

**TUGAS AKHIR**

**EVALUASI KONDISI PERKERASAN DENGAN METODE  
PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) DAN METODE  
MEKANISTIK-EMPIRIK PADA JALAN KAPTEN  
HARYADI, SLEMAN**

***(EVALUATION OF PAVEMENT CONDITION BY USING  
PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) AND  
MECHANISTIC-EMPERICAL METHODS ON KAPTEN  
HARYADI ROAD, SLEMAN)***

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



**Nuzullul Aghniya  
17511178**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
2023**

## TUGAS AKHIR

# KONDISI PERKERASAN DENGAN METODE PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) DAN METODE MEKANISTIK-EMPIRIK PADA JALAN KAPTEN HARYADI, SLEMAN (*EVALUATION OF PAVEMENT CONDITION BY USING PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) AND MECHANISTIC-EMPERICAL METHODS ON KAPTEN HARYADI ROAD, SLEMAN*)

Disusun oleh:

NUZULLUL AGHNIYA

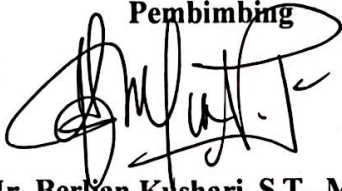
17 511 178

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
Untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 14 Agustus 2023

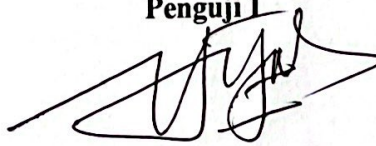
Oleh Dewan Penguji

Pembimbing



Ir. Berlian Kushari, S.T., M.Eng.,  
IPM, ASEAN Eng.  
NIK : 015110101

Penguji I



Miftahul Fauziah, S.T., M.T.,  
Ph.D.  
NIK : 955110103

Penguji II



Prayogo Afang Pravitno,  
S.T., M.Sc.  
NIK : 205111303

Mengesahkan:



Ketua Program Studi Teknik Sipil

Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D. (Eng).  
NIK: 095110101

## PERYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir 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 laporan Tugas Akhir 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 dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 14 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan,



Nuzullul Aghniya

(17511178)

## 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 Dengan Metode *Pavement Condition Index (PCI)* dan Metode Mekanistik-Empirik Pada Jalan Kapten Haryadi, Sleman. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

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

1. Bapak Ir. Berlian Kushari, S.T., M.Eng., IPM., selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan banyak ilmu, pengarahan, dan dukungan demi terselesaikannya penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D. dan Bapak Prayogo Afang Prayitno, S.T., M.Sc., selaku dosen penguji Tugas Akhir yang telah memberikan banyak masukan, kritik maupun saran, dan evaluasi agar lebih baik di kemudian hari.
3. Ibu Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D. (Eng)., 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. Sahabat dan teman-teman seperjuangan saya, Tara Niate Guntara, S.T., Annisya Rizqia Wardhani, S.T., Mba Martha Dika Isyahputri, S.T., Iqron

Hillary Alhadis, S.T., Agusty Bayu Murizky, S.T., dan teman-teman lainnya yang tidak bisa disebutkan namanya satu per satu.

6. Pihak lainnya yang secara tidak langsung membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

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

Yogyakarta, 14 Agustus 2023

Penulis,

Nuzullul Aghniya

(17511178)

## DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR	i
TUGAS AKHIR	ii
PERYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xvii
ABSTRAK	xix
<i>ABSTRACT</i>	xx
BAB I	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Batasan Penelitian	4
BAB II	5
2.1. Penelitian Terdahulu	5
2.1.1. Evaluasi Kondisi Perkerasan pada Lokasi Studi	5
2.1.2. Evaluasi Kondisi Perkerasan Lentur Menggunakan Program <i>KENPAVE</i>	6

2.2. Posisi yang Diusulkan	6
BAB III	10
3.1. Kerusakan Jalan	10
3.2. <i>Pavement Condition Index (PCI)</i>	10
3.2.1. Jenis Kerusakan Perkerasan	11
3.2.2. Standar Penilaian Kondisi Perkerasan	25
3.3. Metode Mekanistik-Empirik	27
3.4. KENPAVE	27
3.4.1 <i>Input Program KENLAYER pada KENPAVE</i>	28
3.5. Analisis Kerusakan Perkerasan	35
3.6. Bina Marga 2017	36
3.6.1. Umur Rencana (UR)	36
3.6.2. Analisis Volume Lalu Lintas	36
3.6.3. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas ( <i>i</i> )	37
3.6.4. Faktor Distribusi Lajur Rencana	38
3.6.5. Faktor Ekuivalen Beban ( <i>VDF</i> )	38
3.6.6. Beban Sumbu Standar Kumulatif ( <i>CESAL</i> )	40
3.6.7. Struktur Perkerasan	40
3.6.8. Desain Pondasi Jalan	41
3.6.9. Desain Tebal <i>Overlay</i>	42
3.7. Manual Kapasitas Jalan Indonesia	43
3.7.1. Jalan Perkotaan	44
3.7.2. Penentuan Nilai Ekuivalen Mobil Penumpang (EMP)	44
3.7.3. Kapasitas Jalan	45
3.7.4. Derajat Kejenuhan	48

BAB IV	49
4.1. Lokasi Penelitian	49
4.2. Pengumpulan Data	49
4.2.1. Langkah – Langkah Pengujian <i>Test-Pit</i> Aspal	49
4.2.2. Langkah – Langkah Survei Kerusakan Jalan	50
4.3. Analisis Data	51
4.3.1. Analisis Data dengan Metode <i>PCI</i>	51
4.3.2. Menghitung Kebutuhan Tebal <i>Overlay</i> dengan Metode Bina Marga 2017	52
4.3.3. Menghitung Lapis Perkerasan Baru/Rekonstruksi dengan Metode Bina Bina Marga 2017	52
4.3.4. Analisis Data dengan Program <i>KENPAVE</i>	53
4.3.3. Menghitung Derajat Kejenuhan	53
4.4. Bagan Alir Penelitian	54
BAB V	59
5.1. Hasil Pengumpulan Data	59
5.1.1. Data Ruas Jalan Kapten Haryadi	59
5.1.2. Data Lendutan	60
5.1.3. Data Lalu Lintas	60
5.1.4. Pengamatan Lapangan	60
5.1.5. Data <i>CBR</i>	61
5.2. Nilai Kondisi Perkerasan dengan Metode <i>PCI</i>	61
5.2.1. Rekapitulasi Nilai <i>PCI</i> Setiap Segmen	65
5.3. Nilai Tebal Lapis Tambahan dengan Metode Bina Marga 2017	75
5.4. Analisis Nilai Tegangan dan Regangan Berdasarkan Metode Mekanistik-Empirik dengan Program <i>KENPAVE</i>	79



5.4.1. Hasil Analisis dengan Program <i>KENPAVE</i>	83
5.5. Rekonstruksi dengan Metode Bina Marga 2017	89
5.6. Analisis Nilai Tegangan dan Regangan Lapis Perkerasan Rekonstruksi Berdasarkan Metode Mekanistik-Empirik dengan Program <i>KENPAVE</i>	92
5.6.1. Hasil Analisis dengan Program <i>KENPAVE</i>	95
BAB VI	106
6.1. Kesimpulan	106
6.2. Saran	108
DAFTAR PUSTAKA	109
LAMPIRAN	111

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Sekarang	8
Tabel 3.1 PCI dan Nilai Kondisi	11
Tabel 3.2 Tingkat Kerusakan Retak Kulit Buaya	12
Tabel 3.3 Tingkat Kerusakan Retak Kotak-Kotak	12
Tabel 3.4 Tingkat Kerusakan Retak Samping Jalan	13
Tabel 3.5 Tingkat Kerusakan Retak Sambung	14
Tabel 3.6 Tingkat Kerusakan Retak Memanjang dan Melintang	15
Tabel 3.7 Tingkat Kerusakan Pinggiran Bahu Jalan Turun	16
Tabel 3.8 Tingkat Kerusakan Kegemukan	17
Tabel 3.9 Tingkat Kerusakan Benjol dan Cekung	17
Tabel 3.10 Tingkat Kerusakan Gelombang	18
Tabel 3.11 Tingkat Kerusakan Amblas	19
Tabel 3.12 Tingkat Kerusakan Tambalan	20
Tabel 3.13 Tingkat Kerusakan Lubang	21
Tabel 3.14 Tingkat Kerusakan Alur	22
Tabel 3.15 Tingkat Kerusakan Sungkur	22
Tabel 3.16 Tingkat Kerusakan Retak Slip	23
Tabel 3.17 Tingkat Kerusakan Mengembang	24
Tabel 3.18 Tingkat Kerusakan Pelepasan Butir	24
Tabel 3.19 Nilai <i>Poisson Ratio</i>	32
Tabel 3.20 Karakteristik Modulus Bahan Berpengikat dan <i>Poisson Ratio</i> untuk Pengembangan Bagan Desain dan Analisis Mekanistik	32
Tabel 3.21 Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (UR)	36
Tabel 3.22 Faktor Laju Pertumbuhan lalu Lintas ( <i>i</i> ) (%)	37
Tabel 3.23 Faktor Distribusi Lajur (DL)	38
Tabel 3.24 Nilai VDiF Masing – Masing Jenis Kendaraan Niaga	39
Tabel 3.25 Pemilihan Jenis Perkerasan	40
Tabel 3.26 Desain Pondasi Minimum Perkerasan Lentur	42

Tabel 3.27 Tebal Overlay Menurunkan <i>IRI</i>	43
Tabel 3.28 Emp Jalan Perkotaan Tak Terbagi	45
Tabel 3.29 Kapasitas Dasar Jalan Perkotaan	45
Tabel 3.30 $FC_w$	46
Tabel 3.31 $FC_{SP}$	46
Tabel 3.32 $FC_{SF}$ pada Jalan Perkotaan dengan Bahu	47
Tabel 3.33 $FC_{CS}$ Ukuran Kota	47
Tabel 5.1 Kondisi Ruas Jalan Kapten Haryadi	59
Tabel 5.2 Data Lalu Lintas Harian Rerata (LHR) Tahun 2018-2022	60
Tabel 5.3 Tabel Hasil Pengamatan Segmen 8, Arah Wonorejo – Tambakan	61
Tabel 5.4 Tabel <i>Severity Level</i> dan Nilai <i>Density</i> Retak Kulit Buaya	62
Tabel 5.5 Tabel <i>Severity Level</i> dan Nilai <i>Density</i> Tambalan	63
Tabel 5.6 Total <i>Deduct Value</i> Segmen 8	64
Tabel 5.7 Rekapitulasi Nilai <i>PCI</i> Arah Wonorejo – Tambakan	66
Tabel 5.8 Rekapitulasi Nilai <i>PCI</i> Arah Wonorejo – Tambakan	66
Tabel 5.9 Presentase <i>Rating</i> Nilai <i>PCI</i> Arah Wonorejo – Tambakan	67
Tabel 5.10 Presentase <i>Rating</i> Nilai <i>PCI</i> Arah Tambakan – Wonorejo	67
Tabel 5.11 Presentase <i>Rating</i> Nilai <i>PCI</i> Jalan Kapten Haryadi	67
Tabel 5.12 Rekapitulasi Kerusakan Berdasarkan Nilai <i>Density</i> Arah Wonorejo – Tambakan	68
Tabel 5.13 Rekapitulasi Kerusakan Berdasarkan Nilai <i>Density</i> Arah Tambakan – Wonorejo	69
Tabel 5.14 Rekapitulasi Nilai <i>Density</i> Rerata Ruas Jalan Kapten Haryadi	70
Tabel 5.15 Pilihan Perbaikan Kerusakan Arah Wonorejo – Tambakan	73
Tabel 5.16 Pilihan Perbaikan Kerusakan Arah Tambakan – Wonorejo	74
Tabel 5.17 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas ( <i>i</i> )	75
Tabel 5.18 Perhitungan LHR 2023	76
Tabel 5.19 Estimasi Nilai <i>ESAL</i>	77
Tabel 5.20 Data <i>Input</i> pada Program <i>KENPAVE</i> untuk <i>Overlay</i>	80
Tabel 5.21 Data <i>Input General</i>	81
Tabel 5.22 Titik Tinjau pada <i>Zcoord</i>	81

Tabel 5.23 Data <i>Input</i> pada Menu <i>Layer</i>	82
Tabel 5.24 Nilai Modulus Elastis Setiap Lapis	82
Tabel 5.25 Koordinat <i>NPT</i>	83
Tabel 5.26 Nilai <i>Vertical Strain</i> dan <i>Tangential Strain</i> Pada Lapis Perkerasan Tambahan ( <i>Overlay</i> )	84
Tabel 5.27 Rekapitulasi LHRT Selama Umur Rencana (smp/jam)	86
Tabel 5.28 Rekapitulasi Analisis Derajat Kejenuhan	86
Tabel 5.29 Analisis Beban Lalu Lintas dengan Tebal Perkerasan <i>Overlay</i>	87
Tabel 5.30 Estimasi Nilai <i>ESAL</i>	90
Tabel 5.31 Data <i>Input</i> Program KENPAVE Lapis Perkerasan Rekonstruksi	93
Tabel 5.32 Titik Tinjau pada <i>Zcoord</i>	94
Tabel 5.33 Data <i>Input</i> pada menu <i>Layer</i>	94
Tabel 5.34 Nilai Modulus Elastisitas Tiap Lapis	95
Tabel 5.35 Koordinat <i>NPT</i>	95
Tabel 5.36 Nilai <i>Vertical Strain</i> dan <i>Tangential Strain</i> Lapis Perkerasan Baru	95
Tabel 5.37 Rekapitulasi Analisis Derajat Kejenuhan	96
Tabel 5.38 Analisis Beban Lalu Lintas dengan Tebal Perkerasan Baru	97
Tabel 5.39 Data <i>Input</i> Program KENPAVE Lapis Perkerasan dengan <i>CTB</i>	100
Tabel 5.40 Titik Tinjau pada <i>Zcoord</i>	101
Tabel 5.41 Data <i>Input</i> pada Menu <i>Layer</i>	101
Tabel 5.42 Nilai <i>Vertical Strain</i> Dan <i>Tangential Strain</i> Pada Lapis Perkerasan Baru Dengan <i>CTB</i>	101
Tabel 5.43 Analisis Beban Lalu Lintas Perkerasan Baru Dengan <i>CTB</i>	102

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Lokasi Jalan Kapten Haryadi	2
Gambar 1.2 Jalan Kapten Haryadi Persimpangan Jalan Kaliurang KM 9,3	2
Gambar 3.1 Retak Kulit Buaya ( <i>Alligator Cracking</i> )	11
Gambar 3.2 Retak Kotak-Kotak ( <i>Block Cracking</i> )	12
Gambar 3.3 Retak Samping Jalan ( <i>Edge Cracking</i> )	13
Gambar 3.4 Retak Sambung ( <i>Joint Cracking</i> )	14
Gambar 3.5 Retak Memanjang dan Melintang	15
Gambar 3.6 Bahu Jalan Turun	16
Gambar 3.7 Kegemukan ( <i>Bleeding</i> )	16
Gambar 3.8 Cekungan ( <i>Bumps and Sags</i> )	17
Gambar 3.9 Gelombang ( <i>Corrugation</i> )	18
Gambar 3.10 Amblas ( <i>Depression</i> )	19
Gambar 3.11 Tambalan ( <i>Patching</i> )	19
Gambar 3.12 Pengausan Agregat	20
Gambar 3.13 Lubang	21
Gambar 3.14 Alur ( <i>Rutting</i> )	21
Gambar 3.15 Sungkur ( <i>Shoving</i> )	22
Gambar 3.16 Retak Slip	23
Gambar 3.17 Mengembang ( <i>Swell</i> )	23
Gambar 3.18 Pelepasan Butir ( <i>Weathering</i> )	24
Gambar 3.19 Kurva <i>Deduct Value</i> untuk <i>Alligator Cracking</i>	25
Gambar 3.20 <i>Corrected Deduct Value, CDV</i>	26
Gambar 3.21 Tampilan Awal Program <i>KENPAVE</i>	28
Gambar 3.22 Tampilan Menu <i>LAYERNIP</i>	28
Gambar 3.23 Tampilan Menu <i>LAYERINP</i>	29
Gambar 3.24 Tampilan Menu <i>General</i>	29
Gambar 3.25 Tampilan Menu <i>Zcoord</i>	31
Gambar 3.26 Tampilan Menu <i>Layer</i>	31

Gambar 3.27 Tampilan Menu <i>Interface</i>	33
Gambar 3.28 Tampilan Menu <i>Moduli</i>	33
Gambar 3.29 Tampilan Menu <i>Period1</i>	34
Gambar 3.30 Tampilan Menu <i>Load</i>	34
Gambar 3.31 Solusi <i>Overlay</i> Berdasarkan Lendutan Balik <i>Benkleman Beam</i> untuk <i>WMAPT 41°C</i>	43
Gambar 3.32 Emp Jalan Perkotaan Tak Terbagi	45
Gambar 4.1 Lokasi Penelitian Jalan	49
Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian	54
Gambar 4.3 Bagan Alir Metode <i>PCI</i>	55
Gambar 4.4 Bagan Alir Metode Bina Marga 2017 untuk Menghitung Kebutuhan Lapis <i>Overlay</i> dan Rekonstruksi	56
Gambar 4.5 Bagan Alir Mekanistik-Empirik dengan Program <i>KENPAVE</i>	57
Gambar 4.6 Bagan Alir Metode MKJI 1997 untuk Menghitung Kapasitas Jalan Perkotaan	58
Gambar 5.1 Struktur Lapis Perkerasan Ruas Jalan Kapten Haryadi	59
Gambar 5.2 Penomoran Segmen Ruas Jalan Kapten Haryadi	60
Gambar 5.3 <i>Deduct Value Alligator Cracking</i>	62
Gambar 5.4 <i>Deduct Value Patching and Utility Cut Patching</i>	64
Gambar 5.5 Grafik <i>Corrected Deduct Value</i>	65
Gambar 5.6 Presentase <i>Rating</i> Nilai <i>PCI</i> Arah Wonorejo – Tambakan	71
Gambar 5.7 Presentase <i>Rating PCI</i> Arah Tambakan – Wonorejo	71
Gambar 5.8 Nilai <i>Density</i> Rerata Arah Wonorejo – Tambakan	72
Gambar 5.9 Nilai <i>Density</i> Arah Tambakan – Wonorejo	72
Gambar 5.10 Grafik Nilai <i>Overlay</i>	78
Gambar 5.11 (a) Struktur Lapis Perkerasan <i>Existing</i> Jalan Kapten Haryadi Struktur Lapis Perkerasan Jalan Kapten Haryadi dengan Lapis Tambahan	79
Gambar 5.12 Tampilan Menu <i>Layerinp</i>	80
Gambar 5.13 Letak Titik Tinjauan	82
Gambar 5.14 Koordinat Tinjauan Berdasarkan Jenis Roda	83

Gambar 5.15 Nilai Regangan Lapis Tambahan Jalan Kapten Haryadi	88
Gambar 5.16 Pemilihan Jenis Struktur Perkerasan	91
Gambar 5.17 Struktur Lapis Perkerasan Baru Jalan Kapten Haryadi	92
Gambar 5.18 Letak Titik Tinjauan	94
Gambar 5.19 Nilai Regangan Lapis Perkerasan Baru Jalan Kapten Haryadi	99

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Formulir Survei Metode <i>Pavement Condition Index</i>	112
Lampiran 2 Data LHR Jalan Kapten Haryadi Tahun 2020 – 2022	136
Lampiran 3 Nilai Tegangan dan Regangan Ruas Jalan Kapten Haryadi dengan <i>KENPAVE</i>	140
Lampiran 4 Survei Kerusakan Jalan	141
Lampiran 5 <i>Test-pit</i> Aspal	142



## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

<i>AC-WC</i>	= <i>Asphalt Concrete-Wearing Course</i>
<i>AC-BC</i>	= <i>Asphalt Concrete-Binder Course</i>
<i>AC-Base</i>	= <i>Asphalt Concrete-Base</i>
<i>CBR</i>	= <i>California Bearing Ratio</i>
<i>CESA</i>	= <i>Cumulative Equivalent Standard Axle</i>
Cm	= sentimeter
<i>CP</i>	= <i>Contact Pressure</i>
<i>CR</i>	= <i>Contact Radius</i>
d	= Jarak antar roda ganda
DD	= Faktor distribusi arah
DL	= Faktor distribusi lajur
DS	= Derajat kejenuhan
E	= Modulus Elastisitas
<i>ESA</i>	= <i>Equivalent Standard Axle</i>
<i>ESAL</i>	= <i>Equivalent Standard Axle Load</i>
$f_4, f_5$	= 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	= <i>Pavement Condition Index</i>
R	= Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas
UR	= Umur Rencana
VDF	= <i>Vehicle Damager Factor</i>
$\varepsilon$	= Regangan
$\sigma$	= Tegangan
$\mu$	= <i>poisson ratio</i>

## ABSTRAK

Ruas Jalan Kapten Haryadi merupakan salah satu ruas jalan alternatif menuju pusat pemerintahan Kabupaten Sleman. Terjadinya peningkatan volume lalu lintas setiap tahun sehingga perlu dilakukan pemeriksaan dan pemeliharaan secara rutin supaya jalan tersebut dapat melayani lalu lintas dengan baik. Berkaitan dengan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi perkerasan dengan metode *Pavement Condition Index (PCI)*, mengetahui nilai lapis tambahan dan lapis perkerasan baru menggunakan metode Bina Marga 2017, dan respon tegangan dan regangan perkerasan menggunakan Program *KENPAVE*.

Penelitian ini menggunakan data primer berupa jenis kerusakan yang diidentifikasi melalui survei secara langsung di lapangan dan tebal lapis perkerasan *existing* yang dilakukan dengan pengujian *test-pit* aspal. Adapun data sekunder yang diperoleh dari Dinas PUP-ESDM D.I. Yogyakarta berupa data perkerasan jalan, LHR 2020-2022, CBR, dan data lendutan tahun 2022.

Hasil analisis menunjukkan kondisi Jalan Kapten Haryadi dalam kategori sedang dengan nilai *PCI* tertinggi sebesar 77 dan terendah sebesar 22. Hasil analisis untuk lapis *overlay* diperoleh tebal lapis *AC-WC* 4 cm dan *AC-BC* 6 cm. Pada perkerasan baru diperoleh tebal lapis *AC-WC* 4 cm, *AC-BC* 6m, *AC-Base* 8 cm, Lapis Pondasi Kelas A 30 cm, dan Lapis Pondasi Tambahan Kelas S 20 cm. Kemudian hasil pemodelan dari Program *KENPAVE* menunjukkan bahwa perkerasan dengan *overlay* tidak mampu mengakomodasi beban lalu lintas hingga tahun ke-10, begitu pula pada lapis perkerasan baru yang mengalami kerusakan deformasi permanen pada tahun ke-6 sehingga tidak dapat mengakomodasi beban lalu lintas hingga tahun ke-20.

**Kata Kunci:** Bina Marga 2017, *KENPAVE*, kerusakan jalan, *PCI*

## **ABSTRACT**

*Jalan Kapten Haryadi is one of the alternative roads to Sleman Regency government center. There is an increase in traffic volume every year, so it is necessary to carry out routine inspection and maintenance so the road can serve traffic properly. In this regard, this study aims to determine the condition of the pavement using the Pavement Condition Index (PCI) method, determine the value of additional layers and new pavement layers using the Bina Marga 2017 method, also the stress and strain response of the pavement using the KENPAVE program.*

*This research uses primary data in the form of damage types identified through direct surveys in the field and the thickness of the existing pavement layers carried out by asphalt test-pit. Secondary data obtained from PUP-ESDM D.I.Y. consists of pavement data, LHR 2020-2022, CBR, and deflection data in 2022.*

*The analysis results show the condition of Jalan Kapten Haryadi is in the fair category with the highest PCI value of 77 (very good) and the lowest of 22 (very poor). The analysis results for the overlay layer obtained AC-WC layer thickness of 4 cm and AC-BC 6 cm. In the new pavement, the thickness of the AC-WC 4 cm, AC-BC 6m, AC-Base 8 cm, Class A Foundation Layer 30 cm, and Class S Additional Foundation Layer 20 cm. The modeling results from KENPAVE Program show the pavement with overlay is unable to accommodate traffic loads, as well as the new pavement layer which experiences permanent deformation in the 6<sup>th</sup> year so the pavement is unable to accommodate traffic loads until 20<sup>th</sup> year.*

**Keywords:** *Bina Marga 2017, flexible pavement, KENPAVE, PCI, road damage*

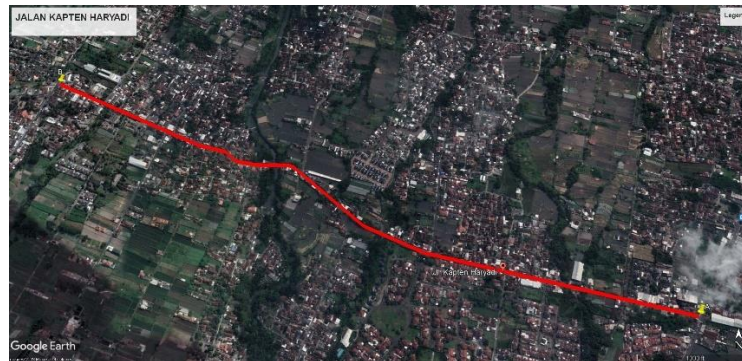
# BAB I

## PENDAHULUAN

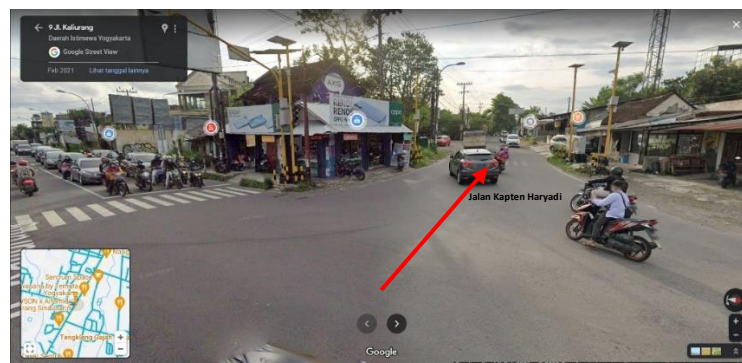
### 1.1. Latar Belakang

Jalan raya merupakan salah satu infrastruktur yang berperan penting dalam kemajuan ekonomi suatu daerah. Yogyakarta merupakan salah satu destinasi wisatawan lokal untuk berlibur karena keanekaragaman budaya dan lokasi wisata alam yang memikat banyak orang untuk mengunjunginya. Hal tersebut diikuti dengan peningkatan jumlah volume lalu lintas dan beban yang diterima oleh perkerasan juga semakin meningkat dan dapat mempengaruhi kinerja perkerasan jalan tersebut. Oleh karenanya, diperlukan pemeriksaan secara berkala pada jalan raya supaya dapat mendukung kelancaran kegiatan ekonomi dan wisata sehingga dapat digunakan dengan nyaman dan aman sesuai dengan fungsi serta kebutuhannya.

Jalan Kapten Haryadi yang terletak di Kabupaten Sleman, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta menjadi fokus pada penelitian ini. Menurut Keputusan Gubernur DIY No.118/KEP/2016, Jalan Kapten Haryadi memiliki status jalan provinsi dengan panjang perkerasan 2 km. Jalan tersebut merupakan jalan dengan tipe pekerasan lentur yang struktur perkerasannya tersusun dari lapis *AC-WC* setebal 4 cm, *AC Base* setebal 5 cm, dan Lapis Pondasi Kelas B setebal 30 cm berdasarkan dari hasil *test-pit* aspal yang dilakukan secara langsung di lapangan. Peningkatan volume lalu lintas yang terjadi dipengaruhi oleh jumlah kendaraan yang terus meningkat mengingat jalan ini merupakan salah satu jalan alternatif untuk menuju pusat pemerintahan Kabupaten Sleman. Diperoleh berdasarkan data dari DPUP-ESDM DIY, peningkatan volume lalu lintas dari tahun 2021 ke tahun 2022 adalah sebesar 3.878 smp/hari. Lokasinya yang strategis membuat berbagai jenis kendaraan dengan beban ringan maupun beban berat melintas pada ruas jalan ini yang mengakibatkan lapis perkerasan tersebut mengalami penurunan pelayanan dengan adanya kerusakan seperti retak, lubang, dan tambalan.



**Gambar 1.1 Peta Lokasi Jalan Kapten Haryadi**



**Gambar 1.2 Jalan Kapten Haryadi Persimpangan Jalan Kaliurang KM 9,3**

Penurunan kinerja jalan akibat kerusakan yang terjadi dapat menyebabkan ketidaknyamanan dan keselamatan penggunaannya. Perlu dilakukan evaluasi kondisi perkerasan secara berkala untuk mengetahui tindakan atau solusi yang dapat dilakukan sehingga jalan dapat melayani beban lalu lintas sesuai dengan umur rencana.

Berdasarkan uraian di atas, pada penelitian ini dilakukan analisis atau evaluasi kondisi perkerasan ruas Jalan Kapten Haryadi dengan menggunakan metode *Pavement Condition Index* (PCI) dan mengetahui kemampuan perkerasan baru melalui parameter tegangan dan regangan yang diperoleh dengan metode mekanistik – empirik program *KENPAVE*. Dalam penilaian kondisi perkerasan diperoleh hasil yang kemudian perlu diberi solusi penanganan yang tepat, maka, pada penelitian ini dipilih opsi pelapisan tambahan (*overlay*) pada perkerasan *existing* dan merencanakan perkerasan baru (rekonstruksi) yang dihitung dengan menggunakan metode Bina Marga 2017 karena perawatan berupa penambalan dianggap kurang efektif untuk memperbaiki kerusakan dengan luas yang terdapat

hampir disetiap ruas jalan. Perencanaan perkerasan baru perlu diperhitungkan sebagai alternatif lain karena *overlay* pada perkerasan *existing* masih belum mampu menahan beban lalu lintas selama umur rencana. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat bagi instansi terkait untuk melakukan perawatan pada jalan tersebut.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana kondisi perkerasan ruas Jalan Kapten Haryadi saat ini berdasarkan metode *Pavement Condition Index (PCI)*?
2. Bagaimana penanganan yang tepat untuk keperluan lalu lintas di masa yang akan datang?
3. Bagaimana respon tegangan-regangan yang terjadi pada perkerasan tambahan dan perkerasan baru dengan metode mekanistik–empirik program *KENPAVE*?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui kondisi perkerasan ruas Jalan Kapten Haryadi saat ini berdasarkan nilai *PCI* dengan metode *Pavement Condition Index (PCI)*.
2. Mengetahui penanganan yang tepat untuk keperluan lalu lintas di masa yang akan datang.
3. Mengetahui nilai respon tegangan-regangan yang terjadi pada perkerasan tambahan dengan metode mekanistik – empirik program *KENPAVE*.

### **1.4. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi terkait kerusakan jalan dan bermanfaat sebagai referensi untuk perencanaan program pemeliharaan dan perawatan jalan bagi pihak terkait sehingga pengguna jalan merasa nyaman dan aman khususnya di wilayah Sleman, Yogyakarta.

### 1.5. Batasan Penelitian

Untuk menyederhanakan analisis dan perhitungan dalam penelitian ini, maka dibuat batasan-batasan yang meliputi beberapa hal berikut ini.

1. Lokasi penelitian dilakukan pada ruas Jalan Kapten Haryadi, Sleman, DI Yogyakarta sepanjang 2 km.
2. Penilaian kondisi kerusakan jalan menggunakan metode *Pavement Condition Index (PCI)*.
3. Data tebal perkerasan *existing* diperoleh dari pengujian *test-pit* yang dilakukan di lapangan.
4. Analisis perhitungan untuk kebutuhan tebal lapis perkerasan sebagai bentuk penanganan mengacu pada Manual Desain Perkerasan Jalan 2017.
5. Data LHR, lendutan, dan *CBR* diperoleh dari Dinas PUP-ESDM Bidang Bina Marga D.I. Yogyakarta.
6. Tidak menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB).
7. Nilai tegangan dan regangan untuk mengetahui kemampuan perkerasan dalam menahan beban lalu lintas selama umur rencana dan diperoleh dari analisis menggunakan program *KENPAVE*.
8. Analisis perhitungan kapasitas jalan mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) (Bina Marga, 1997) dengan sistem jalan perkotaan.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Penelitian Terdahulu**

Tinjauan Pustaka berfungsi untuk memberi gambaran mengenai metode yang digunakan dalam proses penelitian yang dilakukan. Secara umum tinjauan pustaka berisi ringkasan singkat dari beberapa sumber terkait penelitian terdahulu yang akan digunakan sebagai tinjauan dalam penelitian lain untuk mendapatkan hasil penelitian yang lebih baik.

##### **2.1.1. Evaluasi Kondisi Perkerasan pada Lokasi Studi**

Tasik (2021) telah melakukan penelitian tentang evaluasi kondisi perkerasan pada ruas Jalan Kapten Haryadi sepanjang 2 km yang dibagi menjadi 20 segmen pengamatan. Penelitian dengan judul Evaluasi Kerusakan Luas Jalan Dengan Metode *Pavement Condition Index (PCI)* memperoleh hasil analisis yaitu tingkat kondisi permukaan jalan masuk ke dalam kategori buruk (*poor*) dengan nilai *PCI* sebesar 27,65. Jenis kerusakan paling banyak adalah retak kulit buaya (*alligator cracking*) dengan persentase sebesar 58,97% dan jenis kerusakan dengan luas paling kecil adalah pelepasan butir dengan persentase sebesar 1,59%. Dipilih tindakan pemeliharaan dalam penanganan kerusakan jalan berupa perbaikan kerusakan berdasarkan jenis dan tingkat kerusakan yang terjadi pada lokasi penelitian.

Penelitian oleh Prabowo (2017) dengan judul Evaluasi Tingkat Kerusakan Perkerasan Lentur Jalan Kapten Haryadi Ngebel Gede Berdasarkan Nilai *SDI* dan *IRI* bertujuan untuk mengetahui kondisi permukaan perkerasan dan tindakan perbaikan yang tepat untuk diaplikasikan pada jalan tersebut. Data *IRI* pada penelitian ini diperoleh dengan bantuan alat *Roughometer*. Diperoleh hasil dari analisis yaitu nilai *SDI* sebesar 87% adalah ruas jalan dengan kondisi sedang dan 13% lainnya dalam kondisi ringan. Perhitungan dengan metode *IRI* menunjukkan bahwa 13% ruas jalan yang diamati dalam kondisi baik dan 87% lainnya dalam

kondisi sedang. Tindakan penanganan yang rutin dilakukan berdasarkan Bina Marga 2011 adalah penanganan rutin dan berkala.

#### 2.1.2. Evaluasi Kondisi Perkerasan Lentur Menggunakan Program *KENPAVE*

Sodiq (2021) melakukan penelitian terkait evaluasi kondisi perkerasan lentur pada ruas Jalan Gito-Gati KM +400 – KM 11+800. Dari pengamatan yang dilakukan secara langsung pada lokasi penelitian, ditemukan beberapa jenis kerusakan seperti retak kulit, tambalan, pelepasan butir, kegemukan, dan retak memanjang/longitudinal. Setiap jenis kerusakan dianalisis dengan metode *PCI* yang kemudian diperoleh nilai *PCI* sebesar 57,23 yang masuk kategori kondisi jalan baik (*good*) dengan jenis kerusakan dominan adalah retak kulit buaya dan tambalan. Rencana perbaikan jalan tersebut dilakukan analisis tebal lapis tambahan (*overlay*) dengan hasil tebal nilai *overlay* untuk lapis *AC-WC* sebesar 4 cm dan *AC-BC* sebesar 6 cm. Kemudian diperoleh nilai sisa umur perkerasan lapis *existing* tahun ke-3 adalah 89,02% dan untuk lapis *overlay* pada tahun ke-2 adalah 92,80%.

## 2.2. Posisi yang Diusulkan

Penelitian dilakukan penulis memiliki beberapa kesamaan dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, yaitu mengevaluasi kondisi perkerasan Jalan Kapten Haryadi dengan metode *PCI* dan menghitung tebal *overlay* sebagai bentuk tindakan yang diambil untuk perawatan dari jalan tersebut dengan metode mekanistik-empirik menggunakan Pedoman Bina Marga 2017. Setelah memperoleh tebal lapis tambahan sesuai dengan kebutuhan, maka dicari nilai respon tegangan untuk mengetahui apakah lapis *overlay* tersebut mampu melayani beban lalu lintas sesuai rencana, yang dianalisis dengan menggunakan Program *KENPAVE*. Jika dengan penambahan lapis *overlay* ternyata mengalami kegagalan sebelum umur rencana, maka dilakukan perhitungan untuk rekonstruksi dari Jalan Kapten Haryadi yang kemudian dicari nilai respon tegangan dan regangannya menggunakan Program *KENPAVE*. Penulis melanjutkan penelitian ini dengan pertimbangan dari beberapa hal, seperti akurasi pada penelitian sebelumnya saat melakukan survei kondisi perkerasan dan terjadinya peningkatan LHR pada ruas

jalan tersebut sehingga perlu ditinjau kembali mengingat hal itu berkaitan dengan kinerja perkerasan dalam menerima beban lalu lintas, apabila terjadi *overload* maka dapat menimbulkan kerusakan-kerusakan lain yang perlu dilakukan perawatan khusus sesuai dengan tingkat kerusakan supaya jalan dapat tetap menerima beban lalu lintas dengan baik. Oleh karenanya, penulis juga melakukan analisis kapasitas dari segmen Jalan Kapten Haryadi dengan Metode Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997) untuk mengetahui apakah jalan tersebut bermasalah dengan kapasitas sehingga berkaitan dengan hasil analisis berdasarkan respon tegangan dan regangan dari perkerasan yang diberi penambahan lapis *overlay* maupun perkerasan baru dari rekonstruksi. Adapun perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian yang penulis lakukan sekarang tertera pada Tabel 2.1 berikut ini.

**Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Sekarang**

Peneliti	Judul Penelitian	Lokasi Penelitian	Metode yang Digunakan	Hasil Penelitian
Andreas Rizkar Tasik (2021)	Evaluasi Kerusakan Luas Jalan Dengan Metode <i>Pavement Condition Index (PCI)</i>	Ruas Jalan Kapten Haryadi, Sleman	Pavement Condition Index	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diperoleh nilai <i>PCI</i> sebesar 27,65 termasuk dalam kategori buruk (<i>poor</i>).</li> <li>2. Jenis kerusakan yang dominan adalah retak kulit buaya sebesar 58,05% dan paling kecil adalah pelepasan butir dengan presentase sebesar 1,59%.</li> <li>3. Tindakan penanganan berupa pemeliharaan sesuai dengan jenis dan tingkat kerusakan.</li> </ol>
Rachmat Aditya Prabowo (2017)	Evaluasi Tingkat Kerusakan Perkerasan Lentur Jalan Kapten Haryadi Ngebel gede Berdasarkan Nilai <i>SDI</i> dan <i>IRI</i>	Ruas Jalan Kapten Haryadi, Sleman	<i>IRI, SDI</i> , Bina Marga 2011	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Hasil rerata kondisi perkerasan dengan metode <i>SDI</i> sebesar 88,67 dengan kategori permukaan sedang.</li> <li>2. Hasil rerata kondisi perkerasan dengan metode <i>IRI</i> sebesar 4,90 m/km dengan kategori permukaan sedang.</li> </ol>
Rahma Aulia Sodik (2021)	Evaluasi Kondisi Perkerasan dengan Metode Pavement Condition Index (PCI) dan Nilai Sisa dengan Metode Mekanistik-Empirik Pada Jalan Gito-Gati	Jalan Gito-Gati KM +400 – KM 11+800	Pavement Condition Index (PCI), Bina Marga 2017, dan Metode Mekanistik-Empirik	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diperoleh jenis kerusakan berupa retak kulit buaya, retak memanjang/melintang, tambalan, lubang, dan pelepasan butir.</li> <li>2. Perkerasan masuk kedalam kategori sedang dengan nilai <i>PCI</i> sebesar 57,23.</li> <li>3. Tebal <i>overlay</i> dengan metode Bina Marga 2017 untuk lapis <i>AC-WC</i> sebesar 4 cm dan <i>AC-BC</i> sebesar 6 cm.</li> <li>4. Diperoleh nilai tegangan sebesar 0,0001378 dan nilai regangan sebesar 0,00007786.</li> <li>5. Diperoleh nilai umur sisa lapis <i>existing</i> pada tahun ke-3 sebesar 89,20% dan lapis <i>overlay</i> pada tahun ke-2 sebesar 92,80%.</li> </ol>

**Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Sekarang**

Peneliti	Judul Penelitian	Lokasi Penelitian	Metode yang Digunakan	Hasil Penelitian
Nuzullul Aghniya (2023)	Evaluasi Kondisi Perkerasan dengan Metode <i>Pavement Condition Index (PCI)</i> dan Metode Mekanistik-Empirik Pada Jalan Kapten Haryadi	Jalan Kapten Haryadi, Sleman	Pavement Condition Index ( <i>PCI</i> ), Bina Marga, Metode Mekanistik-Empirik, dan Metode Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Jalan teridentifikasi dalam kategori sedang (<i>fair</i>). Nilai <i>PCI</i> tertinggi sebesar 77 (<i>very good</i>) dan terendah sebesar 22 (<i>very poor</i>).</li> <li>2. Kerusakan dominan yaitu retak kulit buaya dan tambalan. Dipilih opsi perawatan yaitu lapis tambahan.</li> <li>3. Tebal <i>overlay</i> lapis <i>AC-WC</i> adalah 4 cm dan <i>AC-BC</i> 6 cm.</li> <li>4. Tebal tiap lapis perkerasan baru untuk <i>AC-WC</i> setebal 4 cm, <i>AC-BC</i> setebal 6 cm, lapis <i>AC-Base</i> 8 cm, Lapis Pondasi Kelas A 30 cm, dan Lapis Pondasi tambahan kelas S setebal 20 cm.</li> <li>5. Diperoleh beban repetisi untuk kerusakan <i>fatigue cracking</i> sebesar 76.278.508.924 <i>ESAL</i>, <i>rutting</i> sebesar 421.052.634 <i>ESAL</i>, <i>deformation</i> sebesar 34.456.896 <i>ESAL</i> untuk perkerasan dengan lapis tambahan. Terjadi <i>permanent deformation</i> pada tahun ke-2.</li> <li>6. Pada perkerasan baru diperoleh nilai beban repetisi <i>fatigue cracking</i> sebesar 123.820.136 <i>ESAL</i>, <i>rutting</i> sebesar 21.120.067 <i>ESAL</i>, dan <i>permanent deformation</i> 4.608.419 <i>ESAL</i>. Terjadi kerusakan <i>permanent deformation</i> pada tahun ke-6 dan <i>rutting</i> pada tahun ke-11.</li> </ol>

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1. Kerusakan Jalan**

Perkerasan jalan yang baik adalah perkerasan yang mampu melayani kegiatan berlalu lintas tanpa adanya kerusakan pada permukaan perkerasan yang dapat mengganggu kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan. Kerusakan jalan secara garis besar dapat dibagi menjadi dua, yaitu kerusakan struktural yang mengakibatkan perkerasan tidak dapat melayani beban lalu lintas, dan kerusakan fungsional yaitu kerusakan yang mengganggu keamanan dan kenyamanan pengguna jalan.

Menurut Hardiyatmo (2007), beberapa faktor lingkungan seperti kadar air, temperatur, dan cuaca dapat mempengaruhi kinerja perkerasan. Pada dasarnya setiap struktur perkerasan jalan akan mengalami penurunan kinerja secara progresif, maka dari itu perlu dilakukan suatu metode untuk menilai kondisi perkerasan jalan dan dilakukan tindakan penanganannya sehingga jalan dapat tetap digunakan sesuai dengan umur rencana dan menjamin kelancaran lalu lintas.

Terdapat banyak metode untuk menilai kondisi perkerasan antara lain metode Bina Marga, *International Roughness Index (IRI)*, *Pavement Condition Index (PCI)*, *Surface Distress Index (SDI)*, dan sebagainya. Pada penelitian ini digunakan metode *PCI* untuk menilai kondisi jalan.

#### **3.2. *Pavement Condition Index (PCI)***

Metode *PCI* adalah suatu metode penilaian kondisi perkerasan jalan yang didasarkan pada hasil survei visual atau survei secara langsung di lapangan. *PCI* menggunakan skala 0 – 100 sebagai indeks penilaian tingkat kerusakan permukaan perkerasan. Nilai 0 menunjukkan perkerasan dalam kondisi sangat buruk atau sangat rusak sedangkan nilai 100 menunjukkan kondisi jalan sangat baik dan layak dipakai atau kondisi jalan masih sempurna. Klasifikasi penilaian kondisi perkerasan berdasarkan nilai *PCI* dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini.

**Tabel 3.1 PCI dan Nilai Kondisi**

Nilai PCI	Kondisi
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: Shahin (1994) dalam Hardiyatmo, 2007)

### 3.2.1. Jenis Kerusakan Perkerasan

Menurut Shanin (1994), terdapat 18 jenis kerusakan untuk perkerasan lentur sebagai berikut.

#### 1. Retak kulit buaya (*alligator cracking*)

Retak kulit buaya adalah retak permukaan pada perkerasan bersisi banyak yang membentuk jaringan seperti kulit buaya. Kerusakan ini disebabkan oleh kelelahan akibat beban lalu lintas yang melintas secara berulang. Pada lokasi retak dapat atau tidak diikuti dengan penurunan permukaan. Kerusakan retak kulit buaya dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut ini.



**Gambar 3.1 Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)**

(Sumber: *ASTM International*, 2007)

Tingkat kerusakan perkerasan lentur, identifikasi, dan pilihan perbaikan untuk kerusakan retak kulit buaya dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut.

**Tabel 3.2 Tingkat Kerusakan Retak Kulit Buaya**

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan untuk Perbaikan
L	Retak halus memanjang sejajar, bisa saling berhubungan. Retak tidak gompal	Belum perlu diperbaiki, penutup permukaan, <i>overlay</i>
M	Retak ringan terus berkembang ke dalam pola/jaringan retak diikuti gompal ringan	Tambal parsial/seluruh kedalaman, <i>overlay</i> , rekonstruksi
H	Jaringan/pola retak berlanjut dan pecahan mudah diketahui, terjadi gompal dipinggir. Beberapa pecahan mengalami <i>rocking</i> akibat lalu lintas	Tambal parsial/seluruh kedalaman, lapisan tambahan, rekonstruksi

(Sumber: Shahin (1994) dalam Hardiyatmo, 2007)

## 2. Retak kotak-kotak (*block cracking*)

Kerusakan tipe ini membentuk blok-blok retak yang besar bersambungan yang dapat membentuk sudut atau ujung yang tajam kerusakan ini dapat disebabkan karena perubahan volume campuran aspal atau dalam lapis pondasi atau tanah dasar. *Block cracking* disajikan pada Gambar 3.2 berikut.

**Gambar 3.2 Retak Kotak-Kotak (*Block Cracking*)**

(Sumber: ASTM International, 2007)

Tingkat kerusakan perkerasan lentur, identifikasi, dan pilihan perbaikan untuk kerusakan retak kotak-kotak dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut ini.

**Tabel 3.3 Tingkat Kerusakan Retak Kotak-Kotak**

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan untuk Perbaikan
L	Blok retak dengan tingkat rusak rendah	Penutupan retak jika retak > 3mm
M	Blok retak tingkat rusak sedang	Penutup retak, dikasarkkan pemanas dan <i>overlay</i>
H	Blok retak dengan tingkat rusak tinggi	Tambal retak, dikasarkkan pemanas dan lapis tambahan

(Sumber: Shahin (1994) dalam Hardiyatmo, 2007)



### 3. Retak samping jalan (*edge cracking*)

Kerusakan ini terjadi sejajar di pinggir perkerasan yang dapat disebabkan oleh konsentrasi lalu lintas berat di dekat pinggir perkerasan, drainase yang kurang baik, dan sebagainya. Kerusakan ini dapat menyebabkan masuknya air kedalam lapis pondasi.



**Gambar 3.3 Retak Samping Jalan (*Edge Cracking*)**

(Sumber: *ASTM International*, 2007)

Tingkat kerusakan perkerasan lentur, identifikasi, dan pilihan perbaikan untuk kerusakan retak samping jalan dapat dilihat pada Tabel 3.4 berikut ini.

**Tabel 3.4 Tingkat Kerusakan Retak Samping Jalan**

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan untuk Perbaikan
L	Retak sedikit hingga sedang tanpa pecahan/butir lepas	Belum perlu diperbaiki, penutupan retak untuk retak >1/8 in. (3 mm)
M	Retak sedang dengan beberapa pecahan dan butir lepas	Penutup retak, penambalan parsial
H	Banyak pecahan/butir lepas sepanjang tepi perkerasan	Penambalan parsial

(Sumber: Shahin (1994) dalam Hardiyatmo, 2007)

### 4. Retak sambung (*joint cracking*)

Umumnya retak terjadi pada lapis tambahan aspal yang merupakan pola kerusakan pada lapis beton dibawahnya. Hal ini terjadi karena kerusakan sebelumnya belum sempurna diperbaiki dan terjadi bukan karena beban lalu lintas, melainkan oleh perubahan suhu yang menyebabkan pelat beton di bawah lapisan aspal bergerak. Pola retak dapat berbentuk memanjang, melintang, diagonal, dan membentuk blok. Retak sambung disajikan pada Gambar 3.4 berikut.



**Gambar 3.4 Retak Sambung (*Joint Cracking*)**

(Sumber: *ASTM International*, 2007)

Tingkat kerusakan perkerasan lentur, identifikasi, dan pilihan perbaikan untuk kerusakan retak sambung dapat dilihat pada Tabel 3.5 berikut ini.

**Tabel 3.5 Tingkat Kerusakan Retak Sambung**

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan untuk Perbaikan
L	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Retak tak terisi, lebar <math>&lt;3/8</math>in. (10 mm)</li> <li>2. Retak terisi, lebar <math>&gt;3/8</math>in. (10 mm)</li> </ol>	Pengisian untuk yang melebihi $1/8$ in. (3 mm)
M	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Retak tak terisi, lebar <math>&lt;3/8-3</math>in. (10-76 mm)</li> <li>2. Retak tak terisi, sembarang lebar 3 in. (76 mm) dikelilingi retak acak ringan</li> <li>3. Retak terisi, dikelilingi retak acak ringan</li> </ol>	Penutup retak penambalan kedalaman parsial
H	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sembarang retak terisi/tidak dikelilingi retak acak, kerusakan sedang/tinggi</li> <li>2. Retak tak terisi <math>&gt;3</math>in. (76 mm)</li> <li>3. Retak sembarang lebar beberapa inci disekitar retakan pecah</li> </ol>	Penutup retak penambalan kedalaman parsial

(Sumber: Shahin (1994) dalam Hardiyatmo, 2007)

5. Retak memanjang & melintang (*longitudinal & transversal cracking*)

Kerusakan berbentuk retak sejajar arah sumbu jalan yang biasanya disebabkan oleh sambungan memanjang yang kurang baik akibat faktor muai susut aspal pada permukaan perkerasan dan biasanya tidak terkait beban lalu lintas. Retak memanjang dan melintang dapat dilihat pada Gambar 3.5 berikut.



**Gambar 3.5 Retak Memanjang dan Melintang**

(Sumber: *ASTM International*, 2007)

Tingkat kerusakan perkerasan lentur, identifikasi, dan pilihan perbaikan untuk jenis kerusakan retak memanjang dan melintang dapat dilihat pada Tabel 3.6 berikut ini.

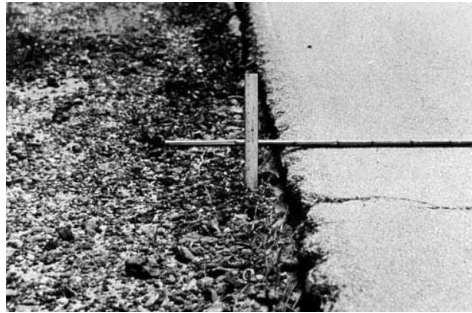
**Tabel 3.6 Tingkat Kerusakan Retak Memanjang dan Melintang**

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan untuk Perbaikan
L	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Retak tak terisi, lebar <math>&lt; 3/8</math> in. (10 mm)</li> <li>2. Retak terisi, sembarang lebar (pengisi kondisi bagus)</li> </ol>	Pengisian untuk yang melebihi $1/8$ in. (3 mm)
M	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Retak tak terisi, lebar <math>&lt; 3/8 - 3</math> in. (10-76 mm)</li> <li>2. Retak tak terisi, sembarang lebar 3 in. (76 mm) dikelilingi retak acak ringan</li> <li>3. Retak terisi, sembarang lebar yang dikelilingi retak acak ringan</li> </ol>	Penutup retak penambalan kedalaman parsial
H	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sembarang retak terisi/tidak dikelilingi retak acak, kerusakan sedang/tinggi</li> <li>2. Retak tak terisi <math>&gt; 3</math> in. (76 mm)</li> <li>3. Retak sembarang lebar beberapa inci disekitar retakan pecah</li> </ol>	Penutup retak penambalan kedalaman parsial

(Sumber: Shahin (1994) dalam Hardiyatmo, 2007)

6. Bahu jalan turun (*lane/shoulder drop off*)

Terjadi penurunan atau beda elevasi antara pinggir perkerasan jalan dan bahu jalan, apabila selisih tinggi kurang dari 10 – 15 mm, maka tidak dipertimbangkan. *Lane / shoulder drop off* disajikan pada Gambar 3.6 berikut.



**Gambar 3.6 Bahu Jalan Turun**

(Sumber: *ASTM International*, 2007)

Tingkat kerusakan perkerasan lentur, identifikasi, dan pilihan perbaikan untuk kerusakan pinggiran bahu jalan turun dapat dilihat pada Tabel 3.7 berikut ini.

**Tabel 3.7 Tingkat Kerusakan Pinggiran Bahu Jalan Turun**

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan untuk Perbaikan
L	Beda elevasi pinggir perkerasan dengan bahu jalan 1-2 in. (25 – 51 mm)	Perataan kembali dan bahu diurug agar elevasi sama dengan permukaan perkerasan
M	Beda elevasi > 2 – 4 in. (51 – 102 mm)	
H	Beda elevasi > 4 in. (102 mm)	

(Sumber: Shahin (1994) dalam Hardiyatmo, 2007)

#### 7. Kegemukan (*bleeding*)

Cacat permukaan ini adalah hasil dari konsentrasi aspal berlebih yang berpindah ke atas permukaan aspal. *Bleeding* menyebabkan tenggelamnya agregat kedalam pengikat aspal sehingga kontak antara ban dengan batuan kurang kuat dan dapat membahayakan keselamatan lalu lintas. Kerusakan jenis kegemukan disajikan pada Gambar 3.7 di bawah ini.



**Gambar 3.7 Kegemukan (*Bleeding*)**

(Sumber: *ASTM International*, 2007)

Tingkat kerusakan perkerasan lentur, identifikasi, dan pilihan perbaikan untuk kerusakan kegemukan dapat dilihat pada Tabel 3.8 berikut ini.

**Tabel 3.8 Tingkat Kerusakan Kegemukan**

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan untuk Perbaikan
L	Terjadi pada derajat rendah, hanya nampak beberapa hari dalam setahun. Aspal tak melekat pada sepatu/roda kendaraan	Belum perlu diperbaiki
M	Aspal melekat pada roda kendaraan paling tidak beberapa minggu dalam setahun	Tambah pasir/agregat dan padatkan
H	Banyak aspal melekat pada roda kendaraan	Tambal pasir/agregat, padatkan

(Sumber: Shahin (1994) dalam Hardiyatmo, 2007)

#### 8. Benjol dan Cekungan (*bump and sags*)

Kerusakan ini bersifat lokal dengan pergerakan ke atas (benjol) atau penurunan (cekung) permukaan berukuran kecil. Cekungan disebabkan oleh perubahan berupa tekuk dari bagian bawah perkerasan beton yang diberi *overlay* dengan aspal. Kerusakan cekung disajikan pada Gambar 3.8 berikut.

**Gambar 3.8 Cekungan (*Bumps and Sags*)**

(Sumber: ASTM International, 2007)

Tingkat kerusakan perkerasan lentur, identifikasi, dan pilihan perbaikan untuk kerusakan benjol dan cekung dapat dilihat pada Tabel 3.9 berikut ini.

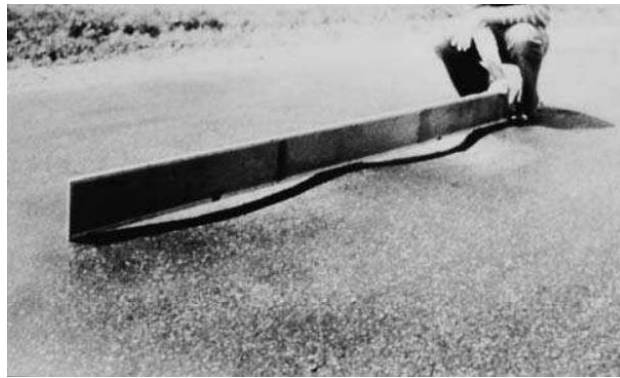
**Tabel 3.9 Tingkat Kerusakan Benjol dan Cekung**

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan untuk Perbaikan
L	Benjol dan lengkung mengakibatkan sedikit gangguan kenyamanan kendaraan	Belum perlu diperbaiki
M	Agak banyak mengganggu kenyamanan kendaraan	<i>Cold mill</i> , tambal dangkal, parsial/seluruh kedalaman
H	Banyak gangguan kenyamanan kendaraan	<i>Cold mill</i> , tambal dangkal, parsial/seluruh kedalaman, <i>overlay</i>

(Sumber: Shahin (1994) dalam Hardiyatmo, 2007)

9. Keriting atau Gelombang (*corrugation*)

Kerusakan jenis ini terjadi akibat perubahan permukaan jalan atau deformasi plastis, sering terjadi pada area atau titik yang sering mengalami tegangan horizontal tinggi, di mana lalu lintas mulai bergerak dan berhenti. Gelombang melintang terjadi dengan jarak relatif teratur dan umumnya terdapat di belokan tajam, persimpangan, dan jalan di bukit. Kerusakan jenis gelombang disajikan pada Gambar 3.9 di bawah ini.



**Gambar 3.9 Gelombang (*Corrugation*)**

(Sumber: *ASTM International*, 2007)

Tingkat kerusakan perkerasan lentur, identifikasi, dan pilihan perbaikan untuk kerusakan gelombang dapat dilihat pada Tabel 3.10 berikut ini.

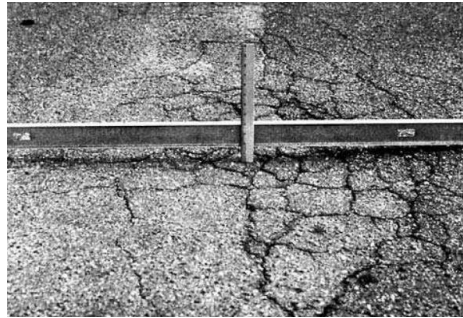
**Tabel 3.10 Tingkat Kerusakan Gelombang**

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan untuk Perbaikan
L	Kerusakan sedikit mengganggu kenyamanan kendaraan	Belum perlu diperbaiki
M	Agak banyak mengganggu kenyamanan kendaraan	Rekonstruksi
H	Banyak gangguan kenyamanan kendaraan	Rekonstruksi

(Sumber: Shahin (1994) dalam Hardiyatmo, 2007)

10. Amblas (*depression*)

Amblas atau *depression* adalah penurunan permukaan perkerasan pada bagian tertentu dengan atau tanpa retakan dan dapat ditandai dengan adanya genangan air pada area tersebut yang dapat membahayakan kendaraan yang melintas. Jenis kerusakan amblas disajikan pada Gambar 3.10 berikut.



**Gambar 3.10 Amblas (*Depression*)**  
(Sumber: *ASTM International*, 2007)

Tingkat kerusakan perkerasan lentur, identifikasi, dan pilihan perbaikan untuk kerusakan perkerasan amblas dapat dilihat pada Tabel 3.11 berikut ini.

**Tabel 3.11 Tingkat Kerusakan Amblas**

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan untuk Perbaikan
L	Kedalaman < ½ - 1 in.	Belum perlu diperbaiki
M	Kedalaman 1 – 2 in.	Penambalan dangkal, parsial, seluruh kedalaman
H	Kedalaman maksimum > 2 in. (51 mm)	Penambalan dangkal, parsial, seluruh kedalaman

(Sumber: Shahin (1994) dalam Hardiyatmo, 2007)

#### 11. Tambalan (*patching end utility cut patching*)

*Patching* merupakan perbaikan permukaan perkerasan jalan di bagian tertentu yang mengalami kerusakan dalam kategori tertentu seperti gelombang dan retak. Bahan yang digunakan adalah bahan yang monolit dengan bahan perkerasan lama supaya menghindari pelepasan tambalan tersebut. Kerusakan tambalan atau *patching* dapat dilihat pada Gambar 3.11 berikut.



**Gambar 3.11 Tambalan (*Patching*)**

Tingkat kerusakan perkerasan lentur, identifikasi, dan pilihan perbaikan untuk kerusakan tambalan dapat dilihat pada Tabel 3.12 berikut ini.

**Tabel 3.12 Tingkat Kerusakan Tambalan**

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan untuk Perbaikan
L	Tambalan dalam kondisi baik. Kenyamanan dinilai terganggu sedikit/lebih baik	Belum perlu diperbaiki
M	Tambalan sedikit rusak, kenyamanan agak terganggu	Belum perlu diperbaiki, tambalan dibongkar
H	Sangat rusak, kenyamanan sangat terganggu	Tambalan dibongkar

(Sumber: Shahin (1994) dalam Hardiyatmo, 2007)

#### 12. Pengausan agregat (*polished aggregate*)

Pengausan agregat adalah pelicinan agregat yang disebabkan oleh kehilangan kadar aspal dan terkikis roda kendaraan yang dapat membahayakan pengguna jalan. Kerusakan jenis ini dapat diidentifikasi dengan butiran-butiran agregat yang terlihat licin dan kadang mengkilap. Pada kerusakan ini tidak ada definisi derajat kerusakan tapi derajat kelicinan harus nampak signifikan sebelum dinilai sebagai kondisi kerusakan. Pengausan agregat dapat dilihat pada Gambar 3.12 berikut ini.



**Gambar 3.12 Pengausan Agregat**

(Sumber: *ASTM International*, 2007)

#### 13. Lubang (*pothole*)

Kerusakan jalan yang berbentuk mangkuk dengan tepi yang tajam dan bisa jadi berhubungan dengan kerusakan permukaan lainnya. Lubang dapat menampung air yang akan masuk ke dalam lapis pondasi sehingga mempercepat kerusakan jalan. Kerusakan lubang disajikan pada Gambar 3.13 berikut.





**Gambar 3.13 Lubang**

Tingkat kerusakan perkerasan lentur, identifikasi, dan pilihan perbaikan untuk kerusakan lubang dapat dilihat pada Tabel 3.13 berikut ini.

**Tabel 3.13 Tingkat Kerusakan Lubang**

Kedalaman Maks. Lubang (Inchi)	Diameter Lubang Rerata (Inchi)		
	4 – 8	8 – 18	18 – 30
$\frac{1}{2} - 1$	<i>Low</i>	<i>Low</i>	<i>Medium</i>
1 – 2	<i>Low</i>	<i>Medium</i>	<i>High</i>
> 2	<i>Medium</i>	<i>Medium</i>	<i>High</i>

(Sumber: Shahin (1994) dalam Hardiyatmo, 2007)

#### 14. Alur (*rutting*)

Alur adalah penurunan memanjang pada lintasan roda kendaraan akibat deformasi permukaan perkerasan yang menerima beban berulang pada lintasan roda sejajar as jalan. Alur terjadi karena lemahnya lapisan aspal atau deformasi *subgrade*. Alur pada perkerasan lentur disajikan pada Gambar 3.14 berikut.



**Gambar 3.14 Alur (*Rutting*)**

(Sumber: ASTM International, 2007)

Tingkat kerusakan perkerasan lentur, identifikasi, dan pilihan perbaikan untuk kerusakan alur dapat dilihat pada Tabel 3.14 berikut ini.

**Tabel 3.14 Tingkat Kerusakan Alur**

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan untuk Perbaikan
L	Kedalaman alur rerata $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ in. (6–13 mm)	Belum perlu, <i>overlay</i>
M	Kedalaman alur rerata $\frac{1}{2}$ -1 in. (13–25,5 mm)	Tambal dangkal/parsial, seluruh kedalaman, <i>overlay</i>
H	Kedalaman alur rerata > 1 in. (>25,4 mm)	Tambal dangkal/parsial, seluruh kedalaman, <i>overlay</i>

(Sumber: Shahin (1994) dalam Hardiyatmo, 2007)

#### 15. Sungkur (*shoving*)

Sungkur adalah pergeseran permukaan perkerasan secara memanjang dan menghasilkan tonjolan akibat beban lalu lintas di area yang terjadi aksi pengereman dan percepatan sering terjadi. Sungkur dapat terjadi di perbatasan perkerasan aspal dengan perkerasan beton yang dipengaruhi oleh perubahan suhu. Sungkur disajikan pada Gambar 3.15 berikut.

**Gambar 3.15 Sungkur (*Shoving*)**

(Sumber: ASTM International, 2007)

Tingkat kerusakan perkerasan lentur, identifikasi, dan pilihan perbaikan untuk kerusakan sungkur dapat dilihat pada Tabel 3.15 berikut ini.

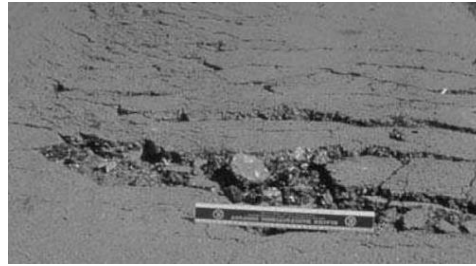
**Tabel 3.15 Tingkat Kerusakan Sungkur**

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan untuk Perbaikan
L	Sedikit gangguan kenyamanan	Belum perlu diperbaiki, <i>overlay</i>
M	Cukup gangguan kenyamanan	Tambal parsial/seluruh kedalaman
H	Gangguan besar kenyamanan	Tambal parsial/seluruh kedalaman

(Sumber: Shahin (1994) dalam Hardiyatmo, 2007)

#### 16. Retak slip (*slippage cracking*)

Kerusakan berbentuk retak bulan sabit akibat gaya horizontal dari pengereman kendaraan sehingga permukaan perkerasan menggelincir dan berubah bentuk. Retak slip pada disajikan pada Gambar 3.16 berikut.



**Gambar 3.16 Retak Slip**

(Sumber: *ASTM International*, 2007)

Tingkat kerusakan perkerasan lentur, identifikasi, dan pilihan perbaikan untuk kerusakan sungkur dapat dilihat pada Tabel 3.16 berikut ini.

**Tabel 3.16 Tingkat Kerusakan Retak Slip**

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan untuk Perbaikan
L	Retak rerata lebar < 3/8 in. (10 mm)	Belum perlu diperbaiki, penambalan parsial
M	1. Retak rerata 3/8 – 1,5 in. (10 – 38 mm) 2. Area di sekitar retakan pecah, kedalam pecahan-peahan terikat	Penambalan parsial
H	1. Retak rerata > 1/2 in. (>38 mm) 2. Area di sekitar retakan pecah kedalam pecahan-pecahan mudah terbongkar	Penambalan parsial

(Sumber: Shahin (1994) dalam Hardiyatmo, 2007)

#### 17. Mengembang (*swell*)

Kenaikan lokal permukaan perkerasan akibat pengembangan dari *subgrade* atau bagian struktur perkerasan yang dapat mengakibatkan retak permukaan. *Swell* pada perkerasan lentur dapat dilihat pada Gambar 3.17 di bawah ini.



**Gambar 3.17 Mengembang (*Swell*)**

(Sumber: *ASTM International*, 2007)

Tingkat kerusakan perkerasan lentur, identifikasi, dan pilihan perbaikan untuk kerusakan mengembang dapat dilihat pada Tabel 3.17 berikut ini.

**Tabel 3.17 Tingkat Kerusakan Mengembang**

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Perbaikan
L	Sedikit gangguan kenyamanan, sulit dikilat tapi dapat dideteksi dengan berkendara cepat	Belum perlu
M	Cukup gangguan kenyamanan pengguna jalan	Belum perlu
H	Gangguan besar pada kenyamanan pengguna jalan	Rekonstruksi

(Sumber: Shahin (1994) dalam Hardiyatmo, 2007)

#### 18. Pelapukan dan pelepasan butir (*weathering/raveling*)

Pelepasan butir adalah perpecahan permukaan aspal diawali dengan pelepasan partikel agregat halus dari permukaan menuju ke bawah atau dari pinggir ke dalam secara berangsur-angsur yang diakibatkan oleh lemahnya pengikat antar agregat. Pelepasan butir pada perkerasan lentur disajikan pada Gambar 3.18 berikut ini.

**Gambar 3.18 Pelepasan Butir (*Weathering*)**

(Sumber: ASTM International, 2007)

Tingkat kerusakan perkerasan lentur, identifikasi, dan pilihan perbaikan untuk kerusakan pelepasan butir dapat dilihat pada Tabel 3.18 berikut ini.

**Tabel 3.18 Tingkat Kerusakan Pelepasan Butir**

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan untuk Perbaikan
L	Agregat/bahan pengikat mulai lepas. Terdapat lubang di beberapa tempat, tumpahan oli terlihat jelas, permukaan keras tak bisa ditembus uang logam	Belum perlu diperbaiki, penutup permukaan, perawatan permukaan
M	Agregat/pengikat lepas, tekstur agak kasar, berlubang. Permukaan lunak jika tertumpah oli, bisa ditembus uang logam	Belum perlu diperbaiki, perawatan permukaan, lapis tambahan
H	Agregat/pengikat banyak lepas, tekstur permukaan sangat kasar, banyak lubang $\phi < 4$ in. (10mm), kedalaman $\frac{1}{2}$ in (13mm). permukaan lunak jika ada tumpahan oli.	Penutup permukaan, lapis tambahan, <i>recycle</i> , rekonstruksi

(Sumber: Shahin (1994) dalam Hardiyatmo, 2007)

### 3.2.2. Standar Penilaian Kondisi Perkerasan

Dalam perhitungan metode *PCI* untuk menilai kondisi suatu perkerasan jalan, terdapat istilah-istilah sebagai berikut.

#### 1. *Density*

Kerapatan adalah persentase luasan total dari suatu jenis kerusakan terhadap luas atau panjang total bagian jalan yang diukur dalam satuan meter persegi atau meter panjang. Nilai kerapatan kerusakan dari suatu jenis kerusakan jalan dapat dinyatakan dengan Persamaan (3.1) dan Persamaan (3.2) berikut.

$$\text{Kerapatan (Density) (\%)} = \frac{A_d}{A_s} \times 100 \quad (3.1)$$

atau

$$\text{Kerapatan (Density) (\%)} = \frac{L_d}{A_s} \times 100 \quad (3.2)$$

dengan:

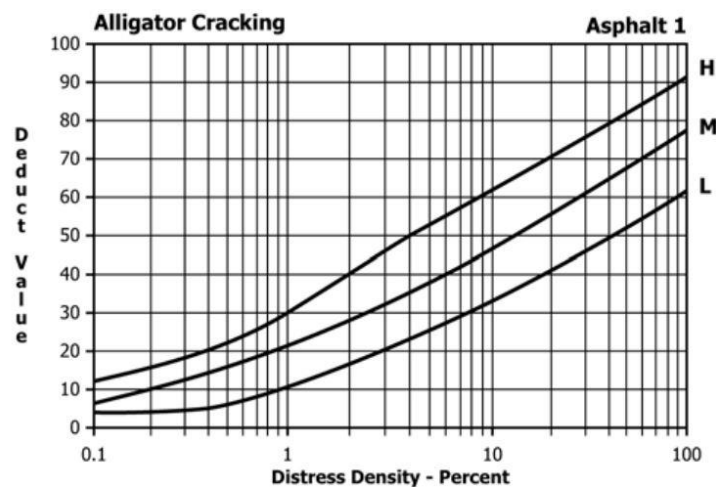
$A_d$  = luas total jenis kerusakan setiap *severity level* ( $m^2$ ),

$A_s$  = luas tota unit sampel ( $m^2$ ), dan

$L_d$  = panjang total jenis kerusakan setiap *severity level* ( $m^2$ ).

#### 2. *Deduct value (DV)*

Nilai pengurang setiap jenis kerusakan didapatkan dari kurva hubungan kerapatan (*density*) dan tingkat keparahan (*severity level*) kerusakan yang terjadi pada suatu perkerasan. *Deduct value* diterapkan untuk setiap jenis kerusakan. Contoh kurva nilai *DV* disajikan kurva Gambar 3.19 berikut ini.



**Gambar 3.19 Kurva *Deduct Value* untuk *Alligator Cracking***

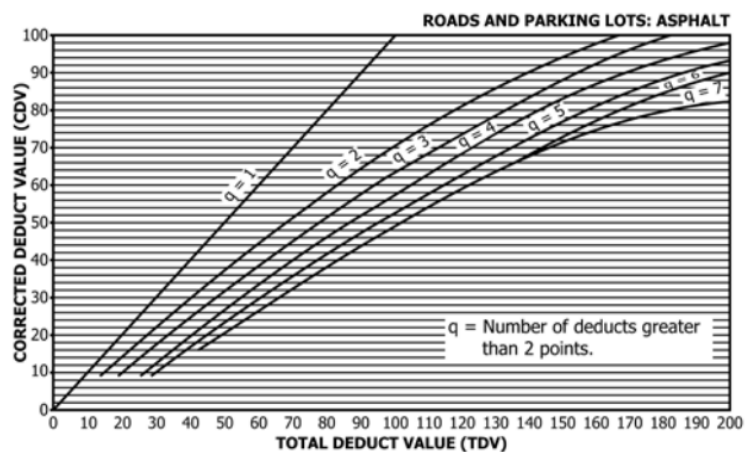
(Sumber: *ASTM International*, 2007)

3. *Total deduct value (TDV)*

Nilai pengurang total merupakan nilai total dari setiap *deduct value* jenis kerusakan pada masing-masing sampel. Unit sampel yang dimaksud adalah bagian dari perkerasan jalan yang dibagi kedalam unit-unit tinjauan untuk mengetahui nilai *PCI* dari bagian tertentu.

4. *Corrected deduct value (CDV)*

Nilai pengurang koreksi diperoleh dari kurva hubungan *TDV* dengan *DV* yang dimasukkan kedalam lengkung kurva yang sesuai. Apabila nilai *CDV* lebih kecil dari nilai pengurang tertinggi, maka nilai *individual deduct value* tertinggi yang digunakan sebagai *CDV*. Nilai pengurang koreksi dapat ditentukan melalui grafik seperti yang disajikan pada Gambar 3.20 berikut.



**Gambar 3.20 Corrected Deduct Value, CDV**

(Sumber: *ASTM International*, 2007)

5. Nilai *PCI*

Apabila nilai *CDV* diketahui, maka nilai *PCI* untuk setiap sampel dapat dihitung menggunakan Persamaan (3.3) berikut ini.

$$PCI_s = 100 - CDV \quad (3.3)$$

dengan:

$PCI_s$  = *PCI* setiap unit sampel, dan

$CDV$  = *CDV* tiap unit sampel.

### 3.3. Metode Mekanistik-Empirik

Desain perkerasan lentur dapat dilakukan dengan 3 metode, yaitu metode mekanistik, metode empirik, dan gabungan dari kedua metode tersebut. Metode empirik didasarkan pada hasil percobaan yang sudah ada dan digunakan untuk membantu kesulitan dalam mendefinisikan penyebab secara teoritis dan efek hubungannya. Pengamatan yang dilakukan digunakan untuk membentuk hubungan antara *input* dan hasil dari proses. Metode Bina Marga tahun 1987 yang merupakan modifikasi dari metode *AASHTO* 1972 merupakan acuan yang digunakan dalam penelitian dengan metode empirik.

Metode mekanistik merupakan pengembangan teori terkait karakteristik material perkerasan yang dihitung secara eksak serta dapat menggunakan tabel dan gambar untuk menilai kondisi suatu perkerasan. Beban kendaraan yang bekerja di atas struktur perkerasan dianggap sebagai beban statis merata yang dapat dihitung nilai respon berupa tegangan (*stress*) dan regangan (*strain*). Pada metode mekanistik analisis dilakukan dengan menggunakan bantuan komputer untuk menghitung dan mendesain perkerasan lentur.

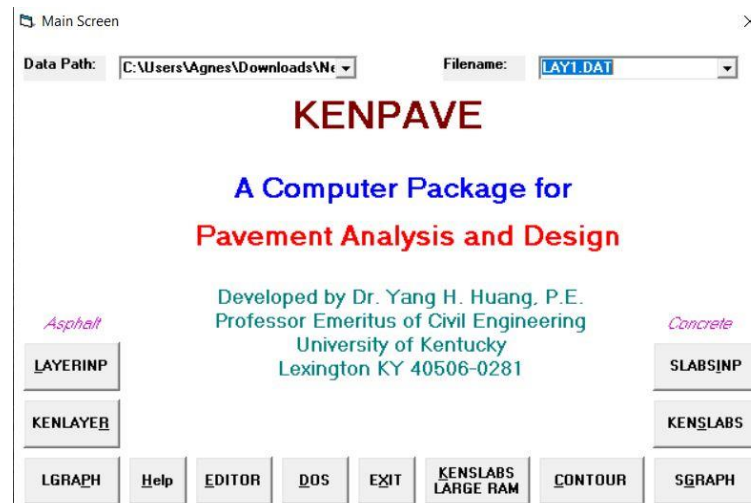
Metode mekanistik – empirik merupakan metode perkerasan jalan yang dikembangkan dari kombinasi metode mekanistik dan metode empirik. Menurut Huang (2004), metode mekanistik – empirik adalah metode pendekatan campuran yang membutuhkan parameter *input* berupa beban roda yang memberikan *output* berupa respon tegangan dan regangan. Hasil nilai respon tersebut digunakan untuk memprediksi nilai tekanan dari hasil uji laboratorium dan data kinerja di lapangan.

Metode mekanistik – empirik digunakan untuk memperoleh nilai tegangan dan nilai regangan pada penelitian ini dengan menggunakan Program KENPAVE. Pada metode ini diperlukan beberapa parameter *input* seperti nilai modulus elastis dan *poisson ratio*.

### 3.4. KENPAVE

KENPAVE merupakan *software design* perkerasan yang dikembangkan oleh Dr. Yang Huang dengan Bahasa pemrograman *Visual Basic*. Terdapat 4 program dalam *software* ini, yaitu *LAYERINP* dan *KENLAYER* yang digunakan

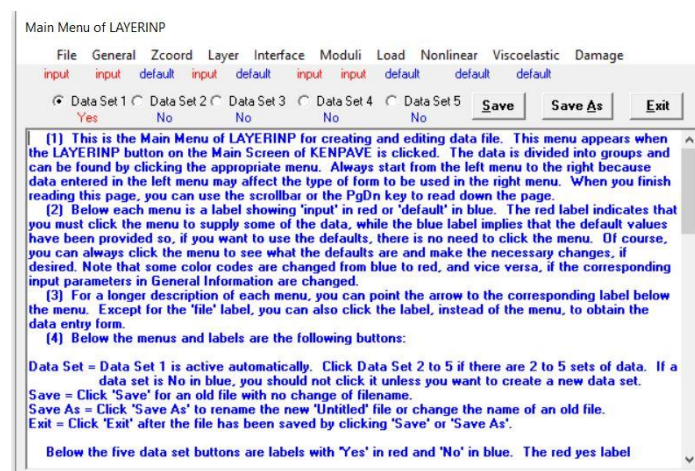
untuk menganalisis perkerasan lentur, serta *SLABINP* dan *KENSLAB* untuk menganalisis perkerasan kaku. Pada penelitian ini digunakan program *LAYERINP* dan *KENLAYER* untuk mengetahui nilai tegangan ( $N/m^2$ , Pa atau Psi), regangan (mm/mm atau inch/inch), dan lendutan ( $\mu m$  atau inch atau mm) yang terjadi pada permukaan perkerasan akibat beban tertentu.



**Gambar 3.21** Tampilan Awal Program *KENPAVE*

#### 3.4.1 Input Program *KENLAYER* pada *KENPAVE*

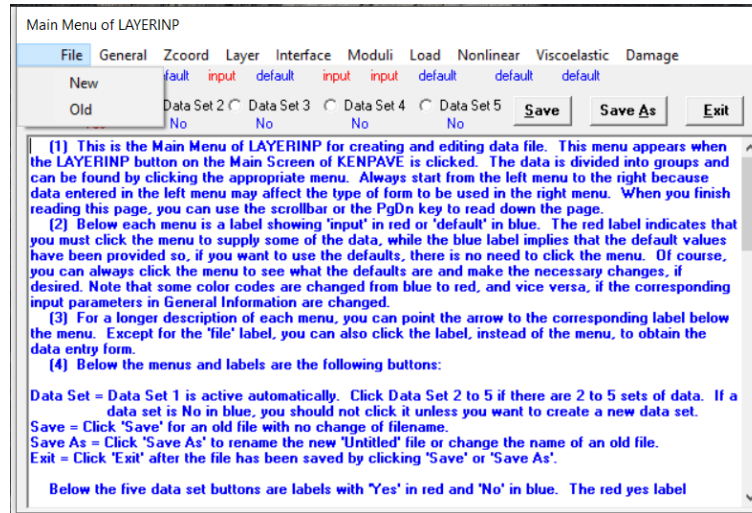
Program *KENLAYER* dapat diaplikasikan pada setiap lapis perkerasan yang memiliki perilaku berbeda, seperti *linier*, *non linier*, dan viskoelastis maupun campuran dari ketiganya. Program *KENLAYER* dapat dijalankan setelah dilakukan *input* data pada bagian program *LAYERINP*. Tampilan awal *LAYERINP* dapat dilihat pada Gambar 3.22 berikut ini.



**Gambar 3.22** Tampilan Menu *LAYERINP*



Kemudian pada menu “File” terdapat dua opsi, yaitu *new* dan *old*. Pada penelitian kali ini penulis menggunakan *file* baru sehingga mengklik opsi *new*.



**Gambar 3.23 Tampilan Menu LAYERINP**

### 1. General

Pada menu ini terdapat beberapa nilai yang perlu diinput mengenai informasi umum perkerasan yang akan dianalisis sesuai dengan parameter yang tertera pada Gambar 3.24 berikut ini.

General Information of LAYERINP for Set No. 1

TITLE	PROPOSAL TUGAS AKHIR	
Type of material (1=linear, 2=nonlinear, 3=viscoelastic, 4=combined)	(MATL)	1
Damage analysis (0=no, 1=yes with summary only, 2=yes with detailed printout)	(NDAMA)	0
Number of periods per year	(NPY)	1
Number of load groups	(NLG)	1
Tolerance for numerical integration	(DEL)	0.001
Number of layers	(NL)	3
Number of Z coordinates for analysis	(NZ)	5
Maximum cycles of numerical integration	(ICL)	80
Type of responses (1=displacements only, 5=plus stresses, 9=plus strains)	(NSTD)	9
All layer interfaces bonded (1=yes, 0=if some are frictionless)	(NBOND)	1
Number of layers for bottom tension	(NLBT)	1
Number of layers for top compression	(NLTC)	1
System of units (0=English, 1=SI)	(NUNIT)	0

(1) This form appears when the 'General' on the Main Menu of LAYERINP is clicked. You can override any of the default values by typing in a new value. You can use the Tab key to move the cursor from one textbox to the next or just click on the textbox before typing. The use of click has the advantage that you don't have to delete the default before typing in the data you want. If you want to read the remaining text, you can use the scrollbar. You can also use the PgDn key after clicking this textbox to make it active.

(2) TITLE (title of run): Any title or comment can be typed on one line. The title should not be longer than 68 characters including spaces. If you make a mistake in typing, use the Del key to erase any typographical errors. When the total length reaches 68, no additional characters can be added. No comma should be used in TITLE. Use colon or semicolon instead.

(3) MATL (types of material): 1 when all layers are linear elastic, 2 when some layers are nonlinear

**Gambar 3.24 Tampilan Menu General**

Menu yang perlu diinput adalah sebagai berikut.

- Title* : Judul dari analisis.
- MATL* : Tipe material perkerasan yang akan dianalisis. (1)

seluruh lapisan merupakan linier elastis, (2) jika lapisan merupakan non-linier elastis, (3) jika lapisan perkerasan merupakan viskoelastis, (4) jika lapisan merupakan campuran dari ketiganya.

- c. NDAMA : Analisa kerusakan. (0) jika tidak terdapat kerusakan analisis, (1) jika terdapat kerusakan analisis dan ada *print out*, (2) jika terdapat kerusakan, ada *print out* yang lebih detail.
- d. NPY : Mengikuti nilai *KENPAVE*.
- e. NLG : Mengikuti nilai *KENPAVE*.
- f. DEL : Nilai standar akurasi hasil analisa 0,0001.
- g. NL : Jumlah layer atau lapis perkerasan, maksimal 19 lapis.
- h. NZ : Letak koordinat arah Z yang akan dianalisis. Nilai NZ mengikuti jumlah lapis yang mengalami analisa kerusakan.
- i. ICL : Mengikuti nilai dari *KENPAVE*.
- j. NSDT : Nilai tegangan, regangan, dan *displacement*. (1) untuk *vertical displacement*, (5) untuk *vertical displacement* dan tegangan, (9) untuk *vertical displacement*, tegangan, dan regangan.
- k. NBOND : (1) jika semua lapisan terikat, (0) jika antar tiap lapis tidak terikat, gaya geser diabaikan.
- l. NLBT : Mengikuti nilai *KENPAVE*.
- m. NLCT : Mengikuti nilai *KENPAVE*.
- n. NUNIT : Nilai satuan. (0) satuan Inggris, (1) satuan *SI*.

## 2. *Zcoord*

Menu "*Zcoord*" berfungsi untuk menganalisis perkerasan pada koordinat Z. Jumlah titik pada menu ini sesuai dengan letak titik kerusakan yang akan ditinjau atau sama dengan nilai *NZ* pada menu "*General*". Pada keterangan *ZC* diisi nilai kedalaman yang akan dianalisa.

Z Coordinates of Response Points for Data Set No. 1

Point No.	ZC
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0

(1) This form appears when the 'Zcoord' menu on the Main Menu of LAYERINP is clicked. The number of Z coordinates on this form is equal to NZ, as specified in the 'General' menu. This form is different from the one used for General Information in that a dotted rectangle, instead of the cursor, is used to indicate the active cell. If the dotted rectangle is not the location for input, you can use the arrow key to move the dotted rectangle to the cell you want to input, or more conveniently by clicking the cell you want. After you type in the data, the dotted rectangle will be changed into a three dimensional box and you must press the Enter key to make it effective. You can also use the up and down arrow keys to make the entry effective. You should not click the other cell before pressing the Enter key, otherwise the data you have typed will move to the cell you click.

(2) ZC (vertical distance, or z coordinate, of each response point): When the point is located exactly at the interface between two layers, the results are at the bottom of upper layer. If the results at the top of lower layer are desired, a slightly larger z coordinate, say 0.0001 larger, should be used.

(3) After typing in the data in the first cell, move to the next cell by pressing the Enter or arrow down key.

Use <Ctrl>-<Del> to delete a line, <Ctrl>-<Ins> to insert a line, and <Del> to clear a cell.

OK

**Gambar 3.25 Tampilan Menu Zcoord**

### 3. Layer

Jumlah layer pada menu ini sesuai dengan jumlah NL yang terdapat pada menu "General. Parameter yang diinput adalah tebal tiap lapisan perkerasan dari hasil desain dan nilai *poisson ratio*. Nilai *poisson ratio* disajikan pada Tabel 3.19 dan Tabel 3.20.

Layer Thickness, Poisson's Ratio and Unit Weight for Data Set No. 1

After typing the value in a cell, be sure to press the Enter key to make it effective.

Layer No.	TH	PR
1	0	0
2	0	0
3	XXXXXXXXXX	0

Use <Ctrl>-<Del> to delete a line, <Ctrl>-<Ins> to insert a line, and <Del> to clear a cell.

(1) This form appears when the 'Layer' menu on the Main Menu of LAYERINP is clicked. The number of layers on this form is equal to NL, as specified in the 'General' menu. This form is different from the one used for General Information in that a dotted rectangle, instead of the cursor, is used to indicate the active cell. If the dotted rectangle is not the location for input, you can use the arrow key to move the dotted rectangle to the cell you want to input, or more conveniently by clicking the cell you want. After you type in the data, the dotted rectangle will be changed into a three dimensional box and you must press the Enter key to make it effective. You can also use the up and down arrow keys to make the entry effective. Note that the dotted rectangle is now in the upper left cell, so you can type in the data right away. If you want to read the remaining text and use the PgDn key, instead of the scrollbar, you

OK

**Gambar 3.26 Tampilan Menu Layer**

Adapun nilai *Poisson Ratio* menurut Huang (204) yang disajikan pada Tabel 3.19 berikut ini.

**Tabel 3.19 Nilai Poisson Ratio**

Material	$\mu$ Range	$\mu$ Typical
<i>Hot mix asphalt</i>	0,30 – 0,40	0,35
<i>Portland cement concrete</i>	0,15 – 0,20	0,15
<i>Untreated granular materials</i>	0,30 – 0,40	0,35
<i>Cement-treated granular materials</i>	0,10 – 0,20	0,15
<i>Cement-treated fine-grained soils</i>	0,15 – 0,35	0,25
<i>Lime-stabilized materials</i>	0,10 – 0,25	0,20
<i>Lime-fly ash mixtures</i>	0,10 – 0,15	0,15
<i>Loose sand or silty sand</i>	0,20 – 0,40	0,30
<i>Dense sand</i>	0,30 – 0,45	0,35
<i>Fine-grained soils</i>	0,30 – 0,50	0,40
<i>Saturated soft clays</i>	0,40 – 0,50	0,45

(Sumber: Huang, 2004)

Nilai Karakteristik Modulus dan *Poisson Ratio* menurut Bina Marga (2017) disajikan pada Tabel 3.20 berikut.

**Tabel 3.20 Karakteristik Modulus Bahan Berpengikat dan *Poisson Ratio* untuk Pengembangan Bagan Desain dan Analisis Mekanistik**

Jenis Bahan	Modulus Tipikal	Poisson Ratio	Koefisien Relatif (a)
HRS WC	800 MPa	0,4	Sesuai PdT-01-2002-B
HRS BC	900 MPa		
AC WC	1100 MPa		
AC BC (lapis atas)	1200 MPa		
AC Base	1600 MPa		
CTB	500 MPa retak ( <i>post cracking</i> )	0,2 (mulus)	
		0,35 (retak)	
Tanah Dasar	10 × CBR (MPa)	0,45 (kohesif)	
		0,35 (non kohesif)	

(Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)

#### 4. *Interface*

Menu “*Interface*” berkaitan dengan nilai NBOND pada menu “*General*”, apabila NBOND = 1, maka *setting* menu ini akan *default*. Jika nilai NBOND = 2, maka akan muncul tampilan seperti pada Gambar 3.27 berikut.

Interface No.	INT
1	0
2	0

(1) This form appears when the 'Interface' menu on the Main Menu of LAYERINP is clicked. The number of interfaces on this form is equal to  $NL - 1$ , where  $NL$  is specified in the 'General' menu.

(2) INT (condition of each interface): Assign 1 for bonded interface and 0 for frictionless interface.

(3) After typing in the data in the first cell, move to the next cell by pressing the Enter. After the last cell is filled, be sure to click the Enter key.

(4) You cannot delete or add a line on this form.

(5) Upon completion, click the OK button at the lower right corner to return to the Main Menu of LAYERINP.

OK

**Gambar 3.27 Tampilan Menu *Interface***

## 5. *Moduli*

Pada menu “*Moduli*” jumlah periode sama dengan jumlah *NPY* pada menu “*General*”. Maksimal periodenya adalah 12. Terdapat opsi “*Period1*” seperti yang disajikan Gambar 3.28 dan kemudian opsi tersebut diklik untuk diisi nilai Modulus Elastisitas setiap layer seperti pada Gambar 3.28 dan Gambar 3.29 di bawah ini.

Layer Modulus of each period for Data Set No. 1

Period1  
input

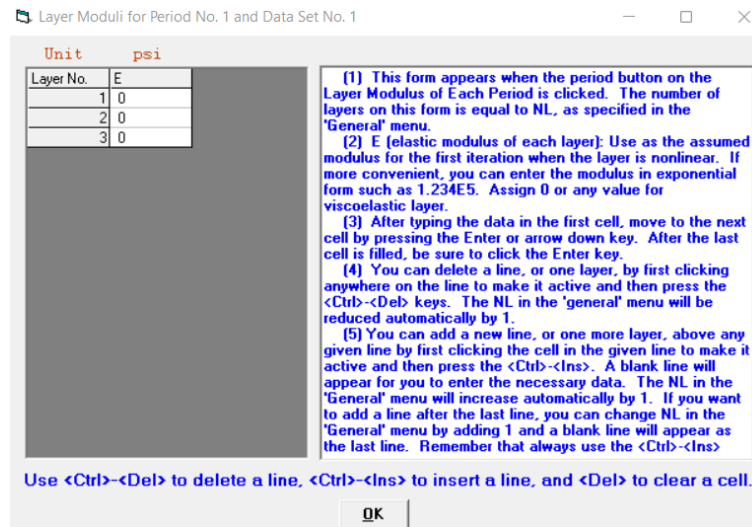
(1) This form appears when the 'Moduli' menu on the Main Menu of LAYERINP is clicked. The number of periods on this form is equal to  $NPY$ , as specified in the 'General' menu. The 12 buttons on the form indicates that a maximum of 12 periods may be used. However, only the periods being actually specified are marked with the period number on the button.

(2) Below the period button is a label showing 'input' in red, indicating that there are no defaults and you must enter the elastic modulus for each layer. After the data are entered, the letter 'input' will be changed to 'done'.

(3) Now you can click the Period1 button to enter the data. After the data for all periods are entered, as indicated by 'done' under each period button, click OK to return to the Main Menu of LAYERINP.

OK

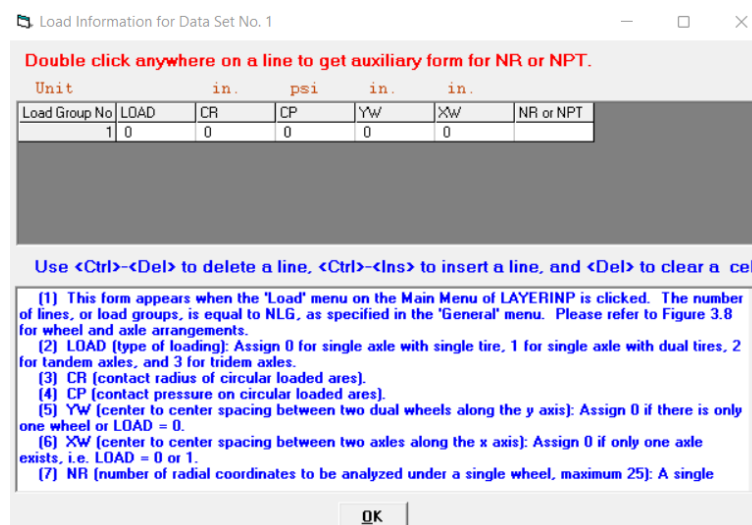
**Gambar 3.28 Tampilan Menu *Moduli***



**Gambar 3.29 Tampilan Menu *Period1***

## 6. *Load*

Jumlah unit dalam menu ini sama dengan jumlah *NLG* pada menu "*General*". Pengisian setiap kolom mengikuti keterangan pada bagian bawah, antara lain pada kolom *load* diisi (0) apabila sumbu tunggal, (1) sumbu tunggal roda ganda, (2) sumbu *tandem*, (3) sumbu *triple*. Pada kolom *CR* diisi nilai radius kontak pembebanan, kolom *CP* adalah nilai beban, kolom *XW* dan *YW* adalah jarak antar roda arah x dan y, sedangkan kolom *NR* dan *NPT* merupakan titik koordinat tegangan-regangan yang akan ditinjau. Menu "*Load*" disajikan pada Gambar 3.30 berikut ini.



**Gambar 3.30 Tampilan Menu *Load***

### 3.5. Analisis Kerusakan Perkerasan

Kerusakan perkerasan umumnya disebabkan oleh beban kendaraan. Dalam analisis menggunakan program *KENPAVE*, akan diperoleh nilai tegangan dan regangan dari perkerasan lentur yang akan digunakan untuk memprediksi kerusakan pada perkerasan. Analisis kerusakan pada perkerasan yang dibahas dalam penelitian ini adalah *fatigue cracking*, *rutting*, dan *permanent deformation*.

#### 1. *Fatigue cracking*

Retak lelah atau *fatigue cracking* merupakan bentuk dari retak dibawah perkerasan akibat beban secara berulang. Kegagalan ini biasanya ditemukan saat permukaan perkerasan tertutup oleh retakan dengan presentase yang tinggi. Persamaan untuk *fatigue cracking* pada perkerasan lentur untuk menentukan beban repetisi berdasarkan nilai tegangan tarik di bawah lapis permukaan dapat dilihat pada Persamaan (3.4) di bawah ini.

$$N_f = 0,0796 (\epsilon_t)^{-3,921} |E|^{-0,854} \quad (3.4)$$

dengan:

$N_f$  = jumlah nilai beban pengulangan yang diijinkan untuk control *fatigue cracking*,

$\epsilon_t$  = *tensile strain* di lokasi tinjauan kritis, dihitung berdasarkan respon model, struktur atau regangan tarik di bawah lapis permukaan, dan

$E$  = modulus elastis lapis permukaan.

#### 2. *Rutting*

Retak alur atau *rutting* adalah akumulasi dari deformasi plastis yang terjadi dari lapis aspal, lapis pondasi, dan *subgrade*. Nilai *rutting* maksimum harus dibatasi supaya tidak membahayakan pengendara saat melintas pada bagian yang mengalami retak alur. Persamaan *rutting* untuk mengetahui jumlah beban berdasarkan regangan tekan di bawah lapis pondasi bawah dapat dilihat pada Persamaan (3.5) berikut.

$$N_d = 1,365 \times 10^{-9} (\epsilon_c)^{-4,47} \quad (3.5)$$

dengan:

$N_d$  = jumlah nilai repetisi beban yang diijinkan untuk kontrol *rutting*, dan

$\epsilon_c$  = regangan tekan vertikal di atas lapisan dasar.

### 3. *Permanent deformation*

Persamaan untuk *permanent deformation* untuk mengetahui nilai beban repetisi pada perkerasan dapat dilihat pada Persamaan (3.6) berikut.

$$Nd = 1,365 \times 10^{-9} (\epsilon_c)^{-4,47} \quad (3.6)$$

## 3.6. Bina Marga 2017

Metode Bina Marga 2017 merupakan metode atau pedoman yang digunakan untuk pelaksanaan kegiatan konstruksi jalan supaya memiliki kualitas yang baik. MDPJ 2017 telah direvisi dari edisi yang sebelumnya dan merupakan adaptasi dari metode *AASHTO* yang telah dimodifikasi sesuai dengan keadaan di Indonesia. Metode Bina Marga 2017 digunakan untuk menentukan lapis tambahan (*overlay*) dan nilai sisa umur rencana pada penelitian ini.

### 3.6.1. Umur Rencana (UR)

Umur rencana adalah waktu dari jalan tersebut mulai dari dibuka sampai mengalami kerusakan yang menyebabkan perlu dilakukan perbaikan atau penambahan lapis permukaan baru (*overlay*). Ketentuan umur rencana dapat dilihat pada Tabel 3.21 berikut.

**Tabel 3.21 Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (UR)**

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

(Sumber: Bina Marga, 2017)

### 3.6.2. Analisis Volume Lalu Lintas

Data lalu lintas merupakan parameter penting untuk menghitung beban lalu lintas rencana yang akan dipikul oleh perkerasan sesuai dengan umur rencana. Faktor utama yang mempengaruhi dalam desain perkerasan adalah beban gandar



kendaraan dan volume lalu lintas dalam bentuk beban sumbu standar setiap jenis kendaraan.

Volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melintasi suatu titik pada ruas jalan dalam satuan waktu. Lalu lintas harian rerata (LHR) adalah volume lalu lintas kendaraan rerata yang melewati satu titik pada ruas jalan dalam kurun waktu 1 hari. Volume lalu lintas umumnya bertambah dari tahun ke tahun, maka perlu dilakukan perhitungan untuk volume lalu lintas sesuai dengan umur perencanaan yang dapat dihitung dengan rumus pada Persamaan (3.7) berikut.

$$LHR = LHR_0(1 + i)^n \quad (3.7)$$

dengan:

LHRT = LHR akhir umur rencana,

LHR<sub>0</sub> = LHR awal tahun umur rencana,

n = umur rencana (tahun), dan

i = angka pertumbuhan.

### 3.6.3. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (*i*)

Nilai *i* dapat ditentukan dari *historical growth data* atau menggunakan data pada Tabel 3.22 berikut ini.

**Tabel 3.22 Faktor Laju Pertumbuhan lalu Lintas (*i*) (%)**

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

(Sumber: Bina Marga, 2017)

Faktor pertumbuhan kumulatif (*cumulative growth factor*) dapat dicari dengan Persamaan (3.8) berikut.

$$R = \frac{(1+0,01i)^{UR}-1}{0,01 i} \quad (3.8)$$

dengan:

R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif,

*i* = laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%), dan

UR = umur rencana (tahun).

#### 3.6.4. Faktor Distribusi Lajur Rencana

Faktor distribusi lajur ditentukan oleh jumlah lajur pada satu arah untuk menyesuaikan nilai beban kumulatif (ESA). Pada jalan dua arah, umumnya faktor distribusi arah (DD) diasumsikan 0,50 kecuali di lokasi dengan jumlah kendaraan niaga lebih tinggi di arah tertentu. Faktor distribusi lajur jalan dapat dilihat pada Tabel 3.23 berikut ini.

**Tabel 3.23 Faktor Distribusi Lajur (DL)**

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

(Sumber: Bina Marga, 2017)

#### 3.6.5. Faktor Ekuivalen Beban (*VDF*)

Faktor ekuivalen beban menyatakan kerusakan perkerasan akibat beban sumbu kendaraan yang melintas terhadap daya rusak akibat beban sumbu standar. Perhitungan beban lalu lintas dapat dilakukan dengan menggunakan studi jembatan timbang status melalui survei secara langsung atau dengan data *WIM* regional yang dikeluarkan oleh Ditjen Bina Marga. Jika tidak memungkinkan survei beban gandar, maka dapat menggunakan nilai *VDF* regional setiap jenis kendaraan niaga yang diolah dari data studi *WIM* oleh Bina Marga pada tahun 2012-2013. Terdapat periode beban aktual untuk perencanaan hingga tahun 2020 menggunakan nilai *VDF* beban nyata, sedangkan periode beban normal (terkendali) dapat menggunakan *VDF* dengan muatan sumbu terberat 12 ton. Nilai *VDF* yang dapat dijadikan sebagai acuan disajikan pada Tabel 3.24 berikut ini.

**Tabel 3.24 Nilai VDF Masing – Masing Jenis Kendaraan Niaga**

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

(Sumber: Bina Marga, 2017)

### 3.6.6. Beban Sumbu Standar Kumulatif (*CESAL*)

Beban sumbu standar merupakan jumlah kumulatif beban lalu lintas di satu lajur selama umur rencana. *CESAL* dapat dihitung menggunakan Persamaan (3.9) berikut.

$$ESA = (\sum LHR_{JK} \times VDF_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R \quad (3.9)$$

dengan:

$ESA_{TH-1}$  = kumulatif lintasan sumbu standar ekivalen pada tahun pertama,

$LHR_{JK}$  = lintas harian rerata tiap jenis kendaraan niaga (satuan kendaraan per hari),

$VDF_{JK}$  = faktor ekivalen tiap jenis kendaraan niaga (Tabel 3.24),

$DD$  = faktor distribusi arah,

$DL$  = faktor distribusi lajur,

*CESAL* = kumulatif beban sumbu standar ekivalen selama umur rencana, dan

$R$  = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif.

### 3.6.7. Struktur Perkerasan

Jenis perkerasan dipilih berdasarkan volume lalu lintas, umur rencana, dan kondisi pondasi jalan. Jenis perkerasan dapat dilihat pada Tabel 3.25 berikut.

**Tabel 3.25 Pemilihan Jenis Perkerasan**

Struktur Perkerasan	Bagan Desain	ESA (juta) dalam 20 tahun				
		0 - 0,5	0,1 - 4	>4 - 10	>10 - 30	>30 - 200
Perkerasan kaku dengan lalin berat (di atas tanah, $CBR \geq 2,5\%$ )	4	-	-	2	2	2
Perkerasan kaku dengan lalin rendah (daerah pedesaan dan perkotaan)	4A	-	1,2	-	-	-
AC-WC modifikasi atau SMA modifikasi dengan CTB ( $ESA^5$ )	3	-	-	-	2	2
AC dengan CTB ( $ESA^5$ )	3	-	-	-	2	2
AC tebal $\geq 100$ mm dengan lapis pondasi berbutir ( $ESA^5$ )	3B	-	-	1,2	2	2

**Lanjutan Tabel 3.25 Pemilihan Jenis Perkerasan**

Struktur Perkerasan	Bagan Desain	ESA (juta) dalam 20 tahun				
		0 - 0,5	0,1 - 4	>4 - 10	>10 - 30	>30 - 200
AC atau HRS tipis di atas lapis pondasi berbutir ( $ESA^5$ )	3A	-	1,2	-	-	-
Burda atau burtu dengan LPA Kelas A atau batuan asli	5	3	3	-	-	-
Lapis pondasi <i>soil cement</i>	6	1	1	-	-	-
Perkerasan tanpa penutup (Japat, jalan kerikil)	7	1	-	-	-	-

(Sumber: Bina Marga, 2017)

### 3.6.8. Desain Pondasi Jalan

Nilai daya dukung tanah harus diperhitungkan dengan cermat karena memiliki dampak yang sangat signifikan pada masa layan jalan. Nilai *CBR* harus memenuhi syarat supaya dapat mendukung beban lalu lintas dari jalan itu sendiri. Menurut Bina Marga 2017, pondasi perkerasan tanah lunak harus memiliki *CBR* lebih dari 6%.

Hal penting lain yang harus diperhatikan adalah perlunya membedakan daya dukung rendah bersifat lokal dengan daya dukung tanah dasar yang lebih umur atau mewakili suatu lokasi. Tanah dasar lokal yang memiliki daya dukung rendah biasanya dibuang dan diganti dengan material yang lebih baik. Oleh karena itu, perlu diketahui nilai *CBR* karakteristik atau *CBR design* yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$CBR_{design} = CBR_{rerata} - f \times \text{deviasi standar}$$

dengan :

$f = 1,645$  untuk jalan tol atau jalan bebas hambatan,

$f = 1,282$  untuk jalan kolektor dan arteri, dan

$f = 0,842$  untuk jalan lokal dan jalan kecil.

Desain pondasi jalan berdasarkan nilai *CBR* desain dipilih mengikuti acuan pada Tabel 3.26 berikut ini.

**Tabel 3.26 Desain Pondasi Minimum Perkerasan Lentur**

<i>CBR</i> Tanah Dasar (%)	Kelas Kekuatan tanah Dasar	Uraian Struktur Pondasi	Beban lalin pada lajur rencana dengan UR 40 tahun (juta <i>ESA</i> <sub>5</sub> )		
			< 2	2 - 4	> 4
			Tebal minimum		
≥ 6	SG6	Perbaikan <i>subgrade</i> , berupa stabilisasi semen atau material timbunan pilihan (sesuai Spesifikasi Umum, Divisi 3 - Pekerjaan Tanah) (pemadatan lapisan 200 mm tebal gembur)	Tidak diperlukan perbaikan		
5	SG5		-	-	100
4	SG4		100	150	200
3	SG3		150	200	300
2,5	SG2,5		175	250	350
Tanah ekspansif (potensi pemuai >5%)			400	500	600
Perkerasan di atas tanah lunak	SG1	Lapis penopang berbutir	1000	1100	1200
		atau lapis penopang dan geogrid	650	650	850
Tanah gambut dengan <i>HRS</i> atau <i>DBST</i> untuk perkerasan jalan raya minor (nilai minimum, ketentuan lain berlaku)		Lapis penopang berbutir	1000	1250	1500

(Sumber: Bina Marga, 2017)

### 3.6.9. Desain Tebal *Overlay*

Tebal *overlay* yang dibangun di atas konstruksi perkerasan bertujuan untuk meningkatkan kekuatan struktur perkerasan supaya mampu melayani lalu lintas selama umur rencana. Metode yang digunakan harus tepat untuk meminimalisir kerusakan kembali dalam kurun waktu dekat dan menghindari konstruksi tidak ekonomis. Pada penelitian ini, digunakan pendekatan berdasarkan MDPJ 2017.

#### 1. Tebal *overlay*

Lapis tambahan perlu diperhatikan ketebalannya untuk mencapai level kerataan sesuai kebutuhan. Jika hanya memperbaiki rata permukaan, maka dapat menggunakan tebal seperti yang tercantum pada Tabel 3.27 berikut,

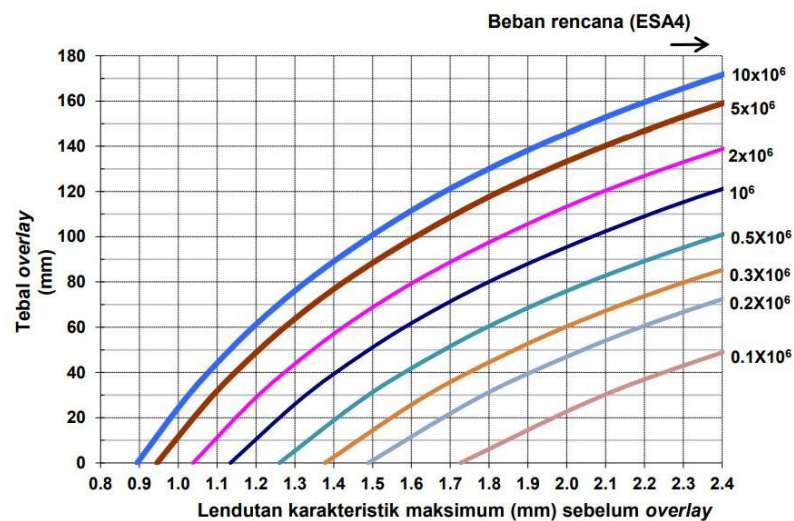
**Tabel 3.27 Tebal Overlay Menurunkan IRI**

IRI rerata perkerasan <i>existing</i>	Tebal <i>Overlay</i> Minimum untuk Mencapai IRI = 3 (mm)
4	40
5	45
6	50
7	55
8	60

(Sumber: Bina Marga, 2017)

2. Tebal *overlay* berdasarkan lendutan maksimum

Nilai lendutan balik maksimum diperoleh dari alat ukur *Benkleman Beam* yang dapat digunakan untuk menentukan tebal *overlay*. Landutan maksimum digunakan untuk mencegah terjadinya kerusakan dan deformasi permanen pada lapisan *subbase* dan tanah dasar. Grafik desain *overlay* berdasarkan lendutan maksimum dapat dilihat pada Gambar 3.31 berikut.



**Gambar 3.31 Solusi *Overlay* Berdasarkan Lendutan Balik *Benkleman Beam* untuk WMAPT 41°C**

(Sumber: Bina Marga, 2017)

### 3.7. Manual Kapasitas Jalan Indonesia

Manual Kapasitas Jalan Indonesia atau MKJI memiliki metode perhitungan perilaku lalu lintas yang diperlukan dalam perencanaan jalan dan kebutuhan lalu lintas. MKJI memuat fasilitas jalan perkotaan, semi perkotaan, dan jalan luar kota, serta jalan bebas hambatan.

### 3.7.1. Jalan Perkotaan

Jalan perkotaan memiliki perkembangan yang secara menerus di sepanjang atau hampir seluruh jalan. Jalan di dekat pusat perkotaan dengan penduduk lebih dari 100.000, dikategorikan dalam kelompok ini. Tipe jalan perkotaan adalah sebagai berikut.

- a. Jalan dua lajur dua arah (2/2 UD)
- b. Jalan empat lajur dua arah, tak terbagi (4/2 UD) dan terbagi (4/2 D)
- c. Jalan enam lajur dua arah terbagi (6/2 D)
- d. Jalan satu arah (1-3/1)

### 3.7.2. Penentuan Nilai Ekuivalen Mobil Penumpang (EMP)

Ekivalensi mobil penumpang (emp) adalah satuan dari arus lalu lintas yang dikonversi dari berbagai jenis kendaraan/jam menjadi satuan mobil penumpang (smp). Menurut MKJI (1997), ekivalensi mobil penumpang merupakan faktor yang menunjukkan berbagai tipe kendaraan dibandingkan dengan kendaraan ringan sehubungan pengaruhnya terhadap kecepatan kendaraan ringan dalam arus lalu lintas, sedangkan satuan mobil penumpang adalah satuan arus lalu lintas dari berbagai tipe kendaraan yang diubah menjadi kendaraan ringan dengan menggunakan faktor emp. Nilai emp dibedakan berdasarkan jenis kendaraan, jenis jalan, dan volume jam perencanaan.

Menurut MKJI 1997, jenis-jenis kendaran terbagi menjadi 4 jenis, yaitu.

1. Kendaraan ringan (*LV*)  
Kendaraan ringan atau kendaraan bermotor roda 4 dengan jarak as 2 – 3 meter, yaitu mobil penumpang, opelet, microbus, pick-up, dan truk kecil.
2. Kendaraan berat (*HV*)  
Kendaraan berat berjarak as > 3,5 meter dengan roda lebih dari empat, yaitu bus, truk 2 as, truk 3 as, dan truk kombinasi sesuai klasifikasi Bina Marga.
3. Sepeda motor (*MC*)  
Kendaraan bermotor dengan roda dua atau tiga.
4. Kendaraan tak bermotor (*UM*)  
Kendaraan beroda yang menggunakan tenaga manusia atau hewan untuk bergerak, termasuk sepeda, becak, kereta kuda, dan kereta dorong.



Sesuai dengan ketentuan MKJI 1997, nilai ekivalensi mobil penumpang pada jalan perkotaan dapat dilihat pada Tabel 3.28 berikut.

**Tabel 3.28 Emp Jalan Perkotaan Tak Terbagi**

Tipe jalan:	Arus lalu lintas total dua arah (kend/jam)	emp		
		HV	MC	
Jalan tak terbagi			Lebar jalur lalu lintas Wc (m)	
		≤ 6	> 6	
Dua lajur tak terbagi (2/2 UD)	0	1,3	0,50	0,40
	≥ 1.800	1,2	0,35	0,25
Empat lajur tak terbagi (4/2 UD)	0	1,3	0,40	
	≥ 3.700	1,2	0,25	

(Sumber: Bina Marga, 1997)

### 3.7.3. Kapasitas Jalan

Menurut MKJI (1997), kapasitas jalan merupakan arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan pada kondisi tertentu (geometri, distribusi arah dan komposisi lalu lintas, dan faktor lingkungan). Kapasitas jalan dapat dihitung, arus maksimum yang bisa melewati dengan mempertahankan tingkat kinerja suatu jalan tertentu. Lebar dan jumlah lajur diperlukan untuk melewatkan arus lalu lintas, maka untuk mempertahankan suatu kinerja tertentu dapat dihitung dengan melakukan perencanaan yang baik. Analisa kapasitas jalan dilakukan untuk periode satu jam puncak dengan arus dan kecepatan rerata yang ditentukan sesuai dengan MKJI 1997. Arus dinyatakan dalam satuan (smp/jam).

#### 1. Kapasitas Dasar ( $C_0$ )

Kapasitas dasar merupakan jumlah maksimum kendaraan yang dapat melintas pada suatu penampang di suatu jalur selama 1 jam dalam keadaan lalu lintas yang mendekati ideal. Kapasitas dasar ( $C_0$ ) dapat ditentukan nilainya dengan mengacu pada Tabel 3.29 berikut.

**Tabel 3.29 Kapasitas Dasar Jalan Perkotaan**

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

(Sumber: Bina Marga, 1997)

2. Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Lebar Jalur ( $FC_w$ )

Faktor penyesuaian kapasitas untuk lebar jalur lalu lintas ditentukan berdasarkan lebar jalur lalu-lintas efektif ( $W_c$ ) yang dapat dilihat pada Tabel 3.30 berikut.

**Tabel 3.30  $FC_w$**

Tipe Jalan	Lebar Jalur Lalu Lintas Efektif ( $W_c$ ) (m)	$FC_w$
Empat lajur terbagi atau Jalan satu arah	Per lajur	
	3,00	0,92
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	2,75	1,04
Empat lajur tak terbagi	Per lajur	
	3,00	0,91
	3,25	0,95
	3,50	1,00
	3,75	1,05
Dua lajur tak terbagi	Total dua arah	
	5	0,56
	6	0,87
	7	1,00
	8	1,14
	9	1,25
	10	1,29
11	1,34	

(Sumber: MKJI, 1997)

3. Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Pemisahan Arah ( $FC_{SP}$ )

Faktor penyesuaian kapasitas untuk jalan terbagi dan jalan satu arah tidak dapat diterapkan nilai faktor pada tabel di dibawah dan digunakan nilai 1,00 sebagai nilai  $FC_{SP}$ . Nilai  $FC_{SP}$  dapat dilihat pada Tabel 3.31 berikut.

**Tabel 3.31  $FC_{SP}$**

Pemisahan arah SP %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
$FC_{sp}$	Dua lajur 2/2	1,00	0,970	0,940	0,910	0,880
	Empat lajur 4/2	1,00	0,985	0,970	0,955	0,940

(Sumber: MKJI, 1997)

#### 4. Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Hambatan Samping

Hambatan samping merupakan dampak dari aktifitas di samping segmen jalan terhadap kinerja lalu lintas seperti pejalan kaki, angkot berhenti, kendaraan keluar atau masuk sisi jalan, dan kendaraan dengan kecepatan lambat. Nilai  $FC_{SF}$  bahu dapat dilihat pada Tabel 3.32 berikut.

**Tabel 3.32  $FC_{SF}$  pada Jalan Perkotaan dengan Bahu**

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

(Sumber: MKJI, 1997)

#### 5. Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Ukuran Kota ( $FC_{CS}$ )

Perlu diperhatikan fungsi jumlah penduduk sebagai penyesuaian nilai faktor kapasitas berdasarkan ukuran kota. Nilai  $FC_{CS}$  disajikan Tabel 3.33 berikut.

**Tabel 3.33  $FC_{CS}$  Ukuran Kota**

Ukuran Kota (Juta penduduk)	$FC_{CS}$
$< 0,1$	0,86
0,1 - 0,5	0,90
0,5 - 1,0	0,94
1,0 - 3,0	1,00
$> 3,0$	1,04

(Sumber: MKJI, 1997)

## 6. Penentuan Kapasitas

Setelah menentukan nilai 5 faktor pada poin 1 sampai dengan 5, maka dapat dihitung kapasitas segmen jalan dengan menggunakan data tersebut. Adapun persamaan yang digunakan untuk menghitung kapasitas seperti yang tertera pada (Persamaan 3.10) berikut.

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \text{ (smp/jam)} \quad (3.10)$$

dengan:

- C = Kapasitas,
- C<sub>0</sub> = kapasitas dasar (smp/jam),
- FC<sub>W</sub> = faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas,
- FC<sub>SP</sub> = faktor penyesuaian pemisahan arah,
- FC<sub>SF</sub> = faktor penyesuaian hambatan samping, dan
- FC<sub>CS</sub> = faktor penyesuaian ukuran kota.

### 3.7.4. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan (DS) merupakan rasio arus terhadap kapasitas yang digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja suatu segmen jalan atau simpang. Derajat kejenuhan dihitung dengan menggunakan arus dan kapasitas yang dinyakan dalam smp/jam. Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, standar nilai derajat kejenuhan untuk jalan perkotaan adalah 0,75. Adapun nilai derajat kejenuhan dihitung dengan menggunakan Persamaan (3.11) berikut.

$$Ds = \frac{Q}{S} \quad (3.11)$$

dengan:

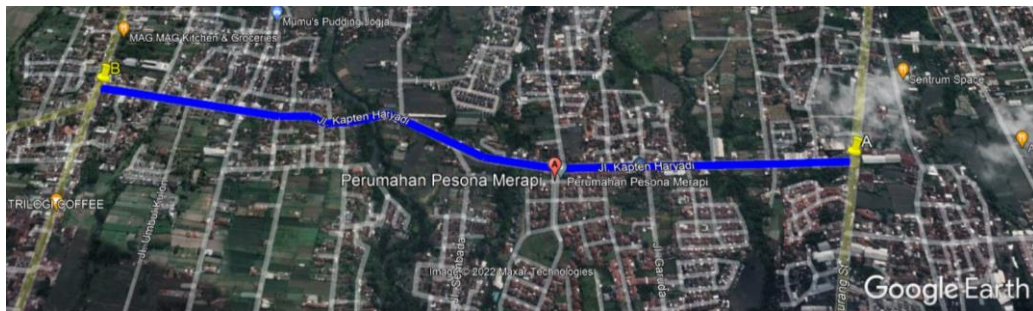
- Ds : derajat kejenuhan,
- Q : arus lalu lintas (smp/jam), dan
- V : volume lalu lintas (smp/jam).

## BAB IV

### METODE PENELITIAN

#### 4.1. Lokasi Penelitian

Objek penelitian ini adalah Jalan Kapten Haryadi yang tertelak di Dusun Ngebel Gede, Kelurahan Sariharjo, Kecamatan Ngaglik, Daerah Istimewa Yogyakarta. Denah lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut ini.



**Gambar 4.1 Lokasi Penelitian Jalan**

(Sumber: Google Earth, diakses pada tanggal 25 Juli 2022 pukul 09.55)

#### 4.2. Pengumpulan Data

Pada penelitian ini digunakan data primer berupa jenis kerusakan yang diidentifikasi dan data sekunder yang diperoleh dari PUP-ESDM DIY Bidang Bina Marga adalah sebagai berikut.

1. Peta lokasi
2. Data LHR dari tahun 2020 – tahun 2022
3. Data *CBR* dan data lendutan
4. Data struktur perkerasan jalan (panjang, lebar, jumlah lajur dan jalur jalan)

Data primer berupa ketebalan lapis perkerasan dilakukan dengan melakukan *test-pit* dengan pendampingan dari pihak Bina Marga DIY. Data jenis kerusakan diperoleh dari survei secara langsung di Jalan Kapten Haryadi. Survei dilakukan pada jam lengang supaya tidak mengganggu kegiatan lalu lintas.

##### 4.2.1. Langkah – Langkah Pengujian *Test-Pit* Aspal

Tebal lapis perkerasan Jalan Kapten Haryadi diperoleh dengan cara melakukan pengujian *test-pit* aspal secara langsung di lokasi tersebut dengan

pendampingan dari pihak Bina Marga DIY. Pengujian dilakukan pada hari Selasa, 4 Oktober 2022, pukul 14.30 WIB. Langkah – langkah pengambilan data berupa tebal lapis perkerasan dengan pengujian *test-pit* adalah sebagai berikut.

1. Menyiapkan alat

Alat yang digunakan untuk melakukan *test-pit* yaitu berupa linggis, serokan tanah, penggaris, meteran tangan, air, dan *handphone* sebagai dokumentasi.

2. Menentukan titik penggalian

Penggalian dilakukan dibagian pinggir jalan. Dipilih dua titik supaya nilai tebal lapis perkerasan perkerasan yang diperoleh lebih akurat, dua titik tersebut dipilih pada segmen 21 dan segmen 10. Lokasi tersebut dipilih secara acak karena memerlukan bidang yang kosong di pinggir jalan dan memungkinkan untuk dilakukan penggalian.

3. Menggali tanah

Penggalian tanah di pinggir perkerasan jalan dilakukan dengan bantuan tukang gali dengan menggunakan linggis. Dimensi galian yang disarankan oleh Pendamping adalah 30 x 30 cm dengan kedalaman 50 cm.

4. Mengukur tebal lapis perkerasan

Setelah digali, bagian perkerasan yang terlihat dibersihkan dengan menggunakan air supaya lapis struktur perkerasan dapat terlihat dengan jelas. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan penggaris dan meteran tangan. Tebal setiap lapis dicatat pada buku kecil dan dilakukan dokumentasi.

5. Menutup lubang galian

Setelah pengukuran dilakukan dan dicatat, lubang galian ditutup kembali dengan tanah menggunakan sorok dan dipadatkan kembali secara manual dengan diinjak-injak.

#### 4.2.2. Langkah – Langkah Survei Kerusakan Jalan

Penilaian kerusakan dilakukan dengan mengamati setiap jenis kerusakan dan mencatat dimensi kerusakan meliputi panjang, lebar, dan kedalaman kerusakan yang terjadi pada permukaan perkerasan. Penilaian kondisi perkerasan dilakukan pada tanggal 6 Oktober 2023 s/d 10 Oktober 2023, pada tiap segmen

yang telah dibagi menjadi 40 segmen dengan 5 orang surveyor. Langkah-langkah survei kondisi perkerasan seperti yang dijabarkan berikut ini.

1. Mempersiapkan peralatan survei

Surveyor mempersiapkan peralatan yang digunakan seperti meteran dan mistar untuk mengukur dimensi kerusakan berupa panjang, lebar dan kedalaman setiap jenis kerusakan. Hasil dari pengukuran tersebut kemudian dicatat pada formulir survei yang sudah dicetak sebelumnya.

2. Membagi segmen pengamatan dan tanda titik acuan stasiun

Pembagian segmen perkerasan menjadi beberapa unit dapat mempermudah proses identifikasi supaya tidak mengganggu kegiatan berlalu. Jarak setiap segmen dapat berbeda-beda tergantung pada panjang jalan yang akan diamati. Pemberian tanda titik acuan stasiun disetiap segmen mempermudah surveyor dalam mengidentifikasi dan mencatat hasil pengukuran. Pada penelitian ini, panjang setiap segmen adalah 100 m, sehingga terdapat 40 segmen dari titik awal hingga titik akhir untuk kedua arah.

3. Mengamati dan mencatat kerusakan pada permukaan jalan

Setiap kerusakan yang ada didokumentasikan dan diukur dimensinya meliputi panjang, lebar, dan kedalamannya. Data tersebut kemudian dicatat di formulir survei yang tersedia dan dilakukan penggambaran sketsa yang memperlihatkan lokasi kerusakan di setiap segmen pengamatan.

### **4.3. Analisis Data**

Setelah mendapatkan data dari survei di lapangan dan instansi terkait kemudian dilakukan analisis dan olah data untuk memperoleh nilai yang dibutuhkan. Langkah-langkah analisis dan olah data pada penelitian ini dijabarkan berikut ini.

#### **4.3.1. Analisis Data dengan Metode *PCI***

Langkah-langkah analisis nilai kondisi perkerasan ruas Jalan Kapten Haryadi dengan Metode *PCI* adalah sebagai berikut.

1. Melakukan survei kondisi jalan secara langsung di lapangan
2. Menghitung nilai *density*

3. Menghitung nilai *DV* setiap segmen
4. Menghitung nilai *TDV* setiap segmen
5. Menghitung nilai *CDV* setiap segmen
6. Menghitung nilai *PCI* setiap segmen
7. Menghitung nilai rerata *PCI* dari seluruh unit segmen
8. Menentukan kondisi jalan dari nilai *PCI*

#### 4.3.2. Menghitung Kebutuhan Tebal *Overlay* dengan Metode Bina Marga 2017

Langkah-langkah analisis kebutuhan lapis tambahan untuk ruas Jalan Kapten Haryadi dengan Metode Bina Marga 2017 adalah sebagai berikut.

1. Melakukan pengumpulan data sekunder yang diperoleh dari Dinas PUP-ESDM D.I. Yogyakarta berupa data LHR 2020-2022, dan data lendutan. Data struktur perkerasan yaitu tebal lapis perkerasan diperoleh melalui pengujian *test-pit* di lapangan.
2. Menentukan faktor laju pertumbuhan lalu lintas (*i*)
3. Menghitung faktor pertumbuhan kumulatif lalu lintas sesuai dengan umur rencana
4. Menentukan faktor distribusi arah (DD) dan faktor distribusi lajur (DL)
5. Menentukan faktor ekivalen beban (*VDF*)
6. Menghitung beban sumbu standar kumulatif (*CESAL*)
7. Menghitung nilai lendutan wakil
8. Menentukan tebal lapis tambahan berdasarkan grafik lendutan dengan *Benkleman Beam*

#### 4.3.3. Menghitung Lapis Perkerasan Baru/Rekonstruksi dengan Metode Bina Marga 2017

1. Melakukan pengumpulan data sekunder dari DPUP-ESDM DIY berupa LHR tahun 2020-2022, data *CBR*, dan data lendutan.
2. Menentukan faktor laju pertumbuhan lalu lintas (*i*)
3. Menghitung faktor pertumbuhan kumulatif lalu lintas sesuai dengan umur rencana.
4. Menentukan faktor distribusi arah (DD) dan distribusi lajur (DL).
5. Menentukan faktor ekivalen beban (*VDF*)



6. Menghitung beban sumbu standar kumulatif (*CESAL*)
7. Menentukan jenis perkerasan dan jenis pondasi.

#### 4.3.4. Analisis Data dengan Program *KENPAVE*

Langkah-langkah analisis beban lalu lintas dari nilai tegangan dan regangan dengan program *KENPAVE* adalah sebagai berikut.

1. Melakukan pengumpulan data sekunder berupa LHR dan hasil perhitungan tebal lapis *overlay*
2. Menentukan data karakteristik material dengan mengetahui nilai modulus elastisitas dan nilai *poisson ratio* setiap lapis perkerasan
3. Menentukan nilai *CESA<sub>5</sub>*
4. Melakukan permodelan struktur perkerasan *overlay* dengan Program *KENPAVE* untuk perkerasan lentur dengan menu *KENLAYER*.
5. Menginput data atau informasi umum terkait struktur perkerasan yang akan dianalisis berupa judul, jenis ikatan lapisan, tipe material, analisa kerusakan, akurasi hasil analisa, jumlah lapis arah sumbu Z, tipe respon yang akan dianalisa, satuan yang digunakan.
6. Memasukkan jumlah titik yang akan dianalisa dan jarak vertikal
7. Memasukkan tebal dan nilai *poisson ratio* setiap lapis perkerasan
8. Memasukkan nilai modulus elastisitas setiap lapis
9. Memasukkan informasi beban data lalu lintas berupa beban roda, radius kontak pembebanan, nilai beban, jarak antar roda Y dan X, dan titik koordinat tegangan-regangan yang ditinjau.
10. Menentukan *output* deflaksi dari *running* Program *KENLAYER* yang kemudian digunakan untuk mengetahui nilai repetisi yang menyebabkan kegagalan struktur perkerasan.

#### 4.3.3. Menghitung Derajat Kejenuhan

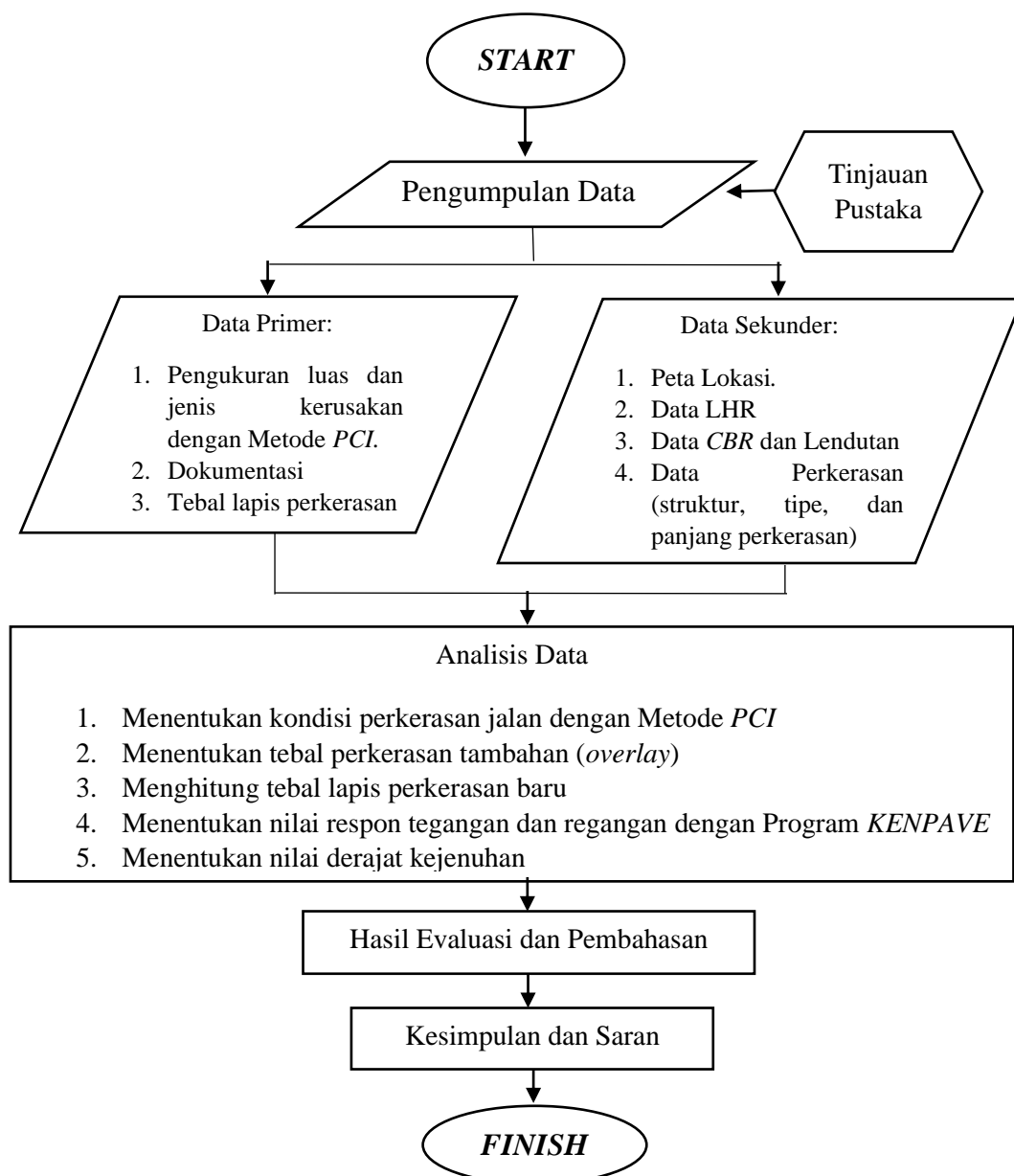
Langkah-langkah menghitung nilai derajat kejenuhan (DS) dengan MKJI 1997 dapat dilihat sebagai berikut.

1. Melakukan pengumpulan data sekunder berupa lalu lintas harian tahun 2022
2. Menyamakan satuan tiap jenis kendaraan menjadi smp/jam

3. Mencari faktor penyesuaian sesuai dengan ketentuan MKJI
4. Menghitung kapasitas
5. Menghitung derajat kejenuhan

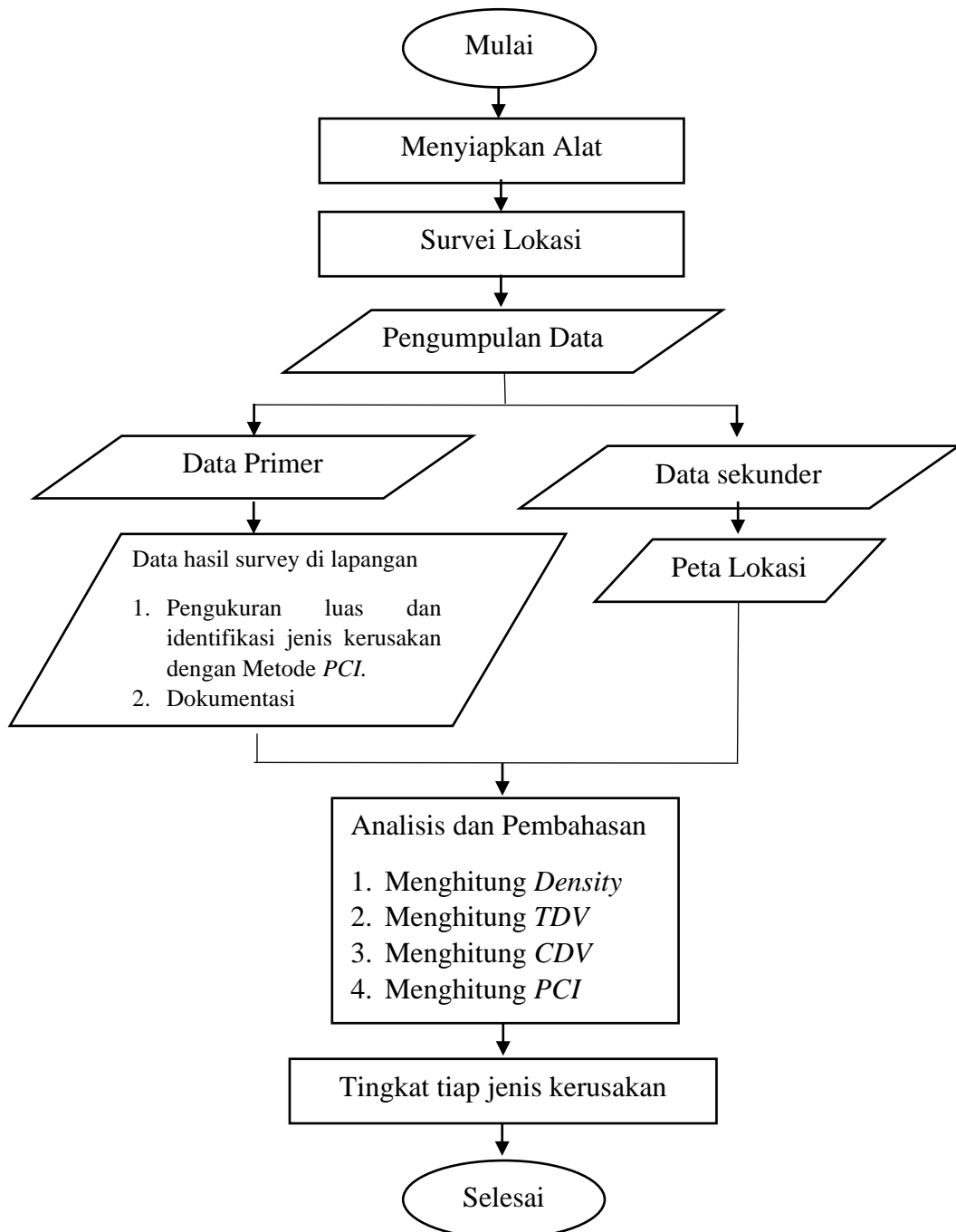
#### 4.4. Bagan Alir Penelitian

Pada penelitian ini digunakan urutan pelaksanaan seperti bagan alir penelitian yang disajikan pada Gambar 4.2 berikut ini.



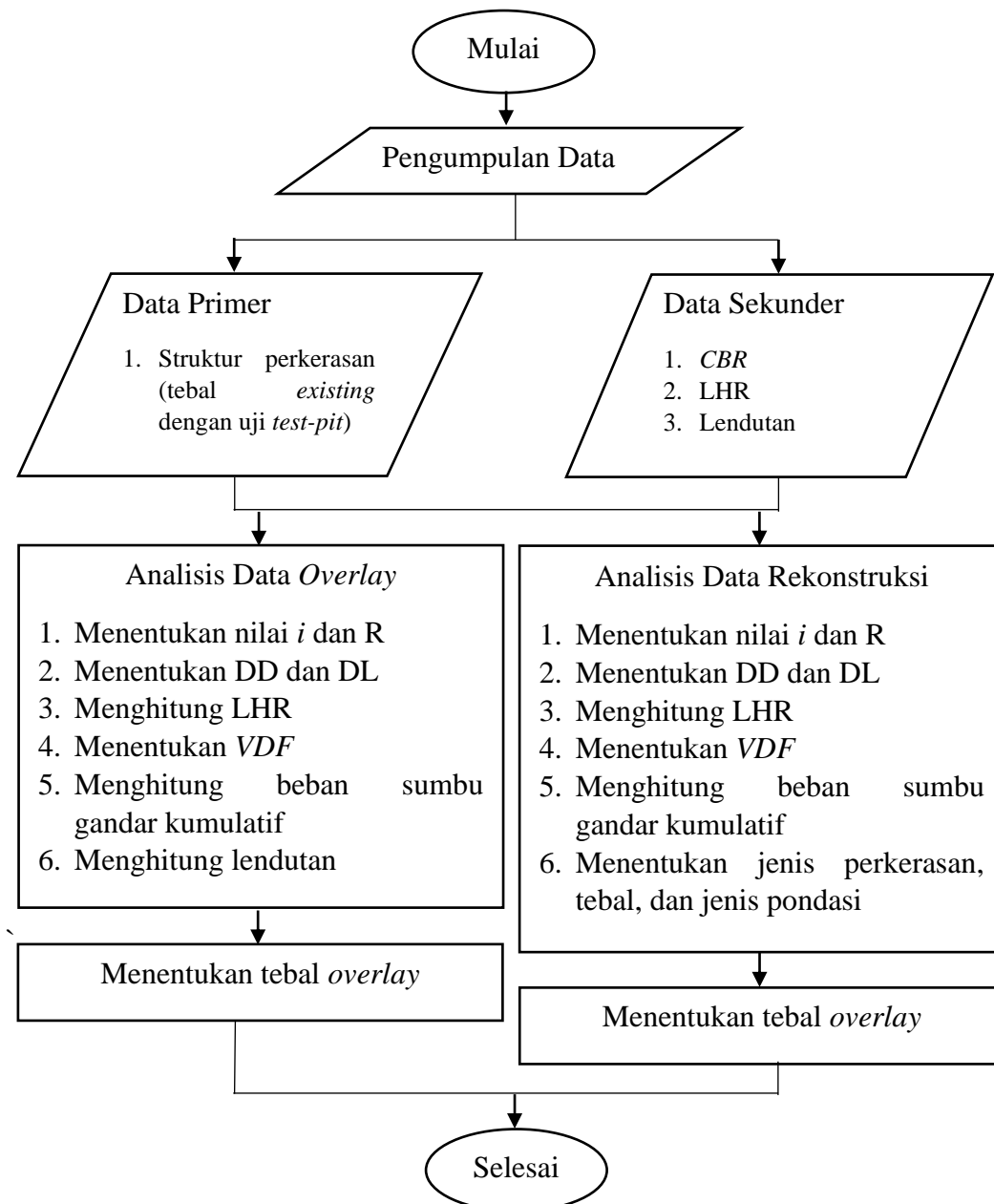
**Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian**

Bagan alir untuk mengidentifikasi kerusakan dan kondisi perkerasan lentur pada ruas Jalan Kapten Haryadi dengan Metode *Pavement Condition Index (PCI)* disajikan pada Gambar 4.3 berikut ini.



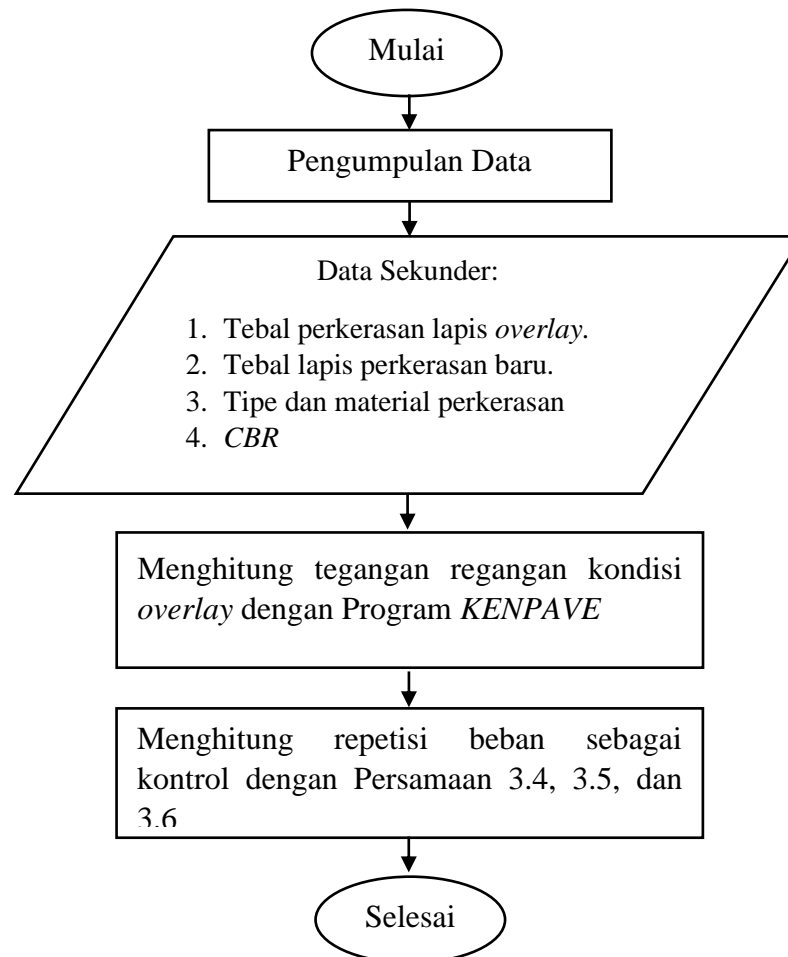
**Gambar 4.3** Bagain Alir Metode *PCI*

Bagan alir untuk menghitung kebutuhan tebal lapis tambahan (*overlay*) dan rekonstruksi pada ruas Jalan Kapten Haryadi dengan metode Bina Marga 2017 dapat dilihat pada Gambar 4.4 di bawah.



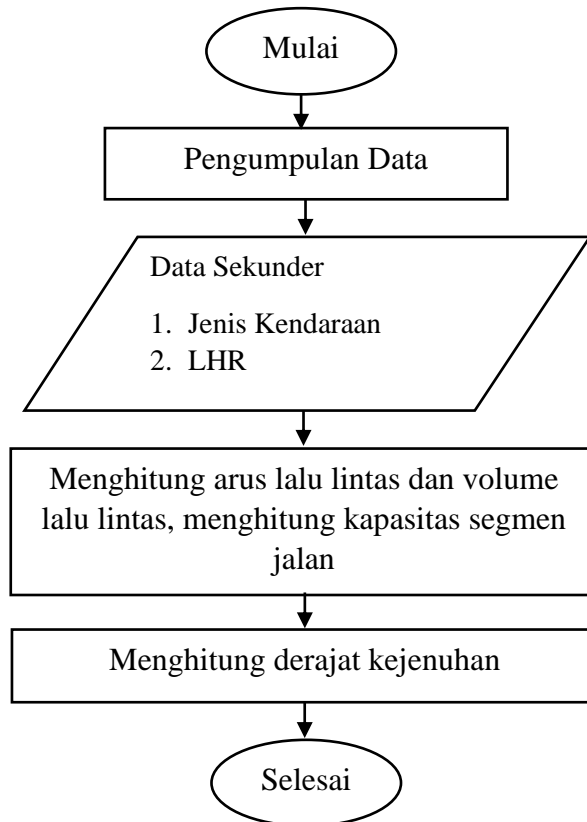
**Gambar 4.4 Bagan Alir Metode Bina Marga 2017 untuk Menghitung Kebutuhan Lapis *Overlay* dan Rekonstruksi**

Bagan alir untuk mengetahui analisis beban lalu lintas dari nilai tegangan dan regangan dengan menggunakan Program *KENPAVE* dapat dilihat pada Gambar 4.5 berikut ini.



**Gambar 4.5 Bagan Alir Mekanistik-Empirik dengan Program *KENPAVE***

Bagan alir untuk mengetahui analisis kapasitas ruas Jalan Kapten Haryadi dengan menggunakan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (Bina Marga, 1997) dapat dilihat pada Gambar 4.6 berikut.



**Gambar 4.6 Bagan Alir Metode MKJI 1997 untuk Menghitung Kapasitas Jalan Perkotaan**

## BAB V

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 5.1. Hasil 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 PUP-ESDM D.I. Yogyakarta.

##### 5.1.1. Data Ruas Jalan Kapten Haryadi

Kondisi ruas Jalan Kapten Haryadi pada Tahun 2023 dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut ini.

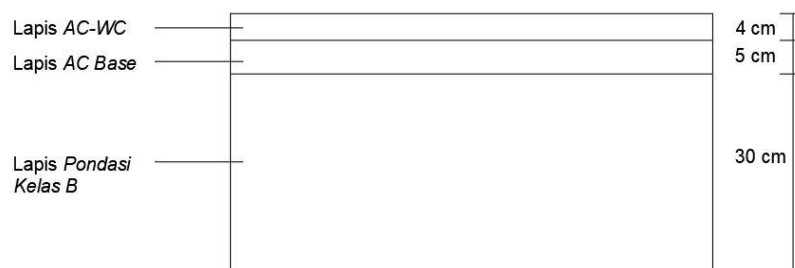
**Tabel 5.1 Kondisi Ruas Jalan Kapten Haryadi**

Status Jalan	Jalan Provinsi
Tipe Perkerasan	Perkerasan Lentur
Panjang Jalan (yang diteliti)	2 km
Lebar perkerasan	6 meter
Jumlah Lajur/jalur	2/2 UD

(Sumber: Dinas PUP-ESDM DIY Bidang Bina Marga)

Data struktur perkerasan pada ruas Jalan Kapten Haryadi yang diperoleh dari pengujian *test-pit* adalah sebagai berikut.

1. Lapis AC-WC = 4 cm
2. Lapis AC Base = 5 cm
3. LPA Kelas B = 30 cm



**Gambar 5.1 Struktur Lapis Perkerasan Ruas Jalan Kapten Haryadi**

### 5.1.2. Data Lendutan

Data lendutan Jalan Kapten Haryadi merupakan data sekunder yang diperoleh dari Dinas PUP-ESDM DIY. Nilai lendutan karakteristik diperoleh dengan alat *Benkleman Beam* (BB) adalah sebesar 1,533 mm.

### 5.1.3. Data Lalu Lintas

Data lalu lintas Jalan Kapten Haryadi merupakan data sekunder yang diperoleh dari Dinas PUP-ESDM DIY. Data lalu lintas harian rerata Jalan Kapten Haryadi dapat dilihat pada Tabel 5.2 berikut.

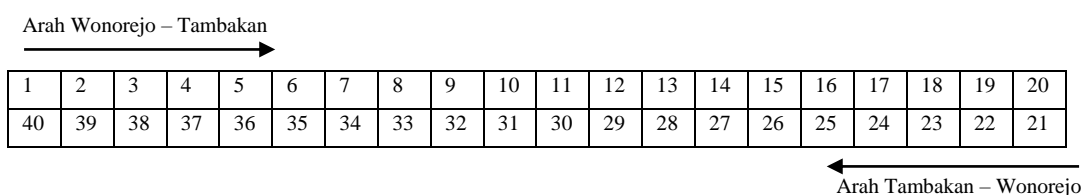
**Tabel 5.2 Data Lalu Lintas Harian Rerata (LHR) Tahun 2018-2022**

Klasifikasi Kendaraan	LHR 2020 (smp/hari)	LHR 2021 (smp/hari)	LHR 2022 (smp/hari)
1	10.446	12.061	13.289
2	5.031	6.778	1.577
3	2	10	15
4	783	987	645
5a	10	40	18
5b	6	24	33
6a	755	795	678
6b	3	156	81
7a	0	15	18
7c	9	57	12
<b>Total</b>	<b>17.045</b>	<b>20.923</b>	<b>16.365</b>

(Sumber: Dinas PUP-ESDM DIY Bidang Bina Marga)

### 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.



**Gambar 5.2 Penomoran Segmen Ruas Jalan Kapten Haryadi**



### 5.1.5. Data CBR

Nilai *CBR* rerata pada Jalan Kapten Haryadi diperoleh dari Dinas PUP-ESDM Bidang Bina Marga sebesar 4,14%.

## 5.2. Nilai Kondisi Perkerasan dengan Metode *PCI*

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

**Tabel 5.3 Tabel Hasil Pengamatan Segmen 8, Arah Wonorejo – Tambakan**

<i>Distress</i>	<i>Quantity</i>							
<i>Severity</i>								
1L	2,82	0,56						
1M	2,7							
11L	1,17	1,92	2,34					
11M	1,96							

dengan :

- 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.

### 1. Menghitung nilai *Density* dan *Deduct Value*

Contoh perhitungan pada segmen 8 dari arah Wonorejo menuju Tambakan.

- 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	300	3,38	1,13
1	M	300	2,70	0,90

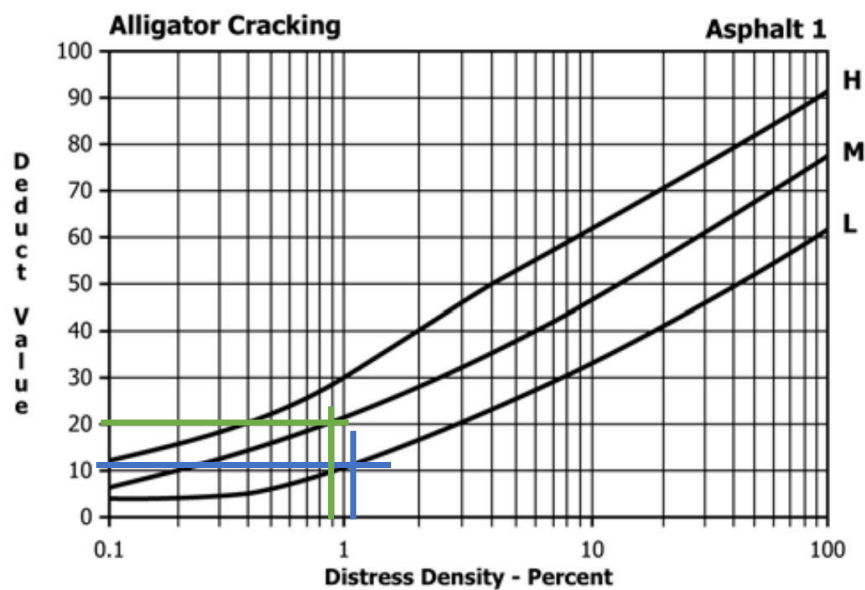
Perhitungan *density* pada *severity level L (low)*

$$\begin{aligned} \text{Density} &= \frac{A_d}{A_s} \times 100 \\ &= \frac{3,38}{300} \times 100 \\ &= 1,13\% \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Density} &= \frac{A_d}{A_s} \times 100 \\ &= \frac{2,70}{300} \times 100 \\ &= 0,90\% \end{aligned}$$

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.

- 1) *Density severity level low* (1,13%), nilai *deduct value* = 11
- 2) *Density severity level medium* (0,90%), 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 <sub>s</sub> ) m <sup>2</sup>	Luas Kerusakan (A <sub>d</sub> ) m <sup>2</sup>	<i>Density (%)</i>
11	L	300	5,43	1,81
11	L	300	1,96	0,65

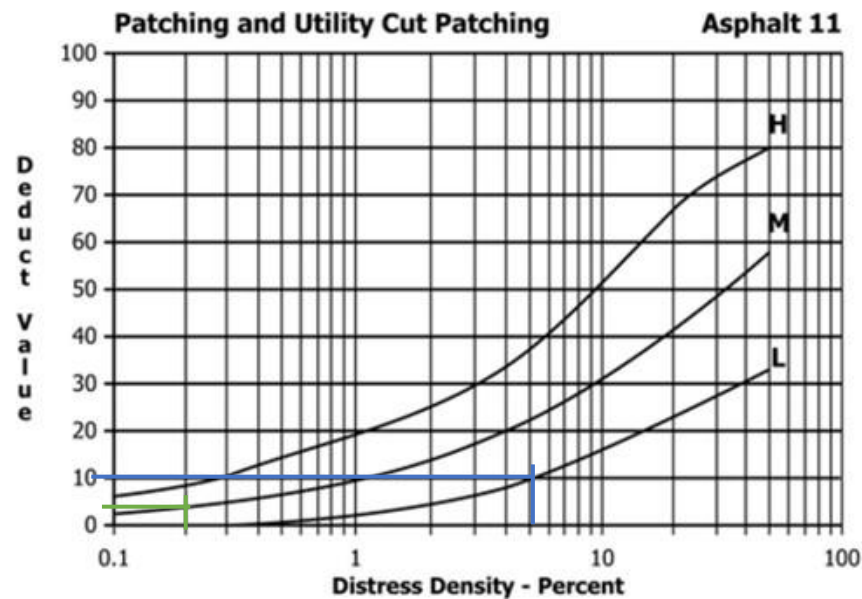
Perhitungan *density* pada *severity level L (low)*

$$\begin{aligned}
 \text{Density} &= \frac{A_d}{A_s} \times 100 \\
 &= \frac{5,43}{300} \times 100 \\
 &= 1,81\%
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 \text{Density} &= \frac{A_d}{A_s} \times 100 \\
 &= \frac{1,96}{300} \times 100 \\
 &= 0,65\%
 \end{aligned}$$

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)

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

- 1) *Density severity level low* (1,81%), nilai *deduct value* = 4
- 2) *Density severity level medium* (0,65%), nilai *deduct value* = 7

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.

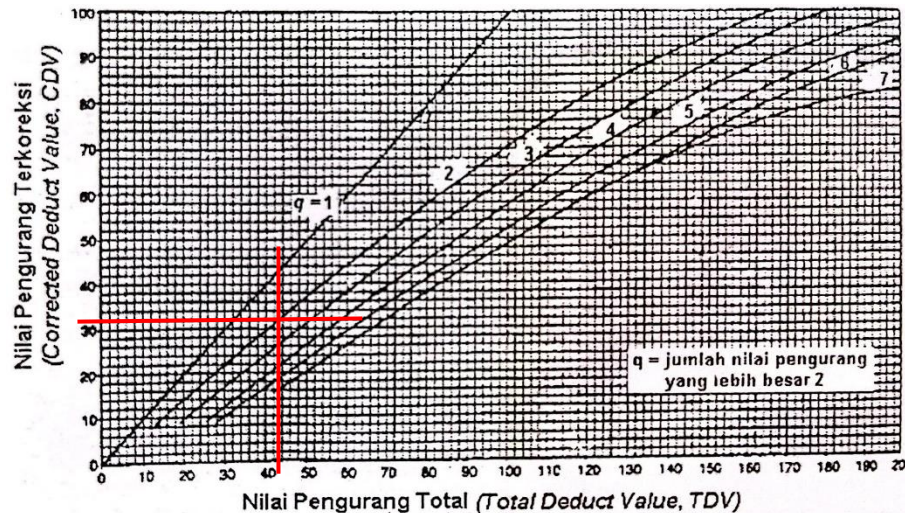
**Tabel 5.6 Total Deduct Value Segmen 8**

<i>Distress Type</i>	<i>Severity Level</i>	<i>Density (%)</i>	<i>Deduct Value</i>
1	L	1,13	11
1	M	0,90	20
11	L	1,81	4
11	M	0,65	7
<i>Total Deduct Value (TDV)</i>			42

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
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.

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

Berdasarkan perhitungan di atas, dapat diperoleh kesimpulan nilai *PCI* pada segmen 8 adalah sebesar 68 dengan *rating good* atau baik.

#### 5.2.1. Rekapitulasi Nilai *PCI* Setiap Segmen

Rekapitulasi hasil perhitungan nilai *PCI* pada seluruh unit segmen yang terbagi menjadi 2 arah yaitu, arah Wonorejo – Tambakan dan arah Tambakan – Wonorejo disajikan pada Tabel 5.7 dan Tabel 5.8 berikut.

**Tabel 5.7 Rekapitulasi Nilai PCI Arah Wonorejo – Tambakan**

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

**Tabel 5.8 Rekapitulasi Nilai PCI Arah Wonorejo – Tambakan**

Segmen	Arah	CDV	PCI	Rating
21	Tambakan - Wonorejo	69	31	buruk / <i>poor</i>
22	Tambakan - Wonorejo	65	35	buruk / <i>poor</i>
23	Tambakan - Wonorejo	59	41	buruk / <i>poor</i>
24	Tambakan - Wonorejo	58	42	sedang / <i>fair</i>
25	Tambakan - Wonorejo	45	55	sedang / <i>fair</i>
26	Tambakan - Wonorejo	53	47	sedang / <i>fair</i>
27	Tambakan - Wonorejo	52	48	sedang / <i>fair</i>
28	Tambakan - Wonorejo	48	52	sedang / <i>fair</i>
29	Tambakan - Wonorejo	39	61	baik / <i>good</i>
30	Tambakan - Wonorejo	39	61	baik / <i>good</i>
31	Tambakan - Wonorejo	47	53	sedang / <i>fair</i>
32	Tambakan - Wonorejo	23	77	sangat baik / <i>very good</i>
33	Tambakan - Wonorejo	29	71	sangat baik / <i>very good</i>
34	Tambakan - Wonorejo	47	53	sedang / <i>fair</i>

**Lanjutan Tabel 5.8 Rekapitulasi Nilai PCI Arah Wonorejo – Tambakan**

Segmen	Arah	CDV	PCI	Rating
35	Tambakan - Wonorejo	43	57	<i>baik / good</i>
36	Tambakan - Wonorejo	46	54	<i>sedang / fair</i>
37	Tambakan - Wonorejo	44	56	<i>baik / good</i>
38	Tambakan - Wonorejo	62	38	<i>buruk / poor</i>
39	Tambakan - Wonorejo	64	36	<i>buruk / poor</i>
40	Tambakan - Wonorejo	42	58	<i>baik / good</i>

Persentase *rating* nilai *PCI* pada ruas Jalan Kapten Haryadi arah Wonorejo – Tambakan dan sebaliknya dapat dilihat pada Tabel 5.9, Tabel 5.10, dan Tabel 5.11 berikut.

**Tabel 5.9 Presentase Rating Nilai PCI Arah Wonorejo – Tambakan**

Rating	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 Presentase Rating Nilai PCI Arah Tambakan – Wonorejo**

Rating	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 Presentase Rating Nilai PCI Jalan Kapten Haryadi**

Rating	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	40	100

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, diperoleh nilai *PCI* pada arah Wonorejo-Tambakan dengan *rating* yang dominan adalah sedang atau *fair* dengan persentase tertinggi 40%. Pada arah sebaliknya, yaitu Tambakan-Wonorejo *rating* yang dominan pada perkerasan Jalan Kapten Haryadi adalah kondisi sedang atau *fair* dengan persentase 40%.

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

**Tabel 5.12 Rekapitulasi Kerusakan Berdasarkan Nilai *Density* Arah Wonorejo – Tambakan**

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	9,37		0,43
6	6,15			0,06	18,67		
7	14,15	0,01			9,21		
8	2,03				2,46		
9	11,72				7,45		
10	8,86				2,70		
11	20,33				12,93		
12	15,05				6,75		
13	13,80			0,05	11,14		
14	15,80			0,03	20,30		
15	27,15				11,41		0,80
16	18,76				19,21		
17	13,33			0,08	12,00		0,33
18	23,14			0,34	19,96		
19	22,68			0,13	17,95		1,50
20	7,87			0,05	11,12		
<b>Jumlah</b>	275,01	0,01	4,13	0,82	229,24	1,12	3,07
<b>Rerata</b>	13,75	0,00	0,21	0,04	1,46	0,06	0,15

dengan:

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 Wonorejo–Tambakan 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 Tambakan–Wonorejo disajikan pada Tabel 5.13 berikut.

**Tabel 5.13 Rekapitulasi Kerusakan Berdasarkan Nilai *Density* Arah Tambakan – Wonorejo**

Segmen	Jenis Kerusakan yang Teridentifikasi dan Nilai <i>Density</i> (%)					
	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		6,51		0,57	
39	21,27	0,13	42,90			
40	7,28		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

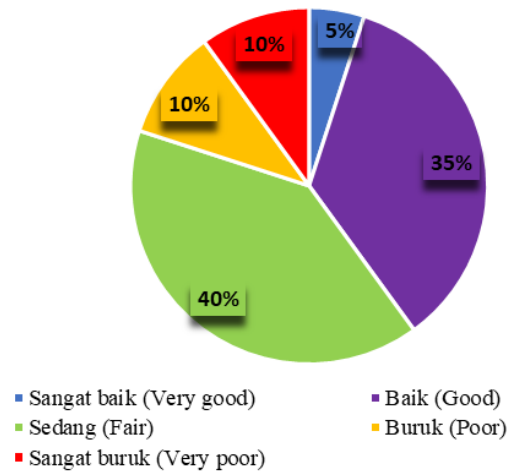
Pada arah Tambakan – Wonorejo diperoleh jenis kerusakan yang dominan adalah retak kulit buaya dengan nilai *density* rerata sebesar 16,68% dan tambalan dengan nilai *density* rerata sebesar 14,14%. Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 5.13 dan Tabel 5.14 di atas, diketahui kerusakan yang mendominasi ruas Jalan Kapten Haryadi 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 Kapten Haryadi disajikan pada Tabel 5.14 berikut.

**Tabel 5.14 Rekapitulasi Nilai *Density* Rerata Ruas Jalan Kapten Haryadi**

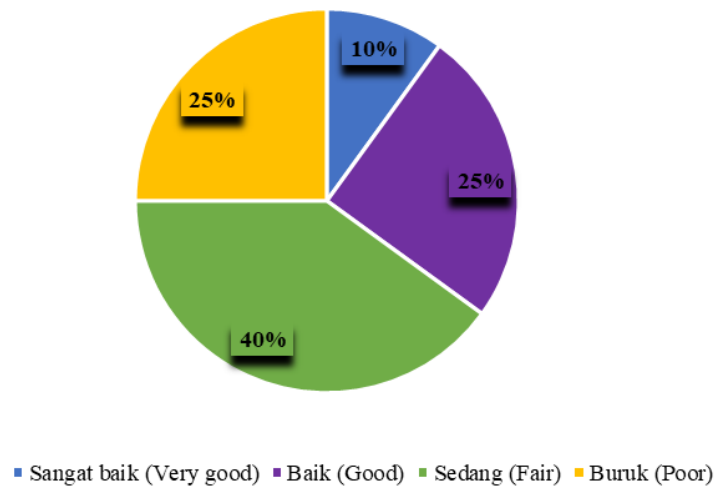
Jenis Kerusakan	Nilai <i>Density</i> (%)
Retak Kulit Buaya ( <i>Alligator Cracking</i> )	15,22
Amblas ( <i>Depression</i> )	0,00
Retak Pinggir ( <i>Edge Cracking</i> )	0,10
Lubang ( <i>Pothole</i> )	0,04
Tambalan ( <i>Patching End Utility Cut Patching</i> )	12,80
Agregat Licin ( <i>Polished Agregate</i> )	0,04
Bahu Jalan Turun ( <i>Shoulder Drop Off</i> )	0,06
Retak Memanjang/Melintang ( <i>Transversal/Longitudinal Cracking</i> )	0,32
Pelapukan & Butir Lepas ( <i>Weathering and Raveling</i> )	0,05

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

Presentase penilaian kondisi jalan terhadap kerusakan pada ruas Jalan Kapten Haryadi arah Wonorejo – Tambakan dan sebaliknya disajikan pada Gambar 5.6 dan Gambar 5.7 berikut ini.



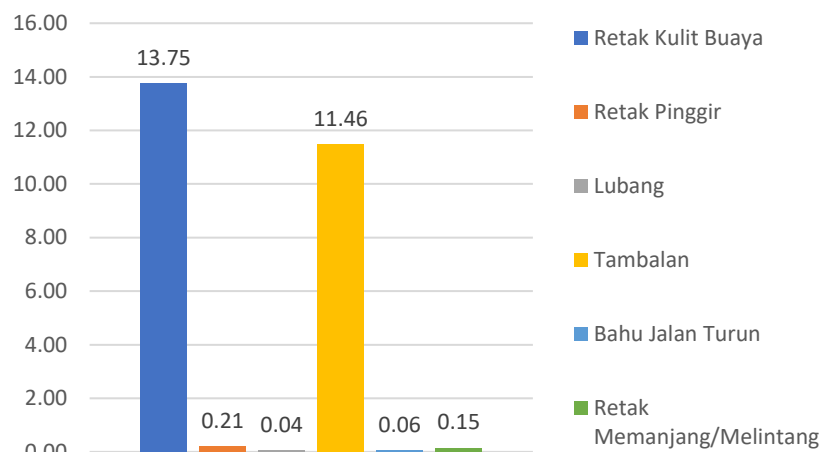
**Gambar 5.6 Persentase Rating Nilai PCI Arah Wonorejo – Tambakan**



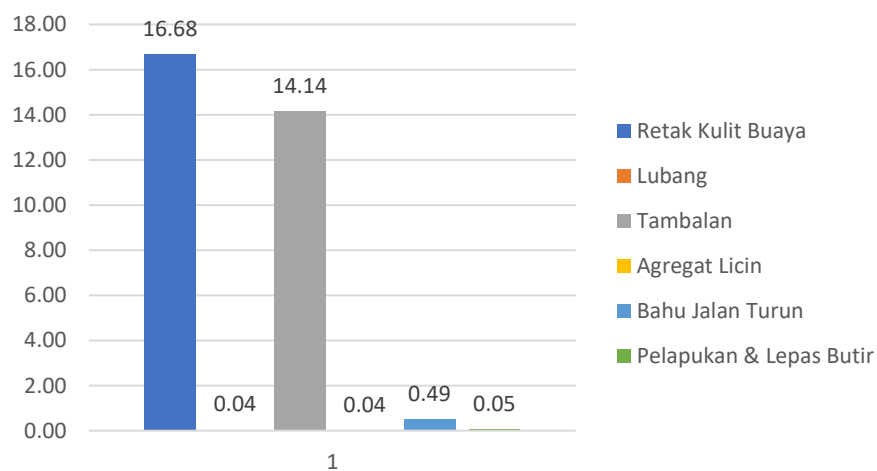
**Gambar 5.7 Persentase Rating PCI Arah Tambakan – Wonorejo**

Secara keseluruhan, hasil penelitian yang dilakukan berdasarkan nilai *PCI* yang diperoleh pada setiap segmen, kondisi perkerasan dari arah Tambakan – Wonorejo lebih baik dibandingkan dengan arah Wonorejo – Tambakan. Kerusakan pada ruas Jalan Kapten Haryadi dapat terjadi karena adanya beban berlebih yang melintas mengingat perubahan status jalan tersebut dari jalan kabupaten menjadi jalan provinsi, sehingga jalan tersebut menjadi salah satu jalan alternatif untuk menuju ke Jalan Magelang atau pusat pemerintahan Kabupaten Sleman.

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 Kapten Haryadi arah Wonorejo – Tambakan adalah retak kulit buaya dengan nilai *density* rerata sebesar 13,75% dan jenis kerusakan tambalan dengan presentase *density* rerata sebesar 11,46%. Pada arah Tambakan – Wonorejo 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 Wonorejo – Tambakan**



**Gambar 5.9 Nilai *Density* Arah Tambakan – Wonorejo**

Berdasarkan pembahasan di atas, hasil analisis pada penelitian ini menunjukkan adanya perbedaan dengan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Tasik, Andareas Rizkar (2021) yang menilai Jalan Kapten Haryadi dalam kategori buruk (*poor*). Andareas 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 Wonorejo – Tambakan**

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	-

**Lanjutan Tabel 5.15 Pilihan Perbaikan Kerusakan Arah Wonorejo –  
Tambahan**

Jenis Kerusakan	Tingkat Kerusakan	Nomor Segmen	Saran Perbaikan
Bahu Jalan Turun	M	1	Perataan Kembali
Retak Memanjang / Melintang	L	19	Belum Perlu diperbaiki
	M	5, 9, 15, 17	Penutupan Retak

**Tabel 5.16 Pilihan Perbaikan Kerusakan Arah Tambakan – Wonorejo**

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	<i>Overlay</i>
	H	21, 23, 34, 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	<i>Overlay</i>
Retak Memanjang / Melintang	L	25, 29 s/d 33, 38	-
Pelapukan dan Butir Lepas	L	35	Perawatan Permukaan

Berdasarkan hasil analisis kondisi perkerasan Jalan Kapten Haryadi di atas, 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 DIY,

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 dengan Metode Bina Marga 2017

Perhitungan lapis tambahan pada Jalan kapten Haryadi 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 Kapten Haryadi. Pada penelitian ini digunakan Metode Bina Marga 2017 dengan langkah – langkah perhitungan kondisi lalu lintas dapat dilihat pada penjabaran di bawah ini.

#### 1. Mencari nilai pertumbuhan lalu lintas (*i*)

Nilai LHR Jalan Kapten Haryadi dapat diprediksi dengan menggunakan data LHR dari tahun 2020 – 2022 pada Tabel 5.2. Berikut merupakan hasil pertumbuhan lalu lintas (*i*) dengan Persamaan (3.7).

**Tabel 5.17 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (*i*)**

Tahun	LHR	LHR <sub>0</sub>	n	<i>i</i> (%)
2020	17.045	-	-	-
2021	20.923	17.045	1	0,2275
2022	16.365	20.293	2	-0,1019
Total				0,1256
Rerata				0,0628

#### 2. Mencari nilai Faktor Pengali Pertumbuhan Lalu Lintas Kumulatif (R)

Nilai R diperoleh dengan menggunakan Persamaan 3.6 untuk setiap tahun hingga tahun ke-10. Perhitungan R untuk tahun ke-10 diperoleh dengan perhitungan sebagai berikut.

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

$$R = \frac{(1 + 0,01 \times 0,0628)^{10} - 1}{0,01 \times 0,0628}$$

$$R = 10,028$$

3. Mencari nilai Faktor Distribusi Arah (DD) dan Faktor Distribusi Jalur (DL)  
Berdasarkan Bina Marga 2017, untuk jalan 2 arah nilai faktor distribusi arah (DD) umumnya digunakan 0,50. Jalan Kapten Haryadi memiliki 1 lajur pada setiap arahnya, maka nilai Faktor Distribusi Lajur (DL) adalah sebesar 100% seperti yang dapat dilihat pada Tabel 3.23.

4. Menghitung LHR

Estimasi perhitungan LHR tahun 2023 dapat diperoleh berdasarkan data LHR Tahun 2022 yang dapat dilihat pada Tabel 5.2. Contoh perhitungan untuk golongan 5a adalah seperti berikut.

$$\text{LHR 2023} = \text{volume kendaraan gol. 5a tahun 2022} \times (1 + i)^n$$

$$\begin{aligned} \text{LHR 2023} &= 18 \times (1+0.0558)^1 \\ &= 18 \text{ smp/hari} \end{aligned}$$

Estimasi perhitungan volume kendaraan 2023 untuk setiap jenis kendaraan berikutnya dapat dilihat pada Tabel 5.18 berikut.

**Tabel 5.18 Perhitungan LHR 2023**

GOL	Tipe Kendaraan	LHR Tahun 2022	LHR Tahun 2023	VDF <sub>4</sub>
		(smp/hari)	(smp/hari)	
1	Motor	13.289	14.030	0,00
2	Sedan, jeep, station wagon	1.577	1.665	0,00
3	Opelet, combi, minibus	15	16	0,00
4	Pick up, mobil hantaran	645	681	0,00
5a	Bus kecil	18	18	0,30
5b	Bus besar	33	35	1,00
6a	Truk 2 sumbu 4 roda	678	715	0,55
6b	Truk 2 sumbu uk. Sedang	81	86	4,00
7a	Truk 3 sumbu	18	19	4,70
7c	Truk semi-trailer	12	13	7,60

5. 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 menggunakan



Persamaan (3.9), perhitungan *ESAL* pada kendaraan golongan 5a berdasarkan LHR tahun 2023 dapat dilihat di bawah ini.

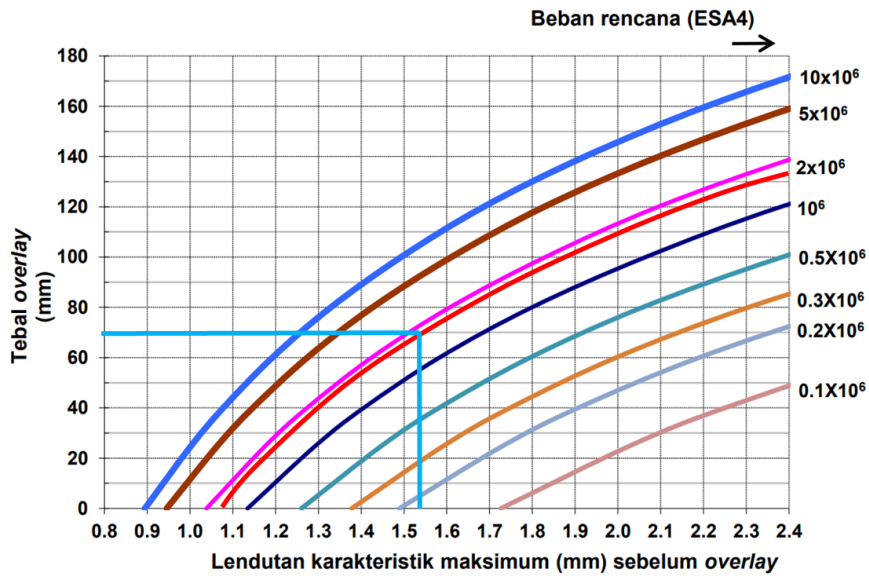
$$\begin{aligned} ESAL &= (\Sigma LHR \times VDF) \times 365 \times DD \times DL \times R \\ &= 18 \times 0,3 \times 365 \times 0,5 \times 1 \times 10.03 \\ &= 10.142,19 \end{aligned}$$

Rekapitulasi estimasi perhitungan *ESAL* dapat dilihat pada Tabel 5.19 berikut.

**Tabel 5.19 Estimasi Nilai *ESAL***

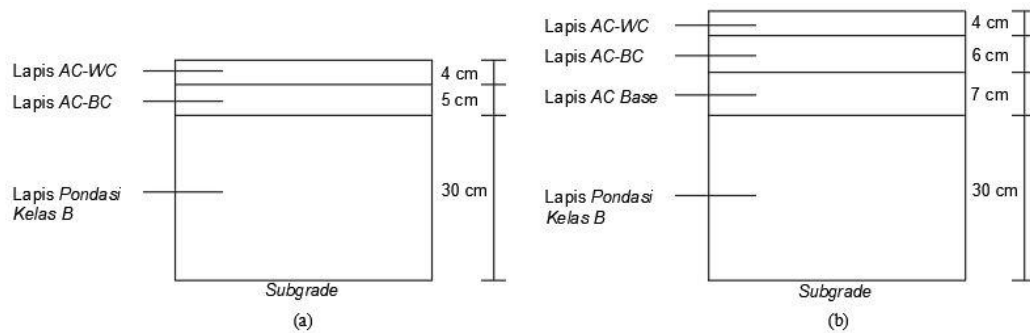
GOL	TIPE KENDARAAN	LHR Tahun 2023	<i>VDF</i>	<i>ESAL</i> <sub>4</sub>
		(smp/hari)		
1	Motor	14.030	0,00	0,00
2	Sedan, jeep, station wagon	1.665	0,00	0,00
3	Opelet, combi, minibus	16	0,00	0,00
4	Pick up, mobil hantaran	681	0,00	0,00
5a	Bus kecil	18	0,30	10.142,19
5b	Bus besar	35	1,00	64.173,55
6a	Truk 2 sumbu 4 roda	715	0,55	719.853,66
6b	Truk 2 sumbu uk. Sedang	86	4,00	630.067,57
7a	Truk 3 sumbu	19	4,70	163.434,07
7c	Truk semi-trailer	13	7,60	176.184,24
JUMLAH <i>ESAL</i> <sub>4</sub>				1.770.946,86
<i>CESAL</i> <sub>4</sub>				$1,77 \times 10^6$

Berdasarkan perhitungan di atas, diperoleh nilai *CESAL*<sub>4</sub> sebesar  $1,77 \times 10^6$ . Nilai lendutan wakil atau lendutan karakteristik pada Jalan Kapten Haryadi adalah sebesar 1,533, maka dapat diketahui nilai tebal lapis tambahan (*overlay*) berdasarkan grafik yang disajikan pada Gambar 5.10 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 Kapten Haryadi 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 Kapten Haryadi 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 Kapten Haryadi dapat dilihat pada Gambar 5.11 berikut.



**Gambar 5.11 (a) Struktur Lapis Perkerasan Existing Jalan Kapten Haryadi  
(b) Struktur Lapis Perkerasan Jalan Kapten Haryadi dengan Lapis Tambahan**

#### 5.4. Analisis Nilai Tegangan dan Regangan Berdasarkan Metode Mekanistik-Empirik dengan Program *KENPAVE*

Hasil analisis perhitungan kebutuhan tebal lapis *overlay* untuk ruas Jalan Kapten Haryadi 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 Kapten Haryadi yang dapat dilihat pada uraian berikut ini.

##### 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.

$$E = \frac{\sum En \times dn}{\sum n}$$

$$E = \frac{(1.100.000 \times 4) + (1.200.000 \times 6) + (1.600.000 \times 7)}{(4 + 6 + 7)}$$

$$E = 1.341.176,47 \text{ Kpa}$$

$$= 1.341.177 \text{ Kpa}$$

Nilai modulus elastis lapisan *subgrade* diperoleh dengan cara sebagai berikut.

Diketahui:

$$CBR = 3,89\%$$

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

$$E = 10 \times (3,89 \times 1.000) \text{ (Kpa)}$$

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

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

**Tabel 5.20 Data Input pada Program KENPAVE untuk Overlay**

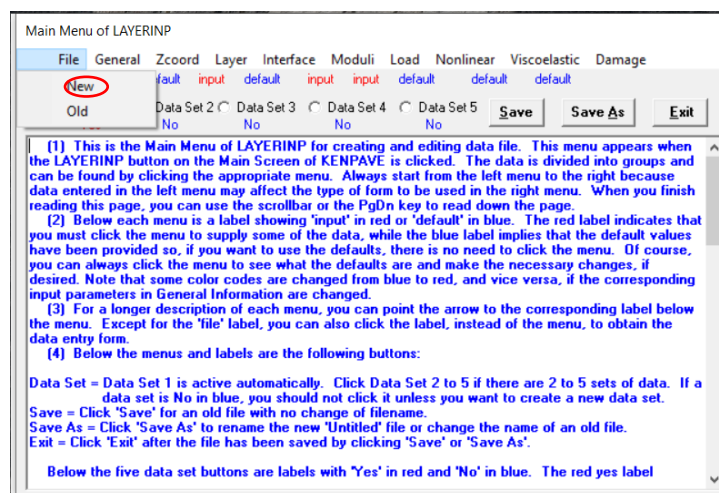
Lapis Perkerasan		Modulus Elastis, E (Kpa)	<i>Poisson Ratio</i>	Tebal Perkerasan (cm)
Lapis Berpengikat	AC-WC	1.341.177	0,40	17
	AC-BC			
	AC-Base			
Pondasi Kelas B		315.000	0,35	30
<i>Subgrade</i>		38.900	0,35	∞

## 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 secara 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-WC, 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 lapis saling terikat
NLBT	0	
NLTC	0	
NUNIT	1	Satuan Standar Internasional (SI)

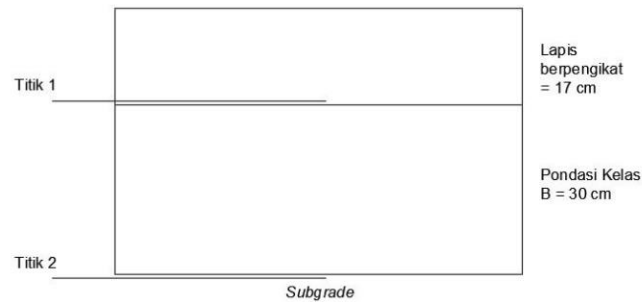
c. *Zcoord*

Data yang dimasukkan untuk meninjau kerusakan dapat dilihat pada Tabel 5.22 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 leleh dan kerusakan *rutting*. Titik 2 adalah kedalaman tinjauan untuk kerusakan deformasi permanen. Pada retak leleh 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	1.341.177
2	315.000
3	38.900

f. *Load*

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

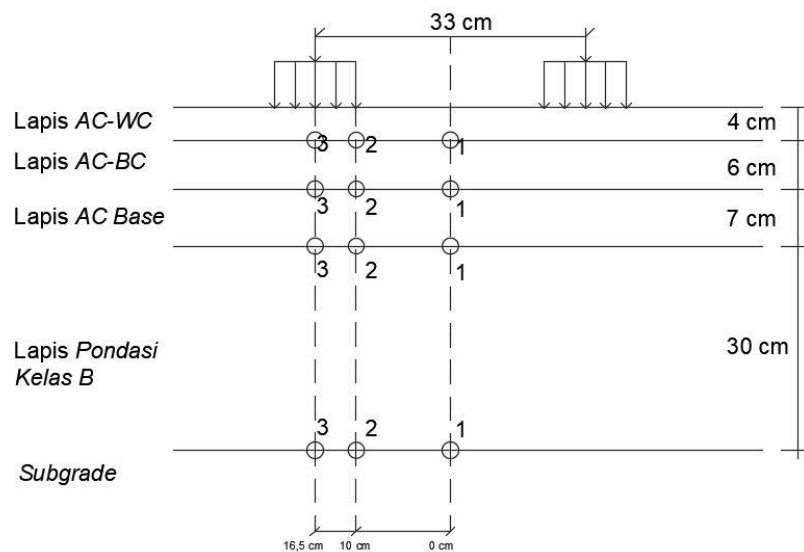
- 1) Load : 1 (*single axle load, double axle wheel*), dengan beban sumbu standar 8,16 ton

- 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

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**

<b>X</b>	0	0	0
<b>Y</b>	0	10	16,5



**Gambar 5.14 Koordinat Tinjauan Berdasarkan Jenis Roda**

#### 5.4.1. Hasil Analisis dengan Program *KENPAVE*

*Output* dari hasil analisis dengan *KENLAYER* berupa nilai tegangan dan regangan yang terjadi pada perkerasan lentur. Hasil *output* pada setiap tebal lapisan pada Jalan Kapten Haryadi dapat dilihat pada Tabel 5.26 berikut ini.

**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 dengan Persamaan (3.4) dan Persamaan (3.5) berikut.

1. Menghitung nilai  $N_f$  (*fatigue cracking*)

$$\begin{aligned} N_f &= 0,0796 (\epsilon_t)^{-3,921} |E|^{-0,854} \\ &= 0,0796 (0,0001992)^{-3,921} |1.341.176|^{-0,854} \\ &= 150.843.548 \text{ ESAL} \end{aligned}$$

2. Menghitung nilai  $N_d$  (*rutting*)

$$\begin{aligned} N_d &= f_4 (\epsilon_c)^{-f_5} \\ &= 1,365 \times 10^{-9} (0,0002674)^{-4,47} \\ &= 12.756.196 \text{ ESAL} \end{aligned}$$

3. Menghitung nilai  $N_d$  (*permanent deformation*)

$$\begin{aligned} N_d &= f_4 (\epsilon_c)^{-f_5} \\ &= 1,365 \times 10^{-9} (0,0005486)^{-4,47} \\ &= 531.640 \text{ ESAL} \end{aligned}$$

Untuk menentukan LHR Rencana ( $N_r$ ), 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 Kapten Haryadi.

1. Nilai  $FC_w$  diperoleh dari Tabel 3.29 sebesar 0,87.



2. Nilai  $FC_{SP}$  diperoleh dari Tabel 3.30 sebesar 1,00.
3. Nilai  $FC_{SF}$  diperoleh dari Tabel 3.31 sebesar 0,94.
4. Menurut BPS DIY, jumlah penduduk Kabupaten Sleman adalah sebanyak 1.136.474 jiwa dari hasil sensus tahun 2021. Maka, nilai  $FC_{CS}$  diperoleh dari Tabel 3.32 sebesar 1,00.
5. Kapasitas Jalan Kapten Haryadi dihitung dengan Persamaan (3.10) sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 C &= C_0 \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF} \times FC_{CS} \text{ (smp/jam)} \\
 &= 2.900 \times 0,87 \times 1 \times 0,94 \times 1 \\
 &= 2.371,62 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

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

1. Sepeda motor (MC) = 860,30 smp/jam
2. Kendaraan ringan (LV) = 237 smp/jam
3. Kendaraan berat (HV) = 13,20 smp/jam
4.  $Q_{total}$ 

$$\begin{aligned}
 &= MC + LC + HV \\
 &= 860,30 + 237 + 13,20 \\
 &= 1.110,50 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

Untuk menentukan asumsi arus lalu lintas diperlukan nilai R yang dihitung menggunakan Persamaan (3.8) sebagai berikut.

Diketahui:

$$\begin{aligned}
 i &= 5,58\% \\
 R \text{ tahun ke-1} &= \frac{(1+0,01i)^{UR}-1}{0,01i} \\
 &= \frac{(1+0,01 \times 0,0558)^1-1}{0,01 \times 0,0558} \\
 &= 1
 \end{aligned}$$

Berikut adalah contoh perhitungan LHR tahun pertama.

$$\begin{aligned}
 LHRT_1 &= LHRT_n (1+R)^{n-1} \\
 &= 1.110,50 (1+0,01)^{1-1}
 \end{aligned}$$

$$= 1.110,50 \text{ smp/jam}$$

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

5. Derajat kejenuhan dihitung dengan menggunakan Persamaan (3.11) sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 DS_1 &= \frac{Q_1}{c} \\
 &= \frac{1.110,50}{2.371,62} \\
 &= 0,468
 \end{aligned}$$

Rekapitulasi perhitungan derajat kejenuhan selama umur rencana (10 tahun) dapat dilihat pada Tabel 5.28 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	0,537	0,569	0,609	0,658	0,717	0,789

Berdasarkan Tabel 5.28, diketahui hingga tahun ke-10 nilai derajat kejenuhan Jalan Kapten Haryadi 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 Kapten Haryadi dengan lapis permukaan tambahan (*overlay*) dengan nilai LHR rencana yang sudah disesuaikan dengan kapasitas Jalan Kapten Haryadi disajikan pada Tabel 5.29 berikut ini.

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

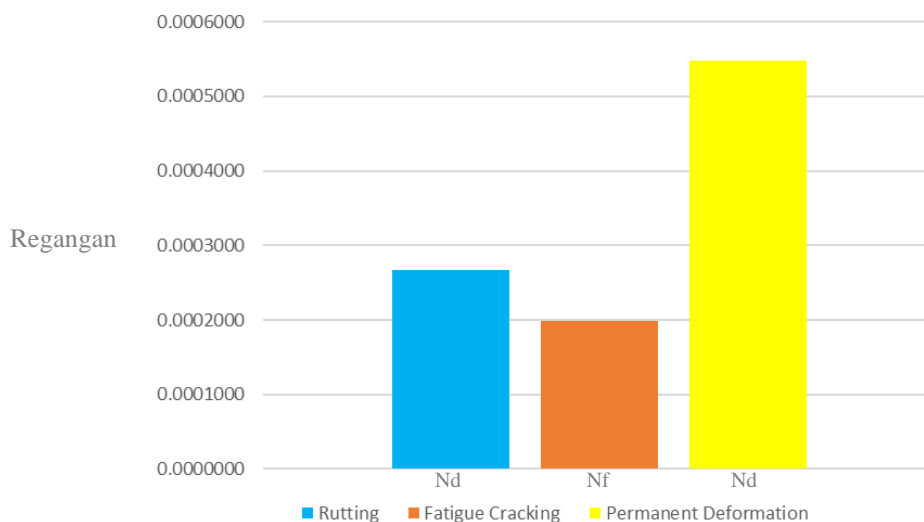
Tahun	LHR Rencana (Nr)	Repetisi Beban (ESAL)		Analisa Beban Lalu Lintas
1	198.994	<i>Nf</i>	150.843.548	<i>TRUE</i>
	198.994	<i>Nd Rutting</i>	12.756.196	<i>TRUE</i>
	198.994	<i>Nd Permanent</i>	513.640	<i>TRUE</i>
2	642.638	<i>Nf</i>	150.843.548	<i>TRUE</i>
	642.638	<i>Nd Rutting</i>	12.756.196	<i>TRUE</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 Kapten Haryadi. 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 Kapten Haryadi**

Berdasarkan Tabel 5.29 dapat diketahui pada ruas Jalan Kapten Haryadi 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. Rekonstruksi dengan 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 Haryadi untuk rekonstruksi direncanakan untuk umur layan 20 tahun. Langkah – langkah perhitungan tebal lapis perkerasan lentur Jalan Kapten Haryadi pada penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut.

#### 1. Data umum

Data yang digunakan pada perhitungan ini telah dipeoleh dengan cara yang sama seperti perhitungan tebal lapis tambahan (*overlay*) di atas. Adapun data yang digunakan adalah sebagai berikut.

- a. Jalan Kolektor di Kabupaten Sleman dengan status jalan provinsi.
- b. 2 lajur dengan DL = 1, 2 arah dengan DD = 0,5
- c. Faktor pertumbuhan lalu lintas 6,28%
- d. Data LHR tahun 2022
- e. *CBR* rerata tanah dasar 4,14%

#### 2. Umur rencana perkerasan jalan baru (UR)

Umur rencana perkerasan jalan baru untuk ruas Jalan Kapten Haryadi adalah 20 tahun sesuai dengan ketentuan yang dapat dilihat pada Tabel 3.21.

#### 3. Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas (R)

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

$$R = \frac{(1+0,01 \times 0,0628)^{20} - 1}{0,01 \times 0,0628}$$

$$R = 20,12$$

4. Volume lalu lintas

Estimasi perhitungan LHR 2023 dapat dilihat pada Tabel 5.18 berdasarkan nilai LHR tahun 2022 pada Tabel 5.2 diatas

5. Menghitung beban sumbu standar kumulatif (*CESAL*)

Perhitungan  $ESA_5$  pada kendaraan golongan 5a berdasarkan LHR tahun 2023 dapat dilihat di bawah ini.

$$\begin{aligned} ESA_5 &= (\Sigma LHR \times VDF) \times 365 \times DD \times DL \times R \\ &= 18 \times 0,2 \times 365 \times 0,5 \times 1 \times 20,106 \\ &= 13.658,73 \end{aligned}$$

Rekapitulasi estimasi perhitungan *ESAL* dapat dilihat pada Tabel 5.30 berikut.

**Tabel 5.30 Estimasi Nilai *ESAL***

Gol	Tipe Kendaraan	VDF <sub>5</sub>	LHR 2023	$ESA_5$	
1	Motor	0,00	14.030	0,00	
2	Sedan, jeep, station wagon	0,00	1.665	0,00	
3	Opelet, combi, minibus	0,00	16	0,00	
4	Pick up, mobil hantaran	0,00	681	0,00	
5a	Bus kecil	0,20	18	13.659,73	
5b	Bus besar	1,00	29	104.600,55	
6a	Truk 2 sumbu 4 roda	0,50	715	1.312.349,50	
6b	Truk 2 sumbu uk. Sedang	5,10	76	1.422.567,48	
7a	Truk 3 sumbu	6,40	19	449.567,46	
7c	Truk semi-trailer	10,20	13	474.189,16	
				$ESAL_5$	4.003.765,07
				$CESAL_5$	$4,1 \times 10^6$

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  $ESA_5$  sebesar  $4,1 \times 10^6$ .

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

**Gambar 5.16 Pemilihan Jenis Struktur Perkerasan**

7. Segmen tanah dasar

Data *CBR* rerata tanah dasar dari ruas Jalan Kapten Haryadi adalah sebesar 4,14%. Untuk memperoleh nilai *CBR* rencana maka ditentukan dengan perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 CBR_{design} &= CBR_{rerata} - f \times SD \\
 &= 4,14 - 1,282 \times 0,19 \\
 &= 3,89\%
 \end{aligned}$$

8. Menentukan struktur pondasi perkerasan

Berdasarkan Tabel 3.26, maka tanah dasar ruas Jalan Kapten Haryadi masuk kedalam kelas SG4 sehingga perlu dilakukan perbaikan dengan material timbunan yang memiliki kualitas lebih baik setebal 20 cm.

9. Menentukan struktur perkerasan

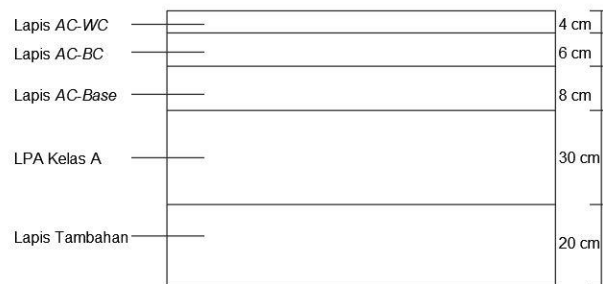
Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, maka struktur lapis perkerasan yang baru pada ruas Jalan Kapten Haryadi adalah sebagai berikut.

$$AC-WC = 4 \text{ cm}$$

$$AC-BC = 6 \text{ cm}$$

<i>AC-Base</i>	= 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 Kapten Haryadi dapat dilihat pada Gambar 5.17 berikut.



**Gambar 5.17 Struktur Lapis Perkerasan Baru Jalan Kapten Haryadi**

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 sesuai dengan Tabel 3.26 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.

#### **5.6. Analisis Nilai Tegangan dan Regangan Lapis Perkerasan Rekonstruksi Berdasarkan Metode Mekanistik-Empirik dengan Program *KENPAVE***

Hasil analisis perhitungan rekonstruksi untuk perkerasan lentur Jalan Kapten Haryadi 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 dapat dilihat pada uraian berikut ini.



1. Data untuk evaluasi perkerasan

Modulus elastis lapis permukaan berbahan pengikat dihitung sebagai berikut.

$$E = \frac{\sum En \times dn}{\sum n}$$

$$E = \frac{(4 \times 1.100.000) + (6 \times 1.200.000) + (8 \times 1.600.000)}{18}$$

$$E = 1.355.555,6 \text{ Kpa}$$

Nilai modulus elastis lapisan *subgrade* diperoleh dengan cara sebagai berikut.

Diketahui :

$$\text{CBR rencana} = 3,89\%$$

$$E_{\text{subgrade}} = 10 \times (3,89 \times 1.000)$$

$$= 38.900 \text{ Kpa}$$

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

$$E = \frac{\sum En \times dn}{\sum n}$$

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

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

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

Lapis Perkerasan		Modulus Elastis, E (Kpa)	<i>Poisson Ratio</i>	Tebal Perkerasan (cm)
Lapis Berpengikat	AC-WC	1.355.555,6	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	$\infty$

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*

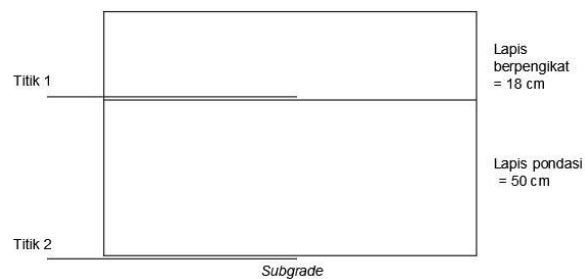
Pada menu ini dipilih jenis *file* baru dengan klik *New*, maka data akan terisi secara otomatis sesuai dengan *setting software KENPAVE*. Kemudian data yang dimasukkan pada menu *General* dapat dilihat pada Tabel 5.24 di atas.

b. *Zcoord*

Data untuk meninjau kerusakan dapat dilihat pada Tabel 5.32 dan letak titik tinjauan dapat dilihat pada Gambar 5.18 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 5.18 Letak Titik Tinjauan**

c. *Layer*

Data *input* pada menu *Layer* dapat dilihat pada Tabel 5.33 berikut.

**Tabel 5.33 Data *Input* pada menu *Layer***

Layer No.	Tebal Perkerasan (cm)	<i>Poisson Ratio</i>
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 berikut.

**Tabel 5.34 Nilai Modulus Elastisitas Tiap Lapis**

Layer No.	Modulus Elastis, E (Kpa)
1	1.355.555,6
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

5.6.1. Hasil Analisis dengan Program *KENPAVE*

*Output* dari analisis dengan *KENLAYER* berupa nilai tegangan dan regangan yang terjadi pada perkerasan lentur. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 5.36 di bawah ini.

**Tabel 5.36 Nilai *Vertical Strain* dan *Tangential Strain* 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 dengan Persamaan (3.4) dan Persamaan (3.5).

1. Menghitung nilai Nf (*fatigue cracking*)

$$\begin{aligned} Nf &= 0,0796 (\epsilon_t)^{-3,921} |E|^{-0,854} \\ &= 0,0796 (0,0002090)^{-3,921} |1.355.555,6|^{-0,854} \\ &= 123.820.136 \text{ ESAL} \end{aligned}$$

2. Menghitung nilai Nd (*rutting*)

$$\begin{aligned} Nd &= f_4 (\epsilon_c)^{f_5} \\ &= 1,365 \times 10^{-9} (0,0002387)^{-4,47} \\ &= 21.190.067 \text{ ESAL} \end{aligned}$$

3. Menghitung nilai Nd (*permanent deformation*)

$$\begin{aligned} Nd &= f_4 (\epsilon_c)^{f_5} \\ &= 1,365 \times 10^{-9} (0,0003358)^{-4,47} \\ &= 4.608.419 \text{ ESAL} \end{aligned}$$

Dilakukan perhitungan nilai kapasitas jalan dan nilai derajat kejenuhan sebagai kontrol volume kendaraan agar tidak melebihi kapasitas ruas Jalan Kapten Haryadi. Dari perhitungan pada sub bab 5.4.1, sehingga nilai derajat kejenuhan selama 20 tahun dapat dilihat pada Tabel 5.37 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	0,537	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 Kapten Haryadi 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 Kapten Haryadi untuk perkerasan baru dengan nilai LHR rencana yang sudah disesuaikan dengan kapasitas Jalan Kapten Haryadi disajikan pada Tabel 5.38 berikut ini.

**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	TRUE
	198.994	<i>Nd Rutting</i>	21.190.067	TRUE
	198.994	<i>Nd Permanent</i>	4.608.419	TRUE
2	642.638	<i>Nf</i>	123.820.136	TRUE
	642.638	<i>Nd Rutting</i>	21.190.067	TRUE
	642.638	<i>Nd Permanent</i>	4.608.419	TRUE
3	1.345.235	<i>Nf</i>	123.820.136	TRUE
	1.345.235	<i>Nd Rutting</i>	21.190.067	TRUE
	1.345.235	<i>Nd Permanent</i>	4.608.419	TRUE
4	2.334.306	<i>Nf</i>	123.820.136	TRUE
	2.334.306	<i>Nd Rutting</i>	21.190.067	TRUE
	2.334.306	<i>Nd Permanent</i>	4.608.419	TRUE
5	3.639.632	<i>Nf</i>	123.820.136	TRUE
	3.639.632	<i>Nd Rutting</i>	21.190.067	TRUE
	3.639.632	<i>Nd Permanent</i>	4.608.419	TRUE
6	5.293.427	<i>Nf</i>	123.820.136	TRUE
	5.293.427	<i>Nd Rutting</i>	21.190.067	TRUE
	5.293.427	<i>Nd Permanent</i>	4.608.419	FALSE
7	7.330.517	<i>Nf</i>	123.820.136	TRUE
	7.330.517	<i>Nd Rutting</i>	21.190.067	TRUE
	7.330.517	<i>Nd Permanent</i>	4.608.419	FALSE
8	9.788.529	<i>Nf</i>	123.820.136	TRUE
	9.788.529	<i>Nd Rutting</i>	21.190.067	TRUE
	9.788.529	<i>Nd Permanent</i>	4.608.419	FALSE
9	12.708.093	<i>Nf</i>	123.820.136	TRUE
	12.708.093	<i>Nd Rutting</i>	21.190.067	TRUE
	12.708.093	<i>Nd Permanent</i>	4.608.419	FALSE
10	16.133.066	<i>Nf</i>	123.820.136	TRUE
	16.133.066	<i>Nd Rutting</i>	21.190.067	TRUE
	16.133.066	<i>Nd Permanent</i>	4.608.419	FALSE

**Lanjutan Tabel 5.38 Analisis Beban Lalu Lintas dengan Tebal Perkerasan Baru**

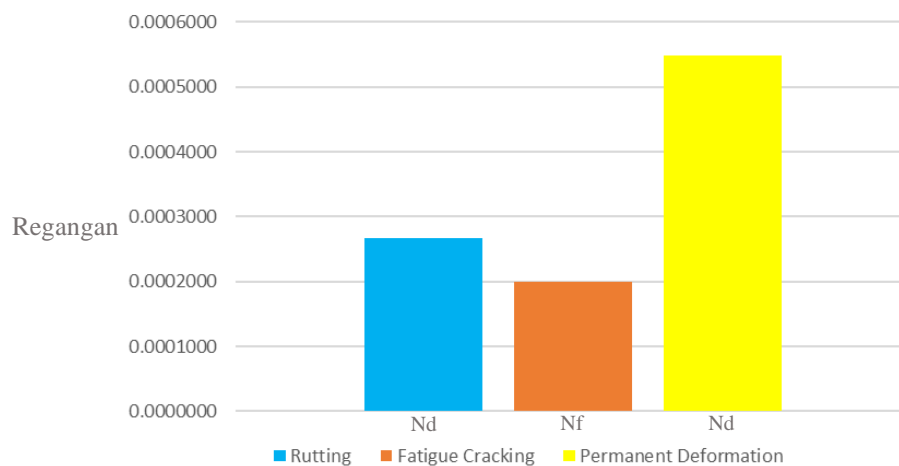
Tahun	LHR Rencana (Nr)	Repetisi Beban (ESAL)		Analisa Beban Lalu Lintas
11	22.986.438	<i>Nf</i>	123.820.136	<i>TRUE</i>
	22.986.438	<i>Nd Rutting</i>	21.190.067	<i>FALSE</i>
	22.986.438	<i>Nd Permanent</i>	4.608.419	<i>FALSE</i>
12	29.870.634	<i>Nf</i>	123.820.136	<i>TRUE</i>
	29.870.634	<i>Nd Rutting</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>
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 kecil daripada Nilai Nr.

*FALSE* = Lapis perkerasan tidak dapat menahan beban lalu lintas rencana  
 Nilai Repetisi Beban (*ESAL*) lebih besar 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 5.19 Nilai Regangan Lapis Perkerasan Baru Jalan Kapten Haryadi**

Berdasarkan Tabel 5.38 di atas diketahui pada ruas Jalan Kapten Haryadi 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 kapten Haryadi 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 DIY dengan rencana susunan lapis perkerasan yaitu *AC-WC* setebal 4 cm, *AC-BC* 6 cm, Lapis Perkerasan Beton *fc'20* setebal 20 cm, dan perbaikan Pondasi *CTB* 30 cm.

Usulan struktur perkerasan oleh Bina Marga DIY kemudian dianalisis dengan menggunakan metode mekanistik-empirik dengan Program *KENPAVE*. Analisis tersebut dapat dilihat pada uraian berikut ini

1. Data untuk evaluasi perkerasan

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

$$E = \frac{\sum En \times dn}{\sum n}$$

$$E = \frac{(1.100.000 \times 4) + (1.200.000 \times 6)}{(4+6)}$$

$$E = 1.160.000 \text{ Kpa}$$

Nilai modulus elastis lapisan beton *fc'20* diperoleh dari Huang (2004) sebesar 4.000.000 Kpa dan *CTB* sebesar 2.000.000

**Tabel 5.39 Data Input Program KENPAVE Lapis Perkerasan dengan CTB**

Lapis Perkerasan		Modulus Elastis, E (Kpa)	Poisson Ratio	Tebal Perkerasan
Lapis Berperngikat	<i>AC-WC</i>	1.160.000	0,4	10
	<i>AC-BC</i>			
Lapis Beton		4.000.000	0,15	20
<i>CTB</i>		2.000.000	0,25	30
<i>Subgrade</i>		38.900	0,350	∞

2. Analisis dengan Program *KENPAVE*

a. *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.



b. *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 <i>CTB</i>
5	60	Lapis permukaan <i>subgrade</i>
6	60,0003	Titik tinjau 2 ( <i>deformation</i> )

c. *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	1.160.000
2	20	0,15	4.000.000
3	30	0,25	2.000.000
4	∞	0,35	89.000

3. Hasil Analisis dengan Program *KENPAVE*

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

**Tabel 5.42 Nilai *Vertical Strain* Dan *Tangential Strain* Pada Lapis Perkerasan Baru Dengan *CTB***

No. Koordinat	Vertical Strain pada Kedalaman 9,9997	Horizontal Strain pada kedalaman 9,9997	Vertical Strain 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	<b>0,00016130</b>	<b>0.00007702</b>	<b>0.00014480</b>

Setelah memperoleh nilai tegangan dan regangan, dilakukan analisis untuk menentukan jumlah repetisi dengan Persamaan (3.4) dan Persamaan (3.5).

1. Nilai  $N_f$  (*fatigue cracking*)

$$\begin{aligned} N_f &= 0,0796 (\epsilon_t)^{-3,921} |E|^{-0,854} \\ &= 0,0796 (0,00007702)^{-3,921} |1.160.000|^{-0,854} \\ &= 7,087,508,054 \text{ ESAL} \end{aligned}$$

2. Nilai  $N_d$  (*rutting*)

$$\begin{aligned} N_d &= f_4 (\epsilon_c)^{-f_5} \\ &= 1,365 \times 10^{-9} (0,00016130)^{-4,47} \\ &= 122.181.944 \text{ ESAL} \end{aligned}$$

3. 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 pada ruas Jalan Kapten Haryadi dan kontrol repetisi beban yang diijinkan dapat dilihat 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	$N_f$	7.087.508.054	TRUE
	198.994	$N_d$ Rutting	122.181.944	TRUE
	198.994	$N_d$ Permanent	197.923.417	TRUE
2	642.638	$N_f$	7.087.508.054	TRUE
	642.638	$N_d$ Rutting	122.181.944	TRUE
	642.638	$N_d$ Permanent	197.923.417	TRUE
3	1.345.235	$N_f$	7.087.508.054	TRUE
	1.345.235	$N_d$ Rutting	122.181.944	TRUE
	1.345.235	$N_d$ Permanent	197.923.417	TRUE
4	2.334.306	$N_f$	7.087.508.054	TRUE
	2.334.306	$N_d$ Rutting	122.181.944	TRUE
	2.334.306	$N_d$ Permanent	197.923.417	TRUE

**Lanjutan Tabel 5.43 Analisis Beban Lalu Lintas Perkerasan Baru Dengan  
CTB**

Tahun	LHR Rencana (Nr)	Repetisi Beban (ESAL)		Analisa Beban Lalu Lintas
5	3.639.632	<i>Nf</i>	7.087.508.054	<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>	7.087.508.054	<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>	7.087.508.054	<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>	7.087.508.054	<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>	7.087.508.054	<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>	7.087.508.054	<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>	7.087.508.054	<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>	7.087.508.054	<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>	7.087.508.054	<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>	7.087.508.054	<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>	7.087.508.054	<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>

**Lanjutan Tabel 5.43 Analisis Beban Lalu Lintas Perkerasan Baru Dengan  
CTB**

Tahun	LHR Rencana (Nr)	Repetisi Beban (ESAL)		Analisa Beban Lalu Lintas
16	57.407.419	<i>Nf</i>	7.087.508.054	<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>	7.087.508.054	<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>	7.087.508.054	<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>
19	74.669.284	<i>Nf</i>	7.087.508.054	<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>	7.087.508.054	<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>	7.087.508.054	<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>	7.087.508.054	<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>	7.087.508.054	<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>	7.087.508.054	<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>	7.087.508.054	<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>	7.087.508.054	<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,  
 $N_f, N_d > N_r$ .

*FALSE* = Lapis perkerasan tidak dapat menahan beban lalu lintas rencana,  
 $N_f, N_d < N_r$ .

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 Kapten Haryadi 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*. Sehingga, 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 ( $N_r$ ). 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  $N_r$  sebesar 122.673.710 *ESAL*.

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1. Kesimpulan

Berdasarkan pengamatan dan analisis yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan yang diuraikan sebagai berikut.

1. Berdasarkan pengamatan pada ruas Jalan Kapten Haryadi, terdapat 9 jenis kerusakan, antara lain adalah retak kulit buaya (*alligator cracking*), ambblas (*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 Jalan Kapten Haryadi 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 15,22% dan tambalan dengan persentase sebesar 12,80% dari luas permukaan jalan yang diamati.
2. Berdasarkan hasil survei dan analisis kondisi ruas Jalan Kapten Haryadi, dipilih perbaikan berupa lapis tambahan (*overlay*). Nilai lapis tambahan dihitung dengan metode Bina Marga 2017, yang diperoleh tebalnya sebesar 7 cm. Menurut MDPJ 2017, ditentukan tebal minimum untuk setiap lapis perkerasan sehingga pada ruas Jalan Kapten Haryadi 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. Adapun dilakukan 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,

diperoleh 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. Nilai tegangan dan regangan yang diperoleh dari pemodelan Program *KENPAVE* pada lapis perkerasan tambahan (*overlay*) ruas Jalan Kapten Haryadi untuk kerusakan *fatigue cracking* adalah sebesar 0,00004071 dengan nilai repetisi beban 76.278.508.924 *ESAL*, regangan kerusakan *rutting* sebesar 0,00012230 dengan nilai repetisi beban 421.052.634 *ESAL* dan regangan kerusakan *permanent deformation* sebesar 0,0002141 dengan nilai repetisi beban sebesar 34.456.896 *ESAL* yang menunjukkan adanya kegagalan berupa deformasi permanen pada tahun ke-2. Dari analisis yang sama untuk lapis perkerasan baru yang menunjukkan kerusakan *fatigue cracking* adalah sebesar 0,0002090 dengan nilai repetisi beban 123.820.136 *ESAL*, kerusakan *rutting* sebesar 0,0002387 dengan nilai repetisi beban 21.120.067 *ESAL*, dan regangan *permanent deformation* sebesar 0,0003358 dengan nilai repetisi beban sebesar 4.608.419 *ESAL*. Diketahui dari kontrol yang dilakukan, terdapat kerusakan deformasi permanen pada tahun ke-6 dengan nilai LHR rencana sebesar 5.789.747 *ESAL* ( $N_r > N_d$  *permanent*) dan kegagalan *rutting* pada tahun ke-11, sehingga dari hasil analisis yang dilakukan pada lapis tambahan (*overlay*) dan lapis perkerasan baru tidak dapat menahan beban sesuai dengan umur rencana.

## 6.2. Saran

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan dan analisis yang telah diperoleh, terdapat beberapa saran di antaranya sebagai berikut.

1. Pelaksanaan survei kondisi jalan dengan Metode *PCI* harus dilakukan dengan cermat dan teliti dalam menentukan dan menghitung dimensi serta jenis kerusakan yang ada sehingga meminimalisir adanya kesalahan atau kurangnya ketelitian *surveyor* yang dapat berpengaruh pada hasil dan pembahasan. Pelaksanaan survei sebaiknya dilakukan saat jam lalu lintas tidak padat dan tidak dalam kondisi hujan untuk meminimalisir kesalahan dalam pengukuran.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk mengetahui opsi perbaikan dan penanganan yang efektif dari opsi perbaikan yang tersedia dalam Metode *PCI* atau metode lainnya.



## DAFTAR PUSTAKA

- ASTM International. (2011). *Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys*. Pennsylvania: ASTM International.
- Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan. (2021). *Survei Pengumpulan Data Kondisi Jaringan Jalan*. Jakarta: Bina Marga.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (1997). *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Bina Marga.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2017). *Manual Desain Perkerasan Jalan*. Jakarta: Bina Marga.
- Febryawan, I. (2017). *Evaluasi Kondisi Perkerasan Jalan Berdasarkan Nilai PCI dan RCI Pada Ruas Jalan Magelang KM 11 - KM 12,5 di Kabupaten Magelang*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Hardiyatmo, H. C. (2009). *Pemeliharaan Jalan Raya*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Huang, Y. H. (2004). *Pavement Analysis And Design Second Edition*. United States of America: Pearson Education.
- Nurumi, K. L. (2020). *Evalasi Kondisi Perkerasan Jalan Kaliurang KM 13 - KM 14 Berdasarkan Nilai PCI Serta Perencanaan Penanganannya*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Prabowo, R. A. (2017). *Evaluasi Tingkat Kerusakan Perkerasan Lentur Jalan Kapten Haryadi Ngebel Gede Berdasarkan Nilai SDI dan IRI*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Ramadhani, R. I. (2018). *Evaluasi Tebal Perkerasan Lentur Dengan Metode Bina Marga 2013 dan Metode Mekanistik-Empirik Menggunakan Program*

*Kenpave Pada Ruas Jalan Jogja-Solo*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.

Setyowati, S. (2011). *Penilaian Kondisi Perkerasan Dengan Metode Pavement Condition Index (PCI), Peningkatan Jalan dan Perhitungan Rancangan Anggaran Biaya Pada Ruas Jalan Solo-Karanganyar KM \$+400-11+050*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.

Sodiq, R. A. (2021). *Evaluasi Kondisi Perkerasan Dengan Metode Pavement Condition Index (PCI) dan Nilai Sisa Dengan Metode Mekanistik-Empirik Pada Jalan Gito-Gati*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.

Tasik, A. R. (2021). *Evaluasi Kerusakan Ruas Jalan Dengan metode Pavement Condition Index (PCI) (Studi Kasus: Jalan Kapten Haryadi)*. Yogyakarta: UAJY.

Widodo, A. D. (2018). *Evaluasi Kondisi Perkerasan dan Prediksi Sisa Umur Perkerasan Lentur Dengan Metode Pavement Condition Index, Bina Marga dan Metode Mekanistik-Empirik Dengan Program Kenpave*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.

## **LAMPIRAN**

**Lampiran 1 Formulir Survei Metode *Pavement Condition Index***

FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN										SKETCH					
CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT															
										A					
1. Retak Buaya	(m <sup>2</sup> )	9. Alur	(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. Jalur/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 Severity	QUANTITY								Total	Density (%)	DV	TDV	CDV	
Perhitungan PCI															
PCI = 100-CDV															
Rating															

1	FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN										SKETCH			
	CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT													
	Jalan Kapten Haryadi										A 300			
1. Retak Buaya	(m <sup>2</sup> )	9. Alur	(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-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. Jalur/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													
	1L	0.24	3.5	8.22	5.04	0.81	0.5	1.25	0.72	46.56	15.52	37	50	37
		1.36	21.1	3.78										
	11L	2.24	0.77	1.54	1.96	3	3.25	1.35	1.26	15.37	5.12	10		
	11M	0.25	0.34							0.59	0.20	3		
	14M	3.36								3.36	1.12	0		
Perhitungan PCI														
PCI = 100-CDV														
63														
Rating														
baik / good														

2	FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN										SKETCH			
	CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT													
	Jalan Kapten Haryadi										A 300			
1. Retak Buaya	(m <sup>2</sup> )	9. Alur	(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-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. Jalur/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													
	1L	0.27	1.33	0.63	2.72	0.99	7.7	1.6	1.2	25.81	8.60	31	47	35
		3.96	1.6	0.66	3.15									
	8M	0.04								0.04	0.01	0		
	11L	0.54	1.7	11.5	1.6	0.9	0.16	1.08	6.4	28.26	9.42	16		
		1.1	0.88	1.8	0.6									
Perhitungan PCI														
PCI = 100-CDV														
65														
Rating														
baik / good														

3	FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN										SKETCH																								
	CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT																																		
	Jalan Kapten Haryadi										A	300																							
1. Retak Buaya	(m <sup>2</sup> )	9. Alur	(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 Lepas	(m <sup>2</sup> )	3. Retak Kotak-Kotak	(m <sup>2</sup> )	11. Tambalan	(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. Jalur/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 Severity	QUANTITY								Total	Density (%)	DV	TDV	CDV																					
	1L	4.9	3.42	0.28	21.5	-0.6	0.77	1.76	2.16	34.16	11.39	33	83	53																					
	1M	2.35	2.1							4.45	1.48	13																							
	7M	7.8								7.80	2.60	8																							
	8L	0.78	0.7							1.48	0.49	11																							
	11L	11.9	1.05	4.5	1.08	0.9	0.54	1.2	13.1	38.80	12.93	18																							
Perhitungan PCI																																			
PCI = 100-CDV																																			
47																																			
Rating																																			
sedang / fair																																			

4	FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN										SKETCH																								
	CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT																																		
	Jalan Kapten Haryadi										A	300																							
1. Retak Buaya	(m <sup>2</sup> )	9. Alur	(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 Lepas	(m <sup>2</sup> )	3. Retak Kotak-Kotak	(m <sup>2</sup> )	11. Tambalan	(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. Jalur/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 Severity	QUANTITY								Total	Density (%)	DV	TDV	CDV																					
	1L	1.6	1.25	1.44	7.68	1.48	2.68	2.66	13.1	31.93	10.64	34	65	47																					
	1M	0.91								0.91	0.30	5																							
	11L	6.24	0.8	0.7	3.96	5.39	3.78	1.04	3.96	25.87	8.62	14																							
	11M	3.96								3.96	1.32	12																							
Perhitungan PCI																																			
PCI = 100-CDV																																			
53																																			
Rating																																			
sedang / fair																																			

5	FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN									SKETCH				
	CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT													
	Jalan Kapten Haryadi									A 300				
1. Retak Buaya	(m <sup>2</sup> )	9. Alur	(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-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. Jalur/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 Severity	QUANTITY							Total	Density (%)	DV	TDV	CDV	
	1L	2.82	11.9	4.08	0.92				19.7	6.57	27	54	29	
	7M	4.6							4.6	1.53	7			
	8L	0.02	0.06	0.14					0.222	0.07	0			
	11L	0.7	2	4.68	1.44	0.7	7.84	2	4.2	28.12	9.37			16
		4.56												
	15M	1.3							1.3	0.43	4			
Perhitungan PCI														
PCI = 100-CDV														
71														
Rating														
sangat baik / very good														

6	FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN									SKETCH				
	CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT													
	Jalan Kapten Haryadi									A 300				
1. Retak Buaya	(m <sup>2</sup> )	9. Alur	(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-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. Jalur/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 Severity	QUANTITY							Total	Density (%)	DV	TDV	CDV	
	1L	3.42	1.98	3.55	2.44	2.46				13.85	4.62	24	59	45
	7L	4.6								4.60	1.53	1		
	8L	0.06	0.08	0.04						0.17	0.06	0		
	11L	19.5	2.53	14	4.03	2.8	2.1	0.27	0.7	51.82	17.27	22		
		3.08	0.8	1.98										
	11M	4.2								4.20	1.40	12		
Perhitungan PCI														
PCI = 100-CDV														
55														
Rating														
sedang / fair														

7	FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN									SKETCH																									
	CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT																																		
	Jalan Kapten Haryadi									A 300																									
1. Retak Buaya	(m <sup>2</sup> )	9. Alur	(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 Lepas	(m <sup>2</sup> )	3. Retak Kotak-Kotak	(m <sup>2</sup> )	11. Tambalan	(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. Jalur/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 Severity	QUANTITY							Total	Density (%)	DV	TDV	CDV																						
	1L	9.72	6.72	8.94	2.9	10.7			38.96	12.99	25	68	49																						
	1M	3.5							3.50	1.17	23																								
	6M	0.03							0.03	0.01	0																								
	11L	3.25	1.44	3.25	17.1	1.96			27.00	9.00	15																								
	11M	0.64	0.64						0.64	0.21	5																								
Perhitungan PCI																																			
PCI = 100-CDV																																			
51																																			
Rating																																			
sedang / fair																																			

8	FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN									SKETCH																									
	CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT																																		
	Jalan Kapten Haryadi									A 300																									
1. Retak Buaya	(m <sup>2</sup> )	9. Alur	(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 Lepas	(m <sup>2</sup> )	3. Retak Kotak-Kotak	(m <sup>2</sup> )	11. Tambalan	(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. Jalur/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 Severity	QUANTITY							Total	Density (%)	DV	TDV	CDV																						
	1L	2.82	0.56						3.38	1.13	11	43	32																						
	1M	2.7							2.70	0.90	21																								
	11L	1.17	1.92	2.34					5.43	1.81	4																								
	11M	1.96							1.96	0.65	7																								
Perhitungan PCI																																			
PCI = 100-CDV																																			
68																																			
Rating																																			
baik / good																																			



9	FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN									SKETCH																									
	CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT																																		
	Jalan Kapten Haryadi									A	300																								
1. Retak Buaya	(m <sup>2</sup> )	9. Alur	(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 Lepas	(m <sup>2</sup> )	3. Retak Kotak-Kotak	(m <sup>2</sup> )	11. Tambalan	(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. Jalur/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 Severity	QUANTITY								Total	Density (%)	DV	TDV	CDV																					
	1L	3.9	0.76	5.58	10.1	5.52	8.46			34.285	11.43	35	61	39																					
	1M	0.88								0.88	0.29	12																							
	11L	1.44	1.44	1.54	1.44	12.7				18.56	6.19	12																							
	15M	3.8								3.8	1.27	2																							
Perhitungan PCI																																			
PCI = 100-CDV																																			
61																																			
Rating																																			
baik / good																																			

10	FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN									SKETCH																									
	CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT																																		
	Jalan Kapten Haryadi									A	300																								
1. Retak Buaya	(m <sup>2</sup> )	9. Alur	(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 Lepas	(m <sup>2</sup> )	3. Retak Kotak-Kotak	(m <sup>2</sup> )	11. Tambalan	(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. Jalur/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 Severity	QUANTITY								Total	Density (%)	DV	TDV	CDV																					
	1L	1.21	1.08	0.4	5.85	0.36	1.76	0.18	1.02	26.58	8.86	31	51	39																					
		2.4	8.3	1.84	0.55	0.55	1.08																												
	11L	1.71	1.17	0.24	1.5	0.15	1.17	2.16	8.1	2.70	13																								
	11M	2.4	2.8						5.2	1.73	7																								
Perhitungan PCI																																			
PCI = 100-CDV																																			
61																																			
Rating																																			
baik / good																																			

11	FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN										SKETCH			
	CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT													
	Jalan Kapten Haryadi										A 300			
1. Retak Buaya	(m <sup>2</sup> )	9. Alur	(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-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. Jalur/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 Severity	QUANTITY								Total	Density (%)	DV	TDV	CDV
	1L	2.45	8.46	3.57	4.9	4.9	3.2	4.84	12.8	58.34	19.45	41	88	56
		9	2.4	1.84										
	1M	1.47	1.17							2.64	0.88	20		
	11L	0.66	1.35	2.5	2.72	0.42	2.42	3.96	0.77	35.27	11.76	17		
	11M	2.4	0.99	3.9	1.6	2.64	1.17	7.77						
		0.42	0.8	2.3						3.52	1.17	10		
Perhitungan PCI														
PCI = 100-CDV														
44														
Rating														
sedang / fair														

12	FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN										SKETCH			
	CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT													
	Jalan Kapten Haryadi										A 300			
1. Retak Buaya	(m <sup>2</sup> )	9. Alur	(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-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. Jalur/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 Severity	QUANTITY								Total	Density (%)	DV	TDV	CDV
	1L	4.8	3.21	9.52	2.79	3.36	0.51	3.48	2.3	45.16	15.05	38	48	36
		3.39	4.06	7.74										
	11L	5.1	0.48	4.28						5.58	1.86	4		
	11M	1.17								1.17	0.39	6		
Perhitungan PCI														
PCI = 100-CDV														
64														
Rating														
baik / good														

13	FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN										SKETCH																								
	CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT																																		
	Jalan Kapten Haryadi										A 300																								
1. Retak Buaya	(m <sup>2</sup> )	9. Alur	(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 Lepas	(m <sup>2</sup> )	3. Retak Kotak-Kotak	(m <sup>2</sup> )	11. Tambalan	(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. Jalur/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 Severity	QUANTITY								Total	Density (%)	DV	TDV	CDV																					
	1L	7.74	0.88	2.17	0.36	13	0.98	2.34	2.07	40.51	13.50	37	68	50																					
		5.04	4.56	1.17	0.18																														
	1M	0.6	0.06	0.24						0.90	0.30	13																							
	8M	0.01	0.13							0.14	0.05	0																							
	11L	4.23	1.43	1.2	3.24	1.32	11.7	3.51	3.5	33.41	11.14	18																							
		2.08	1.17																																
Perhitungan PCI																																			
PCI = 100-CDV																																			
50																																			
Rating																																			
sedang / fair																																			

14	FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN										SKETCH																								
	CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT																																		
	Jalan Kapten Haryadi										A 300																								
1. Retak Buaya	(m <sup>2</sup> )	9. Alur	(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 Lepas	(m <sup>2</sup> )	3. Retak Kotak-Kotak	(m <sup>2</sup> )	11. Tambalan	(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. Jalur/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 Severity	QUANTITY								Total	Density (%)	DV	TDV	CDV																					
	1L	4.55	1.75	1.62	1.89	0.96	3.66	1.04	2.52	42.32	14.11	38	93	67																					
		12.7	2.03	7.56	2																														
	1M	0.42	2.1	1.92	0.64					5.08	1.69	26																							
	8M	0.09								0.09	0.03	0																							
	11L	1.3	1.7	5.04	21.3	1.1	1.17	2.16	2.24	58.97	19.66	21																							
		0.8	2.4	2.76	2.34	1.17	6.93	1.54	5.07																										
	11M	1.1	0.42	0.42						1.94	0.65	8																							
Perhitungan PCI																																			
PCI = 100-CDV																																			
33																																			
Rating																																			
buruk / poor																																			

15	FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN										SKETCH			
	CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT													
	Jalan Kapten Haryadi										A 300			
1. Retak Buaya	(m <sup>2</sup> )	9. Alur	(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-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. Jalur/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 Severity	QUANTITY								Total	Density (%)	DV	TDV	CDV
	1L	1.6	2.2	7.2	0.99	25.6	6.08	7.2	17.2	68.1	22.70	42	115	78
	1M	7.5	5.85							13.346	4.45	47		
	11L	2.21	4.06	1.32	1.12	13	1.5	1.2	0.64	32.12	10.71	18		
		1.71	1.04	2.66	0.72	0.98								
	11M	0.42	0.88	0.8						2.1	0.70	8		
	15L	2.4								2.4	0.80	0		
Perhitungan PCI														
PCI = 100-CDV														
22														
Rating														
sangat buruk / very poor														

16	FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN										SKETCH			
	CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT													
	Jalan Kapten Haryadi										A 300			
1. Retak Buaya	(m <sup>2</sup> )	9. Alur	(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-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. Jalur/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 Severity	QUANTITY								Total	Density (%)	DV	TDV	CDV
	1L	5.88	1.32	2.6	1	3.42	5	1.95	2	56.27	18.76	39	99	70
		5.94	0.9	2.56	4.06	6.3	3.44	3.42	6.48					
	1M	0.3	1.14	1.38	2.4					5.22	1.74	26		
	11L	0.91	0.96	1	1.62	1.26	9.5	7.84	3.84	51.70	17.23	21		
		1.5	8.71	2.52	1.19	4.5	3.38	2.34	0.63					
	11M	0.54	4.8	0.6						5.94	1.98	13		
Perhitungan PCI														
PCI = 100-CDV														
30														
Rating														
buruk / poor														

17	FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN									SKETCH																									
	CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT																																		
	Jalan Kapten Haryadi									A 300																									
1. Retak Buaya	(m <sup>2</sup> )	9. Alur	(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 Lepas	(m <sup>2</sup> )	3. Retak Kotak-Kotak	(m <sup>2</sup> )	11. Tambalan	(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. Jalur/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	4.5	7.55	0.42	4.9	1.82	4.3	4.38	0.72																										
	1L	6.57	2.1							37.26	12.42	37	73	53																					
	1M	1.47	1.25							2.72	0.91	11																							
	8M	0.16	0.09							0.25	0.08	0																							
	11L	0.4	0.16	1.43	0.96	0.4	1.32	5.4	2.6	34.56	11.52	18																							
		16	2.4	1.35	0.7	1.44																													
	11M	0.72	0.72	0.8	2.2					1.44	0.48	7																							
	15M	1								1.00	0.33	0																							
Perhitungan PCI																																			
PCI = 100-CDV																																			
47																																			
Rating																																			
sedang / fair																																			

18	FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN									SKETCH																									
	CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT																																		
	Jalan Kapten Haryadi									A 300																									
1. Retak Buaya	(m <sup>2</sup> )	9. Alur	(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 Lepas	(m <sup>2</sup> )	3. Retak Kotak-Kotak	(m <sup>2</sup> )	11. Tambalan	(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. Jalur/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																																		
	1L	6.8	5.22	6.82	9.45	3.57	5.64	5.1	1.32	64.81	21.60	42	112	70																					
		1.84	3.2	1.02	9.88	4.95																													
	1M	0.42	1.11	3.08						4.61	1.54	25																							
	8H	0.29	0.48	0.26						1.02	0.34	17																							
	11L	3.38	0.5	1.5	0.99	8.5	1.14	0.99	5.25	58.87	19.62	22																							
		1.84	1.36	4.32	4.64	1.2	0.5	0.56	3.7																										
		2.07	0.96	0.77	13.9	0.78																													
	11M	1								1	0.33	6																							
Perhitungan PCI																																			
PCI = 100-CDV																																			
30																																			
Rating																																			
buruk / poor																																			

19	FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN										SKETCH								
	CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT																		
	Jalan Kapten Haryadi										A 300								
1. Retak Buaya	(m <sup>2</sup> )	9. Alur	(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-Kotak	(m <sup>2</sup> )	11. Tambalan	(m <sup>2</sup> )	Lepas			
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. Jalur/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	1L	5.6	3.06	5.28	2.3	2.97	1.26	13.6										
	1L	1.7	5.6	3.06	5.28	2.3	2.97	1.26	13.6	68.03	22.68	42	70	51					
		9.36	6.75	16.2															
	8M	0.35	0.04							0.396	0.13	7							
	11L	7.35	2.59	0.65	1.35	2.59	0.55	12.3	11.6	53.86	17.95	21							
	15L	6.4	2.88	1	2.66	1.87				4.5	1.50	0							
Perhitungan PCI																			
PCI = 100-CDV																			
49																			
Rating																			
sedang / fair																			

20	FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN										SKETCH								
	CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT																		
	Jalan Kapten Haryadi										A 300								
1. Retak Buaya	(m <sup>2</sup> )	9. Alur	(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-Kotak	(m <sup>2</sup> )	11. Tambalan	(m <sup>2</sup> )	Lepas			
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. Jalur/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	1L	1.38	2.25	10.4														
	1L	0.6	1.38	2.25	10.4					14.61	4.87	22	112	77					
	1M	3.06	1.08							4.14	1.38	22							
	1H	1.75	3.1							4.85	1.62	36							
	8L	0.03								0.03	0.01	0							
	8M	0.12								0.12	0.04	0							
	11L	6.24	4.7	4.59	2.64					18.17	6.06	11							
	11M	5.04	6.11	4.03						15.18	5.06	21							
Perhitungan PCI																			
PCI = 100-CDV																			
23																			
Rating																			
sangat buruk / very poor																			

21	FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN										SKETCH																								
	CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT																																		
	Jalan Kapten Haryadi										A	300																							
1. Retak Buaya	(m <sup>2</sup> )	9. Alur	(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 Lepas	(m <sup>2</sup> )	3. Retak Kotak-Kotak	(m <sup>2</sup> )	11. Tambalan	(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. Jalur/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	1L	2.3	8.3	14.1	2	3.7	8.4	6.2																										
	1L	1.19	2.3	8.3	14.1	2	3.7	8.4	6.2	46.17	15.39	38	108	69																					
	1M	4	1.6							5.60	1.87	27																							
	1H	1.08								1.08	0.36	5																							
	8L	0.09	0.07							0.16	0.05	0																							
	11L	21.8	5.59	0.54	7.8	1.95	4.29	3.45	4.95	103.90	34.63	38																							
Perhitungan PCI																																			
PCI = 100-CDV																																			
31																																			
Rating																																			
buruk / poor																																			



22	FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN										SKETCH																								
	CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT																																		
	Jalan Kapten Haryadi										A		300																						
1. Retak Buaya	(m <sup>2</sup> )	9. Alur	(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 Lepas	(m <sup>2</sup> )	3. Retak Kotak-Kotak	(m <sup>2</sup> )	11. Tambalan	(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. Ambblas	(m <sup>2</sup> )	14. Jalur/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 Severity	QUANTITY								Total	Density (%)	DV	TDV	CDV																					
	1L	1.6	4.2	0.72	2.92	0.64	0.3	1.32	1.02	41.02	13.67	36	91	65																					
		1.44	10.9	4.55	2.12	2.65	3.65	0.88	2.15																										
	1M	0.9	0.6	3						4.50	1.50	25																							
	11L	1.38	0.9	0.75	1.7	7.68	1.08	0.49	0.6	41.91	13.97	19																							
		1.44	1.55	0.96	9.62	1.62	1.14	3.08	7.92																										
	11M	0.06	0.55	0.4	0.6					1.61	0.54	11																							
Perhitungan PCI																																			
PCI = 100-CDV																																			
35																																			
Rating																																			
buruk / poor																																			

23	FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN										SKETCH																								
	CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT																																		
	Jalan Kapten Haryadi										A		300																						
1. Retak Buaya	(m <sup>2</sup> )	9. Alur	(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 Lepas	(m <sup>2</sup> )	3. Retak Kotak-Kotak	(m <sup>2</sup> )	11. Tambalan	(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. Ambblas	(m <sup>2</sup> )	14. Jalur/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 Severity	QUANTITY								Total	Density (%)	DV	TDV	CDV																					
	1L	1.74	1.47	0.21	4.59	0.6	1.56	2.58	2.35	15.10	5.03	26	97	59																					
	1M	0.44	3.06	3.42											6.92	2.31	29																		
	1H	1.14								1.14	0.38	5																							
	8M	0.11	0.09	0.1						0.29	0.10	5																							
	11L	3.4	3.19	5.18	4.86	2.64	5.98	2.48	3.44	33.63	11.21	18																							
		2.46																																	
	11M	3.9	2.73							6.63	2.21	14																							
Perhitungan PCI																																			
PCI = 100-CDV																																			
41																																			
Rating																																			
buruk / poor																																			

24	FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN									SKETCH																									
	CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT																																		
	Jalan Kapten Haryadi									A 300																									
1. Retak Buaya	(m <sup>2</sup> )	9. Alur	(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 Lepas	(m <sup>2</sup> )	3. Retak Kotak-Kotak	(m <sup>2</sup> )	11. Tambalan	(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. Ambblas	(m <sup>2</sup> )	14. Jalur/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	1L	2L	3L	4L	5L	6L	7L	8L						9L																				
	1L	1.36	2.4	2.6	1.05	2.8	16.3	0.84	4.56	41.91	13.97	38	92	58																					
		1.8	3.99	0.28	0.72	1.62	1.3	0.28																											
	1M	3.15								3.15	1.05	21																							
	8L	0.05								0.05	0.02	0																							
	8M	0.09	0.2							0.29	0.10	5																							
	11L	0.7	7.04	3.8	0.27	0.66	0.6	1.68	1.17	45.52	15.17	19																							
		0.48	7.8	4.44	4.76	3.2	0.77	5.7	2.45																										
		3.92																																	
	11M	3.08								3.08	1.03	9																							
Perhitungan PCI																																			
PCI = 100-CDV																																			
42																																			
Rating																																			
sedang / fair																																			

25	FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT									SKETCH				
	Jalan Kapten Haryadi									A 300				
	Distress		QUANTITY							Total	Density (%)	DV	TDV	CDV
STA	Severity	6.72	2.22	0.3	2.2	0.56	2.96	1.44	4.98	64.28	21.43	41	62	45
	1L	12.2	9.35	0.2	3.15	3.5	1.4	2.4	1.61					
		4.95	3.2	0.9										
	8M	0.11								0.112	0.04	0		
	11L	2	0.72	1.08	1.19	0.64	0.6	5.36	3.5	24.79	8.26	20		
		3.2	1.65	2.43	1.12	1.3								
	15L	2.2								2.2	0.73	1		
Perhitungan PCI														
PCI = 100-CDV														
55														
Rating														
sedang / fair														

26	FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT									SKETCH				
	Jalan Kapten Haryadi									A 300				
	Distress		QUANTITY							Total	Density (%)	DV	TDV	CDV
STA	Severity	2.5	1.26	1.12	2.35	0.49	2.52	2.8	1.17	49.67	16.56	38	72	53
	1L	2.5	6.6	4.2	7.44	7.5	5.22	2						
	1M	0.7	0.24							0.94	0.31	21		
	11L	1.12	6.4	1.17	0.7	0.81	2.1	2.5	2	23.3	7.77	13		
		4.29	0.99	0.5	0.72									
Perhitungan PCI														
PCI = 100-CDV														
47														
Rating														
sedang / fair														

27	FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN									SKETCH																									
	CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT																																		
	Jalan Kapten Haryadi									A 300																									
1. Retak Buaya	(m <sup>2</sup> )	9. Alur	(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 Lepas	(m <sup>2</sup> )	3. Retak Kotak-Kotak	(m <sup>2</sup> )	11. Tambalan	(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. Ambblas	(m <sup>2</sup> )	14. Jalur/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 Severity	QUANTITY								Total	Density (%)	DV	TDV	CDV																					
	1L	10.2	1.44	2.45	4.69	0.8	4.6	3.05	4.28	56.41	18.80	38	71	52																					
		5.34	6.44	5.46	7.62																														
	1M	0.81								0.81	0.27	19																							
	11L	1.28	0.4	0.42	1.2	0.6	1.44	1.7	1.68	11.92	3.97	8																							
		1.4	1.8																																
	11M	1.15								1.15	0.38	6																							
Perhitungan PCI																																			
PCI = 100-CDV																																			
48																																			
Rating																																			
sedang / fair																																			

28	FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN									SKETCH																									
	CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT																																		
	Jalan Kapten Haryadi									A 300																									
1. Retak Buaya	(m <sup>2</sup> )	9. Alur	(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 Lepas	(m <sup>2</sup> )	3. Retak Kotak-Kotak	(m <sup>2</sup> )	11. Tambalan	(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. Ambblas	(m <sup>2</sup> )	14. Jalur/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 Severity	QUANTITY								Total	Density (%)	DV	TDV	CDV																					
	1L	1.92	0.72	3.4	4.86	4.9	13.7	9.72	2.56	85.29	28.43	44	65	48																					
		3.44	11	4.14	13.1	0.98	10.9																												
	11L	2.9	1.08	1.12	9.66	1.3	1.43	0.48	21.9	63.73	21.24	21																							
		9.72	14.1																																
Perhitungan PCI <sub>24</sub>																																			
PCI = 100-CDV																																			
52																																			
Rating																																			
sedang / fair																																			

28.43

29	FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN									SKETCH																									
	CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT																																		
	Jalan Kapten Haryadi									A 300																									
1. Retak Buaya	(m <sup>2</sup> )	9. Alur	(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 Lepas	(m <sup>2</sup> )	3. Retak Kotak-Kotak	(m <sup>2</sup> )	11. Tambalan	(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. Ambblas	(m <sup>2</sup> )	14. Jalur/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 Severity	QUANTITY								Total	Density (%)	DV	TDV	CDV																					
	1L	10.7	5.3	8.47	9.92	0.91	0.78	2.9	4.9	43.86	14.62	38	51	39																					
	11L	0.22	18.2	1.2	0.99					20.61	6.87	12																							
	15L	1	0.9							1.9	0.63	1																							
Perhitungan PCI																																			
PCI = 100-CDV																																			
61																																			
Rating																																			
baik / good																																			

30	FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN									SKETCH																									
	CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT																																		
	Jalan Kapten Haryadi									A 300																									
1. Retak Buaya	(m <sup>2</sup> )	9. Alur	(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 Lepas	(m <sup>2</sup> )	3. Retak Kotak-Kotak	(m <sup>2</sup> )	11. Tambalan	(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. Ambblas	(m <sup>2</sup> )	14. Jalur/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 Severity	QUANTITY								Total	Density (%)	DV	TDV	CDV																					
	1L	4.41	4.5	7.5	3.52	2.65	1.2	6.6	0.26	34.43	11.48	34	53	39																					
		1.36	2.43																																
	8L	0.07	0.15							0.22	0.07	0																							
	11L	3.48	0.26	2	0.8	1.4	9.6	3.6	14.3	35.42	11.81	18																							
	15L	1.48								1.48	0.49	1																							
Perhitungan PCI																																			
PCI = 100-CDV																																			
61																																			
Rating																																			
baik / good																																			

31	FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN										SKETCH																								
	CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT																																		
	Jalan Kapten Haryadi										A 300																								
1. Retak Buaya	(m <sup>2</sup> )	9. Alur	(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 Lepas	(m <sup>2</sup> )	3. Retak Kotak-Kotak	(m <sup>2</sup> )	11. Tambalan	(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. Jalur/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 Severity	QUANTITY								Total	Density (%)	DV	TDV	CDV																					
	1L	15.7	6.75	11.6	9.54	16.4	2.7	1.38	7.98	76.57	25.52	43	74	47																					
		4.56																																	
	1M	1.82								1.82	0.61	7																							
	8M	0.42								0.42	0.14	6																							
	11L	3.6	1.5	2.3	2.4	1.17	7	9.12	2	29.09	9.70	17																							
	12	1.79								1.785	0.60	0																							
	15L	4.4	1.9							6.3	2.10	1																							
Perhitungan PCI																																			
PCI = 100-CDV																																			
53																																			
Rating																																			
sedang / fair																																			

32	FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN										SKETCH																								
	CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT																																		
	Jalan Kapten Haryadi										A 300																								
1. Retak Buaya	(m <sup>2</sup> )	9. Alur	(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 Lepas	(m <sup>2</sup> )	3. Retak Kotak-Kotak	(m <sup>2</sup> )	11. Tambalan	(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. Jalur/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 Severity	QUANTITY								Total	Density (%)	DV	TDV	CDV																					
	1L	1.44	5.25	1.1	8.05	13.1	0.18	0.95	1.11	31.16	10.39	33	38	23																					
	11L	1.52	0.91	1.68						4.11	1.37	3																							
	15L	3.3	1	3.4	4.5					12.20	4.07	2																							
Perhitungan PCI																																			
PCI = 100-CDV																																			
77																																			
Rating																																			
sangat baik / very good																																			

33	FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN									SKETCH																									
	CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT																																		
	Jalan Kapten Haryadi									A 300																									
1. Retak Buaya	(m <sup>2</sup> )	9. Alur	(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 Lepas	(m <sup>2</sup> )	3. Retak Kotak-Kotak	(m <sup>2</sup> )	11. Tambalan	(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. Jalur/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 Severity	QUANTITY								Total	Density (%)	DV	TDV	CDV																					
	1L	14.4	1.68	2.2	3.22	3.36	5.57			30.43	10.14	33	46	29																					
	8L	0.04	0.08							0.12	0.04	0																							
	11L	0.68	1.36	2.9	1.7	3.63	4.32	3.15		17.74	5.91	11																							
	15L	3.6								3.60	1.20	2																							
Perhitungan PCI																																			
PCI = 100-CDV																																			
71																																			
Rating																																			
sangat baik / very good																																			

34	FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN									SKETCH																									
	CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT																																		
	Jalan Kapten Haryadi									A 300																									
1. Retak Buaya	(m <sup>2</sup> )	9. Alur	(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 Lepas	(m <sup>2</sup> )	3. Retak Kotak-Kotak	(m <sup>2</sup> )	11. Tambalan	(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. Jalur/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 Severity	QUANTITY								Total	Density (%)	DV	TDV	CDV																					
	1L	10.8	15.2	13	7.35	8.96	1.68	7.12	0.6	64.62	21.54	42	65	47																					
	8L	0.05								0.05	0.02	0																							
	11L	0.9	30	7.6	7.7	15.3				61.50	20.50	23																							
Perhitungan PCI																																			
PCI = 100-CDV																																			
53																																			
Rating																																			
sedang / fair																																			

35	FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN										SKETCH								
	CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT																		
	Jalan Kapten Haryadi										A		300						
1. Retak Buaya	(m <sup>2</sup> )	9. Alur	(m <sup>2</sup> )	17. Pengembangan	(m <sup>2</sup> )	2. Kegemukan	(m <sup>2</sup> )	10. Sunkur	(m <sup>2</sup> )	18. Pelapukan & Butir	(m <sup>2</sup> )	3. Retak Kotak-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. Jalur/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																		
	1L	1.52	4.15	1.05	1.65	1.35	10.4	1.68	10	31.83	10.61	34	67	43					
	1M	0.4	0.96							1.36	0.45	4							
	11L	6	1.35	2.42	11	7.7	6.3	0.9		35.65	11.88	18							
	12	0.56								0.56	0.19	0							
	18L	2.88								2.88	0.96	11							
Perhitungan PCI																			
PCI = 100-CDV																			
57																			
Rating																			
baik / good																			



36	FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN										SKETCH																								
	CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT																																		
	Jalan Kapten Haryadi										A 300																								
1. Retak Buaya	(m <sup>2</sup> )	9. Alur	(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 Lepas	(m <sup>2</sup> )	3. Retak Kotak-Kotak	(m <sup>2</sup> )	11. Tambalan	(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. Jalur/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 Severity	QUANTITY								Total	Density (%)	DV	TDV	CDV																					
	1L	11.8	1.98	3.95	6	4.71	1.05	1.7	3.33	55.355	18.45	40	72	46																					
		4.08	4.5	5.94	5.25	0.23	0.81																												
	1M	0.45	0.62							1.07	0.36	14																							
	8L	0.02	0.05	0.04						0.1028	0.03	0																							
	8M	0.36								0.36	0.12	6																							
	11L	0.91	1.32	0.77	0.36	1.6	2.09	0.91	11.2	19.18	6.39	12																							
Perhitungan PCI																																			
PCI = 100-CDV																																			
54																																			
Rating																																			
sedang / fair																																			

37	FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN										SKETCH																								
	CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT																																		
	Jalan Kapten Haryadi										A 300																								
1. Retak Buaya	(m <sup>2</sup> )	9. Alur	(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 Lepas	(m <sup>2</sup> )	3. Retak Kotak-Kotak	(m <sup>2</sup> )	11. Tambalan	(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. Jalur/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 Severity	QUANTITY								Total	Density (%)	DV	TDV	CDV																					
	1L	0.16	2.6	0.42	10.9	4.16	6.35	6.02		30.63	10.21	35	59	44																					
	1M	0.2								0.20	0.07	5																							
	11L	0.72	7.15	4.86	2.88	0.66	0.11	0.7	0.84	37.50	12.50	19																							
		16.8	0.9	1.05	0.83																														
Perhitungan PCI																																			
PCI = 100-CDV																																			
56																																			
Rating																																			
baik / good																																			

12.50

38	FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN										SKETCH																								
	CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT																																		
	Jalan Kapten Haryadi										A		300																						
1. Retak Buaya	(m <sup>2</sup> )	9. Alur	(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 Lepas	(m <sup>2</sup> )	3. Retak Kotak-Kotak	(m <sup>2</sup> )	11. Tambalan	(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. Jalur/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	6.65	3.48	5.55	2.64	2.4	6.8	0.6	1.61																										
	1L	1.4	0.55	2.7	11.7	3.36	1.75	5.13	13	78.28	26.09	44	86	62																					
	9																																		
	1M	1.26	0.66	6.97	0.8										9.70	3.23	21																		
	11L	0.5	0.48	1.7	4.6	1.98	0.91	5.46		15.63	5.21	10																							
	11M	2.7	1.2							3.90	1.30	11																							
	15L	1.7								1.70	0.57	0																							
Perhitungan PCI																																			
PCI = 100-CDV																																			
38																																			
Rating																																			
buruk / poor																																			

39	FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN									SKETCH																									
	CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT																																		
	Jalan Kapten Haryadi									A 300																									
1. Retak Buaya	(m <sup>2</sup> )	9. Alur	(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 Lepas	(m <sup>2</sup> )	3. Retak Kotak-Kotak	(m <sup>2</sup> )	11. Tambalan	(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. Jalur/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 Severity	QUANTITY								Total	Density (%)	DV	TDV	CDV																					
	1L	3.7	2.17	3.15	1.15	2.3	1.38	0.9	8.1	52.09	17.36	38	112	64																					
		1.26	15.7	12.3																															
	1M	6.58	2.35	1.4	1.4					11.73	3.91	34																							
	8M	0.08	0.08							0.161	0.05	0																							
	8H	0.23								0.234	0.08	12																							
	11L	0.4	0.36	0.21	2.72	4.16	0.8	1.61	3.44	42.9	14.30	28																							
		6.7	1.61	2.88	0.78	0.93	1.47	6.48	1.47																										
		1.12	1.19	1.17	3.4																														
Perhitungan PCI																																			
PCI = 100-CDV																																			
36																																			
Rating																																			
buruk / poor																																			

40	FORMULIR SURVEI KONDISI PERKERASAN JALAN									SKETCH																									
	CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT																																		
	Jalan Kapten Haryadi									A 300																									
1. Retak Buaya	(m <sup>2</sup> )	9. Alur	(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 Lepas	(m <sup>2</sup> )	3. Retak Kotak-Kotak	(m <sup>2</sup> )	11. Tambalan	(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. Jalur/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 Severity	QUANTITY								Total	Density (%)	DV	TDV	CDV																					
	1L	1.05	1.76	4.83	4.4	9.28	0.4	27.4	0.99	21.32	7.11	30	57	42																					
	1M	0.53								0.53	0.18	10																							
	11L	3.6	0.54	2.04	6.11	5.88	0.88	9.45	0.8	31.94	10.65	17																							
		2.64																																	
Perhitungan PCI																																			
PCI = 100-CDV																																			
58																																			
Rating																																			
baik / good																																			

Lampiran 2 Data LHR Jalan Kapten Haryadi Tahun 2020 – 2022

LHR Ruas Jalan Kapten Haryadi Tahun 2020

**BIDANG BINA MARGA DIY  
DPUP ESDM DIY**

Lembar ke ... dari ...

**FORMULIR HIMPUNAN PERHITUNGAN LALU LINTAS  
SELAMA 24 JAM (FORMULIR LAPORAN)**

Nomor Propinsi: 26  
 Nama Propinsi: D I Y  
 Nomor Pos: [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]  
 Lokasi Pos: [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]  
 Wilayah Pengaruh: Km ..... ke Km .....  
 Tanggal: [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]  
 Kelompok Hitungan: [ ]  
 Periode: [ ]  
 Arah Lalu Lintas: Dari WONDOREJO Ke TAMBAKAN

Golongan	1	2	3	4	5a	5a	6a	6b	7a	7b	7c	8
Waktu	Sepeda Motor, Siskuter dan Kendaraan Roda Tiga	Sedan, Jeep dan Station Wagon	Opel, Pick-up, opel Suburban, Candi dan Mini bus	Pick-up, Micro Truk dan Mobil Iantaran	Bus Kecil	Bus Besar	Truk 2 Sumbu 4 Roda	Truk 2 Sumbu 6 Roda	Truk 3 Sumbu	Truk Gerdongan	Truk Semi Trailer	Tidak Bermotor
06-07	382	45		2			2					14
07-08	788	126	1	16	1		5	1			1	2
08-09	645	133		17	2		5					
09-10	726	196		36			10					3
10-11	615	242		52		1	16					
11-12	790	256		38			14					2
12-13	682	220		26			30					
13-14	912	211	1	43			10					1
14-15	864	242		44			11					
15-16	936	266		28			16					1
16-17	1020	193		41			17					1
17-18	943	230		27			12					
18-19	785	147		10			9					
19-20	677	64		3			4					2
20-21	383	28		2			2					
21-22	165	16		2			2					
22-23												
23-24												
24-01												
01-02												
02-03												
03-04												
04-05												
05-06												
Jumlah	11.093	2.615	2	387	3	1	105	1			1	26
Catatan	Pegawas : _____											

BIDANG BINA MARGA DIY  
DPUP ESDM DIY

Lembar ke ... dari ...

**FORMULIR HIMPUNAN PERHITUNGAN LALU LINTAS  
SELAMA 24 JAM (FORMULIR LAPORAN)**

Nomor Propinsi   
 Nama Propinsi   
 Nomor Pos   
 Lokasi Pos   
 Wilayah Pengaruh  Km ..... ke Km  
 Tanggal     
 Tgl Bln Thn  
 Kelompok Hitungan   
 Periode   
 Arah Lalu Lintas  
 Dari   
 Ke

Golongan	1	2	3	4	5a	5a	6a	6b	7a	7b	7c	8
Waktu	Sepeda Motor, Skuter dan Kendaraan Roda Tiga	Sedan, Jeep dan Station Wagon	Opel, Pick-up, Opel Suburban, Combi dan Mini bus	Pick-up, Micro Truk dan Mobil Hantaran	Bus Kecil	Bus Besar	Truk 2 Sumbu 4 Roda	Truk 2 Sumbu 6 Roda	Truk 3 Sumbu	Truk Gandengan	Truk Semi Trailer	Kendaraan Tidak Bermotor
06-07	288	95		5	1		4					2
07-08	652	70		10			2				1	3
08-09	721	126		26			10					
09-10	614	210		29			15				1	
10-11	523	225		33			16					
11-12	646	186		48			17					
12-13	670	199		51			10					
13-14	722	206		46			11					
14-15	826	221		37			18					
15-16	820	298		33			12					
16-17	964	216		29			10					1
17-18	893	142		20			8					2
18-19	773	78		16			2					
19-20	312	42		10			2					
20-21	210	12		2								
21-22	164	10		1								
22-23												
23-24												
24-01												
01-02												
02-03												
03-04												
04-05												
05-06												
Jumlah	4.798	2.416		396	1	1	137				2	8
Catatan							Pengawas : _____					

LHR Ruas Jalan Kapten Haryadi Tahun 2021

BIDANG BINA MARGA DIY  
DPUP ESDM DIY

Lembar ke..... dari.....

FORMULIR HIMPUNAN PERHITUNGAN LALU LINTAS SELAMA 24 JAM (FORMULIR LAPORAN)

Nomor Propinsi : 0 2 6  
 Nama Propinsi : D A E R A H I S T I M E W A Y O G Y A K A R T A  
 Nomor Pos :  
 Lokasi Pos : Y O G  
 Wilayah Pengaruh : Km..... ke Km.....  
 Tanggal/Bulan/Tahun : - - 2 0 2 1  
 Kelompok Hitung :  
 Periode :  
 Arah Lalu Lintas : Dari WONOREJO  
 Ke TAMBAKAN

Golongan	1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	8
Waktu	Sepeda Motor, Sekuter, Sepeda Kumbang, dan Roda 3	Sedan, Jeep, dan Station Wagon	Opelet, Pick-up Opelet, Suburban, Combi, dan Mini Bus	Pick-up, Micro Truck, dan Mobil Hantaran	Bus Kecil	Bus Besar	Truk 2 sumbu (4 roda)	Truk 2 sumbu (6 roda)	Truk 3 sumbu	Truk Gandegan	Truk Semi Trailer	Kendaraan Tidak Bermotor
06 - 07	477	71		4			4	2				15
07 - 08	997	151		12	1		13	1				19
08 - 09	1003	169		14	1		12	3	1			7
09 - 10	833	212	1	22			14	2	1			2
10 - 11	851	292	1	15	1		23	1				1
11 - 12	892	304		24	1		19				1	
12 - 13	799	272		27	1		31	3	1		1	
13 - 14	932	286	1	21	1		19	2	1			4
14 - 15	972	266	1	19	1		15	4	1			6
15 - 16	1002	302	1	27	2	1	21	2			1	9
16 - 17	1047	312	1	32	1		23	4			1	5
17 - 18	1062	329		35		2	15	2				2
18 - 19	937	215		21		1	11	1				1
19 - 20	768	152		15			9					
20 - 21	435	94		9			5					
21 - 22	286	71		6								
22 - 23												
23 - 00												
00 - 01												
01 - 02												
02 - 03												
03 - 04												
04 - 05												
05 - 06												
Jumlah	12246	3403	6	282	10	6	239	27	5		4	66

Catatan:

Pengawas:  
  
(.....)



BIDANG BINA MARGA DIY  
DPUP ESDM DIY

Lembar ke..... dari.....

FORMUIR HIMPUNAN PERHITUNGAN LALU LINTAS SELAMA 24 JAM (FORMUIR LAPORAN)

Nomor Propinsi	: 0 2 6													
Nama Propinsi	: D A E R A H I S T I M E W A Y O G Y A K A R T A													
Nomor Pos	: [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]													
Lokasi Pos	: Y O G [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]													
Wilayah Pengaruh	: Km..... ke Km.....													
Tanggal/Bulan/Tahun	: [ ] [ ] - [ ] [ ] - 2 0 2 1													
Kelompok Hitung	: [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]													
Periode	: [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]													
	Arah Lalu Lintas Dari <u>TAMBAKAN</u> Ke <u>WONOREJO</u>													

Golongan	1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	8
Waktu	Sepeda Motor, Sekuter, Sepeda Kumbang, dan Roda 3	Sedan, Jeep, dan Station Wagon	Opel, Pick-up Opel, Suburban, Combi, dan Mini Bus	Pick-up, Micro Truck, dan Mobil Hantaran	Bus Kecil	Bus Besar	Truk 2 sumbu (4 roda)	Truk 2 sumbu (6 roda)	Truk 3 sumbu	Truk Gandegan	Truk Semi Trailer	Kendaraan Tidak Bermotor
06-07	391	117		4			4	2				6
07-08	727	192	1	13	1		3	2				9
08-09	852	196	2	47	2	1	6	1			1	7
09-10	771	253	1	49	2	1	11	2			1	
10-11	693	267		51	1		12	4			3	3
11-12	715	266		47			10	2			2	
12-13	742	266		81			8	1			1	2
13-14	866	271		76			6	1			2	1
14-15	903	312		42			7	3			2	1
15-16	973	286		39			4	3			1	2
16-17	1147	311		77			2	2			1	
17-18	1128	288		79			6	1			1	
18-19	831	163		63			4	1				
19-20	652	99		22			2					
20-21	323	31		11			1					
21-22	155	17		4								
22-23												
23-00												
00-01												
01-02												
02-03												
03-04												
04-05												
05-06												
Jumlah	11875	3285	4	705	6	2	79	25			15	31

Catatan:	Pengawas:  (.....)
----------	--------------------------

LHR Ruas Jalan Kapten Haryadi Tahun 2022

No.	Nomor Ruas	Nama Ruas Jalan	Jumlah SMP/jam	LHR	KET.
1	2	3	21		22
11	94	Wonorejo - Tambakan	1,671	26,735	

### Lampiran 3 Nilai Tegangan dan Regangan Ruas Jalan Kapten Haryadi dengan KENPAVE

#### Nilai tegangan dan regangan lapis tambahan (*overlay*) ruas Jalan Kapten Haryadi

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 STRAIN)
1	0.00000	0.06091	550.000	727.881	440.286	711.142
1	16.99970	0.05881	-1.009E-04	1.993E-04	-1.009E-04	1.818E-04
1	17.00000	0.05881	136.691	138.132	-309.894	-246.259
1	17.00000	0.05881	2.674E-04	2.689E-04	-1.988E-04	-1.988E-04
1	47.00000	0.05094	136.688	138.129	-309.913	-246.276
1	47.00000	0.05094	2.674E-04	2.689E-04	-1.988E-04	-1.988E-04
1	47.00030	0.05094	19.272	19.378	-85.462	-74.071
1	47.00030	0.05094	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
1	47.00030	0.05094	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
2	16.99970	0.05989	-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
2	16.99970	0.05989	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
2	17.00000	0.05989	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
2	47.00000	0.05205	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
2	47.00030	0.05205	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
3	16.99970	0.05990	-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
3	16.99970	0.05990	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
3	17.00000	0.05990	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
3	47.00000	0.05226	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
3	47.00030	0.05226	5.486E-04	5.486E-04	-2.230E-04	-2.230E-04

#### Nilai tegangan dan regangan lapis perkerasan baru ruas Jalan Kapten Haryadi

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 STRAIN)
1	0.00000	0.05390	550.000	656.247	440.285	639.638
1	17.99970	0.05119	-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
1	17.99970	0.05119	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
1	18.00000	0.05119	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
1	68.00000	0.03980	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
1	68.00030	0.03980	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
2	0.00000	0.05366	-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
2	17.99970	0.05217	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
2	18.00000	0.05217	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
2	68.00000	0.04043	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
2	68.00030	0.04043	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
3	0.00000	0.05252	-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
3	17.99970	0.05223	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
3	18.00000	0.05223	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
3	68.00000	0.04061	2.049E-04	2.049E-04	-1.428E-04	-1.428E-04



### Lampiran 4 Survei Kerusakan Jalan



**Lampiran 5 *Test-pit* Aspal**