

**TESIS**

**EVALUASI KONDISI PERKERASAN DAN PREDIKSI  
NILAI SISA PADA JALAN HERTASNING – JALAN YASIN  
LIMPO KOTA MAKASSAR**

*(EVALUATION OF PAVEMENT CONDITION AND PREDICTION  
VALUE OF ROAD ON HERTASNING – YASIN LIMPO ROADS  
MAKASSAR CITY)*

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi  
Persyaratan Memperoleh Derajat Magister Teknik Sipil**



**ANDI IRVAN  
NIM : 21914029**

**KONSENTRASI MANAJEMEN KONSTRUKSI  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL PROGRAM MAGISTER  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
2025**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**TESIS**

**EVALUASI KONDISI PERKERASAN DAN PREDIKSI  
NILAI SISA PADA JALAN HERTASNING – JALAN YASIN  
LIMPO KOTA MAKASSAR**

*(EVALUATION OF PAVEMENT CONDITION AND PREDICTION  
VALUE OF ROAD ON HERTASNING – YASIN LIMPO ROADS  
MAKASSAR CITY)*



Miftahul Fauziah, ST., MT., Ph.D.  
Dosen Pembimbing Utama

Tanggal : Mei 2024

# HALAMAN PENGESAHAN

## TESIS

### EVALUASI KONDISI PERKERASAN DAN PREDIKSI NILAI SISA PADA JALAN HERTASNING – JALAN YASIN LIMPO KOTA MAKASSAR

*(EVALUATION OF PAVEMENT CONDITION AND PREDICTION  
VALUE OF ROAD ON HERTASNING – YASIN LIMPO ROADS  
MAKASSAR CITY)*

Disusun oleh

(ANDI IRVAN)

(21914029)

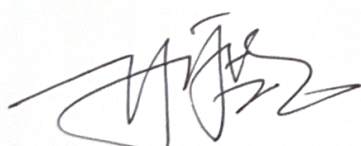
Telah diuji oleh Dewan Penguji  
pada tanggal (14 Januari 2025)  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Oleh Dewan Penguji

Pembimbing

Penguji I

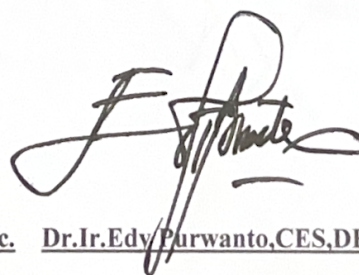
Penguji II



Miftahul Fauziah, ST, MT, Ph.D



Dr. Eng. Faizul Chasanah, ST, M.Sc.




Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA.

Yogyakarta 11 JUN 2025

Universitas Islam Indonesia

Program Studi Teknik Sipil, Program Magister

Ketua Program,

Dr. Ir. Sri Anjini Yuni Astuti, ST, MT.

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tesis yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian Program Magister di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan Tesis yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian Tesis ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 14 januari 2025

Yang Membuat Pernyataan,



**Andi Irvan**  
(21914029)

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Rabbil 'Alamin. Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT tuhan semesta alam, sehingga atas segala rahmat dan hidayahnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul Evaluasi Kondisi Perkerasan Berdasarkan Metode PCI Pada Jalan Hertasning - Jalan Yasin Limpo. Tesis ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat magister di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tesis ini banyak hambatan yang dihadapi oleh penulis, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, Tesis ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

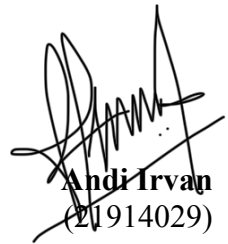
1. Miftahul Fauziah, ST., MT., Ph.D selaku dosen pembimbing Tesis yang telah memberikan banyak ilmu, pengarahan, dan dukungan demi terselesaikannya penyusunan Tesis ini.
2. Dr. Eng. Faizul Chasanah, ST, M.Sc dan Dr. Ir. Edy Purwanto, CES, DEA selaku dosen penguji Tesis yang telah memberikan banyak masukan, kritik maupun saran, dan evaluasi agar lebih baik di kemudian hari.
3. Ibu Dr. Sri Amini Yuni Astuti, ST, MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
4. Kedua orang tua saya dan adik-adik tercinta yang selalu memberikan dukungan dalam segala aspek dan doa yang tidak pernah terputus.
5. Isteri tercinta dan anak-anakku atas kesabaran dan motivasi yang diberikan kepada penulis untuk penyelesaian tugas akhir ini.
6. Sahabat dan teman-teman seperjuangan dan teman-teman lainnya yang tidak bisa disebutkan namanya satu per satu.

7. Pihak lainnya yang secara tidak langsung membantu dalam penyelesaian Tesis ini.

Penulis berharap agar Tesis ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membacanya.

Yogyakarta, 14 januari 2025

Yang Membuat Pernyataan,



**Andi Irvan**  
(21914029)

## DAFTAR ISI

TESIS	i	
TESIS	ii	
PERYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii	
KATA PENGANTAR	iv	
DAFTAR ISI	vi	
DAFTAR TABEL	viii	
DAFTAR GAMBAR	x	
DAFTAR LAMPIRAN	xii	
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xii	
ABSTRAK	xv	
ABSTRACT	xvi	
BAB I	PENDAHULUAN	1
	1.1 Latar Belakang	1
	1.2 Rumusan Masalah	5
	1.3 Tujuan Penelitian	5
	1.4 Manfaat Penelitian	6
	1.5 Batasan Penelitian	6
BAB II	TINJAUAN PUSTAKA	
	2.1 Tebal Perkerasan Jalan Dengan Data <i>Pavement Condition Index</i> (PCI)	8
	2.2 Perbandingan Penelitian tentang Evaluasi Kondisi Perkerasan Metode dan Prediksi Nilai Sisa pada Jalan Hertasning – Jalan Yasin Limpo Kota Makassar	11
BAB III	LANDASAN TEORI	15
	3.1 Jalan Raya	15
	3.2 Kinerja Jalan	23
	3.3 <i>Pavement Condition Index</i> (PCI)	25
	3.4 Jenis Kerusakan Jalan Berdasarkan Nilai PCI	26
	3.5 Penilaian Kondisi Perkerasan Dengan Metode PCI	27
	3.6 <i>Deduct Values</i>	28
	3.7 Perkerasan Jalan	29

3.8	Jenis-Jenis Perkerasan Jalan	29
3.9	Konsep Perkerasan Jalan	31
3.10	Modulus Elastisitas	31
3.11	Analisis Kerusakan Perkerasan	32
3.12	Metode Mekanistik-Empiris	33
3.13	Program <i>KENPAVE</i>	34
3.14	Metode Bina Marga 2017	38
3.15	Nilai Sisa Umur Rencana ( <i>Remaining life</i> )	39
<b>BAB IV</b>	<b>METODE PENELITIAN</b>	<b>41</b>
4.1	Jenis Penelitian	41
4.2	Lokasi dan Waktu Penelitian	41
4.3	Data Jalan	42
4.4	Tahap Penelitian	42
4.5	Langkah-langkah Penelitian	45
4.6	Alat dan Bahan	46
4.7	Teknik Pengumpulan Data	46
4.8	Analisis Data	47
<b>BAB V</b>	<b>ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>	<b>49</b>
5.1	Hasil Pengumpulan Data	49
5.2	Nilai Kondisi Kerusakan Jalan dengan Metode PCI	51
5.3	Nilai Tebal Lapis Tambahan (Overlay) dengan Metode Bina Marga 2017	67
5.4	Analisis Nilai Tegangan dan Regangan berdasarkan Metode Mekanistik – Empirik dengan Program <i>KENPAVE</i>	71
5.5	Nilai Sisa Umur Rencana pada Jalan Hertasning hingga Jalan Yasin Limpo dengan Metode Bina Marga 2017 dan Program <i>KENPAVE</i>	82
<b>BAB VI</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>101</b>
A.	Kesimpulan	101
B.	Saran	103

## DAFTAR PUSTAKA

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan Penelitian Terdahulu	11
Tabel 3.1	Standar Tingkat Pelayanan Jalan	24
Tabel 3.2	PCI dan Nilai Kondisi	25
Tabel 5.1	Kondisi Ruas Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo	49
Tabel 5.2	Data Lalu Lintas Harian Rerata (LHR) Tahun 2021-2023	50
Tabel 5.3	Hasil Pengamatan Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo	52
Tabel 5.4	Tabel <i>Severity Level</i> dan Nilai <i>Density</i> Retak Kulit Buaya	52
Tabel 5.5	Tabel <i>Severity Level</i> dan Nilai <i>Density</i> Tambalan	54
Tabel 5.6	<i>Total Deduct Value</i> Segmen	55
Tabel 5.7	Rekapitulasi Nilai <i>PCI</i> Arah Makassar – Gowa	57
Tabel 5.8	Rekapitulasi Nilai <i>PCI</i> Arah Gowa – Makassar	57
Tabel 5.9	Persentase Rating Nilai <i>PCI</i> Arah Makassar – Gowa	58
Tabel 5.10	Persentase Rating Nilai <i>PCI</i> Arah Gowa – Makassar	58
Tabel 5.11	Persentase Rating Nilai <i>PCI</i> Jalan Hertasning – Jalan Yasin Limpo	58
Tabel 5.12	Rekapitulasi Kerusakan Berdasarkan Nilai <i>Density</i> Arah Makassar – Gowa	59
Tabel 5.13	Rekapitulasi Kerusakan Berdasarkan Nilai <i>Density</i> Arah Gowa – Makassar	60
Tabel 5.14	Rekapitulasi Nilai <i>Density</i> Rerata Ruas Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo	61
Tabel 5.15	Pilihan Perbaikan Kerusakan Arah Makassar – Gowa	65
Tabel 5.16	Pilihan Perbaikan Kerusakan Arah Gowa – Makassar	66
Tabel 5.17	Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas ( <i>i</i> )	67
Tabel 5.18	Perhitungan LHR 2024	68
Tabel 5.19	Estimasi Nilai ESAL	69
Tabel 5.20	Data Input pada Program KENPAVE untuk Overlay	72
Tabel 5.21	Data Input General	73
Tabel 5.22	Titik Tinjau pada <i>Zcoord</i>	74

Tabel 5.23	Data <i>Input</i> pada Menu <i>Layer</i>	75
Tabel 5.24	Nilai Modulus Elastis Setiap Lapis	75
Tabel 5.25	Koordinat NPT	76
Tabel 5.26	Nilai <i>Vertical Strain</i> dan <i>Tangential Strain</i> pada Lapis Perkerasan Tambahan ( <i>Overlay</i> )	76
Tabel 5.27	Rekapitulasi LHRT Selama Umur Rencana (smp/jam)	79
Tabel 5.28	Rekapitulasi Analisis Derajat Kejenuhan	79
Tabel 5.29	Analisis Beban Lalu Lintas dengan Tebal Perkerasan <i>Overlay</i>	80
Tabel 5.30	Estimasi Nilai <i>ESAL</i>	84
Tabel 5.31	Data Input pada Program <i>KENPAVE</i> Lapis Perkerasan Rekonstruksi	87
Tabel 5.32	Titik Tinjau pada <i>Zcoord</i>	88
Tabel 5.33	Data <i>Input</i> pada Menu <i>Layer</i>	88
Tabel 5.34	Nilai Modulus Elastisitas Tiap Lapis	89
Tabel 5.35	Koordinat NPT	89
Tabel 5.36	Nilai <i>Vertical Strain</i> dan <i>Tangential Strain</i> pada Lapis Perkerasan Baru	90
Tabel 5.37	Rekapitulasi Analisis Derajat Kejenuhan	91
Tabel 5.38	Analisis Beban Lalu Lintas dengan Tebal Perkerasan Baru	91
Tabel 5.39	Data Input pada Program <i>KENPAVE</i> Lapis Perkerasan Rekonstruksi	95
Tabel 5.40	Titik Tinjau pada <i>Zcoord</i>	96
Tabel 5.41	Data Input pada Menu <i>Layer</i>	96
Tabel 5.42	Nilai <i>Vertical Strain</i> dan <i>Tangential Strain</i> pada Lapis Perkerasan Baru dengan <i>CTB</i>	96
Tabel 5.43	Analisis Beban Lalu Lintas Perkerasan Baru Dengan <i>CTB</i>	97

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Koreksi Kurva Jalan Dengan Perkerasan Aspal dan Tempat parkir	28
Gambar 3.2	Tampilan Awal Program <i>KENPAVE</i>	35
Gambar 3.3	Lokasi Tegangan dan Regangan Kritis Perkerasan Lentur	36
Gambar 4.1	Lokasi Penelitian Jalan Hertasning - Jalan Yasin Limpo 7,11 KM	41
Gambar 4.2	STA 0+000	42
Gambar 4.3	STA 7+110	42
Gambar 4.4	Kerusakan Pelepasan	43
Gambar 4.5	Kerusakan Retak Buaya Lapisan Aspal dan A	43
Gambar 4.6	Kerusakan Alur	43
Gambar 4.7	Kerusakan Lubang	43
Gambar 4.8	Kerusakan Alur	44
Gambar 4.9	Kerusakan Lubang Retak dan Kulit Buaya	44
Gambar 4.10	Kerusakan Kegemukan	44
Gambar 4.11	Kerusakan Pathole	44
Gambar 4.12	Kerusakan Pathole	44
Gambar 4.13	Kerusakan Tambalan Jalan	44
Gambar 4.14	Bagan Alir Untuk Penelitian	45
Gambar 5.1	Struktur Lapis Perkerasan Ruas Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo	50
Gambar 5.2	Penomoran Segmen Ruas Ruas Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo	51
Gambar 5.3	<i>Deduct Value Alligator Cracking</i>	53
Gambar 5.4	<i>Deduct Value Patching and Unitility Cut Patching</i>	54
Gambar 5.5	Grafik <i>Corrected Deduct Value</i>	56
Gambar 5.6	Persentase Rating Nilai PCI Arah Makassar – Gowa	62
Gambar 5.7	Persentase Rating Nilai PCI Arah Gowa – Makassar	62
Gambar 5.8	Nilai Density Rerata Arah Makassar – Gowa	63

Gambar 5.9	Nilai Density Rerata Arah Gowa – Makassar	64
Gambar 5.10	Grafik Nilai <i>Overlay</i>	70
Gambar 5.11	(a) Struktur Lapis Perkerasan <i>Existing</i> Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo, dan (b) Struktur Lapis Perkerasan Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo dengan Lapis Tambahan	71
Gambar 5.12	Tampilan Menu <i>Layerinp</i>	73
Gambar 5.13	Letak Titik Tinjauan	74
Gambar 5.14	Koordinat Tinjauan Berdasarkan Jenis Roda	76
Gambar 5.15	Nilai Regangan Lapis Tambahan Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo	81
Gambar 5.16	Struktur Lapis Perkerasan Baru Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo	85
Gambar 5.17	Letak Titik Tinjauan	88
Gambar 5.18	Nilai Regangan Lapis Perkerasan Baru Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo	93

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Formulir Survei Metode <i>Pavement Condition Index</i>	108
Lampiran 2	Data LHR Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo Tahun 2021 – 2023	109
Lampiran 3	Nilai Tegangan dan Regangan Ruas Jalan Hertasning – Jalan Yasin Limpo	110
Lampiran 4	Survey Kerusakan Jalan	112
Lampiran 5	Test-Pit Aspal	114

## DAFTAR SINGKATAN

AC-WC	= Asphalt Concrete-Wearing Course
AC-BC	= Asphalt Concrete-Binder Course
AC-Base	= Asphalt Concrete-Base
CBR	= California Bearing Ratio
CESA	= Cumulative Equivalent Standard Axle
Cm	= Sentimeter
CP	= Contact Pressure
CR	= Contact Radius
d	= Jarak antar roda ganda
DD	= Faktor distribusi arah
DL	= Faktor distribusi lajur
DS	= Derajat kejenuhan
E	= Modulus Elastisitas
ESA	= Equivalent Standard Axle
ESAL	= Equivalent Standard Axle Load
f4, f5	= Faktor kriteria deformasi permanen
i	= Faktor pertumbuhan lalu lintas
kg	= kilogram
kPa	= kilopascal
LHR	= Lalu Lintas Harian rerata
LHRT	= Lalu Lintas Harian Rerata Tahunan
LPA	= Lapis Pondasi Atas
MDJP	= Manual Desain Perkerasan Jalan
MKJI	= Manual Kapasitas Jalan Indonesia
m	= meter
Nd	= Nilai repetisi beban standar pemicu <i>permanent deformation</i>
Nf	= Nilai repetisi beban gandar pemicu kerusakan <i>fatigue cracking</i>
P	= Beban terpusat roda
PCI	= Pavement Condition Index

R	= Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas
UR	= Umur Rencana
VDF	= <i>Vehicle Damager Factor</i>
$\epsilon$	= Regangan
$\sigma$	= Tegangan
$\mu$	= <i>poisson ratio</i>

## ABSTRAK

Penelitian bertujuan mengetahui kondisi kerusakan Jalan Hertasning hingga Yasin Limpo dan menentukan nilai PCI, kebutuhan tebal lapis tambahan pada kondisi *existing* di Jalan Hertasning hingga Yasin Limpo dengan metode Bina Marga 2017, menghitung nilai tegangan dan regangan perkerasan *existing* serta perkerasan tambahan dengan *KENPAVE* dan menghitung sisa umur rencana pada ruas.

Metode penelitian data primer berupa jenis kerusakan diidentifikasi melalui survei langsung dan tebal lapis perkerasan *existing* dengan pengujian test-pit aspal. Data sekunder dari Dinas Pekerjaan Umum Kota Makasar. Penilaian kondisi jalan sebelum menghitung tebal perkerasan menggunakan PCI.

Hasil analisis menunjukkan Jalan Hertasning – Jalan Yasin Limpo sedang (*fair*) dengan PCI tertinggi sebesar 77 rating *excellent* dan terendah sebesar 22 rating *very poor*. Analisis metode Bina Marga 2017, tebal lapis AC-WC sebesar 4 cm, AC-BC setebal 6 cm, AC-Base setebal 8 cm, Lapis Pondasi Kelas A setebal 30 cm, dan Lapis Pondasi tambahan Kelas S setebal 20 cm. Metode mekanistik-empirik *KENPAVE*, menunjukkan tambahan (*overlay*) ruas jalan kerusakan *fatigue cracking* sebesar 0,0001992, nilai repetisi beban 1.441.176 ESAL. Nilai sisa umur rencana 20 tahun, diperoleh tebal perkerasan lapis AC-WC sebesar 4 cm, lapis AC-BC sebesar 6 cm, lapis AC-Base sebesar 8 cm, dan untuk pondasi atas Kelas A setebal 30 cm serta lapis tambahan agregat Kelas S setebal 20 cm diletakkan dibawah Pondasi Kelas A. Program *KENPAVE* menunjukkan selama umur rencana 20 tahun, perkerasan menahan beban tanpa terjadi kerusakan karena nilai kontrol repetisi beban lebih besar dibandingkan dengan nilai LHR rencana (Nr).

Kata Kunci : Kerusakan Jalan, PCI, Bina Marga 2017, dan *KENPAVE*.

## **ABSTRACT**

*The study aims to determine the condition of damage to Jalan Hertasning to Yasin Limpo and determine the PCI value, the need for additional layer thickness in existing conditions on Jalan Hertasning to Yasin Limpo using the Bina Marga 2017 method, calculate the stress and strain values of existing pavement and additional pavement with KENPAVE and calculate the remaining design life on the section.*

*Primary data research methods in the form of types of damage are identified through direct surveys and the thickness of existing pavement layers with asphalt test-pit testing. Secondary data from the Makassar City Public Works Department. Assessment of road conditions before calculating the thickness of the pavement using PCI.*

*The results of the analysis show that Jalan Hertasning - Jalan Yasin Limpo is fair with the highest PCI of 77 excellent ratings and the lowest of 22 very poor ratings. Analysis of the Bina Marga 2017 method, the thickness of the AC-WC layer is 4 cm, AC-BC is 6 cm thick, AC-Base is 8 cm thick, Class A Foundation Layer is 30 cm thick, and Class S additional Foundation Layer is 20 cm thick. The mechanistic-empirical KENPAVE method shows an additional (overlay) fatigue cracking damage road section of 0.0001992, a load repetition value of 1,441,176 ESAL. The remaining value of the 20-year design life, obtained the thickness of the AC-WC pavement layer of 4 cm, the AC-BC layer of 6 cm, the AC-Base layer of 8 cm, and for the Class A upper foundation of 30 cm and an additional layer of Class S aggregate of 20 cm thick placed under the Class A Foundation. The KENPAVE program shows that during the 20-year design life, the pavement withstands the load without damage because the load repetition control value is greater than the planned LHR value (Nr).*

*Keywords: Road Damage, PCI, Bina Marga 2017, and KENPAVE*

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan negara dengan pertumbuhan ekonomi dan industri yang berkembang setiap tahunnya, sehingga keberadaan prasarana transportasi sangat diperlukan untuk menunjang laju pertumbuhan ekonomi dan industri tersebut. Selain itu, prasarana transportasi yang baik akan sangat berpengaruh untuk kemajuan suatu daerah karena prasarana transportasi ini menjadi penghubung antara dua daerah di segala bidang baik bidang ekonomi maupun bidang industri. Dengan kata lain, sarana prasarana transportasi harus dimaksimalkan sebaik mungkin dari perencanaan, pelaksanaan dan pemeliharannya.

Untuk membangun jalan raya Indonesia telah mempunyai peraturan serta pedoman dalam perencanaan struktur tebal perkerasan jalan raya yang merupakan hasil modifikasi dan penyesuaian dari negara maju seperti Amerika Serikat, Inggris, dan Australia. Terkait dengan hal ini Kementerian Pekerjaan Umum, Direktorat Jendral Bina Marga selalu mengeluarkan standar peraturan mengenai desain manual perkerasan jalan yang terus dikembangkan dan disempurnakan, dengan tujuan untuk memberikan rasa keamanan dan kenyamanan bagi pengguna jalan dalam berlalu lintas (Direktorat Jendral Bina Marga, 2003).

Di Indonesia sendiri meskipun telah mempunyai peraturan serta pedoman dalam perencanaan struktur tebal perkerasan jalan raya namun masih banyak ruas jalan kabupaten maupun provinsi yang mengalami rusak parah hingga merenggut

korban jiwa. Banyak faktor yang menyebabkan hingga jalan raya tersebut mengalami lubang-lubang atau rusak parah, salah satunya yaitu volume kendaraan yang melewati jalan tersebut setiap hari semakin meningkat yang diikuti dengan jumlah penduduk yang semakin banyak, dan faktor lainnya juga yaitu lapisan tanah, tanah yang mengandung banyak unsur air sangat mempengaruhi perkerasan pada jalan karena semakin banyaknya kandungan air pada tanah maka stabilitas tanah sebagai lapisan dasar semakin berkurang (Hardiatmo, 2007).

Seperti halnya di Sulawesi Selatan khususnya di kota Makassar masih banyaknya ruas jalan yang kurang mendapatkan perhatian dari pemerintah, salah satunya yaitu jalan Hertasning hingga jalan Yasin Limpo yang merupakan salah satu jalan utama yang menghubungkan Kota Makassar dan Kabupaten Gowa. Jalan Hertasning hingga Jalan Yasin Limpo merupakan salah satu jalan utama yang tiap jam nya di padati oleh arus lalu lintas baik kendaraan roda empat, bus, hingga truk bermuatan banyak. Dengan padatnya arus lalu lintas di jalan tersebut sehingga membuat jalan ini mudah mengalami kerusakan jalan. Selain itu seiring dengan berjalannya waktu, jalan raya yang terdiri dari lapisan perkerasan akan mengalami penurunan tingkat pelayanan. Menurunnya tingkat pelayanan jalan ditandai dengan adanya kerusakan pada lapisan perkerasan jalan, kerusakan yang terjadi juga bervariasi pada setiap segmen di sepanjang ruas jalan dan apabila dibiarkan dalam jangka waktu yang lama, maka akan dapat memperburuk kondisi lapisan perkerasan sehingga dapat mempengaruhi keamanan, kenyamanan, dan kelancaran dalam berlalu lintas.

Ruas Jalan Hertasning hingga Jalan Yasin Limpo merupakan jalan arteri primer berfungsi sebagai jalan utama arus lalu lintas yang menghubungkan kota Makassar yang berbatasan langsung dengan Kabupaten Gowa. Ruas Jalan Hertasning hingga Jalan Yasin Limpo ini juga menjadi prasarana yang sangat vital bagi kelancaran lalu lintas dan ekonomi Kota Makassar dan Kabupaten Gowa. Realita bahwa pertumbuhan prasarana transportasi yang ada tidak dapat mengikuti laju pertumbuhan pemilik kendaraan. Hal ini mengakibatkan volume lalu lintas bertambah padat sehingga mengakibatkan kenaikan beban kendaraan. Kenaikan beban pada kendaraan yang melintasi permukaan jalan menimbulkan beberapa masalah, salah satunya yaitu kerusakan jalan.

Oleh karena itu, diperlukan adanya pemeliharaan perkerasan jalan yang maksimal. Kerusakan jalan yang terjadi pada umumnya disebabkan oleh peningkatan volume lalu lintas serta pembebanan kendaraan yang berulang-ulang, iklim, kondisi tanah dasar yang tidak stabil, sistem drainase yang kurang baik, penyimpangan mutu material konstruksi, dan proses pelaksanaan pekerjaan yang kurang baik. Ruas Jalan Hertasning hingga Jalan Yasin Limpo secara visual terdapat indikasi beberapa jenis kerusakan yang cukup berat. Berdasarkan uraian tersebut, maka perlu dilakukan evaluasi atau analisis tingkat kerusakan jalan yang terjadi dan alternatif penanganan yang tepat.

Kondisi suatu jalan diperoleh berdasarkan evaluasi yang dilakukan dengan pengamatan secara langsung dilapangan, sehingga diperoleh luas dan jenis kerusakan yang terjadi dilapangan. Berdasarkan pengamatan awal yang telah dilakukan pada ruas jalan Hertasning hingga Jalan Yasin Limpo, terdapat beberapa kerusakan yang terlihat cukup parah dan membuat para pengendara

yang melewati jalan tersebut cukup hati-hati dalam berkendara sehingga membuat kemacetan yang cukup panjang diakibatkan karena penurunan kecepatan berkendara pada saat melewati jalan tersebut. Pada evaluasi ini, peneliti ingin menggunakan metode *Pavement Condition Index (PCI)* untuk mengetahui kondisi perkerasan yang terjadi pada Jalan Hertasning hingga Jalan Yasin Limpo. *Pavement Condition Index (PCI)* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui kondisi dan jenis kerusakan pada perkerasan lentur dengan menggunakan rentangan nilai dari 0 sampai 100.

Terkait dengan hal tersebut, maka perhitungan tebal perkerasan jalan menggunakan metode PCI pada jalan Hertasning hingga Jalan Yasin Limpo dianggap perlu agar adanya solusi dan acuan pemerintah untuk melakukan pemeliharaan atau perbaikan jalan Hertasning hingga Jalan Yasin Limpo sekarang ini. Mengingat Jalan Hertasning hingga Jalan Yasin Limpo merupakan salah satu jalan Arteri Primer yang menghubungkan Kota Makassar dan Kabupaten Gowa.



STA 2+210 Hertasning



STA 3+320 Yasin Limpo

Gambar 1.1. Kondisi Jalanan Rusak di Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo

Dalam tujuan penelitian pada Jalan Hertasning hingga Jalan Yasin Limpo akan dianalisis jenis-jenis kerusakan secara mendetail pada jalan dan penyebab kerusakannya serta menghitung beban lalu lintas dan volume lalu lintas. Dipilihnya Jalan Hertasning hingga Jalan Yasin Limpo sebagai lokasi penelitian karena Jalan Hertasning hingga Jalan Yasin Limpo merupakan salah satu jalan utama yang menghubungkan Kota Makassar dan Kabupaten Gowa dan merupakan jalan yang banyak dilalui masyarakat setempat, tetapi jalan tersebut masih banyak terdapat kerusakan yang dapat membahayakan pengendara yang melewatinya. Keadaan demikian yang melatar belakangi penulis untuk melakukan penelitian yang berjudul “Evaluasi Kondisi Perkerasan Berdasarkan Metode PCI Pada Jalan Hertasning - Jalan Yasin Limpo Kota Makassar”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi kerusakan jalan dan berapa nilai PCI (*Pavement Condition Index*) pada ruas Jalan Hertasning hingga Jalan Yasin Limpo?
2. Berapa kebutuhan tebal lapis tambahan (*overlay*) pada kondisi *existing* di ruas Jalan Hertasning hingga Jalan Yasin Limpo dengan menggunakan metode Bina Marga 2017?
3. Bagaimana respon tegangan dan respon regangan yang terjadi berdasarkan data perkerasan *existing* dan data perkerasan tambahan (*overlay*) dengan menggunakan metode mekanistik-empirik program *KENPAVE*?
4. Berapa nilai sisa umur rencana pada Jalan Hertasning hingga Jalan Yasin Limpo dengan metode Bina Marga 2017 dan Program *KENPAVE*?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui kondisi kerusakan Jalan pada ruas Jalan Hertasning hingga Jalan Yasin Limpo dan menentukan nilai PCI (*Pavement Condition Index*).
2. Mengetahui kebutuhan tebal lapis tambahan (*overlay*) pada kondisi *existing* di ruas Jalan Hertasning hingga Jalan Yasin Limpo dengan menggunakan metode Bina Marga 2017
3. Menghitung nilai tegangan dan nilai regangan pada perkerasan *existing* dan perkerasan tambahan (*overlay*) dengan program *KENPAVE*
4. Menghitung nilai sisa umur rencana pada ruas Jalan Hertasning hingga Jalan Yasin Limpo dengan menggunakan metode Bina Marga 2017 dan program *KENPAVE*.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan uraian sebelumnya, maka manfaat dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Menambah pengetahuan mengenai *Pavement Condition Index* (PCI) untuk mengetahui jenis dan kondisi kerusakan jalan yang terjadi pada perkerasan lentur.
2. Diharapkan dapat menjadi acuan dalam melakukan pemeliharaan dan perbaikan jalan untuk pemerintah setempat.

### 1.5 Batasan Penelitian

Mengingat luasnya ruang lingkup dan permasalahan serta karena keterbatasan pengetahuan penulis, maka dibuat Batasan masalah yang nantinya akan dijadikan pembahasan. Sesuai dengan topik berikut Batasan penelitian dalam penelitian ini:

1. Data yang digunakan data pengukuran dan pengamatan langsung pada Jalan Hertasning hingga Jalan Yasin Limpo Tahun 2024.
2. Lokasi Penelitian di Jalan Hertasning hingga Jalan Yasin Limpo Kabupaten Gowa Tahun 2024.
3. Jenis kendaraan yang ditinjau Mobil penumpang, Roda dua, Bus Besar, Bus sedang, Truk besar, Truk sedang dan Truk kecil Tahun 2024.
4. Data yang digunakan untuk nilai sisa umur perkerasan, nilai tebal perkerasan, nilai tegangan dan nilai regangan diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum, Perumahan dan Kawasan Permukiman Kota Makassar Tahun 2024.
5. Nilai tegangan dan regangan diperoleh dengan melakukan analisis menggunakan Program *KENPAVE* Tahun 2024.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tebal Perkerasan Jalan Dengan Data *Pavement Condition Index* (PCI)

Menghitung tebal perkerasan jalan dengan data *pavement condition index* (PCI) telah diteliti oleh beberapa peneliti, salah satunya yaitu Samsul pada Tahun 2018, Penelitiannya dilakukan pada ruas jalan Ir. Sutami Kota Probolinggo dengan Panjang 2.4 km dan dibagi menjadi beberapa segmen dengan ukuran 200 x 7 m per segmennya, masing-masing segmen di evaluasi dengan mengukur dimensi, identifikasi jenis dan tingkatan kerusakannya untuk mendapatkan nilai PCI. Penelitiannya bertujuan untuk menilai kondisi perkerasan jalan Ir. Sutami Kecamatan Wonoasih Kota Probolinggo.

Kemudian pada hasil penelitiannya didapatkan ada 7 macam kerusakan yang terjadi pada ruas jalan Ir. Sutami Kecamatan Wonoasih Kota Probolinggo. Jenis kerusakannya adalah Alur (*Rutting*) sebesar 50,03%, Tambalan (*Patching*) sebesar 26,34%, Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*) sebesar 20,37%, Pelapukan dan Butiran Lepas (*Weathering and Raveling*) sebesar 2,2 %, Persilangan Jalan Rel (*Railroad Crossing*) sebesar 0,69%, Lubang (*Pothole*) sebesar 0,17%, dan yang terakhir Ambblas (*Depression*) sebesar 0,02%. Nilai rata-rata PCI sebesar 51,5 yang menunjukkan kondisi perkerasan jalan dalam kondisi Sedang/*Fair*, sehingga perlu suatu penanganan serius dari pemerintah untuk segera melakukan perbaikan sebelum kerusakan menjadi lebih parah (Hidayat, 2018).

Penelitian terkait menghitung tebal perkerasan jalan dengan data PCI juga telah dilakukan oleh Wira pada Tahun 2022. Penelitiannya dilakukan di Jalan Lingkar Timur I, Kecamatan Paalmerah Kota Jambi yang merupakan jalan penghubung ke Pelabuhan talang duku. Penelitiannya bertujuan untuk menganalisis kerusakan jalan perkerasan lentur dengan menggunakan metode *pavement condition index* (PCI). Kemudian dari hasil penelitiannya didapatkan hasil nilai PCI sebesar 67,333 dengan kondisi perkerasan baik (*good*), maka semakin rendah nilai PCI dan akan berpengaruh terhadap lambatnya kecepatan kendaraan, sebaliknya semakin besar nilai PCI maka semakin rendah tingkat kerusakan dan laju kendaraan makin cepat.

Adapun penelitian terkait menghitung tebal perkerasan jalan dengan data PCI juga diteliti oleh Fakhrol pada Tahun 2020. Penelitiannya dilakukan di Jalan Jambi – Lintas Muara Bulian Kelurahan Muara Pijoan sampai Jalan Jambi – Lintas Muara Bulian Km 27 Desa Lopak Aur. Penelitiannya bertujuan untuk menganalisis jenis kerusakan yang terjadi pada ruas jalan Jambi – Lintas Muara Bulian Kelurahan Muara Pijoan sampai Jalan Jambi – Lintas Muara Bulian Km 27 Desa Lopak Aur, menganalisis *performance* permukaan jalan menggunakan metode PCI (*pavement condition index*) oleh *U.S. Army Corp of Engineer* dan menentukan jenis penanganan kerusakan ruas jalan berdasarkan metode standar Dirjen Bina Marga 1995 No. 002/T/Bt/1995. Kemudian didapatkan hasil penelitiannya yaitu jenis dan nilai rata-rata kerusakan pada ruas Jalan Jambi – Lintas Muara Bulian Kelurahan Muara Pijoan sampai Jalan Jambi – Lintas Muara Bulian Km 27 Desa Lopak Aur dengan Panjang 4 KM dan lebar 6 M antara lain Retak Buaya (1,473%), Retak Kotak-kotak (0,078%), Retak Pinggir Jalan

(0,083%), Pinggir Jalan Turun Vertikal (0,038%), Retak Memanjang/ Melintang (0,065%), Tambalan (3,018%), Lubang (0,200%), Alur (0,049%), Sungkur (0,076%), Pelepasan Butir (2,878%), Ambblas (0,037%) dengan nilai PCI rata-rata yaitu 48,90%.

Menghitung tebal perkerasan jalan dengan data *pavement condition index* (PCI) juga telah diteliti oleh Delli pada Tahun 2020. Penelitiannya dilakukan di Jalan Nasional Srijaya Raya Palembang KM 8+149 sampai KM 9 + 149. Penelitiannya bertujuan untuk mengetahui jenis-jenis kerusakan yang terjadi pada perkerasan lentur (*flexible pavement*) pada ruas jalan Sri Jaya Raya Palembang, mengetahui nilai index kerusakan dengan metode PCI pada perkerasan lentur dan mengetahui berapa biaya pemeliharaan Jalan Srijaya Raya pada Km 8+ 149 sampai dengan KM 9+ 149. Kemudian didapatkan hasil dari survey dan pengukuran PCI terdapat 4 jenis kerusakan yang terjadi pada ruas jalan Srijaya Raya KM 8 + 149 sampai dengan KM 9 + 149 yaitu pelepasan butir, devormasi/ penurunan, bleeding atau kegemukan, lubang dan retak buaya. Secara umum nilai PCI untuk Jalan Srijaya Raya pada KM 8 + 149 sampai dengan KM 9 + 149 adalah 61, yang artinya kondisi jalan dalam keadaan baik, dan total biaya pemeliharaan terhadap kerusakan yang diderita oleh jalan Srijaya Raya pada KM 8 + 149 sampai dengan KM 9 + 149 adalah Rp 86.212.428,- atau dibulatkan Rp 86.213.000,-.

Penelitian terkait menghitung tebal perkerasan jalan dengan data PCI juga telah dilakukan oleh Imanuel pada Tahun 2020. Penelitiannya dilakukan pada ruas jalan Airmadidi- Kairagi yang merupakan akses penghubung antar Kota Bitung

dan Kota Manado. Penelitiannya bertujuan untuk mengetahui besarnya beban lalu lintas dan kondisi lingkungan diruas jalan Airmadidi- kairagi, mengetahui jenis-jenis kerusakan pada lapis permukaan perkerasan lentur serta mengetahui nilai indeks kondisi perkerasan jalan dengan metode PCI serta memberikan rekomendasi penanganan perbaikan kerusakan berdasarkan nilai indeks kondisi perkerasan jalan. Kemudian didapatkan hasil penelitiannya yaitu nilai *cumulative equivalent single axle load (CESA)* diperoleh 37.669.062,13 untuk 10 tahun yaitu dari tahun 2014 sampai pada tahun 2024, nilai indeks permukaan diperoleh 2,52 dan kerusakan jalan tidak hanya dipengaruhi besar beban lalu lintas, melainkan juga kualitas struktur perkerasan jalan dan nilai PCI untuk ruas jalan Airmadidi-Kairagi adalah 65,9 (Sangat Baik).

## 2.2 Perbandingan Penelitian Evaluasi Kondisi Perkerasan Metode dan Prediksi Nilai Sisa pada Jalan Hertasning – Jalan Yasin Limpo Kota Makassar

**Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian**

No	Peneliti/Tahun	Judul	Tujuan Penelitian	Lokasi Penelitian	Hasil Penelitian	Persamaan/Perbedaan
1	Hidayat (2018)	Kajian Tingkat Kerusakan Menggunakan Metode PCI Pada Ruas Jalan Ir. Sutami Kota Probolinggo	Untuk menilai kondisi perkerasan jalan Ir. Sutami Kecamatan Wonoasih Kota Probolinggo	Ruas jalan Ir. Sutami Kota Probolinggo dengan Panjang 2.4 km dan dibagi menjadi beberapa segmen dengan ukuran 200 x 7 m per segmennya	Hasil penelitiannya didapatkan ada 7 macam kerusakan yang terjadi pada ruas jalan Ir. Sutami Kecamatan Wonoasih Kota Probolinggo. Jenis kerusakannya adalah Alur ( <i>Rutting</i> ) sebesar 50,03%, Tambalan ( <i>Patching</i> ) sebesar 26,34%, Retak Kulit Buaya ( <i>Alligator Cracking</i> ) sebesar 20,37%, Pelapukan dan Butiran Lepas ( <i>Weathering and Raveling</i> ) sebesar 2,2 %, Persilangan Jalan	Persamaan terletak pada penelitian kondisi perkerasan jalan, kerusakan jalan dan analisis yang digunakan. Perbedaannya pada objek penelitian, wilayahnya, ruas jalan yang diamati dan dikur serta hasil prediksi dari kondisi perkerasan yang dilakukan

Bersambung

Sambungan Tabel 2.1.

No	Peneliti/Tahun	Judul	Tujuan Penelitian	Lokasi Penelitian	Hasil Penelitian	Persamaan/ Perbedaan
					Rel ( <i>Railroad Crossing</i> ) sebesar 0,69%, Lubang ( <i>Pothole</i> ) sebesar 0,17%, dan yang terakhir Amblas ( <i>Depression</i> ) sebesar 0,02%. Nilai rata-rata PCI sebesar 51,5 yang menunjukkan kondisi perkerasan jalan dalam kondisi Sedang/ <i>Fair</i> , sehingga perlu suatu penanganan serius dari pemerintah untuk segera melakukan perbaikan sebelum kerusakan menjadi lebih parah	Persamaan terletak pada penelitian kondisi perkerasan jalan,
2	Putra (2022)	Analisis Kerusakan Jalan Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Pavement Condition Index (PCI)	Untuk menganalisis kerusakan jalan perkerasan lentur dengan menggunakan metode <i>pavement condition index</i> (PCI)	Jalan Lingkar Timur I, Kecamatan Paalmerah Kota Jambi	Hasil penelitiannya didapatkan hasil nilai PCI sebesar 67,333 dengan kondisi perkerasan baik ( <i>good</i> ), maka semakin rendah nilai PCI dan akan berpengaruh terhadap lambatnya kecepatan kendaraan, sebaliknya semakin besar nilai PCI maka semakin rendah tingkat kerusakan dan laju kendaraan makin cepat	kerusakan jalan dan analisis yang digunakan. Perbedaannya pada objek penelitian, wilayahnya, ruas jalan yang diamati dan dikur serta hasil prediksi dari kondisi perkerasan yang dilakukan
3	Yamali (2020)	Penilaian Kondisi Jalan Dengan Metode PCI ( <i>Pavement Condition Index</i> )	Untuk menganalisis jenis kerusakan yang terjadi pada ruas jalan Jambi – Lintas Muara Bulian Kelurahan Muara Pijoan sampai Jalan Jambi – Lintas	Jalan Jambi – Lintas Muara Bulian Kelurahan Muara Pijoan sampai Jalan Jambi – Lintas Muara Bulian Km 27 Desa Lopak Aur	Hasil penelitiannya yaitu jenis dan nilai rata-rata kerusakan pada ruas Jalan Jambi – Lintas Muara Bulian Kelurahan Muara Pijoan sampai Jalan Jambi – Lintas Muara Bulian Km 27 Desa Lopak Aur dengan Panjang 4 KM dan lebar 6 M antara lain	

Bersambung

Sambungan Tabel 2.1.

No	Peneliti/Tahun	Judul	Tujuan Penelitian	Lokasi Penelitian	Hasil Penelitian	Persamaan/ Perbedaan
			Muara Bulian Km 27 Desa Lopak Aur, menganalisis <i>performance</i> permukaan jalan menggunakan metode PCI ( <i>pavement condition index</i> ) oleh <i>U.S. Army Corp of Engineer</i> dan menentukan jenis penanganan kerusakan ruas jalan berdasarkan metode standar Dirjen Bina Marga 1995 No. 002/T/Bt/1995		Retak Buaya (1,473%), Retak Kotak-kotak (0,078%), Retak Pinggir Jalan (0,083%), Pinggir Jalan Turun Vertikal (0,038%), Retak Memanjang/ Melintang (0,065%), Tambalan (3,018%), Lubang (0,200%), Alur (0,049%), Sungkur (0,076%), Pelepasan Butir (2,878%), Amblas (0,037%) dengan nilai PCI rata-rata yaitu 48,90%	Persamaan terletak pada penelitian kondisi perkerasan jalan, kerusakan jalan dan analisis yang digunakan. Perbedaannya pada objek penelitian, wilayahnya, ruas jalan yang diamati dan dikur serta hasil prediksi dari kondisi perkerasan yang dilakukan
4	Rachman (2020)	Analisis Kerusakan Jalan Dengan Menggunakan Metode PCI dan Strategi Penanganannya (Studi Kasus Jalan Nasional Srijaya Raya Palembang KM 8+149 SD KM 9+149)	Untuk mengetahui jenis-jenis kerusakan yang terjadi pada perkerasan lentur ( <i>flexible pavement</i> ) pada ruas jalan Sri Jaya Raya Palembang, mengetahui nilai index kerusakan dengan metode PCI pada perkerasan lentur dan	Jalan Nasional Srijaya Raya Palembang KM 8+149 sampai KM 9 + 149	Hasil dari survey dan pengukuran PCI terdapat 4 jenis kerusakan yang terjadi pada ruas jalan Srijaya Raya KM 8 + 149 sampai dengan KM 9 + 149 yaitu pelepasan butir, devormasi/ penurunan, bleeding atau kegemukan, lubang dan retak buaya. Secara umum nilai PCI untuk Jalan Srijaya Raya pada KM 8 + 149 sampai dengan KM 9 + 149 adalah 61, yang artinya kondisi jalan dalam keadaan baik, dan total biaya pemeliharaan terhadap	Persamaan terletak pada penelitian kondisi perkerasan jalan, kerusakan jalan dan analisis yang digunakan. Perbedaannya pada objek penelitian, wilayahnya, ruas jalan yang diamati dan dikur serta hasil prediksi dari kondisi perkerasan yang dilakukan

Bersambung

Sambungan Tabel 2.1.

No	Peneliti/Tahun	Judul	Tujuan Penelitian	Lokasi Penelitian	Hasil Penelitian	Persamaan/Perbedaan
			mengetahui berapa biaya pemeliharaan Jalan Srijaya Raya pada Km 8+ 149 sampai dengan KM 9+ 149		kerusakan yang diderita oleh jalan Srijaya Raya pada KM 8 + 149 sampai dengan KM 9 + 149 adalah Rp 86.212.428,- atau dibulatkan Rp 86.213.000,-	
5	Pasiak (2020)	Evaluasi Struktur Perkerasan Jalan Menggunakan Metode Pavement Condition Index (PCI) (Studi Kasus: Ruas Jalan Airmadidi-Kairagi) STA 8 + 193, 64-STA 11 +193, 64	Untuk mengetahui besarnya beban lalu lintas dan kondisi lingkungan diruas jalan Airmadidi-kairagi, mengetahui jenis-jenis kerusakan pada lapis permukaan perkerasan lentur serta mengetahui nilai indeks kondisi perkerasan jalan dengan metode PCI serta memberikan rekomendasi penanganan perbaikan kerusakan berdasarkan nilai indeks kondisi perkerasan jalan	Jalan Airmadidi-Kairagi yang merupakan akses penghubung antar Kota Bitung dan Kota Manado	Hasil penelitiannya yaitu nilai <i>cumulative equivalent single axle load (CESA)</i> diperoleh 37.669.062,13 untuk 10 tahun yaitu dari tahun 2014 sampai pada tahun 2024, nilai indeks permukaan diperoleh 2,52 dan kerusakan jalan tidak hanya dipengaruhi besar beban lalu lintas, melainkan juga kualitas struktur perkerasan jalan dan nilai PCI untuk ruas jalan Airmadidi-Kairagi adalah 65,9 (Sangat Baik)	Persamaan terletak pada penelitian kondisi perkerasan jalan, kerusakan jalan dan analisis yang digunakan. Perbedaannya pada objek penelitian, wilayahnya, ruas jalan yang diamati dan dikur serta hasil prediksi dari kondisi perkerasan yang dilakukan

Sumber : Samsul (2018), Wira (2022), Fakhrol (2020), Delli (2020), Imanuel (2020)

Berdasarkan penelitian terdahulu di atas, terdapat persamaan dan perbedaan antara penelitian ini dengan penelitian sebelumnya. Persamaan terletak pada penelitian yang dilakukan terkait dengan kondisi perkerasan jalan, kerusakan jalan

dan analisis yang digunakan. Sedangkan perbedaannya terletak pada objek penelitian, wilayahnya, ruas jalan yang diamati dan dikur serta hasil prediksi dari kondisi perkerasan yang dilakukan.

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Jalan Raya**

##### **3.1.1 Pengertian Jalan Raya**

Jalan raya merupakan salah satu prasarana perhubungan darat, dimana juga merupakan unsur perkembangan wilayah yang mengalami perkembangan yang pesat dan merupakan prasarana infrastruktur yang sangat penting, salah satunya untuk membuka atau mengembangkan suatu wilayah. Dimana jalan juga sebagai sarana yang akan berdampak pada kemajuan dan peningkatan perekonomian suatu wilayah atau daerah. Jalan juga merupakan bagian dari beberapa struktur lapis perkerasan dan lapis permukaan yang terdiri dari tanah dasar (*sub grade*), lapis pondasi bawah (*sub base course*), lapis pondasi atas (*base course*) dan lapis permukaan (*surface course*). masing-masing perkerasan mempunyai komposisi yang berbeda-beda sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan pemilik pekerjaan (*Owner*) (Peraturan Pemerintah RI No.34, 2006).

Kerusakan struktur perkerasan suatu jalan di sebabkan oleh beberapa faktor pelaksanaan suatu jenis pekerjaan, hal ini biasa terjadi karena dalam pengambilan contoh dalam mutu suatu material atau jenis pekerjaan dilaksanakan secara acak yang sifatnya hanya mewakili dari suatu jenis material atau pekerjaan dari suatu luasan, volume pekerjaan kerusakan struktur perkerasan jalan juga disebabkan oleh kurang taatnya pemakai jalan terhadap klasifikasi atau jenis kelas jalan yang diperuntukannya.

Kerusakan jalan bisa juga terjadi akibat dari sistem drainase yang kurang baik. Untuk menjaga keawetan atau ketahanan suatu struktur perkerasan jalan perlu adanya pemeliharaan jalan secara kontinyu dan cepat dalam penanganan bila terjadi kerusakan hal ini agar tidak meluasnya suatu kerusakan jalan. Perlu adanya pengawasan terhadap pemakai jalan khususnya jenis kendaraan–kendaraan besar (berat) yang akan melintas pada satu kelas jalan dan pengawasan terhadap pembangunan di sepanjang jalan khususnya yang berdampak pada sistem drainase yang ada. Jalan Raya selalu menuntut keberadaan perkerasan yang kuat, tahan lama, nyaman, murah tepat sasaran dan banyak hal lagi. Ini semua merupakan indikator dari keinginan agar jalan raya berfungsi sebagaimana mestinya. Untuk mendapatkan fungsi yang baik tentunya memerlukan dua hal yaitu perancangan yang sempurna dan keberhasilan pelaksanaan agar sesuai dengan rancangan (Hary, 2007).

### **3.1.2 Uraian Mengenai Jalan Raya**

Uraian mengenai jalan terbagi atas tiga jenis yaitu jalan umum, jalan khusus dan jalan tol (Hary, 2007).

1. Jalan umum adalah jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum. Jalan umum dikelompokkan juga menurut sistem, fungsi, status dan kelas.
2. Sistem jaringan jalan merupakan satu kesatuan jaringan jalan yang terdiri dari sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder yang terjalin dalam hubungan hierarki. Sistem jaringan jalan disusun dengan mengacu pada rencana tata ruang wilayah dan dengan memperhatikan keterhubungan antar kawasan dan/ atau dalam kawasan perkotaan, dan kawasan perdesaan.

3. Jalan umum menurut fungsinya dikelompokkan kedalam jalan Arteri, jalan Kolektor, jalan Lokal dan jalan Lingkungan.
4. jalan umum menurut statusnya dikelompokkan ke dalam jalan Nasional, jalan Provinsi, jalan Kabupaten, jalan Kota dan jalan Desa.
5. Jalan nasional merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam system jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibukota provinsi dan jalan strategis nasional serta jalan tol.
6. Jalan provinsi merupakan jalan kolektor dalam system jaringan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/ kota, atau antar ibukota kabupaten/ kota dan jalan strategis provinsi.
7. Jalan kabupaten merupakan jalan lokal dalam sistem jaringan jalan primer yang tidak termasuk dalam jalan nasional dan jalan provinsi yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibukota kecamatan, antar ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan local, antar pusat kegiatan local, serta jalan umum dalam system jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten dan jalan strategis kabupaten.
8. Jalan kota adalah jalan umum dalam system jaringan sekunder yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antar persil, serta menghubungkan antar pusat permukiman yang berada di dalam kota.
9. Jalan desa merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan/atau antar permukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.
10. Jalan umum menurut kelas yaitu pengaturan kelas jalan berdasarkan spesifikasi penyediaan prasarana jalan dikelompokkan atas bebas

hambatan, jalan raya, jalan sedang dan jalan kecil. Menurut berat kendaraan yang lewat, jalan raya terdiri atas Jalan Kelas I, Jalan Kelas IIA, Jalan Kelas IIB, Jalan Kelas IIC, Jalan Kelas III. Tebal perkerasan jalan itu ditentukan sesuai dengan kelas jalan. Makin berat kendaraan-kendaraan yang melalui suatu jalan, makin berat pula syarat-syarat yang ditentukan untuk pembuatan jalan itu.

- a. Kelas I, kelas jalan ini mencakup semua jalan utama dan dimaksudkan untuk dapat melayani lalu lintas cepat dan berat. Dalam komposisi lalu lintasnya tak terdapat kendaraan lambat dan kendaraan tak bermotor. Jalan raya dalam kelas ini merupakan jalan-jalan raya yang berjalur banyak dengan konstruksi perkerasan dari jenis yang terbaik dalam arti tingginya tingkatan pelayanan terhadap lalu lintas.
- b. Kelas II, kelas jalan ini mencakup semua jalan-jalan sekunder. Dalam komposisi lalu lintasnya terdapat lalu lintas lambat. Kelas jalan ini, selanjutnya berdasarkan komposisi dan sifat lalu lintasnya, dibagi dalam tiga kelas, yaitu: IIA, IIB dan IIC.
- c. Kelas IIA adalah jalan-jalan raya sekunder dua jalur atau lebih dengan konstruksi permukaan jalan dari jenis aspal beton (hot mix) atau yang setaraf, di mana dalam komposisi lalu lintasnya terdapat kendaraan lambat tetapi, tanpa kendaraan tanpa kendaraan yang tak bermotor. Untuk lalu lintas lambat, harus disediakan jalur tersendiri.
- d. Kelas IIB adalah jalan-jalan raya sekunder dua jalur dengan konstruksi permukaan jalan dari penetrasi berganda atau yang setaraf di mana dalam komposisi lalu lintasnya terdapat kendaraan lambat, tetapi tanpa kendaraan yang tak bermotor.

- e. Kelas IIC adalah jalan-jalan raya sekunder dua jalur dengan konstruksi permukaan jalan dari jenis penetrasi tunggal di mana dalam komposisi lalu lintasnya terdapat kendaraan lambat dari kendaraan tak bermotor.
  - f. Kelas III, kelas jalan ini mencakup semua jalan-jalan penghubung dan merupakan konstruksi jalan berjalur tunggal atau dua. Konstruksi permukaan jalan yang paling tinggi adalah pelaburan dengan aspal.
11. Jalan khusus adalah Jalan yang dibangun oleh instansi, badan usaha, perseorangan atau kelompok masyarakat untuk kepentingan sendiri.
12. Jalan tol adalah jalan umum yang merupakan bagian sistem jaringan jalan dan sebagai jalan nasional yang penggunaannya diwajibkan membayar tol. Sistem jaringan jalan terdiri atas system jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder. Sistem jaringan jalan primer sebagaimana dimaksud merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat-pusat kegiatan. Sedangkan sistem jaringan jalan sekunder merupakan sistem jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan.

Menurut Undang-undang No. 38 Tahun 2004 tentang Jalan Raya, Jalan sebagai salah satu prasarana transportasi yang merupakan urat nadi kehidupan masyarakat mempunyai peranan penting dalam usaha pengembangan kehidupan berbangsa dan bernegara. Dalam kerangka tersebut (UU No. 38, 2004).

Menurut PP 34 Tahun 2006 tentang Jalan, Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, yang termasuk bagian

jalan adalah bangunan pelengkapannya yang di peruntukan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel. Pada pasal 9 disebutkan fungsi jalan Berdasarkan sifat dan pergerakan pada lalu lintas dan angkutan jalan, fungsi jalan dibedakan atas arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan (PP No.34, 2006).

Fungsi jalan pada sistem jaringan primer dibedakan atas arteri primer, kolektor primer, lokal primer, dan lingkungan primer sebagai berikut:

13. Jalan arteri primer menghubungkan secara berdaya guna antarpusat kegiatan nasional atau antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah.

Karakteristik jalan arteri primer adalah sebagai berikut:

- a. Jalan arteri primer didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 60 (enam puluh) kilometer per jam (km/h).
- b. Lebar Daerah Manfaat Jalan minimal 11 (sebelas) meter.
- c. Jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien; jarak antar jalan masuk/akses langsung minimal 500 meter, jarak antar akses lahan langsung berupa kapling luas lahan harus di atas 1000 m<sup>2</sup>, dengan pemanfaatan untuk perumahan.
- d. Persimpangan pada jalan arteri primer diatur dengan pengaturan tertentu yang sesuai dengan volume lalu lintas dan karakteristiknya.
- e. Harus mempunyai perlengkapan jalan yang cukup seperti rambu lalu lintas, marka jalan, lampu lalu lintas, lampu penerangan jalan, dan lain-lain.
- f. Jalur khusus seharusnya disediakan, yang dapat digunakan untuk sepeda dan kendaraan lambat lainnya.

- g. Jalan arteri primer mempunyai 4 lajur lalu lintas atau lebih dan seharusnya dilengkapi dengan median (sesuai dengan ketentuan geometrik).
  - h. Apabila persyaratan jarak akses jalan dan atau akses lahan tidak dapat dipenuhi, maka pada jalan arteri primer harus disediakan jalur lambat (frontage road) dan juga jalur khusus untuk kendaraan tidak bermotor (sepeda, becak, dll).
14. Jalan kolektor primer menghubungkan secara berdaya guna antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lokal, antarpusat kegiatan wilayah, atau antara pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan local. Ciri jalan Kolektor Primer sebagai berikut:
- a. Jalan kolektor primer dalam kota merupakan terusan jalan kolektor primer luar kota.
  - b. Jalan kolektor primer melalui atau menuju kawasan primer atau jalan arteri primer.
  - c. Jalan kolektor primer dirancang berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 40 (empat puluh) km per jam.
  - d. Lebar badan jalan kolektor primer tidak kurang dari 7 (tujuh) meter.
  - e. Jumlah jalan masuk ke jalan kolektor primer dibatasi secara efisien. Jarak antar jalan masuk/akses langsung tidak boleh lebih pendek dari 400 meter.
  - f. Kendaraan angkutan barang berat dan bus dapat diizinkan melalui jalan ini.
  - g. Persimpangan pada jalan kolektor primer diatur dengan pengaturan tertentu yang sesuai dengan volume lalu lintasnya.

- h. Jalan kolektor primer mempunyai kapasitas yang sama atau lebih besar dari volume lalu lintas rata-rata.
  - i. Lokasi parkir pada badan jalan sangat dibatasi dan seharusnya tidak diizinkan pada jam sibuk.
  - j. Harus mempunyai perlengkapan jalan yang cukup seperti rambu lalu lintas, marka jalan, lampu lalu lintas dan lampu penerangan jalan.
  - k. Besarnya lalu lintas harian rata-rata pada umumnya lebih rendah dari jalan arteri primer.
  - l. Dianjurkan tersedianya Jalur Khusus yang dapat digunakan untuk sepeda dan kendaraan lambat lainnya.
15. Jalan lokal primer menghubungkan secara berdaya guna pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lingkungan, pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lingkungan, antarpusat kegiatan lokal, atau pusat kegiatan lokal dengan pusat kegiatan lingkungan, serta antarpusat kegiatan lingkungan.
- Ciri Jalan Lokal Primer sebagai berikut:
- a. Jalan lokal primer dalam kota merupakan terusan jalan lokal primer luar kota.
  - b. Jalan lokal primer melalui atau menuju kawasan primer atau jalan primer lainnya.
  - c. Jalan lokal primer dirancang berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 20 (dua puluh) km per jam.
  - d. Kendaraan angkutan barang dan bus dapat diizinkan melalui jalan ini.
  - e. Lebar badan jalan lokal primer tidak kurang dari 6 (enam) meter.
  - f. Besarnya lalu lintas harian rata-rata pada umumnya paling rendah pada sistem primer.

16. Jalan lingkungan primer menghubungkan antarpusat kegiatan di dalam kawasan perdesaan dan jalan di dalam lingkungan kawasan perdesaan. Jalan memiliki fungsi dalam memindahkan barang atau orang dari tempat satu ke tempat lainnya oleh karena itu merencanakan suatu konstruksi jalan yang baik harus memenuhi syarat yang erat hubungannya dengan keadaan daerah setempat dengan memperhitungkan keamanan dan kenyamanan dalam suatu perjalanan.

Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat ditentukan oleh sifat-sifat daya dukung tanah itu sendiri. Agar konstruksi jalan dapat melayani arus lalu lintas sesuai dengan umur rencana, maka perlu diadakan perencanaan perkerasan yang baik, karena dengan begitu konstruksi perkerasan jalan mampu memikul beban kendaraan yang melintas di atasnya dan menyebarkan beban tersebut ke lapisan–lapisan di bawahnya, termasuk tanah dasar tersebut, tanpa menimbulkan kerusakan yang berarti pada konstruksi jalan itu sendiri.

### **3.2 Kinerja Jalan**

Kinerja jalan merupakan kemampuan dari suatu ruas jalan dalam melayani arus lalu lintas yang terjadi pada ruas jalan tersebut. Jika arus lalu lintas di suatu ruas jalan makin besar, maka akan terjadi penurunan kecepatan lalu lintas pada ruas jalan tersebut. Bila arus terus makin membesar sehingga mendekati kapasitas jalan, maka kelambatan dan kemacetan akan terjadi (Hardiatmo, 2007).

Rasio antara arus dan volume dengan kapasitas (*volume capacity ratio*) ditambah dengan kecepatan lalu lintas sudah umum dipakai untuk menilai tingkat pelayanan jalan (*level of service*). Standar tingkat pelayanan jalan dapat dilihat pada tabel 3.1

**Tabel 3.1. Standar Tingkat Pelayanan Jalan**

LOS (Level Of Service)	Deskripsi Arus	Kecepatan (km/Jam)	VCR (Volume Capacity Ratio)
A	Arus bebas bergerak	>50	<0,40
B	Arus stabil, tidak bebas	40-50	<0,58
C	Arus stabil, kecepatan terbatas	32-40	<0,80
D	Arus mulai tidak stabil	27-32	<0,90
E	Arus stabil, kadang macet	24-27	<1,00
F	Macet, antrian panjang	<27	<1,00

Sumber : PERMENHUB (2006)

Kinerja jalan juga dipengaruhi oleh hambatan samping. Hambatan samping ini merupakan aktivitas di samping jalan, seperti pejalan kaki, kendaraan berhenti, kendaraan masuk sisi jalan, kendaraan lambat, serta pedagang yang memanfaatkan trotoar. Beberapa istilah dan pengertian terkait dengan lalu lintas adalah sebagai berikut:

1. Volume Lalu lintas; adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik pada ruas jalan selama kurun waktu tertentu.
2. Kapasitas; adalah arus lalu lintas (stabil) maksimum yang dapat dipertahankan pada kondisi tertentu.
3. Kecepatan tempuh; adalah kecepatan rata-rata (km/Jam) arus lalu lintas yang dihitung dari panjang jalan dibagi waktu tempuh rata-rata kendaraan yang melalui segmen jalan.
4. Waktu tempuh; adalah waktu rata-rata yang digunakan kendaraan menempuh segmen jalan dengan panjang tertentu, termasuk semua tundaan waktu berhenti.

5. Arus lalu lintas; adalah jumlah kendaraan yang melalui titik tertentu pada jalan per satuan waktu, dinyatakan dalam kendaraan/jam, smp/jam, atau LHRT (Lalu lintas harian rata-rata tahunan).
6. Ekvivalen mobil penumpang (EMP); adalah faktor yang menunjukkan pengaruh berbagai tipe kendaraan dibandingkan dengan pengaruh kendaraan ringan terhadap kecepatan lalu lintas.
7. Satuan mobil penumpang (SMP); adalah satuan untuk arus lalu lintas, di mana arus berbagai tipe kendaraan diubah menjadi arus kendaraan ringan dengan menggunakan EMP.

### 3.3 *Pavement Condition Index (PCI)*

*Pavement Condition Index (PCI)* adalah salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui kerusakan pada suatu jalan dengan penilaian indeks numerik yang nilainya berkisar dari 0 sampai 100. Nilai 0 pada *PCI*, menunjukkan nilai perkerasan kondisi gagal (*failed*) sedangkan nilai 100, menunjukkan nilai perkerasan kondisi sempurna (*excellent*). Metode *PCI* didasarkan pada survei secara langsung atau secara visual dilapangan. Hubungan antara nilai *PCI* dan kondisi dapat dilihat pada tabel berikut ini. Pada metode *PCI* ini di dalam perhitungannya terdapat *severity level* yang merupakan tingkat kerusakan (*low, medium, high*) yang digunakan untuk perhitungan *PCI*.

**Tabel 3.2 *PCI* dan Nilai Kondisi**

<b>Nilai <i>PCI</i></b>	<b>Kondisi</b>
0-10	Gagal ( <i>failed</i> )
11-25	Sangat Buruk ( <i>Very poor</i> )
26-40	Buruk ( <i>poor</i> )
41-55	Sedang ( <i>fair</i> )
56-70	Baik ( <i>good</i> )
71-85	Sangat Baik ( <i>very good</i> )
86-100	Sempurna ( <i>excellent</i> )

Sumber: Shanin (1994) dalam Hardiyatmo (2008)

### 3.4 Jenis Kerusakan Jalan Berdasarkan Nilai PCI

Menurut Manual Pemeliharaan Jalan No. 03/MN/B/1983 yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga, kerusakan jalan dibedakan 19, yaitu sebagai berikut:

1. Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)
2. Kegemukan (*Bleeding*)
3. Retak Kotak-Kotak (*Block Cracking*)
4. Cekungan (*Bump and Sags*)
5. Keriting (*Corrugation*)
6. Amblas (*Depression*)
7. Retak Samping Jalan (*Edge Cracking*)
8. Retak Sambung (*Joint Reflec Cracking*)
9. Pinggiran Jalan Turun Vertikal (*Lane/Shoulder Drop Off*)
10. Retak Memanjang/Longitudinal (*Longitudinal/ Transverse Cracking*)
11. Tambalan (*Patching end utility cut patching*)
12. Pengausan Agregat (*Polised Agregat*)
13. Lubang (*Pothole*)
14. Rusak Perpotongan Rel (*Railroad Crossing*)
15. Alur (*Rutting*)
16. Sungkur (*Shoving*)
17. Patah Slip (*Slippage cracking*)
18. Mengembang Jembul (*Swell*)
19. Pelepasan Butir (*Weathering Revelling*)

### 3.5 Penilaian Kondisi Perkerasan Dengan Metode PCI

Dalam penilaian suatu kondisi perkerasan dapat dilakukan dengan Langkah sebagai berikut:

#### 1. Mencari Persentase Kerapatan (*Density*)

Kerapatan merupakan persentase luas kerusakan terhadap luas sampel unit yang ditinjau, nilai *density* dari kerusakan ini dibedakan atas beberapa tingkatan (*severity level*), untuk memperoleh persentase *density* dapat menggunakan persamaan 3.1 berikut:

$$Density (\%) = (Ad/ As) \times 100\% \quad \text{Persamaan 3.1}$$

Keterangan

Ad = luas total jenis kerusakan untuk setiap tingkat kerusakan (m<sup>2</sup>)

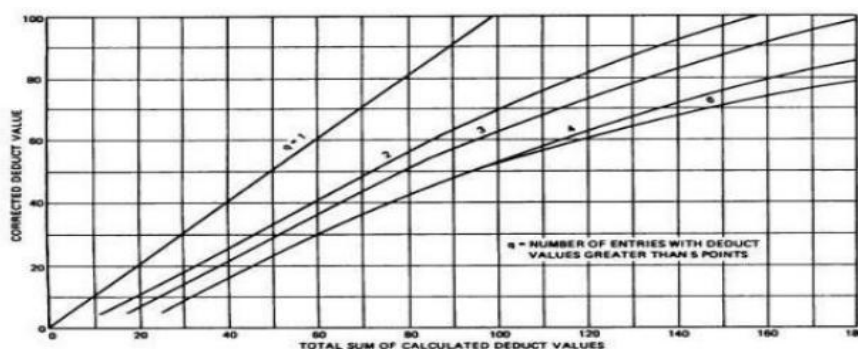
As = luas total unit segmen (m<sup>2</sup>)

#### 2. Nilai Pengurang Total (*Total Deduct Value, TDV*)

*TDV* merupakan nilai pengurangan total dari individual nilai pengurangan (*individu deduct value*) untuk tiap jenis kerusakan dan tingkat kerusakan yang berada pada suatu unit sampel dalam penelitian

#### 3. Mencari Nilai Pengurang Terkoreksi (*Corrected Deduct Value, CDV*)

*Corrected deduct value* diperoleh dari kurva hubungan antara nilai *TDV* dengan nilai *DV* dengan memilih kurva yang sesuai. Apabila nilai *CDV* yang diperoleh lebih kecil dari nilai pengurang tertinggi (*high deduct value*), maka nilai untuk *CDV* adalah nilai pengurang individual yang tertinggi yang digunakan. Nilai *CDV* diperoleh dari grafik seperti gambar 3.1 berikut.



**Gambar 3.1 Koreksi Kurva Jalan Dengan Perkerasan Aspal dan Tempat parkir**

Sumber: Shanin (1994) dalam Hardiyatmo (2008)

#### 4. Mencari Nilai *PCI*

Nilai *PCI* tiap segmen dapat diketahui dengan persamaan 3.2:

$$PCI(s) = 100 - CDV \quad \text{Persamaan 3.2}$$

Keterangan:

*PCI(s)* = *pavement Condition Index* tiap unit segmen

*CDV* = *corrected Deduct Value* tiap unit segmen

### 3.6 *Deduct Values*

*Deduct value* adalah nilai pengurang untuk setiap jenis kerusakan yang diperoleh dari kurva hubungan kerapatan (*density*) dan tingkat keparahan (*severity level*). Merupakan faktor yang dapat mengindikasikan dampak dari masing-masing kombinasi jenis kerusakan, jumlah tempat yang mengalami kerusakan dan parahnya kerusakan yang terjadi pada perkerasan. Dengan berdasar pada pengetahuan tentang perilaku suatu perkerasan, masukan dan pengalaman dari tenaga ahli perkerasan, hasil evaluasi dan penelitian lapangan serta penjelasan yang akurat mengenai jenis kerusakan, banyaknya tempat yang mengalami kerusakan, dengan demikian *deduct values* dapat diturunkan sehingga index kerusakan dapat ditentukan.

### 3.7 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan raya penting untuk jalur parkir dengan pengembangan tertentu, yang memiliki ketebalan, kekuatan dan daya tahan tertentu untuk memiliki pilihan pengangkutan beban masuk yang dilindungi ke tanah dasar. Jalan black-top adalah lapisan black-top yang terletak di antara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan yang secara efektif memberikan berbagai bantuan kepada administrasi transportasi dan selama jangka waktu bantuan tersebut diyakini tidak akan terjadi kerugian yang besar (Sukirman, 1999).

Perkerasan dapat diklasifikasikan menjadi tiga yaitu:

1. Perkerasan lentur (*flexible pavement*)
2. Perkerasan kaku (*rigid pavement*), dan
3. Perkerasan komposit (*composite pavement*)

Perbedaan yang paling mencolok antara kedua jenis aspal ini adalah cara mereka menyebarkan timbunan di atas tanah dasar. Sedangkan aspal komposit (*composite pavement*) adalah campuran dari aspal substansial beton *Portland* dan aspal hitam-atas.

### 3.8 Jenis-Jenis Perkerasan Jalan

Aspal merupakan perpaduan antara agregat dan penutup yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas. Jumlah yang digunakan adalah batu pecah atau batu belah atau batu saluran air atau bahan lain. Bahan pembatas yang digunakan adalah *black-top*, beton atau tanah.

#### 3.8.1 Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Aspal substansial beton atau biasanya disebut sebagai atap hitam yang kokoh, terdiri dari gumpalan beton yang signifikan sebagai lapisan pembentuk

dan tanah dasar (atau tidak ada) di atas tanah dasar. Dalam pengembangan aspal unbending, bagian substansial sering disebut sebagai lapisan pembentuk karena di atasnya masih terdapat lapisan black-top yang berfungsi sebagai lapisan permukaan. Bahan-bahan substansial adalah sebagai berikut:

- a. Agregat halus untuk beton berasal terbuat dari pasir biasa yang memiliki butiran yang bersih dari residu, lumpur, kotoran dan bahan alam serta memiliki sifat keras dan kuat. Jumlah denda harus memiliki derajat genap dan harus memenuhi persyaratan peninjauan
- b. Agregat kasar biasa juga disebut batuan karena pembusukan biasa pada batu atau batu pecah diperoleh dari industri penghancuran batu, jumlah kasar harus terdiri dari butiran keras dan kedap air, jumlah kasar untuk beton dapat menjadi batu biasa dari batu pecah.
- c. Semen merupakan bahan adiktif yang memiliki fungsi mengikat agregat sehingga menjadi satu kesatuan yang utuh.
- d. Air merupakan unsur yang penting untuk memicu proses kimiawi dan mempunyai fungsi sebagai bahan perekat.
- e. Tulangan merupakan material yang berfungsi untuk meningkatkan kekuatan pada beton

### **3.8.2 Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)**

Aspal yang dapat disesuaikan akan menjadi black-top yang terdiri dari beberapa lapisan black-top. Pendekatan lapisan atas hitam yang dapat disesuaikan secara ideal menggabungkan tanah dasar, tanah dasar, tanah dasar dan lapisan permukaan. Lapisan permukaan yang dapat dipakai untuk aspal adaptable antara lain LASTON, LASBUTAG, HRA, LAPEN, dan lapisan pelindung (BURAS/ BURTU/BURDA).

### 3.8.3 Gabungan *Rigid* dan *Flexible Pavement* (*Composite Pavement*)

Aspal komposit adalah kombinasi dari peristiwa pergantian bagian atas hitam yang tidak dapat ditekuk dan lapisan atas-hitam yang dapat disesuaikan di atasnya, di mana kedua jenis lapisan atas bekerja bersama di bawah beban penyumbatan waktu sibuk. Untuk itu, harus ada yang penting untuk ketebalan *black-top* sehingga memiliki sifat tidak lentur yang memadai dan dapat menahan pantulan dari aspal substansial di bawahnya.

### 3.9 Konsep Perkerasan Jalan

Aspal jalan adalah bagian dari jalan raya yang dipadatkan dengan material pembatas yang lengkap dan *dark top* atau semen (*Portland Cement*) suatu lapisan tertentu, yang mempunyai ketebalan, kekuatan, ketangguhan, dan keamanan, dapat mengkomunikasikan beban lalu lintas yang ada di atasnya ke tanah dasar. dengan seorang Pria. Batas dasar *black-top* sebenarnya adalah untuk menyebarkan atau mengubah tumpukan ke daerah permukaan sub-level yang lebih luas dibandingkan dengan daerah kontak *black-top*, dengan cara ini mengurangi kegugupan yang terjadi di tanah dasar. *Black-top* harus memiliki sikap untuk membantu lalu lintas dengan penumpukan. permukaan pada aspal harus rata namun harus memiliki hambatan geser pada permukaan aspal. Aspal diproduksi dengan berbagai pertimbangan, misalnya prasyarat primer, ekonomi, kekuatan, akomodasi, dan pengalaman.

### 3.10 Modulus Elastisitas

Hampir semua bahan elastis yang artinya dapat Kembali ke bentuk semula setelah ditekan maupun diregangkan. Modulus elastisitas merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan suatu benda. Nilai modulus elastisitas dapat menggunakan persamaan 3.3 berikut.

$$E = \frac{\tau}{\epsilon}$$

Persamaan 3.3

Keterangan:

E = modulus elastisitas (kPa atau Psi)

$\tau$  = teganga (kPa), dan

$\epsilon$  = regangan

### 3.11 Analisis Kerusakan Perkerasan

Analisis kerusakan pada perkerasan jalan yang dibahas dalam penelitian ini adalah *fatigue cracking*, *rutting* dan *depression*. Perkerasan mengalami kerusakan karena adanya beban kendaraan. Pada analisis perhitungan dengan metode mekanistik-empirik hasil yang diperoleh berupa nilai tegangan dan nilai regangan yang nantinya digunakan untuk memprediksi kerusakan pada perkerasan jalan lentur. Adapun beberapa persamaan untuk memprediksi jumlah repitisi beban yang menggunakan persamaan mode *the asphalt institute* (Huang, 2004) sebagai berikut.

#### 1. *Fatigue Cracking*

*Fatigue cracking* (retak Lelah) merupakan bentuk perkembangan dari retak dibawah beban secara berulang dan kegagalan ini biasanya ditemukan pada saat permukaan perkerasan tertutup retakan dengan persentase yang tinggi. Persamaan *fatigue cracking* (retak Lelah) pada perkerasan lentur untuk mengetahui jumlah keseluruhan repitisi beban berdasarkan regangan Tarik yang ada di bawah lapis permukaan. Persamaan ini dapat dilihat pada persamaan 3.4.

$$N_f = 0,0796 (\epsilon_t)^{-3,921} |E|^{-0,854}$$

Persamaan 3.4

Keterangan:

$N_f$  = jumlah nilai beban pengulangan yang di ijinakan untuk mengontril *fatigue cracking*

$\epsilon_t$  = *tensile strain* dilokasi tinjauan kritis yang dihitung berdasarkan respon model, struktur atau regangan Tarik pada bagian bawah lapis permukaan, dan

$|E|$  = modulus elastis pada lapisan permukaan atau lapisan *HMA*

## 2. *Rutting*

*Rutting* (retak alur) merupakan akumulasi dari semua deformasi plastic yang terjadi, baik dari lapis beraspal, lapis pondasi dan lapis pada tanah dasar. Nilai *rutting* maksimum ini harus dibatasi supaya tidak membahayakan pengendara saat melalui lokasi yang mengalami retak alur terutama pada kecepatan yang tinggi.

Persamaan *rutting* (retak alur) pada perkerasan lentur untuk mengetahui jumlah beban berdasarkan regangan tekan di bawah lapis pondasi bawah. Persamaan ini dapat dilihat pada persamaan 3.5 berikut.

$$N_d = 1,365 \times 10^{-9} (\epsilon_c)^{-4.47} \quad \text{Persamaan 3.5}$$

Keterangan:

$N_d$  = jumlah nilai repitisi beban yang diijinkan untuk mengontrol *rutting*

$\epsilon_c$  = regangan tekan *vertical* di atas lapisan dasar.

## 3. *Permanent Deformation*

Persamaan *permanent deformation* pada perkerasan lentur untuk mengetahui jumlah beban repitisi perkerasan lentur pada kerusakan. Persamaan 3.6 ini dapat dilihat sebagai berikut.

$$N_d = 1,365 \times 10^{-9} (\epsilon_c)^{-4.47} \quad \text{Persamaan 3.6}$$

Keterangan:

$N_d$  = jumlah nilai repitisi beban yang diijinkan untuk mengontrol *rutting*

$\epsilon_c$  = regangan tekan *vertical* di atas lapisan dasar.

### 3.12 Metode Mekanistik-Empiris

Metode mekanistik-empiris merupakan metode perkerasan jalan yang dikembangkan dari kombinasi metode mekanistik dan metode empiris. Metode empiris merupakan metode yang dikembangkan berdasarkan dari pengalaman

penelitian dari jalan-jalan yang khusus untuk penelitian maupun dari jalan yang sudah ada. Pada pendekatan empiris ini didasarkan pada hasil percobaan ataupun penelitian. Metode ini seringkali digunakan sebagai pembantu. Ketika peneliti mengalami kesulitan dalam mendefinisikan teoritis penyebab dan efek yang tepat dari suatu fenomena.

Metode mekanistik merupakan suatu metode yang mengembangkan kaidah teoritis dari karakteristik material perkerasan, yang dilengkapi dengan perhitungan secara eksak terhadap respon struktur perkerasan terhadap sumbu kendaraan dengan mengasumsikan perkerasan jalan menjadi *multilayer elastic structure* untuk perkerasan lentur dan *beam on elastic foundation* untuk perkerasan kaku. Akibat dari beban kendaraan yang bekerja di atasnya maka timbul tegangan dan regangan pada struktur tersebut.

Menurut Huang (2004), metode mekanistik-empiris adalah metode dengan pendekatan campuran. Metode ini didasarkan pada mekanika material yang membutuhkan data seperti beban roda, respon perkerasan seperti tegangan dan regangan. Nilai respon digunakan untuk memprediksi tekanan tes laboratorium dan kinerja lapangan. Sangat perlu dilakukan pengamatan kinerja perkerasan karena teori saja belum terbukti cukup untuk desain perkerasan secara realistis.

### **3.13 Program *KENPAVE***

Program *KENPAVE* merupakan suatu *software* desain perencanaan perkerasan yang dikembangkan oleh Dr. Yang Huang, P.E *Professor Emeritus of Civil Engineering University of Kentucky*. *Software KENPAVE* menggunakan Bahasa pemrograman *Visual Basic*. Program *KENPAVE* ini dapat dijalankan dengan *windows* versi 95 atau di atasnya.

Program *KENPAVE* ini dibagi menjadi empat program yaitu *LAYERINP*, *KENLAYER*, *SLABINP* dan *KENSLAB*. Perbedaan dari empat program ini adalah untuk *LAYERINP* dan *KENLAYER* merupakan program untuk menganalisis perkerasan lentur berdasarkan pada teori sistem lapis banyak, sedangkan *SLABINP* dan *KENSLAB* merupakan program untuk menganalisis perkerasan kaku yang berdasarkan metode elemen. Berikut ini merupakan tampilan awal dari program *KENPAVE* ditunjukkan pada gambar 3.2 berikut



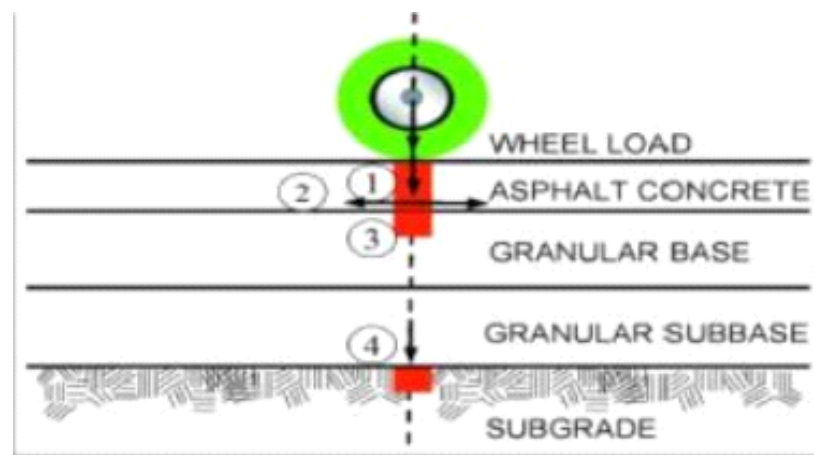
**Gambar 3.2 Tampilan Awal Program *KENPAVE***

Sumber: Kamil (2007)

Pada penelitian ini menggunakan program bagian *LAYERINP* dan *KENLAYER* yaitu program analisis yang menghitung sistem banyak lapis (*multi layers*) pada perkerasan lentur. Program *KENLAYER* ini dapat digunakan untuk mengetahui nilai regangan, tegangan dan lendutan terhadap permukaan perkerasan akibat adanya beban tertentu.

1. Tegangan yaitu intensitas internal dalam struktur perkerasan pada berbagai titik dengan satuan ( $\text{N/m}^2$ , Pa atau Psi).
2. Regangan yaitu rasio perubahan bentuk dari bentuk asli ( $\text{mm/mm}$  atau  $\text{in/in}$ ), karena regangan di dalam perkerasan nilainya sangat kecil sehingga dinyatakan dalam *microstrain* ( $10^{-6}$ ).
3. Defleksi/lendutan, yaitu perubahan linier dalam suatu bentuk yang dinyatakan dalam satuan panjang ( $\mu\text{m}$  atau inch atau mm).

Program *KENPAVE* berguna untuk mempermudah dalam perhitungan untuk nilai tegangan, nilai regangan dan nilai lendutan pada berbagai titik di struktur perkerasan.



**Gambar 3.3. Lokasi Tegangan dan Regangan Kritis Perkerasan Lentur**

Sumber: Kamil (2007)

Berdasarkan gambar di atas, diperoleh kesimpulan bahwa beberapa hal terkait dengan kerusakan yang terjadi akibat adanya tegangan dan regangan antara lain sebagai berikut:

1. Regangan tekan di atas permukaan beton aspal mengakibatkan *rutting*
2. Regangan tarik di bawah aspal menimbulkan *fatigue cracking*

3. Regangan tekan di atas dasar granular menimbulkan deformasi permanen
4. Regangan tekan di atas tanah dasar menimbulkan deformasi permanen

Perhitungan respon tegangan (*stress*), regangan (*strain*), dan lendutan (*deflection*) pada setiap lapisan untuk suatu perkerasan adalah sangat kompleks yang membutuhkan ketelitian sangat tinggi sehingga akan rumit dilakukan dengan cara manual untuk itu diperlukan perhitungan dengan menggunakan bantuan computer. Salah satu program bantu computer yang sudah ada adalah program KENPAVE.

Menu-menu yang ada pada program KENPAVE yaitu Data path, Filename, Help, Editor, Layernip dan Slabsinp, Kenlayer dan Kenslabs, LGRAPH atau SGRAPH, Contour. Untuk menunjang sistem kerja program berikut terdapat fungsi dari menu-menu yang ada pada program KENPAVE ini:

1. Data path merupakan direktori tempat penyimpanan data. Nama yang umum pada direktori ini adalah default C:\KENPAVE\. Sebagai nama terdaftar pada proses instalasi. Jika ingin membuat direktori baru untuk menyimpan data *file* yang dibuat, dapat mengetikkan nama direktori (mis C:\ABC\) di kotak jalur data
2. Filename, menu filename akan menampilkan file baru dari layernip dan slabsinp. Nama file ditampilkan pada kotak yang juga akan digunakan dalam file lain yang dihasilkan selama pelaksanaan kenlayer atau kenslabs.
3. Help, menu help merupakan bantuan yang menjelaskan parameter input dan penggunaan yang tepat dari program yang terdapat pada setiap layar menu, sehingga sangat membantu dan memudahkan pengguna untuk menjalankan program.

4. Editor, menu editor digunakan untuk memeriksa, mengedit dan cetak data file.
5. Layernip dan Slabsinp, kedua menu ini digunakan untuk membuat data file sebelum kenlayer atau kenslabs dapat dijalankan.
6. Kenlayer dan Kenslabs, kedua menu ini merupakan program utama untuk Analisa perkerasan dan dapat hanya dijalankan setelah data file telah diisi. Program ini akan membaca dari setiap data masukan dan akan memulai eksekusi.
7. LGRAPH atau SGRAPH, menu ini dapat digunakan untuk menampilkan grafik rencana dan penampang perkerasan dengan beberapa informasi tentang input dan output.
8. Contour, menu ini berguna untuk plot kontur tekanan atau momen dalam arah x atau y, menu ini digunakan untuk perkerasan kaku.

### **3.14 Metode Bina Marga 2017**

Metode Bina Marga 2017 merupakan pembaharuan dari Bina Marga 2013. Metode bina marga 2017 pada penelitian ini digunakan untuk menentukan lapis tambahan (*overlay*) dan nilai sisa umur pada jalan Hertasning- Yasin Limpo. Adapun beberapa parameter yang digunakan sebagai pertambahan untuk perhitungannya yaitu:

1. Umur Rencana
2. Lalu Lintas
3. Faktor Lajur
4. Perkiraan Faktor Ekuivalen Beban (VDF)
5. Beban Sumbu Kumulatif Standar

Berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2017 *overlay*, bertujuan untuk memperbaiki fungsi jalan misalnya penanganan bentuk permukaan, kenyamanan dan perbaikan lain pada permukaan jalan yang sifatnya non struktural. Pada penelitian ini, menggunakan pendekatan berdasarkan lendutan maksimum ( $D_0$ ) untuk menentukan ketebalan *overlay*. Data lendutan ini diperoleh berupa *input* data lendutan dari alat *Benkelman Beam*. *Benkelman Beam* adalah alat yang digunakan untuk uji lendutan perkerasan lentur yang akan digunakan dalam Analisa struktur perkerasan. Prinsip pengukuran lendutan dengan alat *Benkelman Beam* adalah dengan pemberian beban statik pada sumbu tinggal belakang beroda ganda dari sebuah kendaraan pada permukaan perkerasan.

Lendutan hasil pengujian dihitung dengan alat *Benkelman beam* dengan rumus persamaan 3.7 berikut:

$$d_B = 2 \times (d_3 - d_1) \times F_t \times C_a \times FK_{B-BB} \quad \text{Persamaan 3.7}$$

Keterangan:

- $d_B$  = Lendutan balik terkoreksi (mm)
- $d_1$  = Lendutan pada saat beban berada pada titik awal pengukuran (mm)
- $d_3$  = Lendutan pada saat beban berada pada jarak 6 meter dari titik pengukuran (mm)
- $F_t$  = Faktor penyesuaian lendutan terhadap temperature standar
- $C_a$  = Faktor pengaruh muka air tanah
- $FK_{B-BB}$  = Faktor koreksi beban uji Benkelman beam

### 3.15 Nilai Sisa Umur Rencana (*Remaining life*)

*Remaining life* adalah penyusutan dari umur rencana yang terjadi karena factor beban kendaraan yang melintas. Seharusnya masa layan jalan habis sesuai dengan umur rencana yang sudah ditentukan, tetapi tidak bisa dipungkiri bahwa

kendaraan yang melintas terkadang membawa beban yang melebihi dari beban yang seharusnya. Oleh karena itu, diperlukan perhitungan agar dapat diketahui seberapa jauh atau seberapa cepat masa layan jalan tersebut habis. Perhitungan untuk nilai sisa umur rencana (*remaining life*) dapat menggunakan perhitungan dengan persamaan 3.8 di bawah ini:

$$RL = 100 [1 - (N_p/N_{1,5})] \quad \text{Persamaan 3.8}$$

Keterangan:

$RL$  = *Remaining life*,

$N_p$  =  $\Sigma$ kumulatif  $W_{18}$  pertahun, dan

$N_{1,5}$  = Kumulatif  $W_{18}$  tahun terakhir umur rencana.

Perhitungan untuk nilai sisa umur rencana ini dilakukan pada kondisi perkerasan eksisting dan *overlay*.

## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

#### **4.1 Jenis Penelitian**

Studi ini merupakan suatu penelitian yang didukung oleh suatu survei atau studi kasus di lapangan menggunakan perhitungan *pavement condition index* (PCI) dengan menggunakan metode *deduct values* yang dilaksanakan pada Jalan Hertasning sampai dengan Jalan Yasin Limpo.

#### **4.2 Lokasi dan Waktu Penelitian**

##### **1. Lokasi Penelitian**

Lokasi penelitian yaitu di wilayah Kota Makassar Provinsi Sulawesi Selatan, tepatnya di Jalan Hertasning hingga Jalan Yasin Limpo. Jalan Hertasning merupakan salah satu jalan utama di Kota Makassar, dikenal dengan arus lalu lintas yang cukup padat karena menghubungkan berbagai pusat aktivitas, mulai dari kawasan bisnis, perkantoran, hingga perumahan. Jalan ini juga dekat dengan beberapa fasilitas umum seperti sekolah, rumah sakit, dan pusat perbelanjaan.

Jalan Yasin Limpo, terletak di wilayah Kabupaten Gowa, yang berdekatan dengan Kota Makassar. Biasanya menjadi jalur penghubung antara Kota Makassar dan Kabupaten Gowa. Jalan Yasin Limpo dikenal dengan suasana lebih asri dan sering digunakan sebagai akses menuju wilayah yang lebih jauh ke Kabupaten Gowa.

Rute perjalanan sekitar 7,11 km) dari Jalan Hertasning di pusat Kota Makassar, bergerak ke arah selatan untuk mencapai Jalan Yasin Limpo. Rute

yang paling umum adalah melalui Jalan Hertasning Baru, melewati kawasan Pettarani atau melalui beberapa jalan alternatif yang terhubung langsung ke Jalan Yasin Limpo. Perjalanan ini biasanya memakan waktu sekitar 15-25 menit tergantung kondisi lalu lintas, yang pada jam sibuk bisa cukup padat di beberapa titik.

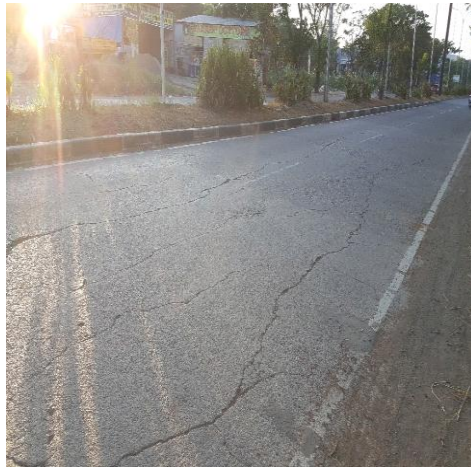
Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo terhubung sebagai rute yang menghubungkan kawasan perkotaan Makassar dengan wilayah di Kabupaten Gowa. Rute sepanjang 7,11 km ini merupakan jalur penting untuk mobilitas penduduk dan distribusi logistik antara dua wilayah, sebagaimana tampak pada gambar 4.1 map lokasi penelitian:



**Gambar 4.1. Lokasi Penelitian Jalan Hertasning - Jalan Yasin Limpo 7,11 KM**

Sumber: Google Earth, 2024

Alat gambar di atas tepatnya pada Jalan Hertasning sampai dengan Jalan Yasin Limpo yang merupakan jalan arteri primer yang menghubungkan Kota Makassar dan Kabupaten Gowa. Hal ini terlihat jalan pada STA 0+000 dan STA 7+110 di gambar 4.2 dan gambar 4.3.



**Gambar 4.2. STA 0+000**



**Gambar 4.3. STA 7+110**

## **2. Waktu Penelitian**

Waktu penelitian dimulai dari bulan Juni - Juli 2023.

### **4.3 Data Jalan**

Data jalan dalam hal ini diambil sebagai acuan untuk menyelesaikan penelitian ini, dimana data tersebut adalah sebagai berikut:

Nama Jalan : Hertasning – Yasin Limpo

Yang Diteliti : Tebal Perkerasan Jalan dan Jumlah Kerusakan Jalan

Jenis Penelitian : Menentukan Tebal Perkerasan Jalan Menggunakan Metode PCI

Panjang Jalan : Untuk Studi Kasus 7,11 KM

### **4.4 Tahap Penelitian**

#### **1. Data LHR**

Pengambilan Data LHR (lalu lintas harian Rata-Rata) diperlukan untuk mengetahui volume dan beban kendaraan yang melintas di ruas jalan.

## 2. Data Kerusakan Jalan

Kerusakan pelepasan terjadi ketika lapisan aspal mulai terlepas dari agregat (kerikil dan pasir) pada perkerasan jalan. Ini menyebabkan agregat kehilangan ikatan dengan aspal sehingga butir-butir agregat lepas dan permukaan jalan menjadi kasar atau berlubang (Gambar 4.4). Sementara kerusakan rektak buaya adalah pola retak pada lapisan aspal yang berbentuk menyerupai kulit buaya. Keretakan ini terdiri dari retak-retak kecil yang saling berhubungan, membentuk pola retak berbentuk persegi kecil atau banyak segi. Penyebab utama retak buaya adalah beban lalu lintas yang berlebihan, yang menyebabkan deformasi pada lapisan dasar jalan (Gambar 4.5).



**Gambar 4.4. Kerusakan Pelepasan**



**Gambar 4.5. Kerusakan Retak Buaya Lapisan Aspal dan Alur**

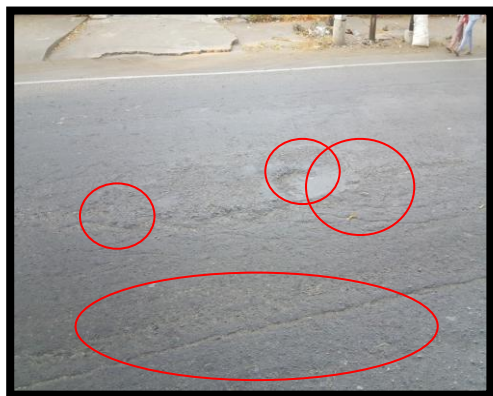
Sumber: Observasi Peneliti, 2024

Data kerusakan jalan yang di survei dilapangan adalah data jenis kerusakan, jumlah tempat yang mengalami kerusakan dan berapa tingkat kerusakan yang terjadi. Berikut beberapa foto kerusakan jalan yang ada di Jalan Hertasning – Yasin Limpo.



**Gambar 4.6. Kerusakan Alur      Gambar 4.7. Kerusakan Lubang**

Sumber: Observasi Peneliti, 2024



**Gambar 4.8. Kerusakan Alur      Gambar 4.9. Kerusakan Lubang Retak dan Kulit Buaya**



**Gambar 4.10. Kerusakan Kegemukan      Gambar 4.11. Kerusakan Pathole**



**Gambar 4.12. Kerusakan Pathole**



**Gambar 4.13. Kerusakan Tambalan Jalan**

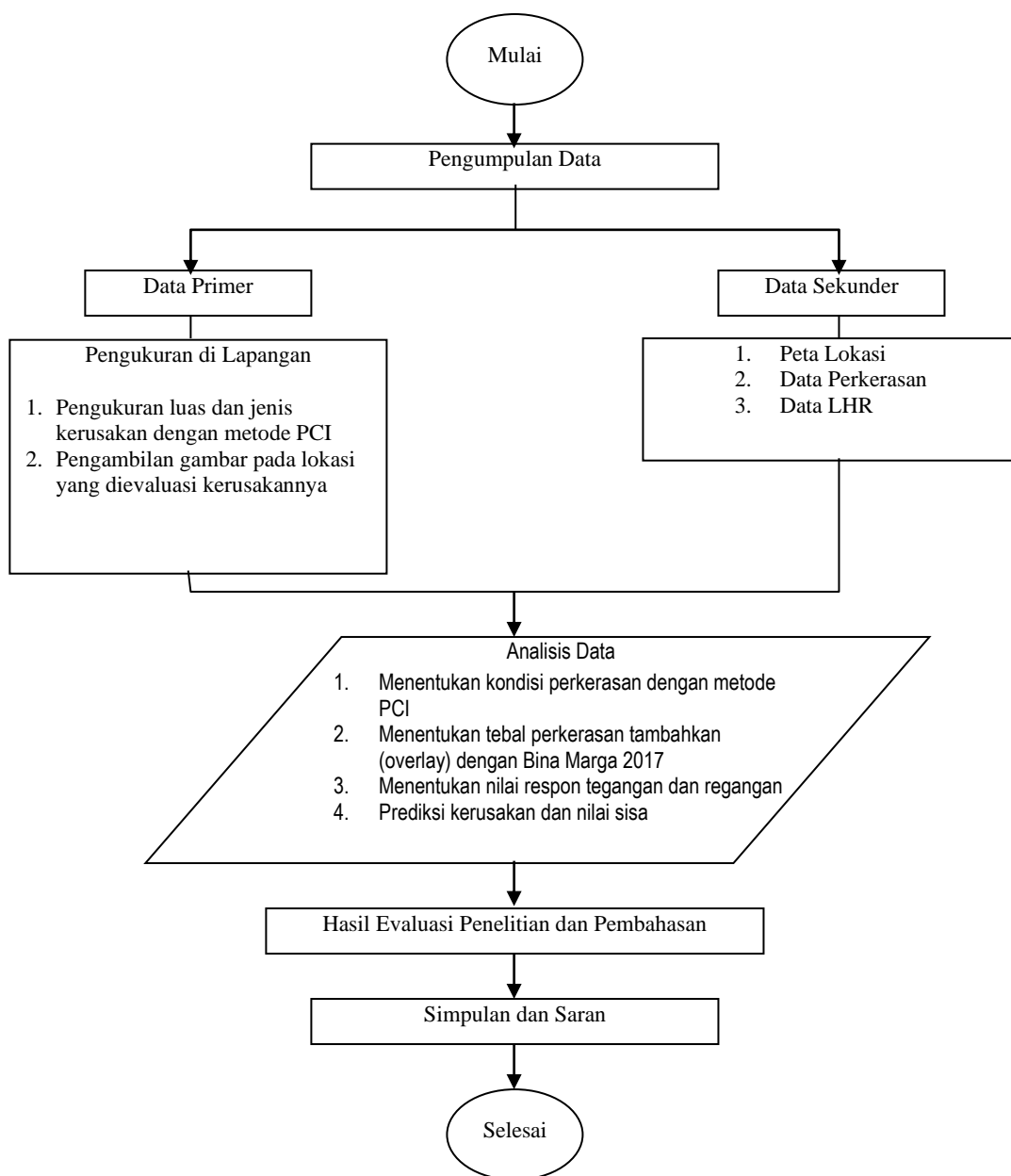
Sumber: Observasi Peneliti, 2024

### 3. Menghitung *Deduct Values*

*Deduct values* merupakan data yang bersumber dari survei lapangan, setelah menghitung maximum *corrected deduct values* akan didapatkan nilai perhitungan *PCI*.

### 4.5 Langkah-Langkah Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan urutan pelaksanaan seperti bagan alir penelitian pada urutan pelaksanaan pada gambar 4.14:



**Gambar 4.14. Bagan Alir Untuk Penelitian**

#### 4.6 Alat dan Bahan

##### 1. Alat Survei

Adapun alat dan hal-hal yang diperlukan dalam penelitian:

- a. Alat tulis, digunakan untuk menulis berupa *ball point*, pensil, formular survey dan lain-lain.

- b. Meteran, digunakan mengukur stasioning, mengukur Panjang, lebar dan kedalaman kerusakan jalan. Meteran yang digunakan yaitu meteran 50 meter, meter dorong dan 5 meter.
- c. Kamera, digunakan untuk dokumentasi selama penelitian atau pengambilan data.

## 2. Bahan dan Data Survey

Tahap pengumpulan data adalah tahap awal setelah tahap persiapan, tahap persiapan dan evaluasi ini sangat penting karena dari sini dapat ditentukan permasalahan yang akan diketahui tingkat kerusakannya.

### 4.7 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah data yang di ambil dari data primer dan sekunder untuk menjadi bahan penelitian, berikut ini data primer dan sekunder yang diperlukan:

#### 1. Data Primer

Data Primer didapat pada pengamatan data survei di lapangan, alat yang digunakan yaitu alat tulis, meteran, kamera, cat semprot. Berikut data yang diperlukan:

1. Pengukuran jenis kerusakan dan dimensi kerusakan jalan
2. Data hasil dari survei lapangan
3. Pencatatan titik lokasi kerusakan.
4. Data Lendutan

#### 2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari instansi terkait, berikut data yang diperlukan:

1. Data Panjang jalan
2. Data kondisi jalan

#### 4.8 Analisis Data

Penilaian kondisi jalan sebelum menghitung tebal perkerasan menggunakan data *pavement condition index* (PCI):

1. Pengukuran kuantitas jenis kerusakan
2. Menentukan tingkat kerusakan jalan yaitu biasa (*low*), sedang (*medium*), parah (*high*).
3. Menentukan kadar kerusakan (*density*)
4. Analisis kerusakan dan nilai sisa.
5. Menentukan nilai pengurang (*deduct value*), sesuai dengan pembacaan kurva DV
6. Menentukan Total *Deduct Value* (TDV)
7. Menentukan *Correted Deduct Value* (CDV), sesuai dengan pembacaan grafik hubungan TDV dan CDV.
8. Menentukan nilai PCI
9. Menentukan nilai PCI keseluruhan
10. Setelah menentukan nilai PCI secara keseluruhan kemudian menghitung tebal perkerasan jalan menggunakan nilai PCI keseluruhan.
11. F untuk memperoleh besarnya nilai tegangan, regangan pada perkerasan *existing* dan perkerasan *overlay*.
12. Melakukan analisis data untuk memperoleh nilai sisa umur rencana (*remaining life*).
13. Melakukan pembahasan hasil penelitian
14. Melakukan penarikan kesimpulan dan saran

## BAB V

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Hasil Pengumpulan Data

Aktivitas penelitian yang dilakukan berupa pengumpulan data. Data yang diperoleh pada penelitian ini berupa data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dengan melakukan survei langsung di lapangan, sedangkan data sekunder diperoleh dari instansi pemerintah yaitu Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Gowa.

##### 5.1.1 Data Ruas Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo

Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo merupakan jalan poros yang menghubungkan antara Kota Makassar dan Kabupaten Gowa di Provinsi Sulawesi Selatan. Kondisi ruas Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo pada tahun 2024 dapat dilihat pada tabel 5.1 di bawah ini:

Tabel 5.1 Kondisi Ruas Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo

Status Jalan	Jalan Kabupaten
Tipe Perkerasan	Perkerasan Lentur
Panjang Jalan (yang diteliti)	2 km
Lebar Perkerasan	6 meter
Jumlah Lajur/Jalur	2/2 UD

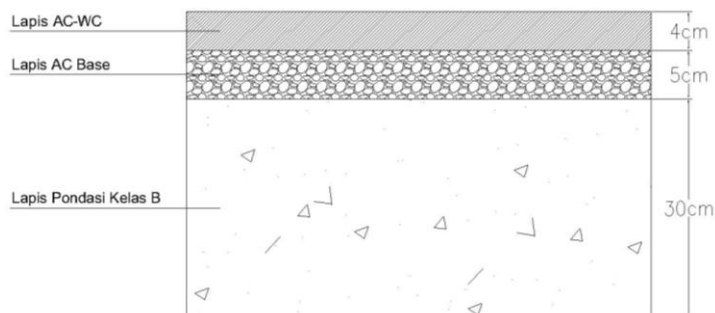
Sumber: Dinas PUPR Kabupaten Gowa Bidang Bina Marga, 2024

Data struktur perkerasan pada ruas Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo yang diperoleh dari pengujian test-pit adalah sebagai berikut.

Lapis AC-WC = 4 cm

Lapis AC Base = 5 cm

LPA Kelas B = 30 cm



Gambar 5.1 Struktur Lapis Perkerasan Ruas Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo

Sumber: Hasil Observasi

### 5.1.2 Data Lendutan

Data lendutan Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo merupakan data sekunder yang diperoleh dari Dinas PUPR Kabupaten Gowa. Nilai lendutan karakteristik diperoleh dengan alat *Benkleman Beam* (BB) adalah sebesar 1.644 mm.

### 5.1.3 Data Lalu Lintas

Aktivitas keramaian yang terjadi setiap hari pada Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo memperlihatkan lalu lintas jalan yang ramai setiap hari seperti terlihat pada data sekunder diperoleh dari Dinas PUP-ESDM. Data lalu lintas harian rerata Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut.

Tabel 5.2 Data Lalu Lintas Harian Rerata (LHR) Tahun 2021-2023

Klasifikasi Kendaraan	LHR 2021	LHR 2022	LHR 2023
	(smp/hari)	(smp/hari)	(smp/hari)
1	11.557	13.172	14.398
2	6.142	7.889	2.688
3	3	12	17
4	894	998	756
5a	21	51	29
5b	7	35	44
6a	866	816	789
6b	4	267	92
7a	0	26	29

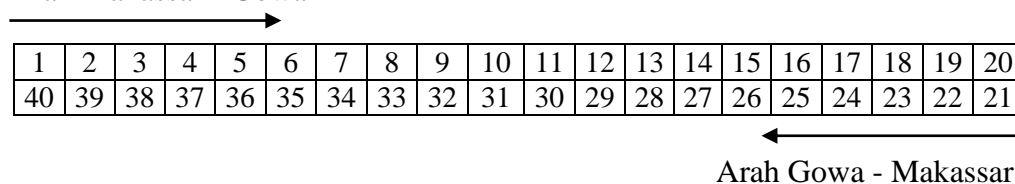
7c	10	68	23
Total	19.504	23.334	18.865

Sumber: Dinas PUPR Kabupaten Gowa Bidang Bina Marga, 2024

#### 5.1.4 Pengamatan Lapangan

Pengamatan kondisi permukaan jalan dilakukan di lapangan secara langsung atau dengan pengamatan secara visual dengan jarak pembagian setiap segmen perkerasan setiap 100 meter. Penandaan tiap segmen dilakukan sebelum melakukan pengamatan dengan penomoran dan dapat dilihat pada Gambar 5.2 berikut:

Arah Makassar - Gowa



Arah Gowa - Makassar

Gambar 5.2 Penomoran Segmen Ruas Ruas Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo

#### 5.1.5 Data CBR

Nilai CBR rerata pada Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo diperoleh dari Dinas PUPR Bidang Bina Marga sebesar 3.89%.

## 5.2 Nilai Kondisi Kerusakan Jalan dengan Metode PCI

Nilai kondisi kerusakan jalan dengan metode Pavement Condition Index (PCI) diperoleh dari pengamatan secara langsung atau survei kondisi permukaan kerusakan jalan di setiap unit segmen. Perhitungan nilai PCI dengan data yang diperoleh diuraikan pada penjelasan di bawah. Adapun data hasil survei pada Segmen 8 arah Makassar – Gowa yang dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut.

Tabel 5.3 Tabel Hasil Pengamatan Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo

<i>Distress Severity</i>	<i>Quantity</i>		
	1 L	2.93	0.67
1 M	2.8		
11 L	1.28	1.94	2.45
11 M	1.98		

Keterangan:

L : tingkat kerusakan rendah (*low*),

M : tingkat kerusakan sedang (*medium*),

1 : retak kulit buaya (*alligator cracking*), dan

11 : tambalan (*patching*)

Pengelompokkan tingkat kerusakan rendah dan sedang mengacu pada Tabel 3.2 setelah dilakukan pengukuran dimensi dan pengamatan kerusakan secara langsung.

#### 5.2.1 Menghitung nilai *Density* dan *Deduct Value*

Contoh perhitungan pada segmen 8 arah Makassar - Gowa.

##### a. Jenis kerusakan retak kulit buaya (*Alligator Cracking*)

Persentase kerapatan kerusakan dari luas kerusakan jenis retak kulit buaya terhadap luas unit segmen 8 (m<sup>2</sup>) dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut ini.

Tabel 5.4 Tabel *Severity Level* dan Nilai *Density* Retak Kulit Buaya

<i>Distress Type</i>	<i>Severity Level</i>	Luas Segmen 1 (A <sub>s</sub> ) m <sup>2</sup>	Luas Kerusakan (A <sub>d</sub> ) m <sup>2</sup>	<i>Density (%)</i>
1	L	400	4.49	1.12
1	M	400	3.81	0.95

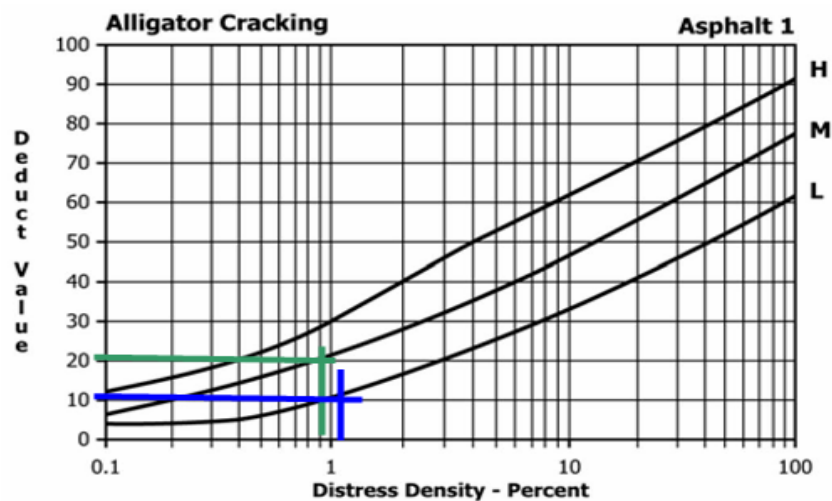
Perhitungan *density* pada *severity level* L (low)

$$\begin{aligned}
 \text{Density} &= \frac{A_d}{A_s} \times 100 \\
 &= \frac{4.49}{400} \times 100 \\
 &= 1.12\%
 \end{aligned}$$

Perhitungan *density* pada *severity level M* (medium)

$$\begin{aligned} \text{Density} &= \frac{A_d}{A_s} \times 100 \\ &= \frac{3.81}{400} \times 100 \\ &= 0.95\% \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan nilai *density* tersebut dapat diperoleh nilai pengurang (*deduct value*) dari grafik pada Gambar 5.3 di bawah ini.



Gambar 5.3 *Deduct Value Alligator Cracking*  
(Sumber: ASTM International. 2007)

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.3, maka diperoleh nilai *deduct value* setiap *severity level* adalah sebagai berikut.

- i. *Density severity level low* (1.12%), nilai *deduct value* = 11
  - ii. *Density severity level medium* (0.95%), nilai *deduct value* = 20
- b. Jenis kerusakan tambalan (*Patching*)

Persentase kerapatan kerusakan dari luas kerusakan jenis tambalan terhadap luas unit segmen 8 (m<sup>2</sup>) dapat dilihat pada Tabel 5.5 berikut ini.

Tabel 5.5 Tabel *Severity Level* dan Nilai *Density* Tambalan

<i>Distress Type</i>	<i>Severity Level</i>	Luas Segmen 1 ( $A_s$ ) $m^2$	Luas Kerusakan ( $A_d$ ) $m^2$	<i>Density</i> (%)
1	L	400	6.54	1.64
1	M	400	2.97	0.74

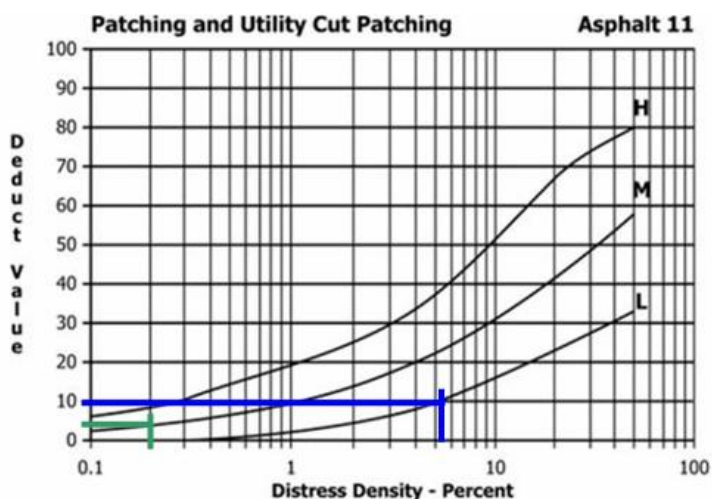
Perhitungan *density* pada *severity level* L (low)

$$\begin{aligned} \text{Density} &= \frac{A_d}{A_s} \times 100 \\ &= \frac{6.54}{400} \times 100 \\ &= 1.64 \% \end{aligned}$$

Perhitungan *density* pada *severity level* M (medium)

$$\begin{aligned} \text{Density} &= \frac{A_d}{A_s} \times 100 \\ &= \frac{2.97}{400} \times 100 \\ &= 0.74 \% \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan nilai *density* tersebut dapat diperoleh nilai pengurang (*deduct value*) dari grafik pada Gambar 5.4 di bawah ini.



Gambar 5.4 *Deduct Value Patching and Utility Cut Patching*  
(Sumber: ASTM International. 2007)

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.4, maka diperoleh nilai *deduct value* setiap severity level adalah sebagai berikut.

- 1) Density severity level low (1.64%), nilai *deduct value* = 4
- 2) Density severity level medium (0.74%), nilai *deduct value* = 7

### 5.2.2 Nilai Pengurangan Total (*Total Deduct Value*)

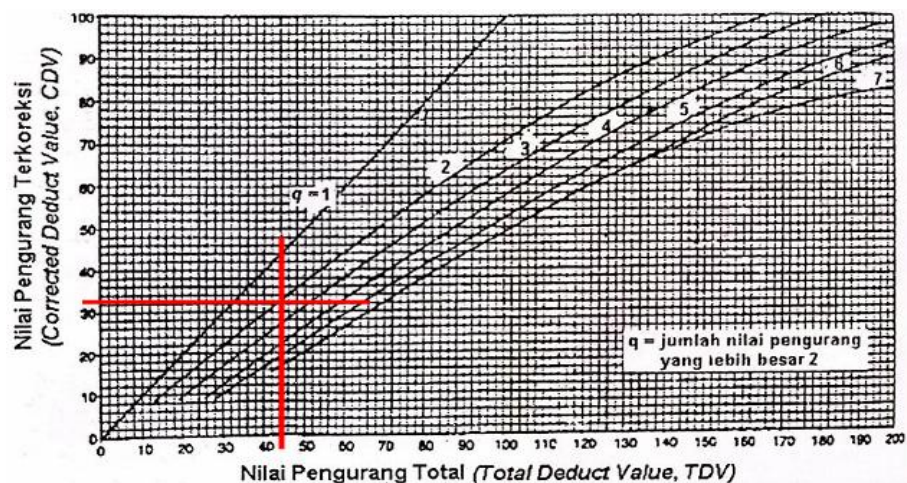
Nilai pengurang total (*total deduct value*) adalah jumlah total dari nilai pengurang (*deduct value*) pada setiap segmen. Nilai pengurang total dapat dilihat pada Tabel 5.6 berikut.

Tabel 5.6 *Total Deduct Value* Segmen

<i>Distress Type</i>	<i>Severity Level</i>	Luas Segmen 1 ( $A_s$ ) m <sup>2</sup>	Luas Kerusakan ( $A_d$ ) m <sup>2</sup>
1	L	1.12	11
1	M	0.95	20
11	L	1.64	4
11	M	0.74	7
<i>Total Deduct Value (TDV)</i>			42

### 5.2.3 Nilai Pengurang Terkoreksi (*Corrected Deduct Value*)

Nilai pengurang koreksi (*Corrected Deduct Value*) merupakan nilai yang diperoleh dari kurva hubungan antara nilai total deduct value dengan nilai *corrected deduct value*. Dalam menentukan nilai CDV, pada jalan dengan perkerasan yang memiliki nilai deduct value lebih besar dari 2 yang digunakan untuk memperoleh jumlah  $q$  pada grafik. Nilai pengurang koreksi dapat dilihat pada Gambar 5.5 berikut ini.



Gambar 5.5 Grafik *Corrected Deduct Value*

Berdasarkan kurva di atas, diperoleh nilai-nilai sebagai berikut.

- a. *Total Deduct Value* (TDV) : 42
- b. Jumlah data *Individual Deduct Value* (q) : 2
- c. *Nilai Corrected Deduct Value* : 32

#### 5.2.4 Menghitung nilai *Pavement Condition Index* (PCI)

Setelah diperoleh nilai CDV maka dapat dihitung nilai PCI. Contoh perhitungan nilai PCI segmen 10 dapat dilihat berikut ini.

$$\begin{aligned}
 \text{PCI} &= 100 - \text{CDV} \\
 &= 100 - 32 \\
 &= 68
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, dapat diperoleh kesimpulan nilai PCI pada segmen 8 adalah sebesar 68 dengan rating good atau baik. Rekapitulasi hasil perhitungan nilai PCI pada seluruh unit segmen yang terbagi menjadi 2 arah yaitu, arah Makassar - Gowa disajikan pada Tabel 5.7 dan Tabel 5.8 berikut:

Tabel 5.7 Rekapitulasi Nilai *PCI* Arah Makassar – Gowa

Segmen	Arah	CDV	PCI	Rating
1	Makassar – Gowa	37	63	baik/ <i>good</i>
2	Makassar – Gowa	35	65	baik/ <i>good</i>
3	Makassar – Gowa	53	47	sedang/ <i>fair</i>
4	Makassar – Gowa	47	53	sedang/ <i>fair</i>
5	Makassar – Gowa	29	71	sangat baik/ <i>very good</i>
6	Makassar – Gowa	45	55	sedang/ <i>fair</i>
7	Makassar – Gowa	49	51	sedang/ <i>fair</i>
8	Makassar – Gowa	32	68	baik/ <i>good</i>
9	Makassar – Gowa	39	61	baik/ <i>good</i>
10	Makassar – Gowa	39	61	baik/ <i>good</i>
11	Makassar – Gowa	56	44	sedang/ <i>fair</i>
12	Makassar – Gowa	36	64	baik/ <i>good</i>
13	Makassar – Gowa	39	50	sedang/ <i>fair</i>
14	Makassar – Gowa	67	33	buruk/ <i>poor</i>
15	Makassar – Gowa	78	22	sangat buruk/ <i>very poor</i>
16	Makassar – Gowa	70	30	buruk/ <i>poor</i>
17	Makassar – Gowa	53	47	sedang/ <i>fair</i>
18	Makassar – Gowa	70	30	buruk/ <i>poor</i>
19	Makassar – Gowa	51	49	sedang/ <i>fair</i>
20	Makassar – Gowa	77	23	sangat buruk/ <i>very poor</i>

Tabel 5.8 Rekapitulasi Nilai *PCI* Arah Gowa – Makassar

Segmen	Arah	CDV	PCI	Rating
21	Gowa – Makassar	69	31	buruk/ <i>poor</i>
22	Gowa – Makassar	65	35	buruk/ <i>poor</i>
23	Gowa – Makassar	59	41	buruk/ <i>poor</i>
24	Gowa – Makassar	58	42	sedang/ <i>fair</i>
25	Gowa – Makassar	45	55	sedang/ <i>fair</i>
26	Gowa – Makassar	53	47	sedang/ <i>fair</i>
27	Gowa – Makassar	52	48	sedang/ <i>fair</i>
28	Gowa – Makassar	48	52	sedang/ <i>fair</i>
29	Gowa – Makassar	39	61	baik/ <i>good</i>
30	Gowa – Makassar	39	61	baik/ <i>good</i>
31	Gowa – Makassar	47	53	sedang/ <i>fair</i>
32	Gowa – Makassar	23	77	sangat baik/ <i>very good</i>
33	Gowa – Makassar	29	71	sangat baik/ <i>very good</i>
34	Gowa – Makassar	47	53	sedang/ <i>fair</i>
35	Gowa – Makassar	43	57	baik/ <i>good</i>
36	Gowa – Makassar	46	54	sedang/ <i>fair</i>
37	Gowa – Makassar	44	56	baik/ <i>good</i>
38	Gowa – Makassar	62	38	buruk/ <i>poor</i>
39	Gowa – Makassar	64	36	buruk/ <i>poor</i>
40	Gowa – Makassar	42	58	baik/ <i>good</i>

Persentase rating nilai PCI pada ruas Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo, dan sebaliknya dapat dilihat pada Tabel 5.9, Tabel 5.10, dan Tabel 5.11 berikut.

Tabel 5.9 Persentase Rating Nilai PCI Arah Makassar – Gowa

<i>Rating</i>	Jumlah Segmen	Persentase (%)
Sangat Baik ( <i>Very Good</i> )	1	5
Baik ( <i>Good</i> )	7	35
Sedang ( <i>Fair</i> )	8	40
Buruk ( <i>Poor</i> )	2	10
Sangat Buruk ( <i>Very Poor</i> )	2	10
Total	20	100

Tabel 5.10 Persentase Rating Nilai PCI Arah Gowa – Makassar

<i>Rating</i>	Jumlah Segmen	Persentase (%)
Sangat Baik ( <i>Very Good</i> )	2	10
Baik ( <i>Good</i> )	5	25
Sedang ( <i>Fair</i> )	8	40
Buruk ( <i>Poor</i> )	5	25
Sangat Buruk ( <i>Very Poor</i> )	0	0
Total	20	100

Tabel 5.11 Persentase Rating Nilai PCI Jalan Hertasning – Jalan Yasin Limpo

<i>Rating</i>	Jumlah Segmen	Persentase (%)
Sangat Baik ( <i>Very Good</i> )	3	7,5
Baik ( <i>Good</i> )	12	30
Sedang ( <i>Fair</i> )	16	40
Buruk ( <i>Poor</i> )	7	17,5
Sangat Buruk ( <i>Very Poor</i> )	2	5
Total	20	100

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh nilai PCI pada arah Makassar – Gowa dengan rating yang dominan adalah sedang atau fair dengan persentase tertinggi 40%. Pada arah sebaliknya, yaitu Gowa – Makassar rating yang dominan pada perkerasan Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo adalah kondisi sedang atau fair dengan persentase 40%.

Adapun jenis kerusakan yang dominan terjadi pada arah Makassar – Gowa berdasarkan hasil pengamatan dan analisis yang dilakukan yaitu berdasarkan nilai *density* dari setiap jenis kerusakan. Rekapitulasi kerusakan yang teridentifikasi dengan nilai *density* pada arah Makassar – Gowa disajikan pada Tabel 5.12 berikut.

Tabel 5.12 Rekapitulasi Kerusakan Berdasarkan Nilai Density Arah Makassar – Gowa

Segmen	Jenis Kerusakan yang Teridentifikasi dan Nilai <i>Density</i> (%)						
	1	6	7	8	11	14	15
1	15,52				5,32	1,12	
2	8,00			0,01	9,42		
3	12,87		2,60		12,93		
4	10,64				8,93		
5	6,57		1,53	0,07			0,43
6	6,15			0,06			
7	14,15	0,01					
8	2,03						
9	11,72						
10	8,86						
11	20,33						
12	15,05						
13	13,80			0,05			
14	15,80			0,03			
15	27,15						0,80
16	18,76						
17	13,33			0,08			0,33
18	23,14			0,34			
19	22,68			0,13			1,50
20	7,87			0,05			
Jumlah	275,01	0,01	4,13	0,82	229,24	1,12	3,07
Rerata	13,75	0,00	0,21	0,04	1,46	0,06	0,15

Keterangan:

- 1 : retak kulit buaya (*alligator cracking*),
- 6 : amblas (*depression*),
- 7 : retak pinggir (*edge cracking*),
- 8 : lubang (*pothole*),
- 11 : tambalan (*patching end utility cut patching*),
- 12 : agregat licin (*polished aggregate*),
- 14 : bahu jalan turun (*shoulder drop off*),
- 15 : retak memanjang/melintang (*transversal/longitudinal cracking*), dan
- 18 : pelapukan dan butir lepas (*weathering and raveling*).

Pada arah Makassar – Gowa diperoleh jenis kerusakan yang dominan adalah retak kulit buaya dengan nilai density rerata sebesar 13.75% dan tambalan dengan nilai density rerata sebesar 11.46%. Rekapitulasi kerusakan dan nilai density pada arah Gowa – Makassar disajikan pada Tabel 5.13 berikut.

Tabel 5.13 Rekapitulasi Kerusakan Berdasarkan Nilai *Density* Arah Gowa – Makassar

Segmen	Jenis Kerusakan yang Teridentifikasi dan Nilai Density (%)					
	1	8	11	12	15	18
21	17,62	0,05	34,63			
22	15,17		30,00			
23	7,72	0,10	13,42			
24	15,02	0,11	16,20			
25	21,43	0,04	8,26		0,73	
26	16,87		7,77			
27	19,07		4,36			
28	28,43		21,24			
29	14,62		6,87		0,63	
30	11,48	0,07	11,81		0,49	
31	26,13	0,14	9,70	0,60	2,10	
32	10,39		1,37		4,07	
33	10,14	0,04	5,91		1,20	
34	21,54	0,02	20,50			
35	11,06		11,88	0,19		0,96
36	18,81	0,15	6,39			
37	10,28		12,50			
38	29,33	0,13	6,51		0,57	
39	21,27		42,90			
40	7,28	0,86	10,65			
Jumlah	333,65	0,86	282,87	0,78	9,79	0,96
Rerata	16,68	0,04	14,14	0,04	0,49	0,05

Pada arah Gowa – Makassar diperoleh jenis kerusakan yang dominan adalah retak kulit buaya dengan nilai *density* rerata sebesar 16.68% dan tambalan dengan nilai *density* rerata sebesar 14.14%. Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 5.13 dan Tabel 5.14 di atas, diketahui kerusakan yang

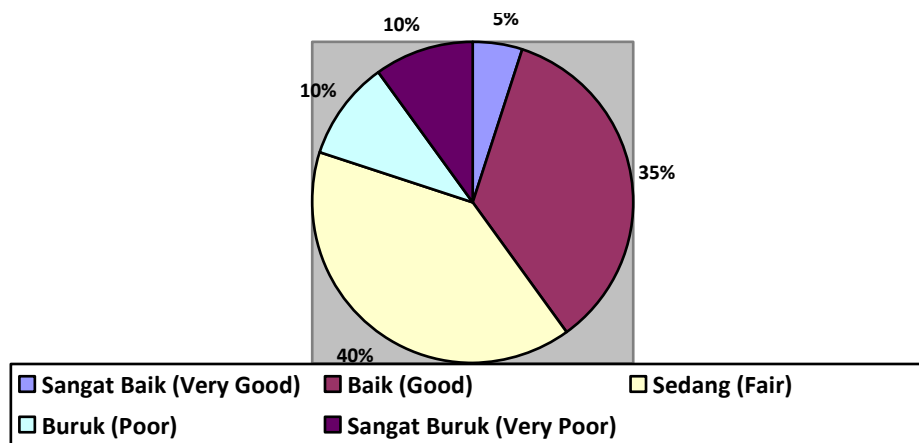
mendominasi ruas Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo adalah retak kulit buaya dengan nilai dengan nilai density rerata sebesar 15,22% dan tambalan dengan nilai density rerata sebesar 12,80%. Rekapitulasi perhitungan density rerata Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo disajikan pada Tabel 5.14 berikut.

Tabel 5.14 Rekapitulasi Nilai Density Rerata Ruas Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo

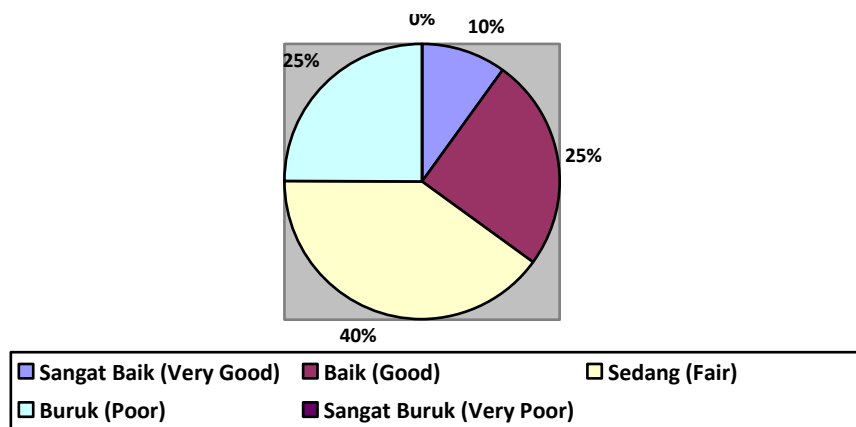
Jenis Kerusakan	Nilai Density (%)
Retak Kulit Buaya (Alligator Cracking)	16,23
Amblas (Depression)	0,00
Retak Pinggir (Edge Cracking)	0,11
Lubang (Pothole)	0,05
Tambalan (Patching End Utility Cut Patching)	13,90
Agregat Licin (Polished Agregate)	0,05
Bahu Jalan Turun (Shoulder Drop Off)	0,07
Retak Memanjang/Melintang (Transversal/ Longitudinal Cracking)	0,43
Pelapukan & Butir Lepas (Weathering and Raveling)	0,06

Berdasarkan penilaian kondisi perkerasan Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo yang telah dilakukan dengan metode PCI, diketahui persentase nilai PCI setiap segmen pada masing-masing arah. Rating pada arah Makassar – Gowa dan arah sebaliknya adalah sedang (*fair*) dengan nilai persentase PCI sebesar 40%. Terdapat rating sangat baik (*excellent*) pada segmen 5 di ruas arah Makassar – Gowa dengan nilai PCI sebesar 71 serta pada segmen 31 dan 32 di ruas arah Gowa – Makassar dengan nilai PCI sebesar 77 dan 71. Adapun nilai PCI terendah sebesar 22 dengan kategori sangat buruk (*very poor*) pada segmen 15.

Persentase penilaian kondisi jalan terhadap kerusakan pada ruas Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo arah Makassar – Gowa dan sebaliknya disajikan pada Gambar 5.6 dan Gambar 5.7 berikut ini.



Gambar 5.6 Persentase Rating Nilai PCI Arah Makassar – Gowa

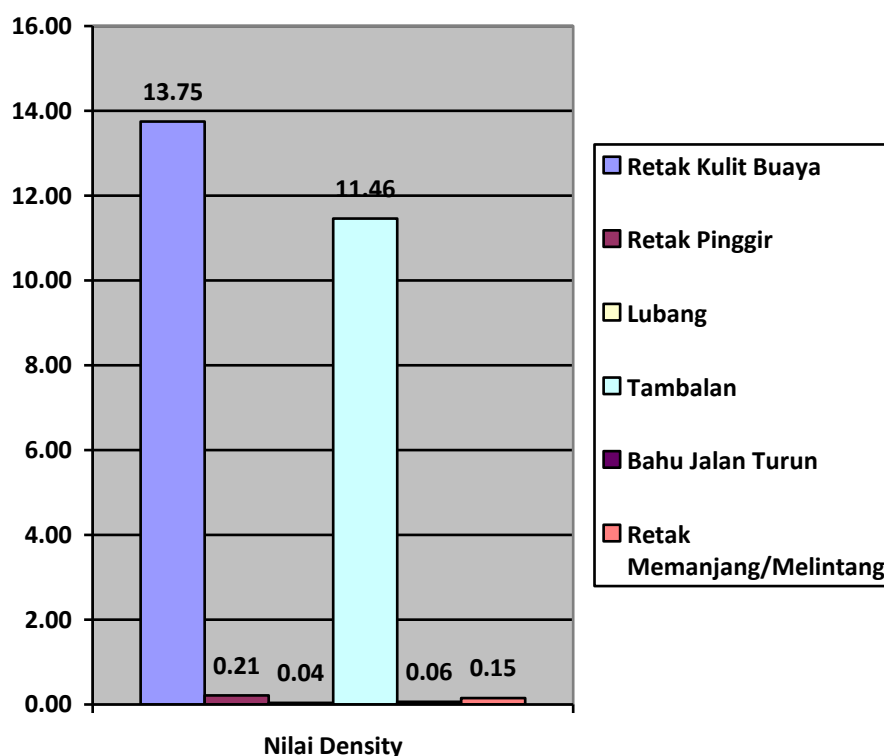


Gambar 5.7 Persentase Rating Nilai PCI Arah Gowa – Makassar

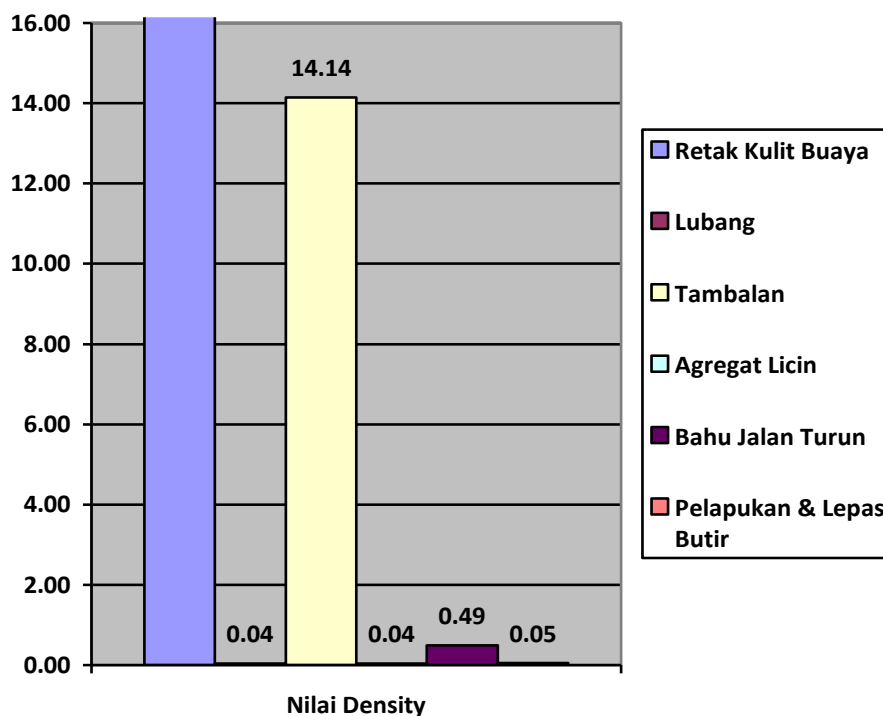
Secara keseluruhan, hasil penelitian yang dilakukan berdasarkan nilai PCI yang diperoleh pada setiap segmen, kondisi perkerasan dari arah Gowa – Makassar lebih baik dibandingkan dengan arah Makassar – Gowa. Kerusakan pada ruas Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo dapat terjadi karena adanya beban berlebih yang melintas, di mana menjadi salah satu jalan alternatif dari Kota Makassar ke Kabupaten Gowa.

Adapun dari hasil analisis teridentifikasi 9 jenis kerusakan yaitu, retak kulit buaya, amblas, retak pinggir, bahu jalan turun, lubang, tambalan, agregat licin, retak memanjang dan melintang, serta pelapukan dan pengelupasan butir. Jenis kerusakan yang mendominasi ruas Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo arah Makassar – Gowa adalah retak kulit buaya dengan nilai *density* rerata sebesar 13,75% dan jenis kerusakan tambalan dengan persentase *density* rerata sebesar 11,46%.

Pada arah Gowa – Makassar nilai *density* pada kerusakan dominan yaitu retak kulit buaya adalah sebesar 16,68% dan tambalan sebesar 14,14%. Rekapitulasi lengkap nilai *density* masing-masing kerusakan disajikan pada Gambar 5.8 dan Gambar 5.9 berikut:



Gambar 5.8 Nilai Density Rerata Arah Makassar – Gowa



Gambar 5.9 Nilai Density Rerata Arah Gowa – Makassar

Berdasarkan pembahasan di atas, hasil analisis pada penelitian ini menunjukkan dalam menilai Jalan Hertasing dan Jalan Yasin Limpo dalam kategori buruk (*poor*). Penelitian ini mengidentifikasi 6 jenis kerusakan yang terdapat pada ruas jalan tersebut, antara lain yang sama dengan penelitian ini adalah retak kulit buaya, tambalan, lubang, retak pinggir, retak memanjang/melintang, dan pelepasan butir.

Hal ini mungkin terjadi karena adanya pemeliharaan rutin dalam bentuk penambalan permukaan perkerasan yang dilakukan oleh instansi terkait, sehingga dapat merubah hasil identifikasi yang dilakukan pada survei di lapangan. Adapun hal lain yang mempengaruhi adalah human error atau ketidak-telitian surveyor saat melakukan pengukuran maupun pembacaan hasil pengukuran kerusakan.

Melihat kondisi perkerasan yang mengalami kerusakan hampir disepanjang jalan, maka Shahin dalam Hardiyatmo (2009) menyarankan untuk dilakukan perawatan yang sesuai dengan klasifikasi kerusakannya supaya jalan tidak mengalami kerusakan yang lebih parah. Usulan perbaikan menurut setiap jenis kerusakan di setiap segmen dapat dilihat pada Tabel 5.15 dan Tabel 5.16 berikut ini.

Tabel 5.15 Pilihan Perbaikan Kerusakan Arah Makassar – Gowa

Jenis Kerusakan	Tingkat Kerusakan	Nomor Segmen	Saran Perbaikan
Retak Kulit Buaya	L	1 s/d 20	Penutup
	M	1, 2, 3, 5 s/d 20	Tambal permukaan
	H	20	Tambal seluruh kedalaman
Amblas	M	7	Tambal permukaan
Retak Pinggir	M	3, 5	Penutupan retak
Lubang	L	5, 8, 20	Penambalan parsial
	M	2, 13, 14, 17, 19, 20	Tambal seluruh kedalaman
	H	18	Tambal seluruh kedalaman
Tambalan	L	1 s/d 20	-
	M	1 s/d 8, 11, 12, 14 s/d 18, 20	-
Bahu Jalan Turun	M	1	Perataan Kembali
Retak Memanjang/ Melintang	L	19	Belum perlu diperbaiki
	M	5, 19, 15, 17	Penutupan retak

Tabel 5.16 Pilihan Perbaikan Kerusakan Arah Gowa – Makassar

Jenis Kerusakan	Tingkat Kerusakan	Nomor Segmen	Saran Perbaikan
Retak Kulit Buaya	L	21 s/d 40	Penutup
	M	21 s/d 32, 35 s/d 40	Overlay
	H	21, 23, 24, 26	Tambal seluruh kedalaman
Lubang	L	21, 24, 30, 32, 33, 36	Tambal parsial
	M	23, 24, 25, 31, 36, 39	Tambal seluruh kedalaman
	H	39	Tambal seluruh kedalaman
Tambalan	L	21 s/d 40	-
	M	21, 22, 23, 24, 27, 28, 30, 36, 37, 38	-
Agregat Licin		31, 35	Overlay
Retak Memanjang/ Melintang	L	25, 29 s/d 33, 38	-
Pelapukan dan Butir Lepas	L	35	Perawatan permukaan

Berdasarkan hasil analisis kondisi perkerasan Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo pada tabel 5.16, diperoleh saran perbaikan antara lain berupa tambalan parsial, tambalan di seluruh kedalaman, dan penutupan retak disetiap jenis kerusakan. Adapun dipilih untuk melakukan lapis tambahan (*overlay*) dengan mempertimbangkan banyaknya kerusakan yang terjadi pada jalan tersebut, dan solusi berupa tambalan dapat mempengaruhi kenyamanan pengguna jalan karena adanya perbedaan elevasi permukaan dari penambalan itu sendiri. Selain itu, menurut Bina Marga Kota Makassar, jalan tersebut perlu dilakukan lapis tambahan mengingat kondisi tanah yang kurang stabil dan kerusakan yang cukup membahayakan pengguna jalan tersebut.

### 5.3 Nilai Tebal Lapis Tambahan (*Overlay*) dengan Metode Bina Marga 2017

Kebutuhan tebal lapis tambahan (*overlay*) pada kondisi existing di ruas Jalan Hertasning hingga Jalan Yasin Limpo dengan menggunakan Metode Bina Marga 2017. Perhitungan lapis tambahan pada Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo dilakukan dengan menggunakan data berupa LHR dan Lendutan. Umur rencana untuk memperoleh nilai lapis tambahan ini adalah 10 tahun. Selain itu, untuk memperoleh nilai umur sisa perlu dilakukan analisis kondisi lalu lintas pada Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo. Pada penelitian ini digunakan Metode Bina Marga 2017 dengan langkah-langkah perhitungan kondisi lalu lintas dapat dilihat pada penjabaran di bawah ini.

#### 5.3.1 Mencari nilai pertumbuhan lalu lintas (*i*)

Nilai LHR Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo dapat diprediksi dengan menggunakan data LHR dari tahun 2021 – 2023 pada Tabel 5.17. Berikut merupakan hasil pertumbuhan lalu lintas (*i*).

Tabel 5.17 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (*i*)

Tahun	LHR	LHR <sub>0</sub>	n	i (%)
2021	18.156	-	-	-
2022	21.934	18.156	1	0.3386
2023	17.476	21.934	2	-0.2120
Total				0.1266
Rerata				0.0633

### 5.3.2 Mencari nilai Faktor Pengali Pertumbuhan Lalu Lintas Kumulatif

(R)

Nilai R diperoleh untuk setiap tahun hingga tahun ke-10. Perhitungan R untuk tahun ke-10 diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut:

$$R = \frac{(1 + 0.01_i)^{UR} - 1}{0.01_i}$$

$$R = \frac{(1 + 0.01 \times 0.0633)^{10} - 1}{0.01 \times 0.0633}$$

$$R = 10.029$$

### 5.3.3 Menghitung LHR

Estimasi perhitungan LHR tahun 2024 dapat diperoleh berdasarkan data LHR Tahun 2023 yang dapat dilihat pada Tabel 5.2. Contoh perhitungan untuk golongan 5a sebagai berikut:

$$\text{LHR 2024} = \text{volume kendaraan gol. 5a tahun 2023} \times (1 + i)^n$$

$$\text{LHR 2024} = 29 \times (1 + 0.0558)^1$$

$$= 30 \text{ smp/hari}$$

Estimasi perhitungan volume kendaraan 2024 untuk setiap jenis kendaraan berikutnya dapat dilihat pada Tabel 5.18 berikut.

Tabel 5.18 Perhitungan LHR 2024

GOL	Klasifikasi Kendaraan	LHR 2023	LHR 2024	VDF <sub>4</sub>
		(smp/hari)	(smp/hari)	
1	Motor	14.398	15.141	0.00
2	Sedan, jeep, station wagon	2.688	2.776	0.00
3	Pete-pete, minibus	17	18	0.00
4	Pick up, mobil hantaran	756	792	0.00
5a	Bus kecil	29	30	0.30
5b	Bus besar	44	46	1.00
6a	Truk 2 sumbu 4 roda	789	826	0.55
6b	Truk 2 sumbu uk. Sedang	92	97	4.00
7a	Truk 3 sumbu	29	30	4.70
7c	Truk semi-trailer	23	24	7.60

### 5.3.4 Menghitung beban sumbu standar kumulatif (CESAL)

Data estimasi lalu lintas pada Tabel 5.18 di atas perlu dikonversi ke satuan beban standar ESA menggunakan Faktor Ekuivalen Beban (VDF). Kemudian dilanjutkan dengan menghitung nilai CESAL. Beban sumbu standar kumulatif merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas perencanaan pada lajur rencana selama umur desain. Perhitungannya dilakukan dengan perhitungan ESAL pada kendaraan golongan 5a berdasarkan LHR tahun 2024 dapat dilihat di bawah ini.

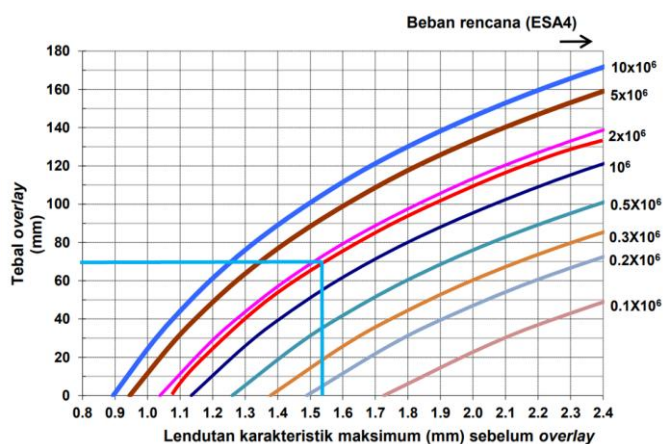
$$\begin{aligned} \text{ESAL} &= (\Sigma \text{LHR} \times \text{VDF}) \times 365 \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{R} \\ &= 30 \times 0.3 \times 365 \times 0,5 \times 1 \times 10.03 \\ &= 16.917,75 \end{aligned}$$

Rekapitulasi estimasi perhitungan ESAL dapat dilihat pada Tabel 5.19 berikut.

Tabel 5.19 Estimasi Nilai ESAL

Gol	Tipe Kendaraan	LHR Tahun 2024	VDF	ESAL <sub>4</sub>
		(smp/hari)		
1	Motor	15.141	0.00	0.00
2	Sedan, jeep, station wagon	2.776	0.00	0.00
3	Pete-pete, minibus	18	0.00	0.00
4	Pick up, mobil hantaran	792	0.00	0.00
5a	Bus kecil	30	0.30	16.474,28
5b	Bus besar	46	1.00	84.201,85
6a	Truk 2 sumbu 4 roda	826	0.55	831.584,79
6b	Truk 2 sumbu uk. Sedang	97	4.00	710.224,30
7a	Truk 3 sumbu	30	4.70	258.096,98
7c	Truk semi-trailer	24	7.60	333.878,64
Jumlah ESAL <sub>4</sub>				2.234.460,83
CESAL <sub>4</sub>				2.23 x 10 <sup>6</sup>

Berdasarkan perhitungan di atas, diperoleh nilai  $CESAL_4$  sebesar  $2.23 \times 10^6$ . Nilai lendutan wakil atau lendutan karakteristik pada Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo adalah sebesar 1,533, maka dapat diketahui nilai tebal lapis tambahan (*overlay*) berdasarkan grafik yang disajikan pada Gambar 5.10 sebagai berikut.

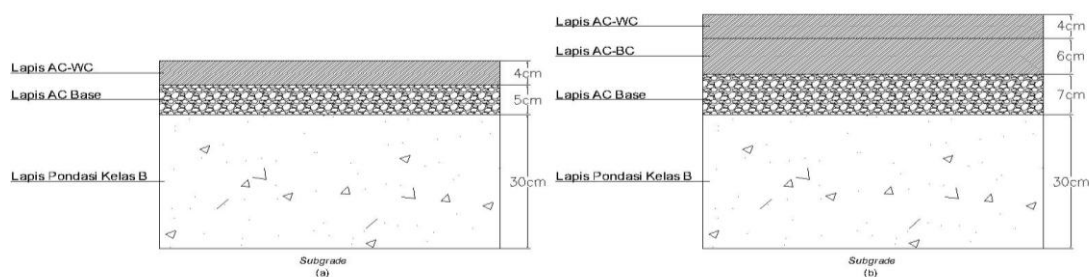


Gambar 5.10 Grafik Nilai Overlay

Berdasarkan Gambar 5.10 di atas, diperoleh nilai tebal lapis tambahan (*overlay*) dengan umur rencana 10 tahun pada ruas Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo adalah sebesar 7 cm. Menurut MDPJ 2017 pada Bagan Desain 3, tebal minimum untuk lapis AC-WC adalah sebesar 4 cm dan lapis AC-BC adalah 6 cm. Maka, ditentukan tebal lapis tambahan untuk ruas Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo sama dengan ketentuan tersebut, yaitu penambahan tebal lapis AC-BC sebesar 6 cm.

Adapun tebal minimum menurut Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2017 untuk lapisan base adalah 7 cm, maka lapisan tersebut dikeruk terlebih dahulu dan dihamparkan kembali setebal 7 cm. sehingga dilakukan pengerukan untuk lapis AC-WC setebal 4 cm pada perkerasan existing kemudian dilakukan penghamparan dan pemadatan untuk lapis AC Base setebal 7 cm,

dilanjutkan dengan lapis AC-BC dan kemudian AC-WC. Rencana lapis tambahan berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan pada ruas Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo dapat dilihat pada Gambar 5.11 berikut.



Gambar 5.11 (a) Struktur Lapis Perkerasan Existing Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo, dan (b) Struktur Lapis Perkerasan Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo dengan Lapis Tambahan

#### 5.4 Analisis Nilai Tegangan dan Regangan berdasarkan Metode Mekanistik – Empirik dengan Program *KENPAVE*

Respon tegangan dan regangan berdasarkan data perkerasan *existing* dan data perkerasan tambahan (*overlay*) dengan menggunakan metode mekanistik-empirik program *KENPAVE*. Hasil analisis perhitungan kebutuhan tebal lapis *overlay* untuk ruas Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo perlu dilakukan pengecekan terhadap beban lalu lintas yang diprediksi akan terus bertambah selama 10 tahun kedepan.

Tidak bisa dipungkiri bahwa kendaraan yang melintas terkadang membawa beban yang melebihi batas seharusnya. Oleh karenanya, perlu dilakukan analisis terhadap perkerasan tersebut dalam melayani beban lalu lintas dengan menggunakan metode mekanistik-empirik yang dilakukan dengan permodelan pada Program *KENPAVE*. Analisis tersebut perlu memperoleh nilai

tegangan-regangan pada ruas Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo yang dapat dilihat pada uraian berikut ini.

#### 5.4.1 Data untuk evaluasi perkerasan

Data yang diperlukan untuk melakukan evaluasi dengan Program KENPAVE antara lain adalah nilai bahan dan tebal perkerasan. Adapun nilai modulus elastis lapis permukaan dengan bahan pengikat dihitung sebagai berikut:

$$E = \frac{\sum E_n \times d_n}{\sum n}$$

$$E = \frac{(1.200.000 \times 4) + (1.300.000 \times 6) + (1.700.000 \times 7)}{(4 + 6 + 7)}$$

$$E = 1.441.176,47 \text{ Kpa}$$

$$E = 1.441.177 \text{ Kpa}$$

Nilai modulus elastis lapisan subgrade diperoleh dengan cara sebagai berikut:

Diketahui:

$$\text{CBR} = 3.89\%$$

$$E = 10 \times \text{CBR (MPa)}$$

$$E = 10 \times (3.89 \times 1.000) \text{ (Kpa)}$$

$$E = 38.900 \text{ Kpa}$$

Adapun nilai modulus elastis dan poisson ratio tiap lapis pada perkerasan yang diteliti dari Tabel 3.19 yang disajikan pada Tabel 5.20

Tabel 5.20 Data Input pada Program KENPAVE untuk *Overlay*

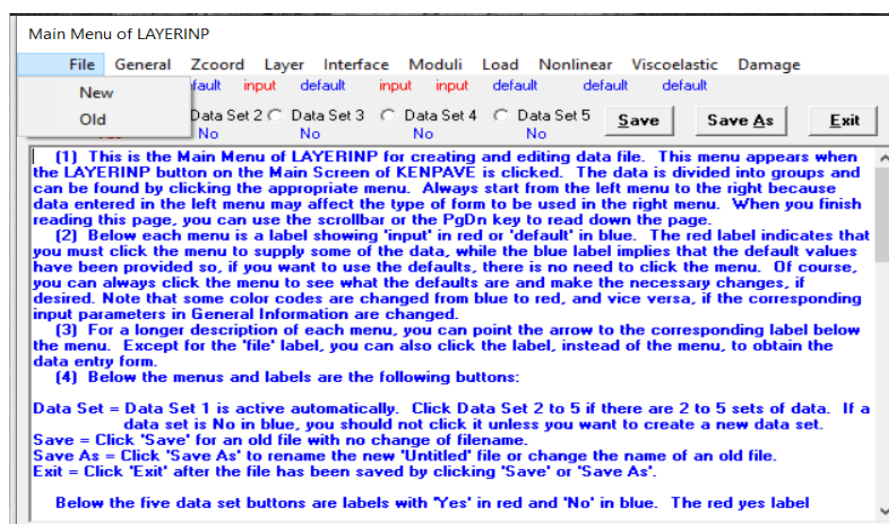
Lapisan Perkerasan		Modulus Elastis, E (Kpa)	Poisson Ratio	Tebal Perkerasan (cm)
Lapis Berpengikat	AC-WC	1.441.177	0.40	17
	AC-BC			
	AC-Base			
Pondasi Kelas B		315.000	0.35	30
<i>Subgrade</i>		38.900	0.35	∞

### 5.4.2 Analisis dengan Program KENPAVE

Analisis perkerasan untuk memperoleh nilai tegangan dan nilai regangan menggunakan program KENPAVE dapat dilihat pada penjabaran dibawah ini.

#### a. *Layerinp Input*

Pilih menu *Layerinp* pada tampilan awal software *KENPAVE*. Kemudian untuk memulai analisis, klik menu “File” lalu klik “New”, lalu data akan terinput otomatis sesuai dengan *setting software KENPAVE*.



Gambar 5.12 Tampilan Menu *Layerinp*

#### b. *General*

Pada menu *General* masukkan data-data seperti pada Tabel 5.21 berikut.

Tabel 5.21 Data Input *General*

Istilah	Nilai	Keterangan
MATL	1	Lapis perkerasan yang dianalisis adalah linier
NDAMA	0	Tidak ada analisis kerusakan
NPY	1	Mengikuti <i>KENPAVE</i>
NLG	1	Mengikuti <i>KENPAVE</i>
DEL	0,001	Standar akurasi
NL	3	Lapis perkerasan berpengikat ( <i>AC-WC, AC-WCM AC-Base</i> ) LP Kelas B, <i>Subgrade</i>
NZ	5	Jumlah titik kerusakan yang dianalisis pada arah z

ICL	80	Mengikuti <i>KENPAVE</i>
NSDT	9	Output berupa <i>vertical displacement</i> , tegangan dan regangan
NBOND	1	Semua lapisan saling terikat
NLBT	0	
NLTC	0	
NUNIT	1	Stauan Standar Internasional (SI)

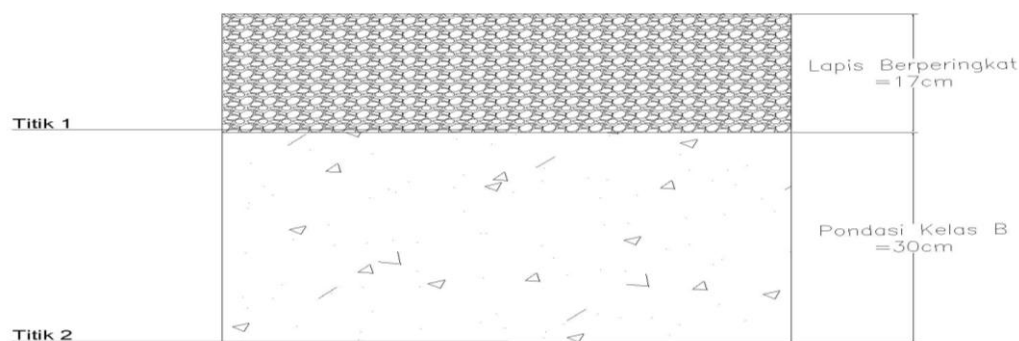
c. *Zcoord*

Data yang dimasukkan untuk meninjau kerusakan dapat dilihat pada Tabel 5.22 sebagai berikut:

Tabel 5.22 Titik Tinjau pada *Zcoord*

No	Kedalaman	Keterangan
1	0	Lapis permukaan perkerasan berpengikat
2	16,9997	Titik tinjau 1 ( <i>fatigue cracking</i> )
3	17	Lapis permukaan LPB
4	47	Lapis permukaan <i>subgrade</i>
5	47,0003	Titik tinjau 2 ( <i>deformation</i> )

Terdapat dua titik tinjauan kerusakan, titik 1 merupakan kedalaman tinjauan retak lelah dan kerusakan rutting. Titik 2 adalah kedalaman tinjauan untuk kerusakan deformasi permanen. Pada retak lelah digunakan regangan horizontal dan rutting menggunakan regangan vertikal. Maka terdapat 5 titik yang diinput pada koordinat Z.



Gambar 5.13 Letak Titik Tinjauan

d. *Layer*

Jumlah layer pada menu ini sama dengan jumlah NL yang telah diinput pada menu General. Nilai poisson ratio diperoleh dari MDPJ 2017 yang disajikan pada Tabel 5.23 berikut.

Tabel 5.23 Data *Input* pada Menu *Layer*

Layer No.	Tebal Perkerasan (cm)	Passion Ratio
1	17	0,40
2	30	0,35
3	$\infty$	0,35

e. *Moduli*

Pada menu Moduli digunakan untuk memasukkan parameter perkerasan berupa modulus elastis yang diperoleh dari MDPJ 2017 dan dapat dilihat pada Tabel 5.24 berikut.

Tabel 5.24 Nilai Modulus Elastis Setiap Lapis

Layer No.	Modulus Elastis, E (Kpa)
1	1.441.177
2	315.500
3	38.900

f. *Load*

Data beban gandar yang diterima perkerasan dimasukan pada menu *Load*.

5.4.3 Load : 1 (*single axle load, double axle wheel*), dengan beban sumbu standar 8,16 ton.

5.4.4 CR : 11 cm (jarak antar ban)

5.4.5 CP : 550 kPa (tekanan ban)

5.4.6 YW : 33 cm (jarak antar roda arah Y)

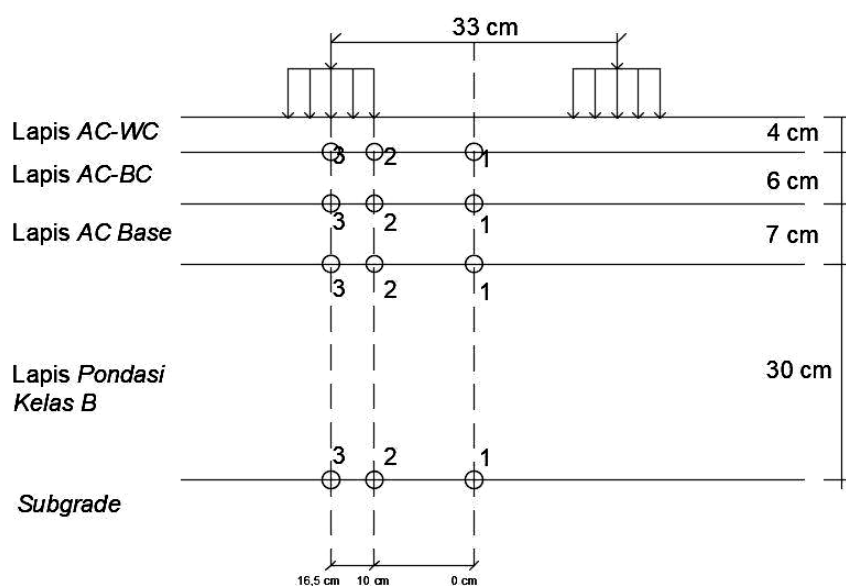
5.4.7 XW : 0 cm (jarak antar roda arah X)

5.4.8 NPT : 3

Terjadi pengulangan beban dengan tinjauan yang berbeda sehingga nilai NPT adalah 3. Nilai koordinat NPT dapat dilihat pada Tabel 5.25 dan Gambar 5.14 di bawah.

Tabel 5.25 Koordinat NPT

X	0	0	0
Y	0	10	16.5



Tabel 5.14 Koordinat Tinjauan Berdasarkan Jenis Roda

Output dari hasil analisis dengan *KENLAYER* berupa nilai tegangan dan regangan yang terjadi pada perkerasan lentur. Hasil output pada setiap tebal lapisan pada Jalan Hertasing dan Jalan Yasin Limpo dapat dilihat pada Tabel 5.26:

Tabel 5.26 Nilai *Vertical Strain* dan *Tangential Strain* pada Lapis Perkerasan Tambahan (*Overlay*)

No. Koordinat	<i>Vertical Strain</i> pada Kedalaman 16.9997	<i>Horizontal Strain</i> pada Kedalaman 16.9997	<i>Vertical Strain</i> pada Kedalaman 47.0003
---------------	---	---	---

1	0,0002674	0,0001988	0,0005089
2	0,0002119	0,0001992	0,0005428
3	0,0001778	0,0001943	0,0005486
Maksimum	0,0002674	0,0001992	0,0005486

Setelah memperoleh nilai tegangan dan regangan, dilakukan analisis untuk fatigue cracking, rutting, dan permanent deformation sebagai bentuk kontrol untuk perkerasan jalan tersebut terhadap jumlah repetisi beban selama umur rencana yaitu 10 tahun kedepan. Analisis ini digunakan untuk menentukan jumlah repetisi berikut:

- a. Menghitung nilai Nf (*Fatigue Cracking*)

$$\begin{aligned}
 Nf &= 0.0796 (\epsilon t)^{-3.921} |E|^{-0.854} \\
 &= 0.0796 (0.0001992)^{-3.921} |1.441.176|^{-0.854} \\
 &= 141.858.424 \text{ ESAL}
 \end{aligned}$$

- b. Menghitung nilai Nd (*Rutting*)

$$\begin{aligned}
 Nd &= f_4 (\epsilon c)^{-f_5} \\
 &= 1.365 \times 10^{-9} (0.0002674)^{-4.47} \\
 &= 12.756.196 \text{ ESAL}
 \end{aligned}$$

- c. Menghitung nilai Nd (*Permanent Deformation*)

$$\begin{aligned}
 Nd &= f_4 (\epsilon c)^{-f_5} \\
 &= 1.365 \times 10^{-9} (0.0005486)^{-4.47} \\
 &= 531.640 \text{ ESAL}
 \end{aligned}$$

Untuk menentukan LHR Rencana (Nd), perlu memperhatikan kapasitas dari segmen jalan, sehingga dilakukan perhitungan nilai kapasitas jalan dan nilai derajat kejenuhan sebagai kontrol dari jumlah volume kendaraan yang tidak melebihi batas kapasitas ruas Jalan Hertasing dan Jalan

Yasin Limpo. Arus lalu lintas (smp/jam) dan kapasitas (smp/jam) diperlukan untuk mengetahui apakah suatu jalan memenuhi syarat kapasitas sesuai dengan PKJI 1997. Perhitungan arus lalu lintas menggunakan data LHR dengan uraian perhitungan adalah sebagai berikut.

- a. Sepeda motor (MC) = 860,30 smp/jam
- b. Kendaraan ringan (LV) = 237 smp/jam
- c. Kendaraan berat (HV) = 13,20 smp/jam
- d. Qtotal = MC + LC + HV  
= 860,30 + 237 + 13,20  
= 1.110,50 smp/jam

Untuk menentukan asumsi arus lalu lintas diperlukan nilai R yang dihitung menggunakan rumus:

$$R = \frac{(1 + 0.01i)^{UR} - 1}{0.01i}$$

Diketahui:

$$i = 5.58\%$$

$$\begin{aligned} R \text{ tahun ke } 1 &= \frac{(1 + 0.01i)^{UR} - 1}{0.01i} \\ &= \frac{(1 + 0.01 \times 0.0558)^1 - 1}{0.01 \times 0.0558} \\ &= 1 \end{aligned}$$

Berikut contoh perhitungan LHR tahun pertama:

$$\begin{aligned} LHRT_1 &= LHRT_n (1 + R)^{n-1} \\ &= 1.110,50 (1 + 0.01)^{1-1} \\ &= 1.110,50 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Dengan perhitungan yang sama dilakukan berulang hingga tahun ke-20. Rekapitulasi LHRT selama 20 tahun dapat dilihat pada Tabel 5.27 berikut.

Tabel 5.27 Rekapitulasi LHRT Selama Umur Rencana (smp/jam)

Tahun	LHRT	Tahun	LHRT	Tahun	LHRT	Tahun	LHRT
1	1.110,50	6	1.350,47	11	2.076,99	16	2.997,53
2	1.132,71	7	1.445,00	12	2.326,99	17	2.677,11
3	1.166,69	8	1.560,60	13	2.618,64	18	5.528,98
4	1.213,36	9	1.701,06	14	2.996,64	19	6.567,59
5	1.274,03	10	1.971,16	15	3.444,14	20	7.881,11

Derajat kejenuhan dihitung dengan rumus:

$$\begin{aligned}
 DS1 &= \frac{Q1}{C} \\
 &= \frac{1.110,50}{2.871,62} \\
 &= 0.468
 \end{aligned}$$

Rekapitulasi perhitungan derajat kejenuhan selama umur rencana (10 tahun) dapat dilihat pada Tabel 5.28 sebagai berikut:

Tabel 5.28 Rekapitulasi Analisis Derajat Kejenuhan

Tahun	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DS	0.468	0.478	0.492	0.512	0.531	0.569	0.609	0.658	0.717	0.789

Berdasarkan Tabel 5.28, diketahui hingga tahun ke-10 nilai derajat kejenuhan Jalan Hertasing dan Jalan Yasin Limpo adalah sebesar 0,789 yang berada diatas batas standar kelayakan. Menurut Bina Marga (1997), jika nilai  $DS > 0.75$  berarti menandakan bahwa jalan tersebut bermasalah dengan

kapasitas, sehingga, analisis untuk beban lalu lintas Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo dengan lapis permukaan tambahan (*overlay*) dengan nilai LHR rencana yang sudah disesuaikan dengan kapasitas Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo disajikan pada Tabel 5.29 berikut ini

Tabel 5.29 Analisis Beban Lalu Lintas dengan Tebal Perkerasan *Overlay*

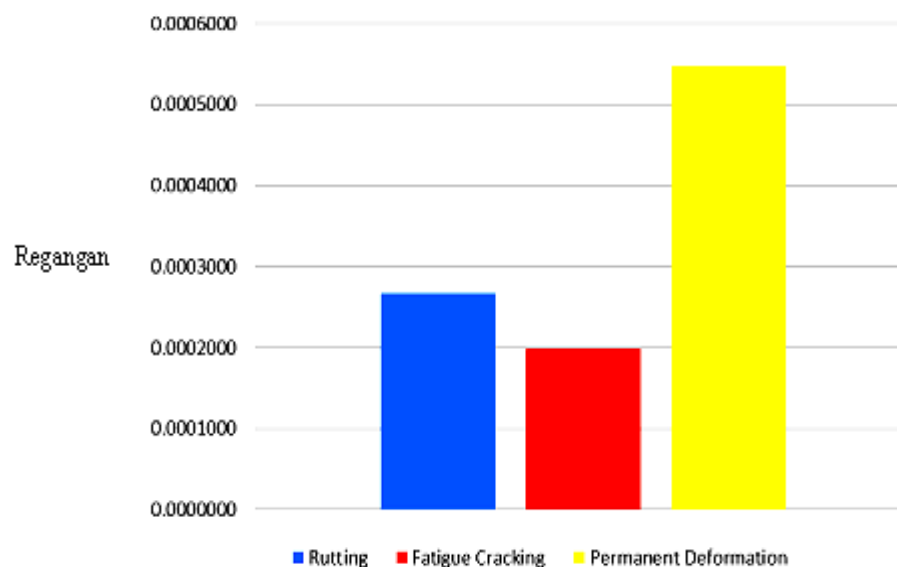
Tahun	LHR Rencana (Nr)	Repetisi Beban (ESAL)		Analisa Beban Lalu Lintas
1	198.994	<i>Nf</i>	150.843.548	<i>TRUE</i>
	198.994	<i>Nd Rutting</i>	12.756.196	<i>TRUE</i>
	198.994	<i>Nd Permanent</i>	513.640	<i>TRUE</i>
2	642.638	<i>Nf</i>	150.843.548	<i>TRUE</i>
	642.638	<i>Nd Rutting</i>	12.756.196	<i>TRUE</i>
	642.638	<i>Nd Permanent</i>	513.640	<i>FALSE</i>
3	1.345.235	<i>Nf</i>	150.843.548	<i>TRUE</i>
	1.345.235	<i>Nd Rutting</i>	12.756.196	<i>TRUE</i>
	1.345.235	<i>Nd Permanent</i>	513.640	<i>FALSE</i>
4	2.334.306	<i>Nf</i>	150.843.548	<i>TRUE</i>
	2.334.306	<i>Nd Rutting</i>	12.756.196	<i>TRUE</i>
	2.334.306	<i>Nd Permanent</i>	513.640	<i>FALSE</i>
5	3.639.632	<i>Nf</i>	150.843.548	<i>TRUE</i>
	3.639.632	<i>Nd Rutting</i>	12.756.196	<i>TRUE</i>
	3.639.632	<i>Nd Permanent</i>	513.640	<i>FALSE</i>
6	5.293.427	<i>Nf</i>	150.843.548	<i>TRUE</i>
	5.293.427	<i>Nd Rutting</i>	12.756.196	<i>TRUE</i>
	5.293.427	<i>Nd Permanent</i>	513.640	<i>FALSE</i>
7	7.426.961	<i>Nf</i>	150.843.548	<i>TRUE</i>
	7.426.961	<i>Nd Rutting</i>	12.756.196	<i>TRUE</i>
	7.426.961	<i>Nd Permanent</i>	513.640	<i>FALSE</i>
8	10.018.411	<i>Nf</i>	150.843.548	<i>TRUE</i>
	10.018.411	<i>Nd Rutting</i>	12.756.196	<i>TRUE</i>
	10.018.411	<i>Nd Permanent</i>	513.640	<i>FALSE</i>
9	13.116.880	<i>Nf</i>	150.843.548	<i>TRUE</i>
	13.116.880	<i>Nd Rutting</i>	12.756.196	<i>FALSE</i>
	13.116.880	<i>Nd Permanent</i>	513.640	<i>FALSE</i>
10	16.775.826	<i>Nf</i>	150.843.548	<i>TRUE</i>
	16.775.826	<i>Nd Rutting</i>	12.756.196	<i>FALSE</i>
	16.775.826	<i>Nd Permanent</i>	513.640	<i>FALSE</i>

Keterangan:

*TRUE* = Lapis perkerasan dapat menahan beban lalu lintas rencana Nilai Repetisi Beban (*ESAL*) lebih besar daripada Nilai Nr.

FALSE = Lapis perkerasan tidak dapat menahan beban lalu lintas rencana Nilai Repetisi Beban (*ESAL*) lebih kecil daripada Nilai Nr.

Metode mekanistik-empirik pada penelitian ini digunakan untuk memperoleh nilai tegangan-regangan dengan menggunakan pemodelan *LAYERINP* dan *KENLAYER* yang memerlukan beberapa parameter input pada software *KENPAVE*. Selain itu, metode ini dapat digunakan untuk memperoleh nilai sisa umur layan dari ruas Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo. Dari hasil analisis yang telah dilakukan dengan software *KENPAVE*, diperoleh nilai tegangan-regangan yang menjadi parameter penting untuk mengetahui sejauh mana perkerasan tersebut mampu menahan beban yang melintas di atasnya. Adapun nilai regangan dan dari hasil analisis untuk lapis tambahan dapat dilihat pada Gambar 5.15 berikut.



Gambar 5.15 Nilai Regangan Lapis Tambahan Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo

Berdasarkan Tabel 5.29 dapat diketahui pada ruas Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo diperoleh nilai regangan tarik pada bagian bawah lapis AC-Base adalah sebesar 0,0001992 untuk analisis jenis kerusakan fatigue cracking dengan nilai repetisi beban sebesar 150.843.548 ESAL. Adapun diperoleh nilai regangan tekan sebesar 0,0002674 untuk analisa kerusakan rutting dengan nilai repetisi beban sebesar 12.756.196 ESAL. Kemudian nilai regangan tekan di lapisan subgrade adalah sebesar 0,0005486 untuk analisis deformation dengan nilai repetisi beban sebesar 531.640 ESAL. Maka, berdasarkan hasil dari analisis beban yang telah dilakukan menggunakan *KENPAVE* diketahui pada lapis perkerasan tambahan (*overlay*) ini ternyata tidak mampu mengakomodasi beban sampai tahun ke-10 sesuai dengan rencana karena sudah mengalami penurunan kinerja dengan terjadinya kerusakan deformasi pada lapisan tanah dasar di tahun ke-2 dan terjadi kerusakan rutting pada tahun ke-9. Terjadi kerusakan pada lapis subgrade pada tahun ke-2 karena repetisi beban yang melintas jalan tersebut lebih tinggi dibanding dengan dengan LHR Rencana (Nr). Oleh karenanya dipilih opsi penanganan lain berupa rekonstruksi perkerasan jalan.

## **5.5 Nilai Sisa Umur Rencana pada Jalan Hertasning hingga Jalan Yasin Limpo dengan Metode Bina Marga 2017 dan Program *KENPAVE***

### **5.5.1 Metode Bina Marga 2017**

Menurut Bina Marga (2017), umur rencana untuk jenis penanganan berupa rekonstruksi adalah 20 tahun untuk jalan dengan beban lalu lintas antara 0,5 - <30 juta ESA<sub>4</sub>. Maka, pada analisis kebutuhan tebal lapis

perkerasan jalan yang digunakan untuk rekonstruksi direncanakan untuk umur layan 20 tahun. Langkah-langkah perhitungan tebal lapis perkerasan lentur Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo pada penelitian ini ditunjukkan sebagai berikut:

1. Data umum yang digunakan pada perhitungan ini telah diperoleh dengan cara seperti perhitungan tebal lapis tambahan (*overlay*) yang diuraikan sebelumnya.

2. Umur rencana perkerasan jalan baru (UR)

Umur rencana perkerasan jalan baru untuk ruas Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo adalah 20 tahun sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

3. Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas (R)

$$\begin{aligned} R &= \frac{(1 + 0.01i)^{UR} - 1}{0.01i} \\ &= \frac{(1 + 0.01 \times 0.0558)^1 - 1}{0.01 \times 0.0628} \\ &= 20.12 \end{aligned}$$

4. Volume lalu lintas, estimasi perhitungan LHR 2023 dapat dilihat pada Tabel 5.18 berdasarkan nilai LHR tahun 2023 pada Tabel 5.2 di atas.

5. Menghitung beban sumbu standar kumulatif (*CESAL*). Perhitungan  $ESA_5$  pada kendaraan golongan 5a berdasarkan LHR tahun 2024 dapat dilihat di bawah ini.

$$ESA_5 = (\sum LHR \times VDF) \times 365 \times DD \times DL \times R$$

$$= 18 \times 0.2 \times 365 \times 0.5 \times 1 \times 20.106$$

$$= 13.658,73$$

Rekapitulasi estimasi perhitungan *ESAL* dapat dilihat pada tabel 5.30

sebagai berikut:

Tabel 5.30 Estimasi Nilai *ESAL*

Gol	Tipe Kendaraan	VDF <sub>5</sub>	LHR 2024	ESAL <sub>5</sub>	
1	Motor	0.00	15.141	0.00	
2	Sedan, jeep, station wagon	0.00	2.776	0.00	
3	Pete-pete, minibus	0.00	18	0.00	
4	Pick up, mobil hantaran	0.00	792	0.00	
5a	Bus kecil	0.20	30	22.016,07	
5b	Bus besar	1.00	46	168.789,87	
6a	Truk 2 sumbu 4 roda	0.50	826	1.515.439,49	
6b	Truk 2 sumbu uk. Sedang	5.10	97	1.815.224,97	
7a	Truk 3 sumbu	6.40	30	704.514,24	
7c	Truk semi-trailer	10.20	24	898.255,66	
				ESAL <sub>5</sub>	5.124.240,29
				CEAL <sub>5</sub>	5.1 X 10 <sup>6</sup>

6. Pemilihan jenis struktur perkerasan. Struktur perkerasan yang digunakan dalam analisis ini ditentukan berdasarkan Tabel 3.25. Dari tabel tersebut maka digunakan struktur perkerasan AC dengan lapis pondasi berbutir dengan ESA<sub>5</sub> sebesar  $5.1 \times 10^6$ .
7. Segmen tanah dasar berdasarkan data CBR rerata tanah dasar dari ruas Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo adalah sebesar 4.14%. Untuk memperoleh nilai CBR rencana maka ditentukan dengan perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{CBR}_{\text{design}} &= \text{CBR rerata} - f \times \text{SD} \\ &= 4.14 - 1.282 \times 0.19 \\ &= 3.89\% \end{aligned}$$

8. Menentukan struktur pondasi perkerasan, hal ini berdasarkan tanah dasar ruas Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo masuk kedalam kelas SG4 sehingga perlu dilakukan perbaikan dengan material timbunan yang memiliki kualitas lebih baik setebal 20 cm.
9. Menentukan struktur perkerasan, dilihat dari hasil analisis yang telah dilakukan, maka struktur lapis perkerasan yang baru pada ruas Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo adalah sebagai berikut.

AC-WC = 4 cm

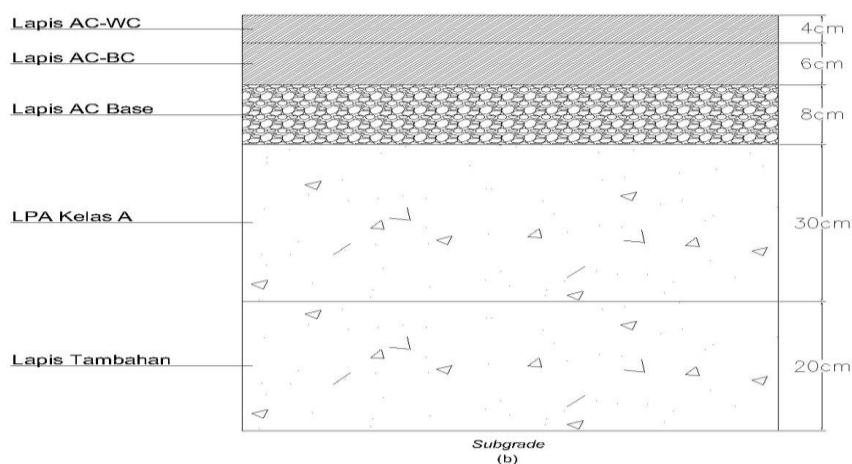
AC-BC = 6 cm

AC-Base = 8 cm

LPA Kelas A = 30 cm

Lapis Tambahan = 20 cm

Berdasarkan hasil dari perhitungan yang telah dilakukan dengan menggunakan metode Bina Marga 2017, tebal perkerasan baru untuk ruas Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo dapat dilihat pada Gambar 5.17 di bawah ini:



Gambar 5.16 Struktur Lapis Perkerasan Baru Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo

Pada rencana tebal lapis perkerasan baru ini diberikan lapis tambahan karena daya dukung tanah yang kurang dari 6% sehingga perlu diberikan material timbunan sebagai bentuk dari perbaikan tanah dasar untuk desain fondasi jalan minimum dalam Bina Marga 2017. Dengan umur rencana 20 tahun, maka diperoleh tebal perkerasan lapis AC-WC sebesar 4 cm, lapis AC-BC sebesar 6 cm, lapis AC-Base sebesar 8 cm, dan untuk lapis pondasi atas Kelas A setebal 30 cm serta lapis tambahan dengan agregat Kelas S setebal 20 cm yang diletakkan dibawah Lapis Pondasi Kelas A.

### 5.5.2 Program *KENPAVE*

Hasil analisis perhitungan rekonstruksi untuk perkerasan lentur Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo perlu dilakukan pengecekan terhadap beban lalu lintas yang diprediksi akan terus meningkat selama 20 tahun kedepan. Analisis dilakukan menggunakan metode mekanistik-empirik dengan Program *KENPAVE*. Analisis tersebut ditunjukkan sebagai berikut:

#### 1. Data untuk evaluasi perkerasan

Modulus elastis lapis permukaan berbahan pengikat dihitung sebagai berikut:

$$E = \frac{\sum E_n \times d_n}{\sum n}$$

$$E = \frac{(4 \times 1.200.000) + (6 \times 1.300.000) + (8 \times 1.700.000)}{18}$$

$$E = 1.455.555,56 \text{ Kpa}$$

$$= 1.455.556 \text{ Kpa}$$

Nilai modulus elastis lapisan subgrade diperoleh dengan cara sebagai berikut:

Diketahui:

$$\begin{aligned} \text{CBR} &= 3.89\% \\ E_{\text{Subgrade}} &= 10 \times \text{CBR (MPa)} \\ &= 10 \times (3.89 \times 1.000) \text{ (Kpa)} \\ &= 38.900 \text{ Kpa} \end{aligned}$$

Nilai modulus elastis lapisan pondasi atas diperoleh dengan cara sebagai berikut:

$$E = \frac{\sum E_n \times d_n}{\sum n}$$

$$E = \frac{(30 \times 315.000) + (20 \times 150.500)}{50}$$

$$E = 249.200 \text{ Kpa}$$

Berikut ditunjukkan data input pada Program *KENPAVE* untuk lapisan perkerasan rekonstruksi:

Tabel 5.31 Data Input pada Program *KENPAVE* Lapis Perkerasan Rekonstruksi

Lapisan Perkerasan		Modulus Elastis, E (Kpa)	Poisson Ratio	Tebal Perkerasan (cm)
Lapis Berpengikat	AC-WC	1.455.556	0.40	18
	AC-BC			
	AC-Base			
Lapis Pondasi Atas	LPA Kelas A	249.200	0.35	50
	Lapis Tambahan Agregat Kelas S			
<i>Subgrade</i>		38.900	0.35	∞

## 2. Analisis dengan Program *KENPAVE*

Analisis untuk memperoleh nilai tegangan dan regangan dengan program *KENPAVE* dapat dilihat pada penjabaran berikut:

### a. *Layerinp Input dan General*

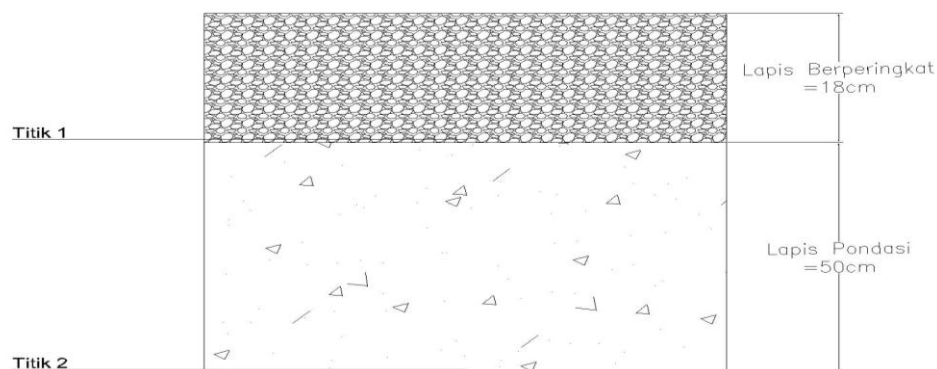
Pilih menu ini dipilih jenis *file* baru dengan klik *New*, maka data akan terisi secara otomatis sesuai dengan *setting software KENPAVE*. Kemudian data yang dimasukkan pada menu *General* dapat dilihat pada tabel 5.24 sebelumnya.

*b. Zcoord*

Data untuk meninjau kerusakan dapat dilihat pada tabel 5.32 dan letak titik tinjauan ditunjukkan pada gambar 5.18 sebagai berikut:

Tabel 5.32 Titik Tinjau pada *Zcoord*

No	Kedalaman	Keterangan
1	0	Lapis permukaan
2	17,9997	Titik tinjau 1 ( <i>fatigue cracking</i> )
3	18	Lapis permukaan LPA
4	68	Lapis permukaan <i>subgrade</i>
5	68,0003	Titik tinjau 2 ( <i>deformation</i> )



Gambar 5.17 Letak Titik Tinjauan

*c. Layer*

Data input pada menu *Layer* ditunjukkan pada tabel 5.33:

Tabel 5.33 Data *Input* pada Menu *Layer*

Layer No.	Tebal Perkerasan (cm)	Passion Ratio
1	18	0,40
2	50	0,35

3	$\infty$	0,35
---	----------	------

d. *Moduli*

Nilai modulus elastis pada analisis lapis perkerasan baru dapat dilihat pada Tabel 5.34 sebagai berikut:

Tabel 5.34 Nilai Modulus Elastisitas Tiap Lapis

Layer No.	Modulus Elastis, E (Kpa)
1	1.455.556
2	249.200
3	38.900

e. *Load*

Data beban gandar yang diterima perkerasan dimasukkan pada menu *Load*.

1. Load : 1 (*single axle load, double axle wheel*),  
dengan beban sumbu standar 8,16 ton.
2. CR : 11 cm (jarak antar ban)
3. CP : 550 kPa (tekanan ban)
4. YW : 33 cm (jarak antar roda arah Y)
5. XW : 0 cm (jarak antar roda arah X)
6. NPT : 3

Tabel 5.35 Koordinat NPT

<b>X</b>	0	0	0
<b>Y</b>	0	10	16.5

Output dari hasil analisis dengan *KENLAYER* berupa nilai tegangan dan regangan yang terjadi pada perkerasan lentur. Hasil output pada setiap

tebal lapisan pada Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo dapat dilihat pada

Tabel 5.36:

Tabel 5.36 Nilai *Vertical Strain* dan *Tangential Strain* pada Lapis Perkerasan Baru

No. Koordinat	<i>Vertical Strain</i> pada Kedalaman 17.9997	<i>Horizontal Strain</i> pada Kedalaman 17.9997	<i>Vertical Strain</i> pada Kedalaman 68.0003
1	0.0002387	0.0002061	0.0003150
2	0.0001990	0.0002090	0.0003326
3	0.0001735	0.0002050	0.0003358
Maksimum	0.0002387	0.0002090	0.0003358

Setelah memperoleh nilai tegangan dan regangan, dilakukan analisis untuk menentukan jumlah repetisi sebagai berikut:

- a. Menghitung nilai  $N_f$  (*Fatigue Cracking*)

$$\begin{aligned} N_f &= 0.0796 (\epsilon_t)^{-3.921} |E|^{-0.854} \\ &= 0.0796 (0.0002090)^{-3.921} |1.455.556|^{-0.854} \\ &= 116.517.966 \text{ ESAL} \end{aligned}$$

- b. Menghitung nilai  $N_d$  (*Rutting*)

$$\begin{aligned} N_d &= f_4 (\epsilon_c)^{-f_5} \\ &= 1.365 \times 10^{-9} (0.0002387)^{-4.47} \\ &= 21.190.067 \text{ ESAL} \end{aligned}$$

- c. Menghitung nilai  $N_d$  (*Permanent Deformation*)

$$\begin{aligned} N_d &= f_4 (\epsilon_c)^{-f_5} \\ &= 1.365 \times 10^{-9} (0.0003358)^{-4.47} \\ &= 4.608.419 \text{ ESAL} \end{aligned}$$

Dilakukan perhitungan nilai kapasitas jalan dan nilai derajat kejenuhan sebagai kontrol volume kendaraan agar tidak melebihi kapasitas ruas Jalan

Hertasning dan Jalan Yasin Limpo. Dari perhitungan tersebut diperoleh nilai derajat kejenuhan selama 20 tahun pada Tabel 5.37 sebagai berikut.

Tabel 5.37 Rekapitulasi Analisis Derajat Kejenuhan

Tahun	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DS	0.468	0.478	0.492	0.512	0.531	0.569	0.609	0.658	0.717	0.789
Tahun	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
DS	0.876	0.981	1.108	1.264	1.453	1.686	1.972	2.327	2.769	3.323

Berdasarkan Tabel 5.37 di atas, diketahui pada tahun ke-10 nilai derajat kejenuhan Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo adalah sebesar 0,789 yang sudah melampaui batas standar kelayakan. Nilai  $DS > 0,75$  menandakan bahwa jalan tersebut bermasalah dengan kapasitas. Menurut MDPJ Bina Marga 2017, jika kapasitas diperkirakan tercapai pada tahun tertentu (Q) dari umur rencana (UR), maka digunakan rumus yang berbeda.

Pada penelitian ini, nilai Q (tahun ke-10) sudah melampaui nilai batas standar dari UR 20 tahun, maka digunakan nilai R dengan persamaan

$$R = \frac{(1 + 0.01i)^Q - 1}{0.01i} + (UR - Q)(1 + 0.01i)^{(Q-1)}.$$

Hasil analisis untuk beban lalu lintas Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo untuk perkerasan baru dengan nilai LHR rencana yang sudah disesuaikan dengan kapasitas tersebut disajikan pada Tabel 5.38:

Tabel 5.38 Analisis Beban Lalu Lintas dengan Tebal Perkerasan Baru

Tahun	LHR Rencana (Nr)	Repetisi Beban (ESAL)		Analisa Beban Lalu Lintas
1	198.994	<i>Nf</i>	123.820.136	<i>TRUE</i>
	198.994	<i>Nd Rutting</i>	21.190.067	<i>TRUE</i>
	198.994	<i>Nd Permanent</i>	4.608.419	<i>TRUE</i>
2	642.638	<i>Nf</i>	123.820.136	<i>TRUE</i>

	642.638	<i>Nd Rutting</i>	21.190.067	<i>TRUE</i>
	642.638	<i>Nd Permanent</i>	4.608.419	<i>TRUE</i>

Bersambung

Sambungan Tabel 5.38

Tahun	LHR Rencana (Nr)	Repetisi Beban (ESAL)		Analisa Beban Lalu Lintas
3	1.345.235	<i>Nf</i>	123.820.136	<i>TRUE</i>
	1.345.235	<i>Nd Rutting</i>	21.190.067	<i>TRUE</i>
	1.345.235	<i>Nd Permanent</i>	4.608.419	<i>TRUE</i>
4	2.334.306	<i>Nf</i>	123.820.136	<i>TRUE</i>
	2.334.306	<i>Nd Rutting</i>	21.190.067	<i>TRUE</i>
	2.334.306	<i>Nd Permanent</i>	4.608.419	<i>TRUE</i>
5	3.639.632	<i>Nf</i>	123.820.136	<i>TRUE</i>
	3.639.632	<i>Nd Rutting</i>	21.190.067	<i>TRUE</i>
	3.639.632	<i>Nd Permanent</i>	4.608.419	<i>TRUE</i>
6	5.293.427	<i>Nf</i>	123.820.136	<i>TRUE</i>
	5.293.427	<i>Nd Rutting</i>	21.190.067	<i>TRUE</i>
	5.293.427	<i>Nd Permanent</i>	4.608.419	<i>FALSE</i>
7	7.330.517	<i>Nf</i>	123.820.136	<i>TRUE</i>
	7.330.517	<i>Nd Rutting</i>	21.190.067	<i>TRUE</i>
	7.330.517	<i>Nd Permanent</i>	4.608.419	<i>FALSE</i>
8	9.788.529	<i>Nf</i>	123.820.136	<i>TRUE</i>
	9.788.529	<i>Nd Rutting</i>	21.190.067	<i>TRUE</i>
	9.788.529	<i>Nd Permanent</i>	4.608.419	<i>FALSE</i>
9	12.708.093	<i>Nf</i>	123.820.136	<i>TRUE</i>
	12.708.093	<i>Nd Rutting</i>	21.190.067	<i>TRUE</i>
	12.708.093	<i>Nd Permanent</i>	4.608.419	<i>FALSE</i>
10	16.133.066	<i>Nf</i>	123.820.136	<i>TRUE</i>
	16.133.066	<i>Nd Rutting</i>	21.190.067	<i>TRUE</i>
	16.133.066	<i>Nd Permanent</i>	4.608.419	<i>FALSE</i>
11	22.986.438	<i>Nf</i>	123.820.136	<i>TRUE</i>
	22.986.438	<i>Nd Rutting</i>	21.190.067	<i>FALSE</i>
	22.986.438	<i>Nd Permanent</i>	4.608.419	<i>FALSE</i>
12	29.870.634	<i>Nf</i>	123.820.136	<i>TRUE</i>
	29.870.634	<i>Nd Rutting</i>	21.190.067	<i>FALSE</i>
	29.870.634	<i>Nd Permanent</i>	4.608.419	<i>FALSE</i>
13	36.754.830	<i>Nf</i>	123.820.136	<i>TRUE</i>
	36.754.830	<i>Nd Rutting</i>	21.190.067	<i>FALSE</i>
	36.754.830	<i>Nd Permanent</i>	4.608.419	<i>FALSE</i>
14	43.639.026	<i>Nf</i>	123.820.136	<i>TRUE</i>
	43.639.026	<i>Nd Rutting</i>	21.190.067	<i>FALSE</i>
	43.639.026	<i>Nd Permanent</i>	4.608.419	<i>FALSE</i>
15	50.523.223	<i>Nf</i>	123.820.136	<i>TRUE</i>
	50.523.223	<i>Nd Rutting</i>	21.190.067	<i>FALSE</i>
	50.523.223	<i>Nd Permanent</i>	4.608.419	<i>FALSE</i>

16	57.407.419	<i>Nf</i>	123.820.136	<i>TRUE</i>
	57.407.419	<i>Nd Rutting</i>	21.190.067	<i>FALSE</i>
	57.407.419	<i>Nd Permanent</i>	4.608.419	<i>FALSE</i>

Bersambung

Sambungan Tabel 5.38

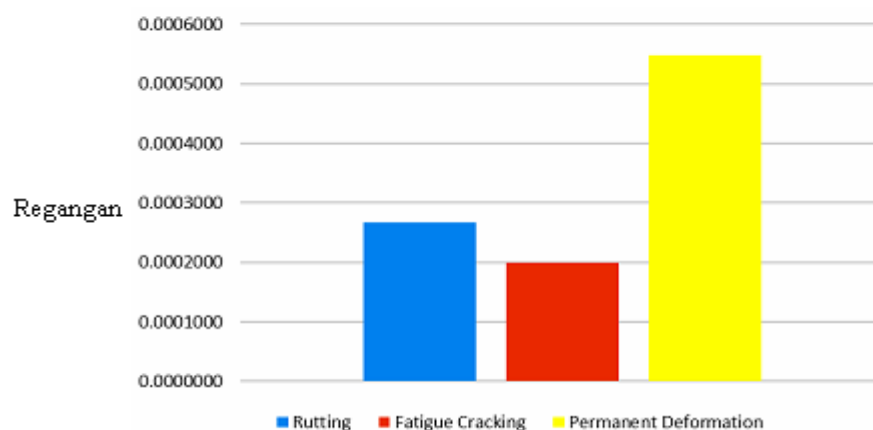
Tahun	LHR Rencana (Nr)	Repetisi Beban (ESAL)		Analisa Beban Lalu Lintas
17	64.291.615	<i>Nf</i>	123.820.136	<i>TRUE</i>
	64.291.615	<i>Nd Rutting</i>	21.190.067	<i>FALSE</i>
	64.291.615	<i>Nd Permanent</i>	4.608.419	<i>FALSE</i>
18	67.785.088	<i>Nf</i>	123.820.136	<i>TRUE</i>
	67.785.088	<i>Nd Rutting</i>	21.190.067	<i>FALSE</i>
	67.785.088	<i>Nd Permanent</i>	4.608.419	<i>FALSE</i>
19	74.669.284	<i>Nf</i>	123.820.136	<i>TRUE</i>
	74.669.284	<i>Nd Rutting</i>	21.190.067	<i>FALSE</i>
	74.669.284	<i>Nd Permanent</i>	4.608.419	<i>FALSE</i>
20	81.553.481	<i>Nf</i>	123.820.136	<i>TRUE</i>
	81.553.481	<i>Nd Rutting</i>	21.190.067	<i>FALSE</i>
	81.553.481	<i>Nd Permanent</i>	4.608.419	<i>FALSE</i>

Keterangan:

**TRUE** = Lapis perkerasan dapat menahan beban lalu lintas rencana Nilai Repetisi Beban (*ESAL*) lebih besar daripada Nilai Nr.

**FALSE** = Lapis perkerasan tidak dapat menahan beban lalu lintas rencana Nilai Repetisi Beban (*ESAL*) lebih kecil daripada Nilai Nr.

Nilai tegangan dan regangan menjadi parameter penting untuk dapat mengetahui sejauh mana suatu perkerasan dapat menahan beban yang melintas di atasnya. Adapun nilai regangan dari hasil analisis untuk lapis perkerasan baru dapat dilihat pada Gambar 5.19 berikut.



Gambar 5.18 Nilai Regangan Lapis Perkerasan Baru Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo

Berdasarkan Tabel 5.38 di atas diketahui pada ruas Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo untuk lapis perkerasan baru diperoleh nilai regangan tarik dibagian bawah lapis AC Base sebesar 0,0002090 untuk kerusakan fatigue cracking dengan nilai repetisi beban sebesar 123.820.136 *ESAL*. Selain itu diperoleh nilai regangan tekan sebesar 0,0002387 untuk analisa kerusakan rutting dengan nilai repetisi beban 21.190.067 *ESAL*. Adapun nilai regangan tekan di lapisan subgrade sebesar 0,0003358 untuk analisis kerusakan permanent deformation dengan repetisi beban sebesar 4.608.419 *ESAL*. Estimasi LHR Rencana (*Nr*) selama umur rencana sudah disesuaikan dengan kapasitas ruas Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo yang telah melampaui batas standar nilai derajat kejenuhan di tahun ke-10 sehingga pertumbuhan lalu lintas dianggap nol setelah tahun tersebut, begitu pula dengan nilai faktor pertumbuhan lalu lintas (*R*). Maka, berdasarkan hasil analisis beban yang telah dilakukan dengan menggunakan program *KENPAVE* dapat diketahui untuk lapisan perkerasan baru ini mengalami kerusakan permanent deformation pada tahun ke-6 dan mengalami kerusakan rutting pada tahun ke-11.

Terjadinya kerusakan permanent deformation pada perkerasan yang telah diberi overlay maupun perkerasan baru adalah karena nilai CBR yang rendah (3,89%) sehingga tanah dasar tidak dapat menerima beban lalu lintas dengan baik. Maka, dapat dilakukan perhitungan ulang dengan jenis perkerasan yang lain, salah satunya seperti usulan Bina Marga Kota Makassar dengan rencana susunan lapis perkerasan yaitu AC-WC setebal 4 cm, AC-BC 6 cm, Lapis Perkerasan Beton  $f_c'20$  setebal 20 cm, dan perbaikan Pondasi CTB 30 cm.

Usulan struktur perkerasan oleh Bina Marga Kota Makassar kemudian dianalisis dengan menggunakan metode mekanistik-empirik dengan Program *KENPAVE*. Analisis tersebut dapat dilihat diuraikan sebagai berikut:

a. Data untuk evaluasi perkerasan

Nilai modulus elastis lapis permukaan dengan bahan pengikat dihitung sebagai berikut:

$$E = \frac{\sum E_n \times d_n}{\sum n}$$

$$E = \frac{(1.200.000 \times 4) + (1.300.000 \times 6)}{(4 + 6)}$$

$$E = 1.260.000 \text{ Kpa}$$

Berikut ditunjukkan data input pada Program *KENPAVE* untuk lapisan perkerasan rekonstruksi:

Tabel 5.31 Data Input pada Program *KENPAVE* Lapis Perkerasan Rekonstruksi

Lapisan Perkerasan		Modulus Elastis, E (Kpa)	Poisson Ratio	Tebal Perkerasan (cm)
Lapis Berpengikat	AC-WC	1.260.000	0.40	10
	AC-BC			

Lapis Beton	4.000.000	0.35	20
CTB	2.000.000	0.25	30
Subgrade	38.900	0.35	$\infty$

b. Analisis dengan Program *KENPAVE*

1) Layerinp Input dan General

Menu ini dimulai dengan *file* baru (*New*), maka data akan terisi secara otomatis sesuai dengan setting *software KENAPVE*. Data input dapat dilihat pada Tabel 5.24.

2) *Zcoord*

Data untuk tinjauan kerusakan disajikan Tabel 5.40 berikut.

Tabel 5.40 Titik Tinjau pada *Zcoord*

No	Kedalaman	Keterangan
1	0	Lapis permukaan
2	9,9997	Titik tinjau 1 ( <i>fatigue cracking</i> )
3	10	Lapis bawah beton
4	30	Lapis permukaan CTB
5	60	Lapis permukaan <i>subgrade</i>
6	60,0003	Titik tinjau 2 ( <i>deformation</i> )

3) *Layer* dan *Moduli*

Data input pada menu *Layer* dapat dilihat pada Tabel 5.41 berikut:

Tabel 5.41 Data Input pada Menu *Layer*

Layer No.	Tebal Perkerasan (cm)	<i>Poisson Ratio</i>	Modulus Elastis, E (Kpa)
1	10	0.40	1.260.000
2	20	0.15	4.000.000
3	30	0.25	2.000.000
4	$\infty$	0.35	89.000

c. Hasil Analisis dengan Program *KENPAVE*

Output dari pemodelan Program *KENPAVE* berupa nilai tegangan dan regangan dapat dilihat pada Tabel 4.42:

Tabel 5.42 Nilai *Vertical Strain* dan *Tangential Strain* pada Lapis Perkerasan Baru dengan *CTB*

No. Koordinat	<i>Vertical Strain</i> pada Kedalaman 9.9997	<i>Horizontal Strain</i> pada Kedalaman 9.9997	<i>Vertical Strain</i> pada Kedalaman 60.0003
1	0.00016130	0.00001103	0.00013750
2	0.00006771	0.0007702	0.00014300
3	0.00000141	0.00004174	0.00014480
Maksimum	0.00016130	0.00007702	0.00014480

Setelah memperoleh nilai tegangan dan regangan, dilakukan analisis untuk menentukan jumlah repetisi sebagai berikut:

- a. Menghitung nilai  $N_f$  (*Fatigue Cracking*)

$$\begin{aligned}
 N_f &= 0.0796 (\epsilon t)^{-3.921} |E|^{-0.854} \\
 &= 0.0796 (0.0002090)^{-3.921} |1.260.000|^{-0.854} \\
 &= 5.838.672.353 \text{ ESAL}
 \end{aligned}$$

- b. Menghitung nilai  $N_d$  (*Rutting*)

$$\begin{aligned}
 N_d &= f_4 (\epsilon c)^{-f_5} \\
 &= 1.365 \times 10^{-9} (0.00016130)^{-4.47} \\
 &= 122.181.944 \text{ ESAL}
 \end{aligned}$$

- c. Menghitung nilai  $N_d$  (*Permanent Deformation*)

$$\begin{aligned}
 N_d &= f_4 (\epsilon c)^{-f_5} \\
 &= 1.365 \times 10^{-9} (0.00014480)^{-4.47} \\
 &= 197.923.417 \text{ ESAL}
 \end{aligned}$$

Rekapitulasi beban lalu lintas ruas Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo serta kontrol repetisi beban yang diijinkan pada Tabel 5.43 berikut.

Tabel 5.43 Analisis Beban Lalu Lintas Perkerasan Baru Dengan CTB

Tahun	LHR Rencana (Nr)	Repetisi Beban (ESAL)		Analisa Beban Lalu Lintas
1	198.994	<i>Nf</i>	5.838.672.353	<i>TRUE</i>
	198.994	<i>Nd Rutting</i>	122.181.944	<i>TRUE</i>
	198.994	<i>Nd Permanent</i>	197.923.417	<i>TRUE</i>
2	642.638	<i>Nf</i>	5.838.672.353	<i>TRUE</i>
	642.638	<i>Nd Rutting</i>	122.181.944	<i>TRUE</i>
	642.638	<i>Nd Permanent</i>	197.923.417	<i>TRUE</i>
3	1.345.235	<i>Nf</i>	5.838.672.353	<i>TRUE</i>
	1.345.235	<i>Nd Rutting</i>	122.181.944	<i>TRUE</i>
	1.345.235	<i>Nd Permanent</i>	197.923.417	<i>TRUE</i>
4	2.334.306	<i>Nf</i>	5.838.672.353	<i>TRUE</i>
	2.334.306	<i>Nd Rutting</i>	122.181.944	<i>TRUE</i>
	2.334.306	<i>Nd Permanent</i>	197.923.417	<i>TRUE</i>

Bersambung

Sambungan Tabel 5.43

Tahun	LHR Rencana (Nr)	Repetisi Beban (ESAL)		Analisa Beban Lalu Lintas
5	3.639.632	<i>Nf</i>	5.838.672.353	<i>TRUE</i>
	3.639.632	<i>Nd Rutting</i>	122.181.944	<i>TRUE</i>
	3.639.632	<i>Nd Permanent</i>	197.923.417	<i>TRUE</i>
6	5.293.427	<i>Nf</i>	5.838.672.353	<i>TRUE</i>
	5.293.427	<i>Nd Rutting</i>	122.181.944	<i>TRUE</i>
	5.293.427	<i>Nd Permanent</i>	197.923.417	<i>TRUE</i>
7	7.330.517	<i>Nf</i>	5.838.672.353	<i>TRUE</i>
	7.330.517	<i>Nd Rutting</i>	122.181.944	<i>TRUE</i>
	7.330.517	<i>Nd Permanent</i>	197.923.417	<i>TRUE</i>
8	9.788.529	<i>Nf</i>	5.838.672.353	<i>TRUE</i>
	9.788.529	<i>Nd Rutting</i>	122.181.944	<i>TRUE</i>
	9.788.529	<i>Nd Permanent</i>	197.923.417	<i>TRUE</i>
9	12.708.093	<i>Nf</i>	5.838.672.353	<i>TRUE</i>
	12.708.093	<i>Nd Rutting</i>	122.181.944	<i>TRUE</i>
	12.708.093	<i>Nd Permanent</i>	197.923.417	<i>TRUE</i>
10	16.133.066	<i>Nf</i>	5.838.672.353	<i>TRUE</i>
	16.133.066	<i>Nd Rutting</i>	122.181.944	<i>TRUE</i>
	16.133.066	<i>Nd Permanent</i>	197.923.417	<i>TRUE</i>
11	22.986.438	<i>Nf</i>	5.838.672.353	<i>TRUE</i>
	22.986.438	<i>Nd Rutting</i>	122.181.944	<i>TRUE</i>
	22.986.438	<i>Nd Permanent</i>	197.923.417	<i>TRUE</i>
12	29.870.634	<i>Nf</i>	5.838.672.353	<i>TRUE</i>
	29.870.634	<i>Nd Rutting</i>	122.181.944	<i>TRUE</i>
	29.870.634	<i>Nd Permanent</i>	197.923.417	<i>TRUE</i>
13	36.754.830	<i>Nf</i>	5.838.672.353	<i>TRUE</i>
	36.754.830	<i>Nd Rutting</i>	122.181.944	<i>TRUE</i>
	36.754.830	<i>Nd Permanent</i>	197.923.417	<i>TRUE</i>

14	43.639.026	<i>Nf</i>	5.838.672.353	<i>TRUE</i>
	43.639.026	<i>Nd Rutting</i>	122.181.944	<i>TRUE</i>
	43.639.026	<i>Nd Permanent</i>	197.923.417	<i>TRUE</i>
15	50.523.223	<i>Nf</i>	5.838.672.353	<i>TRUE</i>
	50.523.223	<i>Nd Rutting</i>	122.181.944	<i>TRUE</i>
	50.523.223	<i>Nd Permanent</i>	197.923.417	<i>TRUE</i>
16	57.407.419	<i>Nf</i>	5.838.672.353	<i>TRUE</i>
	57.407.419	<i>Nd Rutting</i>	122.181.944	<i>TRUE</i>
	57.407.419	<i>Nd Permanent</i>	197.923.417	<i>TRUE</i>
17	64.291.615	<i>Nf</i>	5.838.672.353	<i>TRUE</i>
	64.291.615	<i>Nd Rutting</i>	122.181.944	<i>TRUE</i>
	64.291.615	<i>Nd Permanent</i>	197.923.417	<i>TRUE</i>
18	67.785.088	<i>Nf</i>	5.838.672.353	<i>TRUE</i>
	67.785.088	<i>Nd Rutting</i>	122.181.944	<i>TRUE</i>
	67.785.088	<i>Nd Permanent</i>	197.923.417	<i>TRUE</i>

Bersambung

Sambungan Tabel 5.43

Tahun	LHR Rencana (Nr)	Repetisi Beban (ESAL)		Analisa Beban Lalu Lintas
19	74.669.284	<i>Nf</i>	5.838.672.353	<i>TRUE</i>
	74.669.284	<i>Nd Rutting</i>	122.181.944	<i>TRUE</i>
	74.669.284	<i>Nd Permanent</i>	197.923.417	<i>TRUE</i>
20	81.553.481	<i>Nf</i>	5.838.672.353	<i>TRUE</i>
	81.553.481	<i>Nd Rutting</i>	122.181.944	<i>TRUE</i>
	81.553.481	<i>Nd Permanent</i>	197.923.417	<i>TRUE</i>
21	88.406.852	<i>Nf</i>	5.838.672.353	<i>TRUE</i>
	88.406.852	<i>Nd Rutting</i>	122.181.944	<i>TRUE</i>
	88.406.852	<i>Nd Permanent</i>	197.923.417	<i>TRUE</i>
22	95.260.224	<i>Nf</i>	5.838.672.353	<i>TRUE</i>
	95.260.224	<i>Nd Rutting</i>	122.181.944	<i>TRUE</i>
	95.260.224	<i>Nd Permanent</i>	197.923.417	<i>TRUE</i>
23	102.113.595	<i>Nf</i>	5.838.672.353	<i>TRUE</i>
	102.113.595	<i>Nd Rutting</i>	122.181.944	<i>TRUE</i>
	102.113.595	<i>Nd Permanent</i>	197.923.417	<i>TRUE</i>
24	108.966.967	<i>Nf</i>	5.838.672.353	<i>TRUE</i>
	108.966.967	<i>Nd Rutting</i>	122.181.944	<i>TRUE</i>
	108.966.967	<i>Nd Permanent</i>	197.923.417	<i>TRUE</i>
25	115.820.338	<i>Nf</i>	5.838.672.353	<i>TRUE</i>
	115.820.338	<i>Nd Rutting</i>	122.181.944	<i>TRUE</i>
	115.820.338	<i>Nd Permanent</i>	197.923.417	<i>TRUE</i>
26	122.673.710	<i>Nf</i>	5.838.672.353	<i>TRUE</i>
	122.673.710	<i>Nd Rutting</i>	122.181.944	<i>FALSE</i>
	122.673.710	<i>Nd Permanent</i>	197.923.417	<i>TRUE</i>

Keterangan:

- TRUE = Lapis perkerasan dapat menahan beban lalu lintas rencana Nilai Repetisi Beban (*ESAL*) lebih besar daripada Nilai Nr.
- FALSE = Lapis perkerasan tidak dapat menahan beban lalu lintas rencana Nilai Repetisi Beban (*ESAL*) lebih kecil daripada Nilai Nr.

Nilai tegangan dan regangan menjadi parameter yang penting supaya dapat mengetahui sejauh mana suatu perkerasan dapat menahan beban lalu lintas yang melewati jalan tersebut. Berdasarkan Tabel 5.42 dan Tabel 5.43, diketahui pada ruas Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo didapatkan nilai regangan tekan lapisan subgrade sebesar 0,00014480 untuk analisis kerusakan *permanent deformation* dengan repetisi beban sebesar 197.923.417 ESAL. Adapun nilai regangan tarik dibagian bawah lapis AC sebesar 0,0007702 untuk kerusakan *fatigue cracking* dengan nilai repetisi beban sebesar 7.087.508.054 ESAL dan nilai regangan tekan sebesar 0,00016130 untuk analisa kerusakan *rutting* dengan nilai repetisi beban 122.181.944 ESAL.

Selama umur rencana 20 tahun, perkerasan tersebut dapat menahan beban tanpa terjadi kerusakan karena nilai kontrol repetisi beban lebih besar dibandingkan dengan nilai LHR rencana (Nr). Adanya kerusakan berupa *rutting* dan *permanent deformation* pada perkerasan yang diberi overlay maupun perkerasan baru yang telah dihitung pada sub-bab 5.3 dan 5.4 adalah karena nilai CBR yang terlalu kecil yaitu 3,98% sehingga tanah dasar tidak dapat menahan beban lalu lintas secara baik. Maka, perencanaan lapis perkerasan baru dengan CTB sebagai perbaikan pondasi yang merupakan saran dari Bina Marga DIY dapat menahan beban lalu lintas selama umur rencana 20 tahun. Analisis dilanjutkan hingga dapat mengetahui pada tahun ke berapa perkerasan tersebut mengalami kerusakan, maka, diketahui pada

tahun ke-26 perkerasan tersebut mengalami kerusakan rutting pada dengan Nr sebesar 122.673.710 ESAL.

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang diuraikan, maka disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil pengamatan pada ruas jalan Jalan Hertasning hingga Jalan Yasin Limpo ditemukan ada sebanyak 9 (sembilan) jenis kerusakan, antara lain adalah retak kulit buaya (*alligator cracking*), amblas (*depression*), retak pinggir (*edge cracking*), lubang (*pothole*), tambalan (*patching end utility cut patching*), agregat licin (*polished aggregate*), bahu jalan turun (*shoulder drop off*), retak memanjang/melintang (*transversal/longitudinal cracking*), serta pelapukan dan butir lepas (*weathering and ravelling*). Perkerasan pada ruas tersebut tergolong pada kondisi sedang (*fair*) dengan nilai PCI tertinggi sebesar 77 dalam rating excellent dan terendah sebesar 22 dalam rating very poor. Jenis kerusakan yang dominan adalah retak kulit buaya dengan persentase density sebesar 16.23% dan tambalan dengan persentase sebesar 13.90% dari luas permukaan jalan yang diamati.
2. Kebutuhan tebal lapis tambahan (*overlay*) pada kondisi *existing* di ruas Jalan Hertasning hingga Jalan Yasin Limpo dengan menggunakan metode Bina Marga 2017 berdasarkan hasil survei dan analisis kondisi ruas, diperoleh tebalnya sebesar 7 cm. Penentuan tebal minimum untuk setiap lapis perkerasan, sehingga pada ruas jalan tersebut dilakukan pengerukan terlebih dahulu yang kemudian dilakukan penghamparan kembali dengan tebal lapis

AC-WC sebesar 4 cm dan lapis AC-BC sebesar 6 cm, serta diberi penambahan lapis AC-Base setebal 7 cm. Selanjutnya analisis perkerasan baru karena dengan lapis tambahan (*overlay*) pada perkerasan existing tidak dapat menahan beban rencana sesuai dengan umur rencana. Analisis perkerasan baru dilakukan dengan metode Bina Marga 2017, tebal lapis AC-WC sebesar 4 cm, AC-BC setebal 6 cm, AC-Base setebal 8 cm, Lapis Pondasi Kelas A setebal 30 cm, dan Lapis Pondasi tambahan Kelas S setebal 20 cm.

3. Respon tegangan dan respon regangan yang terjadi berdasarkan data perkerasan existing dan data perkerasan tambahan (*overlay*) dengan menggunakan metode mekanistik-empirik program *KENPAVE*, menunjukkan bahwa pemodelan program *KENPAVE* pada lapis perkerasan tambahan (*overlay*) ruas Jalan Hertasing hingga Jalan Yasin Limpo untuk kerusakan *fatigue cracking* adalah sebesar 0,0001992 dengan nilai repetisi beban 1.441.176 ESAL, regangan kerusakan rutting sebesar 0,0002674 dengan nilai repetisi beban 12.756.196 ESAL dan regangan kerusakan permanent deformation sebesar 0,0005486 dengan nilai repetisi beban sebesar 531.640 ESAL yang menunjukkan adanya kegagalan berupa deformasi permanen pada tahun ke-2.
4. Nilai sisa umur rencana pada Jalan Hertasing hingga Jalan Yasin Limpo dengan metode Bina Marga 2017 menunjukkan rencana tebal lapis perkerasan baru ini diberikan lapis tambahan karena daya dukung tanah yang kurang dari 6% sehingga perlu diberikan material timbunan sebagai bentuk dari perbaikan tanah dasar untuk desain fondasi jalan minimum dalam Bina Marga 2017. Dengan umur rencana 20 tahun, maka diperoleh tebal perkerasan lapis AC-

WC sebesar 4 cm, lapis AC-BC sebesar 6 cm, lapis AC-Base sebesar 8 cm, dan untuk lapis pondasi atas Kelas A setebal 30 cm serta lapis tambahan dengan agregat Kelas S setebal 20 cm yang diletakkan dibawah Lapis Pondasi Kelas A. Sementara berdasarkan program *KENPAVE* diperoleh kerusakan *fatigue cracking* adalah sebesar 0,0002090 dengan nilai repetisi beban 5.838.672.353 *ESAL*, kerusakan *rutting* sebesar 0,00016130 dengan nilai repetisi beban 122.181.944 *ESAL*, dan regangan *permanent deformation* sebesar 0,00014480 dengan nilai repetisi beban sebesar 197.923.417 *ESAL*. Selama umur rencana 20 tahun, perkerasan dapat menahan beban tanpa terjadi kerusakan karena nilai kontrol repetisi beban lebih besar dibandingkan dengan nilai LHR rencana (Nr). Adanya kerusakan berupa rutting dan permanent deformation pada perkerasan yang diberi overlay maupun perkerasan baru yang telah dihitung dengan nilai CBR yang terlalu kecil yaitu 3,98% sehingga tanah dasar tidak dapat menahan beban lalu lintas secara baik.

## **B. Saran**

Berdasarkan kesimpulan atas analisis hasil pengamatan di lapangan, berikut dikemukakan beberapa saran:

1. Pelaksanaan survei kondisi jalan pada ruas Jalan Hertasing hingga Jalan Yasin Limpo dengan metode PCI harus terus dilakukan dengan cermat dan teliti guna menentukan dan menghitung dimensi serta jenis kerusakan yang ada, sehingga meminimalisir adanya kesalahan atau kurangnya ketelitian surveyor yang dapat berpengaruh pada hasil dan pembahasan.

2. Pelaksanaan survei di ruas Jalan Hertasning hingga Jalan Yasin Limpo sebaiknya dilakukan saat jam lalu lintas tidak padat dan tidak dalam kondisi hujan untuk meminimalisir kesalahan dalam pengukuran.
3. Perlu adanya penelitian lebih lanjut terkait opsi perbaikan dan penanganan yang efektif dari opsi perbaikan yang tersedia dalam metode PCI atau metode lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad., Azikin., Sukri., dan Balaka. 2020. Aplikasi Metode PCI (Pavement Condition Index) Dalam Mengukur Tingkat Kerusakan Jalan dan Pengaruhnya Terhadap Kecepatan Kendaraan. Jurnal. Universitas Halu Oleo Kendari. Sulawesi Tenggara
- Anni Hijrah. 2020. Analisa Kerusakan Jalan Menggunakan Perbandingan Metode PCI Dengan Bina Marga Serta Metode Penanganan Pada Jalan Poros Samarinda- Anggana (STA 0+000 – STA 7+000). Jurnal keilmuan dan Aplikasi Teknik Sipil Vol. 11 No.2. Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.
- Aulia Dewi Fatikasari. 2021. Analisa Tingkat Kerusakan Jalan Menggunakan Metode PCI Untuk Mengevaluasi Kondisi Jalan Di Raya Cangkring, Kecamatan Krembung, Kabupaten Sidoarjo. Jurnal Agregat Vol.6 No. 2 November 2021. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
- Birasungi, S., Waani, J. E., Manoppo, M. R. E., 2019. Evaluasi Struktur Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Bina Marga 2013 (Studi Kasus: Ruas Jalan Yos Sudarso Manado), Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.1 Januari 2019 (137-146) ISSN: 2337-6732, Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Delli Noviarti Rachman, Putri Indah Sari. 2020. Analisis Kerusakan Jalan Dengan Menggunakan Metode PCI dan Strategi Penanganannya (Studi Kasus Jalan Nasional Srijaya Raya Palembang KM 8+149 SD KM 9 +149). Jurnal Teknik Sipil UNPAL Vol. 10 No.1 Mei 2020. Universitas Tamansiswa Palembang.
- Direktorat Jendral Bina MARGA,2003, Perencanaan Jalan Dan Rencana Anggaran Biaya. No. 028/T/BM/2003, Metode Perbaikan Standar, Direktorat Jendral Bina Marga.
- Fakhrul Rozi Yamali. 2020. Penilaian Kondisi Jalan Dengan Metode PCI (Pavement Condition Index). Jurnal Talenta Sipil Vol.3 No.1 Februari 2020. Universitas Batanghari Jambi.
- Halib Nur Muhammad. 2022. Perbandingan Nilai Kerusakan Berdasarkan Pengamatan Metode Pavement Condition Index (PCI) dan Metode International Roughness Index Pada Jalan Raya Bukittinggi – Medan KM &. Jurnal. Vol. 1 No.2 Februari 2022. Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.
- Hardiatmo, H.C., 2007. Pemeliharaan Jalan Raya, Edisi Pertama, Gajah Mada Universitas Press, Yogyakarta.

- Hary Christady Hardiyatmo. 2007. Pemeliharaan Jalan Raya. Edisi 1.
- Huang, Y.H. 2004. Pavement Analysis and Design, 2<sup>nd</sup> ed. Pearson Education. Upper Saddle River. New Jersey. United States of America.
- Imanuel S. Pasiak. 2020. Evaluasi Struktur Perkerasan Jalan Menggunakan Metode Pavement Condition Index (PCI) (Studi Kasus: Ruas Jalan Airmadidi – Kairagi) STA 8+193, 64 – STA 11+193,64. Jurnal Sipil Statik Vol. 8 No. 4 Juli 2020. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Indeks Kondisi Perkerasan (IKP) Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Tahun 2016
- Jalu Radityasaka. 2021. 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). Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Mulyadi, M., Isya, M., & Saleh, S. M. (2018). Studi Kerusakan Jalan Ditinjau Dari Faktor Setempat (Studi Kasus Ruas Jalan Blangkejeren–Lawe Aunan). Jurnal Teknik Sipil, 1(3), 667-678.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34 Tahun 2006 Tentang Jalan
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor KM 14 Tahun 2006, tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas di Jalan
- Putri, A. P., 2017. Analisa Kondisi Kerusakan Jalan Pada Lapis Permukaan Jalan Menggunakan Metode PCI (Studi Kasus: Ruas Jalan Blora-Cepu), Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta
- Rifaludin, M. (2019). Analisa Kondisi Kerusakan Jalan Pada Lapisan Permukaan (Studi Kasus: Ruas Jalan Gadog- Cikopo Selatan). Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Sipil, 1(1).
- Samsul Rian Hidayat. 2018. Kajian Tingkat Kerusakan Menggunakan Metode PCI Pada Ruas Jalan Ir. Sutami Kota Probolinggo. Jurnal Perencanaan dan Rekayasa Sipil Vol. 01 No.02 September 2018. Universitas Dr. Soetomo
- Silvester Jehadus. 2019. Analisis Faktor Penyebab Kerusakan Jalan Raya Lintas Labuan Bajo – Lembor Flores Nusa Tenggara Timur. Jurnal. Universitas 17 Agustus Surabaya.
- Suswandi, A. 2008. Evaluasi Tingkat Kerusakan Jalan Dengan Metode Pavement Condition Index (PCI). Forum Teknik Sipil No. XVIII/3-September 2008.

Sukirman, Silvia. 1999. Perkerasan Lentur Jalan Raya. Bandung: Nova.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan

Wira Kesuma Putra. 2022. Analisis Kerusakan Jalan Perkerasan lentur Menggunakan Metode Pavement Condition Index (PCI). Jurnal Teknik Vol. 16 No. 1 April 2022. Universitas Jambi.

Wirnanda,. Anggraini,. Isya. 2018. Analisis Tingkat Kerusakan Jalan Dan Pengaruhnya Terhadap Kecepatan Kendaraan (Studi Kasus: Jalan Blang Bintang Lama Dan Jalan Teungku Hasan Dibakoi). Jurnal. Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh.

Lampiran 1. Formulir Survei Metode *Pavement Condition Index* (PCI)

FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN										SKETCH				
CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT														
										A				
1. Retak Buaya	(m <sup>2</sup> )	9. Ahur	(m <sup>2</sup> )	17. Pengembangan	(m <sup>2</sup> )									
2. Kegemukan	(m <sup>2</sup> )	10. Sungkur	(m <sup>2</sup> )	18. Pelapukan & Butir	(m <sup>2</sup> )									
3. Retak Kotak-	(m <sup>2</sup> )	11. Tambalan	(m <sup>2</sup> )	Lepas	(m <sup>2</sup> )									
4. Cekungan	(m)	12. Agregat Licin	(m <sup>2</sup> )											
5. Keriting	(m <sup>2</sup> )	13. Retak Sambungan	(m)											
6. Amblas	(m <sup>2</sup> )	14. Jahur/bahu Jalan Turun	(m)											
7. Retak Pinggir	(m)	15. Retak Memanjang dan Melintang	(m)											
8. Lubang	(m <sup>2</sup> )	16. Retak Slip	(m <sup>2</sup> )											
STA	Distress	QUANTITY							Total	Density (%)	DV	TDV	CDV	
	Severity													
Perhitungan PCI														
PCI = 100-CDV														
Rating														

**Lampiran 2. Data LHR Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo  
Tahun 2021 - 2023**

Klasifikasi Kendaraan	LHR 2021	LHR 2022	LHR 2023
	(smp/hari)	(smp/hari)	(smp/hari)
1	11.557	13.172	14.398
2	6.142	7.889	2.688
3	3	12	17
4	894	998	756
5a	21	51	29
5b	7	35	44
6a	866	816	789
6b	4	267	92
7a	0	26	29
7c	10	68	23
Total	19.504	23.334	18.865

### Lampiran 3. Nilai Tegangan dan Regangan Ruas Jalan Hertasning – Jalan Yasin Limpo

Nilai tegangan dan regangan lapis tambahan (overlay) ruas Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo

PERIOD NO. 1		LOAD GROUP NO. 1				
POINT NO.	VERTICAL COORDINATE	VERTICAL DISP.	VERTICAL STRESS (STRAIN)	MAJOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MINOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE P. STRESS (HORIZONTAL P. STRAIN)
1	0.00000	0.06091	550.000	727.881	440.286	711.142
	(STRAIN)		-1.009E-04	1.993E-04	-1.009E-04	1.818E-04
1	16.99970	0.05881	136.691	138.132	-309.894	-246.259
	(STRAIN)		2.674E-04	2.689E-04	-1.988E-04	-1.988E-04
1	17.00000	0.05881	136.688	138.129	-309.913	-246.276
	(STRAIN)		2.674E-04	2.689E-04	-1.988E-04	-1.988E-04
1	47.00000	0.05094	19.272	19.378	-85.462	-74.071
	(STRAIN)		2.383E-04	2.388E-04	-2.105E-04	-2.105E-04
1	47.00030	0.05094	19.272	19.769	-1.458	-0.535
	(STRAIN)		5.089E-04	5.261E-04	-2.105E-04	-2.105E-04
2	0.00000	0.06083	550.000	583.690	275.410	547.065
	(STRAIN)		-1.319E-04	1.899E-04	-1.319E-04	1.517E-04
2	16.99970	0.05989	117.909	118.017	-275.918	-139.865
	(STRAIN)		2.119E-04	2.120E-04	-1.992E-04	-1.992E-04
2	17.00000	0.05989	117.907	118.015	-275.934	-139.875
	(STRAIN)		2.119E-04	2.120E-04	-1.992E-04	-1.992E-04
2	47.00000	0.05205	20.421	20.437	-90.926	-81.250
	(STRAIN)		2.561E-04	2.562E-04	-2.211E-04	-2.211E-04
2	47.00030	0.05205	20.421	20.498	-1.590	-0.470
	(STRAIN)		5.428E-04	5.455E-04	-2.211E-04	-2.211E-04
3	0.00000	0.06092	0.000	572.054	252.729	518.703
	(STRAIN)		-1.369E-04	1.965E-04	-1.369E-04	1.408E-04
3	16.99970	0.05990	105.269	105.269	-251.202	-81.844
	(STRAIN)		1.778E-04	1.778E-04	-1.943E-04	-1.943E-04
3	17.00000	0.05990	105.268	105.268	-251.216	-81.850
	(STRAIN)		1.778E-04	1.778E-04	-1.943E-04	-1.943E-04
3	47.00000	0.05226	20.619	20.619	-91.888	-82.461
	(STRAIN)		2.592E-04	2.592E-04	-2.230E-04	-2.230E-04
3	47.00030	0.05226	20.618	20.618	-1.616	-0.451
	(STRAIN)		5.486E-04	5.486E-04	-2.230E-04	-2.230E-04

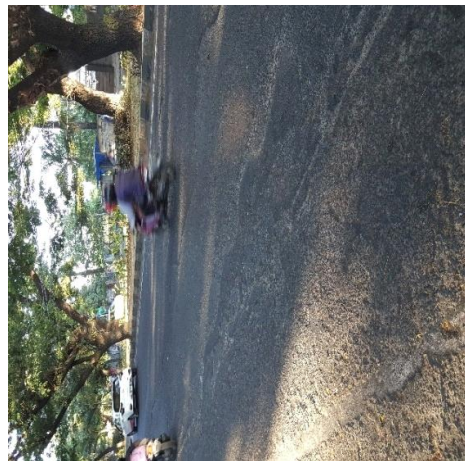
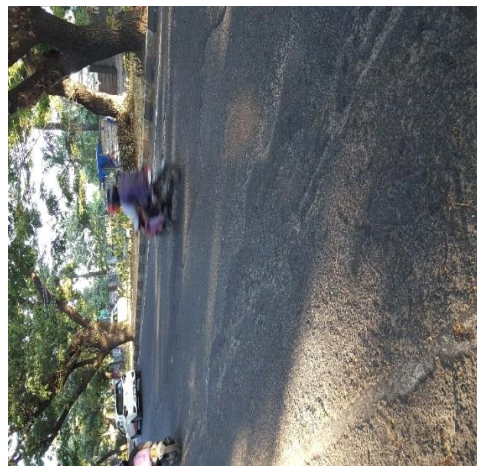
Nilai tegangan dan regangan lapisperkerasan baru ruas Jalan Hertasning dan Jalan Yasin Limpo

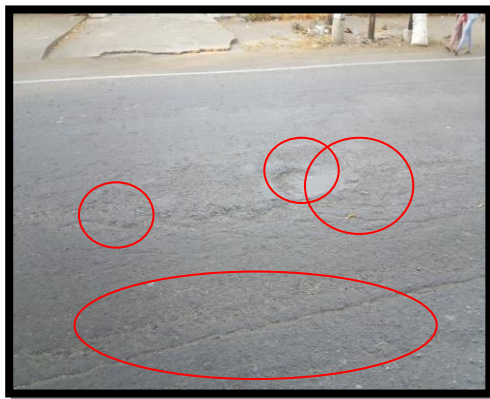
PERIOD NO. 1 LOAD GROUP NO. 1

POINT NO.	VERTICAL COORDINATE	VERTICAL DISP.	VERTICAL STRESS (STRAIN)	MAJOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MINOR PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE P. STRESS (HORIZONTAL P. STRAIN)
1	0.00000	0.05390	550.000	656.247	440.285	639.638
	(STRAIN)		-9.793E-06	2.053E-04	-9.793E-06	1.887E-04
1	17.99970	0.05119	123.952	124.723	-322.705	-248.524
	(STRAIN)		2.387E-04	2.395E-04	-2.061E-04	-2.061E-04
1	18.00000	0.05119	123.950	124.720	-322.723	-248.540
	(STRAIN)		2.387E-04	2.395E-04	-2.061E-04	-2.061E-04
1	68.00000	0.03980	12.226	12.280	-46.248	-42.381
	(STRAIN)		1.912E-04	1.915E-04	-1.373E-04	-1.373E-04
1	68.00030	0.03980	12.225	12.471	-0.341	0.025
	(STRAIN)		3.150E-04	3.238E-04	-1.373E-04	-1.373E-04
2	0.00000	0.05366	550.000	522.817	275.410	480.507
	(STRAIN)		-5.588E-05	1.905E-04	-5.588E-05	1.484E-04
2	17.99970	0.05217	113.489	113.535	-296.199	-150.382
	(STRAIN)		1.990E-04	1.991E-04	-2.090E-04	-2.090E-04
2	18.00000	0.05217	113.488	113.534	-296.214	-150.391
	(STRAIN)		1.990E-04	1.991E-04	-2.090E-04	-2.090E-04
2	68.00000	0.04043	12.812	12.821	-48.581	-45.787
	(STRAIN)		2.029E-04	2.029E-04	-1.420E-04	-1.420E-04
2	68.00030	0.04043	12.812	12.852	-0.375	0.023
	(STRAIN)		3.326E-04	3.340E-04	-1.420E-04	-1.420E-04
3	0.00000	0.05252	0.000	417.686	188.192	385.527
	(STRAIN)		-6.856E-05	1.600E-04	-6.856E-05	1.280E-04
3	17.99970	0.05223	105.197	105.197	-274.921	-96.569
	(STRAIN)		1.735E-04	1.735E-04	-2.050E-04	-2.050E-04
3	18.00000	0.05223	105.196	105.196	-274.934	-96.574
	(STRAIN)		1.735E-04	1.735E-04	-2.050E-04	-2.050E-04
3	68.00000	0.04061	12.925	12.925	-48.968	-46.376
	(STRAIN)		2.049E-04	2.049E-04	-1.428E-04	-1.428E-04

<

**Lampiran 4. Survey Kerusakan Jalan**





### Lampiran 5. Test-Pit Aspal

