900	50,00	6,00	0,15	45,00	6,00	0,10	30,00	20,00	0,45	8,92	80,28	66,67	0,70	1,58	73,73	6,00	0,300	90,00	0,12	0,38	10,50	
1+900	1+950	50,00	6,00	0,15	45,00	6,00	0,10	30,00	20,00	0,45	8,92	80,28	66,67	0,70	1,58	73,73	6,00	0,300	90,00	0,12	0,38	10,50	
1+950	2+000	50,00	6,00	0,15	45,00	6,00	0,10	30,00	20,00	0,45	8,92	80,28	66,67	0,70	1,58	73,73	6,00	0,300	90,00	0,12	0,38	10,50	
2+000	2+050	50,00	6,00	0,15	45,00	6,00	0,10	30,00	20,00	0,45	8,92	80,28	66,67	0,70	1,58	73,73	6,00	0,300	90,00	0,12	0,38	10,50	
2+050	2+100	50,00	6,00	0,15	45,00	6,00	0,10	30,00	20,00	0,45	8,92	80,28	66,67	0,70	1,58	73,73	6,00	0,300	90,00	0,12	0,38	10,50	
2+100	2+150	50,00	6,00	0,15	45,00	6,00	0,10	30,00	20,00	0,45	8,92	80,28	66,67	0,70	1,58	73,73	6,00	0,300	90,00	0,12	0,38	10,50	
2+150	2+200	50,00	6,00	0,15	45,00	6,00	0,10	30,00	20,00	0,45	8,92	80,28	66,67	0,70	1,58	73,73	6,00	0,300	90,00	0,12	0,38	10,50	
2+200	2+250	50,00	6,00	0,15	45,00	6,00	0,10	30,00	20,00	0,45	8,92	80,28	66,67	0,70	1,58	73,73	6,00	0,300	90,00	0,12	0,38	10,50	
2+250	2+300	50,00	6,00	0,15	45,00	6,00	0,10	30,00	20,00	0,45	8,92	80,28	66,67	0,70	1,58	73,73	6,00	0,300	90,00	0,12	0,38	10,50	
2+300	2+350	50,00	6,00	0,15	45,00	6,00	0,10	30,00	20,00	0,45	8,92	80,28	66,67	0,70	1,58	73,73	6,00	0,300	90,00	0,12	0,38	10,50	
2+350	2+400	50,00	6,00	0,15	45,00	6,00	0,10	30,00	20,00	0,45	8,92	80,28	66,67	0,70	1,58	73,73	6,00	0,300	90,00	0,12	0,38	10,50	
2+400	2+450	50,00	6,00	0,15	45,00	6,00	0,10	30,00	20,00	0,45	8,92	80,28	66,67	0,70	1,58	73,73	6,00	0,300	90,00	0,12	0,38	10,50	
2+450	2+500	50,00	6,00	0,15	45,00	6,00	0,10	30,00	20,00	0,45	8,92	80,28	66,67	0,70	1,58	73,73	6,00	0,300	90,00	0,12	0,38	10,50	
2+500	2+550	50,00	6,00	0,15	45,00	6,00	0,10	30,00	20,00	0,45	8,92	80,28	66,67	0,70	1,58	73,73	6,00	0,300	90,00	0,12	0,38	10,50	
2+550	2+595	45,00	6,00	0,15	40,50	6,00	0,10	27,00	20,00	0,45	8,92	80,28	60,00	0,70	1,58	66,36	6,00	0,300	81,00	0,12	0,38	9,45	
2+595	2+600	5,00	6,00	0,15	4,50	6,00	0,10	3,00	20,00	0,45	8,92	80,28	6,67	0,70	1,58	7,37	6,00	0,300	9,00	0,12	0,38	1,05	Oprit
JUMLAH		1.600,00			1.440,00			960,00				2.729,52				2.359,47			2.880,00			336,00	

Sumber : Analisis data, 2022.

Berdasarkan tabel diatas, berikut contoh perhitungan volume perbaikan *Rigid Pavement* per STA mengambil unit sampel ruas Jalan Pati – Gabus pada STA 1+000 – STA 1+005.

1. Volume lapis pondasi agregat kelas A

$$= \text{Panjang} \times \text{lebar} \times \text{tebal}$$

$$= 5 \text{ m} \times 6 \text{ m} \times 0,15 \text{ m} = 4,5 \text{ m}^3$$

2. Volume lapis pondasi LMC

$$= \text{Panjang} \times \text{lebar} \times \text{tebal}$$

$$= 5 \text{ m} \times 6 \text{ m} \times 0,1 \text{ m} = 3 \text{ m}^3$$

3. Volume lapis pondasi agregat kelas A

$$= \text{Panjang} \times \text{lebar} \times \text{tebal}$$

$$= 5 \text{ m} \times 6 \text{ m} \times 0,15 \text{ m} = 4,5 \text{ m}^3$$

4. Volume dowel D38

$$\text{Jumlah dowel D38} = \text{lebar jalan} \times \text{jarak dowel}$$

$$= 6 \text{ m} \times 0,3 \text{ m} = 20$$

$$\text{Volume dowel D38} = \text{jumlah dowel} \times \text{panjang dowel} \times \text{berat jenis}$$

$$= 20 \times 0,45 \text{ m} \times 8,92 = 80,28 \text{ kg}$$

5. Volume tie bar D16

$$\text{Jumlah tie bar D16} = \text{panjang STA} \times \text{jarak tie bar}$$

$$= 5 \text{ m} \times 0,75 \text{ m} = 6,67$$

$$\text{Volume tie bar D16} = \text{jumlah tie bar} \times \text{panjang tie bar} \times \text{berat jenis}$$

$$= 6,67 \times 0,7 \text{ m} \times 1,58 = 7,37 \text{ kg}$$

6. Volume beton fc' 30

$$= \text{Panjang} \times \text{lebar} \times \text{tebal}$$

$$= 5 \text{ m} \times 6 \text{ m} \times 0,30 \text{ m} = 9 \text{ m}^3$$

7. Volume marka jalan termoplastik

$$= \text{Panjang} \times \text{lebar} \times \text{koefisien}$$

$$= 5 \text{ m} \times 0,12 \text{ m} \times 0,38 = 1,05 \text{ m}^2$$

Tabel 4.17 Analisis Biaya Perbaikan *Rigid Pavement* Ruas Jalan Pati-Gabus

No. Mata Pembayaran	Uraian	Satuan	Perkiraan Kuantitas	Harga Satuan (Rupiah)	Jumlah Harga-Harga (Rupiah)
a	b	c	d	e	f = (d x e)
	DIVISI 1. UMUM				
1.2	Mobilisasi				
1.2	Mobilisasi	LS	1,00	32.000.000,00	32.000.000,00
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 1 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					32.000.000,00
	DIVISI 2. SISTEM MANAJEMEN KESELAMATAN KONSTRUKSI (SMKK)				
2,1	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas				
2.1.(1)	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	LS	1,00	14.000.000,00	14.000.000,00
2,2	Keselamatan dan Kesehatan Kerja				
2.2.(1)	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	LS	1,00	17.500.000,00	17.500.000,00
1.21	Manajemen Mutu				
1.21	Manajemen Mutu	LS	1,00	16.800.000,00	16.800.000,00
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 2 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					48.300.000,00
	DIVISI 6. PERKERASAN BERBUTIR DAN PERKERASAN BETON SEMEN				
6.1.(1)	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	M ³	1.440,00	407.168,17	586.322.167,41
6.3.(3)	Lapis Pondasi bawah Beton Kurus (Concrete Vibrator)	M ³	960,00	1.112.659,48	1.068.153.105,50
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 6 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					1.654.475.272,91
	DIVISI 8. STRUKTUR				
8.1 (5a)	Beton struktur, fc'30 MPa	M ³	2.880,00	1.538.216,81	4.430.064.418,45
8.3 (1)	Baja Tulangan Polos-BjTP 280	Kg	2.729,52	17.173,75	46.876.094,10
8.3 (2)	Baja Tulangan Sirip BjTS 280	Kg	2.359,47	17.173,75	40.520.890,67
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 8 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					4.517.461.403,22
	DIVISI 9. PEKERJAAN HARIAN & PEKERJAAN LAIN-LAIN				
9.2.(1)	Marka Jalan Termoplastik	M ²	336,00	125.978,45	42.328.758,61
Jumlah Harga Pekerjaan DIVISI 9 (masuk pada Rekapitulasi Perkiraan Harga Pekerjaan)					42.328.758,61

Tabel 4.18 Rekapitulasi RAB Perbaikan Overlay

No. Divisi	Uraian	Jumlah Harga Pekerjaan (Rupiah)
1	Umum	32.000.000
2	Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK)	48.300.000
7	Perkerasan Aspal	2.248.602.942
9	Pekerjaan Harian	34.612.579
(A)	Jumlah Harga Pekerjaan (termasuk Biaya Umum dan Keuntungan)	2.363.515.521
(B)	Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 10% x (A)	236.351.552
(C)	JUMLAH TOTAL HARGA PEKERJAAN = (A) + (B)	2.599.867.073
(D)	JUMLAH TOTAL DIBULATKAN	2.600.000.000
Terbilang: Dua Milyar Enam Ratus Juta Rupiah		

Sumber : Hasil Perhitungan Lampiran 5.

Tabel 4.19 Rekapitulasi RAB Perbaikan Rigid Pavement.

No. Divisi	Uraian	Jumlah Harga Pekerjaan (Rupiah)
1	Umum	32.000.000
2	Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK)	48.300.000
6	Perkerasan Berbutir	1.654.475.273
8	Struktur	4.517.461.403,22
9	Pekerjaan Harian & pekerjaan lain-lain	42.328.759
(A)	Jumlah Harga Pekerjaan (termasuk Biaya Umum dan Keuntungan)	6.294.565.435
(B)	Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 10% x (A)	629.456.543
(C)	JUMLAH TOTAL HARGA PEKERJAAN = (A) + (B)	6.924.021.978
(D)	JUMLAH TOTAL DIBULATKAN	6.925.000.000
Terbilang: Enam Milyar Sembilan Ratus Dua Puluh Lima Juta Rupiah		

Sumber : Hasil Perhitungan Lampiran 24.

Berdasarkan tabel diatas, setelah dilakukan analisa harga satuan pekerjaan overlay pada lampiran 16-22, maka anggaran biaya yang diperlukan sebesar Rp 2.600.000.000 (Dua Milyar Enam Ratus Juta Rupiah). Sedangkan untuk perbaikan Rigid Pavement dilakukan analisa harga satuan pekerjaan pada lampiran 25-29 sehingga anggaran biaya yang diperlukan sebesar Rp 6.925.000.000 (Enam Milyar Sembilan Ratus Dua Puluh Lima Juta Rupiah).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian mengenai Analisis Perbaikan dan Biaya Perkerasan Jalan (Studi Kasus jalan Pati-Gabus) sudah selesai dilaksanakan. Berikut merupakan hasil kesimpulan dan saran selama penelitian dilakukan.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan rumusan masalah dan hasil analisis selama penelitian dilakukan, maka didapatkan hasil sebagai berikut.

1. Berdasarkan perhitungan nilai SDI kondisi ruas jalan Pati-Gabus pada STA 0+000 - 0+200 mengalami kerusakan sedang dengan nilai SDI 98, pada STA 0+200 - 1+000 mengalami kerusakan ringan dengan nilai SDI 125 dan Pada STA 1+000 sampai 2+600 mengalami kerusakan berat dengan nilai SDI lebih dari 150.
2. Jenis perbaikan yang sesuai dengan melihat kondisi diruas jalan Pati-Gabus adalah pada STA 0+000 sampai 1+000 menggunakan lapis tambah (*overlay*) karena berdasarkan perhitungan nilai SDI termasuk kedalam rusak ringan sehingga cukup menggunakan perbaikan *overlay*, adapun struktur perkerasan yang direncanakan untuk lapis tambah (*Overlay*) yaitu ACWC 5cm dan ACBC 8 cm, sedangkan pada STA 1+000 sampai STA 2+600 menggunakan perkerasan kaku (*rigid pavement*) karena berdasarkan perhitungan nilai SDI termasuk kedalam rusak berat sehingga perlu dilakukan perbaikan *rigid pavement*, adapun struktur perkerasan yang direncanakan untuk perkerasan kaku (*Rigid Pavement*) yaitu tebal plat beton 30 cm, lapis LMC 10 cm, lapis pondasi agregat kelas A 15 cm, dowel polos 3,8 cm dengan jarak 30 cm, dan *tie bar* ulir 1,6 cm dengan jarak 75 cm.
3. Total biaya untuk merencanakan perbaikan jalan diruas jalan Pati-Gabus sepanjang 2600 meter dengan menggunakan jenis perbaikan lapis tambah (*overlay*) membutuhkan anggaran sebesar Rp 2.600.000.000, sedangkan untuk perkerasan kaku (*rigid pavement*) membutuhkan anggaran sebesar Rp 6.925.000.000.

5.2 Saran

Setelah penelitian dilaksanakan terdapat beberapa saran diantaranya adalah

1. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan menganalisis perencanaan pembuatan saluran drainase di ruas jalan Pati-Gabus supaya air hujan dapat mengalir sehingga tidak mengendap di bahu jalan yang dapat mengakibatkan kerusakan pada struktur jalan.
2. Peninjauan dan evaluasi perlu dilakukan di ruas jalan Pati-Gabus supaya dapat meminimalisir kerusakan yang semakin parah.
3. Perlu adanya pemeliharaan jalan supaya ruas jalan Pati-Gabus dapat bertahan sesuai umur rencana.



DAFTAR PUSTAKA

- Ana Fu'ana. 2018. Analisis Perbaikan Perkerasan Pada Ruas Jalan Kedungcino-Bandengan Kecamatan Jepara Dengan Perkerasan Kaku. Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- Arsyad, L. M. N., & Ahmad, S. N. (2018). Penilaian Kondisi Struktur Kerusakan Perkerasan Jalan Berbasis Metode Pavement Condition Indeks (PCI). *Jurnal STABILITA*, 6(3), 35–42.
- Bakhtiar Andhi Harsono, Sigit Winarto, dan Yosef Cahyo. 2018. Perencanaan peningkatan jalan pada ruas jalan pacitan-ngadirojo. Fakultas Teknik Universitas Kediri. *Jurmateks*. Vol 1 No 2.
- Bambang Junoto, Budi Supranyoto, dan Bambang Pudjianto. (2017). Analisis Kerusakan Dan Penanganan Ruas Jalan. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 6, 401–417.
- Carto Andriyanto. 2010. Pemilihan Teknik Perbaikan Perkerasan Jalan Dan Biaya Penanganannya(Studi Kasus Pada Ruas Jalan Nguter – Wonogiri). Universitas Sebelas Maret.
- Das, Braja. M. (1995). Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik) Jilid I. Jakarta: Erlangga.
- Dewi A. 2021. Analisa penilaian kondisi jalan raya dengan metode *surface distress index* (SDI) dan present *service ability index* (PSI) studi kasus : Duri Kecamatan Mandau. skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Islam Riau. Pekanbaru.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2017). *No. 02/M/BM/2017-Manual Desain Perkerasan Jalan*. 02.
- Hendarsin, Shirley L. 2000. Perencanaan Teknik Jalan Raya, Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bandung. Bandung: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Hestu, 2017. Analisis Perbaikan Perkerasan Pada Simpang Beserta Analisis Biayanya (Studi Kasus: Simpang Empat Giwangan Pada Ruas Jalan Yogyakarta – Barongan (Imogiri)). Universitas Islam Indonesia.
- KemenPUPR. (2003). *Pd-T-14-2003 : Pedoman Perkerasan Jalan Beton*.
- Laode M. Nurrahmad Arsyad & Siti Nurjana. 2018. Penilaian kondisi struktur kerusakan perkerasan jalan berbasis metode pavement condition indeks (PCI). Universitas Halu Oleo. *Jurnal STABILITA* Vol. 6 No. 3.
- Masherni dkk. 2020. Analisis Perencanaan Pelaksanaan Pekerjaan Perkerasan Kaku/ Rigid Pavement Ruas Padang Ratu–Kalirejo (Link.032) Sta. 0+000 S/D 0+685 Km Kabupaten Lampung Tengah. Universitas Muhammadiyah Metro.

Muhammad Rizka Rahim. 2018. Perbaikan Perkerasan Jalan Serta Biaya Dengan Metode Bina Marga Dan Recycle Di Jalan Lingkar Barat Kudus. Universitas Islam Indonesia.

Pd T-14-2003, tentang perencanaan perkerasan jalan beton

Perpres No. 70 tahun 2012, pasal 66, ayat 8

PP RI No. 34 Tahun 2006, tentang jalan

Radityasaka, J. (2021). *Analisis Kerusakan Perkerasan Kaku Dengan Metode Pavement Condition Index (Pci), Alternatif Solusi Dan Biaya Perbaikannya (Studi Kasus: Ruas Jalan Boyolali)*

Suryawan, Ari, 2013, Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (Rigid Pavement), Beta, Yogyakarta

Sukirman Silvia, Beton Aspal Campuran Panas, Jakarta, 2010

Sukirman Silvia, (1993), Perkerasan Lentur Jalan Raya, Penerbit Nova

Tenriajeng, A. T, 2002, Rekayasa Jalan Raya-2, Gunadarma, Jakarta

UU RI No. 22 Tahun 2009, tentang Lalu lintas dan angkutan jalan

Wiemintoro, W., & Wilis, G. R. (2020). *Tebal Perkerasan Lentur Jalan Dengan Menggunakan Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987 Pada Ruas Jalan Banjaran*

Wiratmoko & Aziz Al Huda. 2021. *PERBAIKAN LAPISAN PERMUKAAN JALAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE PAVEMENT CONDITION INDEX (Studi Kasus : Jalan Widodaren – Randusongo Ngawi)*. 349–355.

Waluyo,Rudi; dkk, 2008, Studi Perbandingan Biaya Konstruksi Perkerasan Kaku dan Perkerasan Lentur, Jurnal Teknik Sipil, Volume 9, Universitas Palangka Raya.

Yastawan, I. N., Wedagama, D. M. P., & Ariawan, I. M. A. (2021). Penilaian Kondisi Jalan Menggunakan Metode Sdi (Surface Distress Index) Dan Inventarisasi Dalam Gis (Geographic Information System) Di Kabupaten Klungkung. *Jurnal Spektran*, 9(2), 181.

Yoder, E.J and Witczak, M.W., 1975, Principles of Pavement Design, 2 nd Edition, New York : John Wiley & Sons, inc.