TUGAS AKHIR

EVALUASI KONDISI PERKERASAN LENTUR MENGGUNAKAN METODE *PCI*, *SDI*, DAN PENANGANANNYA DI JALAN CARIU–JAGATAMU *(EVALUATION OF FLEXIBLE PAVEMENT CONDITIONS USING PCI, SDI AND HANDLING METHODS ON CARIU–JAGATAMU ROAD)*

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

Afif Khoirul Hidayat
19511196

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2024

TUGAS AKHIR

EVALUASI KONDISI PERKERASAN LENTUR MENGGUNAKAN METODE *PCI, SDI,* DAN PENANGANANNYA DI JALAN CARIU–JAGATAMU

(EVALUATION OF FLEXIBLE PAVEMENT CONDITIONS USING PCI, SDI AND HANDLING METHODS ON CARIU–JAGATAMU ROAD)

Disusun Oleh

Afif Kholrul Hidayat
19511196

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 05 November 2024
Oleh Dewan Penguji

Pembimbing	Penguji I	Penguji II
Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D.	Muhamad Abdul Hadi, S.T., M.T.	Prayogo Afang Prayitno, S.T., M.Sc.
NIK. 955110103	NIK. 215111307	NIK. 205111303

Mengesahkan,
Ketua Program Studi Teknik Sipil

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

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk memenuhi salah satu persyaratan pada Program Studi Teknik Sipil 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 norma, kaidah, dan etika penulisan Karya Ilmiah

Jika pernyataan di atas terbukti sebaliknya, maka saya bersedia menerima sanksi yang ditetapkan oleh Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 22 Juli 2024



Afif Khoirul Hidayat

19511196

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahiim.

Assalamualaikum warahmatullah wabarakatuh.

Alhamdulillahirabbil'alamiin, segala puji bagi Allah Subhanallahu wa Ta'ala karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul "*Evaluasi Kondisi Perkerasan Lentur Berdasarkan Metode PCI, SDI, dan penanganannya di Jalan Cariu-Jagatamu*". Shalawat serta salam selalu dilimpahkan kepada Rasulullah Muhammad Shallallahu 'alaihi wasallam, keluarga, sahabat, dan pengikut beliau hingga akhir zaman.

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan studi jenjang Strata Satu (S1) di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Ibu Miftahul Fauziah, S.T., M.T., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing laporan Tugas Akhir.
2. Bapak Muhamad Abdul Hadi, S.T., M.T. dan Bapak Prayogo Afang Prayitno, S.T., M.Sc. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir yang telah memberikan banyak masukan, saran, dan evaluasi untuk menjadi pribadi yang lebih baik kedepannya.
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, Yogyakarta.
4. Bapak dan Ibu, selaku orang tua penulis yang telah mengorbankan banyak hal material maupun spiritual untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Semua teman-teman yang telah membantu terlaksananya Tugas Akhir sekaligus dalam penulisan laporan ini khususnya Aprilia Wahyu Melati. Tim survey jalan, Zhafir, Ziyad dan Fadhil.

6. Rumah nenek, bibi, pakde, paklek, kelompok Belajar Woi, kosan Ritodean, dan teman-teman yang telah membantu penulis selama masa perkuliahan dan penyelesaian tugas akhir.
7. Tidak lupa, saya juga ingin mengungkapkan rasa syukur kepada diri saya sendiri atas perjuangan yang telah membawa saya hingga ke titik ini.

"Berjalan meski tak pasti, karena hidup tak selalu mudah," saya belajar bahwa proses ini penuh ketidakpastian, namun tetap harus dijalani dengan tekad dan semangat. Saya menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna, dan masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat saya harapkan demi kesempurnaan karya ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat, baik bagi saya pribadi, dan pihak yang berkepentingan. Akhir kata, saya berharap skripsi ini dapat memberikan kontribusi positif dan bermanfaat bagi pembaca. Terima kasih.

Yogyakarta, 23 Juli 2024
Penulis,

Afif Khoirul Hidayat
19511196

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
HALAMAN PENGESAHAN ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI iii
KATA PENGANTAR iv
DAFTAR ISI vi
DAFTAR TABEL x
DAFTAR GAMBAR xiii
DAFTAR LAMPIRAN xv
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN xvi
ABSTRAK xviii
ABSTRACT xix
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan Penelitian 5
1.4 Manfaat Penelitian 5
1.5 Batasan Penelitian 6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 7
2.1 Metode *PCI* (*Pavement Condition Index*) 7
2.2 Metode *SDI* (*Surface Disstress Index*) 7
2.3 Evaluasi Kondisi Perkerasan Jalan *Menggunakan* Program *KENPAVE* 8
BAB III LANDASAN TEORI 13
3.1 Perkerasan Lentur 13
3.2 Evaluasi dan Penilaian Kondisi Perkerasan 14
3.3 Jenis-Jenis Kerusakan 15
3.4 Metode *PCI* (*Pavement Condition Index*) 31

3.4.1 Indeks Kondisi Perkerasan atau *PCI* 31
3.4.2 Perhitungan *PCI* 31
3.5 Metode *SDI* (*Surface Distress Index*) 35
3.5.1 Perhitungan *SDI* 36
3.5.2 Metodologi Perhitungan dan Penelitian Nilai *SDI* 43
3.6 Korelasi Data 44
3.6.1 Pengertian Analisis Korelasi 44
3.6.2 Analisis Korelasi 44
3.7 Penanganan Perbaikan Jalan 45
3.7.1 Perbaikan dengan Penambalan (*Patching*) 46
3.7.2 Perbaikan Retak (*Crack Sealing*) 46
3.7.3 *Overlay* (Pelapisan) 47
3.7.4 Rehabilitasi (*Rehabilitation*) 47
3.7.5 Rekonstruksi 47
3.8 Metode Mekanistik–Empirik 48
3.8.1 Program *KENPAVE* 49
3.8.2 Program *KENLAYER* 52
3.8.3 Karakteristik Material 57
3.8.4 Pemodelan Lapis Perkerasan Jalan 57
3.9 Analisis Kerusakan Perkerasan 60
3.10 Sisa Umur Perkerasan (*Remaining Life*) 62
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN 68
4.1 Lokasi Penelitian 68
4.2 Pengumpulan Data 68
4.2.1 Data Primer 69
4.2.2 Data Sekunder 69
4.3 Metode Analisis Data 70
4.3.1 Analisis Data Visual dengan Metode *PCI* 70
4.3.2 Analisis Data Visual dengan Metode *SDI* 71
4.3.3 Analisis Koefisien Korelasi 71

4.3.4 Perhitungan Perencanaan Perkerasan Jalan dengan Metode Manual Desain Perkerasan 2017. 72
4.3.5 Analisis Respon Tegangan Regangan dengan Program *KENPAVE* 72
4.4 Bagan Alir Penelitian 73
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN 76
5.1 Hasil Pengumpulan Data 76
5.1.1 Kondisi Ruas Jalan Cariu–Jagatamu 76
5.1.2 Data Pengamatan Lapangan 76
5.1.3 Data Lalu Lintas 77
5.2 Analisis Nilai Kondisi Perkerasan Berdasarkan Metode *PCI (Pavement Condition Index)* 78
5.2.1 Perhitungan Nilai *PCI* 78
5.2.2 Menghitung Keseluruhan Nilai *PCI* 87
5.2.3 Pembahasan Metode *PCI* 87
5.3 Analisis Penilaian Kondisi Perkerasan Menggunakan Metode *SDI (Surface Distress Index)* 97
5.3.1 Perhitungan *SDI* 97
5.3.2 Pembahasan *SDI* 101
5.4 Korelasi Nilai *PCI* dan *SDI* 104
5.4.1 Analisis Korelasi Nilai *PCI* dan *SDI* 104
5.4.2 Pembahasan Korelasi Nilai *PCI* dan *SDI* 106
5.5 Rancangan Rekonstruksi Jalan dengan Metode Manual Desain Perkerasan 2017 110
5.5.1 Data Perencanaan Tebal perkerasan 110
5.5.2 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas 110
5.5.3 Faktor Distribusi Lajur dan Kapasitas Lajur 110
5.5.4 Perkiraan Faktor Ekivalen Beban Kendaraan 111
5.5.5 Menghitung *CESA* 111
5.5.6 Menentukan Tipe Perkerasan 113
5.5.7 Menentukan Struktur Perkerasan Lentur 114

5.5.8 Pembahasan Rekonstruksi 115
5.6 Analisis Sisa Umur Perkerasan Menggunakan Metode Mekanistik-Empirik dengan Program *KENPAVE* 116
5.6.1 Kondisi Lalu Lintas 116
5.6.2 Analisis Lalu Lintas 117
5.7 Analisis Nilai Tegangan dan Regangan dengan Program *KENPAVE* 118
5.7.1 Analisis Pada Perkerasan Eksisting 118
5.7.2 Pembahasan Analisis *KENPAVE* Pada Perkerasan Eksisting 129
5.7.3 Analisis pada Perkerasan Baru (Rekonstruksi) 131
5.7.4 Pembahasan Analisis *KENPAVE* Pada Perkerasan Baru 138
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 140
6.1 Kesimpulan 140
6.2 Saran 141
DAFTAR PUSTAKA 143
LAMPIRAN 146

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Perbandingan Penelitian Dengan Metode *PCI* dan *SDI*	10
Tabel 3.1	Identifikasi Tingkat Kerusakan Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)	19
Tabe 3. 2	Identifikasi Tingkat Kerusakan Kegemukan (*Bleeding*)	20
Tabel 3. 3	Identifikasi Tingkat Kerusakan Retak Blok (*Block Cracking*)	20
Tabel 3. 4	Identifikasi Tingkat Kerusakan Benjol dan Turun (*Bumps and Sags*)	21
Tabel 3. 5	Identifikasi Tingkat Kerusakan Bergelombang (*Corrugation*)	22
Tabel 3. 6	Identifikasi Tingkat Kerusakan Amblas (*Depression*)	22
Tabel 3. 7	Identifikasi Tingkat Kerusakan Retak Pinggir (*Edge Cracking*)	23
Tabel 3. 8	Identifikasi Tingkat Kerusakan Retak Reflektif Sambungan (*Joint Reflection Cracking*)	23
Tabel 3. 9	Identifikasi Tingkat Kerusakan Jalur/Bahu Jalan Turun (*Lane/Shoulder Drop-Off*)	24
Tabel 3. 10	Identifikasi Tingkat Kerusakan Retak Memanjang/Melintang (*Longitudinal*/*Transverse Cracking*)	25
Tabel 3. 11	Identifikasi Tingkat Kerusakan Tambalan (*Patching*)	26
Tabel 3. 12	Identifikasi Tingkat Kerusakan Agregat Licin (*Polished Aggregate*)	26
Tabel 3. 13	Identifikasi Tingkat Kerusakan Lubang (*Potholes*)	27
Tabel 3. 14	Identifikasi Tingkat Kerusakan Persilangan Jalan Rel (*Railroad Crossing*)	27
Tabel 3. 15	Identifikasi Tingkat Kerusakan Alur (*Rutting*)	28
Tabel 3. 16	Identifikasi Tingkat Kerusakan Sungkur (*Shoving*)	28
Tabel 3. 17	Identifikasi Tingkat Kerusakan Retak Slip (*Slippage Cracking*)	29
Tabel 3. 18	Identifikasi Tingkat Kerusakan Mengembang (*Swell*)	29

Tabel 3. 19	Identifikasi Tingkat Kerusakan Pelepasan Butir (*Weathering and Raveling*)	30
Tabel 3. 20	Nilai *PCI* dan Kondisi	34
Tabel 3. 21	Penentuan Nilai *SDI*	35
Tabel 3. 22	Susunan Permukaan Perkerasan	37
Tabel 3. 23	Kondisi/keadaan Permukaan Perkerasan	37
Tabel 3. 24	Persentase Penurunan Permukaan Perkerasan	38
Tabel 3. 25	Persentase Tambalan Permukaan Perkerasan	38
Tabel 3. 26	Jenis Retakan Permukaan Perkerasan	39
Tabel 3. 27	Lebar Retakan Permukaan Perkerasan	39
Tabel 3. 28	Luas Retakan Permukaan Perkerasan	40
Tabel 3. 29	Jumlah Lubang Permukaan Perkerasan	40
Tabel 3. 30	Ukuran Lebar dan Kedalaman	40
Tabel 3. 31	Bekas Roda Permukaan Perkerasan	41
Tabel 3. 32	Penanganan Jalan Berdasarkan *SDI*	41
Tabel 3. 33	Hubungan Koefisien Korelasi dan Interpretasi	45
Tabel 3. 34	Analisis Struktur Perkerasan	51
Tabel 3. 35	Nilai Modulus Elastisitas Berdasarkan Jenis Bahan Perkerasan	58
Tabel 3. 36	Karakteristik Modulus Bahan Pengikat untuk Pengembangan Bagan Desain dan Analisis Mekanistik	59
Tabel 3. 38	Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (*i*) (%)	64
Tabel 3. 39	Faktor Distribusi Lajur (*DL*)	65
Tabel 5. 1	Kondisi Ruas Jalan Raya Cariu–Jagatamu	76
Tabel 5. 2	Data Volume Lalu Lintas Harian Rerata (LHR)	77
Tabel 5. 3	Tipe Kerusakan Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)	78
Tabel 5. 4	Tipe Kerusakan Retak Blok (*Block Cracking*)	80
Tabel 5. 5	Tipe Kerusakan Alur (*Rutting*)	81
Tabel 5. 6	Tipe Pelepasan Butir (*Weathering and Raveling*)	82
Tabel 5. 7	Total *Deduct Value*	83
Tabel 5. 8	Hasil Rekapitulasi Perhitungan Nilai *PCI* Arah Cariu–Jagatamu	85
Tabel 5. 9	Hasil Rekapitulasi Perhitungan Nilai *PCI* Arah Jagatamu–Cariu	86

Tabel 5. 10	Persentase Rating Nilai *PCI* Arah Cariu–Jagatamu	90
Tabel 5. 11	Persentase Rating Nilai *PCI* Arah Jagatamu–Cariu	91
Tabel 5. 12	Rekapitulasi Jenis Kerusakan dan Nilai *Density* arah Cariu–Jagatamu	93
Tabel 5. 13	Rekapitulasi Jenis Kerusakan dan Nilai *Density* arah Jagatamu–Cariu	94
Tabel 5. 14	Rekapitulasi Nilai Rerata *Density* Masing–Masing Kerusakan Arah Cariu–Jagatamu	96
Tabel 5. 15	Rekapitulasi Nilai Rerata *Density* Masing–Masing Kerusakan Arah Jagatamu–Cariu	96
Tabel 5. 16	Hasil Nilai *SDI* Jalan Cariu–Jagatamu	100
Tabel 5. 17	Persentase Rating Nilai *SDI* Jalan Cariu–Jagatamu	101
Tabel 5. 18	Persentase Kondisi Permukaan pada Jalan Cariu–Jagatamu	102
Tabel 5. 19	Data *PCI* dan *SDI* Jalan Jalan Cariu–Jagatamu	105
Tabel 5. 20	Korelasi Metode *PCI* dan *SDI*	106
Tabel 5. 21	Rekapitulasi Perhitungan *CESA*	112
Tabel 5. 22	Data Lalu Lintas Ruas Jalan Cariu–Jagatamu	116
Tabel 5. 23	Data Untuk Input Program *KENPAVE*	119
Tabel 5. 24	Data Input *General*	120
Tabel 5. 25	Titik Tinjau pada *Zcoord*	121
Tabel 5. 26	Nilai *Vertical Strain* dan *Tangential Strain*	125
Tabel 5. 27	Analisa Beban Lalu Lintas Perkerasan Eksisting	126
Tabel 5. 28	Hasil Perhitungan Sisa Umur Layanan Perkerasan	128
Tabel 5. 29	Data Untuk *Input* Program *KENPAVE*	131
Tabel 5. 30	Data Input *General*	132
Tabel 5. 31	Titik Tinjau pada *Zcoord*	133
Tabel 5. 32	Nilai Tegangan Regangan Desain Rekonstruksi	135
Tabel 5. 33	Nilai Tegangan Regangan Desain Alternatif Rekonstuksi	135
Tabel 5. 34	Analisa Beban Lalu Lintas Perkerasan Baru	137
Tabel 5. 35	Analisa Beban Lalu Lintas Alternatif Perkerasan Baru	137

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Kondisi Kerusakan Retak	1
Gambar 1. 2	Kondisi Kerusakan Butiran Lepas	2
Gambar 1. 3	Kondisi Kerusakan Jalan Akibat Truck	2
Gambar 3. 1	Susunan Lapis Perkerasan Lentur	13
Gambar 3. 2	Deformasi Pada Permukaan Aspal	15
Gambar 3. 3	Retakan Pada Perkerasan Lentur	16
Gambar 3. 4	Butiran Lepas Pada Perkerasan Lentur	16
Gambar 3. 5	Kegemukan Pada Perkerasan Lentur	17
Gambar 3. 6	Agregat Licin Pada Perkerasan Lentur	17
Gambar 3. 7	Lubang Pada Perkerasan Lentur	17
Gambar 3. 8	Tambalan Pada Perkerasan Lentur	18
Gambar 3. 9	Persilangan Jalan Rel Pada Perkerasan Lentur	18
Gambar 3. 10	Kerusakan di Pinggir Perkerasan	18
Gambar 3. 11	Grafik *Corrected Deduct Value*	33
Gambar 3. 12	Nilai Kondisi Sebagai Indikator Tipe Pemeliharaan	34
Gambar 3. 13	Diagram Alir Perhitungan *SDI*	36
Gambar 3. 14	Tampilan Awal Program *KENPAVE*	50
Gambar 3. 15	Lokasi Tegangan dan Regangan Kritis Perkerasan Lentur	51
Gambar 3. 16	Tampilan Layar *LAYERINP*	52
Gambar 3. 17	Tampilan Menu *General*	53
Gambar 3. 18	Tampilan Menu *Zcoord*	54
Gambar 3. 19	Tampilan Menu *Layer*	55
Gambar 3. 20	Tampilan Menu *Moduli*	56
Gambar 3. 21	Tampilan Menu *Period1*	56
Gambar 3. 22	Tampilan Menu *Load*	57
Gambar 3. 23	Sumbu Standar Ekivalen di Indonesia	60
Gambar 3. 24	Nilai *VDF* masing-masing Jenis Kendaraan Niaga Berdasarkan Jenis Kendaraan dan Muatan	66

Gambar 4. 1	Peta Lokasi Jalan	68
Gambar 4. 2	Bagan Alir Penelitian	75
Gambar 5. 1	Penomoran Segmen Ruas Jalan Cariu–Jagatamu	77
Gambar 5. 2	*Deduct Value* Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)	79
Gambar 5. 3	*Deduct Value* Retak Blok (*Block Cracking*)	80
Gambar 5. 4	*Deduct Value* Alur (*Rutting*)	81
Gambar 5. 5	*Deduct Value* Pelepasan Butir (*Weathering and Raveling*)	83
Gambar 5. 6	*Corrected Deduct Value* (*CDV*) Segmen 6	84
Gambar 5. 7	Visualisasi Tingkat Kerusakan Jalan Metode *PCI*	89
Gambar 5. 8	Diagram Persentase *Rating* Nilai *PCI* Arah Cariu–Jagatamu	90
Gambar 5. 9	Diagram Persentase *Rating* Nilai *PCI* Arah Jagatamu–Cariu	91
Gambar 5. 10	Diagram Jenis Kerusakan Arah Cariu–Jagatamu	95
Gambar 5. 11	Diagram Jenis Kerusakan Arah Jagatamu–Cariu	95
Gambar 5. 12	Visualisasi Tingkat Kerusakan Jalan Metode *SDI*	103
Gambar 5. 13	Visualisasi Korelasi Metode *PCI* dan *SDI*	108
Gambar 5. 14	Pemilihan Jenis Perkerasan	113
Gambar 5. 15	Desain Perkerasan Lentur dengan Lapis Pondasi Berbutir	114
Gambar 5. 16	Susunan lapis perkerasan rencana	116
Gambar 5. 17	Tampilan Menu *LAYERINP*	119
Gambar 5. 18	Data *Input* pada Menu *General*	121
Gambar 5. 19	Data *Input* pada Menu *Zcoord*	122
Gambar 5. 20	Data *Input* pada *Layer*	122
Gambar 5. 21	Data *Input* pada *Moduli*	123
Gambar 5. 22	Data *Input* pada *Load*	124
Gambar 5. 23	Data *Input* pada Menu *NPT*	124
Gambar 5. 24	Kedalaman Titik Tinjau Kerusakan	129
Gambar 5. 25	Grafik Prediksi Sisa Umur Layanan	130
Gambar 5. 26	Data *Input* pada Menu *Zcoord*	133
Gambar 5. 27	Data *Input* pada *Layer*	134
Gambar 5. 28	Data *Input* pada *Moduli*	134

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Perhitungan *PCI* Tiap Segmen 147
Lampiran 2 Hasil Perhitungan *SDI* Tiap Segmen 162
Lampiran 3 Hasil Analisis *KENPAVE* pada Perkerasan Eksisting 169
Lampiran 4 Hasil Analisis *KENPAVE* pada Perkerasan Baru 171
Lampiran 5 Hasil Analisis *KENPAVE* pada Alternatif Perkerasan Baru 173
Lampiran 6 Dokumentasi Survei 175
Lampiran 7 Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (UR) 173
Lampiran 8 Pemilihan Jenis Perkerasan 173
Lampiran 9 Pemilihan Tebal Perkerasan 174

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

AC-BC	= *Asphalt Concrete-Binder Course*
AC-WC	= *Asphalt Concrete-Wearing Course*
Ad	= Luas total jenis kerusakan unit tiap tingkat kerusakan
As	= Luas total segmen
BM	= Bina Marga
CBR	= *California bearing ratio*
CDV	= *Corrected deduct value*
CESA	= *Cumulative equivalent single axle load*
VDF	= *Vehicle damage factor*
DD	= Faktor distribusi arah
DL	= Faktor distribusi lajur
DV	= *Deduct value*
ESAL	= *Equivalent standar axle load*
H	= *High*
M	= *Medium*
L	= *Low*
i	= Faktor pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)
LHR	= Lintas harian rata-rata
LPA	= Lapis pondasi atas
Cm	= Centimeter
m	= Meter
Km	= Kilometer
RL	= *Remaining life*
Nd	= Jumlah repetisi beban *permanent deformation*
Nf	= Jumlah repetisi beban *fatigue cracking*
Nr	= Jumlah repetisi beban *rutting*
PCI	= *Pavement condition index*

SDI	*= Surface distress index*
r	*= rasio*
TDV	*= Total deduct value*
UR	= Umur rencana

ABSTRAK

Jalan Raya Cariu-Jagatamu, sebagai jalan provinsi di Kecamatan Cariu, sering dikeluhkan oleh pengendara akibat kondisinya yang berpotensi membahayakan. Ruas jalan ini, mengalami kerusakan yang signifikan, terutama karena volume lalu lintas kendaraan berat dan genangan air. Dengan demikian, evaluasi kondisi perkerasan jalan dianggap penting untuk mengidentifikasi tingkat kerusakan yang ada.

Penelitian ini menggunakan dua metode analisis kondisi jalan, yaitu *Pavement Condition Index* (*PCI*) dan *Surface Distress Index* (*SDI*). Evaluasi tambahan dilakukan dengan menerapkan metode mekanistik-empiris melalui aplikasi *KENPAVE*, yang menggunakan permodelan linear untuk menentukan umur perkerasan jalan. Data primer diperoleh melalui survei langsung di lokasi penelitian untuk mengukur nilai *PCI* dan *SDI*. Sedangkan data sekunder diperoleh dari Dinas Bina Marga dan Tata Ruang Provinsi Jawa Barat yang berisi data perkerasan jalan yang digunakan untuk menghitung desain perkerasan jalan baru.

Hasil survei menunjukkan bahwa kedua metode mengkategorikan jalan dalam kondisi "sangat buruk", dengan nilai akhir *PCI* masing-masing 28,067 dan 30 serta rata-rata *SDI* 151,83, mengindikasikan kerusakan berat pada permukaan jalan. Analisis lebih lanjut menggunakan metode mekanistik-empiris dengan program *KENPAVE* memberikan prediksi umur perkerasan yang sangat buruk, dengan sisa umur untuk kerusakan *fatigue*, *deformation*, dan *rutting* mencapai angka negatif, yang menandakan perlunya perbaikan segera. Rancangan rekonstruksi yang diusulkan mencakup struktur perkerasan bertipe FFF2 dengan ketebalan lapisan yang sesuai untuk meningkatkan daya tahan jalan. Kesimpulan menunjukkan bahwa meskipun hasil dari *PCI* dan *SDI* menunjukkan pola yang berbeda, kombinasi kedua metode memberikan gambaran komprehensif mengenai kondisi jalan dan menegaskan perlunya tindakan perbaikan mendesak untuk meningkatkan keselamatan pengguna jalan.

Kata Kunci: *PCI, SDI, KENPAVE*, Rekonstruksi

ABSTRACT

The Cariu-Jagatamu Highway, a provincial road in Cariu District, is often complained about by motorists due to its potentially dangerous condition. This road section has experienced significant deterioration, mainly due to heavy vehicle traffic volume and waterlogging. As such, an evaluation of the pavement condition is considered important to identify the extent of existing damage.

This study used two road condition analysis methods, namely the Pavement Condition Index (PCI) and the Surface Distress Index (SDI). Additional evaluation was conducted by applying the mechanistic-empirical method through the KENPAVE application, which uses linear modeling to determine pavement life. Primary data was obtained through direct survey at the research site to measure the PCI and SDI values. Secondary data was obtained from the West Java Provincial Bina Marga and Spatial Planning Office, which contains pavement data used to calculate the new pavement design.

Survey results indicate that both methods categorize the road as being in "very poor" condition, with final PCI values of 28.067 and 30, and an average SDI of 151.83, indicating severe surface damage. Further analysis using the mechanistic-empirical method with the KENPAVE program predicts a very poor pavement lifespan, with remaining life for fatigue, deformation, and rutting reaching negative values, highlighting the urgent need for repairs. The proposed reconstruction design includes an FFF2-type pavement structure with appropriate layer thickness to enhance road durability. The conclusion suggests that although the results from PCI and SDI show different patterns, the combination of both methods provides a comprehensive overview of the road condition and underscores the urgent need for remedial actions to improve road user safety.

Keywords: PCI, SDI, KENPAVE, Reconstruction

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan merupakan salah satu infrastruktur yang sangat penting dalam transportasi. Oleh karena itu, kondisi perkerasan jalan khususnya merupakan faktor utama yang sering menjadi pusat perhatian. Ketika jalan memiliki perkerasan yang baik, tentu akan membuat pengguna jalan merasa nyaman dan aman ketika berkendara atau berjalan kaki. Berbanding terbalik ketika jalan mengalami kerusakan. Hal tersebut justru dapat membahayakan pengendara bahkan dapat memicu terjadinya kecelakaan lalu lintas. Namun pada kenyataannya, kerusakan jalan pasti akan terjadi seiring berjalannya waktu. Hal ini dikarenakan adanya perubahan atau penurunan kondisi perkerasan jalan.

Kondisi Jalan Raya Cariu-Jagatamu, yang merupakan jalan provinsi di Kecamatan Cariu, memerlukan perhatian lebih, mengingat adanya beberapa area dengan kerusakan yang sudah berlangsung cukup lama. Beberapa titik di jalan ini mengalami lubang, retakan, permukaan yang tidak rata, serta adanya genangan air yang dapat memengaruhi kenyamanan dan keamanan para pengguna jalan, termasuk pengendara motor dan pejalan kaki. Kondisi ini, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1.1 berikut.



Gambar 1. 1 Kondisi Kerusakan Retak



Gambar 1. 2 Kondisi Kerusakan Butiran Lepas

Ruas jalan ini memiliki peran yang sangat penting sebagai jalur utama yang menghubungkan Kabupaten Bogor dan Kabupaten Karawang, serta dilalui oleh berbagai kendaraan, termasuk truk bermuatan besar, mengingat fungsinya sebagai penghubung antar daerah. Seiring dengan peningkatan volume lalu lintas dan perkembangan kawasan pemukiman di sepanjang jalan ini. Aktivitas transportasi yang sering dilalui truk pengangkut pasir, batu, dan semen dapat mempengaruhi kondisi jalan, seperti yang terlihat pada Gambar 1.3. Oleh karena itu, perawatan jalan secara berkala menjadi sangat penting untuk memastikan kualitas dan keselamatan jalan tetap terjaga. Perhatian yang lebih terhadap perbaikan dan pemeliharaan yang tepat akan sangat membantu dalam menjaga kelancaran transportasi dan keselamatan semua pengguna jalan.



Gambar 1. 3 Kondisi Kerusakan Jalan Akibat Truck

Metode yang dapat digunakan untuk menganalisis pemeliharaan jalan meliputi *PCI (Pavement Condition Index)* dan *SDI (Surface Distress Index)*. Metode *PCI* ini mengidentifikasi berbagai jenis kerusakan jalan secara lebih komprehensif, yaitu sebanyak 19 jenis kerusakan serta penanganannya di setiap kerusakan, sedangkan dengan metode *SDI* yang hanya mencakup 4 jenis kerusakan utama. Dalam penanganannya, meskipun dasar analisis pemeliharaan dapat menggunakan *SDI*, apabila kondisi jalan mengindikasikan perlunya penanganan lebih lanjut seperti *overlay* atau rekonstruksi, maka referensi desain perkerasan jalan yang tercantum dalam Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 menjadi acuan penting untuk menentukan jenis penanganan yang sesuai dengan tingkat kerusakan yang ditemukan. Kedua metode tersebut nantinya akan memberikan hasil informasi mengenai nilai kondisi jalan.

Dalam hal ini, sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ramadhan (2022) yang menggabungkan dua metode analisis kerusakan jalan, yaitu *PCI* dan *SDI*, untuk mengevaluasi kerusakan perkerasan lentur dan perkerasan kaku di Jalan Raya Narogong. Selain itu juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sandyna dkk. (2022), Sembiring dkk. (2022), dan Hermawan dan Tajudin (2021), yang juga menggunakan kedua metode *PCI* dan *SDI* dalam evaluasi kondisi jalan. Penelitian-penelitian tersebut memberikan kontribusi penting dalam pemahaman kondisi jalan dan pemilihan prioritas perbaikan, serta menyarankan strategi pemeliharaan yang dapat meningkatkan keselamatan, kenyamanan, dan efisiensi transportasi.

Untuk memberikan gambaran mengenai prediksi masa depan, seperti umur perkerasan jalan, diperlukan analisis lebih lanjut menggunakan metode mekanistik-empiris. Huang (2004) menjelaskan bahwa metode mekanis-empiris dapat digunakan untuk mengidentifikasi prinsip teoritis dan sifat material perkerasan, serta untuk melakukan perhitungan eksak tentang respons struktur perkerasan terhadap beban yang ditimbulkan oleh kendaraan. Dengan penggunaan metode ini dapat meningkatkan keandalan desain perkerasan, memprediksi jenis kerusakan, dan mengantisipasi data laboratorium atau lapangan yang terbatas. Program

KENPAVE, yang diciptakan oleh Huang (2004), adalah salah satu cara untuk menerapkan metode mekanistik-empiris.

Penggunaan program *KENPAVE* sangat diperlukan untuk analisis tegangan dan regangan sehingga hasilnya dapat digunakan untuk memprediksi sisa umur perkerasan jalan dan waktu terjadinya kerusakan, seperti *rutting*, *fatigue cracking*, dan *permanent deformation*. Berdasarkan prediksi kerusakan yang terjadi tersebut dapat direncanakan pemeliharaan yang tepat dan efisien dengan mengurangi biaya perbaikan jangka panjang, seperti yang telah dilakukan oleh Dwiputra dkk. (2021), Tolab dkk. (2022), dan Pambudi dan Fauziah (2021).

Selain itu, metode mekanistik-empiris juga digunakan dalam program *KENPAVE* untuk menghitung umur layan jalan. Penelitian ini juga dapat menggali pengaruh faktor lain, seperti berbagai alternatif penggunaan material dan metode pemeliharaan yang lebih efisien, untuk meningkatkan kekuatan perkerasan jalan dan memperpanjang umur jalan. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya bertujuan untuk menilai kondisi jalan saat ini, tetapi juga memberikan saran pemeliharaan yang lebih tepat dan didasarkan pada data yang lebih akurat, agar pengelolaan jalan di masa depan dapat lebih baik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut.

1. Bagaimana kondisi, jenis, dan tingkat kerusakan berdasarkan metode *PCI* pada ruas jalan yang diteliti?
2. Bagaimana kondisi, jenis, dan tingkat kerusakan perkerasan jalan berdasarkan metode *SDI* pada jalan tersebut?
3. Bagaimana korelasi antara hasil analisis kerusakan perkerasan jalan menggunakan metode *PCI* dan metode *SDI* pada Jalan Raya Cariu-Jagatamu?
4. Bagaimana respon tegangan dan regangan yang terjadi akibat beban lalu lintas pada Jalan Raya Cariu-Jagatamu dengan menggunakan metode mekanistik-empirik pada program *KENPAVE*?
5. Berapa sisa umur rencana/masa pada ruas Jalan Raya Cariu-Jagatamu dengan

menggunakan metode mekanistik-empirik program *KENPAVE*?

6. Bagaimana solusi atau upaya dalam mengatasi kerusakan yang terjadi pada ruas jalan yang diteliti?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini terlampir pada sebagai berikut.

1. Mengetahui kondisi, jenis, dan tingkat berdasarkan metode *PCI* pada ruas jalan yang diteliti.
2. Mengetahui kondisi, jenis dan tingkat kerusakan perkerasan jalan berdasarkan metode *SDI* pada jalan tersebut.
3. Mengetahui korelasi antara hasil penilaian kerusakan perkerasan jalan dengan metode *PCI* dan metode *SDI* pada Jalan Raya Cariu-Jagatamu.
4. Mengetahui respon tegangan dan regangan yang terjadi akibat beban lalu lintas pada ruas Jalan Raya Cariu-Jagatamu dengan menggunakan metode mekanistik-empirik pada program *KENPAVE*.
5. Memprediksi sisa umur rencana/masa layanan yang tersedia dari ruas Jalan Raya Cariu-Jagatamu dengan menggunakan metode mekanistik-empirik program *KENPAVE*.
6. Mengusulkan solusi dalam menanggulangi kerusakan jalan tersebut.

1.4 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagaimana disebutkan berikut.

1. Mengetahui nilai kondisi dan tingkat kelayakan perkerasan berdasarkan tingkat kerusakan yang terjadi pada permukaan ruas jalan tersebut.
2. Memberikan informasi mengenai korelasi dengan dua metode *PCI* dan *SDI* dalam upaya perbaikan yang tepat dan efektif.
3. Mengetahui dan menambah pengetahuan tentang bagaimana respon tegangan dan regangan yang terjadi akibat beban lalu lintas pada ruas jalan tersebut dengan menggunakan program *KENPAVE*.
4. Mengetahui prediksi sisa umur rencana/masa layanan yang tersedia dari ruas jalan tersebut.

5. Memberikan referensi atau masukan bagi para perencana atau instansi terkait dalam pengambilan keputusan untuk menangani, meningkatkan, memelihara kondisi jalan dan mengantisipasi terjadinya kerusakan yang berkesinambungan.

1.5 Batasan Penelitian

Penelitian ini memiliki batasan-batasan penelitian terlampir sebagai berikut.

1. Lokasi yang diteliti adalah ruas Jalan Raya Cariu-Jagatamu, mulai dari stasiun 082+400 sampai stasiun 083+900 sepanjang 1,5 km.
2. Perhitungan *PCI* berdasarkan metode ASTM D 6433–18, serta rekomendasi pemeliharaan berdasarkan Shahin 1994,
3. Perhitungan *SDI* serta rekomendasi penanganannya berdasarkan metode Bina Marga 2011,
4. Perhitungan respon tegangan regangan dan sisa umur layan menggunakan metode mekanistik-empirik program *KENPAVE*,
5. Perhitungan rekonstruksi berdasarkan metode penanganan Manual Desain Perkerasan Bina Marga 2017.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Metode *PCI* (*Pavement Condition Index*)

Sandyna dkk. (2022) melakukan penelitian tentang perbandingan tingkat kerusakan jalan pada perkerasan lentur dengan metode *PCI* dan *SDI*. Dalam penelitiannya dijelaskan bahwa hasil perbandingan *SDI* dan *PCI* didapat rentang nilai 0-95 pada *SDI* dan 12-64% pada *PCI*. Berdasarkan hubungan kategori pemeliharaan jalan dan nilai *PCI*, maka Jalan As-Shofa harus dilakukan rekonstruksi sebagai pemeliharaan jalan tersebut yang mana memiliki nilai *PCI* rata-rata 32,7. Berdasarkan analisa perbandingan dari kedua metode tersebut, disimpulkan bahwa metode *PCI* memiliki tingkat akurasi yang lebih baik jika ditinjau dari teknis penelitian di lapangan. Oleh karena itu, metode *PCI* disarankan untuk digunakan dalam penentuan tingkat kerusakan jalan, penanganan, dan pemeliharaan rutin.

Menurut Hermawan dan Tajudin (2021), kendaraan besar yang sering melintasi Jalan Nasional Jatisari di Karawang menyebabkan berbagai kerusakan pada perkerasan jalan, yang dievaluasi menggunakan metode *PCI* dan *SDI*, di mana *PCI* menunjukkan bahwa arah Pamanukan memiliki 78% kondisi sempurna dan arah Cikampek 74% sempurna, sementara *SDI* menunjukkan kedua arah berada dalam kategori baik, dengan perbedaan hasil disebabkan oleh *PCI* yang mengamati semua jenis kerusakan sementara *SDI* hanya menilai empat unsur kerusakan.

2.2 Metode *SDI* (*Surface Disstress Index*)

Sembiring dkk. (2022) melakukan analisis kondisi kerusakan jalan dengan metode *PCI* dan *SDI*. Pada penelitiannya metode *PCI* memberikan hasil yang lebih beragam. Berdasarkan hasil analisis, nilai *PCI* untuk kondisi jalan sebesar 75,56 yang termasuk dalam klasifikasi kualitas perkerasan pada tingkat sangat tinggi. Sedangkan penilaian *SDI* menghasilkan nilai 14,93 yang dianggap sebagai urutan

kualitas aspal yang sangat baik. Selain itu, kedua metode tersebut menghasilkan rekomendasi untuk pemeliharaan rutin.

Menurut Labaso dkk. (2022), Jalan Pue Bongo merupakan salah satu jalan perkotaan yang mengalami kerusakan perkerasan, yang mengganggu pengguna jalan serta berdampak besar pada keselamatan dan kenyamanan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kondisi kerusakan dan menentukan penanganan yang tepat. Data dikumpulkan secara visual sepanjang jalan dari Sta. 0+000 hingga Sta. 1+525, menggunakan data sekunder dari Dinas Bina Marga dan Penataan Ruang Provinsi Sulawesi Tengah, serta data primer melalui survei kondisi jalan dengan metode *PCI* dan *SDI*. Hasil analisis menunjukkan nilai rata-rata *PCI* sebesar 37,90 yang mengindikasikan kondisi buruk (*poor*), sedangkan nilai rata-rata *SDI* sebesar 76,56 menunjukkan kondisi sedang. Berdasarkan analisis, penanganan yang direkomendasikan untuk *PCI* adalah rekonstruksi atau daur ulang, sementara untuk *SDI* adalah pemeliharaan, dan menurut MDP 2017, disarankan untuk melakukan kupas dan ganti material di area tertentu.

Sumarsono dan Fauziah (2022) melakukan analisis kondisi kerusakan jalan dengan metode *Surface Distress Index* (*SDI*) dan metode *IRI* (*International Roughness Index*). Berdasarkan hasil analisis prediksi umur layan jalan akibat beban *overloading* menggunakan metode mekanistik-empirik pada Jalan Jogja – Solo km 14+800 – 16+800 menunjukkan bahwa nilai *SDI* dan *IRI* mengindikasikan kondisi jalan dalam keadaan rusak ringan, memerlukan penanganan pemeliharaan berkala sesuai penilaian Bina Marga 2011, serta penurunan umur layan jalan akibat pertumbuhan lalulintas sebesar 4% per tahun dan beban 10.000 kg, yang memerlukan penambahan tebal sebesar 9 cm untuk memenuhi layan jalan selama 12 tahun; sementara ketebalan lapis tambah (*overlay*) berdasarkan metode SKBI 1987 adalah 11,5 cm, Bina Marga 2013 adalah 10 cm, dan metode mekanistik-empirik menggunakan program *KENPAVE* adalah 9 cm.

2.3 Evaluasi Kondisi Perkerasan Jalan *Menggunakan* Program *KENPAVE*

Tolab dkk. (2022) melakukan analisis mendalam mengenai kondisi kerusakan jalan dengan menggunakan metode Mekanistik-Empiris *KENPAVE*, fokus pada perbandingan perkerasan *AC-WC* yang menggunakan bahan ikat *Starbit* E-55 dan

Pen 60/70. Hasil analisis menunjukkan bahwa campuran *AC-WC* berbahan ikat *Starbit* E-55 memiliki performa yang lebih unggul dalam menahan beban lalu lintas, dengan kapasitas hingga 465.609.609 *ESAL* sebelum terjadi kerusakan *fatigue cracking*, 43.351.635 *ESAL* untuk kerusakan *rutting*, dan 37.645.893 *ESAL* untuk kerusakan *permanent deformation*. Ini mengindikasikan bahwa campuran tersebut lebih efektif dalam merespons berbagai jenis kerusakan akibat beban yang melintas di atasnya, jika dibandingkan dengan campuran *AC-WC* yang menggunakan bahan ikat Pen 60/70.

Sementara itu, menurut Pambudi dan Fauziah (2021) perkerasan jalan berfungsi menyalurkan beban kendaraan, namun beban berlebihan dapat menyebabkan kerusakan, sehingga perawatan rutin diperlukan. Penelitian ini mengevaluasi kondisi perkerasan jalan Simpang Pundu–Tumbang Samba menggunakan metode Bina Marga 2017 dan *KENPAVE* dengan pendekatan elastis dan viskoelastik untuk menghitung tegangan, regangan, dan sisa masa pakai. Hasil menunjukkan bahwa pendekatan elastis menghasilkan nilai tegangan yang lebih kecil dibandingkan *viskoelastik*. Ketebalan lapisan perkerasan adalah *AC-WC* 4 cm, *AC-BC* 6 cm, *AC-Base* 7,5 cm, *CTB* 15 cm, dan LPA kelas A 15 cm. Sisa umur pakai dengan pendekatan elastis juga lebih besar dibandingkan dengan pendekatan *viskoelastik*.

Berdasarkan beberapa penelitian yang ada, dilakukan penelitian yang berbeda dengan penelitian terdahulu, baik dari segi lokasi maupun metode yang digunakan. Adapun lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 2.1 tentang rekapitulasi persamaan dan perbedaan penelitian ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian dengan Metode *PCI* dan *SDI*

Peneliti	Sandyna dkk. (2022)	Sembiring dkk. (2022)	Pambudi dan Fauziah (2021)	Sumarsono dan Fauziah (2022)	Hermawan dan Tajudin (2021)	Penulis
Judul Penelitian	Analisis Perbandingan Tingkat Kerusakan Jalan Pada Perkerasan Lentur Dengan Metode *PCI* Dan Metode *SDI*	Analisis Kondisi Kerusakan Jalan Berastagi-Simpang Empat, Kabupaten Karo, Dengan Metode *PCI* dan *SDI*	Evaluasi Perancangan Struktur Perkerasaan Dengan Metode Bina Marga 2017 Dan Program *KENPAVE* Menggunakan Pendekatan *Elastik* Dan *Viskoelastik* (Studi Kasus: Jalan Simpang Pundu–Tumbang Samba)	Evaluasi Kondisi Perkerasan, Penanganan Dan Nilai Sisa Perkerasan Lentur Jalan Dengan Metode Binamarga 2013 Dan Metode Mekanistik Empirik (Studi kasus: Jalan Jogja-Solo Km 14+800 – 16+800)	Evaluasi Kerusakan Perkerasan Lentur Dengan Metode *PCI* dan *SDI* (Studi Kasus: Jalan Jatisari, Karawang)	Evaluasi Kondisi Perkerasan Lentur Berdasarkan Metode *PCI* dan *SDI* di Jalan Raya Cariu-Jagatamu
Lokasi Penelitian	Jalan As-Shoffa kota Pekanbaru	Jalan Berastagi-Simpang Empat, Kabupaten Karo	Jalan Simpang Pundu–Tumbang Samba	Jalan Jogja-Solo Km 14+800 – 16+800	Jalan Jatisari, Karawang	Jalan Raya Cariu-Jagatamu
Metode Penelitian	1. Metode *PCI* (*Pavement Condition Index*) 2. Metode *SDI* (*Surface Distress Index*)	1. Metode *PCI* (*Pavement Condition Index*) 2. Metode *SDI* (*Surface Distress Index*)	1. Metode Bina Marga 2017 2. Mekanistik-Empirik Dengan Program *KENPAVE*	1. Metode *SDI* (*Surface Distress Index*) 2. Metode *IRI* (*International Roughness Index*) 3. Program *KENPAVE*	1. Metode *PCI* (*Pavement Condition Index*) 2. Metode *SDI* (*Surface Distress Index*)	1. Metode *PCI* (*Pavement Condition Index*) 2. Metode *SDI* (*Surface Distress Index*)

Sumber: Sandyna dkk. (2022), Sembiring dkk. (2022), Pambudi dan Fauziah (2021), Sumarsono dan Fauziah (2022), Hermawan dan Tajudin (2021)

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian dengan Metode *PCI* dan *SDI*

Peneliti	Sandyna dkk. (2022)	Sembiring dkk. (2022)	Pambudi dan Fauziah (2021)	Sumarsono dan Fauziah (2022)	Hermawan dan Tajudin (2021)	Penulis
Hasil Penelitian	Hasil perbandingan *SDI* dan *PCI* didapat rentang nilai 0-95 pada *SDI* dan 12-64% pada *PCI*. Berdasarkan hubungan kategori pemeliharaan jalan dan nilai *PCI*, maka Jalan As-Shofa harus dilakukan rekonstruksi sebagai pemeliharaan jalan tersebut yang mana memiliki nilai *PCI* rata-rata 32,7. Berdasarkan analisa perbandingan dari kedua metode	Nilai kondisi jalan berdasarkan metode *Pavement Condition Index* (*PCI*) sebesar 75,56 termasuk dalam klasifikasi kualitas perkerasan dengan tingkat sangat baik. Serta hasil evaluasi kerusakan jalan berdasarkan metode *Surface Distress Index* (*SDI*) adalah 14,93 termasuk dalam klasifikasi kualitas perkerasan dengan tingkat baik. Berdasarkan nilai	Hasil analisis perkerasan jalan Simpang Pundu – Tumbang Samba berdasarkan metode Bina Marga 2017 menunjukkan bahwa tebal lapis permukaan *AC-WC* adalah 4 cm, lapis *AC-BC* 13,5 cm, pondasi atas *CTB* 15 cm, dan pondasi bawah LPA kelas A 15 cm, dengan nilai tegangan dan regangan penyebab kerusakan *fatigue cracking* pada kedalaman 17,499 cm sebesar 0,0001585,	Hasil analisis prediksi umur layan jalan akibat beban *overloading* menggunakan metode mekanistik-empirik menunjukkan bahwa nilai *Surface Distress Index (SDI)* dan *International Roughness Index (IRI)* mengindikasikan kondisi jalan dalam keadaan rusak ringan, memerlukan penanganan pemeliharaan berkala sesuai penilaian Bina Marga 2011,	Penelitian ini menunjukkan bahwa kerusakan perkerasan Jalan Nasional Jatisari, Karawang, disebabkan oleh kendaraan besar yang sering melintas, dengan berbagai jenis kerusakan seperti lubang, tambal, retak kulit buaya, dan amblas. Hasil evaluasi menggunakan metode *Pavement Condition Index* (*PCI*) menunjukkan bahwa kondisi perkerasan di arah Pamanukan tergolong 78% sempurna,	Berdasarkan hasil survei dan analisis kondisi jalan menggunakan metode *Pavement Condition Index (PCI)* dan *Surface Distress Index (SDI)*, ditemukan bahwa kondisi perkerasan di Jalan Cariu-Jagatamu tergolong sangat buruk, dengan nilai *PCI* masing-masing 28,0667 dan 30,

Sumber: Sandyna dkk. (2022), Sembiring dkk. (2022), Pambudi dan Fauziah (2021), Sumarsono dan Fauziah (2022), Hermawan dan Tajudin (2021)

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian dengan Metode *PCI* dan *SDI*

Peneliti	Sandyna dkk. (2022)	Sembiring dkk. (2022)	Pambudi dan Fauziah (2021)	Sumarsono dan Fauziah (2022)	Hermawan dan Tajudin (2021)	Penulis
Hasil Penelitian	tersebut, disimpulkan bahwa metode *PCI* memiliki tingkat akurasi yang lebih baik jika ditinjau dari teknis penelitian di lapangan.	kondisi jalan untuk jenis penanganan yang sesuai adalah melakukan program pemeliharaan rutin.	kerusakan *rutting* sebesar 0,0002367, dan *permanent deformation* pada kedalaman 47,5003 sebesar 0,0002335; sedangkan pada permodelan *viskoelastik*, nilai-nilai tersebut masing-masing adalah 0,000165, 0,000251, dan 0,00044, sehingga tebal minimum untuk menahan beban selama umur layan yang cukup adalah 17,5 cm untuk lapis permukaan dan 15 cm untuk kedua lapisan pondasi.	serta penurunan umur layan jalan akibat pertumbuhan lalulintas sebesar 4% per tahun dan beban 10.000 kg, yang memerlukan penambahan tebal sebesar 9 cm untuk memenuhi layan jalan selama 12 tahun; sementara ketebalan lapis tambah (*overlay*) berdasarkan metode SKBI 1987 adalah 11,5 cm, Bina Marga 2013 adalah 10 cm, dan metode mekanistik-empirik menggunakan program *KENPAVE* adalah 9 cm.	14% sangat baik, 4% baik, dan 4% sedang; sementara di arah Cikampek, 74% tergolong sempurna, 12% sangat baik, 8% baik, 4% sedang, dan 2% buruk. Di sisi lain, metode *Surface Distress Index* (*SDI*) memberikan hasil baik untuk kedua arah jalan. Perbedaan hasil antara *PCI* dan *SDI* mencerminkan bahwa *PCI* mengamati semua jenis kerusakan yang terjadi, sedangkan *SDI* hanya fokus pada empat unsur kerusakan.	serta rata-rata *SDI* sebesar 151,83, menunjukkan kerusakan signifikan seperti retakan, lubang, dan deformasi yang mengancam keselamatan pengguna jalan; oleh karena itu, tindakan perbaikan segera diperlukan, dan desain rekonstruksi.

Sumber: Sandyna dkk. (2022), Sembiring dkk. (2022), Pambudi dan Fauziah (2021), Sumarsono dan Fauziah (2022), Hermawan dan Tajudin (2021)

BAB III
LANDASAN TEORI

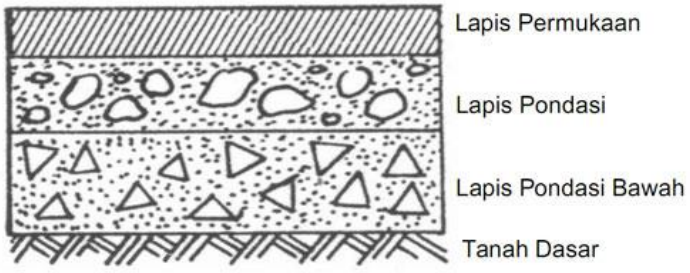
3.1 Perkerasan Lentur

Hardiyatmo (2015) menyatakan perkerasan adalah konstruksi yang diletakkan di atas tanah dasar, yang memisahkan ban kendaraan dari tanah dasar di bawahnya. Perkerasan harus memberikan permukaan yang rata dengan tingkat kekokohan tertentu, dengan usia pakai yang cukup lama, dan sedikit pemeliharaan.

Jenis konstruksi jalan yang paling umum di Indonesia adalah perkerasan lentur. Konstruksi ini disebut perkerasan lentur karena kemampuannya untuk beradaptasi dengan beban lalu lintas melalui sifat lenturnya (defleksi).

Perkerasan lentur umumnya digunakan pada jalan yang melayani lalu lintas dengan tingkat pelayanan ringan hingga sedang, seperti jalan-jalan di daerah perkotaan. Kekuatan perkerasan lentur diperoleh dari ketebalan masing-masing lapisan perkerasan yang bekerja sama dalam menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar (subgrade).

Ketebalan setiap lapisan menentukan kekuatan perkerasan. Hardiyatmo (2015) menyatakan bahwa aspal lentur terdiri dari tiga lapisan utama, yaitu: lapis permukaan (*surface course*), lapis pondasi atas (*Base course*), dan lapis pondasi bawah (*subBase course*). Susunan elemen perkerasan lentur dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Susunan Lapis Perkerasan Lentur
(Sumber: Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Grobongan, 2014)

Sukirman (1999) juga menjelaskan tentang kemampuan dari lapisan perkerasan khususnya pada perkerasan lentur, yaitu sebagai berikut.

1. Lapis permukaan (*surface course*), berfungsi sebagai berikut ini.
    a. Menyediakan permukaan yang datar dan tidak licin.
    b. Menyalurkan beban vertikal maupun horizontal,
    c. Berfungsi sebagai lapisan kedap air untuk melindungi beban jalan, dan
    d. Berfungsi sebagai lapis aus.
2. Lapis pondasi atas (*Base course*), berfungsi sebagai berikut ini.
    a. Lapis pendukung bagi lapis permukaan,
    b. Pemikul beban horizontal dan vertikal, dan
    c. Lapis pondasi bagi lapis pondasi bawah.
3. Lapis pondasi bawah (*sub-Base course*), berfungsi sebagai berikut ini.
    a. Menyebarkan beban roda,
    b. Lapis peresapan,
    c. Lapis pencegah masuknya tanah dasar ke lapis pondasi, dan
    d. Lapisan pertama pada pembuatan struktur perkerasan.
4. Tanah dasar (*subgrade*)

Tanah dasar adalah permukaan tanah asli, permukaan galian atau permukaan tanah timbunan yang dipadatkan dan merupakan permukaan tanah dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya.

3.2 Evaluasi dan Penilaian Kondisi Perkerasan

Evaluasi penilaian kondisi perkerasan jalan merupakan aspek penting dalam pemilihan suatu proyek peningkatan jalan karena akan menentukan nilai manfaat yang dihasilkan dari peningkatan adanya perbaikan jalan (Bina Marga, 1995). Evaluasi penilaian ini akan menentukan kemampuan sebuah perkerasan jalan dalam memenuhi fungsi dasar perkerasan jalan.

Langkah awal yang krusial dalam merencanakan program perbaikan dan pemeliharaan perkerasan jalan adalah mengevaluasi kondisi geometrik dan struktural jalan. Jalan yang masih dalam kondisi baik perlu dinilai secara berkala untuk mengidentifikasi potensi pergeseran yang dapat memengaruhi kondisi jalan

di masa depan. Program ini bertujuan untuk menyediakan informasi inventaris secara kontinu, memungkinkan deteksi masalah secara dini dan memastikan bahwa tindakan perbaikan dapat dilakukan dengan efisien dan efektif.

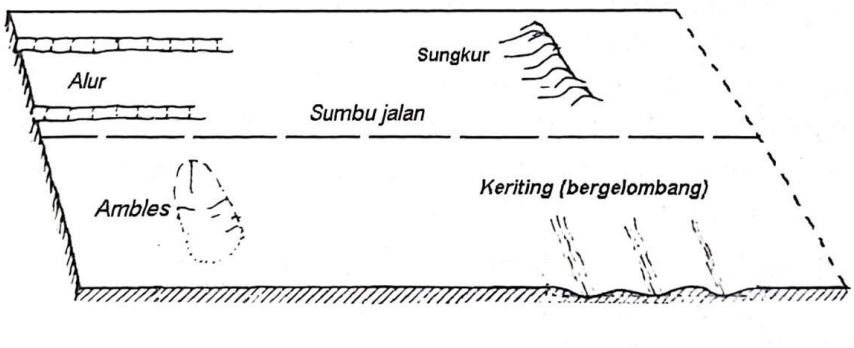
Untuk memastikan apakah perkerasan jalan masih dalam kondisi baik sekarang atau di masa depan, perlu dilakukan evaluasi terhadap kondisi permukaan, kemampuan struktural, dan geometri jalan. Saat mempertimbangkan perbaikan, perencanaan yang cermat harus dilakukan sebelum tindakan perbaikan dilaksanakan. Kondisi permukaan perkerasan dapat dinilai melalui investigasi lapangan yang disertai dengan pengambilan foto untuk mendokumentasikan dan meninjau keadaan permukaan. Kemampuan struktural perkerasan dapat dinilai dengan mengukur lendutan perkerasan serta memeriksa kondisi permukaan dan komponennya.

Dalam perencanaan dan desain proyek rehabilitasi, penting untuk melakukan evaluasi menyeluruh terhadap kondisi perkerasan. Evaluasi ini mencakup berbagai jenis kerusakan, tingkat keparahan, serta lokasi dan luas penyebarannya.

3.3 Jenis-Jenis Kerusakan

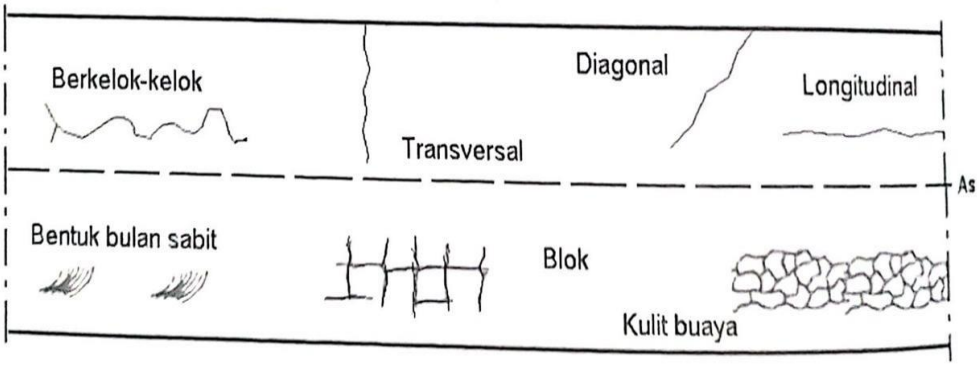
Dalam perkerasan lentur (*flexible pavement*) terdapat jenis-jenis kerusakan yang umumnya diklasifikasikan sebagai berikut (Hardiyatmo, 2015).

1. Deformasi, yang terdiri dari gelombang (*corrugation*), alur (*rutting*), amblas (*depression*), sungkur (*shoving*), mengembang (*swell*), benjolan dan turunan (bump and sags). Dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut.



Gambar 3. 2 Deformasi Pada Permukaan Aspal
(Sumber: Hardiyatmo, 2015)

2. Retak, yang mencakup retak memanjang (*longitudinal cracks*), retak melintang (*tranverse cracks*), retak diagonal (*diagonal cracks*), retak berkelok-kelok (*meandering cracks*), retak reflektif sambungan (*joint reflection cracks*), retak kulit buaya (*alligator cracks*), retak blok (*block cracks*), dan retak slip/retak bulan sabit (*slippage cracks*). Dapat dilihat pada Gambar 3.3 berikut.



Gambar 3. 3 Retakan Pada Perkerasan Lentur
(Sumber: Hardiyatmo, 2015)

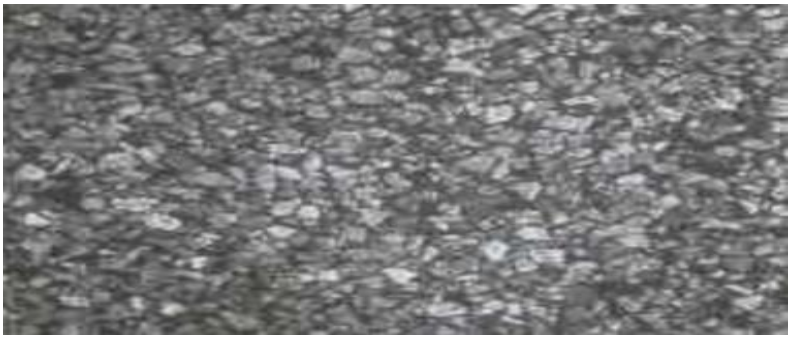
3. Kerusakan pada tekstur permukaan mencakup pelapukan dan butiran lepas (*weathering and raveling*), kegemukan (*bleeding/flushing*), agregat licin (*polished aggregate*), pengelupasan (*delamination*), dan stripping. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 3.4, Gambar 3.5, Gambar 3.6 berikut.



Gambar 3. 4 Butiran Lepas Pada Perkerasan Lentur
(Sumber: DPUPKP Kabupaten Kulon Progo, 2019)



Gambar 3. 5 Kegemukan Pada Perkerasan Lentur
(Sumber: DPUPKP Kabupaten Kulon Progo, 2019)



Gambar 3. 6 Agregat Licin Pada Perkerasan Lentur
(Sumber: DPUPKP Kabupaten Kulon Progo, 2019)

4. Kerusakan berupa lubang (*potholes*), tambalan dan tambalan galian utilitas (*patching and utility cut patching*), persilangan jalan rel (*railroad crossing*), erosi *jet blast* (*jet blast erotion*), tumpahan minyak, dan konsolidasi. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 3.7, Gambar 3.8, Gambar 3.9 berikut.



Gambar 3. 7 Lubang Pada Perkerasan Lentur
(Sumber: DPUPKP Kabupaten Kulon Progo, 2019)

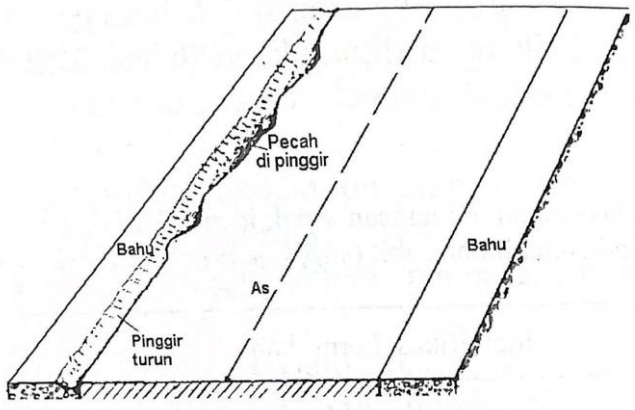


Gambar 3. 8 Tambalan Pada Perkerasan Lentur
(Sumber: Arfiansyah, 2018)



Gambar 3. 9 Persilangan Jalan Rel Pada Perkerasan Lentur
(Sumber: DPUPKP Kabupaten Kulon Progo, 2019)

5. Kerusakan di pinggir perkerasan, berupa: retak pinggir (*edge cracking*), jalan/bahu turun (*lane/shoulder drop off*). Dapat dilihat pada Gambar 3.10 berikut.



Gambar 3. 10 Kerusakan di Pinggir Perkerasan
(Sumber: Hardiyatmo, 2015)

Jenis-jenis kerusakan pada perkerasan lentur dapat dibedakan menjadi 19 macam jenis kerusakan yang mencakup berbagai kondisi yang mempengaruhi kualitas dan daya tahan jalan, mulai dari keretakan yang disebabkan oleh beban lalu lintas yang berlebihan, pembentukan lubang akibat kelembaban yang tinggi, hingga deformasi permanen yang terjadi akibat tekanan terus-menerus. Kerusakan-kerusakan tersebut dapat terjadi karena berbagai faktor seperti perubahan suhu ekstrem, pemeliharaan yang kurang memadai, dan yang dapat mempengaruhi keseluruhan struktur perkerasan. Adapun jenis-jenis kerusakan tersebut yaitu sebagai berikut.

1. Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)

Retak kulit buaya ini muncul sebagai susunan poligon kecil yang tampak seperti kulit buaya, dengan lebar lubang yang lebih menonjol daripada atau setara dengan 3 mm. Retak ini disebabkan oleh kelelahan akibat beban lalu lintas yang berulang-ulang. Tingkat kerusakan berdasarkan identifikasi pada kerusakan retak kulit buaya (*alligator cracking*) dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Identifikasi Tingkat Kerusakan Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Untuk Perbaikan
Low	Halus, retak rambut/halus memanjang sejajar satu dengan yang lain, dengan atau tanpa berhubungan satu sama lain. Retakan tidak mengalami gompal	Belum perlu diperbaiki; penutup permukaan; lapisan tambahan (*overlay*)
Medium	Retak kulit buaya ringan terus berkembang ke dalam pola atau jaringan retakan yang diikuti gompal ringan	Penambalan parsial, atau di seluruh kedalaman; lapisan tambahan, rekonstruksi.
High	Jaringan dan pola retak telah berlanjut, sehingga pecahan-pecahan dapat diketahui dengan mudah, dan terjadi gompal di pinggir. Beberapa pecahan mengalami *rocking* akibat lalu lintas.	Penambalan parsial, atau di seluruh kedalaman; lapisan tambahan, rekonstruksi

Sumber: Shahin (1994) dalam Hardiyatmo (2015)

2. Kegemukan (*Bleeding*)

Kerusakan permukaan perkerasan dapat terjadi akibat lapisan aspal yang tipis dan kekurangan agregat halus, yang menyebabkan permukaan jalan menjadi licin. Hal ini disebabkan oleh kandungan aspal yang terlalu tinggi. Tingkat kerusakan ini, yang dikenal sebagai kegemukan (*bleeding*), dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabe 3. 2 Identifikasi Tingkat Kerusakan Kegemukan (*Bleeding*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Untuk Perbaikan
Low	Kegemukan terjadinya hanya pada derajat rendah, dan nampak hanya beberapa hari dalam setahun. Aspal tidak melekat pada sepatu atau roda kendaraan	Belum perlu diperbaiki
Medium	Kegemukan telah mengakibatkan aspal melekat pada sepatu atau roda kendaraan, paling tidak beberapa minggu dalam setahun	Tambahkan pasir/agregat dan padatkan
High	Kegemukan telah begitu nyata dan banyak aspal melekat pada sepatu dan roda kendaraan, paling tidak lebih dari beberapa minggu dalam setahun	Tambahkan pasir/agregat dan padatkan

Sumber: Shahin (1994) dalam Hardiyatmo (2015)

3. Retak Blok (*Block Cracking*)

Akibat penyusutan perkerasan, retakan yang terbentuk menjadi balok-balok besar yang saling terhubung dengan balok-balok samping, dengan ukuran bervariasi antara 0,20 hingga 3 meter. Tingkat kerusakan akibat retak blok (*block cracking*) dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3. 3 Identifikasi Tingkat Kerusakan Retak Blok (*Block Cracking*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Untuk Perbaikan
Low	Blok didefinisikan oleh retak dengan tingkat kerusakan rendah.	Penutupan retak (*cracks*) bila melebihi 3 mm
Medium	Blok didefinisikan oleh retak dengan tingkat kerusakan sedang	Penutupan retak (*seal cracks*) mengembalikan permukaan; dikasarkan dengan pemanas dan lapis tambahan

Lanjutan Tabel 3. 3 Identifikasi Tingkat Kerusakan Retak Blok (*Block Cracking*)

High	Blok didefinisikan oleh retak dengan tingkat kerusakan tinggi	Penutupan retak (*seal cracks*) mengembalikan permukaan; dikasarkan dengan pemanas dan lapis tambahan

Sumber: Shahin (1994) dalam Hardiyatmo (2015)

4. Benjol dan Turun (*Bump and Sags*)

Benjol adalah gerakan atau perpindahan ke atas dari permukaan perkerasan aspal, sedangkan penurunan (*sags*) merupakan gerakan ke bawah dari permukaan perkerasan. Tingkat kerusakan berdasarkan identifikasi pada kerusakan benjolan dan turunan (*bump and sags*) terlampir pada Tabel 3.4.

Tabel 3. 4 Identifikasi Tingkat Kerusakan Benjol dan Turun (*Bumps and Sags*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Untuk Perbaikan
Low	Benjol dan melengkung mengakibatkan sedikit gangguan kenyamanan kendaraan	Belum perlu diperbaiki
Medium	Benjol dan melengkung agak banyak mengganggu kenyamanan kendaraan	*Cold mill*; penambalan dangkal, parsial atau di seluruh kedalaman
High	Benjol dan melengkung mengakibatkan banyak gangguan kenyamanan kendaraan	Benjol dan melengkung mengakibatkan banyak gangguan kenyamanan kendaraan

Sumber: Shahin (1994) dalam Hardiyatmo (2015)

5. Bergelombang (*Corrugation*)

Kerusakan ini berupa keriting atau gelombang pada lapis permukaan, gelombang yang terjadi arahnya melintang atau tegak lurus dengan arah perkerasan. Kerusakan ini biasa terjadi pada tempat berhentinya kendaraan akibat pengereman kendaraan. Tingkat kerusakan berdasarkan identifikasi pada kerusakan gelombang

(*corrugation*) dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3. 5 Identifikasi Tingkat Kerusakan Bergelombang (*Corrugation*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Untuk Perbaikan
Low	Gelombang mengakibatkan sedikit gangguan kenyamanan kendaraan	Belum perlu diperbaiki
Medium	Gelombang mengakibatkan agak banyak gangguan kenyamanan kendaraan	Rekonstruksi
High	Gelombang mengakibatkan banyak gangguan kenyamanan kendaraan	Rekonstruksi

Sumber: Shahin (1994) dalam Hardiyatmo (2015)

6. Amblas (*Depression*)

Bentuk kerusakan yang terjadi berupa amblas atau turunnya lapisan permukaanperkerasan pada area tertentu. Kerusakan ini disebabkan karena beban lalu lintas yang berlebihan. Tingkat kerusakan berdasarkan identifikasi pada kerusakan amblas (*depression*) dapat dilihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3. 6 Identifikasi Tingkat Kerusakan Amblas (*Depression*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Untuk Perbaikan
Low	Kedalaman maksimum amblas ½ - 1 in	Belum perlu diperbaiki
Medium	Kedalaman maksimum amblas 1 - 2 in (12 – 51 mm)	Penambalan dangkal, parsial atau seluruh kedalaman
High	Kedalaman maksimum amblas > 2 in (51mm)	Penambalan dangkal, parsial atau seluruh kedalaman

Sumber: Shahin (1994) dalam Hardiyatmo (2015)

7. Retak Pinggir (*Edge Cracking*)

Kerusakan ini biasanya disebabkan oleh kurangnya dukungan dari arah samping, drainase yang kurang baik, dan terjadinya penyusutan tanah disekitar area. Retak ini terdapat di pinggir jalan dan kemudian akan membentuk retak kulit buaya.

Tingkat kerusakan berdasarkan identifikasi pada kerusakan retak pinggir (*edge cracking*) dapat dilihat pada Tabel 3.7.

Tabel 3. 7 Identifikasi Tingkat Kerusakan Retak Pinggir (*Edge Cracking*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Untuk Perbaikan
Low	Retak sedikit sampai sedang dengan tanpa pecahan atau butiran lepas	Belum perlu diperbaiki, penutupan retak untuk retakan >1/8 in (3 mm)
Medium	Retak sedang dengan beberapa pecahan dan butiran lepas	Penutup retak; penambahan parsial
High	Banyak pecahan atau butiran lepas disepanjang tepi perkerasan	Penambalan parsial

Sumber: Shahin (1994) dalam Hardiyatmo (2015)

8. Retak Reflektif Sambungan (*Joint Reflection Cracking*)

Retakan ini terjadi pada lapisan tambahan dalam perkerasan aspal dan bisa berbentuk memanjang, melintang, diagonal, atau membentuk blok. Hal ini disebabkan oleh perubahan suhu atau kelembapan yang menyebabkan pergerakan pada pelat beton di bawah lapisan aspal. Tingkat kerusakan akibat retak reflektif sambungan (*joint reflection cracking*) dapat dilihat pada Tabel 3.8.

Tabel 3. 8 Identifikasi Tingkat Kerusakan Retak Reflektif Sambungan (*Joint Reflection Cracking*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Untuk Perbaikan
Low	Satu dari kondisi berikut yang terjadi: 1. Retak tak terisi, lebar < 3/8 in. (10 mm) 2. Retak terisi, sembarang lebar (pengisi kondisi bagus).	Pengisian untuk yang melebihi 1/8 in. (3 mm)
Medium	Satu dari kondisi berikut yang terjadi: 1. Retak tak terisi, lebar < 3/8 - 3 in. (10 - 76 mm) 2. Retak tak terisi, sembarang lebar sampai 3 in (76 mm) dikelilingi retak acak ringan 3. Retak terisi, sembarang lebar yang dikelilingi retak acak ringan	Penutup retak; penambalan kedalaman parsial.

Lanjutan Tabel 3.8 Identifikasi Tingkat Kerusakan Retak Reflektif Sambungan (*Joint Reflection Cracking*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Untuk Perbaikan
High	Satu dari kondisi berikut yang terjadi: 1. Sembarang retak terisi atau tak terisi dikelilingi dengan retak acak, kerusakan sedang atau tinggi. 2. Retak tak terisi lebih dari 3 in. (76 mm) 3. Retak sembarang lebar dengan beberapa inci disekitar retakan, pecah (retak berat menjadi pecahan)	Penambalan kedalaman parsial; rekonstruksi sambungan.

Sumber: Shahin (1994) dalam Hardiyatmo (2015)

9. Jalur / Bahu Jalan Turun (*Lane / Shoulder Drop-Off*)

Kerusakan ini terjadi akibat adanya beda elevasi antara pinggir perkerasan dengan bahu jalan. Disebabkan oleh kurangnya lebar perkerasan dan adanya erosi pada material bahu jalan. Tingkat kerusakan berdasarkan identifikasi pada kerusakan jalur / bahujalan turun (*lane / shoulder drop-off*) terlampir pada Tabel 3.9.

Tabel 3. 9 Identifikasi Tingkat Kerusakan Jalur/Bahu Jalan Turun (*Lane/Shoulder Drop-Off*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Untuk Perbaikan
Low	Beda elevasi antara pinggir perkerasan dan bahu jalan 1 – 2 in. (25 – 51 mm)	Perataan kembali dan bahu diurug agar elevasi sama dengan tinggi jalan
Medium	Beda elevasi > 2 – 4 in. (51 – 102 mm)	Perataan kembali dan bahu diurug agar elevasi sama dengan tinggi jalan
High	Beda elevasi> 4 in. (102 mm)	Perataan kembali dan bahu diurug agar elevasi sama dengan tinggi jalan

Sumber: Shahin (1994) dalam Hardiyatmo (2015)

10. Retak Memanjang/Melintang (*Longitudinal/Transverse Cracking*)

Lapisan pendukung struktur perkerasan yang tidak stabil, perubahan volume tanah dasar, penurunan timbunan, penyusutan pengikat semen pada lapisan pondasi dan tanah dasar, serta ikatan sambungan yang buruk menjadi penyebab kerusakan ini. Tingkat kerusakan berdasarkan identifikasi pada kerusakan retak memanjang/melintang (*longitudinal/tansverse cracking*) dapat dilihat pada Tabel 3.10.

Tabel 3. 10 Identifikasi Tingkat Kerusakan Retak Memanjang/Melintang (*Longitudinal*/*Transverse Cracking*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Untuk Perbaikan
Low	Satu dari kondisi berikut: 1. Retak tak tersisi, lebar < 10 mm, atau 2. Retak tersisi sembarang, lebar.	Belum perlu diperbaiki
Medium	Satu dari kondisi berikut: 1. Retak tak tersisi, lebar 10 – 76 mm 2. Retak tak tersisi sembarang lebar sampai 76 mm dikelilingi retak acak ringan. 3. Retak terisi.	Penutupan retakan
High	Satu dari kondisi berikut: 1. Sembarng retak terisi atau tak terisi dikelilingi oleh retak acak. 2. Retak tak terisi > 76 mm 3. Retak sembarang lebar dengan beberapa mm disekitar rusakan, pecah.	Penambalan kedalaman parsial

Sumber: Shahin (1994) dalam Hardiyatmo (2015)

11. Tambalan (*Patching*)

Penutup yang diaplikasikan pada bagian perkerasan yang diperbaiki disebut tambalan. Kerusakan pada tambalan sebagian besar disebabkan oleh tidak adanya pemadatan material pondasi (*Base*) atau bahan tambalan material aspal. Tingkat kerusakan berdasarkan identifikasi pada kerusakan tambalan (*patching*) dapat dilihat pada Tabel 3.11

Tabel 3. 11 Identifikasi Tingkat Kerusakan Tambalan (*Patching*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Untuk Perbaikan
Low	Tambalan dalam kondisi baik dan memuaskan. Kenyamanan kendaraan dinilai terganggu sedikit atau lebih baik	Belum perlu diperbaiki
Medium	Tambalan sedikit rusak dan atau kenyamanan kendaraan agak terganggu	Belum perlu diperbaiki; tambalan dibongkar
High	Tambalan sangat rusak dan atau kenyamanan kendaraan sangat terganggu	Tambalan dibongkar

Sumber: Shahin (1994) dalam Hardiyatmo (2015)

12. Agregat Licin (*Polished Aggregate*)

Kerusakan ini ditandai dengan permukaan perkerasan yang licin akibat ausnya agregat di lapisan atas, di mana butiran agregat menjadi terlihat dan permukaannya menjadi halus atau bahkan mengkilap. Kerusakan ini sering terjadi di lokasi yang sering dilalui kendaraan berat atau di area dengan gesekan tinggi antara permukaan perkerasan dan ban kendaraan, seperti pada tikungan. Tingkat kerusakan perkerasan lentur akibat agregat licin (*polished aggregate*) dapat dilihat pada Tabel 3.12.

Tabel 3. 12 Identifikasi Tingkat Kerusakan Agregat Licin (*Polished Aggregate*)

Identifikasi Kerusakan	Pilihan Untuk Perbaikan
Tidak ada definisi derajat kerusakan. Tetapi derajat kelicinan harus tampak signifikan, sebelum dilibatkan dalam *rating* kondisi dan dinilai sebagaikerusakan.	Belum perlu diperbaiki; perawatan permukaan; mill dan lapisan tambahan.

Sumber: Shahin (1994) dalam Hardiyatmo (2015)

13. Lubang (*Pothole*)

Kerusakan ini muncul sebagai cekungan berbentuk mangkok yang dapat menampung dan menyerap air di badan jalan. Kerusakan ini disebabkan oleh beban

lalu lintas dan campuran material lapis permukaan yang kurang memadai. Tingkat kerusakan akibat lubang (*potholes*) dapat dilihat pada Tabel 3.13.

Tabel 3. 13 Identifikasi Tingkat Kerusakan Lubang (*Potholes*)

Kedalaman maksimum	Diameter rata-rata lubang		
	4 – 8 in. (102 – 203 mm)	8 – 18 in. (203 – 457 mm)	18 – 30 in. (457 – 762 mm)
½ - 1 in. (12,7 – 25,4 mm)	Low	Low	Medium
> 1 – 2 in. (25,4 – 50,8 mm)	Low	Medium	High
> 2 in. (> 50,8 mm)	Medium	Medium	High

Sumber: Shahin (1994) dalam Hardiyatmo (2015)

14. Persilangan Jalan Rel (*Railroad Crossing*)

Kerusakan pada persilangan jalan rel dapat berupa amblas atau benjolan di sekitar lintasan rel. Biasanya terjadi di sekitar retakan atau di area dengan drainase yang buruk. Hal ini disebabkan oleh penurunan perkerasan yang menyebabkan perbedaan elevasi antara permukaan perkerasan dan rel. Tingkat kerusakan pada persilangan jalan rel (*railroad crossing*) dapat dilihat pada Tabel 3.14.

Tabel 3. 14 Identifikasi Tingkat Kerusakan Persilangan Jalan Rel (*Railroad Crossing*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Untuk Perbaikan
Low	Persilangan jalan rel menyebabkan sedikit gangguan kenyamanan kendaraan	Belum perlu diperbaiki
Medium	Persilangan jalan rel menyebabkan cukup gangguan kenyamanan kendaraan	Penambalan dangkal atau kedalaman parsial; persilangan direkonstruksi
High	Persilangan jalan rel menyebabkan cukup gangguan kenyamanan kendaraan	Penambalan dangkal atau kedalaman parsial; persilangan direkonstruksi

Sumber: Shahin (1994) dalam Hardiyatmo (2015)

15. Alur (*Rutting*)

Bentuk kerusakan ini terjadi pada lintasan roda sejajar dengan as jalan dan berbentuk alur. Tingkat kerusakan berdasarkan identifikasi pada kerusakan alur (*rutting*) dapat dilihat pada Tabel 3.15.

Tabel 3. 15 Identifikasi Tingkat Kerusakan Alur (*Rutting*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Untuk Perbaikan
Low	Kedalaman alur rata-rata ¼ - ½ in (6 – 13 mm)	Belum perlu diperbaiki; mill dan lapisan tambahan
Medium	Kedalaman alur rata-rata ½ - 1 in (13 – 25,5 mm)	Penambalan dangkal, parsial atau diseluruh kedalaman; mill dan lapisan tambahan
High	Kedalaman alur rata-rata > 1 in (> 25,4 mm)	Penambalan dangkal, parsial atau diseluruh kedalaman; mill dan lapisan tambahan

Sumber: Shahin (1994) dalam Hardiyatmo (2015)

16. Sungkur (*Shoving*)

Kerusakan ini menyebabkan terbentuknya jembulan pada lapisan aspal, biasanya terjadi di lokasi di mana kendaraan berhenti pada lereng curam atau tikungan tajam. Kerusakan ini biasanya muncul di salah satu sisi jejak roda dan dapat terjadi dengan atau tanpa diikuti oleh retakan. Tingkat kerusakan akibat sungkur (*shoving*) dapat dilihat pada Tabel 3.16.

Tabel 3. 16 Identifikasi Tingkat Kerusakan Sungkur (*Shoving*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Untuk Perbaikan
Low	Sungkur menyebabkan sedikit gangguan kenyamanan kendaraan	Belum perlu diperbaiki; *Mill*
Medium	Sungkur menyebabkan cukup gangguan kenyamanan kendaraan	*Mill*; penambalan parsial atau diseluruh kedalaman
High	Sungkur menyebabkan cukup gangguan kenyamanan kendaraan	*Mill*; penambalan parsial atau diseluruh kedalaman

Sumber: Shahin (1994) dalam Hardiyatmo (2015)

17. Retak Slip (*Slippage Cracking*)

Retak slip adalah jenis retakan berbentuk bulan sabit yang disebabkan oleh gaya horizontal dari kendaraan, sering terjadi akibat lemahnya ikatan antar lapisan perkerasan. Kerusakan ini biasanya muncul di lokasi di mana kendaraan sering mengerem, seperti saat menuruni bukit. Tingkat kerusakan akibat retak slip (*slippage cracking*) dapat dilihat pada Tabel 3.17.

Tabel 3. 17 Identifikasi Tingkat Kerusakan Retak Slip (*Slippage Cracking*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Untuk Perbaikan
Low	Retak rata-rata lebar < 3/8 in. (10 mm)	Belum perlu diperbaiki; penambalan parsial
Medium	Satu dari kondisi berikut yang terjadi: 1. Retak rata-rata 3/8 – 1,5 in. (10 – 38 mm) 2. Area disekitar retakan pecah, ke dalam pecahan-pecahan terikat	Penambalan parsial
High	Satu dari kondisi berikut yang terjadi: 1. Retak rata-rata > 1/2 in. (> 38 mm) 2. Area disekitar retakan, pecah ke dalam pecahan-pecahan mudah terbongkar	Penambalan parsial

Sumber: Shahin (1994) dalam Hardiyatmo (2015)

18. Mengembang (*Swell*)

Kerusakan ini yaitu perkerasan yang naik akibat tanah dasar yang mengembang, hal ini dapat menyebabkan retak permukaan aspal. Tingkat kerusakan berdasarkan identifikasi pada kerusakan mengembang (*swell*) dapat dilihat pada Tabel 3.18.

Tabel 3. 18 Identifikasi Tingkat Kerusakan Mengembang (*Swell*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Untuk Perbaikan
Low	Pengembangan menyebabkan sedikit gangguan kenyamanan kendaraan. Gerakan keatas terjadi bila ada pengembangan	Belum perlu diperbaiki
Medium	Pengembangan menyebabkan cukup gangguan kenyamanan kendaraan	Belum perlu diperbaiki

Lanjutan Tabel 3.18 Identifikasi Tingkat Kerusakan Mengembang (*Swell*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Untuk Perbaikan
High	Pengembangan menyebabkan gangguan besar kenyamanan kendaraan.	Rekonstruksi

Sumber: Shahin (1994) dalam Hardiyatmo (2015)

19. Pelapukan dan Butiran Lepas (*Weathering and Raveling*)

Pelapukan dan butiran lepas adalah proses disintegrasi permukaan perkerasan aspal yang terjadi melalui pelepasan partikel agregat secara bertahap, mulai dari permukaan ke bawah atau dari pinggir ke dalam. Butiran agregat lepas dari permukaan perkerasan akibat lemahnya pengikat antar partikel agregat dan beban lalu lintas. Tingkat kerusakan akibat pelapukan dan butiran lepas (*weathering and raveling*) dapat dilihat pada Tabel 3.19.

Tabel 3. 19 Identifikasi Tingkat Kerusakan Pelepasan Butir (*Weathering and Raveling*)

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan Untuk Perbaikan
Low	Agregat atau bahan pengikat mulai lepas. Dibeberapa tempat, permukaan mulai berlubang. Jika ada tumpahan oli dapat terlihat.	Belum perlu diperbaiki, penutup permukaan, perawatan permukaan.
Medium	Agregat atau pengikat telah lepas. Tekstur permukaan agak kasar dan berlubang. Jika ada tumpahan oli permukaannya lunak, dan dapat ditembus mata uang logam.	Belum perlu diperbaiki, perawatan permukaan, lapisan tambahan
High	Agregat atau pengikat telah banyak lepas. Tekstur permukaan sangat kasar dan banyak lobang. Diameter luasan lubang < 4 in (10 mm) dan kedalaman ½ in (13 mm). Luas lubang lebih besar. Jika ada tumpahan oli permukaannya lunak, pengikat aspal telah hilang ikatannya sehingga agregat menjadi longgar.	Penutup permukaan, Lapisan tambahan, *recycle*, rekonstruksi

Sumber: Shahin (1994) dalam Hardiyatmo (2015)

3.4 Metode *PCI* (*Pavement Condition Index*)

Metode *PCI* adalah salah satu sistem penilaian kondisi perkerasan jalan dengan mempertimbangkan jenis dan tingkat kerusakan yang terjadi dan dapat digunakan sebagai acuan dalam usaha pemeliharaan. Metode *PCI* memberikan informasi mengenai kondisi perkerasan pada saat survei dilakukan, dan tidak dapat memberikan gambaran mengenai prediksi di masa mendatang, sehingga perlu untuk melakukan survei secara berkala agar dapat berguna untuk prediksi kinerja perkerasan di masa mendatang (Hardiyatmo, 2015).

Dalam metode *PCI*, perhitungan dilakukan dengan membagi ruas jalan menjadi beberapa segmen untuk dianalisis. Dengan cara ini, prioritas pemeliharaan dan perbaikan dapat ditentukan secara lebih tepat, sehingga biaya untuk perbaikan dan pemeliharaan dapat menjadi lebih efisien.

3.4.1 Indeks Kondisi Perkerasan atau *PCI*

Indeks kondisi perkerasan adalah tingkat kondisi permukaan perkerasan dan ukurannya sejauh kemampuan penggunaan yang menyinggung kondisi dan kerusakan pada permukaan perkerasan yang terjadi. Nilainya berkisar antara 0 hingga 100. Nilai 0, menunjukkan kondisi perkerasan yang sangat buruk, dan nilai 100 menunjukkan kondisi perkerasan yang masih baik.

3.4.2 Perhitungan *PCI*

1. Kerapatan (*Density*)

Kerapatan (*Density*) merupakan persentase luas dari satu jenis kerusakan terhadap luas bagian setiap segmen yang telah diukur. Kerapatan kerusakan dapat dihitung dengan Persamaan 3.1 atau Persamaan 3.2.

$$\text{Kerapatan (}density\text{) (\%)} = \frac{Ad}{As} \times 100 \quad (3.1)$$

$$\text{Kerapatan (}density\text{) (\%)} = \frac{Ld}{As} \times 100 \quad (3.2)$$

dengan:

Ad = luas total dari satu jenis kerusakan (m^2),

As = luas total segmen (m^2), dan

Ld = panjang total jenis kerusakan untuk tiap tingkat kerusakan (m).

2. Nilai Pengurang / *DV* (*Deduct Value*)

Nilai pengurang (*Deduct Value*) diperoleh dari kurva yang menunjukkan hubungan antara kerapatan (*density*) dan tingkat keparahan (*severity level*) kerusakan. Nilai *Deduct Value (DV)* dapat ditentukan dengan menggunakan grafik.

3. Nilai Pengurangan Ijin Maksimum (m)

Nilai pengurangan izin maksimum digunakan untuk menentukan berapa banyak nilai data pengurangan izin yang dapat digunakan. Data tersebut memengaruhi jumlah q. Nilai q adalah jumlah nilai pengurangan individu yang lebih besar dari 2 untuk jalan yang diperkeras. Persamaan 3.3 dapat digunakan untuk menentukan nilai maksimum pengurangan izin.

$$m_i = 1 + (9/98)\,(100 - HDVi) \qquad (3.3)$$

dengan:

m_i = jumlah pengurangan ijin untuk unit sampel i

HDVi = angka *deduct value* tertinggi untuk sampel i

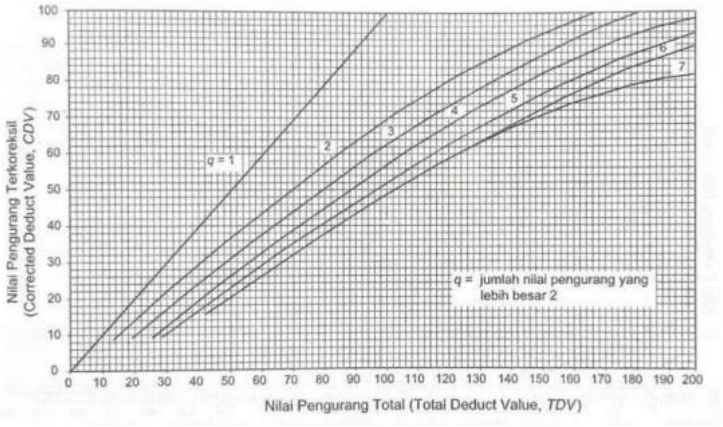
Nilai pengurangan akan digunakan sepenuhnya pada perhitungan berikutnya jika nilai m yang diperoleh melebihi nilai pengeluaran yang tersedia; sebaliknya, jika nilai m lebih kecil dari nilai pengeluaran yang tersedia, maka pengeluaran pengeluaran yang akan digunakan hanya sejumlah nilai m.

4. Pengurang Total (*Total Deduct Value*/*TDV*)

Nilai Pengurangan Total, juga dikenal sebagai *TDV*, adalah jumlah total dari nilai pengurangan (*DV*) untuk masing-masing unit sampel. Nilai Pengurangan Total, yang juga dikenal sebagai nilai pengurangan total, dan Nilai Pengurangan Corrected, yang merupakan nilai pengurangan individu, harus dikoreksi dengan nilai m.

5. Nilai Pengurang Terkoreksi (*Corrected Deduct Value*/*CDV*)

Nilai pengurang terkoreksi atau *CDV* diperoleh dari hubungan antara nilai pengurang total (*TDV*) dan nilai pengurang (*DV*) dengan memilih kurva yang sesuai. Nilai *CDV* dapat ditentukan menggunakan grafik yang disajikan pada Gambar 3.11 berikut ini.



Gambar 3. 11 Grafik *Corrected Deduct Value*
(Sumber: ASTM International, 2018)

6. Nilai *PCI*

Setelah diperoleh nilai *CDV*, maka *PCI* untuk setiap unit sampel dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.4.

$$PCI_s = 100 - CDV \tag{3.4}$$

dengan:

PCI_s = *PCI* untuk setiap unit segmen atau unit penelitian, dan
CDV = *CDV* dari setiap unit sampel.

Nilai *PCI* perkerasan secara keseluruhan pada ruas jalan tertentu dengan menggunakan Persamaan 3.5.

$$PCI_f = \Sigma \frac{PCIs}{N} \tag{3.5}$$

dengan:

PCI_f = nilai *PCI* rata-rata dari seluruh area penelitian,
PCI_s = *nilai PCI* untuk setiap unit sampel, dan
N = jumlah unit sampel.

Nilai PCI_f yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk menilai kondisi perkerasan. Nilai ini merupakan indikator penting dalam menentukan seberapa baik atau buruk kondisi perkerasan jalan pada saat evaluasi dilakukan. Dengan menggunakan nilai PCI_f, kita dapat melakukan analisis lebih mendalam mengenai

tingkat kerusakan atau keausan pada perkerasan, sehingga informasi ini dapat digunakan untuk merencanakan tindakan pemeliharaan atau perbaikan yang diperlukan. Evaluasi kondisi perkerasan berdasarkan nilai PCI_f membantu dalam menentukan prioritas perbaikan yang lebih efektif, guna memastikan perkerasan jalan tetap dalam kondisi optimal dan aman untuk digunakan.

7. *Rating*

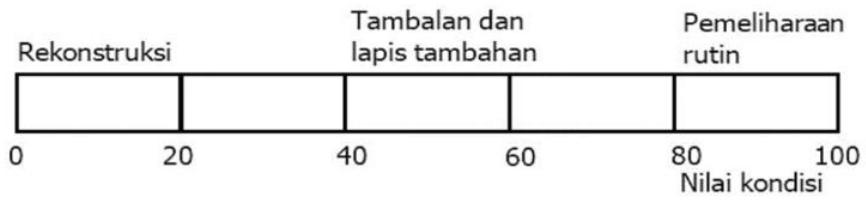
Rating adalah tingkat keparahan kerusakan yang diperoleh setelah nilai *PCI* diketahui. Hal ini juga berlaku untuk rata-rata *PCI*. Kondisi rating dapat dilihat pada Tabel 3.20.

Tabel 3. 20 Nilai *PCI* dan Kondisi

Nilai *PCI*	Kondisi
0 – 10	*Failed*
11 – 25	*Serious*
26 – 40	*Very Poor*
41 – 55	*Poor*
56 – 70	*Fair*
71 – 85	*Satisfactory*
86 -100	*Good*

Sumber: ASTM International (2018)

Berdasarkan Nilai *PCI*, terdapat indikator yang menunjukkan jenis dan tingkat pekerjaan perbaikan yang diperlukan. Nilai kondisi antara 80 hingga 100 menunjukkan bahwa hanya diperlukan pemeliharaan normal. Jika nilai kondisi di bawah 60, maka perlu dilakukan pelapisan tambahan (*Overlay*). Sementara itu, jika nilai kondisi berada di bawah 30, tindakan yang diperlukan adalah rekonstruksi. Indikator ini dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3. 12 Nilai Kondisi Sebagai Indikator Tipe Pemeliharaan
(Sumber: Shahin, 1994)

3.5 Metode *SDI* (*Surface Distress Index*)

Menurut Panduan Nomor SMD-03 /RCS mengenai survei kondisi jalan yang diterbitkan pada tahun 2011, Metode *SDI* merupakan pemeriksaan visual yang mencakup beberapa parameter, yaitu luas total keretakan, lebar rata-rata keretakan, jumlah lubang, dan kedalaman bekas roda kendaraan. Perkerasan dibedakan berdasarkan jenis, seperti jalan aspal dan jalan kerikil/tanah, dan dibagi setiap 100 meter untuk setiap ruasnya. Hasil pemeriksaan terhadap parameter-parameter tersebut kemudian dihitung menggunakan standar penilaian yang ditetapkan oleh Bina Marga, sehingga menghasilkan nilai *SDI*.

Dalam menentukan nilai *SDI* untuk suatu segmen jalan, perlu diperhatikan faktor-faktor kerusakan yang mempengaruhi, antara lain retakan (*cracking*), *bleeding*, *depression*, *edge cracking*, retak memanjang dan melintang, tambalan, tambalan galian utilitas, agregat yang licin, lubang (*potholes*), *rutting, shoving, slippage cracking, swell, serta weathering dan raveling*. Parameter-parameter ini digunakan sesuai dengan standar Bina Marga. Perhitungan nilai *SDI* dilakukan secara akumulatif berdasarkan kerusakan yang terjadi pada jalan untuk menentukan kondisi jalan. Dapat dilihat pada Tabel 3.21 berikut.

Tabel 3. 21 Penentuan Nilai *SDI*

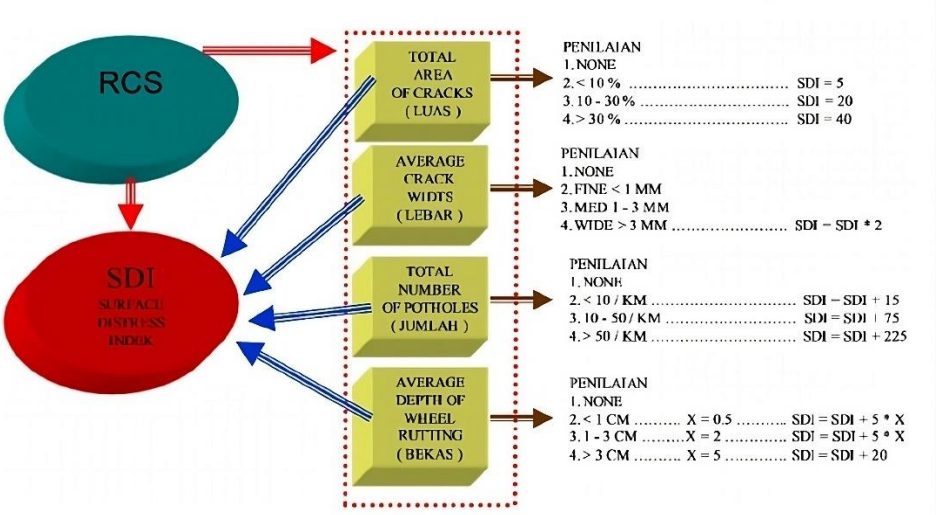
Kondisi Jalan	*SDI*
Baik	< 50
Sedang	50 – 100
Rusak Ringan	100 – 150
Rusak Berat	> 150

Sumber: Bina Marga (2011)

Selain menghitung nilai *SDI*, analisis juga dilakukan untuk melihat bagaimana nilai *SDI* berubah dengan mengubah panjang segmen ruas jalan. Tujuan dari analisis ini adalah untuk memahami bagaimana perubahan panjang segmen memengaruhi nilai *SDI*. Berdasarkan pedoman yang ada, data diambil setiap 100 meter di sepanjang ruas jalan atau segmen. Jadi, untuk ruas jalan sepanjang satu kilometer, akan diambil 15 data untuk dianalisis.

3.5.1 Perhitungan *SDI*

Menurut *RCS (Road Condition Survey)* atau SKJ (Survei Kondisi Jalan), untuk menghitung nilai *SDI*, hanya diperlukan empat unsur dasar, yaitu: persentase luas retakan, lebar rata-rata retakan, jumlah lubang per kilometer, dan kedalaman rata-rata *rutting* bekas roda. Perhitungan nilai *SDI* dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3. 13 Diagram Alir Perhitungan *SDI*

(Sumber: Bina Marga, 2011)

Berikut ini adalah penjelasan yang lebih mendetail mengenai gambar yang ditampilkan di atas. Penjelasan ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih baik dalam gambar tersebut.

1. Permukaan Perkerasan
    a. Susunan
        1) Baik/rapat

            Permukaan jalan yang halus dan rata, seperti hasil penghamparan baru dari material campuran, misalnya *Laston* atas, *Lataston*, atau *Laston*.

        2) Kasar

            Keadaan permukaan jalan yang kasar dengan batu-batu yang menonjol dibandingkan dengan bahan pengikatnya (aspal). Untuk penjelasan lebih lanjut mengenai susunan permukaan, dapat dilihat pada Tabel 3.22.

Tabel 3. 22 Susunan Permukaan Perkerasan

Susunan	Bobot
Baik/rapat	1
Kasar	2

Sumber: Bina Marga (2011)

b. Kondisi/keadaan

1) Baik/tidak ada kelainan

Permukaan jalan rata tanpa adanya perubahan bentuk atau penurunan.

2) Aspal yang berlebihan

Permukaan jalan yang licin dan berkilau, dengan sedikit batu yang terlihat. Pada waktu yang panas, tipe permukaan ini menjadi lunak dan lengket

3) Lepas-lepas

Keadaan ini terjadi pada permukaan perkerasan di mana sejumlah besar bahan pengikat aspal tidak berhasil mengikat agregat batu, sehingga banyak batu terlepas tanpa pengikat aspal.

4) Hancur

Permukaan jalan yang hancur dengan hampir seluruh bahan pengikat aspal hilang. Banyak batu dari berbagai ukuran telah terlepas di atas permukaan, sehingga terlihat seperti jalan kerikil dengan sedikit area yang masih tersisa aspal. Dapat dilihat pada Tabel 3.23 berikut.

Tabel 3. 23 Kondisi/keadaan Permukaan Perkerasan

Kondisi/keadaan	Bobot
Baik/tidak ada kelainan	1
Aspal yang berlebihan	2
Lepas-lepas	3
Hancur	4

Sumber: Bina Marga (2011)

c. Penurunan

Penurunan permukaan adalah penurunan pada area perkerasan yang sering kali memiliki bentuk yang tidak teratur. Salah satu kategori penurunan termasuk adalah penurunan yang disebabkan oleh beban roda kendaraan. Yang dihitung adalah persentase area yang mengalami penurunan dibandingkan dengan total luas permukaan sepanjang 100 meter. Persentase luas penurunan ini dapat dilihat pada Tabel 3.24.

Tabel 3. 24 Persentase Penurunan Permukaan Perkerasan

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

Sumber: Bina Marga (2011)

d. Tambalan

Tambalan mengacu pada kondisi permukaan perkerasan di mana lubang, penurunan, dan retakan telah diperbaiki dan diratakan menggunakan material aspal, batu, atau agregat lainnya. Persentase luas tambalan dapat dilihat pada Tabel 3.25.

Tabel 3. 25 Persentase Tambalan Permukaan Perkerasan

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

Sumber: Bina Marga (2011)

2. Retak-retak

a. Jenis retakan

1) Tidak ada

2) Tidak berhubungan

Retak-retak yang merupakan garis-garis dengan bentuk tidak beraturan

dan panjang yang berbeda serta arahnya memanjang atau melintang.

3) Saling berhubungan (Berbidang luas)

   Retak-retak yang saling berhubungan berbentuk pola dengan bidang yang luas termasuk pola retak melintang dan memanjang.

4) Saling berhubungan (Berbidang sempit)

   Retak-retak yang saling berhubungan berbentuk pola dengan bidang yang sempit atau kecil termasuk retak kulit buaya dan retak dengan tipe yang sama.

Jenis retakan beserta bobot dapat dilihat pada Tabel 3.26 berikut.

Tabel 3. 26 Jenis Retakan Permukaan Perkerasan

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

Sumber: Bina Marga (2011)

b. Lebar retakan

Lebar retakan adalah jarak antara dua bidang retakan yang diukur pada permukaan perkerasan. Pembagian bobot untuk lebar retakan, yang mengindikasikan seberapa signifikan pengaruhnya terhadap kondisi perkerasan, dapat dilihat pada Tabel 3.27.

Tabel 3. 27 Lebar Retakan Permukaan Perkerasan

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

Sumber: Bina Marga (2011)

c. Luas retakan

Luas retakan adalah luas bagian permukaan jalan yang mengalami retakan, diperhitungkan secara persentase terhadap luas permukaan segmen jalan yang di survei sepanjang 100 m. Luas retakan dapat dilihat pada Tabel 3.28.

Tabel 3. 28 Luas Retakan Permukaan Perkerasan

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

Sumber: Bina Marga (2011)

3. Lubang

a. Jumlah lubang

Jumlah lubang merujuk pada total lubang yang ditemukan di permukaan jalan sepanjang 100 meter yang telah disurvei. Informasi mengenai jumlah lubang dapat dilihat pada Tabel 3.29.

Tabel 3. 29 Jumlah Lubang Permukaan Perkerasan

Jumlah Lubang	Bobot
Tidak ada	1
< 10 / 200 m	2
10 - 50 / 200 m	3
> 50 / 200 m	4

Sumber: Bina Marga (2011)

b. Ukuran lubang

Ukuran lubang adalah perkiraan ukuran rata-rata lubang yang mewakili setiap 100 m segmen jalan yang disurvei. Ukuran lebar dan kedalaman lubang tersebut dibatasi dan dapat dilihat pada Tabel 3.30.

Tabel 3. 30 Ukuran Lebar dan Kedalaman

Lebar dan Kedalaman	Ukuran	Keterangan
Kecil	Diameter	< 0,5 m
Lebar	Diameter	≥ 0,5 m
Dangkal	Kedalaman	< 5 cm
Dalam	Kedalaman	≥ 5 cm

Sumber: Bina Marga (2011)

4. Bekas roda atau *wheel ruts*

Bekas roda adalah penurunan yang terjadi pada suatu bidang permukaan jalan yang disebabkan oleh beban roda kendaraan. Beban roda kendaraan tersebut dapat

berbentuk tonjolan dan lekukan yang tersebar secara luas pada permukaan jalan tidak seperti bekas roda. Bekas roda dapat dilihat pada Tabel 3.31.

Tabel 3. 31 Bekas Roda Permukaan Perkerasan

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

Sumber: Bina Marga (2011)

Menurut hasil pengamatan berdasarkan Bina Marga (2011), diperoleh nilai untuk setiap jenis kerusakan yang diidentifikasi. Untuk menilai kondisi jalan, nilai kerusakan perkerasan yang terjadi dijumlahkan. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi angka kerusakan kumulatif semakin parah kondisi jalan tersebut, sehingga membutuhkan pemeliharaan yang lebih baik.

Untuk perhitungan metode *SDI*, terdapat empat variabel utama yang akan dimasukkan ke dalam perhitungan, yaitu persentase luas retakan (%), lebar rata-rata retakan (mm), jumlah lubang per 100 m, dan kedalaman rata-rata alur (cm).

Perhitungan *SDI* dilakukan secara keseluruhan berdasarkan kerusakan yang terjadi pada jalan, sehingga penanganan yang sesuai dapat ditentukan, seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 3.32 berikut.

Tabel 3. 32 Penanganan Jalan Berdasarkan *SDI*

SDI	Penanganan Jalan
< 50	Pemeliharaan Rutin
50 – 100	Pemeliharaan Rutin
100 – 150	Pemeliharaan Berkala
> 150	Rekonstruksi

Sumber: Bina Marga (2011)

Berdasarkan kondisi jalan yang dinilai menggunakan *SDI*, kondisi jalan ditetapkan sesuai dengan pedoman dari Direktorat Bina Marga yang tercantum dalam Tabel 3.21. Berikut adalah perhitungan nilai *SDI* yang telah ditetapkan, antara lain:

1. Menentukan *SDI*1 (luas retak)

Perhitungan *SDI*1 dilakukan pada tiap interval 100 m, maka untuk interval jarak tersebut persentase total luas retak yang terjadi pada lapis perkerasan yang di dapat dari survei di lapangan. Nilai total luas retak dapat dilihat pada Persamaan 3.6 berikut.

$$\% \text{ Luas retak} = L / (100/B) \quad (3.6)$$

Dengan:

L = luas total retak (m^2)

B = lebar jalan (m)

Setelah mendapat persentase retak, langkah selanjutnya adalah memasukkan bobot sesuai dengan Tabel 3.28 di atas. Berikut adalah perhitungan untuk *SDI*1:

a. Tidak ada
b. Luas retak < 10%, maka *SDI*1 = 5
c. Luas retak 10 – 30%, maka *SDI*1 = 20
d. Luas retak > 30%, maka *SDI*1 = 40

2. Menentukan nilai *SDI*2 (lebar retak)

   Setelah memperoleh nilai *SDI*1, langkah berikutnya adalah mencari nilai *SDI*2 dengan menentukan bobot total lebar retak seperti yang tercantum pada Tabel 3.27. Nilai *SDI*1 kemudian dimasukkan ke dalam perhitungan sebagai berikut:

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

3. Menentukan nilai *SDI*3 (jumlah lubang)

   Setelah mendapatkan nilai *SDI*2, nilai tersebut selanjutnya dimasukkan ke dalam perhitungan *SDI*3 (jumlah lubang). Berikut adalah perhitungan *SDI*3 berdasarkan bobot yang tercantum pada Tabel 3.29:

   a. Tidak ada
   b. Jumlah lubang < 1/100 m, maka *SDI*3 = *SDI*2 + 15
   c. Jumlah lubang 1 – 5/100 m, maka *SDI*3 = *SDI*2 + 75
   d. Jumlah lubang > 5/100 m, maka *SDI*3 = *SDI*2 + 225

4. Menentukan *SDI*4 (kedalaman bekas roda)

   Setelah mendapatkan bobot nilai *SDI*4 dari Tabel 3.31, langkah selanjutnya adalah memasukkan nilai *SDI*3 ke dalam perhitungan berikut:

   a. Tidak ada
   b. Kedalaman bekas roda < 1 cm (X=0,5), maka *SDI*4 = *SDI*3 + 5 x X
   c. Kedalaman bekas roda < 1 – 3 cm (X=2), maka *SDI*4 = *SDI*3 + 5 x X
   d. Kedalaman bekas roda > 3 cm (X=5), maka *SDI*4 = *SDI*3 + 20 x X

3.5.2 Metodologi Perhitungan dan Penelitian Nilai *SDI*

Berdasarkan metode yang digunakan, beberapa data yang digunakan untuk menghitung nilai *SDI* diperoleh dari Survei Kondisi Jalan (SKJ) /*Road Condotion Survey* (*RCS*).

1. Survei Kondisi Jalan (*SKJ*) / *Road Condition Survey* (*RCS*)

Survei bertujuan untuk menilai kondisi jalan pada waktu tertentu dan tidak berkaitan dengan penilaian struktural yang dilakukan melalui Survei Penilaian Jalan. SKJ penting untuk memeriksa kegunaan jalan secara langsung dengan mencatat kondisi bagian jalan yang sulit diprediksi, baik untuk jalan beraspal maupun jalan berbatu/tanah. SKJ harus dilaksanakan bersamaan dengan survei kekasaran permukaan jalan agar hasil dari kedua survei tersebut saling melengkapi. SKJ dilakukan sesuai dengan Panduan Survei Kondisi Jalan nomor SMD-03/RCS.

2. Proses Pengolahan Data Perhitungan *SDI*

Proses pengolahan data dalam penelitian ini terdiri dari proses pengolahan data pada perhitungan nilai *SDI*. Secara umum, tahapan penanganan informasi dilakukan melalui 2 (dua) tahap, yaitu pengumpulan data mentah (*raw data*) dari alat survei di lapangan, dan pengolahan data *SDI* dengan menggunakan program berbasis *spreadsheet* (*Microsoft Excel*).

Pemeriksaan yang dilakukan terhadap nilai *SDI* adalah analisis pada proses segmentasi ruas jalan terkait proses pengambilan data di lapangan dan analisis sensitivitas nilai *SDI*. Sesuai dengan pedoman yang digunakan, pembagian segmentasi jalan dalam perhitungan *SDI* dilakukan melalui segmen jalan per 100 m.

3. Proses Pengolahan Data Dengan Mengisi Formulir

Data yang diperoleh dari lapangan saat survei dimasukkan ke dalam formulir survei kondisi jalan aspal sepanjang 100 m. Formulir kondisi jalan dapat dilihat di Lampiran. Pelaksanaan survei dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

a. Menentukan ruas jalan yang akan disurvei.
b. Menelusuri ruas jalan dari pangkal hingga ujung untuk mengetahui panjangnya menggunakan meteran.
c. Menentukan unit sampel setelah ruas jalan ditemukan, dengan membagi jalan menjadi beberapa segmen berdasarkan metode *SDI* 100 m/segmen.
d. Menentukan luas kerusakan dengan mengukur panjang, lebar, dan ketebalan kerusakan yang terjadi pada jalan.

4. Proses Pengolahan Data *SDI* Dengan Menggunakan Program Berbasis *Spreadsheet* (*Microsoft Excel*)

Setelah mengumpulkan data survei, langkah selanjutnya adalah memindahkan data tersebut ke dalam formulir kondisi jalan aspal sepanjang 100 m. Setelah data dimasukkan ke dalam formulir, langkah berikutnya adalah menginput informasi tersebut ke dalam program berbasis *spreadsheet (Microsoft Excel)*.

3.6 Korelasi Data

3.6.1 Pengertian Analisis Korelasi

Analisis korelasi adalah metode statistik yang digunakan untuk menentukan sejauh mana dua variabel atau lebih saling berhubungan secara linier. Metode ini juga dapat mengungkapkan jenis hubungan antara kedua variabel dengan hasil yang bersifat kuantitatif. Kekuatan hubungan tersebut bisa dikategorikan sebagai erat, lemah, atau tidak signifikan, sedangkan jenis hubungan dapat berupa korelasi linier positif atau linier negatif.

Kekuatan hubungan antara dua variabel biasanya diukur dengan koefisien korelasi, yang dilambangkan dengan simbol "*r*" (*rasio*). Nilai koefisien korelasi ini selalu berada dalam rentang dari -1 hingga +1.

3.6.2 Analisis Korelasi

Persamaan untuk menghitung koefisien korelasi dapat dilihat pada Persamaan 3.7.

$$r = \frac{n\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{\{n\sum x^2 - (\sum x)^2\}}\sqrt{\{n\sum y^2 - (\sum y)^2\}}} \quad (3.7)$$

dengan:

r = *ratio*

n = banyaknya data x dan y

$\sum x$ = total jumlah dari variabel x

$\sum y$ = total jumlah dari variabel y

$\sum x^2$ = kuadrat dari total jumlah variabel x

$\sum y^2$ = kuadrat dari total jumlah variabel y

$\sum xy$ = hasil perkalian dari total jumlah variabel x dan variabel y

Setelah memperoleh nilai koefisien korelasi, langkah berikutnya adalah memasukkan nilai tersebut ke dalam interpretasi sesuai dengan Tabel 3.33.

Tabel 3. 33 Hubungan Koefisien Korelasi dan Interpretasi

Nilai Korelasi	Interpolasi
0	Hubungan korelasi diabaikan
0 – 0,49	Hubungan korelasi lemah
0,50 – 0,79	Hubungan korelasi sedang
0,80 – 0,99	Hubungan korelasi kuat/erat
1	Hubungan korelasi sempurna

3.7 Penanganan Perbaikan Jalan

Manual Desain Perkerasan Jalan tahun 2017 merupakan metode yang menyediakan panduan komprehensif untuk perencanaan rehabilitasi dan rekonstruksi perkerasan jalan. Manual ini mencakup berbagai teknik yang dirancang untuk meningkatkan kualitas dan daya tahan jalan, termasuk teknik *overlay* struktural dan non-struktural, yang berfungsi untuk memperkuat permukaan jalan yang ada tanpa memerlukan penggantian total. Selain itu, metode ini juga mencakup metode daur ulang perkerasan, yang memungkinkan penggunaan kembali material lama untuk mengurangi limbah dan biaya, serta teknik stabilitas menggunakan foam bitumen dan semen, yang bertujuan untuk meningkatkan kekuatan dan daya dukung lapisan perkerasan.

Dalam konteks analisis *overlay*, proses ini dilakukan dengan memanfaatkan data lendutan dan kurva lendutan melalui pendekatan desain mekanistik empiris. Pendekatan ini sangat penting, terutama untuk rehabilitasi jalan yang menghadapi lalu lintas berat, karena membantu insinyur dalam merancang solusi yang efektif dan efisien berdasarkan karakteristik perilaku material di bawah beban.

Selain itu, Pedoman Bina Marga 2017 juga menjelaskan berbagai metode perbaikan jalan yang dapat diterapkan sesuai dengan jenis kerusakan yang terjadi. Metode ini dirancang untuk menangani kerusakan yang beragam, mulai dari retakan kecil hingga kerusakan struktural yang lebih serius. Berikut adalah beberapa metode perbaikan yang umum digunakan, masing-masing dengan tujuan dan proses yang spesifik untuk memastikan jalan tetap dalam kondisi baik dan aman untuk digunakan:

3.7.1 Perbaikan dengan Penambalan (*Patching*)

Penambalan merupakan salah satu metode yang paling sederhana dan cepat untuk memperbaiki jalan yang mengalami kerusakan.

1. *Patching Asfalt*: Menggunakan campuran aspal untuk menutup lubang atau retakan di permukaan jalan. Dengan cara area yang rusak dibersihkan dari debu dan kotoran, kemudian campuran aspal ditempatkan ke dalam lubang, diratakan, dan dipadatkan. Proses ini biasanya dilakukan dalam waktu singkat, sehingga jalan dapat segera digunakan kembali.
2. *Patching* Beton: Menggunakan beton untuk perbaikan pada jalan beton yang retak. Dengan cara area yang retak dibersihkan dan, jika perlu, dibongkar, kemudian campuran beton baru dituangkan ke dalam retakan dan diratakan. Beton harus dibiarkan mengering dengan baik untuk mencapai kekuatan maksimal.

3.7.2 Perbaikan Retak (*Crack Sealing*)

Metode ini bertujuan untuk mengisi retakan pada permukaan jalan untuk mencegah *infiltrasi* dan agar tidak berkembang menjadi kerusakan yang lebih serius. Dengan cara: Pertama, retakan dibersihkan dari kotoran dan debris. Selanjutnya, material sealant diaplikasikan ke dalam retakan, diikuti dengan

perataan permukaan. Pengisian ini mencegah infiltrasi air yang dapat merusak struktur jalan lebih lanjut.

3.7.3 *Overlay* (Pelapisan)

Metode ini bertujuan untuk memperbaiki dan memperkuat permukaan jalan yang sudah ada dengan menambahkan lapisan aspal baru di atasnya, di mana permukaan jalan dibersihkan dan dipadatkan jika diperlukan, kemudian campuran aspal baru diterapkan secara merata dan dipadatkan, sehingga tidak hanya memperbaiki tampilan jalan, tetapi juga meningkatkan kekuatan dan daya tahan terhadap beban lalu lintas.

3.7.4 Rehabilitasi (*Rehabilitation*)

Rehabilitasi mencakup perbaikan menyeluruh yang lebih kompleks, meliputi penggalian, penggantian material, dan rekonstruksi lapisan jalan, di mana area yang mengalami kerusakan parah dibongkar dan material yang tidak layak dibuang sebelum diaplikasikan material baru yang dilapisi dengan aspal atau beton sesuai kebutuhan, sehingga memastikan jalan kembali ke kondisi optimal.

3.7.5 Rekonstruksi

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.13/PRT/M/2011 rekonstruksi jalan adalah peningkatan struktur yang merupakan kegiatan penanganan untuk dapat meningkatkan kemampuan bagian ruas jalan yang dalam kondisi rusak berat agar bagian jalan tersebut mempunyai kondisi baik kembali sesuai dengan umur rencana yang telah ditetapkan atau kegiatan peningkatan struktur jalan termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapan jalannya, tanpa peningkatan kapasitas.

Rekonstruksi jalan dilakukan secara setempat meliputi kegiatan berikut ini.

1. Perbaikan seluruh struktur perkerasan, drainase, bahu jalan, tebing, dan talud.
2. Peningkatan kekuatan struktur berupa pelapisan ulang perkerasan dan bahu jalan sesuai umur rencana.
3. Perbaikan perlengkapan jalan serta bangunan pelengkap.
4. Pemeliharaan/pembersihan rumaja

Berikut adalah langkah-langkah untuk menentukan tebal perkerasan jalan:

1. Menentukan Data Perencanaan Tebal perkerasan

Untuk menentukan umur rencana perkerasan jalan, dapat merujuk informasi yang terdapat di lampiran 7.

2. Menentukan Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas
   Untuk menentukan faktor pertumbuhan lalu lintas, dapat merujuk pada Tabel 3.38.
3. Menentukan Faktor Distribusi Lajur dan Kapasitas Lajur
   Untuk menentukan faktor distribusi lajur dan kapasitas lajur, dapat merujuk pada Tabel 3.39.
4. Perkiraan Faktor Ekivalen Beban Kendaraan (*Vehicle Demage Factor/VDF*)
   Untuk memperkirakan Faktor Ekivalen Beban Kendaraan (*Vehicle Damage Factor/VDF*), dapat merujuk pada Gambar 3.15
5. Menentukan Nilai *ESA* 4 dan *ESA* 5
   Untuk menentukan nilai *ESA* dapat dilihat pada persamaan 3.15.
6. Menghitung Nilai *CESA*
7. Menentukan Tipe Perkerasan
   Untuk menentukan tipe perkerasan, dapat dilihat di lampiran 8.
8. Menentukan Tebal Perkerasan
   Untuk menentukan tebal perkerasan, dapat dilihat di lampiran 9.

Pemilihan metode perbaikan jalan harus dilakukan dengan cermat, mempertimbangkan jenis kerusakan, kondisi lingkungan, dan anggaran yang tersedia. Dengan menerapkan metode yang tepat, kualitas dan daya tahan jalan dapat dijaga, sehingga meningkatkan keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan. Untuk detail lebih lanjut, disarankan untuk merujuk langsung ke pedoman Bina Marga yang relevan.

3.8 Metode Mekanistik–Empirik

Metode mekanistik adalah metode yang mengembangkan kaidah teoritis dan karakteristik material perkerasan. Metode ini dilengkapi dengan perhitungan secara tepat respons struktur perkerasan terhadap beban sumbu kendaraan. Metode mekanistik mengasumsikan perkerasan jalan menjadi suatu struktur *multi-layer* (*elastic*) *structure* untuk perkerasan lentur dan suatu struktur *beam on elastic*

foundation untuk perkerasan kaku. Akibat dari beban kendaraan yang bekerja di atasnya maka timbul tegangan dan regangan pada struktur tersebut.

Keuntungan dari metode mekanistik yaitu peningkatan reabilitas dari desain, kemampuan untuk memprediksi jenis kerusakan, dan kemungkinan untuk 30 memperkirakan data dari lapangan dan laboratorium yang terbatas. Sedangkan kelemahan dari metode ini yaitu penentuan karakteristik struktural bahan perkerasan lentur yang memerlukan alat uji yang relatif mahal.

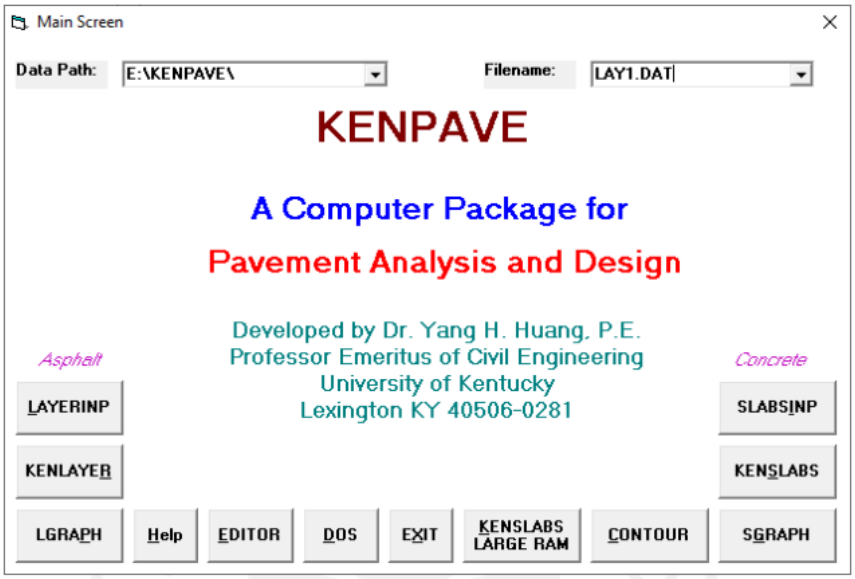
Metode empirik dikembangkan berdasarkan pengalaman dari penelitian jalan yang dirancang khusus untuk tujuan tersebut atau berdasarkan jalan yang telah ada. Setiap negara memiliki metode empirik unik untuk menentukan ketebalan perkerasan lentur yang disesuaikan dengan kondisi spesifik di masing-masing negara. Di Indonesia, metode yang digunakan adalah metode Bina Marga yang dirilis pada tahun 1987.

Menurut Huang (2004), metode mekanis-empiris adalah metode dengan pendekatan campuran. Metode ini didasarkan pada prinsip mekanika material dan memerlukan data penting seperti beban roda serta respon perkerasan, yang meliputi tegangan dan regangan yang dialami oleh material. Nilai respon ini kemudian digunakan untuk memprediksi tekanan yang dihasilkan dari uji laboratorium, serta untuk memperkirakan kinerja perkerasan di lapangan. Oleh karena itu, pengamatan langsung terhadap kinerja perkerasan sangatlah krusial. Teori semata tidak cukup untuk mendesain perkerasan secara realistis; pemahaman yang mendalam mengenai bagaimana material berperilaku dalam kondisi nyata sangat diperlukan. Dengan demikian, kombinasi antara data empiris dan pengamatan lapangan menjadi esensial untuk memastikan desain perkerasan yang efektif dan berkelanjutan.

3.8.1 Program *KENPAVE*

Program *KENPAVE* merupakan sebuah perangkat lunak atau software desain perencanaan perkerasan yang dikembangkan oleh Dr. Yang Huang, P.E *Professor Emeritus of Civil Engineering University of Kentucky*. Program ini menggunakan bahasa pemrogaman *Visual Basic* sehingga dapat dijalankan dengan *windows* versi 95 atau di atasnya.

Program ini terbagi menjadi menjadi empat, yaitu *LAYERINP*, *KENLAYER*, *SLABINP* dan *KENSLAB*. Adapula perbedaannya *LAYERINP* dan *KENLAYER* merupakan program untuk menganalisis perkerasan lentur berdasarkan teori sistem lapis banyak, sedangkan *SLABINP* dan *KENSLAB* merupakan program untuk menganalisis perkerasan kaku berdasarkan metode elemen hingga. Berikut ini tampilan awal dari Program *KENPAVE* terlampir pada Gambar 3.14.



Gambar 3. 14 Tampilan Awal Program *KENPAVE*

Sementara itu, Penelitian ini menggunakan program *LAYERINP* dan *KENLAYER*, yang merupakan program analisis untuk menghitung sistem lapis banyak (*multi layers*) pada perkerasan lentur. Program ini berguna untuk menentukan nilai regangan, tegangan, dan lendutan pada permukaan perkerasan akibat beban tertentu. Berikut adalah penjelasannya.

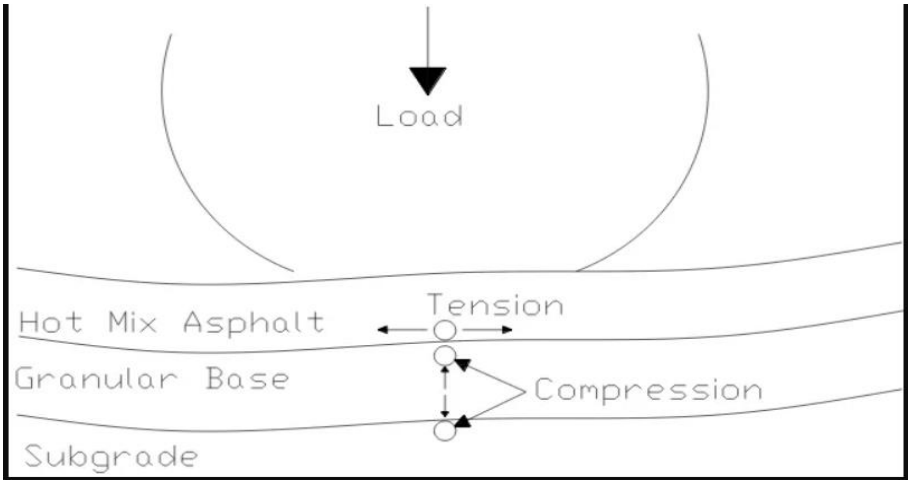
a. Tegangan adalah intensitas internal yang terjadi dalam struktur perkerasan di berbagai titik, diukur dalam satuan (N/m^2, Pa, atau Psi).
b. Regangan merujuk pada rasio perubahan bentuk dari bentuk asli (mm/mm atau in/in). Karena nilai regangan dalam perkerasan sangat kecil, biasanya dinyatakan dalam mikrostrain (10^{-6}).
c. Defleksi/lendutan adalah perubahan linier pada suatu bentuk yang dinyatakan dalam satuan panjang (µm, inci, atau mm).

Program *KENPAVE* dirancang untuk memudahkan perhitungan nilai tegangan, regangan, dan lendutan pada berbagai titik di struktur perkerasan. Dengan menggunakan program ini, pengguna dapat dengan mudah melakukan analisis terhadap bagaimana beban lalu lintas mempengaruhi berbagai bagian perkerasan, baik pada permukaan maupun lapisan-lapisannya. Beberapa titik penting yang digunakan dalam analisis perkerasan terlampir di Tabel 3.34 dan Gambar 3.15.

Tabel 3. 34 Analisis Struktur Perkerasan

Lokasi	Respon	Analisis Struktur Perkerasan
Permukaan perkerasan	Defleksi	Digunakan dalam desain lapis tambah
Bawah lapis permukaan	Regangan tarik horizontal	Digunakan retak *fatigue cracking* pada lapis permukaan
Bagian atas tanah dasar / bawah lapis pondasi bawah	Regangan tarik vertikal	Digunakan untuk memprediksi kegagalan *rutting* yang terjadi

Sumber: Fadhlan (2013)



Gambar 3. 15 Lokasi Tegangan dan Regangan Kritis Perkerasan Lentur

(Sumber: Huang, 2004)

Dari Gambar 3.15 dapat disimpulkan beberapa hal terkait dengan kerusakan yang akan terjadi akibat adanya tegangan dan regangan antara lain:

1. Regangan tekan di atas permukaan beton aspal menimbulkan *rutting*,
2. Regangan tarik di bawah aspal menimbulkan *fatique cracking*,
3. Regangan tekan di atas dasar granular menimbulkan deformasi permanen,
4. Regangan tekan di atas tanah dasar menimbulkan deformasi permanen.

3.8.2 Program *KENLAYER*

Program *KENLAYER* dirancang khusus untuk diterapkan pada perkerasan lentur tanpa sambungan dan perkerasan kaku. Dasar dari program ini adalah teori sistem lapis banyak. *KENLAYER* dapat digunakan untuk berbagai jenis lapisan, termasuk *linier*, *non-linier*, dan *viskoelastis*. Selain itu, program ini mendukung empat jenis sumbu roda: sumbu tunggal roda tunggal, sumbu tunggal roda ganda, sumbu tandem, dan sumbu tripel. Tampilan awal dari program *LAYERINP* dapat dilihat pada Gambar 3.16.



Gambar 3. 16 Tampilan Layar *LAYERINP*

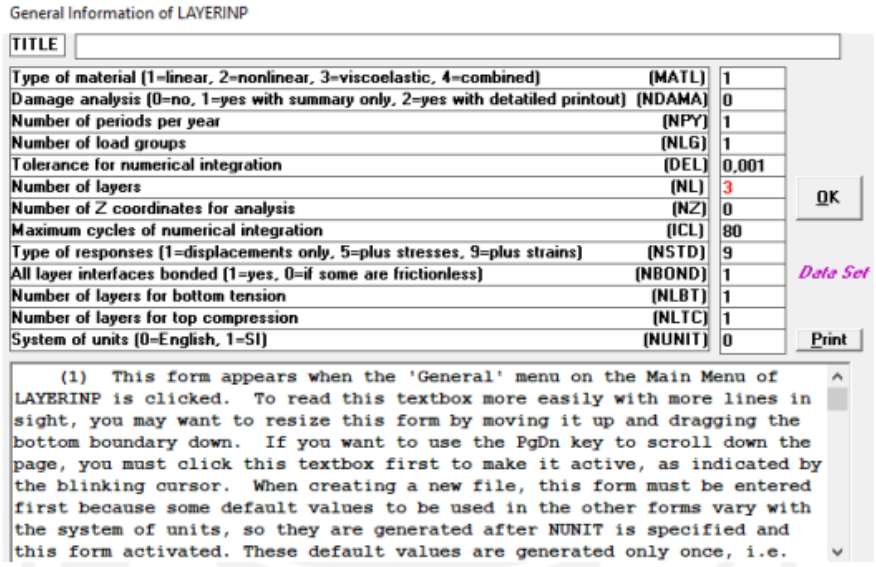
Dari menu-menu yang terdapat pada *LAYERINP*, ada beberapa yang default atau tidak perlu diinput. Berikut ini penjelasan dari tiap menu yang ada di dalam *LAYERINP*:

1. *File*

Menu ini untuk *file* yang akan diinput. *New* untuk membuat *file* baru dan *old* untuk *file* yang sudah ada.

2. *General*

Pada menu ini memuat informasi umum mengenai suatu perkerasan yang akan dianalisis. Tampilan pada menu general ditunjukkan pada Gambar 3.17.



Gambar 3. 17 Tampilan Menu *General*

Dalam menu General ini terdapat beberapa menu yang harus diinput, antara lain:

a. *Title*, merupakan judul dari analisis yang akan dilakukan.
b. *MATL*, merupakan tipe dari material. Dengan catatan:
    1) Jika seluruh lapisan merupakan linier elastis,
    2) Jika lapisan merupakan lapisan non linier elastis,
    3) Jika lapisan merupakan viskoelastis,
    4) Jika lapisan merupakan campuran dari ketiga lapisan diatas.
a. *NDAMA*, merupakan analisis kerusakan. Jika tidak ada atau pun terdapat kerusakan analisis, ada hasil *print out* lebih detail.
b. *DEL*, ini merupakan akurasi hasil. Standar akurasi yang digunakan adalah

0,001.

c. *NL* adalah jumlah *layer* / lapisan, dengan jumlah maksimum 19 lapisan.

d. *NZ* merupakan letak koordinat arah Z yang akan di analisis. Jika *NDAMA* = 1 atau 2, maka *NZ* = 0 karena program akan menganalisis di koordinat yang mengalami analisis kerusakan.

e. *NSTD*, untuk menu ini terdapat beberapa pilihan yaitu,

   1) Untuk *vertical displacement*,

   2) Untuk *vertical displacement* dan nilai tegangan,

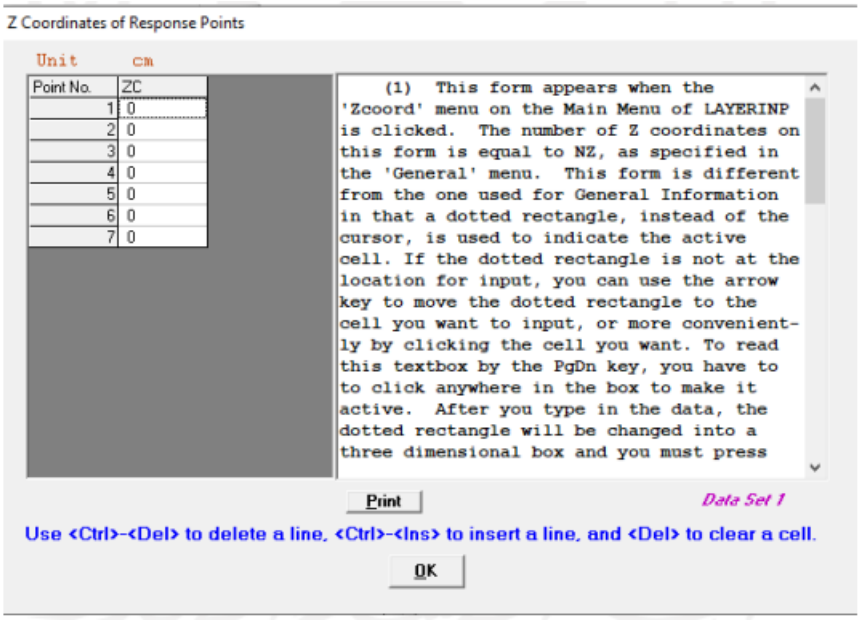
   3) Untuk *vertical displacement*, nilai tegangan dan nilai regangan.

h. *NBOND*, terdapat pilihan jika antar semua lapis saling berhubungan atau terkait dan jika tiap antar lapisan tidak terikat atau gaya geser diabaikan.

i. *NUNIT*, adalah satuan yang digunakan. Dalam hal ini, (0) merupakan satuan Inggris dan (1) satuan SI.

3. *Zcoord*

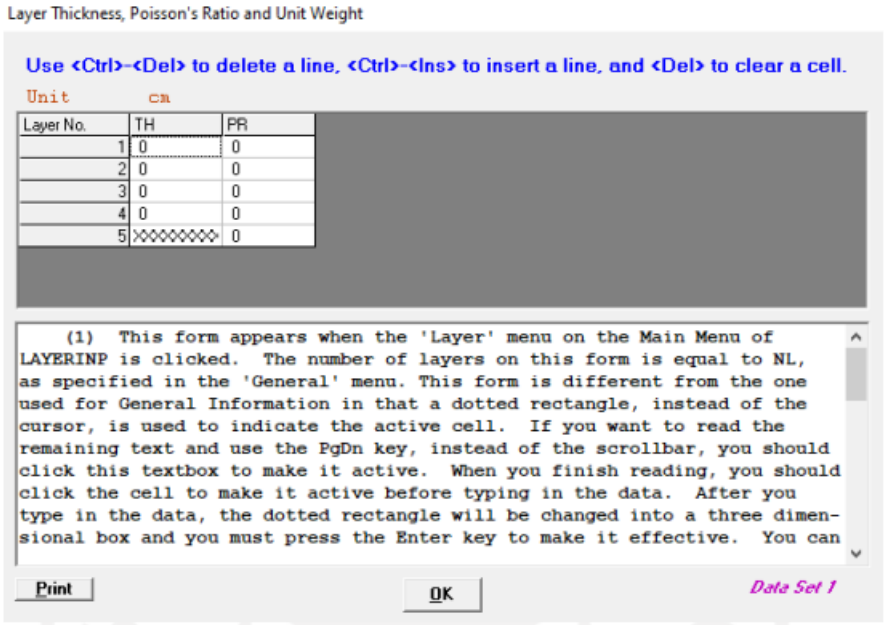
Jumlah poin yang terdapat dalam menu ini sebanding dengan jumlah *NZ* yang ada pada menu umum. *ZC* merujuk pada jarak vertikal, yaitu jarak yang akan dianalisis oleh program. Tampilan menu *Zcoord* dapat dilihat pada Gambar 3.18.



Gambar 3. 18 Tampilan Menu *Zcoord*

4. *Layer*

Pada menu ini terdapat *TH* (*thickness of each layer*) atau tebal tiap *layer*/lapisan dan *PR* atau *poisson's ratio* tiap *layer*. Tampilan menu *layer* dapat dilihat pada Gambar 3.19.



Gambar 3. 19 Tampilan Menu *Layer*

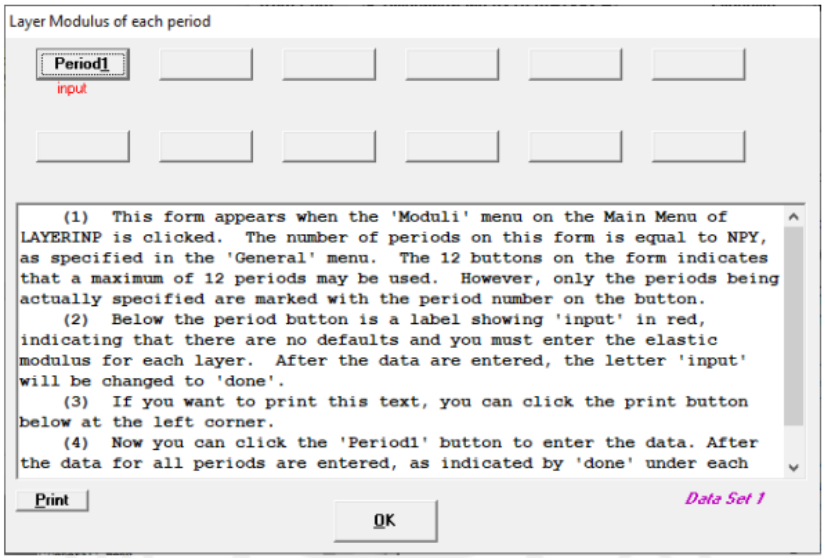
5. *Interface*

Selanjutnya untuk menu *interface* ini berkaitan dengan *NBOND* yang ada dalam menu *General*. Jika *NBOND* = 1, maka menu *interface* akan default.

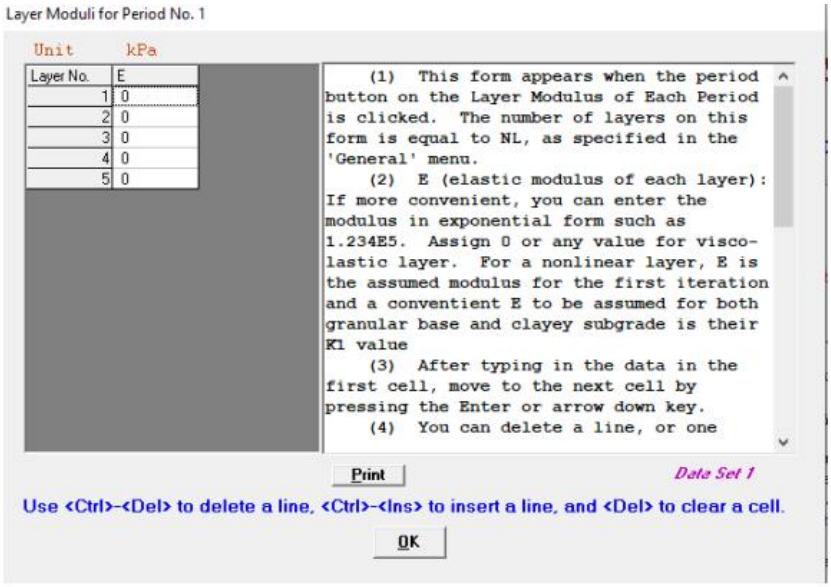
6. *Moduli*

Jumlah periode yang ditentukan dalam menu ini harus sama dengan jumlah NPY yang telah diatur dalam menu *General*. Menu ini memungkinkan pengguna untuk menetapkan hingga maksimum 12 periode. *Modulus elastisitas* (*E*) untuk setiap lapisan perkerasan juga dapat diatur dalam menu ini, yang penting untuk menghitung respons struktural dari perkerasan tersebut.

Informasi mengenai tampilan menu untuk *moduli* dan periode dapat ditemukan pada Gambar 3.20 dan Gambar 3.21. Gambar-gambar ini menunjukkan bagaimana *modulus elastisitas* untuk tiap lapisan dan periode yang dipilih diatur dalam antarmuka program, memberikan panduan visual tentang cara *input* data serta pengaturan yang diperlukan untuk analisis perkerasan yang akurat.



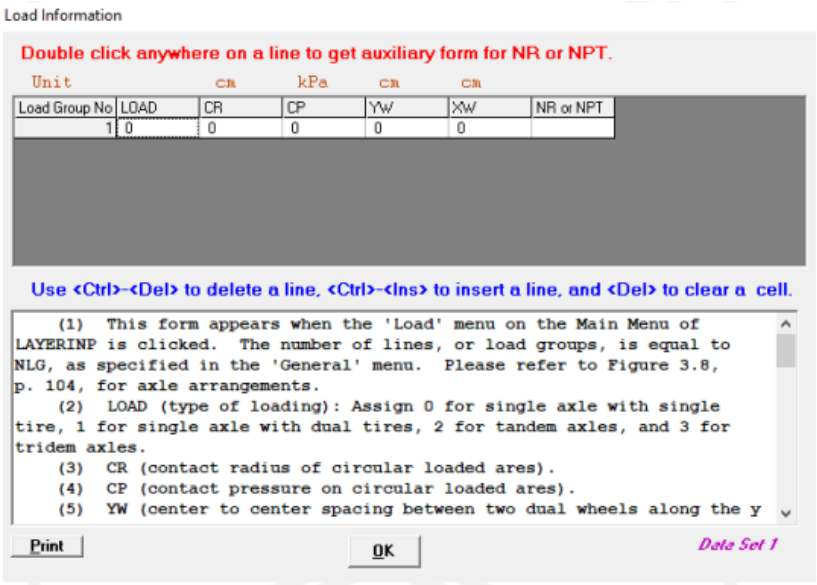
Gambar 3. 20 Tampilan Menu *Moduli*



Gambar 3. 21 Tampilan Menu *Period1*

7. *Load*

Jumlah unit yang terdapat dalam menu ini sebanding dengan jumlah *NLG* yang ada pada menu *General*. Pada kolom terdapat *LOAD*, *CR*, *CP*, *YW*, *XW* dan *NR* or *NPT*. *LOAD* yang merupakan sumbu tunggal. Sementara CR merupakan radius untuk kontak pembebanan, *CP* merupakan nilai untuk bebannya, *YW* merupakan jarak antarroda arah Y, XW merupakan jarak antar roda arah x. Adapula *NR or NPT* merupakan titik koordinat tegangan regangan yang ingin ditinjau. Tampilan menu load dapat dilihat pada Gambar 3.22.



Gambar 3. 22 Tampilan Menu *Load*

3.8.3 Karakteristik Material

Karakteristik material merupakan salah satu aspek paling penting dalam program *KENLAYER*. Dalam studi kasus ini, program utama yang digunakan mencakup modulus elastisitas, *Poisson's ratio*, dan ketebalan masing-masing lapisan.

3.8.4 Pemodelan Lapis Perkerasan Jalan

Sistem lapis banyak, yang juga dikenal sebagai model elastis, dapat menghitung tekanan dan regangan pada suatu titik dalam struktur perkerasan. Model ini berasumsi bahwa setiap lapisan perkerasan memiliki sifat-sifat seperti homogen, isotropis, dan linier elastik, yang berarti lapisan tersebut akan kembali ke bentuk semula setelah beban dihilangkan. Adapun data yang diinput dalam

permodelan lapis perkerasan jalan dengan model ini berguna untuk mengetahui tegangan dan regangan pada struktur perkerasan dan respon terhadap beban. Parameter yang digunakan antara lain sebagai berikut.

1. Parameter setiap lapis
   a. Modulus Elastisitas

      Modulus elastisitas adalah perbandingan antara tegangan dan regangan suatu benda. Modulus elastisitas biasa disebut Modulus young dan dilambangkan dengan E, dan dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 3.8 berikut.

$$E = \sigma\ \varepsilon \qquad (3.8)$$

dengan:

E = modulus elastisitas; Psi atau kPa,

σ = tegangan; kPa, dan

ε = regangan.

Nilai modulus elastisitas menurut Huang (2004) dapat dilihat pada Tabel 3.35.

Tabel 3. 35 Nilai Modulus Elastisitas Berdasarkan Jenis Bahan Perkerasan

Jenis Bahan / Material	**Modulus Elastisitas**	
	Psi	**Kpa**
Cement Treated Granular Base	$1x10^6 – 2x10^6$	7x106 – 14x106
Campuran agregat semen	5x105 – 1x106	35x105 – 7x106
Asphalt Treated Base	7x104 – 45x104	49x104 – 3x106
Aspal beton	2x104 – 2x106	14x104 – 14x106
Campuran distabilisasi bitumen	14x104 – 14x106	28x104 – 21x105
Campuran distabilisasi kapur	2x104 – 7x104	14x104 – 49x104
Material berbutir tidak terikat	15x103 – 45x103	105x103 – 315x103
Berbutir halus/material tanah dasar	3x103 – 4x104	3x103 – 4x104

Sumber: Huang (2004)

b. Poisson's Ratio

Poisson's ratio adalah perbandingan antara regangan horizontal (*lateral strain*) dan regangan vertikal (*axial strain*) yang disebabkan oleh beban sejajar sumbu dan regangan aksial.

Karakteristik untuk nilai modulus bahan pengikat (*bounded materials*) dan tanah dasar berdasarkan Manual Desain Bina Marga 2017, dapat dilihat pada Tabel 3.36 berikut ini.

Tabel 3. 36 Karakteristik Modulus Bahan Pengikat untuk Pengembangan Bagan Desain dan Analisis Mekanistik

Jenis Bahan	**Modulus Tipikal (Mpa)**	***Poisson's Ratio***	**Koefisien Relatif (a)**
HRS WC	800	0,4	Sesuai PdT 01-2002-B
HRS WC	900		
AC WC	1100		
AC WC	1200	0,4	
AC Base / AC BC (sebagai *Base*)	1600		
Bahan bersemen (*CTB*)	500 retak (post cracking)	0,2 (mulus) 0,35 (retak)	
Tanah dasar (disesuaikan musim)	10 x *CBR*	0,45 (tanah kohesif) 0,35 (tanah non kohesif)	

Sumber: Bina Marga (2017)

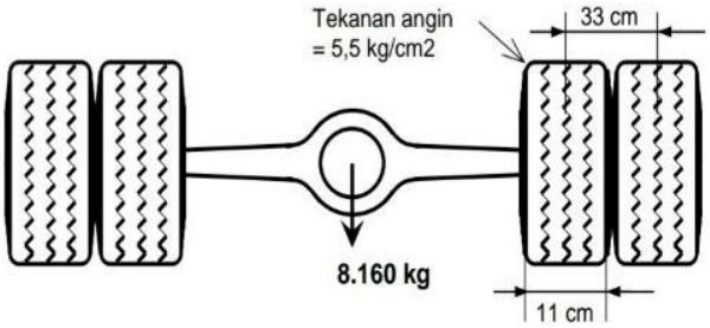
2. Ketebalan Setiap Lapis Perkerasan

   Ketebalan setiap lapisan perkerasan diperlukan dalam teori elastis lapis banyak. Satuan untuk ketebalan setiap lapisan adalah mm atau inch.

3. Kondisi Beban

Data ini mencakup informasi mengenai beban roda, P (kN/Lbs), dan tekanan ban, q (kPa/Psi). Nilai P dipengaruhi oleh muatan yang diangkut oleh kendaraan. Selain itu, terdapat nilai jari-jari bidang kontak, a (mm/inch), antara roda bus dan permukaan perkerasan yang dianggap berbentuk lingkaran, seperti yang

ditunjukkan pada Gambar 3.23.



Gambar 3. 23 Sumbu Standar Ekivalen di Indonesia

Sumber: Sukirman (1993)

Data kondisi beban terlampir pada Gambar 3.23 Sukirman (1993) sebagai berikut.

1. Beban kendaraan sumbu standar 18.000 pon (8,16 ton).
2. Tekanan roda satu ban 0,55 mpa = 5,5 kg/cm2.
3. Jari-jari bidang kontak 110 mm atau 11 cm.
4. Jarak masing-masing roda ganda = 33cm.

3.9 Analisis Kerusakan Perkerasan

Fatigue cracking, *rutting*, dan *permanent deformation* adalah beberapa aspek analisis kerusakan pada perkerasan jalan yang dibahas dalam penelitian ini. Analisis perhitungan yang dilakukan menggunakan metode mekanistik-empirik menghasilkan nilai tegangan dan regangan. Nilai-nilai ini selanjutnya digunakan untuk memprediksi kerusakan pada perkerasan jalan lentur. Sebagai contoh, persamaan mode *Asphlat Institute* dapat digunakan untuk memprediksi jumlah repitisi beban (Huang, 2004).

1. *Fatique Cracking*

Fatigue cracking (retak lelah) adalah bentuk perkembangan dari retak yang terjadi akibat beban berulang. Kegagalan ini umumnya ditemukan ketika permukaan perkerasan memiliki banyak retakan dengan persentase yang tinggi. Persamaan *fatique cracking* (retak lelah) pada perkerasan lentur untuk mengetahui

jumlah 43 keseluruhan repitisi beban berdasarkan regangan tarik yang ada di bawah lapis permukaan. Persamaan ini dapat dilihat pada Persamaan 3.9.

$$Nf = 0{,}0796\ (\varepsilon t)^{-3{,}921}\ |E|^{-0{,}85} \quad (3.9)$$

dengan:

Nf = jumlah nilai beban pengulangan yang diijinkan untuk mengontrol *fatique cracking*,

εt = *tensile strain* di lokasi tinjauan kritis yang dihitung berdasarkan respon model struktur atau regangan tarik pada bagian bawah lapis permukaan, dan

|E| = modulus elastis pada lapisan permukaan atau lapisan HMA.

2. *Rutting*

Rutting (retak alur) yaitu akumulasi dari semua deformasi plastis yang terjadi, baik dari lapis beraspal, lapis pondasi dan lapis pada tanah dasar. Nilai *rutting* maksimum harus dibatasi supaya tidak membahayakan pengendara saat melalui lokasi yang mengalami retak alur terutama pada kecepatan yang tinggi. Persamaan *rutting* (retak alur) pada perkerasan lentur untuk mengetahui jumlah beban berdasarkan regangan tekan di bawah lapis pondasi bawah. Persamaan ini dapat dilihat pada Persamaan 3.10.

$$Nd = 1{,}365 \times 10^{-9}\ (\varepsilon c)^{-4{,}47} \quad (3.10)$$

dengan:

Nd = jumlah nilai repetisi beban yang diijinkan untuk mengontrol *rutting*, dan

εc = regangan tekan vertikal di atas lapisan dasar.

3. *Deformation*

Rumus kerusakan *deformation* pada perkerasan lentur untuk mengetahui jumlah beban repetisi perkerasan lentur pada kerusakan. Persamaan ini dapat dilihat pada Persamaan 3.11.

$$Nd = 1{,}365 \times 10^{-9}\ (\varepsilon c)^{-4{,}47} \quad (3.11)$$

dengan:

Nd = total nilai repitisi beban yang diijinkan untuk mengontrol *deformation*,

Ɛc = regangan tekan vertikal di atas subgrade.

3.10 Sisa Umur Perkerasan (*Remaining Life*)

Untuk menghitung sisa umur layanan perkerasan jalan, perlu dilakukan perhitungan terhadap jumlah lalu lintas aktual yang telah melintasi perkerasan serta jumlah lalu lintas yang diizinkan hingga akhir masa rencana. Ini juga mencakup jumlah repetisi beban yang diperbolehkan sebelum perkerasan mencapai kondisi runtuh (*failure*) akibat kelelahan dan pembentukan alur. Pengukuran ini biasanya dinyatakan dalam satuan 18-Kip *ESAL* (*Equivalent Single Axle Load*).

Sisa umur perkerasan jalan, atau *remaining life*, adalah salah satu tujuan dari evaluasi kapasitas jalan yang mengacu pada standar *AASHTO* (1993). Evaluasi ini bertujuan untuk menentukan persentase umur layan pada ruas jalan yang diteliti. Faktor umur rencana dapat ditentukan menggunakan rumus yang terdapat dalam Persamaan 3.12.

$$RL = 100\ [1 - (\frac{Np}{N_{1,5}})] \tag{3.12}$$

dengan:

RL = *Remaining Life* (%),

NP = *Total Traffic* yang telah melewati perkerasan (*ESAL*), dan

$N_{1,5}$ = *Total Traffic* pada kondisi perkerasan berakhir (*failure*) (*ESAL*).

Parameter yang digunakan untuk menghitung sisa umur perkerasan adalah sebagai berikut:

1. Umur Rencana

Umur rencana, menurut Kementerian Pekerjaan Umum, merujuk pada jangka waktu dalam tahun yang dimulai dari saat jalan dibuka hingga saat jalan tersebut memerlukan perbaikan besar atau dianggap perlu untuk diberi lapisan permukaan baru. Umur perkerasan jalan umumnya dihitung menggunakan jumlah kumulatif lintasan kendaraan standar atau *Cumulative Equivalent Standard Axle* (*CESA*).

2. Lalu Lintas

Lalu lintas merupakan faktor penting dalam perencanaan jalan, karena kapasitas dan desain struktur perkerasan bergantung pada komposisi lalu lintas. Data lalu lintas pada suatu segmen jalan dapat diperoleh melalui pengamatan manual, semi-manual (menggunakan kamera video), atau otomatis (menggunakan alat seperti *tube* atau *loop*).

a. Volume Lalu Lintas

Berdasarkan Manual Perkerasan Jalan 2017 (Bina Marga 2017), parameter yang penting dalam analisis struktur perkerasan adalah data lalu lintas yang diperlukan untuk menghitung beban lalu lintas rencana yang dipikul oleh perkerasan selama umur rencana. Beban dihitung dari volume lalu lintas pada tahun survei yang selanjutnya diproyeksikan ke depan sepanjang umur rencana. Dalam analisis lalu lintas, penentuan volume lalu lintas pada jam sibuk dan Lalu Lintas Harian Rata-rata Tahunan (LHRT) mengacu pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI).

b. Data Lalu Lintas

Pertumbuhan lalu lintas di suatu jalan umumnya meningkat setiap tahun. Oleh karena itu, dibutuhkan estimasi volume lalu lintas yang sesuai dengan jangka waktu perencanaan, menggunakan persamaan eksponensial. Persamaan tersebut dapat dilihat pada Persamaan 3.13.

$$LHRT = LHR_0 (1 + i)^n \quad (3.13)$$

dengan:

LHRT = LHR akhir umur rencana,

LHR_0 = LHR awal tahun umur rencana,

N = umur rencana (tahun), dan

i = angka pertumbuhan

c. Jenis Kendaraan

Beban gandar dari kendaraan penumpang dan kendaraan ringan hingga sedang relatif kecil, sehingga tidak berisiko menyebabkan kerusakan struktural

pada perkerasan. Hanya kendaraan niaga dengan enam roda atau lebih yang perlu diperhatikan dalam analisis.

d. Faktor pertumbuhan lalu lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas berdasarkan data-data pertumbuhan (*historical growth data*) atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang berlaku. Jika tidak tersedia data maka Tabel 3. 37 dapat digunakan sebagai berikut.

Tabel 3. 37 Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (*i*) (%)

	Jawa	**Sumatera**	**Kalimantan**	**Rata-rata Indonesia**
Arteri dan Perkotaan	4,8	4,83	5,14	4,75
Kolektor rural	3,5	3,5	3,5	3,5
Jalan desa	1,0	1,0	1,0	1,0

Sumber: Bina Marga (2017)

Pertumbuhan lalu lintas selama periode perencanaan dihitung dengan menggunakan faktor pertumbuhan kumulatif (*Cumulative Growth Factor*), sesuai dengan Persamaan 3.14.

$$R = \frac{(1+(0{,}001\times)^{UR}-1}{0{,}001 \times i} \qquad (3.14)$$

dengan:

R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif,

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

UR = umur rencana (tahun).

3. Faktor Lajur

Lajur rencana adalah salah satu jalur lalu lintas dalam suatu ruas jalan yang dirancang untuk menampung beban lalu lintas kendaraan niaga terbesar, seperti truk dan bus. Beban lalu lintas pada lajur rencana dihitung dalam bentuk kumulatif beban gandar standar (*ESA*) dengan mempertimbangkan faktor distribusi arah (DD)

dan faktor distribusi lajur kendaraan niaga (DL). Untuk jalan dua arah, faktor distribusi arah (DD) biasanya diatur pada 0,5, kecuali di lokasi di mana jumlah kendaraan niaga lebih tinggi dari biasanya. Faktor distribusi jalan terlampir di Tabel 3.38.

Tabel 3. 38 Faktor Distribusi Lajur (*DL*)

Jumlah Lajur Setiap Arah	Kendaraan Niaga pada Jalan Desain (% terhadap populasi kendaraan niaga)
1	100
2	80
3	60
4	50

Sumber: Bina Marga (2017)

4. Perkiraan Faktor Ekivalen Beban (*VDF*)

Dalam desain perkerasan, beban lalu lintas diubah menjadi beban standar (*ESA*) dengan menggunakan Faktor Ekivalen Beban (*Vehicle Damage Factor atau VDF*). Analisis ini dilakukan berdasarkan total kumulatif *ESA* yang terkumpul selama masa rencana pada lajur yang ditentukan. Untuk mendapatkan perhitungan beban lalu lintas yang tepat, survei beban gandar sebaiknya dilakukan. Namun, jika survei beban gandar tidak memungkinkan untuk dilakukan atau jika data dari survei beban gandar sebelumnya tidak tersedia, nilai *VDF* yang tercantum pada Gambar 3.24 dapat digunakan sebagai alternatif untuk menghitung *ESAL*.

Jenis Kendaraan	Sumatera				Jawa				Kalimantan				Sulawesi				Bali, Nusa Tenggara, Maluku, 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	19,1	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	20,4	7,0	10,2	13,2	25,5	6,5	8,8	8,0	11,9	6,5	8,8
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	-	-	-	-

Gambar 3. 24 Nilai *VDF* masing-masing Jenis Kendaraan Niaga Berdasarkan Jenis Kendaraan dan Muatan
(Sumber: Bina Marga, 2017)

5. Beban Sumbu Standar Kumulatif (*CESA*)

Beban sumbu standar kumulatif, atau *Cumulative Equivalent Single Axle Load* (*CESAL*), merupakan total akumulasi beban sumbu dari lalu lintas desain pada lajur yang dirancang sepanjang umur rencana. Perhitungan *CESAL* dilakukan dengan menggunakan Persamaan 3.15 dan melibatkan Faktor Ekivalen Beban (*VDF*) untuk masing-masing jenis kendaraan niaga.

$$ESA = (\sum \text{LHR} \times \text{VDF}) \times 365 \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{R} \quad (3.15)$$

dengan:

ESA = kumulatif lintasan sumbu standar ekuivalen (*equivalent standard axle*) pada tahun pertama,

LHR = lintas harian rata-rata tiap jenis kendaraan niaga (satuan kendaraan perhari),

VDF = faktor ekuivalen beban (*Vehicle Damage Factor*) tiap jenis kendaraan niaga,

DD = faktor distribusi arah,

DL = faktor distribusi lajur,

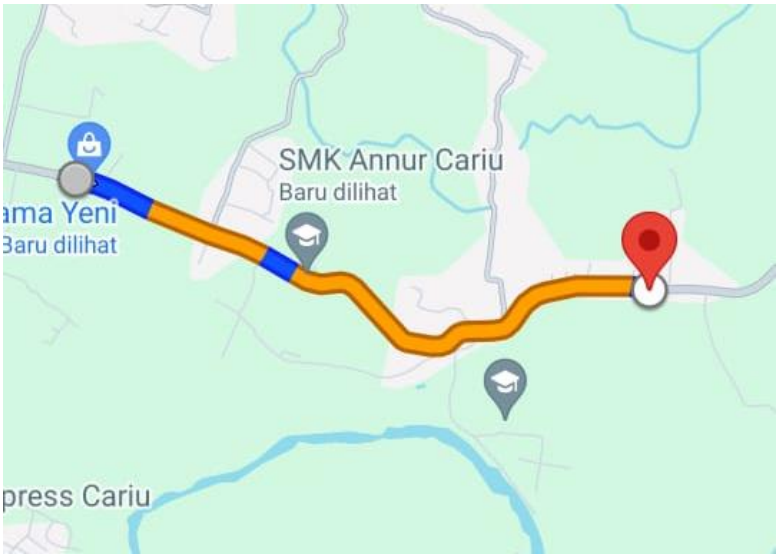
CESAL = kumulatif beban sumbu standar ekivalen selama umur rencana, dan

R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif.

BAB IV
METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak di ruas Jalan Raya Cariu-Jagatamu, Kabupaten Bogor, dari stasiun 082+400 hingga stasiun 083+900, dengan panjang total 1,5 km. Untuk detail lebih lanjut, dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Peta Lokasi Jalan
(Sumber: Google Maps, 2023)

4.2 Pengumpulan Data

Data yang digunakan untuk menganalisa perkerasan adalah data sekunder dan data primer. Dinas Bina Marga dan Tata Ruang Provinsi Jawa Barat menyediakan data sekunder untuk penelitian ini, sedangkan survei lapangan langsung didapatkan data primer. Langkah-langkah yang diambil untuk mengumpulkan data yang akan dianalisis adalah sebagai berikut.

4.2.1 Data Primer

Data primer adalah informasi yang diperoleh melalui pengamatan dan survei di lapangan, yang mencakup jenis dan dimensi kerusakan jalan. Adapun cara pengumpulan datanya sebagai berikut.

1. Survei

   Survei dilakukan pada tanggal 20 Juli 2023

   a. Jenis kerusakan dan dimensi kerusakan

      Dalam survei untuk mengidentifikasi jenis dan dimensi kerusakan, surveyor melakukan pengamatan visual secara langsung dengan berjalan kaki sepanjang jalan, serta mengukur luas dan jenis kerusakan di Jalan Raya Cariu-Jagatamu.

   b. Data kerusakan

      Setelah memperoleh data mengenai luas kerusakan, kedalaman lubang, lebar retak, tingkat kerusakan, dan jenis kerusakan, informasi tersebut dicatat pada formulir data survei untuk setiap segmen.

2. Peralatan survei

   Adapun peralatan yang dapat digunakan dalam menjalankan survei adalah sebagai berikut.

   a. Formulir *PCI* dan *SDI*

      Formulir *PCI* dan *SDI* (data kondisi jalan) untuk setiap unit sampel digunakan untuk mengidentifikasi jenis kerusakan pada setiap tingkat.

   b. *Rol Meter*

      Alat ini digunakan untuk menentukan jumlah (luas atau panjang) setiap jenis kerusakan, digunakan *rol meter,* yang juga dikenal sebagai pita pengukur.

   c. Mistar

      Mistar dipakai untuk mengukur kedalam kerusakan.

4.2.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang didapat dari data lalu lintas harian rata-rata (LHR) ruas Jalan Raya Cariu-Jagatamu, ketebalan dan koefisien lapisan jalan. Adapun data sekunder yang diperlukan sebagai berikut.

1. Peta jalan raya Cariu-Jagatamu.
2. Data *LHR* Jalan Cariu-Jagatamu dari Dinas Bina Marga dan Tata Ruang Provinsi Jawa Barat.
3. Data Eksisting Jalan dari Dinas Bina Marga dan Tata Ruang Provinsi Jawa Barat.

4.3 Metode Analisis Data

Dari data lapangan yang didapatkan maka dilakukan analisis dan mengelola data agar mendapatkan hasil yang dibutuhkan. Berikut ini adalah beberapa langkah untuk melakukan analisis dan pengelolaan data.

4.3.1 Analisis Data Visual dengan Metode *PCI*

Langkah-langkah yang dilakukan untuk mendapatkan nilai *PCI* adalah sebagai berikut.

1. Menghitung *density* yang merupakan persentase luas dari satu jenis kerusakan terhadap luas bagian setiap segmen yang telah diuku dengan menggunakan Persamaan 3.1 dan Persamaan 3.2.
2. Menghitung nilai pengurangan (*deduct value*), untuk setiap jenis kerusakan pada masing-masing segmen.
3. Menghitung nilai total pengurangan (*total deduct value*/*TDV*) dari masing-masing segmen.
4. Menghitung nilai koreksi pengurangan (*corrected deduct value*/*CDV*) dari masing-masing unit segmen.
5. Menghitung nilai *PCI* untuk masing-masing segmen dengan menggunakan rumus *PCI* (s) = 100 − *CDV*.
6. Menghitung nilai rata-rata *PCI* dari semua unit segmen pada jalan yang diteliti untuk mendapatkan nilai *PCI* dari jalan tersebut.
7. Menentukan kondisi jalan dengan menggunakan nilai *PCI*.
8. Menentukan usulan penanganan kerusakan sesuai kategori kerusakan struktur perkerasan jalan.

4.3.2 Analisis Data Visual dengan Metode *SDI*

Langkah-langkah yang dilakukan untuk mendapatkan nilai *SDI* adalah sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi kerusakan pada permukaan perkerasan.
    a. Menentukan susunan permukaan perkerasan.
    b. Menentukan kondisi permukaan perkerasan.
    c. Menentukan persentase penurunan permukaan perkerasan.
    d. Menentukan persentase tambalan permukaan perkerasan.
2. Mengidentifikasi kerusakan pada retak-retak.
    a. Menentukan jenis retakan permukaan perkerasan.
    b. Menentukan lebar retakan permukaan perkerasan.
    c. Menentukan luas retakan permukaan perkerasan.
3. Mengidentifikasi kerusakan pada lubang.
    a. Menentukan jumlah lubang permukaan perkerasan.
    b. Menentukan ukuran lubang.
4. Mengidentifikasi kerusakan pada bekas roda (penurunan akibat beban roda kendaraan) atau *wheel ruts.*
5. Menghitung nilai *SDI*
    a. Menghitung *total area of crack* (Luas Retak)
    b. Menghitung *average crack widts* (Lebar Retak)
    c. Menghitung *total number of potholes* (Jumlah Lubang)
    d. Menghitung *average depth of wheel rutting* (Bekas Roda)

4.3.3 Analisis Koefisien Korelasi

Langkah-langkah untuk menghitung nilai koefisien korelasi (rasio) adalah sebagai berikut:

1. Masukkan data *PCI* sebagai nilai x dan data *SDI* sebagai nilai y.
2. Setelah memasukkan data x dan y, hitung nilai-nilai tambahan seperti x^2, y^2, dan xy.
3. Dengan nilai-nilai yang diperoleh pada langkah sebelumnya, masukkan ke dalam Persamaan 3.7 yang telah dijelaskan di bab sebelumnya untuk menghitung koefisien korelasi.

4. Setelah mendapatkan nilai koefisien korelasi, langkah selanjutnya adalah menentukan hubungan korelasi antara nilai *PCI* dan nilai *SDI*.

4.3.4 Perhitungan Perencanaan Perkerasan Jalan dengan Metode Manual Desain Perkerasan 2017.

Untuk menentukan tebal perkerasan lentur dengan metode manual desain 2017 adalah:

1. Menentukan Data Perencanaan Tebal perkerasan
2. Menentukan Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas
3. Menentukan Faktor Distribusi Lajur dan Kapasitas Lajur
4. Menentukan Perkiraan Faktor Ekivalen Beban Kendaraan (*Vehicle Demage Factor/VDF*)
5. Menghitung *CESA*
6. Menentukan Tipe Perkerasan
7. Menentukan desain tebal perkerasan lentur

4.3.5 Analisis Respon Tegangan Regangan dengan Program *KENPAVE*

Langkah–langkah untuk menganalisis data dengan program *KENPAVE* adalah:

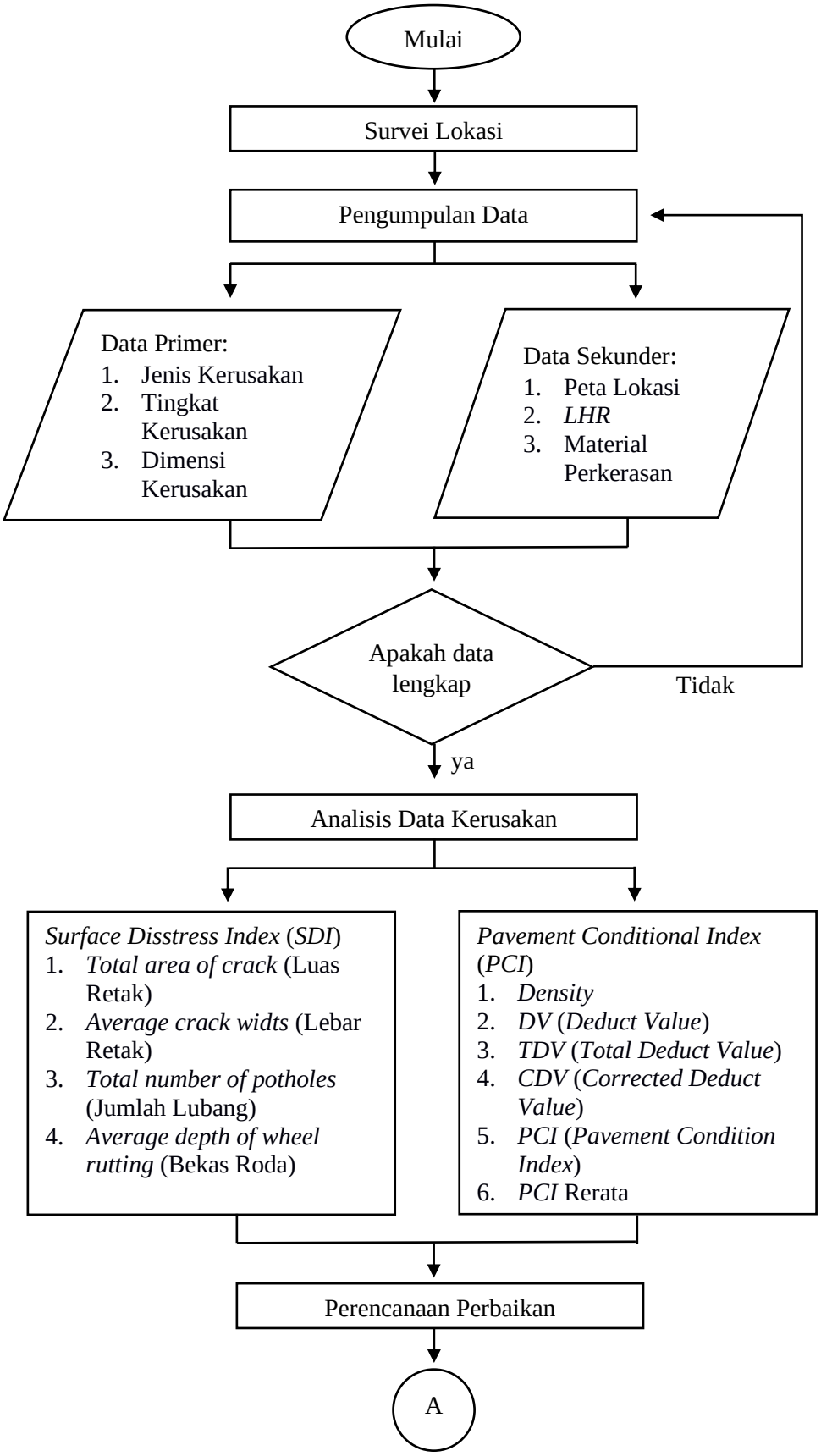
1. Menetapkan data karakteristik material untuk pemodelan struktur:
   a. Ketebalan lapisan setiap perkerasan
   b. Nilai modulus elastisitas (E) untuk tiap lapisan perkerasan.
   c. Nilai *Poisson's Ratio* untuk tiap lapisan perkerasan.
2. Menganalisis data untuk desain ketebalan lapisan perkerasan:
   a. Menentukan periode waktu untuk analisis perkerasan.
   b. Menghitung lalu lintas harian rata-rata (LHR) pada tahun dasar perencanaan.
   c. Menentukan faktor pertumbuhan lalu lintas dan menghitung proyeksi jumlah kendaraan selama 20 tahun (periode tinjauan).
   d. Menetapkan nilai-nilai $CESA5$ untuk umur desain yang telah dipilih.
   e. Menghitung *CESA5*
   f. Menetapkan tipe perkerasan
3. Melaksanakan pemodelan struktur perkerasan dengan menggunakan program *KENPAVE* dan perkerasan lentur melalui *KENLAYER* untuk beban yang terjadi

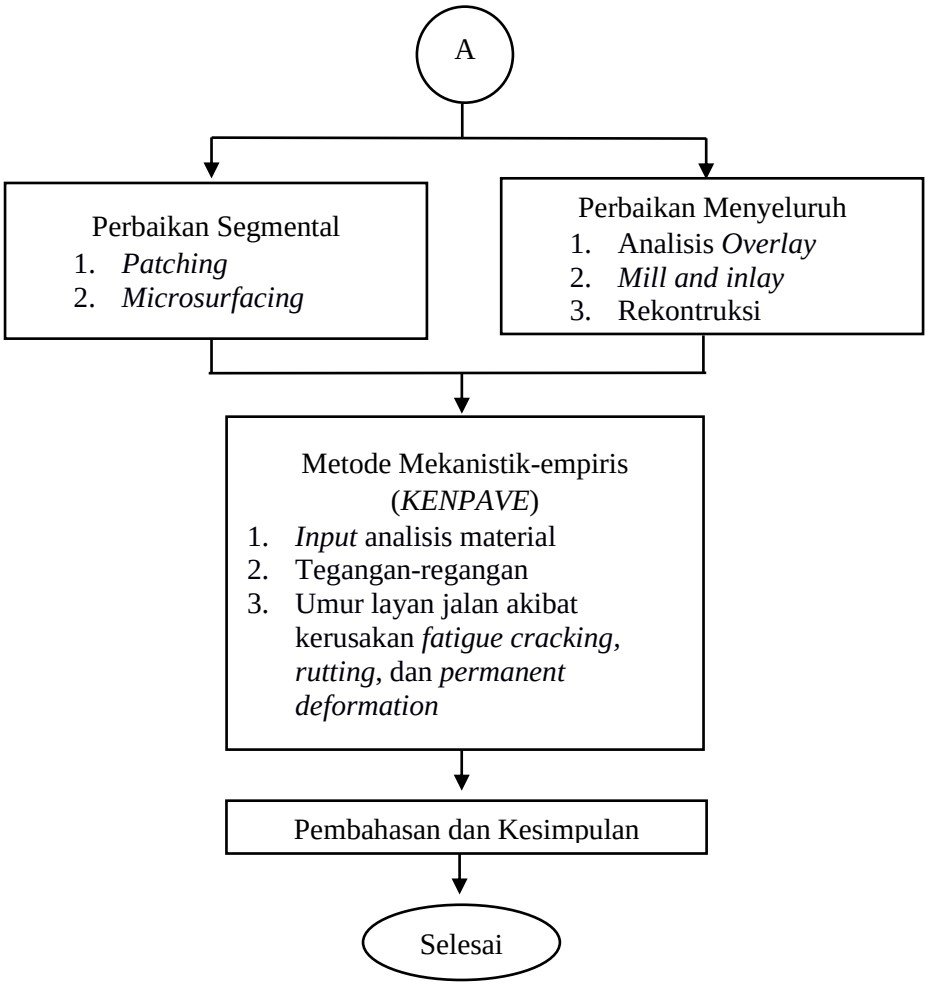
di lapangan. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

a. Menginput informasi umum mengenai struktur perkerasan, termasuk judul file, jenis material, analisis kerusakan, akurasi hasil, jumlah lapisan, koordinat kedalaman (arah Z), tipe respon yang akan dianalisis, jenis ikatan antar lapisan, dan satuan yang digunakan.
b. Menginput jumlah titik yang akan dianalisis beserta jarak vertikal.
c. Menginput ketebalan dan nilai *Poisson's Ratio* untuk setiap lapisan perkerasan.
d. Menginput jenis ikatan antar lapisan.
e. Menetapkan jumlah periode yang akan ditinjau dan nilai modulus elastisitas untuk setiap lapisan.
f. Menginput data beban lalu lintas, termasuk beban roda, radius kontak, nilai beban, jarak antar roda pada arah Y dan X, serta titik koordinat untuk analisis tegangan-regangan.
g. Menginput parameter lain seperti non-linearitas, viskoelastisitas, kerusakan, dan Mohr-Coulomb, yang akan disesuaikan dengan input nilai sebelumnya.
h. Menentukan hasil *output* defleksi dari program *KENLAYER* untuk mengetahui nilai repetisi yang dapat menyebabkan kegagalan struktur di lapangan.
i. Setelah menganalisis perkerasan jalan, kemudian diperoleh nilai tegangan-regangan, lalu hubungkan jenis kerusakan dengan repetisi beban, maka analisis prediksi sisa umur layan perkerasan dapat dihitung dengan menggunakan rumus pada Persamaan 3.12.

4.4 Bagan Alir Penelitian

Untuk memudahkan pemahaman alur penelitian, penulis menyediakan bagan alir yang menunjukkan langkah-langkah dan prosesnya, yang dapat dilihat pada Gambar 4.2. Bagan ini memberikan gambaran jelas dan terstruktur tentang bagaimana setiap tahap penelitian saling berhubungan dan mempengaruhi hasil akhir, sehingga pembaca dapat lebih mudah mengikuti dan memahami prosesnya.


Mulai
Survei Lokasi
Pengumpulan Data
Data Primer:
1. Jenis Kerusakan
2. Tingkat Kerusakan
3. Dimensi Kerusakan
Data Sekunder:
1. Peta Lokasi
2. LHR
3. Material Perkerasan
Apakah data lengkap
Tidak
ya
Analisis Data Kerusakan
Surface Disstress Index (SDI)
1. Total area of crack (Luas Retak)
2. Average crack widts (Lebar Retak)
3. Total number of potholes (Jumlah Lubang)
4. Average depth of wheel rutting (Bekas Roda)
Pavement Conditional Index (PCI)
1. Density
2. DV (Deduct Value)
3. TDV (Total Deduct Value)
4. CDV (Corrected Deduct Value)
5. PCI (Pavement Condition Index)
6. PCI Rerata
Perencanaan Perbaikan
A



Gambar 4. 2 Bagan Alir Penelitian

BAB V
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Pengumpulan Data

Data yang dapat diperoleh pada penelitian ini terdiri dari data sekunder dan data primer yang berasal dari ruas Jalan Raya Cariu–Jagatamu (Sta. 082+400 – Sta. 083+900). Data primer mencakup jenis dan tingkat kerusakan, sedangkan data sekunder mencakup informasi tentang perkerasan jalan dan lalu lintas harian rata-rata.

5.1.1 Kondisi Ruas Jalan Cariu–Jagatamu

Kondisi pada ruas Jalan Raya Cariu–Jagatamu (Sta. 082+400 – Sta. 083+900) pada 2023 dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut ini.

Tabel 5. 1 Kondisi Ruas Jalan Raya Cariu–Jagatamu

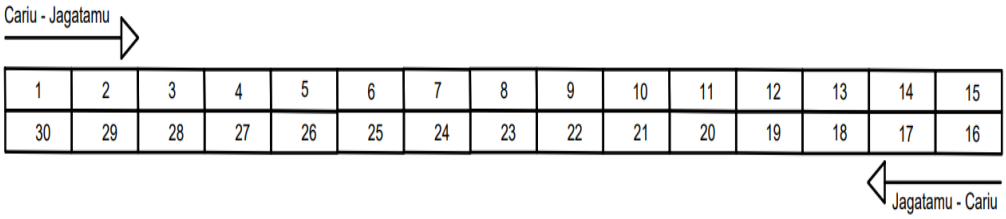
Status Jalan	Jalan Kolektor
Tipe Perkerasan	Perkerasan Lentur
Panjang Jalan	1,5 km
Lebar Jalan	5 m

Struktur perkerasan di Jalan Cariu-Jagatamu dapat dilihat sebagai berikut.

1. Lapis *AC–WC*: 4 cm
2. Lapis *AC–BC*: 6 cm
3. *Base* Kelas A (LPA): 40 cm

5.1.2 Data Pengamatan Lapangan

Survei atau pengamatan lapangan dilakukan dengan cara langsung, mengambil data dari setiap segmen kerusakan perkerasan setiap 100 meter. Setiap segmen diberi penanda sebelum jenis kerusakannya ditentukan. Pembagian segmen-segmen tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.1.



Gambar 5. 1 Penomoran Segmen Ruas Jalan Cariu–Jagatamu

5.1.3 Data Lalu Lintas

Data lalu lintas pada ruas Jalan Raya Cariu–Jagatamu (Sta. 082+400 – Sta. 083+900) merupakan data sekunder yang sumbernya dari Dinas Bina Marga dan Tata Ruang Provinsi Jawa Barat. Berikut ini merupakan data volume lalu lintas ruas Jalan Cariu-Jagatamu yang dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5. 2 Data Volume Lalu Lintas Harian Rerata (LHR)

No	Jenis Kendaraan	Golongan Kendaraan	LHR Tahun 2023	LHR Tahun 2024
1	Motor	1	6785	7023
2	Mobil, Sedan, Jeep	2	826	855
3	Pick-up	3	11	57
4	Truk 2 As (L), Truk Kecil	4	405	420
5	Bus Kecil	5a	8	9
6	Bus Besar	5b	6	7
7	Truck 2 as (4 roda)	6a	132	137
8	Truck 2 as (6 roda)	6b	102	106
9	Truck 3 as	7a	12	13
10	Truck Gandeng, Trailer 4 As	7b	0	0
11	Truck Semi Trailer 4 as, 5 as, 6 as	7c	4	5
12	Tidak bermotor	8	0	0
Jumlah			8335	8632

Sumber: Perencanaan dan Pengawasan Jalan Provinsi Bogor, 2023

5.2 Analisis Nilai Kondisi Perkerasan Berdasarkan Metode *PCI (Pavement Condition Index)*

Nilai kondisi perkerasan menurut metode *PCI* diperoleh dari data hasil pengamatan lapangan. Proses ini melibatkan pengukuran luas kerusakan serta identifikasi jenis dan tingkat kerusakan pada permukaan perkerasan di setiap unit segmen. Berikut ini adalah contoh perhitungan untuk menentukan nilai *PCI* pada salah satu unit segmen menggunakan data hasil pengamatan tersebut.

5.2.1 Perhitungan Nilai *PCI*

1. Menghitung *Density* (kerapatan) dan *Deduct Value* (pengurangan)

Contoh perhitungan pada segmen 6 Sta. 82+800 – Sta. 83+900 dari arah Cariu–Jagatamu.

a. Jenis kerusakan retak kulit buaya (*alligator cracking*)

Tingkat kerusakan jalan pada kategori *Low* (*L*) teridentifikasi akibat adanya retak kulit buaya, di mana retak tersebut berbentuk halus memanjang, tidak saling terhubung, dan tidak mengalami gompalan. Sementara itu, pada tingkat kerusakan *Medium* (*M*), teridentifikasi adanya retak halus yang memanjang dan saling terhubung, serta mengalami gompalan ringan. Luas kerusakan pada retak kulit buaya (*alligator cracking*) dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut.

Tabel 5. 3 Tipe Kerusakan Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)

Tipe Kerusakan	Tingkat Kerusakan	Luas Segmen (As)	Luas Kerusakan (Ad)
1	*L*	250 $m2$	6,40 $m2$
1	*M*	250 $m2$	13,92 $m2$

Mencari nilai kerapatan (*density*) untuk tingkat kerusakan (*L*):

$$\textit{Density} = \frac{Ad}{As} \times 100\%$$

$$= \frac{6{,}40}{250} \times 100\% \text{ `}$$

$$= 2{,}56\ \%$$

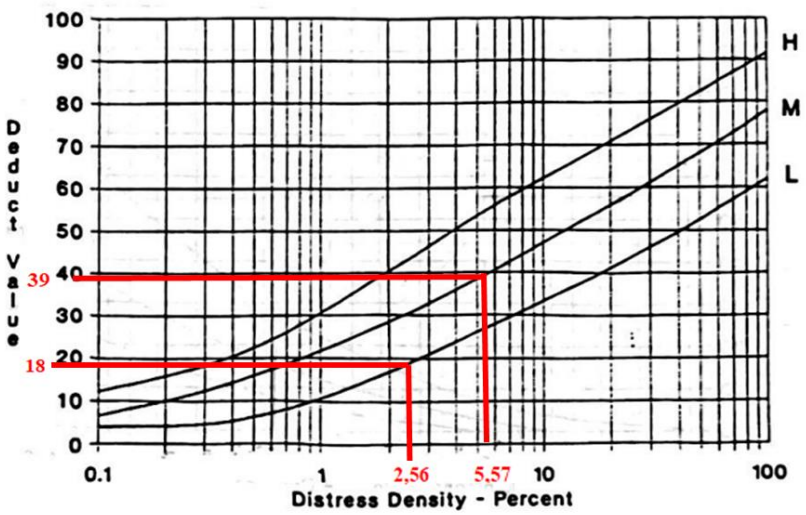
Mencari nilai kerapatan (*density*) untuk tingkat kerusakan (*M*):

Density $= \frac{Ad}{As}$ x 100%

$= \frac{13,92}{250}$x 100%

= 5,57 %

Selanjutnya nilai kerapatan (*density*) untuk setiap tingkat kerusakan dimasukkan ke dalam grafik agar mendapatkan nilai pengurang (*deduct value*). Grafiknya dapat dilihat seperti pada Gambar 5.2 berikut.



Gambar 5. 2 *Deduct Value* Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)

(Sumber: ASTM International, 2018)

Berdasarkan Gambar 5.2 di atas, dapat diperoleh nilai pengurang (*deduct value*) dari masing–masing *severity level* sebagai berikut:

Density = 2,56% (*low*), maka didapat nilai *deduct value* = 18

Density = 5,57% (*medium*), maka didapat nilai *deduct value* = 39.

b. Jenis kerusakan retak blok (*block cracking*)

Tingkat kerusakan jalan yang tergolong dalam kategori *Medium* (*M*) pada jenis kerusakan retak blok teridentifikasi karena retakan tersebut telah berkembang menjadi pola retakan yang membentuk kotak-kotak besar, yang menunjukkan adanya kerusakan signifikan pada struktur permukaan perkerasan jalan. Kerusakan jenis ini, umumnya disebabkan oleh faktor-faktor seperti beban lalu lintas yang berat atau perubahan suhu ekstrem yang

mempengaruhi kestabilan perkerasan. Luas dari kerusakan retak blok ini dapat lebih jelas dilihat dan dianalisis pada Tabel 5.4 berikut.

Tabel 5. 4 Tipe Kerusakan Retak Blok (*Block Cracking*)

Tipe Kerusakan	Tingkat Kerusakan	Luas Segmen (As)	Luas Kerusakan (Ad)
3	*M*	250 *m*2	8,28 *m*2

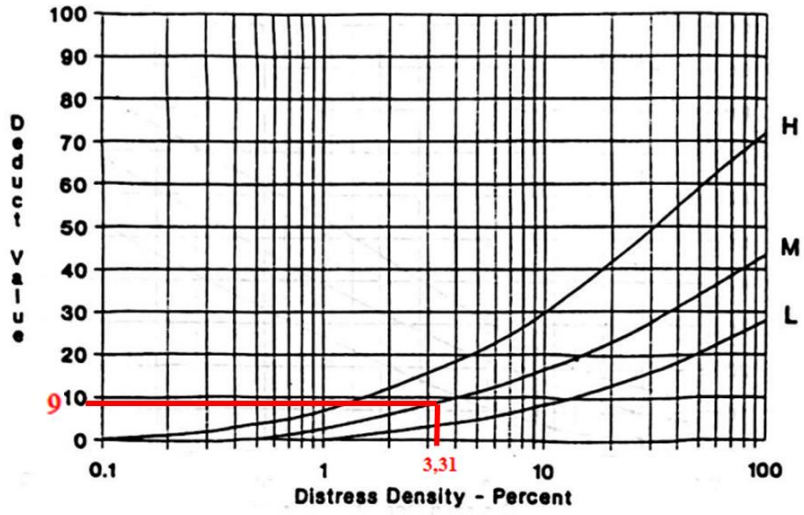
Berikut ini cara untuk mencari nilai *density* tingkat kerusakan (*M*):

Density $= \frac{Ad}{As}$ x 100%

$= \frac{8{,}28}{250}$ x 100%

= 3,31 %

Setelah itu, nilai *density* yang sudah diperoleh kemudian diaplikasikan ke dalam grafik untuk mendapatkan nilai pengurang (*deduct value*), seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.3 berikut.



Gambar 5. 3 *Deduct Value* Retak Blok (*Block Cracking*)
(Sumber: ASTM International, 2018)

Berdasarkan Gambar 5.3 nilai *density* sebesar 3,31% didapatkan nilai pengurang (*deduct value*) sebesar (9) untuk tingkat *medium severity level*.

c. Jenis kerusakan alur (*rutting*)

Tingkat kerusakan jalan pada kategori *Medium* (*M*) teridentifikasi melalui adanya kerusakan alur yang disebabkan oleh penurunan deformasi pada lapisan perkerasan aspal sebesar 2 cm, yang termasuk dalam kategori kerusakan tingkat sedang. Penurunan ini menyebabkan alur jalan mengalami kedalaman rata-rata antara ½ inci hingga 1 inci, yang setara dengan 13 hingga 25,5 mm, sehingga kondisi jalan tersebut masuk dalam kategori *medium level*. Luas pada kerusakan alur (*rutting*) dapat dilihat pada Tabel 5.5 berikut.

Tabel 5. 5 Tipe Kerusakan Alur (*Rutting*)

Tipe Kerusakan	Tingkat Kerusakan	Luas Segmen (As)	Luas Kerusakan (Ad)
15	*M*	250 *m*2	10,35 *m*2

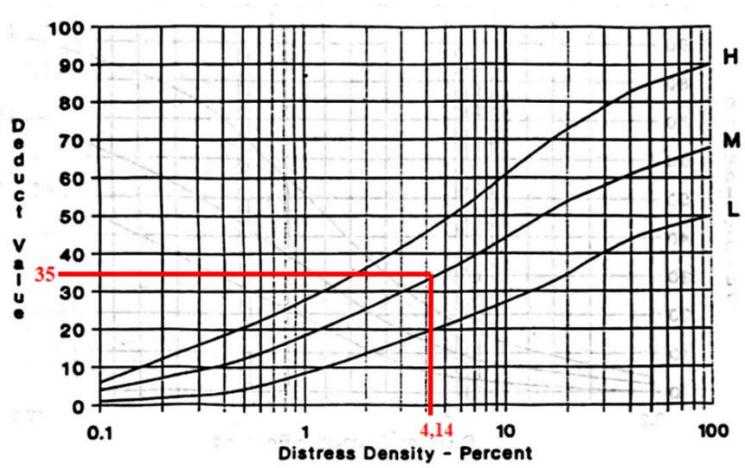
Mencari nilai kerapatan (*density*) untuk tingkat kerusakan (*M*):

$$\textit{Density} = \frac{Ad}{As} \times 100\%$$

$$= \frac{10{,}35}{250} \times 100\%$$

$$= 4{,}14\ \%$$

Nilai *density* yang sudah diperoleh kemudian diaplikasikan ke dalam grafik untuk mendapatkan nilai pengurang (*deduct value*), seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.4 berikut.



Gambar 5. 4 *Deduct Value* Alur (*Rutting*)
(Sumber: ASTM International, 2018)

Berdasarkan Gambar 5.4 untuk nilai *density* sebesar 4,14% didapatkan nilai pengurang (*deduct value*) sebesar (35) untuk tingkat *medium* severity level.

d. Jenis kerusakan pelepasan butir (*weathering and raveling*)

Tingkat kerusakan pada jalan kategori *Medium* (*M*) yang teridentifikasi disebabkan oleh kerusakan butiran lepas terjadi akibat proses pelepasan agregat dari permukaan jalan, di mana butiran-butiran tersebut terlepas satu per satu. Selain itu, tekstur permukaan jalan yang cenderung agak kasar semakin memperburuk kondisi jalan, dengan adanya lubang-lubang yang semakin membesar, yang dapat mengganggu kenyamanan dan keselamatan pengendara. Adapun untuk luas kerusakan pelepasan butir (*weathering and raveling*) dapat dilihat pada Tabel 5.6 berikut

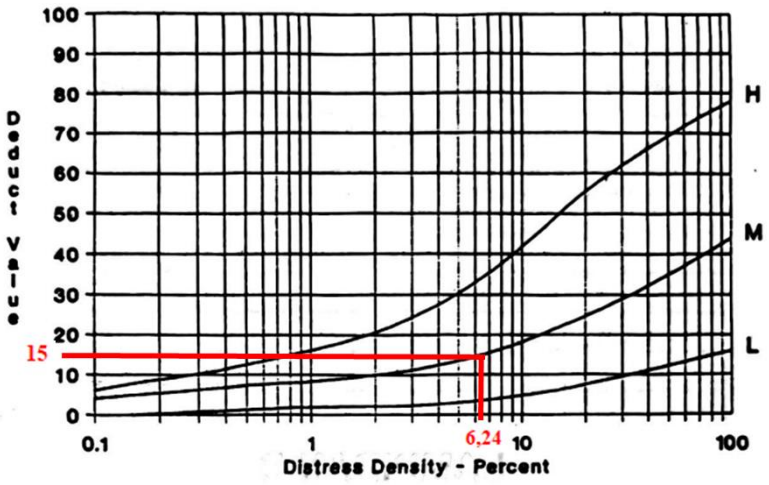
Tabel 5. 6 Tipe Pelepasan Butir (*Weathering and Raveling*)

Tipe Kerusakan	Tingkat Kerusakan	Luas Segmen (As)	Luas Kerusakan (Ad)
19	*M*	250 $m2$	15,60 $m2$

Mencari nilai kerapatan (*density*) untuk tingkat kerusakan (*M*):

$$\textit{Density} = \frac{Ad}{As} \text{ x } 100\%$$
$$= \frac{15{,}60}{250} \text{ x } 100\%$$
$$= 6{,}24\ \%$$

Nilai *density* yang sudah diperoleh kemudian diaplikasikan ke dalam grafik untuk mendapatkan nilai pengurang (*deduct value*), seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.5 berikut.



Gambar 5. 5 *Deduct Value* Pelepasan Butir (*Weathering and Raveling*)
(Sumber: ASTM International, 2018)

Berdasarkan Gambar 5.5 untuk nilai *density* sebesar 6,24% didapatkan nilai pengurang (*deduct value*) sebesar (15) untuk tingkat *medium severity level*.

2. Nilai Pengurang Total (*Total Deduct Value*/*TDV*)

Nilai total pengurangan atau *Total Deduct Value (TDV)* adalah jumlah total pengurangan dari nilai pengurang (*deduct value*) yang dilakukan untuk setiap segmen unit. Nilai *TDV* untuk segmen 6 Sta. 082+800 – Sta. 083+900 dapat dilihat pada Tabel 5.7.

Tabel 5. 7 Total *Deduct Value*

Distress Type	***Severity Level***	***Density (%)***	***Deduct Value***
1	L	2,56	18
1	M	5,57	39
3	M	3,31	9
15	M	4,14	35
19	M	6,24	15
Total Deduct Value (*TDV*)			116

3. Menentukan Nilai Pengurangan Ijin Maksimum (m)

Nilai *DV* harus dikoreksi dengan nilai pengurangan izin maksimum (m) sebelum menentukan nilai *TDV* dan *CDV*. Hal ini berdampak pada nilai jumlah data

individual (q) yang akan digunakan. Berikut ini adalah diagram proses perhitungan untuk menemukan nilai pengurangan izin maksimum (m) dengan menggunakan persamaan 3.3.

mi = 1 + (9/98) (100 – HDVi)

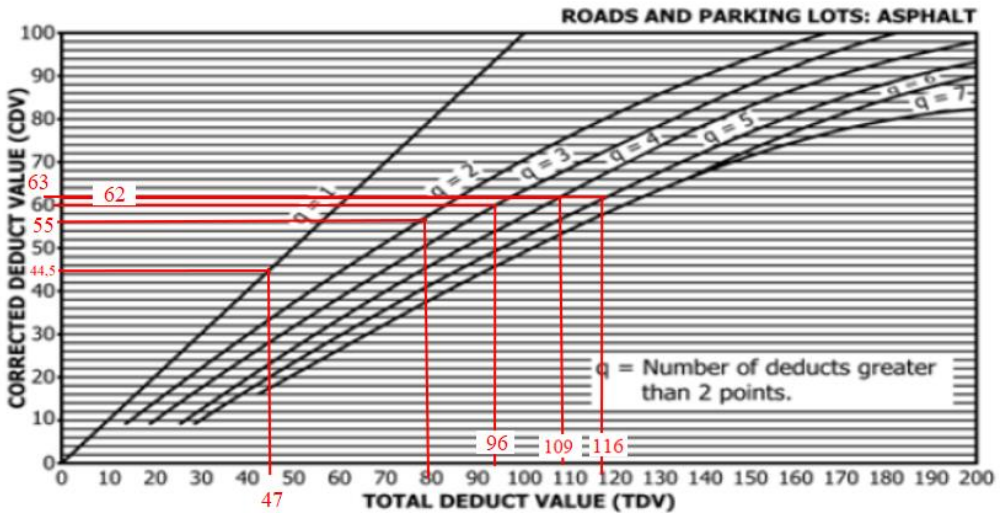
= 1 + (9/98) (100 – 39)

mi = 6,6 > 5 (Jumlah individual *deduct value*)

Berdasarkan metode untuk menentukan nilai pengurangan izin maksimum (m), nilai yang dihasilkan adalah 6,6, di mana nilai m lebih besar daripada nilai pengurangan jumlah individu, yaitu 5, sehingga nilai total data diambil dari 2.

4. Nilai Pengurang Terkoreksi (*CDV/Corrected Deduct Value*)

Nilai pengurang terkoreksi atau *Corrected Deduct Value (CDV)* didapat dari hubungan kurva antara nilai total pengurang *TDV* dan nilai pengurang *DV*. Hasil dari nilai pengurangan *deduct value* yang memiliki nilai lebih besar dari 2 berjumlah 5 angka, maka untuk nilai *CDV* dipakai q = 5. Pada Gambar 5.6 berikut ini diperoleh nilai *CDV* untuk segmen 6 Sta. 082+800 – Sta. 083+900 adalah 63.



Gambar 5. 6 *Corrected Deduct Value* (*CDV*) Segmen 6
(Sumber: ASTM International, 2018)

5. Menghitung Nilai *PCI*

Setelah *CDV* diperoleh, maka nilai *PCI* untuk segmen 6 Sta. 82+800 – Sta. 82+900 dari arah Cariu–Jagatamu dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.5.

PCI = 100 – CDV

= 100 – 63

= 37

Sesuai dengan perhitungan di atas, dapat disimpulkan bahwa pada segmen 6 Sta. 82+800 – Sta. 82+900 dari arah Cariu–Jagatamu diperoleh nilai *PCI* sebesar 37 dengan *rating* sangat buruk (*very poor*).

Untuk memperoleh nilai *PCI* pada unit segmen lainnya, perhitungan dilakukan dengan cara yang sama. Tabel 5.8 berikut menyajikan rekapitulasi hasil perhitungan nilai *PCI* untuk setiap unit segmen pada Jalan arah Cariu–Jagatamu.

Tabel 5. 8 Hasil Rekapitulasi Perhitungan Nilai *PCI* Arah Cariu–Jagatamu

No Segmen	Stasiun		*PCI*	*Rating*
	Dari	Sampai		
1	082+300	082+400	34	*Very Poor*
2	082+400	082+500	14	*Serious*
3	082+500	082+600	39	*Very Poor*
4	082+600	082+700	46	*Poor*
5	082+700	082+800	32	*Very Poor*
6	082+900	083+000	37	*Very Poor*
7	083+000	083+100	38	*Very Poor*
8	083+100	083+200	11	*Serious*
9	083+200	083+300	38	*Very Poor*
10	083+300	083+400	19	*Serious*
11	083+400	083+500	26	*Serious*
12	083+500	083+600	18	*Serious*
13	083+600	083+700	13	*Serious*
14	083+700	083+800	26	*Very Poor*
15	083+800	083+900	30	*Very Poor*

Berdasarkan Tabel 5.8 dapat diketahui rekapitulasi perhitungan nilai *PCI* serta tingkat kerusakan pada tiap segmen untuk Jalan Raya arah Cariu-Jagatamu.

Diketahui nilai *PCI* tertinggi terdapat pada segmen 4 dengan nilai *PCI* 46 dan termasuk dalam kategori tingkat *rating poor*. Sedangkan nilai *PCI* terendah terdapat pada segmen 8 dengan nilai *PCI* 11 dan *rating serious*.

$$\text{Rata-rata nilai } PCI = \frac{\Sigma \text{ Nilai } PCI}{\text{Jumlah Total Sampel}}$$

$$= \frac{400}{15}$$

$$= 28{,}067$$

Rata-rata nilai *PCI* pada arah Cariu–Jagatamu adalah 28,067 dengan *rating very poor*.

Adapun hasil rekapitulasi dari perhitungan nilai *PCI* untuk setiap unit segmen pada Jalan Raya arah Jagatamu–Cariu dapat dilihat pada Tabel 5.9 berikut.

Tabel 5. 9 Hasil Rekapitulasi Perhitungan Nilai *PCI* Arah Jagatamu–Cariu

No Segmen	**Stasiun**		***PCI***	***Rating***
	Dari	**Sampai**		
16	082+300	082+400	46	*Poor*
17	082+400	082+500	28	*Very Poor*
18	082+500	082+600	32	*Very Poor*
19	082+600	082+700	44	*Poor*
20	082+700	082+800	45	*Poor*
21	082+900	083+000	45	*Poor*
22	083+000	083+100	28	*Very Poor*
23	083+100	083+200	24	*Serious*
24	083+200	083+300	28	*Very Poor*
25	083+300	083+400	22	*Very Poor*
26	083+400	083+500	18	*Serious*
27	083+500	083+600	8	*Failed*
28	083+600	083+700	16	*Serious*
29	083+700	083+800	34	*Very Poor*
30	083+800	083+900	32	*Very Poor*

5.2.2 Menghitung Keseluruhan Nilai *PCI*

Berdasarkan Tabel 5.9 dapat diketahui rekapitulasi perhitungan nilai *PCI* serta tingkat kerusakan pada tiap segmen untuk Jalan Raya arah Jagatamu–Cariu. Diketahui nilai *PCI* tertinggi terdapat pada segmen 1 dengan nilai *PCI* 46 dengan *rating* buruk (*poor*). Sedangkan nilai *PCI* terendah terdapat pada segmen 12 dengan nilai *PCI* 8 dan *rating* gagal (*failed*)

$$\text{Rata-rata nilai } PCI = \frac{\Sigma \text{ Nilai } PCI}{\text{Jumlah Total Sampel}}$$

$$= \frac{400}{15}$$

$$= 30$$

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa nilai Indeks Kondisi Permukaan Jalan *PCI* rerata untuk Jalan Cariu–Jagatamu adalah 30. Berdasarkan standar penilaian *PCI*, nilai ini dikategorikan sebagai rating sangat buruk (*very poor*). Ini menunjukkan bahwa kondisi permukaan jalan tersebut cukup buruk dan memerlukan perhatian serta perbaikan untuk meningkatkan kualitasnya. Rating buruk menandakan adanya kerusakan signifikan yang dapat mempengaruhi kenyamanan dan keamanan berkendara di jalan tersebut.

5.2.3 Pembahasan Metode *PCI*

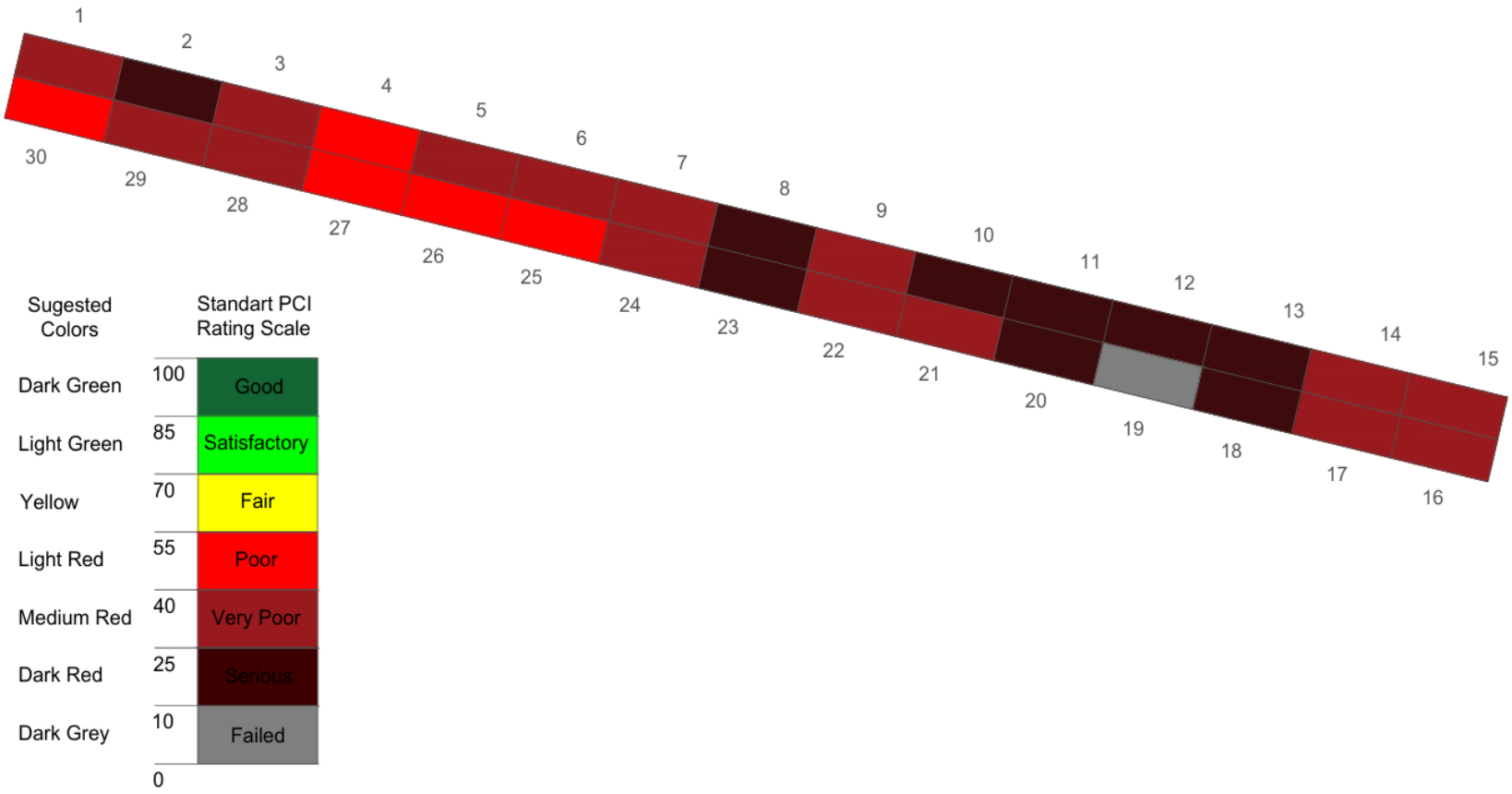
Berdasarkan hasil survei dan analisis menggunakan metode *PCI* yang telah dilakukan pada Ruas Jalan Cariu–Jagatamu, terdapat beberapa jenis kerusakan yang teridentifikasi yaitu retak kulit buaya, retak blok, keriting, retak memanjang, lubang, alur, dan pelepasan butir. Keseluruhan nilai *PCI* pada Ruas Jalan Cariu–Jagatamu memiliki nilai akhir sebesar 28,067 dan termasuk dalam kategori sangat buruk (*very poor*), sedangkan pada Ruas Jalan Jagatamu–Cariu memiliki nilai akhir sebesar 30 dan termasuk dalam kategori sangat buruk (*very poor*). Kondisi perkerasan terbaik berada pada segmen 1 arah Jagatamu–Cariu dengan nilai *PCI* sebesar 46 dan termasuk dalam kategori buruk (*poor*). Sedangkan kondisi perkerasan terburuk terdapat pada segmen 12 arah Jagatamu–Cariu dengan nilai *PCI* sebesar 16 dan termasuk dalam kategori serius (*serious*). Setelah melakukan penelitian dan analisis pada semua segmen jalan, baik dari arah Cariu–Jagatamu maupun sebaliknya,

kualitas perkerasan jalan di arah Jagatamu–Cariu dengan kondisi yang sangat buruk (*very poor*).

Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh Azhari dkk. (2020), nilai rating *PCI* untuk 22 segmen jalan dengan panjang masing-masing 100 m menunjukkan variasi yang signifikan; segmen 12, 16, 17, 18, 21, dan 22 memiliki nilai *Excellent*, sedangkan segmen 3, 8, 10, 19, dan 20 menunjukkan nilai *very good*. Segmen 13 dinilai Good, sementara segmen yang memerlukan rehabilitasi, yaitu segmen 1, 2, 11, 14, dan 15, memiliki nilai *Fair*. Di sisi lain, segmen 4, 5, 6, dan 7 tercatat dalam kategori *very poor*. Dari berbagai jenis kerusakan yang ada, hanya beberapa yang ditemukan di Dusun Batu Alang, termasuk *Patching, Depression, Long and Trans. Cracking, Corrugation, Alligator Crack, Potholes, dan Block Cracking*.

Menurut penelitian Sanubari dkk. (2023), analisis terhadap 47 segmen jalan dari Stasiun 3+100 hingga 7+800 menunjukkan bahwa jenis kerusakan tertinggi adalah tambalan dengan 65 kasus, sedangkan kerusakan terendah, seperti amblas, alur, cekungan, dan retak kotak, hanya memiliki 1 kasus; nilai rata-rata performance *index* kondisi perkerasan (*PCI*) sebesar 57,36% tergolong baik, dengan *PCI* tertinggi 88 (sempurna) pada segmen 2 dan 3, serta terendah 32 (buruk) pada segmen 34 dan 43. Oleh karena itu, penanganan kerusakan yang direkomendasikan mencakup metode perbaikan P2 (laburan aspal setempat) dan P5 (penambalan lubang).

Gambar 5.7 berikut menunjukkan visualisasi tingkat kerusakan jalan yang diukur menggunakan metode *PCI*. Dalam gambar ini, kondisi jalan diwakili oleh berbagai warna dan simbol yang menggambarkan tingkat kerusakan, mulai dari baik (*good*) hingga gagal (*failed*). Visualisasi ini membantu kita memahami seberapa serius kerusakan yang terjadi dan dapat menjadi dasar dalam pengambilan keputusan untuk perbaikan dan pemeliharaan jalan.



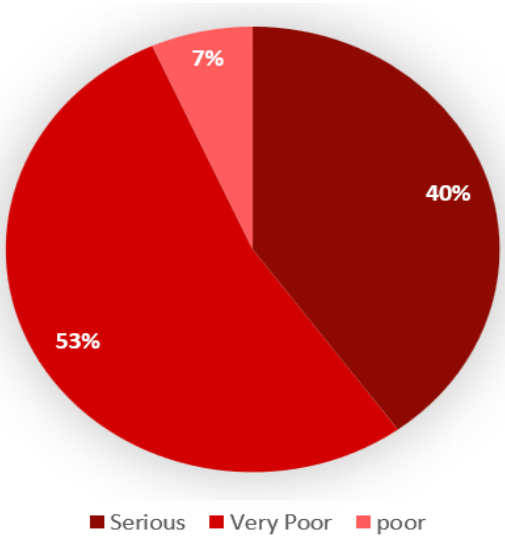
Gambar 5. 7 Visualisasi Tingkat Kerusakan Jalan Metode *PCI*

Informasi ini menggambarkan secara jelas distribusi kondisi jalan setiap segmen, hal ini sangat berguna bagi pengelola infrastruktur jalan. Dengan mengetahui tingkat kerusakan, mereka dapat merencanakan dan mengalokasikan sumber daya untuk perbaikan secara lebih efektif. Ini juga membantu dalam menetapkan prioritas perbaikan berdasarkan tingkat keparahan kerusakan.

Persentase rating *PCI* untuk semua segmen Jalan Raya Cariu-Jagatamu terdapat di Tabel 5.10 dan Gambar 5.8 yang menunjukkan kondisi permukaan jalan di masing-masing segmen.

Tabel 5. 10 Persentase *Rating* Nilai *PCI* Arah Cariu–Jagatamu

Ratting	**Jumlah Segmen**	**Persentase (%)**
Failed	0	0
Serious	6	40
Very Poor	8	53,33
Poor	1	6,67
Fair	0	0
Satisfactory	0	0
Good	0	0
Jumlah Total	15	100

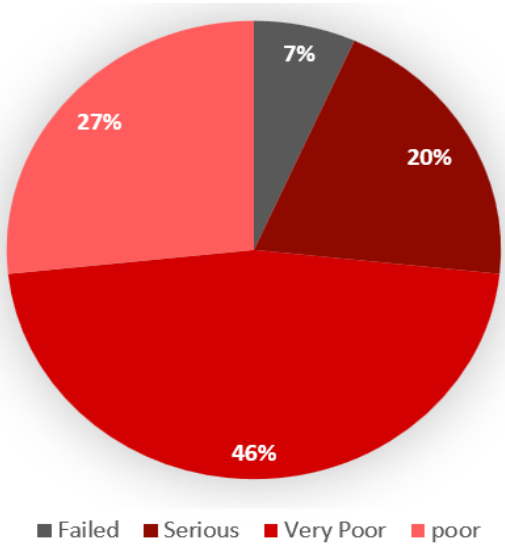


Gambar 5. 8 Diagram Persentase *Rating* Nilai *PCI* Arah Cariu–Jagatamu

Berdasarkan data dari Tabel 5.10 dan Gambar 5.8, dapat diketahui bahwa kategori kerusakan tertinggi pada Ruas Jalan Cariu–Jagatamu adalah kategori *serious*, dengan jumlah 6 segmen atau 40%. Kategori berikutnya adalah *very poor* dengan 8 segmen atau 53,33%, dan *poor* dengan 1 segmen atau 6,67%.

Tabel 5. 11 Persentase *Rating* Nilai *PCI* Arah Jagatamu–Cariu

Ratting	**Jumlah Segmen**	**Persentase (%)**
Failed	1	6,67
Serious	3	20
Very Poor	7	46,67
Poor	4	26,67
Fair	0	0
Satisfactory	0	0
Good	0	0
Jumlah Total	15	100



Gambar 5. 9 Diagram Persentase *Rating* Nilai *PCI* Arah Jagatamu–Cariu

Berdasarkan data dari Tabel 5.11 dan Gambar 5.9, dapat diketahui bahwa kategori kerusakan tertinggi pada Ruas Jalan Cariu–Jagatamu adalah kategori *failed*, dengan jumlah 1 segmen atau 6,67%. Kategori berikutnya adalah *serious* dengan 3 segmen atau 20%, *very poor* dengan 7 segmen atau 46,67%, dan *poor* dengan 4 segmen atau 26,67%.

Dari hasil analisis ruas Jalan Raya Cariu–Jagatamu, dari Sta. 082+400 hingga Sta. 083+900, mencakup 30 segmen (15 untuk masing-masing arah). Data dalam Tabel 5.8 menunjukkan bahwa kerusakan pada arah Cariu–Jagatamu berkisar antara *serious* (serius) hingga *poor* (buruk), sedangkan arah Jagatamu–Cariu berada dalam kategori *failed* (gagal) hingga *poor* (buruk). Survei lapangan juga mengidentifikasi beberapa jenis kerusakan spesifik pada ruas ini.

Berdasarkan analisis Nilai *PCI*, dapat disimpulkan bahwa nilai kondisi jalan yang berada di bawah 30%, dengan rerata 29%, menunjukkan bahwa jalan berada dalam kondisi sangat buruk. Dalam hal ini, rekonstruksi adalah tindakan yang diperlukan untuk mengembalikan fungsi jalan secara efektif. Tindakan pemeliharaan normal atau pelapisan tambahan tidak lagi memadai untuk memperbaiki kerusakan yang ada. Oleh karena itu, penting untuk segera melaksanakan proses rekonstruksi guna memastikan keselamatan pengguna jalan, memperpanjang umur jalan, serta mendukung kelancaran arus lalu lintas di masa depan. Langkah ini sesuai dengan rencana perbaikan yang ditampilkan pada Gambar 3.12.

Untuk informasi yang lebih detail mengenai jenis-jenis kerusakan yang terdeteksi, beserta nilai *density* masing-masing kerusakan pada arah Cariu–Jagatamu, dapat ditemukan pada Tabel 5.12 dan Tabel 5.13.

Tabel 5. 12 Rekapitulasi Jenis Kerusakan dan Nilai *Density* arah Cariu–Jagatamu

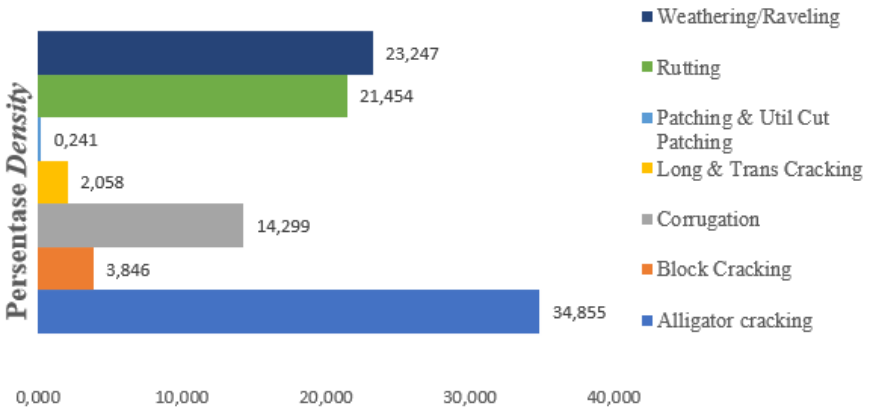
Segmen	*Stationing*		Jenis Kerusakan yang Terindifikasi dan Nilai *Density* (%)						
	Dari	Sampai	*Alligator cracking*	*Block Cracking*	*Corrugation*	*Long & Trans Cracking*	*Patching & Util Cut Patching*	*Rutting*	*Weathering/Raveling*
1	082+300	082+400	2,00		4,13				3,07
2	082+400	082+500	7,87		8,74			7,2	2,27
3	082+500	082+600	4,80				0,29	9,02	5,15
4	082+600	082+700	2,21		6,34				1,92
5	082+700	082+800	5,23			6,14		6,43	6,05
6	082+900	083+000	8,13	3,31				4,14	6,24
7	083+000	083+100	7,73					4,22	4,32
8	083+100	083+200	2,98	2,21	9,79				7,2
9	083+200	083+300	8,31	3,46				5,47	5,95
10	083+300	083+400	7,36				0,43	3,55	1,44
11	083+400	083+500	8,11	2,5				3,86	5,18
12	083+500	083+600	7,83		4,8			4,42	3,6
13	083+600	083+700	13,38					3,26	4,61
14	083+700	083+800	9,22		6,34			6,43	4,66
15	083+800	083+900	8,89		2,56			6,05	7,74
Jumlah *Density*			104,05	11,48	42,69	6,14	0,72	64,05	69,40
Rata-rata *Density*			6,94	2,87	6,10	6,14	0,36	5,34	4,63

Tabel 5. 13 Rekapitulasi Jenis Kerusakan dan Nilai *Density* arah Jagatamu–Cariu

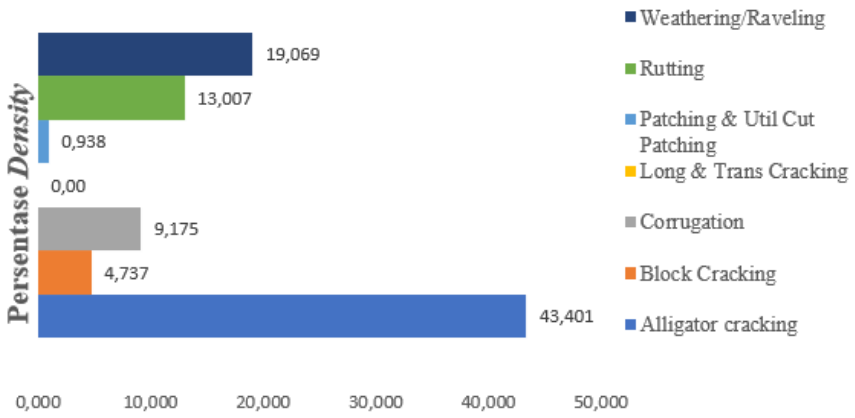
Segmen	*Stationing*		Jenis Kerusakan yang Terindifikasi dan Nilai *Density* (%)						
	Dari	Sampai	*Alligator cracking*	*Block Cracking*	*Corrugation*	*Long & Trans Cracking*	*Patching & Util Cut Patching*	*Rutting*	*Weathering/Raveling*
16	082+300	082+400	2,02		5,28				3,96
17	082+400	082+500	15,29						0,72
18	082+500	082+600	12,35	6,6					
19	082+600	082+700	1,29				2,02		7,2
20	082+700	082+800	8,36				0,78		5,98
21	082+900	083+000	6,90	5,15				2,76	5,76
22	083+000	083+100	13,25					6,43	4,97
23	083+100	083+200	6,81		6,07			4,84	3,08
24	083+200	083+300	9,41					5,28	3,22
25	083+300	083+400	10,43					5,98	6,24
26	083+400	083+500	9,55					4,42	3,77
27	083+500	083+600	8,99		5,28			4,32	5,7
28	083+600	083+700	7,86	2,39				3,55	2,2
29	083+700	083+800	8,88		4,42			3,36	4,22
30	083+800	083+900	8,18		6,34			3,17	3,13
Jumlah *Density*			129,57	14,14	27,39	0	2,80	38,83	56,93
Rata-rata *Density*			8,64	4,71	5,48	0	1,40	4,31	4,38

Berdasarkan Tabel 5.12 untuk arah Cariu–Jagatamu, jenis kerusakan yang paling sering terjadi adalah retak kulit buaya (*alligator cracking*) dengan nilai *density* rata-rata sebesar 6,94%. Jenis kerusakan ini diikuti oleh pelepasan butir (*weathering and raveling*) yang memiliki nilai *density* rata-rata sebesar 4,70%. Sementara itu, dari Tabel 5.13 untuk arah Jagatamu–Cariu, kerusakan yang paling dominan adalah retak kulit buaya (*alligator cracking*) dengan nilai *density* rata-rata 8,64%, diikuti oleh kerusakan pelepasan butir (*weathering and raveling*) dengan nilai *density* rata-rata 4,38%.

Adapun diagram rekapitulasi perhitungan nilai *density* dan jenis kerusakan dapat dilihat pada Gambar 5.10 dan Gambar 5.11 berikut.



Gambar 5. 10 Diagram Jenis Kerusakan Arah Cariu–Jagatamu



Gambar 5. 11 Diagram Jenis Kerusakan Arah Jagatamu–Cariu

Untuk informasi yang lebih mendetail mengenai perhitungan rerata *density* dari berbagai jenis kerusakan jalan, Anda dapat merujuk pada Tabel 5.14 dan Tabel 5.15. Tabel-tabel ini menyajikan data lengkap yang menunjukkan nilai *density* rata-rata yang dihitung secara rinci, memberikan gambaran tentang kondisi perkerasan pada masing-masing arah ruas jalan.

Tabel 5. 14 Rekapitulasi Nilai Rerata *Density* Masing–Masing Kerusakan Arah Cariu–Jagatamu

Jenis Kerusakan	Nilai *Density* (%)
Alligator cracking	6,94
Long & Trans Cracking	6,14
Corrugation	6,10
Rutting	5,34
Weathering/Raveling	4,63
Block Cracking	2,87
Patching	0,36

Tabel 5. 15 Rekapitulasi Nilai Rerata *Density* Masing–Masing Kerusakan Arah Jagatamu–Cariu

Jenis Kerusakan	Nilai *Density* (%)
Alligator cracking	8,64
Corrugation	5,48
Block Cracking	4,71
Weathering/Raveling	4,38
Rutting	4,31
Patching	1,40
Long & Trans Cracking	0

Dari Tabel 5.14 dan Tabel 5.15 dapat diketahui kerusakan dominan pada seluruh segmen berdasarkan nilai *density* adalah kerusakan retak buaya dengan nilai *density* sebesar 6,94% untuk arah Cariu–Jagatamu dan 8,64% untuk arah Jagatamu–Cariu, kemudian pelepasan butir dengan nilai *density* sebesar 4,63% untuk arah Cariu–Jagatamu dan 4,38% untuk arah Jagatamu–Cariu, sedangkan kerusakan paling sedikit yaitu retak memanjang dengan rerata *density* sebesar 6,14%.

Kerusakan yang paling umum pada arah Cariu–Jagatamu adalah retak kulit buaya (*alligator cracking*) dengan nilai densitas rata-rata 6,94%, diikuti oleh pelepasan butir (*weathering and raveling*) dengan nilai densitas rata-rata 4,63%. Sebaliknya, pada arah Jagatamu–Cariu, kerusakan paling sering terjadi adalah retak kulit buaya (*alligator cracking*) dengan nilai densitas rata-rata 8,64%, diikuti oleh pelepasan butir (*weathering and raveling*) dengan nilai densitas rata-rata 4,38%.

5.3 Analisis Penilaian Kondisi Perkerasan Menggunakan Metode *SDI (Surface Distress Index)*

Berdasarkan permasalahan dan metode penelitian yang telah dijelaskan, data diperoleh dari hasil survei dan selanjutnya dilakukan analisis untuk mengidentifikasi jenis dan tingkat kerusakan sesuai dengan kondisi jalan di segmen Jalan Cariu–Jagatamu, mulai dari Sta. 082+400 hingga Sta. 083+900. Hasil penelitian mencakup data kondisi jalan yang diperoleh melalui survei visual, termasuk kategori kerusakan, ukuran, dan persentase kerusakan menggunakan metode *SDI*. Data *SDI* yang dikumpulkan pada Jalan Cariu–Jagatamu dari Sta. 082+400 hingga Sta. 083+900 menunjukkan bahwa kerusakan yang paling umum terjadi adalah kerusakan retak.

5.3.1 Perhitungan *SDI*

Berikut ini disajikan perhitungan penilaian *SDI* untuk setiap segmen yang diambil sebagai unit sampel pada ruas Jalan Cariu–Jagatamu. Proses perhitungan dimulai dari Sta. 082+400 hingga Sta. 083+900. Data lengkap yang digunakan untuk analisis ini dapat ditemukan dalam Lampiran. Penilaian *SDI* ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat kerusakan permukaan jalan secara menyeluruh pada segmen yang telah ditentukan, serta memberikan gambaran yang jelas mengenai kondisi permukaan jalan pada rentang station yang disebutkan.

1. Sta. 82+300 – Sta. 82+400
   a. Luas Retak (*SDI*1)

      Luas retak 1: 5 m^2

      Luas retak 2: 5,04 m^2

      Lebar jalan: 5 m

Luas retak $= \frac{10{,}04}{100 \times 5}$

$= 0{,}02008\ m^2$

$= 0{,}02008 \times 100$

$= 2{,}008\ \%$

Karena luasan retak pada permukaan jalan mencapai 2,008%, ini dikategorikan sebagai kerusakan kurang dari 10%. Berdasarkan kriteria penilaian, luasan retak di bawah 10% mendapatkan nilai *SDI* sebesar 5, sehingga diperoleh *SDI*1 = 5.

b. Lebar Retak (*SDI*2)

Lebar Retak: > 5 mm

Karena lebar retak > 5 mm maka hasil nilai *SDI*1 x 2 sehingga diperoleh nilai *SDI*2 = 80

c. Jumlah Lubang (*SDI*3)

Jumlah Lubang: 1 / 100 m

Jumlah lubang 1 lubang / 00 m maka hasil *SDI*2 + 15 sehingga diperoleh nilai *SDI*3 = 85

d. Dalam Bekas Roda (*SDI*4)

Dalam Bekas Roda: 0

Karena terdapat ada bekas roda kurang dari 1 cm maka nilai *SDI*4 = *SDI* 3 + 2,5 sehingga diperoleh nilai *SDI4* = 87,5

Berdasarkan hasil yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kondisi jalan pada segmen dari Sta. 82+300 hingga Sta. 82+400 tergolong dalam kategori kondisi sedang. Hal ini dikarenakan nilai *SDI* yang diperoleh berada dalam rentang antara 50 – 100. Rentang nilai ini mengindikasikan tingkat kerusakan permukaan jalan yang termasuk dalam kategori sedang.

2. Sta. 83+500 – Sta. 83+600

a. Luas Retak (*SDI*1)

Luas retak 1: 41,59 m^2

Luas retak 2: 34,23 m^2

Lebar jalan: 5 m

Luas retak (%) = $\frac{76,09}{100 \times 5}$

= 0,15218

= 15,22%

Karena luasan retak 15,22% maka masuk dalam penilaian 10 – 30% sehingga diperoleh nilai *SDI*1 = 20

b. Lebar Retak (*SDI*2)

Lebar Retak: >5 mm

Karena lebar retak >5 mm maka hasil nilai *SDI*1 x 2 sehingga diperoleh nilai *SDI*2 = 40

c. Jumlah Lubang (*SDI*3)

Jumlah Lubang: >5 / 100 m

Jumlah lubang 6 lubang / 100 m maka hasil *SDI*2 + 225 sehingga diperoleh nilai *SDI*3 = 265

d. Dalam Bekas Roda (*SDI*4)

Dalam Bekas Roda: >3 cm

Karena tidak ada bekas roda maka nilai *SDI*3 + 25 sehingga diperoleh nilai *SDI*4 = 285

Maka dari hasil diatas dapat disimpulkan bahwa jalan pada Sta. 82+300 – Sta. 82+400 dalam kondisi Rusak Berat karena memiliki nilai *SDI* >150.

Berdasarkan hasil evaluasi yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kondisi jalan pada segmen dari Sta. 82+300 hingga Sta. 82+400 dikategorikan sebagai kondisi rusak berat. Kesimpulan ini diambil karena nilai *SDI* yang diperoleh untuk segmen tersebut melebihi angka 150. Dalam sistem klasifikasi yang digunakan, nilai *SDI* di atas 150 menunjukkan tingkat kerusakan yang sangat serius dan memerlukan perhatian serta perbaikan segera.

Berikut hasil nilai *SDI* dari ruas Jalan Cariu–Jagatamu yg terdapat pada Tabel 5.16.

Tabel 5. 16 Hasil Nilai *SDI* Jalan Cariu–Jagatamu

Segmen	*Stationing*		*SDI*1	*SDI*2	*SDI*3	*SDI*4	*SDI* Per Segmen	Kondisi Jalan
	Dari	Sampai	Retak Luas	Retak Lebar	Jumlah Lubang	Bekas Roda		
1	082+300	082+400	5	10	85	87,5	87,5	Sedang
2	082+400	082+500	20	40	115	125	125	Rusak Ringan
3	082+500	082+600	20	40	115	125	125	Rusak Ringan
4	082+600	082+700	5	10	85	95	95	Sedang
5	082+700	082+800	20	40	265	275	275	Rusak Berat
6	082+800	083+900	20	40	115	125	125	Rusak Ringan
7	082+900	083+000	20	40	115	125	125	Rusak Ringan
8	083+000	083+100	5	10	235	245	245	Rusak Berat
9	083+100	083+200	20	40	115	125	125	Rusak Ringan
10	083+200	083+300	20	40	115	125	125	Rusak Ringan
11	083+300	083+400	20	40	115	125	125	Rusak Ringan
12	083+400	083+500	20	40	115	125	125	Rusak Ringan
13	083+500	083+600	20	40	265	285	285	Rusak Berat
14	083+600	083+700	20	40	115	125	125	Rusak Ringan
15	083+700	083+800	40	80	155	165	165	Rusak Berat

5.3.2 Pembahasan *SDI*

Berdasarkan hasil evaluasi menggunakan nilai *SDI*, diperoleh rata-rata *SDI* sepanjang Jalan Cariu–Jagatamu sebesar 151,83, yang termasuk dalam kategori kondisi Rusak Berat, yaitu di atas 150.

Jadi, dapat diketahui kondisi dan penanganan Jalan berdasarkan nilai *SDI* dapat dilihat pada Tabel 5.17 berikut ini.

Tabel 5. 17 Penanganan Jalan Berdasarkan Nilai *SDI* Jalan Cariu–Jagatamu

Segmen	*SDI* Per Segmen	Kondisi Jalan	Jenis Penanganan
1	87,5	Sedang	Pemeliharaan Berkala
2	125	Rusak Ringan	Rehabilitasi
3	125	Rusak Ringan	Rehabilitasi
4	95	Sedang	Pemeliharaan Berkala
5	275	Rusak Berat	Rekonstruksi
6	125	Rusak Ringan	Rehabilitasi
7	125	Rusak Ringan	Rehabilitasi
8	245	Rusak Berat	Rekonstruksi
9	125	Rusak Ringan	Rehabilitasi
10	125	Rusak Ringan	Rehabilitasi
11	125	Rusak Ringan	Rehabilitasi
12	125	Rusak Ringan	Rehabilitasi
13	285	Rusak Berat	Rekonstruksi
14	125	Rusak Ringan	Rehabilitasi
15	165	Rusak Berat	Rekonstruksi

Berdasarkan dari nilai *SDI* pada setiap segmen per 100 m yang telah dijelaskan sebelumnya, maka jenis program penanganan berdasarkan kerusakan yang ditinjau di lapangan. Jenis program penanganan berupa pemeliharaan berkala, rehabilitasi jalan, dan rekonstruksi jalan. Adapun jenis perbaikan yang dilakukan pada kerusakan retak berupa pengaspalan, penutupan retak atau pengisian retak, pada kerusakan lubang dapat dilakukan perbaikan berupa perataan, kerusakan

bekas roda dapat dilakukan perbaikan berupa perataan dan kerusakan penurunan dapat dilakukan berupa pengaspalan.

Persentase penilaian kondisi jalan dan program penanganan ruas Jalan Cariu–Jagatamu dapat dilihat pada Tabel 5.18.

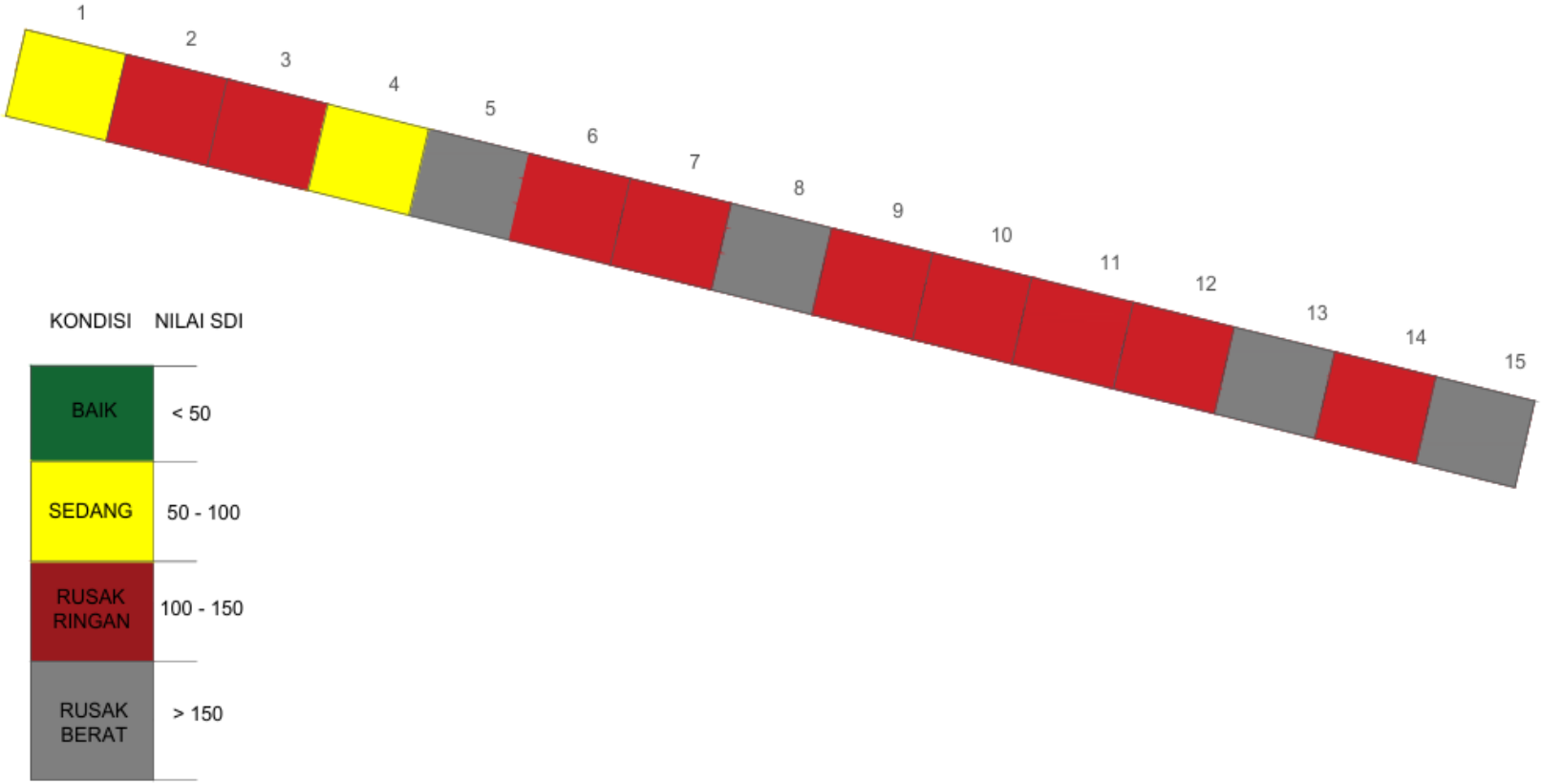
Tabel 5. 18 Persentase Kondisi Permukaan pada Jalan Cariu–Jagatamu

Kondisi Permukaan	Jumlah Segmen	Persentase (%)
Baik	0	0
Sedang	2	13,33
Rusak Ringan	9	60
Rusak Berat	4	26,67
Jumlah	15	100

Pada Tabel 5.18 yang tertera memperlihatkan hasil evaluasi kondisi permukaan perkerasan pada ruas Jalan Cariu–Jagatamu, yang menunjukkan bahwa tidak ada persentase permukaan perkerasan yang berada dalam kondisi baik, dengan angka 0%. Sebagian kecil, yaitu sebesar 13,33%, menunjukkan bahwa permukaan perkerasan berada dalam kondisi sedang. Sementara itu, mayoritas permukaan perkerasan, yaitu sebesar 60%, teridentifikasi berada dalam kondisi rusak ringan. Terakhir, terdapat 26,67% permukaan perkerasan yang dinyatakan dalam kondisi rusak berat.

Menurut Rahman dkk. (2021), hasil identifikasi kerusakan pada ruas Jalan Kebun Baru-Pulau Sangkar STA 1+500 s/d 3+000 menunjukkan adanya berbagai jenis kerusakan, seperti retak, lubang, alur, pengelupasan lapis permukaan, dan pelepasan butir, dengan analisis menggunakan metode *Surface Distress Index (SDI)* mengindikasikan bahwa 40% dari jalan dalam kategori rusak berat, 40% rusak ringan, 13% dalam kategori sedang, dan hanya 7% dalam kondisi baik.

Pada Gambar 5.12 ini menunjukkan bahwa tingkat kerusakan *SDI* per segmen jalan. Analisis ini menggambarkan kondisi setiap segmen.



Gambar 5. 12 Visualisasi Tingkat Kerusakan Jalan Metode *SDI*

Pada Gambar 5.12 dengan jelas menunjukkan distribusi kondisi jalan di setiap segmen, yang sangat bermanfaat bagi pengelola infrastruktur. Dengan memahami tingkat kerusakan, pihak terkait dapat merencanakan untuk perbaikan dengan lebih efisien. Selain itu, informasi ini juga membantu dalam menetapkan prioritas perbaikan berdasarkan tingkat keparahan kerusakan.

5.4 Korelasi Nilai *PCI* dan *SDI*

5.4.1 Analisis Korelasi Nilai *PCI* dan *SDI*

Korelasi antara metode *PCI* dan *SDI* menunjukkan bahwa kedua metode memiliki tujuan yang sama, yaitu menilai kondisi jalan. Namun, kedua metode tersebut menggunakan pendekatan yang berbeda.

1. Pendekatan penilaian *PCI* lebih fokus pada klasifikasi jenis dan tingkat kerusakan, sedangkan *SDI* menilai jumlah dan tipe kerusakan dalam konteks fungsionalitas jalan.
2. Hasil yang serupa meskipun metode berbeda, hasil penilaian keduanya cenderung menunjukkan pola yang tidak sejalan. Nilai *PCI* yang lebih tinggi menunjukkan bahwa tingkat kerusakan yang terdeteksi rendah, sehingga kondisi jalan dianggap lebih baik. Sebaliknya, nilai *SDI* yang lebih tinggi menunjukkan bahwa tingkat kerusakan yang terdeteksi tinggi, yang berarti kondisi jalan semakin parah.
3. Keterkaitan data yang dihasilkan dari kedua metode dapat saling melengkapi, di mana analisis *PCI* dapat memberikan rincian lebih lanjut tentang jenis kerusakan, sedangkan *SDI* dapat memberikan gambaran umum yang lebih sederhana dan cepat.

Secara keseluruhan, meskipun metode *PCI* dan *SDI* memiliki pendekatan yang berbeda, mereka tetap saling berkaitan dalam memberikan penilaian yang komprehensif tentang kondisi jalan.

Untuk menentukan sejauh mana hubungan antara nilai *PCI* dan *SDI*, perlu dilakukan perhitungan koefisien korelasi. Data *PCI* dan *SDI* yang digunakan untuk perhitungan koefisien korelasi dapat ditemukan pada Tabel 5.19 berikut.

Tabel 5. 19 Data *PCI* dan *SDI* Jalan Jalan Cariu–Jagatamu

Segmen	*PCI* (x)	*SDI* (y)	(x) (y)	$(x)^2$	$(y)^2$
1	40	87,5	3500	1600	7656,25
2	21	125	2625	441	15625
3	35,5	125	4437,5	1260,25	15625
4	45	95	4275	2025	9025
5	38,5	275	10587,5	1482,25	75625
6	41	125	5125	1681	15625
7	33	125	4125	1089	15625
8	17,5	245	4287,5	306,25	60025
9	33	125	4125	1089	15625
10	20,5	125	2562,5	420,25	15625
11	22	125	2750	484	15625
12	13	125	1625	169	15625
13	14,5	285	4132,5	210,25	81225
14	30	125	3750	900	15625
15	31	165	5115	961	27225
Jumlah	435,5	2277,5	63022,5	14118,25	401406,3

Nilai koefisien korelasi diperoleh dengan memasukkan jumlah nilai dari tabel di atas ke dalam Persamaan 3.7. Perhitungan koefisien korelasi untuk nilai *PCI* dan *SDI* ruas Jalan Cariu–Jagatamu dapat dilihat dalam analisis berikut.

$$r = \frac{n\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{\{n\sum x^2 - (\sum x)^2\}}\sqrt{\{n\sum y^2 - (\sum y)^2\}}}$$

$$r = \frac{15 \times 63022{,}5 - (435{,}5)(2277{,}5)}{\sqrt{\{(15 \times 14118{,}3) - (435{,}5^2)\}}\sqrt{\{(15 \times 401406) - (2277{,}5)^2\}}}$$

$$r = \frac{(945338) - (991851)}{\sqrt{\{2113{,}5\}}\sqrt{\{834088\}}}$$

$$r = \frac{-46513{,}75}{135810{,}88}$$

$$r = -0{,}345$$

Untuk memahami hubungan antara tingkat kerusakan jalan yang diukur dengan metode *PCI* dan *SDI*, penulis menyajikan tabel korelasi berikut. Tabel ini menunjukkan tingkat kerusakan berdasarkan kedua metode serta nilai-nilai yang relevan. Dengan demikian, kita dapat melihat bagaimana kedua metode ini saling berkaitan dan memengaruhi penilaian kondisi jalan secara keseluruhan.

Tabel 5. 20 Korelasi Metode *PCI* dan *SDI*

Segmen	**Tingkat Kerusakan *PCI***	**Nilai *PCI***	**Tingkat Kerusakan *SDI***	**Nilai *SDI***
1	*Poor*	40	Sedang	87,5
2	*Serious*	21	Rusak Ringan	125
3	*Very Poor*	35,5	Rusak Ringan	125
4	*Poor*	45	Sedang	95
5	*Very Poor*	38,5	Rusak Berat	275
6	*Poor*	41	Rusak Ringan	125
7	*Very Poor*	33	Rusak Ringan	125
8	*Serious*	17,5	Rusak Berat	245
9	*Very Poor*	33	Rusak Ringan	125
10	*Serious*	20,5	Rusak Ringan	125
11	*Serious*	22	Rusak Ringan	125
12	*Serious*	13	Rusak Ringan	125
13	*Serious*	14,5	Rusak Berat	285
14	*Very Poor*	30	Rusak Ringan	125
15	*Very Poor*	31	Rusak Berat	165

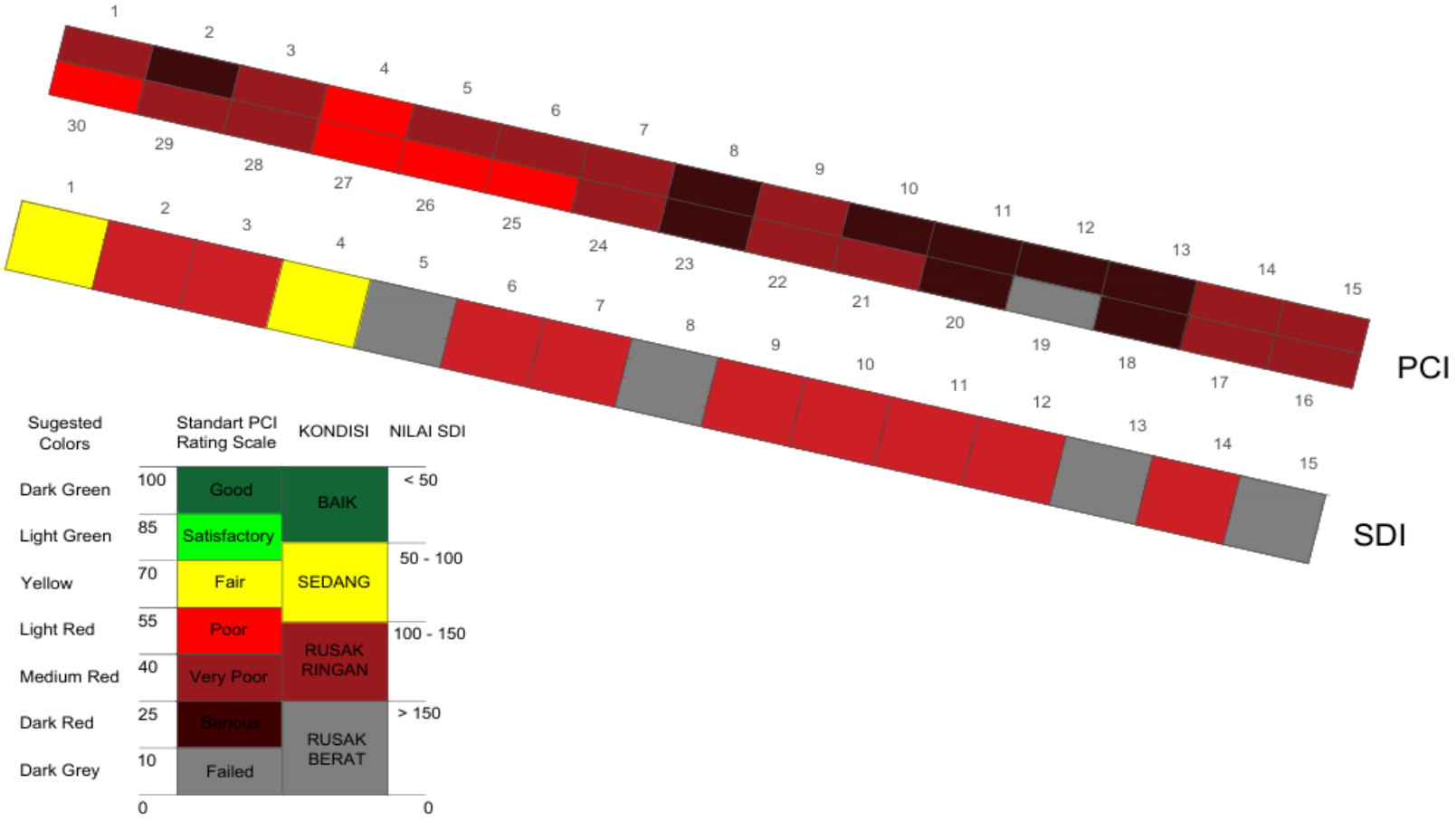
5.4.2 Pembahasan Korelasi Nilai *PCI* dan *SDI*

Metode *PCI* mengukur kondisi jalan berdasarkan nilai maksimum dikurangi nilai kerusakan yang terkoreksi (*CDV*), sedangkan metode *SDI* mengukur *index* kerusakan secara langsung. Berdasarkan analisis, diperoleh nilai koefisien korelasi (*rasio*) antara nilai *PCI* dan *SDI* untuk ruas Jalan Cariu–Jagatamu sebesar r = -0,345. Nilai koefisien korelasi ini mendekati -1, yang berarti adanya korelasi linier

negatif. Karena korelasi terjadi karena angka *PCI* berkorelasi dengan angka *SDI*, di mana angka *SDI* menggambarkan *Surface Distress*, sedangkan *PCI* menunjukkan 100 dikurangi angka *Distress*-nya. Selain itu, metode *PCI* mengamati kondisi dari atas, dengan angka 100 (menunjukkan kondisi baik) hingga 0 (menunjukkan kondisi semakin buruk), sementara metode *SDI* mengamati kondisi dari bawah, dengan angka 0 (menunjukkan kondisi baik) hingga lebih dari 150 (menunjukkan kondisi semakin buruk). Tanda negatif pada koefisien korelasi menunjukkan terbalik antara nilai *PCI* dan *SDI*, yang berarti bahwa satu metode menggunakan angka kerusakan, sementara metode lainnya menggunakan angka kondisi.

Secara umum berdasarkan klasifikasi kerusakan antara metode *PCI* dan *SDI* menunjukkan konsistensi. Berdasarkan nilai *PCI*, semua segmen berada dalam kondisi antara *Poor* sampai *Failed*, sedangkan menurut *SDI* semua segmen dalam kondisi antara Sedang sampai Rusak Berat. Gambar yang menunjukkan identifikasi korelasi klasifikasi perkerasan dapat dilihat pada Gambar 5.13, kecuali pada segmen 1 dan 4. Pada segmen 1 dan 4, berdasarkan *SDI*, perkerasan dalam kondisi Sedang, namun berdasarkan *PCI* kondisi perkerasan diklasifikasikan sebagai *Poor* dan *Very Poor*. Hal ini disebabkan pada metode *SDI* yan menggunakan klasifikasi kerusakan masih bersifat global, yang dimana hanya mencangkup 4 jenis kerusakan, sedangkan *PCI* menggolongkan 19 jenis kerusakan beserta tingkat keparahannya. Kondisi *Poor* dan *Very Poor* menurut *PCI* diukur berdasarkan tingkat keparahan dan 19 jenis kerusakan, sedangkan *SDI* hanya menggolongkan luas dan lebar retakan, jumlah lubang, serta kedalaman bekas roda. Dengan metode *PCI* yang lebih rinci, semua jenis dan tipe kerusakan dapat teridentifikasi, yang menyebabkan peningkatan nilai *CDV* dan penurunan kondisi perkerasan.

Pada segmen 4, nilai *PCI* menunjukkan kondisi jalan dalam kategori *Poor* (Buruk), sementara *SDI* menunjukkan kondisi dalam kategori Sedang. Nilai *SDI* pada kategori Sedang berada pada rentang 50–100, sedangkan *PCI* pada kategori Sedang berada pada rentang 55–70. Dengan demikian, nilai *SDI* yang masuk kategori Sedang dapat mencakup kategori *PCI* seperti *Satisfactory*, *Fair*, *Poor*, dan *Very Poor*.



Gambar 5. 13 Visualisasi Korelasi Metode *PCI* dan *SDI*

Menurut Labaso dkk. (2022), kondisi kerusakan pada Jalan Pue Bongo, yang tercermin dari nilai rata-rata *PCI* sebesar 37,90 (buruk) dan *SDI* sebesar 76,56 (sedang), menandakan adanya berbagai jenis kerusakan yang mengganggu pengguna jalan dan berpotensi membahayakan keselamatan serta kenyamanan; oleh karena itu, penanganan segera melalui rekonstruksi dan pemeliharaan sangat diperlukan, di samping tindakan kupas dan ganti material di area tertentu, untuk memastikan jalan dapat berfungsi dengan baik dan aman bagi semua pengguna.

Sementara itu, Menurut penelitian yang dilakukan oleh Hermawan dan Tajudin (2021), nilai *Surface Distress Index (SDI)* dihitung untuk seluruh unit survei, dan hasilnya menunjukkan bahwa indeks permukaan jalan nasional di Jatisari, Karawang, tergolong baik untuk semua unit sampel. Perbedaan ini terjadi karena metode *SDI* hanya mempertimbangkan empat unsur kerusakan, sehingga beberapa jenis kerusakan tidak terukur dengan *SDI* tetapi dapat diidentifikasi melalui *PCI*. Temuan ini menyoroti perbedaan signifikan antara kedua metode. Dalam situasi yang memerlukan ketelitian tinggi, metode *PCI* lebih dianjurkan, sementara metode *SDI* dapat lebih efektif jika digabungkan dengan metode *International Roughness Index (IRI)* untuk memberikan pengukuran kondisi jalan yang lebih akurat.

Selain itu, penelitian Sembiring dkk. (2022) yang menunjukkan perbedaan hasil antara kedua metode menggarisbawahi pentingnya pemilihan metode yang tepat dalam menilai kondisi jalan. Dengan demikian, hasil penelitian ini menegaskan bahwa pemanfaatan kedua metode secara holistik dapat meningkatkan efektivitas dalam perencanaan pemeliharaan jalan.

Dengan memahami hubungan antara kedua metode, pengelola jalan dapat merancang strategi perbaikan yang lebih efektif dan terarah. Misalnya, jika nilai *PCI* menunjukkan adanya kerusakan yang buruk, hal ini menandakan bahwa kondisi jalan memerlukan perhatian segera. Dalam situasi seperti ini, pengelola dapat mengimplementasikan langkah-langkah perbaikan yang cepat, seperti melakukan pemeliharaan darurat atau pelapisan tambahan untuk mencegah kerusakan lebih lanjut. Selain itu, pemahaman yang mendalam mengenai nilai *SDI* dapat memberikan informasi tambahan tentang jenis dan tingkat kerusakan yang

terjadi. Ini memungkinkan pengelola untuk melakukan analisis yang lebih komprehensif dalam menentukan prioritas perbaikan.

5.5 Rancangan Rekonstruksi Jalan dengan Metode Manual Desain Perkerasan 2017

Untuk menentukan tebal perkerasan lentur dengan menggunakan metode manual desain tahun 2017, langkah pertama yang harus dilakukan adalah perhitungan kumulatif beban sumbu standar (*CESA*). Perhitungan *CESA* ini merupakan tahap awal yang penting dalam proses desain, di mana beban sumbu standar yang diterima oleh perkerasan jalan dihitung secara kumulatif. *CESA* memberikan gambaran tentang total beban yang akan diterima oleh perkerasan dari kendaraan yang melintas, yang pada gilirannya mempengaruhi keputusan mengenai ketebalan perkerasan yang diperlukan untuk memastikan kekuatan dan daya tahan jalan. Melalui perhitungan kumulatif ini, desain perkerasan dapat disesuaikan agar sesuai dengan beban yang diperkirakan dan memenuhi standar keamanan serta kualitas yang ditetapkan dalam metode desain tersebut.

5.5.1 Data Perencanaan Tebal perkerasan

a. Jalan direncanakan pada tahun: 2023
b. Jalan dibuka pada tahun: 2024
c. Pertumbuhan lalu lintas selama pelaksanaan (*i*) faktual: 3,5%
d. Umur rencana: 20 tahun

5.5.2 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2017, maka digunakan faktor pertumbuhan lalu lintas (*i*) untuk desain atau (*i*) normal sebesar 3,5% dikarenakan proyek berada di daerah Jawa dan termasuk jalan Kolektor Rural yang ditunjukkan pada Tabel 3.38.

5.5.3 Faktor Distribusi Lajur dan Kapasitas Lajur

Maka nilai Faktor Distribusi Lajur yang digunakan adalah 100% yaitu untuk jalan dengan 1 jalur 2 lajur 2 arah ditunjukkan pada Tabel 3.39.

5.5.4 Perkiraan Faktor Ekivalen Beban Kendaraan

Nilai Vehicle Damage Factor (*VDF*) diperoleh dari analisis yang ditampilkan dalam Gambar 3.15. Nilai *VDF* tersebut mencakup masing-masing jenis kendaraan niaga, serta nilai *VDF* yang ditentukan berdasarkan kategori kendaraan dan muatannya, sesuai dengan pedoman dalam Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2017. Berdasarkan informasi yang disajikan dalam gambar-gambar tersebut, diperoleh nilai VDF untuk setiap jenis kendaraan yang direncanakan.

5.5.5 Menghitung *CESA*

Hasil perhitungan beban sumbu standar yang dilakukan dengan menggunakan metode *VDF4* (*Vehicle Damage Factor 4*) atau *ESA4* (*Equivalent Single Axle Load 4*), serta *VDF5* (*Vehicle Damage Factor 5*) atau *ESA5* (*Equivalent Single Axle Load 5*), disajikan secara rinci dalam Tabel 5.21. Tabel ini menyajikan data yang diperoleh dari analisis beban sumbu standar yang mempertimbangkan faktor kerusakan kendaraan, yang merupakan elemen penting dalam evaluasi dan perancangan perkerasan jalan. Dengan memahami beban yang dihasilkan oleh berbagai jenis kendaraan, kita dapat merancang perkerasan yang lebih tahan lama dan sesuai dengan kebutuhan lalu lintas, serta mengidentifikasi potensi kerusakan yang mungkin terjadi akibat beban tersebut. Data ini sangat berguna untuk pengambilan keputusan dalam pengembangan infrastruktur jalan yang lebih baik.

Tabel 5. 21 Rekapitulasi Perhitungan *CESA*

Gol	Jenis Kendaraan	2023	2024	*VDF4* NORMAL	*VDF5* NORMAL	*ESA4* (2024-2044)	*ESA5* (2024-2044)
1	Motor	6785	7023				
2	Mobil, Sedan, Jeep	826	855				
3	Pick-up	55	57				
4	Truk 2 As (L), Truk Kecil	405	420				
5a	Bus Kecil	8	9				
5b	Bus Besar	6	7	1	1	25635,13242	25635,13242
6a	Truck 2 as (4 roda)	132	137	0,55	0,5	275943,8897	250858,0815
6b	Truck 2 as (6 roda)	102	106	4	5,1	1552756,592	1979764,655
7a	Truck 3 as	12	13	4,3	5,6	204714,8432	266605,3772
7b	Truck Gandeng, Trailer 4 as	0	0	9,4	13	0	0
7c	Truck Semi Trailer 4 as, 5 as, 6 as	4	5	7,4	9,7	135499,9856	177614,846
8	Tidak bermotor						
CESA 2024-2044						2194550,443	2700478,092
						$2{,}194550443 \times 10^6$	$2{,}700478092 \times 10^6$

Nilai faktor pengali pertubuhan lalu lintas kumulatif (R) didapat dengan menggunakan rumus:

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

$$= \frac{(1+0{,}01 \times 0{,}048)^{20} - 1}{0{,}01 \times 0{,}048}$$

$$= 20{,}094$$

Berdasarkan informasi yang disajikan dalam Tabel 5.21, dapat diperoleh nilai untuk *CESA*4 dan *CESA*5. Nilai-nilai tersebut akan ditampilkan sebagai berikut:

$CESA_4$ = 2,194550443 x 10^6

$CESA_5$ = 2,700478092 x 10^6

5.5.6 Menentukan Tipe Perkerasan

Menentukan jenis perkerasan dilakukan dengan menggunakan nilai *CESA4* yang telah diperoleh sebelumnya melalui perhitungan, kemudian nilai tersebut dimasukkan ke dalam Gambar 5.14 mengenai Pemilihan Jenis Perkerasan pada Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2017.

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 ≥ 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 ≥ 100 mm dengan lapis fondasi berbutir (ESA pangkat 5)	3B	-	1, 2	1, 2	2	2
AC atau HRS tipis di atas lapis fondasi berbutir (ESA pangkat 5)	3A	-	1, 2	-	-	-
Burda atau Burtu dengan LFA Kelas A atau batuan asli	5	3	3	-	-	-
Lapis Fondasi *Soil Cement*	6	1	1	-	-	-
Perkerasan tanpa penutup (Japat, jalan kerikil)	7	1	-	-	-	-

Gambar 5. 14 Pemilihan Jenis Perkerasan

Berdasarkan Gambar 5.13 tersebut, dengan nilai *CESA4* sebesar 2,194550443 x 10^6 *ESAL* jenis perkerasan yang akan diterapkan adalah jenis perkerasan dengan kategori bagan desain 3B yaitu AC tebal ≥ 100 mm dengan lapis pondasi berbutir (*ESA* pangkat 5).

5.5.7 Menentukan Struktur Perkerasan Lentur

Untuk menentukan tebal perkerasan lentur yang sesuai dengan beban sumbu kendaraan yang mencapai 2,700478092 x 10^6 *ESAL*, dilakukan analisis menggunakan bagan desain 3B yang ditampilkan pada Gambar 5.15, yang merupakan bagian dari pedoman Desain Perkerasan Lentur-Aspal dengan Lapis Pondasi Berbutir. Dalam proses ini, berbagai faktor seperti karakteristik lalu lintas, kondisi tanah, dan iklim lokal diperhitungkan untuk memastikan bahwa struktur perkerasan yang direncanakan tidak hanya dapat mendukung beban yang diharapkan, tetapi juga memiliki daya tahan dan performa yang memadai selama masa operasionalnya. Pendekatan ini bertujuan untuk menghasilkan perencanaan yang optimal, yang mampu menjamin keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan, sekaligus meminimalkan biaya perawatan dan perbaikan di masa mendatang.

	STRUKTUR PERKERASAN							
	FFF1	FFF2	FFF3	FFF4	FFF5	FFF6	FFF7	FFF8
Solusi yang dipilih				**Lihat Catatan 2**				
Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (10^6 ESA5)	< 2	≥ 2 - 7	> 7 - 10	> 10 - 20	> 20 - 30	> 30 - 50	> 50 - 100	> 100 - 200
KETEBALAN LAPIS PERKERASAN (mm)								
AC WC	40	40	40	40	40	40	40	40
AC BC	60	60	60	60	60	60	60	60
AC Base	0	80	105	145	160	180	210	245
LFA Kelas A	400	300	300	300	300	300	300	300
Catatan	1	2		3				

Gambar 5. 15 Desain Perkerasan Lentur dengan Lapis Pondasi Berbutir
(Sumber: Bina Marga, 2017)

5.5.8 Pembahasan Rekonstruksi

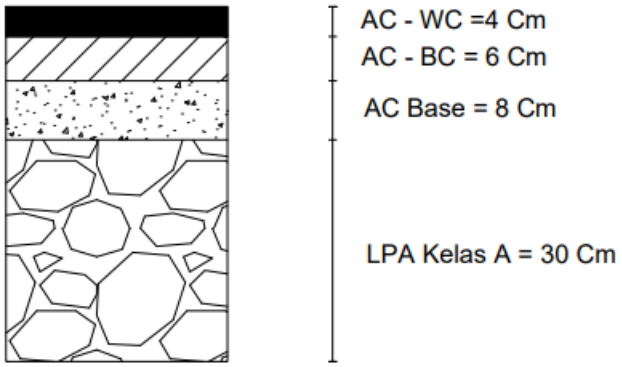
Berdasarkan analisis yang dilakukan penulis, tebal struktur perkerasan untuk ruas Jalan Cariu–Jagatamu, yang dirancang untuk menangani volume lalu lintas sebesar 2,700478092 x 10^6 *ESAL*, ditentukan sebagai tipe FFF2 dengan total ketebalan 48 cm. Struktur perkerasan ini terdiri dari lapisan aspal, yaitu 4 cm untuk *Wearing Course*, 6 cm untuk *Binder Course*, dan 8 cm untuk *Base Course*, serta dilengkapi dengan LPA Kelas A yang memiliki ketebalan 30 cm di bawah lapisan aspal. Desain ini disusun berdasarkan pedoman perencanaan perkerasan yang tercantum dalam manual desain perkerasan jalan nomor 02/M/BM/2017, yang bertujuan untuk memastikan daya tahan dan performa jalan sesuai dengan volume lalu lintas yang diproyeksikan.

Setiawan dan Sekaryadi (2021) juga menjelaskan bahwa Kabupaten Bogor, yang dikenal dengan curah hujan tingginya, menghadapi tantangan serius terkait kerusakan infrastruktur jalan akibat bencana longsor. Hal ini terlihat pada ruas Jalan Cileungsi–Cibeet, khususnya pada STA 96+900 hingga STA 97+020, yang mengalami kerusakan parah akibat lereng longsor setelah beberapa hari hujan terus-menerus. Dalam konteks ini, perencanaan tebal perkerasan lentur untuk ruas tersebut dirancang dengan ketebalan yang lebih besar, yaitu total 54,5 cm. Ini terdiri dari 10 cm untuk Lapis Permukaan, 14,5 cm untuk Lapis Pondasi Atas, dan 30 cm untuk Lapis Pondasi Bawah. Perbedaan signifikan dalam ketebalan perkerasan antara kedua ruas ini mencerminkan perlunya pendekatan yang berbeda dalam perencanaan jalan, mengingat kondisi lingkungan yang berisiko dan tuntutan lalu lintas yang berbeda.

Struktur perkerasan yang direncanakan untuk ruas jalan ini terdiri dari beberapa lapisan yang dirancang secara khusus untuk memastikan kekuatan, daya dukung, dan ketahanan yang optimal dalam menghadapi berbagai kondisi lalu lintas serta lingkungan. Struktur perkerasannya adalah sebagai berikut:

AC–WC : 4 cm
AC–BC : 6 cm
AC Base : 8 cm
LPA Kelas A : 30 cm

Berikut ini terdapat Gambar 5.16 yang menunjukkan tebal perkerasan lentur hasil perencanaan perkerasan jalan. Perencanaan ini mengikuti pedoman yang tercantum dalam manual desain perkerasan jalan nomor 02/M/BM/2017, yang menyediakan standar dan referensi penting untuk memastikan ketahanan serta performa optimal dari struktur perkerasan yang dirancang.



Gambar 5. 16 Susunan lapis perkerasan rencana

5.6 Analisis Sisa Umur Perkerasan Menggunakan Metode Mekanistik-Empirik dengan Program *KENPAVE*

5.6.1 Kondisi Lalu Lintas

Data lalu lintas untuk ruas Jalan Cariu–Jagatamu, yang merupakan data sekunder, diperoleh dari Dinas Bina Marga dan Tata Ruang Provinsi Jawa Barat. Informasi mengenai data lalu lintas Jalan Cariu–Jagatamu disajikan dalam Tabel 5.22 berikut.

Tabel 5. 22 Data Lalu Lintas Ruas Jalan Cariu–Jagatamu

No	Data	Keterangan
1	Jenis jalan	Kolektor
2	Umur rencana (*UR*)	20 tahun (2024 – 2044)
3	Pertumbuhan lalu lintas (*i*)	3,5%
4	Distribusi kendaraan	1 jalur 2 lajur 2 arah

Sumber: Dinas Bina Marga dan Tata Ruang Provinsi Jawa Barat (2023)

5.6.2 Analisis Lalu Lintas

Data sekunder yang berkaitan dengan distribusi kendaraan serta komposisi lalu lintas untuk setiap kategori golongan, mulai dari golongan 1 hingga golongan 8, telah dikumpulkan dan disajikan dengan detail dalam Tabel 5.2. Tabel ini menyediakan data yang menyeluruh mengenai alokasi kendaraan dan struktur lalu lintas untuk setiap golongan yang dimaksud.

1. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas Kumulatif (*R*)

Faktor pertumbuhan lalu lintas tahunan pada Jalan Cariu–Jagatamu adalah 3,5%. Pertumbuhan lalu lintas sepanjang umur rencana dihitung menggunakan faktor pertumbuhan kumulatif (*Cumulative Growth Factor*). Dihitung dengan cara berikut:

$$R = \frac{(1+(0{,}001\times i)^{UR}-1}{0{,}001 \times i}$$

$$R = \frac{(1+(0{,}001\times 0{,}048)^{20}-1}{0{,}001 \times 0{,}048}$$

$$R = 20{,}092$$

Sebagai hasil dari perhitungan yang dilakukan, diperoleh bahwa nilai faktor pertumbuhan lalu lintas untuk periode rencana selama 20 tahun adalah sebesar 20,092. Angka ini mencerminkan akumulasi pertumbuhan lalu lintas yang diestimasi selama dua dekade mendatang.

2. Faktor Lajur Rencana

Berdasarkan Bina Marga 2017, faktor distribusi arah (DD) umumnya digunakan dengan nilai 0,5 untuk jalan dua arah. Sedangkan faktor distribusi lajur (DL) untuk kendaraan niaga dapat ditemukan dalam Tabel 3.39. Untuk Jalan Cariu–Jagatamu, nilai yang digunakan adalah 100% karena jalan tersebut memiliki jumlah lajur setiap arah adalah 1.

3. Faktor Ekivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*)

Setiap jenis kendaraan memiliki nilai ekuivalen atau *VDF* (*Vehicle Damage Factor*) yang merupakan total dari nilai ekuivalen untuk sumbu depan dan sumbu

belakang.

4. Beban Sumbu Standar Kumulatif *Cumulative Equivalent Single Axle Load* (*CESA*)

Beban sumbu standar kumulatif adalah total beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain sepanjang periode rencana yang telah ditentukan. Nilai *ESA* pada kendaraan dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$CESA_5 = \Sigma ESA_5 \text{ (2024)} + \sum ESA_5 \text{ (2024-2044)}$$

Perhitungan jumlah kendaraan yang direncanakan untuk periode waktu 20 tahun telah dilakukan secara rinci dan hasilnya disajikan dalam Tabel 5.21. Tabel tersebut memberikan gambaran mengenai proyeksi kendaraan selama dua dekade mendatang.

5.7 Analisis Nilai Tegangan dan Regangan dengan Program *KENPAVE*

Masa layan pada ruas Jalan Cariu–Jagatamu seharusnya habis sesuai dengan yang sudah direncanakan yaitu 20 tahun, namun pada masa layan ini tidak bisa dipungkiri bahwa kendaraan yang melintas terkadang membawa beban yang melebihi batas seharusnya. Berikut ini adalah analisis untuk nilai regangan dan tegangan pada ruas Jalan Cariu–Jagatamu dengan menggunakan Program *KENPAVE*.

Data ketebalan perkerasan jalan yang diperoleh dari Dinas Bina Marga dan Tata Ruang Provinsi Jawa Barat dapat langsung diolah menggunakan program *KENPAVE* untuk mengevaluasi kondisi perkerasan jalan.

5.7.1 Analisis Pada Perkerasan Eksisting

1. Data yang digunakan untuk menganalisis perkerasan jalan dalam program *KENPAVE*.

Data yang diperlukan mencakup nilai bahan dan ketebalan perkerasan yang memiliki struktur berlapis, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5.23 berikut ini.

Tabel 5. 23 Data Untuk *Input* Program *KENPAVE*

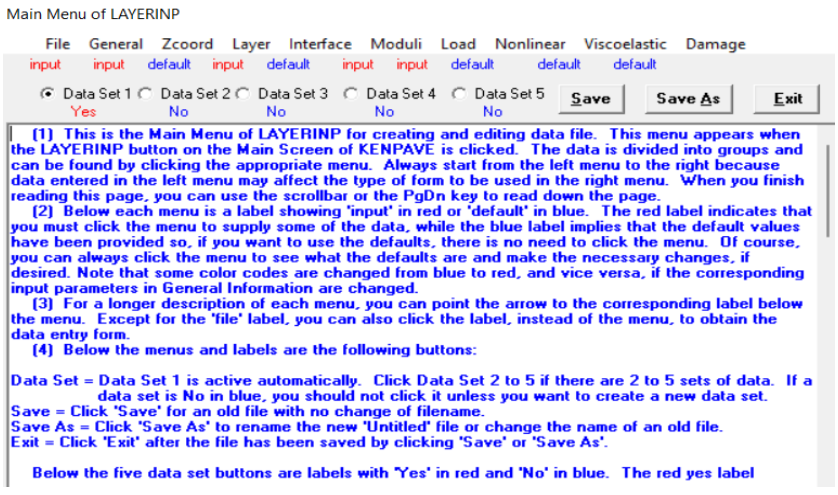
Lapis Perkerasan		Modulus Elastis, E (Kpa)	*Poisson's Ratio*	Tebal Perkerasan (cm)
Surface	*AC-WC*	319366,3	0,116	4
	AC-BC	348399,6	0,116	6
LPA kelas A		91454,895	0,102	40
Subgrade		43550	0,131	

2. Analisis dengan Program *KENPAVE*

Berikut ini adalah langkah-langkah detail dalam proses evaluasi perkerasan jalan menggunakan program *KENPAVE*, khususnya modul *KENLAYER*. Evaluasi ini bertujuan untuk menentukan nilai tegangan dan nilai regangan pada perkerasan lentur ruas Jalan Cariu–Jagatamu. Proses ini mencakup berbagai tahapan, mulai dari pengumpulan data awal, pemodelan perkerasan menggunakan *KENLAYER*, hingga analisis hasil untuk memperoleh informasi yang akurat tentang performa struktural perkerasan jalan tersebut.

a. *Layerinp*

Sebelum memulai menginput data klik menu Program *KENPAVE*, selanjutnya untuk memulai *input* data, klik pada bagian menu *LAYERINP* seperti pada Gambar 5.17.



Gambar 5. 17 Tampilan Menu *LAYERINP*

Kemudian klik pada menu file lalu pilih *new* untuk memulai *input* data.

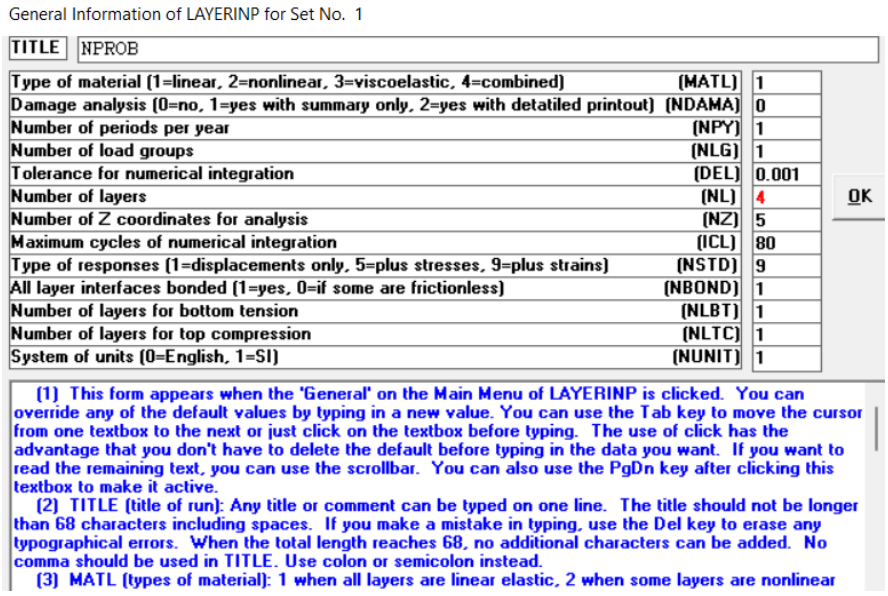
b. *General*

Pada menu *general* terdapat beberapa nilai yang diinput, dapat di lihat pada Tabel 5.24 berikut.

Tabel 5. 24 Data *Input General*

Istilah	Nilai	Keterangan
Title	Tugas Akhir	Diisi sesuai dengan judul
MATL	1	Lapisan perkerasan yang dianalisis adalah linier
NDAMA	0	Tidak ada analisis kerusakan
NPY	1	Mengikuti *KENPAVE*
NLG	1	Mengikuti *KENPAVE*
DEL	0,001	Standar akurasi
NL	4	Jumlah lapisan perkerasan (lapis permukaan (*AC-WC* dan *AC-BC*), LPA A, *subgrade*)
NZ	5	Jumlah titik kerusakan yang dianalisis
ICL	80	Mengikuti *KENPAVE*
NSTD	9	*Output* berupa *vertical displacement*, tegangan dan regangan
NBOND	1	Semua lapisan saling mengikat
NLBT	1	Mengikuti *KENPAVE*
NLTC	1	Mengikuti *KENPAVE*
NUNIT	1	Satuan yang digunakan adalah SI (Standar Internasional)

Tampilan pada saat *input* data di menu *general* program *KENPAVE* dapat dilihat pada Gambar 5.18.



Gambar 5. 18 Data *Input* pada Menu *General*

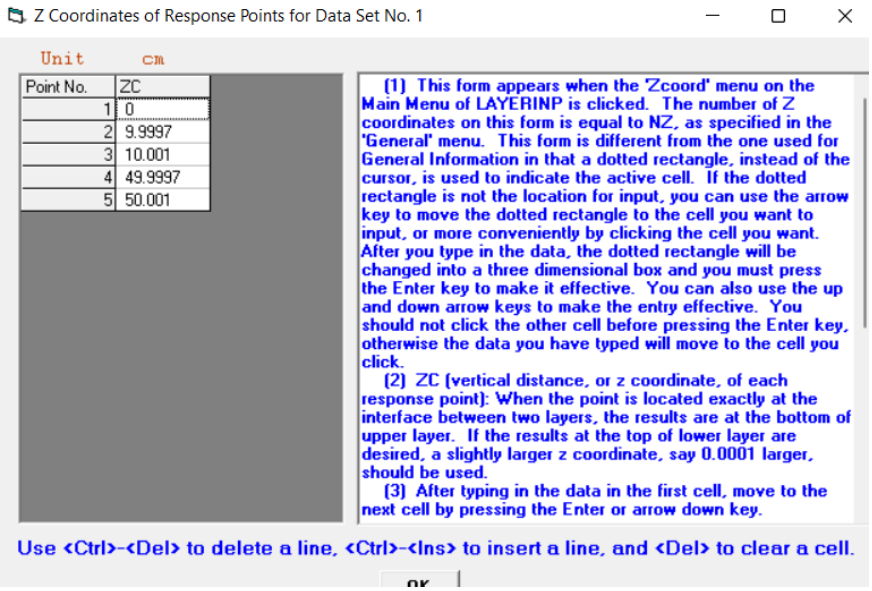
c. *Zcoord*

Jumlah titik yang tercantum pada menu *zcoord* sesuai dengan jumlah *NZ* yang tercantum pada menu *general*. Ada total 5 titik yang telah ditinjau dalam analisis ini. Rincian dari titik-titik tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.25.

Tabel 5. 25 Titik Tinjau pada *Zcoord*

No	Kedalaman (cm)	Keterangan
1	0	Permukaan lapis perkerasan
2	9,9997	Titik tinjau 1 (*fatigue cracking*)
3	10,001	Permukaan LPA
4	49,9997	Titik tinjau 2 (*deformation*)
5	50,001	Tanah Dasar

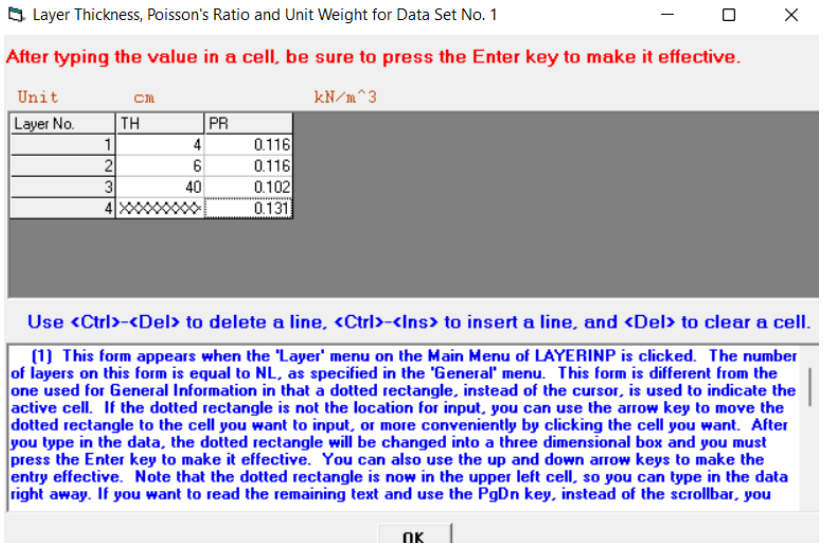
Tampilan pada menu *zcoord* lebih lengkapnya dapat dilihat pada Gambar 5.19.



Gambar 5. 19 Data *Input* pada Menu *Zcoord*

d. *Layer*

Dalam menu *layer* parameter yang digunakan adalah ketebalan perkerasan dan nilai *Poisson's Ratio* untuk setiap lapisan perkerasan. Tampilan pada menu *layer* dapat dilihat pada Gambar 5.20.

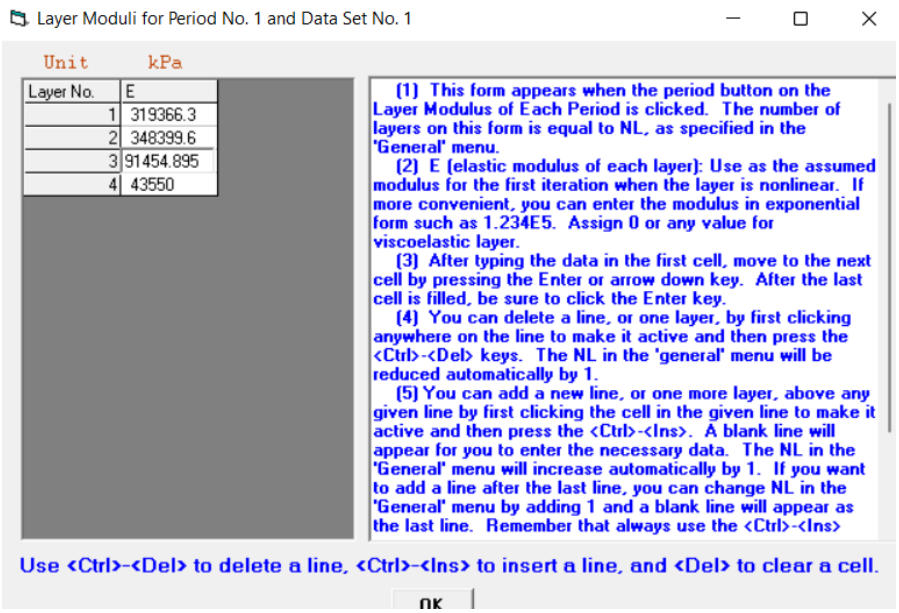


Gambar 5. 20 Data *Input* pada *Layer*

e. *Moduli*

Parameter yang diinput pada menu *moduli* ini adalah nilai modulus

elastisitas pada masing-masing perkerasan. Nilai modulus elastisitas yang dipakai diperoleh dari Manual Desain Perkerasan Jalan tahun 2017. Tampilan pada menu *moduli* dapat dilihat pada Gambar 5.21 berikut ini.



Gambar 5. 21 Data *Input* pada *Moduli*

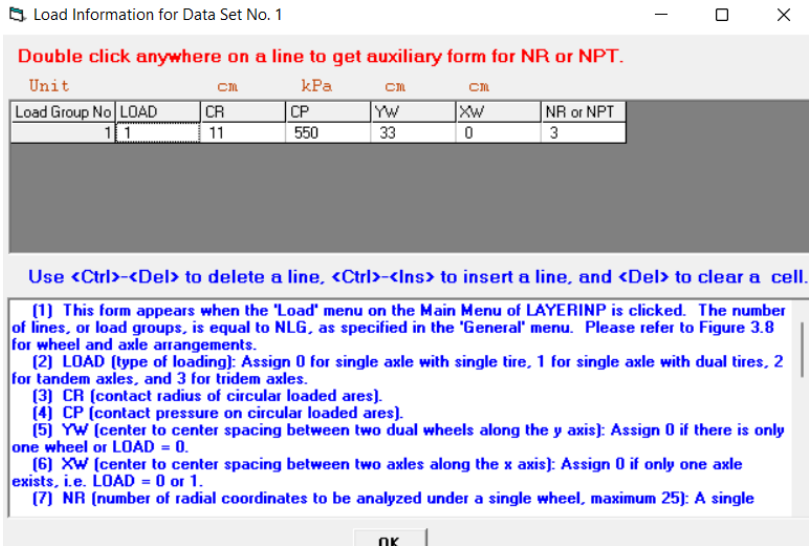
f. *Load*

Dalam perhitungan metode mekanistik-empirik dibutuhkan dimensi sumbu kendaraan, tekanan ban dan jarak ban pada roda ganda. Pada nilai beban sumbu roda dapat dilihat pada Gambar 3.23 yang merupakan data kondisi beban berdasarkan Sukirman (1993). Berikut ini merupakan cara untuk menentukan data *Load.*

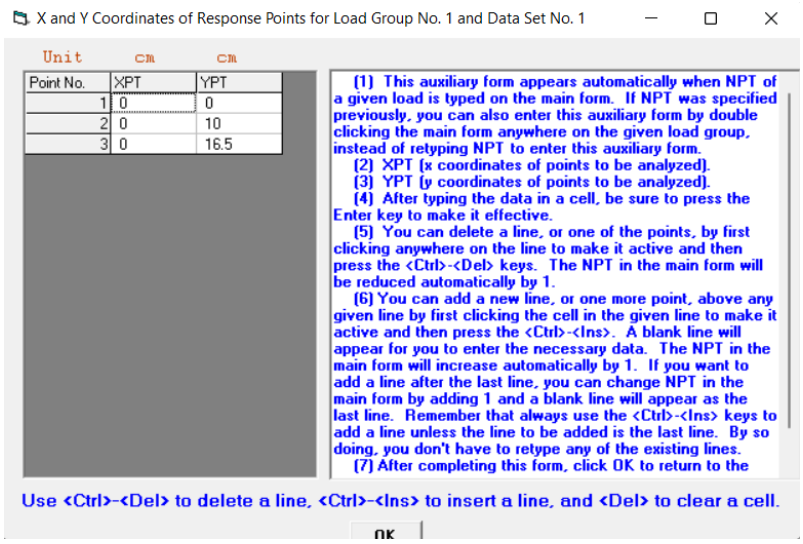
1) *Load* : 1 (*single axle load*), menggunakan beban sumbu standar sebesar 8,16 ton.
2) *CR* : 11 cm (berdasarkan nilai jarak antar ban)
3) *CP* : 550 kPa (berdasarkan nilai tekanan ban)
4) *YW* : 33 cm (*jarak* antar roda arah Y)
5) *XW* : 0 cm (*jarak* antar roda arah X)
6) *NPT* : 3

Nilai *NPT* adalah 3 hal ini dikerenakan terdapat 3 pengulangan pada beban

dengan tinjauan yang berbeda. Tampilan pada menu *Load* dapat dilihat pada Gambar 5.22 dan Gambar 5.23.



Gambar 5. 22 Data *Input* pada *Load*



Gambar 5. 23 Data *Input* pada Menu *NPT*

Setelah selesai menginput data, simpan data tersebut dan kembali ke menu utama program *KENPAVE*. Selanjutnya, pilih menu *KENLAYER* untuk menjalankan data (*run*) dan mendapatkan nilai tegangan serta regangan. Kemudian, pilih menu editor pada tampilan awal program dan buka nama

file untuk melihat hasilnya.

3. Hasil analisis Program *KENPAVE* menggunakan *KENLAYER*

Hasil analisis perkerasan eksisting dari program *KENLAYER* akan menghasilkan nilai tegangan dan regangan yang terjadi pada struktur lapis perkerasan sesuai dengan titik koordinat yang telah dimasukkan. Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 5.26 berikut.

Tabel 5. 26 Nilai *Vertical Strain* dan *Tangential Strain*

No. Koordinat	***Horizontal Strain* kedalaman 9,9997 cm**	***Vertical Strain* pada kedalaman 9,9997 cm**	***Vertical Strain* pada kedalaman 50,001 cm**
1	0,0006214	0,0009669	0,0008825
2	0,0005377	0,0006207	0,0009566
3	0,0004536	0,0003765	0,0009698
Maksimum	0,0006214	0,0009669	0,0009698

Berdasarkan data pada Tabel 5.26, diperoleh nilai regangan tarik atau nilai *horizontal principal strain* pada kedalaman 9,9997 cm sebesar 0,0006214 untuk analisis jenis kerusakan *fatigue cracking.* Kemudian diperoleh nilai regangan tekan atau nilai *vertical strain* pada kedalaman 9,9997 cm sebesar 0,0009669 untuk jenis kerusakan *rutting* dan nilai *vertical strain* pada kedalaman 50,001 cm sebesar 0,0009698 untuk kerusakan *deformation.*

4. Kontrol Jumlah Beban Gandar

Setelah nilai tegangan dan regangan diperoleh, kemudian dilakukan analisis untuk kerusakan *fatigue craking, rutting dan permanent deformation*. Analisis ini digunakan untuk mementukan jumlah repetisi beban. Berikut ini merupakan perhitungan untuk nilai *Nf, Nr* dan *Nd*.

a. Kerusakan *fatigue cracking*

Menghitung nilai *Nf* untuk *fatigue cracking* adalah sebagai berikut.

$Nf = 0{,}0796\ (\varepsilon t)^{-3{,}921} |E|^{-0{,}854}$

$= 0{,}0796\ (0{,}0006214)^{-3{,}921} |348399{,}6|^{-0{,}854}$

$= 55355{,}692$ *ESAL*

b. Kerusakan *rutting*

Menghitung nilai *Nr* untuk kerusakan *rutting* adalah sebagai berikut.

$Nr = 1{,}365 \times 10^{-9} (\varepsilon c)^{-4{,}47}$

$= 1{,}365 \times 10^{-9} (0{,}0009669)^{-4{,}47}$

$= 42813{,}369$ *ESAL*

c. Kerusakan *permanent deformation*

Menghitung nilai *Nd* untuk kerusakan *permanent deformation* adalah sebagai berikut.

$Nd = 1{,}365 \times 10^{-9} (\varepsilon c)^{-4{,}47}$

$= 1{,}365 \times 10^{-9} (0{,}0009698)^{-4{,}47}$

$= 42243{,}173$ *ESAL*

Analisa beban lalu lintas yang dihasilkan dari evaluasi kondisi perkerasan ruas Jalan Cariu–Jagatamu dengan menggunakan program *KENPAVE* dapat ditemukan pada Tabel 5.27.

Tabel 5. 27 Analisa Beban Lalu Lintas Perkerasan Eksisting

Tahun ke	***CESA20*/LHR (*Nr*)**	**Repetisi Beban (*ESAL*)**		**Analsis Beban Lalulintas**
1	1,346E+05	*Nf*	5,536E+04	*Nf < Nr (no)*
	1,346E+05	*Nd rutting*	4,281E+04	*Nd < Nr (no)*
	1,346E+05	*Nd deformation*	4,224E+04	*Nd < Nr (no)*

Dari hasil perhitungan yang tercantum dalam Tabel 5.27 yang dilakukan menggunakan metode mekanistik-empirik melalui program *KENPAVE*, dapat dilihat bahwa kondisi perkerasan jalan pada segmen yang dianalisis sudah tidak mampu mengakomodasi beban repetisi dengan nilai sebagai berikut: sebesar 4,224E+04 *Equivalent Single Axle Load* (*ESAL*) sebelum mengalami kerusakan akibat *deformasi* 4,281E+04 *ESAL* sebelum mengalami kerusakan *rutting*, dan 5,536E+04 *ESAL* sebelum mengalami kerusakan *fatigue cracking*. Dengan adanya

nilai kontrol kerusakan beban gandar, kita dapat memprediksi umur layan dari Ruas Jalan Cariu–Jagatamu terhadap masing-masing kerusakan *fatigue, rutting, dan permanent deformation.*

5. Analisis Prediksi Sisa Umur Layan Perkerasan

Analisis sisa umur layan perkerasan eksisting Jalan Cariu–Jagatamu dapat dihitung berdasarkan Persamaan 3.12. Sisa umur layanan adalah 1 satuan dikurangi jumlah prediksi lalu lintas tahunan perkerasan dibandingkan dengan jumlah lalu lintas saat mencapai batas *permanent deformation*, *rutting*, dan *fatigue.*

Program *KENPAVE* dapat menghitung tingkat kerusakan yang dialami perkerasan setelah menerima beban. Selanjutnya, perhitungan dapat dilakukan untuk menentukan nilai sisa umur struktur perkerasan dengan menggunakan Persamaan 3.12.

Contoh perhitungan kontrol prediksi umur layan jalan untuk kerusakan *fatique, rutting*, dan *permanent deformation* adalah sebagai berikut.

$$RL_{Fatigue} = 100 \times (1 - \frac{N_p}{N_{1,5}})$$

$$= 100 \times (1 - \frac{11.061}{55.355,692}) = 87,588\ \%$$

$$RL_{Rutting} = 100 \times (1 - \frac{N_p}{N_{1,5}})$$

$$= 100 \times (1 - \frac{11.061}{42.813,369}) = 74,165\ \%$$

$$RL_{Deform} = 100 \times (1 - \frac{N_p}{N_{1,5}})$$

$$= 100 \times (1 - \frac{11.061}{42.243,173}) = 73,82\ \%$$

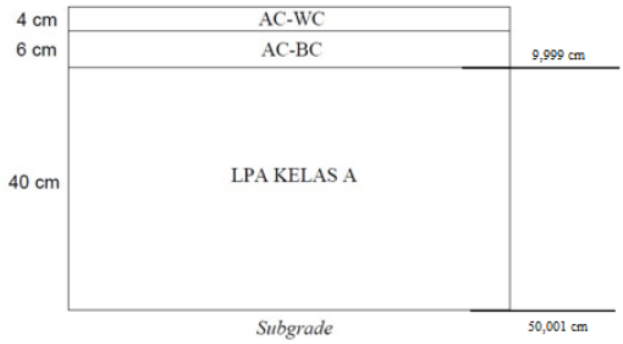
Setelah mengetahui jumlah antara nilai-nilai tersebut merupakan sisa umur layanan perkerasan yang dinyatakan dalam persentase. Perhitungan sisa umur layanan perkerasan dapat dilihat pada Tabel 5.28 berikut.

Tabel 5. 28 Hasil Perhitungan Sisa Umur Layanan Perkerasan

Bulan ke	*NP* (*CESA*5) (*ESAL*)	$N_{1,5}$			Sisa Umur Layanan		
		Fatique	***Rutting***	***Deformation***	***Fatique (%)***	***Rutting (%)***	***Deformation (%)***
1	11.061,00	55.355,692	42.813,369	42.243,173	87,59	74,16	73,82
2	22.125,87				75,17	48,32	47,62
3	33.194,62				62,75	22,47	21,42
4	44.267,23				50,32	-3,40	-4,79
5	55.343,73				37,89	-29,27	-31,01
6	66.424,10				25,46	-55,15	-57,24
7	77.508,35				13,02	-81,04	-83,48
8	88.596,47				0,58	-106,94	-109,73
9	99.688,48				-11,87	-132,84	-135,99
10	110.784,37				-24,32	-158,76	-162,25
11	121.884,15				-36,78	-184,69	-188,53
12	132.987,81				-49,24	-210,62	-214,81

5.7.2 Pembahasan Analisis *KENPAVE* Pada Perkerasan Eksisting

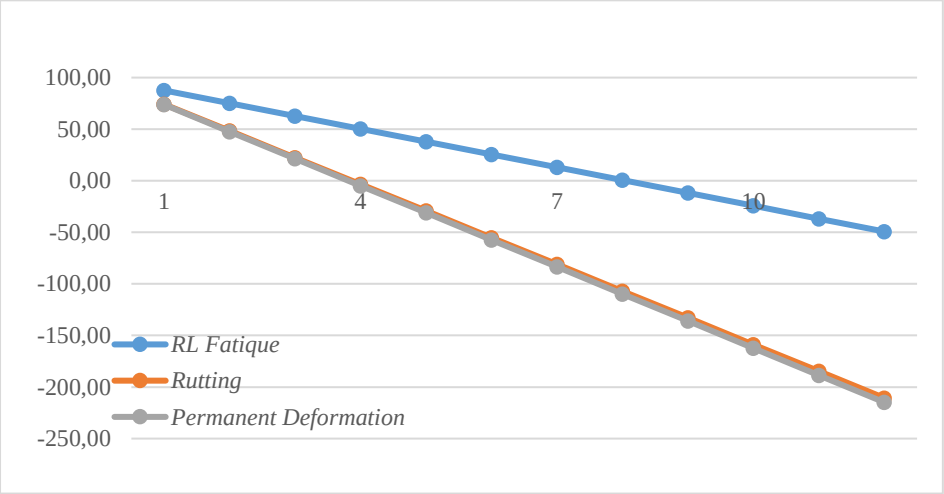
Setelah analisis dengan metode *PCI*, langkah selanjutnya adalah evaluasi mendalam menggunakan pendekatan mekanistik-empiris melalui aplikasi *KENPAVE*. Analisis ini bertujuan memprediksi kerusakan berdasarkan karakteristik perkerasan, seperti modulus elastisitas dan *Poisson's ratio*, dengan penyesuaian untuk mencocokkan kondisi material yang ada. Terdapat tiga titik analisis untuk setiap jenis kerusakan: untuk *fatigue cracking*, nilai tertinggi regangan tarik horizontal terletak pada kedalaman 9,9997 cm; untuk *rutting*, nilai tertinggi regangan tekan vertikal juga pada kedalaman 9,9997 cm; dan untuk *permanent deformation*, nilai tertinggi diambil dari kedalaman 50,001 cm, yang dapat dilihat pada Gambar 5. 24.



Gambar 5. 24 Kedalaman Titik Tinjau Kerusakan

Berdasarkan hasil analisis *KENPAVE*, respons tegangan dan regangan untuk kerusakan *fatigue cracking* adalah 0,0006214 kPa, sementara untuk kerusakan *rutting* sebesar 0,0009669 kPa, dan untuk kerusakan *permanent deformation* adalah 0,0009698 kPa. Dari respons ini, kita dapat menghitung beban gandar maksimum yang dapat ditanggung oleh jalan sebelum masing-masing jenis kerusakan muncul.

Setelah menentukan beban gandar maksimum, kita dapat melanjutkan dengan perhitungan umur rencana, yang menunjukkan seberapa lama jalan dapat menahan beban tersebut sebelum kerusakan terjadi. Dapat dilihat pada Gambar 5.25 berikut.



Gambar 5. 25 Grafik Prediksi Sisa Umur Layanan

Beban gandar maksimum yang dapat ditahan oleh jalan sebelum mengalami kerusakan *fatigue cracking* adalah 88.596,47 *ESAL* dengan sisa umur rencana 8 bulan di tahun pertama, sementara untuk kerusakan *rutting* dan *permanent deformation*, beban maksimum masing-masing adalah 33.194,62 *ESAL* dengan sisa umur rencana 3 bulan di tahun pertama; berdasarkan Gambar 5.25, prediksi sisa umur jalan akibat kerusakan *fatigue* pada bulan kedelapan tahun pertama menunjukkan nilai tersisa sebesar 0,58%, yang berarti jalan tidak dapat menahan beban setelah mencapai 88.596,47 *ESAL*, diikuti dengan kerusakan yang mulai terlihat di tahun pertama, dan untuk deformasi serta kerusakan *rutting*, sisa umur tercatat masing-masing sebesar 22,47% dan 21,42%, sehingga menunjukkan bahwa jalan memerlukan perhatian dan perbaikan segera.

Dalam penelitian ini, respons tegangan dan regangan untuk kerusakan *fatigue cracking* tercatat sebesar 0,0006214 kPa dengan kapasitas beban repetisi 134.575,50 *ESAL*, menunjukkan kerusakan mulai terjadi di tahun pertama. Sebaliknya, Utami (2022) menyebutkan nilai yang jauh lebih rendah, yaitu 0,00004885 kPa dan kapasitas beban 41.044.437.886 *ESAL*, menandakan perbedaan signifikan dalam daya tahan. Untuk kerusakan *rutting*, respons yang dicatat penulis adalah 0,0009669 kPa, sedangkan Utami (2022) mencatat 0,0002135 kPa, dengan kapasitas beban masing-masing 134.575,50 *ESAL* dan

34.891.860 *ESAL*, menunjukkan bahwa jalan dalam penelitian penulis lebih rentan terhadap kerusakan.

Terkait sisa umur layanan, penelitian ini mencatat kerusakan *permanent deformation* dan *rutting* dengan sisa umur negatif setelah tahun pertama, sementara Utami (2022) melaporkan sisa umur 2,87% akibat *rutting* pada tahun ke-20, dengan kapasitas beban 33.890.418 *ESAL*. Di tahun ke-21, Utami menemukan kerusakan mulai terjadi, sedangkan jenis kerusakan lain dalam penelitiannya masih dapat menahan beban. Ini menunjukkan daya tahan yang lebih baik pada perkerasan menurut Utami dibandingkan dengan penelitian ini. Selain itu, Sumarsono dan Fauziah (2022) mencatat bahwa penurunan umur layan jalan akibat prediksi penambahan pertumbuhan lalu lintas sebesar 4% per tahun mengharuskan penambahan tebal sebesar 9 cm untuk memenuhi sisa umur layan jalan pada umur 12 tahun.

Studi permukaan jalan menggunakan metode *PCI* menemukan bahwa kerusakan paling umum adalah retak kulit buaya, yang disebabkan oleh beban lalu lintas yang melebihi kapasitas lapisan dasar, mengakibatkan keruntuhan.

5.7.3 Analisis pada Perkerasan Baru (Rekonstruksi)

1. Data yang digunakan untuk menganalisis perkerasan jalan baru dalam program *KENPAVE*.

Data yang diperlukan mencakup nilai bahan dan ketebalan perkerasan yang memiliki struktur berlapis, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5.29 berikut.

Tabel 5. 29 Data Untuk *Input* Program *KENPAVE*

Lapis Perkerasan		**Modulus Elastis, E (Kpa)**	***Poisson's Ratio***	**Tebal Perkerasan (cm)**	**Alternatif Tebal (cm)**
Surface	*AC-WC*	1100000	0,4	4	4
	AC-BC	1200000	0,4	6	10
AC–Base		1600000	0,4	8	8
LPA kelas A		150000	0,35	30	30
Subgrade		60000	0,45		

2. Analisis dengan Program *KENPAVE*

Berikut ini adalah langkah-langkah detail dalam proses evaluasi perkerasan jalan menggunakan program *KENPAVE,* khususnya modul *KENLAYER*.

a. *Layerinp*

Klik pada *menu Layerinp* untuk memulai *input* data. Kemudian, klik *file* lalu *new*.

b. *General*

Terdapat beberapa data yang harus diinput untuk melakukan analisis menggunakan pendekatan elastik seperti pada Tabel 5.30.

Tabel 5. 30 Data *Input General*

Istilah	**Nilai**		**Keterangan**
Title	Rekonstruksi	Alternatif Rekonstruksi	Diisi sesuai dengan judul
MATL	1	1	Lapisan perkerasan yang dianalisis adalah linier
NDAMA	0	0	Tidak ada analisis kerusakan
NPY	1	1	Mengikuti *KENPAVE*
NLG	1	1	Mengikuti *KENPAVE*
DEL	0,001	0,001	Standar akurasi
NL	5	5	Jumlah lapisan perkerasan (lapis permukaan (*AC-WC*, *AC-BC*, dan *AC Base*), LPA A, *subgrade*)
NZ	5	5	Jumlah titik kerusakan yang dianalisis
ICL	80	80	Mengikuti *KENPAVE*
NSTD	9	9	*Output* berupa *vertical displacement*, tegangan dan regangan
NBOND	1	1	Semua lapisan saling mengikat
NLBT	1	1	Mengikuti *KENPAVE*
NLTC	1	1	Mengikuti *KENPAVE*
NUNIT	1	1	Satuan yang digunakan adalah SI (Standar Internasional)

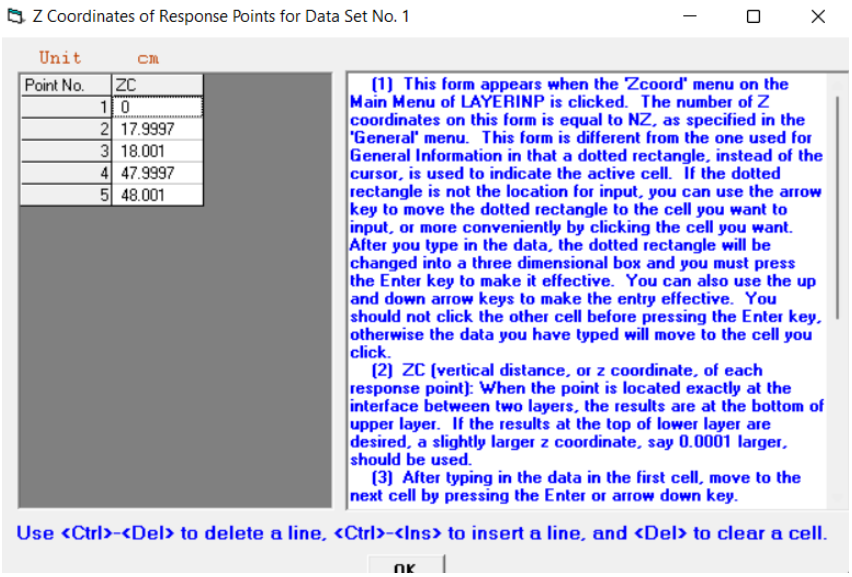
c. *Zcoord*

Rincian dari titik-titik tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.31.

Tabel 5. 31 Titik Tinjau pada *Zcoord*

No	Kedalaman (cm)		Keterangan
	Rekonstruksi	Alternatif Rekonstruksi	
1	0	0	Permukaan lapis perkerasan
2	17,9997	21,9997	Titik tinjau 1 (*fatigue cracking*)
3	18,001	22,001	Permukaan LPA
4	47,9997	51,9997	Titik tinjau 2 (*deformation*)
5	48,001	52,001	Tanah Dasar

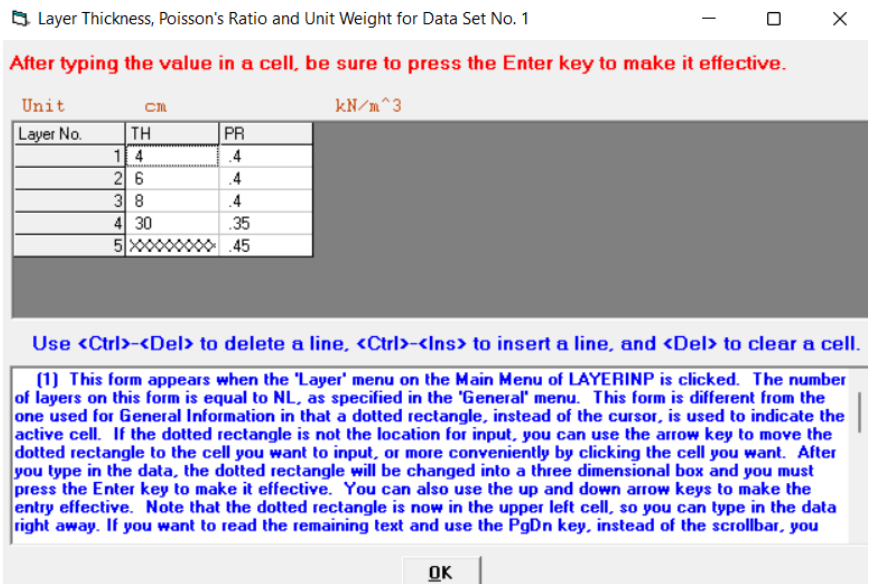
Tampilan pada menu *zcoord* lebih lengkapnya dapat dilihat pada Gambar 5.26.



Gambar 5. 26 Data *Input* pada Menu *Zcoord*

d. *Layer*

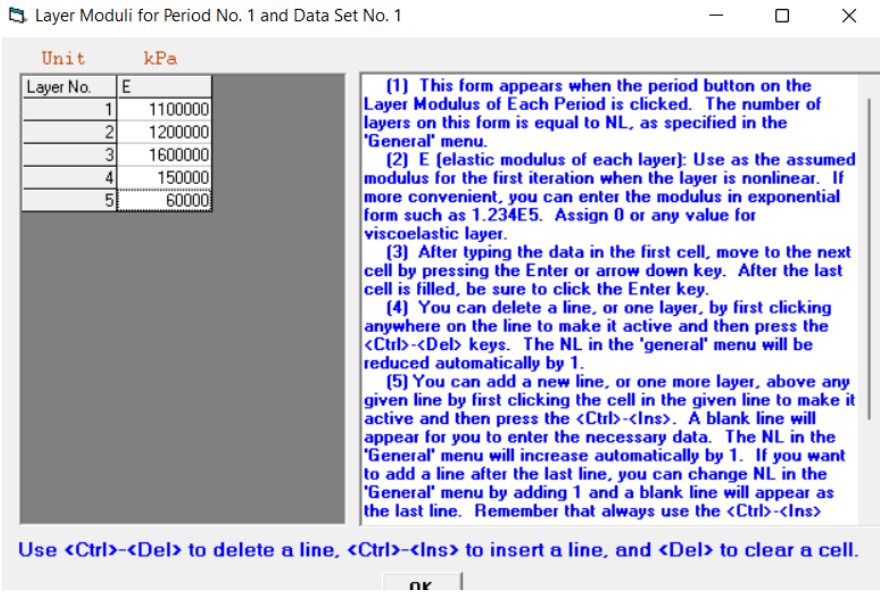
Tampilan pada menu *layer* dapat dilihat pada Gambar 5.27.



Gambar 5. 27 Data *Input* pada *Layer*

e. *Moduli*

Tampilan pada menu *moduli* dapat dilihat pada Gambar 5.28 berikut ini.



Gambar 5. 28 Data *Input* pada *Moduli*

f. *Load*

Tampilan pada menu *Load* dapat dilihat pada Gambar 5.22 dan Gambar 5.23.

Setelah selesai menginput data, simpan data tersebut dan kembali ke menu utama program *KENPAVE*. Selanjutnya pilih menu *KENLAYER* sehingga data dijalankan (*run*) dan didapat nilai tegangan dan regangan. Kemudian pilih menu editor pada tampilan awal program, buka nama file untuk melihat hasilnya.

3. Hasil analisis Program *KENPAVE* menggunakan *KENLAYER*

Hasil analisis dari program *KENLAYER* akan menghasilkan nilai tegangan dan regangan yang terjadi pada struktur lapis perkerasan sesuai dengan titik koordinat yang telah dimasukkan. Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 5.32 dan Tabel 5.33 berikut.

Tabel 5. 32 Nilai Tegangan Regangan Desain Rekonstruksi

No. Koordinat	***Horizontal Strain* kedalaman 17,9997 cm**	***Vertical Strain* pada kedalaman 17,9997 cm**	***Vertical Strain* pada kedalaman 48,001 cm**
1	0,0002613	0,0003164	0,0002444
2	0,0002667	0,0002736	0,0004589
3	0,0002629	0,0002444	0,0004648
Maksimum	0,0002667	0,0003164	0,0004648

Tabel 5. 33 Nilai Tegangan Regangan Desain Alternatif Rekonstuksi

No. Koordinat	***Horizontal Strain* kedalaman 21,9997 cm**	***Vertical Strain* pada kedalaman 21,9997 cm**	***Vertical Strain* pada kedalaman 52,001 cm**
1	0,0001089	0,0002515	0,0003522
2	0,0001172	0,0002345	0,0003772
3	0,0001364	0,0002205	0,0003818
Maksimum	0,0001364	0,0002515	0,0003818

Analisis data dari Tabel 5.32 dan Tabel 5.33 menunjukkan bahwa pada kedalaman 17,9997 cm, nilai regangan tarik untuk *fatigue cracking* mencapai 0,0002667 kPa dan nilai regangan tekan untuk *rutting* sebesar 0,0003164 kPa,

sementara pada kedalaman 48,001 cm, *vertical strain* mencapai 0,0004648 kPa, yang mengindikasikan risiko kerusakan akibat *permanent deformation*; di kedalaman 21,9997 cm, horizontal strain bervariasi antara 0,0001089 hingga 0,0001364 kPa, dan *vertical strain* berkisar 0,0002205 hingga 0,0002515 kPa, dengan *vertical strain* pada kedalaman 52,001 cm mencapai 0,0003522 hingga 0,0003818 kPa, mencerminkan respons material yang berbeda terhadap beban dan menunjukkan perlunya pemantauan serta pemeliharaan yang tepat untuk mengatasi potensi kerusakan.

4. Kontrol Jumlah Beban Gandar

Setelah nilai tegangan dan regangan diperoleh, kemudian dilakukan analisis untuk kerusakan *fatigue craking, rutting dan permanent deformation*. Analisis ini digunakan untuk mementukan jumlah repetisi beban. Berikut ini merupakan perhitungan untuk nilai *Nf, Nr* dan *Nd*.

a. Kerusakan *fatigue cracking*

Menghitung nilai *Nf* untuk *fatigue cracking* adalah sebagai berikut.

$Nf = 0{,}0796\ (\varepsilon t)^{-3{,}921} |E|^{-0{,}854}$

$= 0{,}0796\ (0{,}0002667)^{-3{,}921} |1200000|^{-0{,}854}$

$= 313016{,}52$ *ESAL*

b. Kerusakan *rutting*

Menghitung nilai *Nr* untuk kerusakan *rutting* adalah sebagai berikut.

$Nr = 1{,}365 \times 10^{-9}\ (\varepsilon c)^{-4{,}47}$

$= 1{,}365 \times 10^{-9}\ (0{,}0003164)^{-4{,}47}$

$= 6361711{,}26$ *ESAL*

c. Kerusakan *permanent deformation*

Menghitung nilai *Nd* untuk kerusakan *permanent deformation* adalah sebagai berikut.

$Nd = 1{,}365 \times 10^{-9}\ (\varepsilon c)^{-4{,}47}$

$= 1{,}365 \times 10^{-9}\ (0{,}0004648)^{-4{,}47}$

$= 1137057{,}00$ *ESAL*

Analisa beban lalu lintas yang diperoleh dari hasil evaluasi kondisi perkerasan ruas Jalan Cariu–Jagatamu dengan menggunakan program *KENPAVE*

dapat dilihat pada Tabel 5.34.

Tabel 5. 34 Analisa Beban Lalu Lintas Perkerasan Baru

***CESA20*/LHR (*Nr*)**	**Repetisi Beban (*ESAL*)**		**Analsis Beban Lalulintas**
2,70E+06	*Nf*	0,313E+06	*Nf < Nr (no)*
2,70E+06	*Nd rutting*	6,362E+06	*Nd < Nr (yes)*
2,70E+06	*Nd deformation*	1,137E+06	*Nd < Nr (no)*

Dari hasil perhitungan yang tercantum dalam Tabel 5.34 yang dilakukan menggunakan metode mekanistik-empirik melalui program *KENPAVE,* dapat dilihat bahwa kondisi perkerasan jalan pada segmen yang dianalisis hanya mampu mengakomodasi beban repetisi pada kerusakan *rutting* dengan nilai sebagai berikut: sebesar 0,313E+06 *Equivalent Single Axle Load* (*ESAL*) sebelum mengalami kerusakan akibat *fatigue*, 6,326E+06 *ESAL* sebelum mengalami kerusakan *rutting*, dan 1,137E+06 *ESAL* sebelum mengalami kerusakan *fatigue cracking*. Dikarenakan desain perkerasan rekonstruksi berdasarkan Bina Marga 2017 tidak memenuhi kebutuhan umur layan yang telah direncanakan, maka dibutuhkan desain alternatif untuk memperbaiki umur layan.

Analisis beban lalu lintas pada alternatif perkerasan baru, yang diperoleh dari evaluasi kondisi Ruas Jalan Cariu–Jagatamu menggunakan program *KENPAVE,* dapat dilihat pada Tabel 5.35.

Tabel 5. 35 Analisa Beban Lalu Lintas Alternatif Perkerasan Baru

***CESA20*/LHR (*Nr*)**	**Repetisi Beban (*ESAL*)**		**Analsis Beban Lalulintas**
2,70E+06	*Nf*	2,844E+06	*Nf < Nr (yes)*
2,70E+06	*Nd rutting*	17,778E+06	*Nd < Nr (yes)*
2,70E+06	*Nd deformation*	2,743E+06	*Nd < Nr (yes)*

Dari hasil perhitungan yang tercantum dalam Tabel 5.35 yang dilakukan

menggunakan metode mekanistik-empirik melalui program *KENPAVE*, dapat dilihat bahwa kondisi perkerasan jalan pada segmen yang dianalisis mampu mengakomodasi beban repetisi pada kerusakan *rutting* dan *permanent deformation* dengan nilai sebagai berikut: sebesar 2,743E+06 *Equivalent Single Axle Load* (*ESAL*) sebelum mengalami kerusakan akibat *permanent deformation*, 2,844+06 *ESAL* sebelum mengalami kerusakan *fatigue cracking*, dan 17,778E+06 *ESAL* sebelum mengalami kerusakan *rutting*.

5.7.4 Pembahasan Analisis *KENPAVE* Pada Pekerasan Baru

Analisis kondisi perkerasan baru menunjukkan bahwa kemampuan perkerasan tersebut dalam menahan beban repetisi masih terbatas. Dengan kemampuan maksimum mencapai 0,313E+06 *ESAL* sebelum mengalami kerusakan akibat *fatigue cracking*, serta 1,137E+06 *ESAL* untuk kerusakan *permanent deformation*, perkerasan ini tidak memenuhi umur layan yang direncanakan. Selain itu, perkerasan ini hanya mampu menahan 6,326E+06 *ESAL* untuk kerusakan *rutting*, menunjukkan bahwa struktur perkerasan baru rentan terhadap kerusakan.

Sebaliknya, alternatif desain perkerasan baru menawarkan peningkatan yang signifikan dalam kapasitas menahan beban. Perkerasan baru ini mampu mengakomodasi hingga 2,844E+06 *ESAL* sebelum mengalami *fatigue cracking*, serta 17,778E+06 *ESAL* untuk kerusakan *rutting* dan 2,743E+06 *ESAL* untuk *permanent deformation*. Peningkatan ini menunjukkan bahwa desain alternatif perkerasan baru dapat lebih efektif dalam memenuhi tuntutan lalu lintas yang direncanakan.

Rekomendasi untuk implementasi alternatif perkerasan baru mencakup penggunaan material berkualitas tinggi dan peningkatan ketebalan lapisan perkerasan. Dengan demikian, alternatif perkerasan baru yang dirancang diharapkan dapat meningkatkan kinerja jalan secara keseluruhan, serta meminimalkan risiko kerusakan di masa depan.

Perbandingan antara perkerasan eksisting dan perkerasan baru menunjukkan bahwa setelah analisis dengan metode *PCI*, perkerasan eksisting dievaluasi lebih mendalam menggunakan pendekatan mekanistik-empiris *KENPAVE*, yang menghasilkan respons tegangan dan regangan untuk kerusakan *fatigue cracking*

sebesar 0,0006214 kPa, *rutting* 0,0009669 kPa, dan *permanent deformation* 0,0009698 kPa, dengan titik analisis terletak pada kedalaman 9,9997 cm untuk *fatigue cracking* dan *rutting*, serta 50,001 cm untuk *permanent deformation*; sementara itu, analisis perkerasan baru dengan desain alternatif menunjukkan respons yang lebih baik, dengan nilai untuk kerusakan *fatigue cracking* sebesar 0,0001364 kPa, *rutting* 0,0002515 kPa, dan *permanent deformation* 0,0003818 kPa, dengan titik analisis pada kedalaman 21,9997 cm untuk *fatigue cracking* dan *rutting*, serta 52,001 cm untuk *permanent deformation*, sehingga menunjukkan potensi kinerja yang lebih tinggi pada perkerasan baru.

Sejalan dengan penelitian Pambudi dan Fauziah (2021) yang mengevaluasi perancangan struktur perkerasan menggunakan metode Bina Marga 2017 dan program *KENPAVE*, menghasilkan tebal lapis permukaan *AC-WC* sebesar 4 cm, lapis *AC-BC* 13,5 cm, pondasi atas *CTB* 15 cm, dan pondasi bawah LPA kelas A 15 cm, serta mengidentifikasi nilai tegangan dan regangan yang berpotensi menyebabkan kerusakan, seperti nilai untuk *fatigue cracking* pada kedalaman 17,499 cm yang mencapai 0,0001585, kerusakan *rutting* sebesar 0,0002367, dan *permanent deformation* pada kedalaman 47,5003 sebesar 0,0002335, dengan model *viskoelastik* menunjukkan hasil sedikit berbeda, sehingga menekankan pentingnya perancangan yang akurat untuk memastikan ketahanan dan keandalan jalan.

Selain itu, Tolab dkk. (2022) melakukan analisis mendalam mengenai kondisi kerusakan jalan dengan menggunakan metode mekanistik-empiris *KENPAVE*, fokus pada perbandingan perkerasan *AC-WC* yang menggunakan bahan ikat *Starbit* E-55 dan Pen 60/70, di mana hasil analisis menunjukkan bahwa campuran *AC-WC* berbahan ikat Starbit E-55 memiliki performa yang lebih unggul dalam menahan beban lalu lintas, dengan kapasitas hingga 465.609.609 *ESAL* sebelum terjadi kerusakan *fatigue cracking*, 43.351.635 *ESAL* untuk kerusakan *rutting*, dan 37.645.893 *ESAL* untuk kerusakan *permanent deformation*, mengindikasikan bahwa campuran tersebut lebih efektif dalam merespons berbagai jenis kerusakan akibat beban yang melintas di atasnya, jika dibandingkan dengan campuran AC-WC yang menggunakan bahan ikat Pen 60/70, sehingga menekankan pentingnya perancangan yang akurat untuk memastikan ketahanan dan keandalan jalan.

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pengamatan di lapangan dan analisis data yang telah dilakukan, hasil yang didapatkan dari penelitian evaluasi kondisi perkerasan dengan metode *Pavement Condition Index* (*PCI*), *Surface Distress Index* (*SDI*) dan prediksi sisa umur dengan metode mekanistik-empirik dengan program *KENPAVE* pada ruas Jalan Cariu–Jagatamu dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan metode *PCI*, kondisi kerusakan perkerasan di Jalan arah Cariu-Jagatamu berada dalam kategori *very poor* (sangat buruk), dengan nilai akhir *PCI* sebesar 28,0667. Adapun arah Jagatamu-Cariu juga berada dalam kategori *very poor* (sangat buruk), dengan nilai akhir *PCI* sebesar 30.
2. Berdasarkan metode *SDI*, diperoleh nilai rata-rata indeks kerusakan sebesar 151,83. Nilai ini menunjukkan bahwa kondisi jalan termasuk dalam kategori rusak berat. Hal ini menandakan adanya berbagai kerusakan signifikan pada permukaan jalan, seperti retakan, lubang, dan deformasi, yang dapat berdampak pada keselamatan pengguna jalan serta memperpendek umur perkerasan.
3. Berdasarkan metode *PCI* dan metode *SDI*, perlu adanya penanganan berupa perbaikan rekonstruksi.
4. Korelasi antara metode *PCI* dan *SDI* menunjukkan bahwa keduanya saling melengkapi dalam memberikan penilaian kondisi jalan. Nilai *PCI* yang diperoleh untuk Ruas Jalan Cariu–Jagatamu adalah 28,067 dan 30, yang keduanya tergolong sangat buruk, mengindikasikan tingkat kerusakan yang signifikan. Di sisi lain, rata-rata *SDI* sebesar 151,83 juga berada dalam kategori rusak berat. Dalam konteks ini, nilai *PCI* yang lebih tinggi menunjukkan bahwa tingkat kerusakan yang terdeteksi rendah dan kondisi jalan dianggap lebih baik, sedangkan nilai *SDI* yang lebih tinggi mengindikasikan tingkat kerusakan yang terdeteksi tinggi, yang berarti kondisi jalan semakin parah.

5. Berdasarkan hasil rancangan rekonstruksi untuk ruas Jalan Cariu–Jagatamu menunjukkan bahwa tebal struktur perkerasan ditentukan sebagai tipe FFF2, dengan volume lalu lintas 2.700.478,092 ESAL. Struktur perkerasan terdiri dari lapisan aspal (*AC*) dengan ketebalan 4 cm untuk *Wearing Course* (*WC*), 6 cm untuk *Binder Course* (*BC*), dan 8 cm untuk *Base Course*, serta LPA Kelas A dengan ketebalan 30 cm.
6. Pada perkerasan eksisting, dengan analisis menggunakan metode *PCI* diikuti dengan pendekatan mekanistik-empiris *KENPAVE* menghasilkan respons tegangan dan regangan sebesar 0,0006214 kPa untuk *fatigue cracking*, 0,0009669 kPa untuk *rutting*, dan 0,0009698 kPa untuk *permanent deformation*, dengan titik analisis pada kedalaman 9,9997 cm untuk kerusakan pertama dan 50,001 cm untuk kerusakan terakhir. Sementara itu, analisis perkerasan baru dengan desain alternatif menunjukkan nilai respons yang lebih baik, yaitu 0,0001364 kPa untuk *fatigue cracking*, 0,0002515 kPa untuk *rutting*, dan 0,0003818 kPa untuk *permanent deformation*, dengan titik analisis pada kedalaman 21,9997 cm untuk kerusakan pertama dan 52,001 cm untuk kerusakan terakhir. Hasil ini menunjukkan bahwa perkerasan baru memiliki potensi yang lebih baik dalam menahan beban, sehingga dapat diharapkan umur rencana yang lebih lama sebelum mengalami kerusakan.
7. Berdasarkan hasil analisis dengan program *KENPAVE* pada ruas Jalan Cariu–Jagatamu menunjukkan bahwa jalan dapat menahan beban gandar maksimum 88.596,47 *ESAL* sebelum mengalami kerusakan *fatigue cracking* dengan sisa umur 0,58% setelah delapan bulan, sementara untuk kerusakan *rutting* dan *permanent deformation*, beban maksimum masing-masing 33.194,62 *ESAL* dengan sisa umur 22,47% dan 21,42%, yang menunjukkan kebutuhan mendesak untuk perhatian dan perbaikan.

6.2 Saran

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan di lapangan dan analisis yang telah dilakukan oleh peneliti, terdapat beberapa saran yang dapat disampaikan sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan penggunaan metode analisis tambahan, seperti *International Roughness Index* (*IRI*) dan *Surface Distress Index* (*SDI*), untuk memberikan perspektif yang lebih komprehensif mengenai kondisi jalan. Dengan menggabungkan *IRI* yang mengukur kekasaran permukaan dan *SDI* yang menilai jenis kerusakan, diharapkan dapat diperoleh hasil yang lebih sejalan dan mendalam.
2. Disarankan agar penelitian selanjutnya tidak hanya fokus pada perhitungan struktur perkerasan jalan, tetapi juga mempertimbangkan aspek-aspek lain seperti penyelidikan tanah, desain drainase, dan pemilihan material. Dengan mengintegrasikan analisis ini, diharapkan hasil penelitian dapat memberikan rekomendasi rekonstruksi yang lebih komprehensif dan efektif, serta meningkatkan kualitas dan daya tahan jalan.
3. Ketelitian dan pemahaman terhadap setiap *input* data dalam proses analisis kerusakan jalan menggunakan aplikasi *KENPAVE* sangat penting, mengingat kompleksitas dan jangkauan aplikasi *KENPAVE* yang sangat luas. Untuk meningkatkan akurasi analisis perilaku perkerasan, disarankan agar aplikasi *KENPAVE* tidak hanya menggunakan model linear, tetapi juga mempertimbangkan pendekatan *viscoelastik*. Pendekatan ini dapat lebih baik menggambarkan bagaimana material merespons beban dinamis dan perubahan suhu.

DAFTAR PUSTAKA

Admindpu. 2019. Jenis Kerusakan Jalan Pada Perkerasan Lentur (Bagian Kedua). (https://dpu.kulonprogokab.go.id/detil/64/jenis-kerusakan-jalan-pada perkerasan-lentur-bagian-kedua. Diakses 23 Juni 2024).

AdminGro1. 2014. Konstruksi Perkerasan Lentur (Flexible Pavement). (https://www.dpupr.grobogan.go.id/info/artikel/29. Diakses 5 September 2024).

American Society for Testing Materials. 2018. *Standars Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys*. ASTM Designation: D6433 – 18. West Conshohocken. US.

Anugrah, D. A. 2021. Analisa Penilaian Kondisi Jalan Raya Dengan Metode Surface Distress Index (SDI) Dan Present Serviceability Index (PSI) Studi Kasus: Duri Kecamatan Mandau. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Riau. Pekanbaru.

Arfiansyah, T. R. 2021. Jl MT Haryono Dekat Proyek LRT Mulai Ditambal, Banyak yang Masih Bolong. (https://news.detik.com/berita/d-5360129/jl-mt-haryono-dekat-proyek-lrt-mulai-ditambal-banyak-yang-masih-bolong. Diakses 10 Agustus 2024).

Azhari, D. R., Hermansyah, dan Kurniati, E. 2020. Analisa Kerusakan Lapis Perkerasan Lentur Jalan Menggunakan Metode Pavement Condition Index (PCI) (Study Kasus: Jalan Dusun Batu Alang, Sumbawa). *Juteks - Jurnal Teknik Sipil*, *V* (1), 38–46.

Direktorat Jenderal Bina Marga. 1995. *Manual Pemeliharaan Rutin Untuk Jalan Nasional dan Jalan Propinsi No. 002/T/Bt//1995*. Penerbit Bina Marga. Jakarta.

Fadhlan, K., dan Muis, Z. A. (2013). Evaluasi Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur dengan Metode Bina Marga Pt T-01-2002-B dengan Menggunakan Program KENPAVE. *Jurnal Teknik Sipil USU, 2(2).*

Hardiyatmo, H. C. 2015. *Pemeliharaan Jalan Raya*. *Edisi-2*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Hermawan, R., dan Tajudin, A. N. 2021. Evaluasi Kerusakan Perkerasan Lentur Dengan Metode PCI dan SDI (Studi Kasus: Jalan Jatisari, Karawang). *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, *4*(4), 845–854.

Huang, H. Y. 2004. *Pavement Analysis and Design, 2nd ed.* Pearson Education. Upper Saddle River. New Jersey.

Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga. 2017. *Manual Desain Perkerasan Jalan No. 02/M/BM/2017*. Penerbit Bina Marga. Jakarta.

Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. 2011. *Panduan Survai Kondisi Jalan Nomor: SMD-03/RCS*. Penerbit Bina Marga. Jakarta.

Labaso, E. R., Ishak M.S., dan Kasan, M. 2022. Evaluasi Kerusakan Jalan Menggunakan Metode Pavement Condition Index (PCI) dan Surface Distress Index (SDI) Studi Kasus Jalan Pue Bongo – Kota Palu. *Civil Engineering Journal on Research and Development*, *3*(2).

Pambudi, R., dan Fauziah, M. 2021. Evaluasi Perancangan Struktur Perkerasaan Dengan Metode Bina Marga 2017 Dan Program Kenpave Menggunakan Pendekatan Elastik Dan Viskoelastik. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat*. 303–314.

Rahman, N. F., Rintawati, D., dan Sari, C. 2021. Evaluasi Kondisi Perkerasan Jalan Menggunakan Metode Surface Distress Index (SDI) (Studi Kasus: Ruas Jalan Kebun Baru – Pulau Sangkar, Kabupaten Kerinci). *Prosiding Seminar Intelektual Muda #6, Rekayasa Lingkungan Terbangun Berbasis Teknologi Berkelanjutan.*, 40–44.

Ramadhan, A. I. 2022. Evaluasi Kerusakan Perkerasan Lentur dan Perkerasan Kaku Menggunakan Metode Pavement Condition Index (PCI) dan Surface Distress Index (SDI) (Studi Kasus Ruas Jl. Raya Narogong–Cileungsi). *S1 Thesis* (Tidak Diterbitkan). Universitas Mercu Buana. Bekasi.

Sandyna, A. N., Elfichra, A., Aqilla, A., Novaldi, K., dan Adiman, E. Y. 2022. Analisis Perbandingan Tingkat Kerusakan Jalan Pada Perkerasan Lentur Dengan Metode PCI Dan Metode SDI (Studi Kasus: Jalan As-Shofa Pekanbaru). *Journal of Infrastructure and Civil Engineering*, *2*(2), 95–105.

Sanubari, M., Yamali, F. R., dan Zulfiati, R. 2023. Analisis Tingkat Kerusakan Jalan Perkerasan Lentur Dengan Metode Pavement Condition Index (PCI) Studi Kasus: Jalan Pelabuhan Talang Duku Muaro Jambi. *Jurnal Civronlit Unbari*, *8*(1), 36–43.

Sembiring, N. I., Siahaan, R., dan Naibaho, P. D. R. 2022. Analisis Kondisi Kerusakan Jalan Berastagi-Simpang Empat, Kabupaten Karo, Dengan Metode *PCI* Dan *SDI*. *Jurnal Maritim*, *3*(2).

Setiawan, D., dan Sekaryadi, Y. 2021. Perencanaan Perbaikan Perkerasan Jalan Cileungsi – Cibeet Kabupaten Bogor Km 96 Sta 96+900 – Sta 97+020 Dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan. *Jurnal Momen Teknik Sipil*, *4*(2), 72.

Shahin, M. Y. 1994. *Pavement Management for Airports, Roads, and Parking Lots*. Chapman & Hall. New York.

Sukirman, S. 1999. *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Nova. Bandung.

Sumarsono, A., dan Fauziah, M. 2022. Evaluasi Kondisi Perkerasan, Penanganan Dan Nilai Sisa Perkerasan Lentur Jalan Dengan Metode Binamarga 2013 Dan Metode Mekanistik Empirik (Studi Kasus: Jalan Jogja-Solo Km 14+800 – 16+800). *Teknika: Jurnal Teknik*, Vol. 9 No. 1, 10–27.

Tolab, L. Z., Hadi, M. A., dan Fauziah, M. 2022. Analisis Perbandingan Perkerasan AC-WC Berbahan Ikat Starbit E-55 Dengan Pen 60/70 Menggunakan Metode Elastik Linear. *Proceeding Civil Engineering Research Forum*, Vol. 2, No. 1, 179–187.

Tolab, L. Z., & Fauziah, M. 2024. Prediction of Damage and Remaining Life of Yogyakarta-Bawen Toll Road Pavement with Elastic and Viscoelastic Approaches. *Rekayasa Sipil*, *18*(02), 150–158.

Utami, R. V. A. U. 2022. Evaluasi Kondisi Perkerasan Dan Prediksi Sisa Umur Dengan Metode PCI Dan Metode Mekanistik – Empirik Dengan Program Kenpave Pada Ruas Jalan Bts. Kab. Kampar – Bts. Kota Bangkinang (Sta. 12+000 – Sta. 14+000). *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Perhitungan *PCI* Tiap Segmen

ROAD PAVEMENT CONDITION SURVEY FORM

ASPHALT SURFACED ROADS AND PARKING LOTS CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT

SKETCH: 25m, 100 m

BRANCH : Jl. Cariu - Jagatamu | SECTION : 1 (2-6) | SAMPLE UNIT

SURVEYED BY : | DATE : | SAMPEL AREA : 250

1. Alligator cracking 2. Bleeding 3. Block Cracking 4. Bumps and Sags 5. Corrugation
6. Depression 7. Edge Cracking 8. Jt. Reflection Cracking 9. Lane/Shoulder Drop Off 10. Long & Trans Cracking
11. Patching & Util Cut Patching 12. Polished Aggregate 13. Potholes 14. Railroad Crossing 15. Rutting
16. Shoving 17. Slippage Cracking 18. Swell 19. Weathering/Raveling

DISTRESS SEVERITY	QUANTITY								TOTAL	DENSITY %	DEDUCT VALUE
1M	5								5	2	28
5M	10,32								10,32	4,13	50
1& H	7,68								7,68	3,07	27
										Maksimum =	105

Jumlah Pengurangan Izin Maksimum

$m = 1 + (9/98)(100 - HDV) \leq 10$ m = 5,59 > 3

No	Deduct Values								TDV	q	CDV
1	50	28	27						105	3	66
2	50	28	2						80	2	58
3	50	2	2						54	1	54
4											
5											
6											
7											
Max CDV									66		
PCI = 100 - Max CDV									34		
Rating									Very Poor		

Gambar L1. 1 Hasil Perhitungan *PCI* Segmen 1 Arah Cariu-Jagatamu

ROAD PAVEMENT CONDITION SURVEY FORM

ASPHALT SURFACED ROADS AND PARKING LOTS CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT

SKETCH: 25m, 100 m

BRANCH : Jl. Cariu - Jagatamu | SECTION : 1 (2) - (6) | SAMPLE UNIT

SURVEYED BY : | DATE : | SAMPEL AREA : 250

1. Alligator cracking 2. Bleeding 3. Block Cracking 4. Bumps and Sags 5. Corrugation
6. Depression 7. Edge Cracking 8. Jt. Reflection Cracking 9. Lane/Shoulder Drop Off 10. Long & Trans Cracking
11. Patching & Util Cut Patching 12. Polished Aggregate 13. Potholes 14. Railroad Crossing 15. Rutting
16. Shoving 17. Slippage Cracking 18. Swell 19. Weathering/Raveling

DISTRESS SEVERITY	QUANTITY								TOTAL	DENSITY %	DEDUCT VALUE
1 H	5,04								5,04	2,02	41
5 M	15,20								15,20	5,28	32
1& M	9,89								9,89	3,96	12
										Maksimum =	85

Jumlah Pengurangan Izin Maksimum

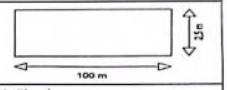
$m = 1 + (9/98)(100 - HDV) \leq 10$ m = 6,42 > 3

No	Deduct Values								TDV	q	CDV
1	41	32	12						85	3	53
2	41	32	2						75	2	54
3	41	2	2						45	1	43
4											
5											
6											
7											
Max CDV									54		
PCI = 100 - Max CDV									46		
Rating									Poor		

Gambar L1. 2 Hasil Perhitungan *PCI* Segmen 1 Arah Jagatamu-Cariu

ROAD PAVEMENT CONDITION SURVEY FORM

ASPHALT SURFACED ROADS AND PARKING LOTS CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT

SKETCH: 

BRANCH : Jl. Cariu - Jagatamu | SECTION : 2 (c-j) | SAMPLE UNIT

SURVEYED BY : | DATE : | SAMPEL AREA : 250

1. Alligator cracking
2. Bleeding
3. Block Cracking
4. Bumps and Sags
5. Corrugation
6. Depression
7. Edge Cracking
8. Jt. Reflection Cracking
9. Lane/Shoulder Drop Off
10. Long & Trans Cracking
11. Patching & Util Cut Patching
12. Polished Aggregate
13. Potholes
14. Railroad Crossing
15. Rutting
16. Shoving
17. Slippage Cracking
18. Swell
19. Weathering/Raveling

DISTRESS SEVERITY	QUANTITY								TOTAL	DENSITY %	DEDUCT VALUE
1 M	13,44	6,24							19,68	2,87	44
5 M	12,32	9,50							21,82	8,273	36
15 M	18								18	7,20	41
19 M	5,67								5,67	2,27	24
										Maksimum =	147

Jumlah Pengurangan Izin Maksimum

$m = 1 + (9/98)(100 - HDV) \leq 10$

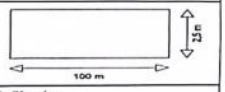
m = 6,14 > 4 ✗

No	Deduct Values								TDV	q	CDV
1	44	41	36	24					147	4	86
2	44	41	36	2					125	3	84
3	44	41	2	2					89	2	63
4	44	2	2	2					50	1	52
5											
6											
7											
Max CDV									86		
PCI = 100 - Max CDV									14		
Rating									Serious		

Gambar L1. 3 Hasil Perhitungan *PCI* Segmen 2 Arah Cariu-Jagatamu

ROAD PAVEMENT CONDITION SURVEY FORM

ASPHALT SURFACED ROADS AND PARKING LOTS CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT

SKETCH: 

BRANCH : Jl. Cariu - Jagatamu | SECTION : 2 (j-c) | SAMPLE UNIT

SURVEYED BY : | DATE : | SAMPEL AREA : 250

1. Alligator cracking
2. Bleeding
3. Block Cracking
4. Bumps and Sags
5. Corrugation
6. Depression
7. Edge Cracking
8. Jt. Reflection Cracking
9. Lane/Shoulder Drop Off
10. Long & Trans Cracking
11. Patching & Util Cut Patching
12. Polished Aggregate
13. Potholes
14. Railroad Crossing
15. Rutting
16. Shoving
17. Slippage Cracking
18. Swell
19. Weathering/Raveling

DISTRESS SEVERITY	QUANTITY								TOTAL	DENSITY %	DEDUCT VALUE
1 L	5	6,82	2,47						14,29	5,72	40
1 H	10,50	13,34							23,92	9,57	61
19 M	1,8								1,8	0,72	9
										Maksimum =	110

Jumlah Pengurangan Izin Maksimum

$m = 1 + (9/98)(100 - HDV) \leq 10$

m = 4,58 > 3 ✗

No	Deduct Values								TDV	q	CDV
1	61	40	9						110	3	69
2	61	40	2						103	2	72
3	61	2	2						65	1	63
4											
5											
6											
7											
Max CDV									72		
PCI = 100 - Max CDV									28		
Rating									Very Poor		

Gambar L1. 4 Hasil Perhitungan *PCI* Segmen 2 Arah Jagatamu-Cariu

ROAD PAVEMENT CONDITION SURVEY FORM

ASPHALT SURFACED ROADS AND PARKING LOTS CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT

SKETCH: 25 m, 100 m

BRANCH : Jl. Cariu - Jagatamu | SECTION : 3 (C-J) | SAMPLE UNIT

SURVEYED BY : | DATE : | SAMPEL AREA : 250

1. Alligator cracking
2. Bleeding
3. Block Cracking
4. Bumps and Sags
5. Corrugation
6. Depression
7. Edge Cracking
8. Jt. Reflection Cracking
9. Lane/Shoulder Drop Off
10. Long & Trans Cracking
11. Patching & Util Cut Patching
12. Polished Aggregate
13. Potholes
14. Railroad Crossing
15. Rutting
16. Shoving
17. Slippage Cracking
18. Swell
19. Weathering/Raveling

DISTRESS SEVERITY	QUANTITY								TOTAL	DENSITY %	DEDUCT VALUE
1M	12								12	4,80	38
13M	0,72								0,72	0,29	14
15 M	9,90	7,82	4,83						22,55	9,02	42
19 M	12,88								12,88	5,15	15
										Maksimum =	109

Jumlah Pengurangan Izin Maksimum

$m = 1 + (9/98)(100 - HDV) \leq 10$

m = 6,33 > 4

No	Deduct Values								TDV	q	CDV
1	42	38	15	14					109	4	61
2	42	30	15	2					97	3	60
3	42	38	2	2					84	2	43
4	42	2	2	2					40	1	20
5											
6											
7											

Max CDV	61
PCI = 100 - Max CDV	39
Rating	Very Poor

Gambar L1. 5 Hasil Perhitungan *PCI* Segmen 3 Arah Cariu-Jagatamu

ROAD PAVEMENT CONDITION SURVEY FORM

ASPHALT SURFACED ROADS AND PARKING LOTS CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT

SKETCH: 25 m, 100 m

BRANCH : Jl. Cariu - Jagatamu | SECTION : 3 (J - C) | SAMPLE UNIT

SURVEYED BY : | DATE : | SAMPEL AREA : 250

1. Alligator cracking
2. Bleeding
3. Block Cracking
4. Bumps and Sags
5. Corrugation
6. Depression
7. Edge Cracking
8. Jt. Reflection Cracking
9. Lane/Shoulder Drop Off
10. Long & Trans Cracking
11. Patching & Util Cut Patching
12. Polished Aggregate
13. Potholes
14. Railroad Crossing
15. Rutting
16. Shoving
17. Slippage Cracking
18. Swell
19. Weathering/Raveling

DISTRESS SEVERITY	QUANTITY								TOTAL	DENSITY %	DEDUCT VALUE
1M	2,47	5	6,02	10,58					24,07	9,95	47
1 H	6								6	2,4	48
3 M	3,15	13,34							16,49	6,60	13
										Maksimum =	108

Jumlah Pengurangan Izin Maksimum

$m = 1 + (9/98)(100 - HDV) \leq 10$

m = 5,78 > 3

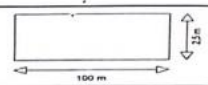
No	Deduct Values								TDV	q	CDV
1	48	47	13						108	3	65
2	48	47	2						97	2	68
3	48	2	2						52	1	54
4											
5											
6											
7											

Max CDV	68
PCI = 100 - Max CDV	32
Rating	Very Poor

Gambar L1. 6 Hasil Perhitungan *PCI* Segmen 3 Arah Jagatamu-Cariu

ROAD PAVEMENT CONDITION SURVEY FORM

ASPHALT SURFACED ROADS AND PARKING LOTS CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT

SKETCH: 

BRANCH : Jl. Cariu - Jagatamu | SECTION : 4 (c-j) | SAMPLE UNIT

SURVEYED BY : | DATE : | SAMPEL AREA : 250

1. Alligator cracking
2. Bleeding
3. Block Cracking
4. Bumps and Sags
5. Corrugation
6. Depression
7. Edge Cracking
8. Jt. Reflection Cracking
9. Lane/Shoulder Drop Off
10. Long & Trans Cracking
11. Patching & Util Cut Patching
12. Polished Aggregate
13. Potholes
14. Railroad Crossing
15. Rutting
16. Shoving
17. Slippage Cracking
18. Swell
19. Weathering/Raveling

DISTRESS SEVERITY	QUANTITY								TOTAL	DENSITY %	DEDUCT VALUE
1 M	5,52								5,52	7,21	29
5 M	15,84								15,84	6,34	32
19 H	4,80								4,80	1,92	26
										Maksimum =	81

Jumlah Pengurangan Izin Maksimum

$m = 1 + (9/98)(100 - HDV) \leq 10$

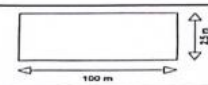
m = 7,24 > 3

No	Deduct Values								TDV	q	CDV
1	32	29	20						81	3	54
2	32	29	2						63	2	48
3	32	2	2						36	1	38
4											
5											
6											
7											
Max CDV										54	
PCI = 100 - Max CDV										46	
Rating										Poor	

Gambar L1. 7 Hasil Perhitungan *PCI* Segmen 4 Arah Cariu-Jagatamu

ROAD PAVEMENT CONDITION SURVEY FORM

ASPHALT SURFACED ROADS AND PARKING LOTS CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT

SKETCH: 

BRANCH : Jl. Cariu - Jagatamu | SECTION : 4 (j-c) | SAMPLE UNIT

SURVEYED BY : | DATE : | SAMPEL AREA : 250

1. Alligator cracking
2. Bleeding
3. Block Cracking
4. Bumps and Sags
5. Corrugation
6. Depression
7. Edge Cracking
8. Jt. Reflection Cracking
9. Lane/Shoulder Drop Off
10. Long & Trans Cracking
11. Patching & Util Cut Patching
12. Polished Aggregate
13. Potholes
14. Railroad Crossing
15. Rutting
16. Shoving
17. Slippage Cracking
18. Swell
19. Weathering/Raveling

DISTRESS SEVERITY	QUANTITY								TOTAL	DENSITY %	DEDUCT VALUE
1 M	3,23								3,23	1,29	23
13 M	5,04								5,04	2,02	44
19 M	18								18	7,20	16
										Maksimum =	83

Jumlah Pengurangan Izin Maksimum

$m = 1 + (9/98)(100 - HDV) \leq 10$

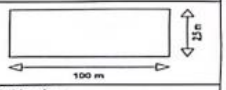
m = 6,14 > 3

No	Deduct Values								TDV	q	CDV
1	44	23	16						83	3	56
2	44	23	2						69	2	52
3	44	2	2						48	1	48
4											
5											
6											
7											
Max CDV										56	
PCI = 100 - Max CDV										44	
Rating										Poor	

Gambar L1. 8 Hasil Perhitungan *PCI* Segmen 4 Arah Jagatamu-Cariu

ROAD PAVEMENT CONDITION SURVEY FORM

ASPHALT SURFACED ROADS AND PARKING LOTS CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT

SKETCH: 

BRANCH : Jl. Cariu - Jagatamu | SECTION : 5 (c-j) | SAMPLE UNIT

SURVEYED BY : | DATE : | SAMPEL AREA : 250

1. Alligator cracking
2. Bleeding
3. Block Cracking
4. Bumps and Sags
5. Corrugation
6. Depression
7. Edge Cracking
8. Jt. Reflection Cracking
9. Lane/Shoulder Drop Off
10. Long & Trans Cracking
11. Patching & Util Cut Patching
12. Polished Aggregate
13. Potholes
14. Railroad Crossing
15. Rutting
16. Shoving
17. Slippage Cracking
18. Swell
19. Weathering/Raveling

DISTRESS SEVERITY	QUANTITY								TOTAL	DENSITY %	DEDUCT VALUE
1M	5,52	7,56							13,08	5,23	39,5
1b M	15,36								15,36	6,14	24
15 M	16,08								16,08	6,43	38
1g M	15,12								15,12	6,05	15
										Maksimum =	116,5

Jumlah Pengurangan Izin Maksimum

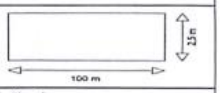
$m = 1 + (9/98)(100 - HDV) \leq 10$ m = 6,56 > 4 ✓

No	Deduct Values								TDV	q	CDV
1	39,5	38	24	15					116,5	4	68
2	39,5	38	24	2					103,5	3	65
3	39,5	38	2	2					81,5	2	59
4	39,5	2	2	2					45,5	1	46
5											
6											
7											
Max CDV									68		
PCI = 100 - Max CDV									32		
Rating									Very Poor		

Gambar L1. 9 Hasil Perhitungan *PCI* Segmen 5 Arah Cariu-Jagatamu

ROAD PAVEMENT CONDITION SURVEY FORM

ASPHALT SURFACED ROADS AND PARKING LOTS CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT

SKETCH: 

BRANCH : Jl. Cariu - Jagatamu | SECTION : 5 (j - c) | SAMPLE UNIT

SURVEYED BY : | DATE : | SAMPEL AREA : 250

1. Alligator cracking
2. Bleeding
3. Block Cracking
4. Bumps and Sags
5. Corrugation
6. Depression
7. Edge Cracking
8. Jt. Reflection Cracking
9. Lane/Shoulder Drop Off
10. Long & Trans Cracking
11. Patching & Util Cut Patching
12. Polished Aggregate
13. Potholes
14. Railroad Crossing
15. Rutting
16. Shoving
17. Slippage Cracking
18. Swell
19. Weathering/Raveling

DISTRESS SEVERITY	QUANTITY								TOTAL	DENSITY %	DEDUCT VALUE
1M	16,10	4,80							20,90	8,36	42
1b M	1,95								1,95	0,78	28
1g	14,95								14,95	5,98	13
										Maksimum =	83

Jumlah Pengurangan Izin Maksimum

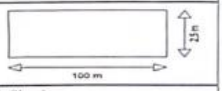
$m = 1 + (9/98)(100 - HDV) \leq 10$ m = 6,33 > 4 3

No	Deduct Values								TDV	q	CDV
1	42	28	13						83	3	54
2	42	28	2						72	2	55
3	42	2	2						46	1	47
4											
5											
6											
7											
Max CDV									55		
PCI = 100 - Max CDV									45		
Rating									Poor		

Gambar L1. 10 Hasil Perhitungan *PCI* Segmen 5 Arah Jagatamu-Cariu

ROAD PAVEMENT CONDITION SURVEY FORM

ASPHALT SURFACED ROADS AND PARKING LOTS CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT

SKETCH: 

BRANCH : Jl. Cariu - Jagatamu | SECTION : 6 (c-j) | SAMPLE UNIT

SURVEYED BY : | DATE : | SAMPEL AREA : 250

1. Alligator cracking	6. Depression	11. Patching & Util Cut Patching	16. Shoving
2. Bleeding	7. Edge Cracking	12. Polished Aggregate	17. Slippage Cracking
3. Block Cracking	8. Jt. Reflection Cracking	13. Potholes	18. Swell
4. Bumps and Sags	9. Lane/Shoulder Drop Off	14. Railroad Crossing	19. Weathering/Raveling
5. Corrugation	10. Long & Trans Cracking	15. Rutting	

DISTRESS SEVERITY	QUANTITY								TOTAL	DENSITY %	DEDUCT VALUE
1L	6,4								6,4	2,56	18
1M	5,52	8,40							13,92	5,57	39
3M	8,28								8,28	3,31	9
15M	10,35								10,35	4,14	35
19M	15,60								15,60	6,24	15
										Maksimum =	116

Jumlah Pengurangan Izin Maksimum

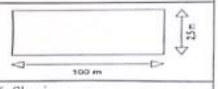
$m = 1 + (9/98)(100 - HDV) \leq 10$ m = 6,6 > 4 5 8

No	Deduct Values								TDV	q	CDV
1	39	35	18	15	9				116	5	62
2	39	35	18	15	2				109	4	63
3	39	35	18	2	2				96	3	60
4	39	35	2	2	2				80	2	55
5	39	2	2	2	2				47	1	45
6											
7											
Max CDV									63		
PCI = 100 - Max CDV									37		
Rating									Very poor		

Gambar L1. 11 Hasil Perhitungan *PCI* Segmen 6 Arah Cariu-Jagatamu

ROAD PAVEMENT CONDITION SURVEY FORM

ASPHALT SURFACED ROADS AND PARKING LOTS CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT

SKETCH: 

BRANCH : Jl. Cariu - Jagatamu | SECTION : 6 (j-c) | SAMPLE UNIT

SURVEYED BY : | DATE : | SAMPEL AREA : 250

1. Alligator cracking	6. Depression	11. Patching & Util Cut Patching	16. Shoving
2. Bleeding	7. Edge Cracking	12. Polished Aggregate	17. Slippage Cracking
3. Block Cracking	8. Jt. Reflection Cracking	13. Potholes	18. Swell
4. Bumps and Sags	9. Lane/Shoulder Drop Off	14. Railroad Crossing	19. Weathering/Raveling
5. Corrugation	10. Long & Trans Cracking	15. Rutting	

DISTRESS SEVERITY	QUANTITY								TOTAL	DENSITY %	DEDUCT VALUE
1M	5,52	7,35	4,37						17,24	6,90	41
3M	12,88								12,88	5,15	11
15M	6,90								6,90	2,76	28
19M	14,40								14,40	5,76	14
										Maksimum =	94

Jumlah Pengurangan Izin Maksimum

$m = 1 + (9/98)(100 - HDV) \leq 10$ m = 6,42 > 4 8

No	Deduct Values								TDV	q	CDV
1	41	28	14	11					94	4	54
2	41	28	14	2					85	3	55
3	41	28	2	2					73	2	52
4	41	2	2	2					47	1	46
5											
6											
7											
Max CDV									55		
PCI = 100 - Max CDV									45		
Rating									Very poor		

Gambar L1. 12 Hasil Perhitungan *PCI* Segmen 6 Arah Jagatamu-Cariu

ROAD PAVEMENT CONDITION SURVEY FORM

ASPHALT SURFACED ROADS AND PARKING LOTS CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT

SKETCH: 23 m, 100 m

BRANCH : Jl. Cariu - Jagatamu | SECTION : 7 (C-J) | SAMPLE UNIT

SURVEYED BY : | DATE : | SAMPEL AREA : 250

1. Alligator cracking	6. Depression	11. Patching & Util Cut Patching	16. Shoving
2. Bleeding	7. Edge Cracking	12. Polished Aggregate	17. Slippage Cracking
3. Block Cracking	8. Jt. Reflection Cracking	13. Potholes	18. Swell
4. Bumps and Sags	9. Lane/Shoulder Drop Off	14. Railroad Crossing	19. Weathering/Raveling
5. Corrugation	10. Long & Trans Cracking	15. Rutting	

DISTRESS SEVERITY	QUANTITY								TOTAL	DENSITY %	DEDUCT VALUE
1L	6,24								6,24	2,50	18
1M	5,52	7,56							13,08	5,23	38
1S M	10,56								10,56	4,22	35
1g M	10,80								10,80	4,32	13
										Maksimum =	104

Jumlah Pengurangan Izin Maksimum

$m = 1 + (9/98)(100 - HDV) \leq 10$ m = 6,69 > 4 8

No	Deduct Values								TDV	q	CDV
1	38	35	18	13					104	4	62
2	38	35	18	2					93	3	58
3	38	35	2	2					77	2	56
4	38	2	2	2					44	1	45
5											
6											
7											
Max CDV									62		
PCI = 100 - Max CDV									38		
Rating									Very Poor		

Gambar L1. 13 Hasil Perhitungan *PCI* Segmen 7 Arah Cariu-Jagatamu

ROAD PAVEMENT CONDITION SURVEY FORM

ASPHALT SURFACED ROADS AND PARKING LOTS CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT

SKETCH: 23 m, 100 m

BRANCH : Jl. Cariu - Jagatamu | SECTION : 7 (J-C) | SAMPLE UNIT

SURVEYED BY : | DATE : | SAMPEL AREA : 250

1. Alligator cracking	6. Depression	11. Patching & Util Cut Patching	16. Shoving
2. Bleeding	7. Edge Cracking	12. Polished Aggregate	17. Slippage Cracking
3. Block Cracking	8. Jt. Reflection Cracking	13. Potholes	18. Swell
4. Bumps and Sags	9. Lane/Shoulder Drop Off	14. Railroad Crossing	19. Weathering/Raveling
5. Corrugation	10. Long & Trans Cracking	15. Rutting	

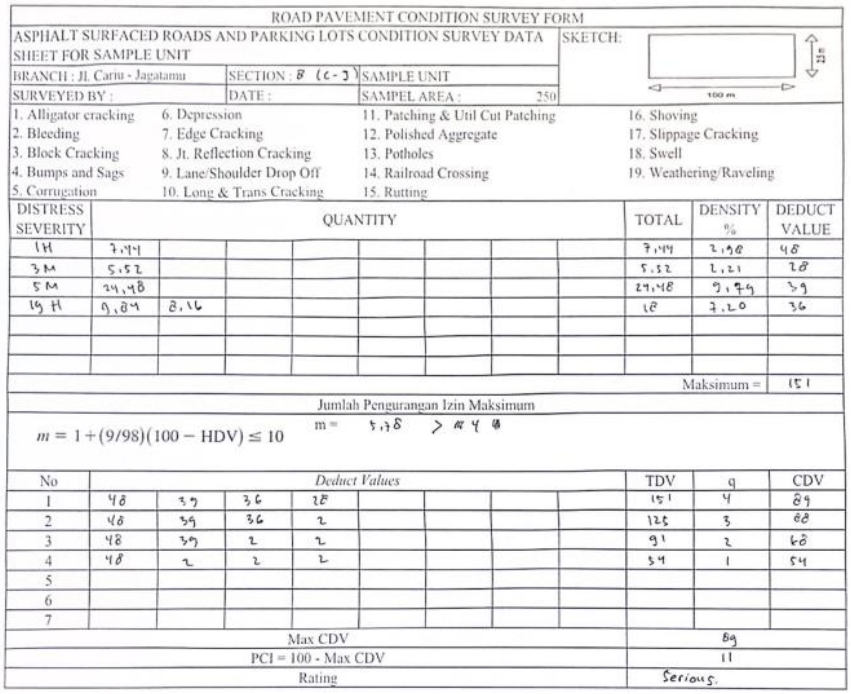
DISTRESS SEVERITY	QUANTITY								TOTAL	DENSITY %	DEDUCT VALUE
1L	15,84								15,84	6,34	28
1M	5,52	11,76							17,28	6,91	43
1S M	16,08								16,08	6,43	38
1g M	12,42								12,42	4,97	13,5
										Maksimum =	122,5

Jumlah Pengurangan Izin Maksimum

$m = 1 + (9/98)(100 - HDV) \leq 10$ m = 6,23 > 4 8

No	Deduct Values								TDV	q	CDV
1	43	38	28	13,5					122,5	4	72
2	43	38	28	2					111	3	68
3	43	38	2	2					85	2	62
4	43	2	2	2					49	1	49
5											
6											
7											
Max CDV									72		
PCI = 100 - Max CDV									28		
Rating									Very Poor		

Gambar L1. 14 Hasil Perhitungan *PCI* Segmen 7 Arah Jagatamu-Cariu



ROAD PAVEMENT CONDITION SURVEY FORM

ASPHALT SURFACED ROADS AND PARKING LOTS CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT

SKETCH: 23 m, 100 m

BRANCH : Jl. Cariu - Jagatamu | SECTION : B (C-J) | SAMPLE UNIT

SURVEYED BY : | DATE : | SAMPEL AREA : 250

1. Alligator cracking	6. Depression	11. Patching & Util Cut Patching	16. Shoving
2. Bleeding	7. Edge Cracking	12. Polished Aggregate	17. Slippage Cracking
3. Block Cracking	8. Jt. Reflection Cracking	13. Potholes	18. Swell
4. Bumps and Sags	9. Lane/Shoulder Drop Off	14. Railroad Crossing	19. Weathering/Raveling
5. Corrugation	10. Long & Trans Cracking	15. Rutting	

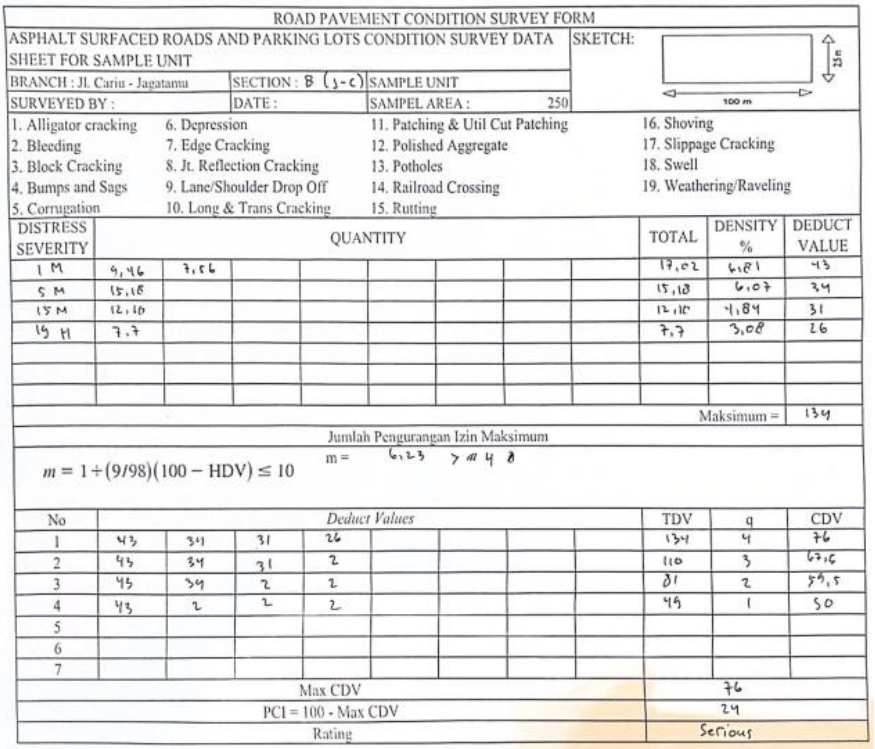
DISTRESS SEVERITY	QUANTITY								TOTAL	DENSITY %	DEDUCT VALUE
LH	7,44								7,44	2,98	48
3 M	5,52								5,52	2,21	28
5 M	24,48								29,48	9,79	39
19 H	9,84	8,16							18	7,20	36
										Maksimum =	151

Jumlah Pengurangan Izin Maksimum

$m = 1 + (9/98)(100 - HDV) \leq 10$ m = 5,38 > 4 ✓

No	Deduct Values								TDV	q	CDV
1	48	39	36	28					151	4	89
2	48	39	36	2					125	3	88
3	48	39	2	2					91	2	68
4	48	2	2	2					54	1	54
5											
6											
7											
Max CDV									89		
PCI = 100 - Max CDV									11		
Rating									Serious		

Gambar L1. 15 Hasil Perhitungan *PCI* Segmen 8 Arah Jagatamu-Cariu



ROAD PAVEMENT CONDITION SURVEY FORM

ASPHALT SURFACED ROADS AND PARKING LOTS CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT

SKETCH: 23 m, 100 m

BRANCH : Jl. Cariu - Jagatamu | SECTION : B (J-C) | SAMPLE UNIT

SURVEYED BY : | DATE : | SAMPEL AREA : 250

1. Alligator cracking	6. Depression	11. Patching & Util Cut Patching	16. Shoving
2. Bleeding	7. Edge Cracking	12. Polished Aggregate	17. Slippage Cracking
3. Block Cracking	8. Jt. Reflection Cracking	13. Potholes	18. Swell
4. Bumps and Sags	9. Lane/Shoulder Drop Off	14. Railroad Crossing	19. Weathering/Raveling
5. Corrugation	10. Long & Trans Cracking	15. Rutting	

DISTRESS SEVERITY	QUANTITY								TOTAL	DENSITY %	DEDUCT VALUE
1 M	9,46	7,56							17,02	6,81	43
5 M	15,18								15,18	6,07	34
15 M	12,10								12,10	4,84	31
19 H	7,7								7,7	3,08	26
										Maksimum =	134

Jumlah Pengurangan Izin Maksimum

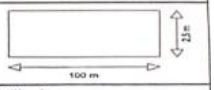
$m = 1 + (9/98)(100 - HDV) \leq 10$ m = 6,23 > 4 ✓

No	Deduct Values								TDV	q	CDV
1	43	34	31	26					134	4	76
2	43	34	31	2					110	3	67,5
3	43	34	2	2					81	2	59,5
4	43	2	2	2					49	1	50
5											
6											
7											
Max CDV									76		
PCI = 100 - Max CDV									24		
Rating									Serious		

Gambar L1. 16 Hasil Perhitungan *PCI* Segmen 8 Arah Jagatamu-Cariu

ROAD PAVEMENT CONDITION SURVEY FORM

ASPHALT SURFACED ROADS AND PARKING LOTS CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT

SKETCH: 

BRANCH : Jl. Cariu - Jagatamu | SECTION : 9 (C-J) | SAMPLE UNIT

SURVEYED BY : | DATE : | SAMPEL AREA : 250

1. Alligator cracking 6. Depression 11. Patching & Util Cut Patching 16. Shoving
2. Bleeding 7. Edge Cracking 12. Polished Aggregate 17. Slippage Cracking
3. Block Cracking 8. Jt. Reflection Cracking 13. Potholes 18. Swell
4. Bumps and Sags 9. Lane/Shoulder Drop Off 14. Railroad Crossing 19. Weathering/Raveling
5. Corrugation 10. Long & Trans Cracking 15. Rutting

DISTRESS SEVERITY	QUANTITY								TOTAL	DENSITY %	DEDUCT VALUE
1L	3,20								3,20	1,28	12
1M	7,92	9,66							17,58	7,03	42
3 M	8,64								8,64	3,46	10
15M	13,68								13,68	5,47	38
19 M	14,88								14,88	5,95	15
										Maksimum =	117

Jumlah Pengurangan Izin Maksimum

$m = 1 + (9/98)(100 - \text{HDV}) \leq 10$ m = 6,33 > 10 5 8

No	Deduct Values								TDV	q	CDV
1	42	38	15	12	10				117	5	62
2	42	38	15	12	2				109	4	61
3	42	38	15	2	2				99	3	61,5
4	42	38	2	2	2				86	2	60
5	42	2	2	2	2				50	1	50
6											
7											
Max CDV									62		
PCI = 100 - Max CDV									38		
Rating									Very Poor		

Gambar L1. 17 Hasil Perhitungan *PCI* Segmen 9 Arah Cariu-Jagatamu

ROAD PAVEMENT CONDITION SURVEY FORM

ASPHALT SURFACED ROADS AND PARKING LOTS CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT

SKETCH: 

BRANCH : Jl. Cariu - Jagatamu | SECTION : 9 (J-C) | SAMPLE UNIT

SURVEYED BY : | DATE : | SAMPEL AREA : 250

1. Alligator cracking 6. Depression 11. Patching & Util Cut Patching 16. Shoving
2. Bleeding 7. Edge Cracking 12. Polished Aggregate 17. Slippage Cracking
3. Block Cracking 8. Jt. Reflection Cracking 13. Potholes 18. Swell
4. Bumps and Sags 9. Lane/Shoulder Drop Off 14. Railroad Crossing 19. Weathering/Raveling
5. Corrugation 10. Long & Trans Cracking 15. Rutting

DISTRESS SEVERITY	QUANTITY								TOTAL	DENSITY %	DEDUCT VALUE
1L	11,04								11,04	4,42	28 26
1M	4,37	5,25	2,85						12,47	4,99	36
15 M	13,20								13,20	5,28	35
19 H	8,05								8,05	3,22	25
										Maksimum =	124

Jumlah Pengurangan Izin Maksimum

$m = 1 + (9/98)(100 - \text{HDV}) \leq 10$ m = 6,69 > 10 4 8

No	Deduct Values								TDV	q	CDV
1	38	35	26	26					124	4	72
2	38	35	26	2					101	3	64
3	38	35	2	2					77	2	56,5
4	38	2	2	2					44	1	44
5											
6											
7											
Max CDV									72		
PCI = 100 - Max CDV									28		
Rating									Very Poor		

Gambar L1. 18 Hasil Perhitungan *PCI* Segmen 9 Arah Jagatamu-Cariu

ROAD PAVEMENT CONDITION SURVEY FORM

ASPHALT SURFACED ROADS AND PARKING LOTS CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT

SKETCH: 23 m, 100 m

BRANCH : Jl. Cariu - Jagatamu | SECTION : 10 (c-j) | SAMPLE UNIT

SURVEYED BY : | DATE : | SAMPEL AREA : 250

1. Alligator cracking 2. Bleeding 3. Block Cracking 4. Bumps and Sags 5. Corrugation
6. Depression 7. Edge Cracking 8. Jt. Reflection Cracking 9. Lane/Shoulder Drop Off 10. Long & Trans Cracking
11. Patching & Util Cut Patching 12. Polished Aggregate 13. Potholes 14. Railroad Crossing 15. Rutting
16. Shoving 17. Slippage Cracking 18. Swell 19. Weathering/Raveling

DISTRESS SEVERITY	QUANTITY								TOTAL	DENSITY %	DEDUCT VALUE
1L	8,05								8,05	3,22	24
1M	5,52	4,83							10,35	4,14	37
13	1,08								1,08	0,43	10
15	8,88								8,88	3,55	31
19	3,60								3,60	1,44	38
										Maksimum =	140

Jumlah Pengurangan Izin Maksimum

$m = 1 + (9/98)(100 - HDV) \leq 10$ m = 6,69 > 2 5 8

No	Deduct Values								TDV	q	CDV
1	38	37	31	24	10				140	5	80
2	38	37	31	2+1	2				132	4	81
3	38	37	31	1	2				110	3	65
4	38	37	2	2	2				81	2	58
5	38	2	1	1	2				46	1	45
6											
7											
Max CDV									81		
PCI = 100 - Max CDV									19		
Rating									Serious		

Gambar L1. 19 Hasil Perhitungan *PCI* Segmen 10 Arah Cariu-Jagatamu

ROAD PAVEMENT CONDITION SURVEY FORM

ASPHALT SURFACED ROADS AND PARKING LOTS CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT

SKETCH: 23 m, 100 m

BRANCH : Jl. Cariu - Jagatamu | SECTION : 10 (j - c) | SAMPLE UNIT

SURVEYED BY : | DATE : | SAMPEL AREA : 250

1. Alligator cracking 2. Bleeding 3. Block Cracking 4. Bumps and Sags 5. Corrugation
6. Depression 7. Edge Cracking 8. Jt. Reflection Cracking 9. Lane/Shoulder Drop Off 10. Long & Trans Cracking
11. Patching & Util Cut Patching 12. Polished Aggregate 13. Potholes 14. Railroad Crossing 15. Rutting
16. Shoving 17. Slippage Cracking 18. Swell 19. Weathering/Raveling

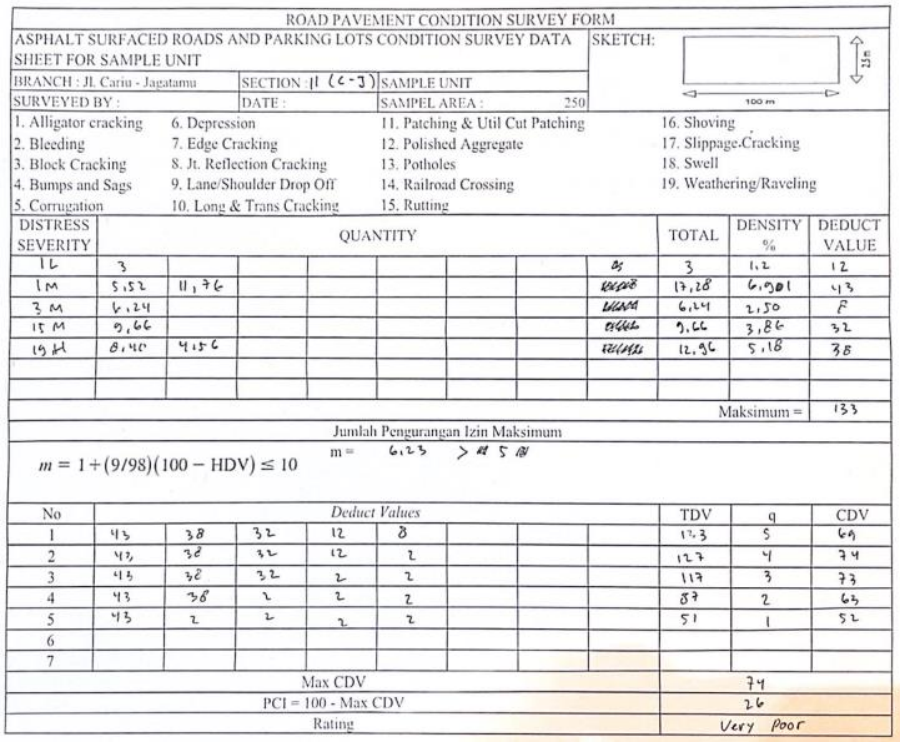
DISTRESS SEVERITY	QUANTITY								TOTAL	DENSITY %	DEDUCT VALUE
1L	13,20								13,20	5,28	28
1M	5,52	7,35							12,87	5,15	39
15 M	14,93								14,93	5,98	37
19 H	15,60								15,60	6,24	34
										Maksimum =	130

Jumlah Pengurangan Izin Maksimum

$m = 1 + (9/98)(100 - HDV) \leq 10$ m = 6,60 > 4 A

No	Deduct Values								TDV	q	CDV
1	39	37	34	20					130	4	78
2	39	37	34	2					106	3	72
3	39	37	2	2					80	2	58,5
4	39	2	2	2					45	1	44,5
5											
6											
7											
Max CDV									78		
PCI = 100 - Max CDV									22		
Rating									Serious		

Gambar L1. 20 Hasil Perhitungan *PCI* Segmen 10 Arah Jagatamu-Cariu



ROAD PAVEMENT CONDITION SURVEY FORM

ASPHALT SURFACED ROADS AND PARKING LOTS CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT

SKETCH: 2.5 m, 100 m

BRANCH : Jl. Cariu - Jagatamu | SECTION : II (C-J) | SAMPLE UNIT

SURVEYED BY : | DATE : | SAMPEL AREA : 250

1. Alligator cracking	6. Depression	11. Patching & Util Cut Patching	16. Shoving
2. Bleeding	7. Edge Cracking	12. Polished Aggregate	17. Slippage Cracking
3. Block Cracking	8. Jt. Reflection Cracking	13. Potholes	18. Swell
4. Bumps and Sags	9. Lane/Shoulder Drop Off	14. Railroad Crossing	19. Weathering/Raveling
5. Corrugation	10. Long & Trans Cracking	15. Rutting	

DISTRESS SEVERITY	QUANTITY								TOTAL	DENSITY %	DEDUCT VALUE
1L	3							05	3	1,2	12
1M	5,52	11,76						[illegible]	17,28	6,901	43
3 M	6,24							[illegible]	6,24	2,50	8
15 M	9,66							[illegible]	9,66	3,86	32
19 H	8,40	4,56						[illegible]	12,96	5,18	38
										Maksimum =	133

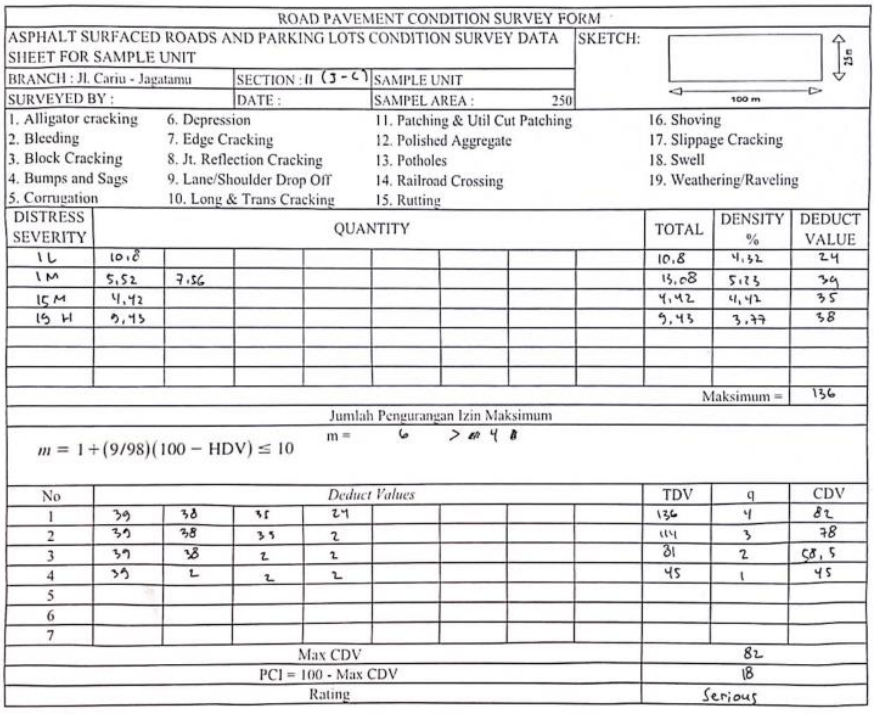
Jumlah Pengurangan Izin Maksimum

$m = 1 + (9/98)(100 - \text{HDV}) \leq 10$

m = 6,23 > [illegible]

No	Deduct Values								TDV	q	CDV
1	43	38	32	12	8				133	5	69
2	43	38	32	12	2				127	4	74
3	43	38	32	2	2				117	3	73
4	43	38	2	2	2				87	2	63
5	43	2	2	2	2				51	1	52
6											
7											
Max CDV									74		
PCI = 100 - Max CDV									26		
Rating									Very Poor		

Gambar L1. 21 Hasil Perhitungan *PCI* Segmen 11 Arah Cariu-Jagatamu



ROAD PAVEMENT CONDITION SURVEY FORM

ASPHALT SURFACED ROADS AND PARKING LOTS CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT

SKETCH: 2.5 m, 100 m

BRANCH : Jl. Cariu - Jagatamu | SECTION : II (J-C) | SAMPLE UNIT

SURVEYED BY : | DATE : | SAMPEL AREA : 250

1. Alligator cracking	6. Depression	11. Patching & Util Cut Patching	16. Shoving
2. Bleeding	7. Edge Cracking	12. Polished Aggregate	17. Slippage Cracking
3. Block Cracking	8. Jt. Reflection Cracking	13. Potholes	18. Swell
4. Bumps and Sags	9. Lane/Shoulder Drop Off	14. Railroad Crossing	19. Weathering/Raveling
5. Corrugation	10. Long & Trans Cracking	15. Rutting	

DISTRESS SEVERITY	QUANTITY								TOTAL	DENSITY %	DEDUCT VALUE
1L	10,8								10,8	4,32	24
1M	5,52	7,56							13,08	5,23	39
15 M	4,42								4,42	4,42	35
19 H	9,43								9,43	3,77	38
										Maksimum =	136

Jumlah Pengurangan Izin Maksimum

$m = 1 + (9/98)(100 - \text{HDV}) \leq 10$

m = 6 > [illegible]

No	Deduct Values								TDV	q	CDV
1	39	38	35	24					136	4	82
2	39	38	35	2					114	3	78
3	39	38	2	2					81	2	58,5
4	39	2	2	2					45	1	45
5											
6											
7											
Max CDV									82		
PCI = 100 - Max CDV									18		
Rating									Serious		

Gambar L1. 22 Hasil Perhitungan *PCI* Segmen 11 Arah Jagatamu-Cariu

ROAD PAVEMENT CONDITION SURVEY FORM

ASPHALT SURFACED ROADS AND PARKING LOTS CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT

SKETCH: 25m, 100 m

BRANCH : Jl. Cariu - Jagatamu | SECTION : 12 (c-j) | SAMPLE UNIT

SURVEYED BY : | DATE : | SAMPEL AREA : 250

1. Alligator cracking 2. Bleeding 3. Block Cracking 4. Bumps and Sags 5. Corrugation
6. Depression 7. Edge Cracking 8. Jt. Reflection Cracking 9. Lane/Shoulder Drop Off 10. Long & Trans Cracking
11. Patching & Util Cut Patching 12. Polished Aggregate 13. Potholes 14. Railroad Crossing 15. Rutting
16. Shoving 17. Slippage Cracking 18. Swell 19. Weathering/Raveling

DISTRESS SEVERITY	QUANTITY								TOTAL	DENSITY %	DEDUCT VALUE
1M	5,72	9,66							15,38	6,15	41
1H	4,20								4,20	1,68	37
5M	12								12	4,80	28
15M	11,04								11,04	4,42	33
19H	9								9	3,60	27
										Maksimum =	166

Jumlah Pengurangan Izin Maksimum

$m = 1 + (9/98)(100 - HDV) \leq 10$ m = 6,42 > 10 5 8

No	Deduct Values								TDV	q	CDV
1	41	37	33	28	27				166	5	82
2	41	37	33	28	2				141	4	79
3	41	37	33	2	2				115	3	72
4	41	37	2	2	2				84	2	61
5	41	2	2	2	2				49	1	48
6											
7											
Max CDV									82		
PCI = 100 - Max CDV									18		
Rating									Serious		

Gambar L1. 23 Hasil Perhitungan *PCI* Segmen 12 Arah Cariu-Jagatamu

ROAD PAVEMENT CONDITION SURVEY FORM

ASPHALT SURFACED ROADS AND PARKING LOTS CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT

SKETCH: 25m, 100 m

BRANCH : Jl. Cariu - Jagatamu | SECTION : 12 (j-c) | SAMPLE UNIT

SURVEYED BY : | DATE : | SAMPEL AREA : 250

1. Alligator cracking 2. Bleeding 3. Block Cracking 4. Bumps and Sags 5. Corrugation
6. Depression 7. Edge Cracking 8. Jt. Reflection Cracking 9. Lane/Shoulder Drop Off 10. Long & Trans Cracking
11. Patching & Util Cut Patching 12. Polished Aggregate 13. Potholes 14. Railroad Crossing 15. Rutting
16. Shoving 17. Slippage Cracking 18. Swell 19. Weathering/Raveling

DISTRESS SEVERITY	QUANTITY								TOTAL	DENSITY %	DEDUCT VALUE
1M	5,52	11,76	5,20						22,48	8,99	47
5M	13,20								13,20	5,28	31
15H	10,80								10,80	4,32	48
19H	14,26								14,26	5,70	36
										Maksimum =	164

Jumlah Pengurangan Izin Maksimum

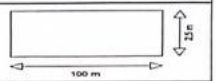
$m = 1 + (9/98)(100 - HDV) \leq 10$ m = 5,28 > 10 4 8

No	Deduct Values								TDV	q	CDV
1	48	47	36	31					164	4	92
2	48	47	36	2					135	3	88
3	48	47	2	2					99	2	70
4	48	2	2	2					54	1	54
5											
6											
7											
Max CDV									92		
PCI = 100 - Max CDV									8		
Rating									Failed		

Gambar L1. 24 Hasil Perhitungan *PCI* Segmen 12 Arah Jagatamu-Cariu

ROAD PAVEMENT CONDITION SURVEY FORM

ASPHALT SURFACED ROADS AND PARKING LOTS CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT

SKETCH: 

BRANCH : Jl. Cariu - Jagatamu | SECTION : 13 (c-j) | SAMPLE UNIT

SURVEYED BY : | DATE : | SAMPEL AREA : 250

1. Alligator cracking
2. Bleeding
3. Block Cracking
4. Bumps and Sags
5. Corrugation
6. Depression
7. Edge Cracking
8. Jt. Reflection Cracking
9. Lane/Shoulder Drop Off
10. Long & Trans Cracking
11. Patching & Util Cut Patching
12. Polished Aggregate
13. Potholes
14. Railroad Crossing
15. Rutting
16. Shoving
17. Slippage Cracking
18. Swell
19. Weathering/Raveling

DISTRESS SEVERITY	QUANTITY								TOTAL	DENSITY %	DEDUCT VALUE
1L	12.40								12,40	4,96	28
1M	7,68	8,82	4,55						21,05	8,42	45
15 H	8,14								8,14	3,26	43
19 H	11,52								11,52	4,61	29
										Maksimum =	145

Jumlah Pengurangan Izin Maksimum

$m = 1 + (9/98)(100 - \text{HDV}) \leq 10$

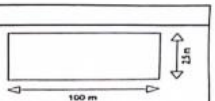
m = 6,05 > 4 ~~10~~ 8

No	Deduct Values								TDV	q	CDV
1	45	43	29	28					145	4	87
2	45	43	29	2					118	3	72
3	45	43	2	2					92	2	66
4	45	2	2	2					51	1	37
5											
6											
7											
Max CDV									87		
PCI = 100 - Max CDV									13		
Rating									Serious		

Gambar L1. 25 Hasil Perhitungan *PCI* Segmen 13 Arah Cariu-Jagatamu

ROAD PAVEMENT CONDITION SURVEY FORM

ASPHALT SURFACED ROADS AND PARKING LOTS CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT

SKETCH: 

BRANCH : Jl. Cariu - Jagatamu | SECTION : 13 (j-c) | SAMPLE UNIT

SURVEYED BY : | DATE : | SAMPEL AREA : 250

1. Alligator cracking
2. Bleeding
3. Block Cracking
4. Bumps and Sags
5. Corrugation
6. Depression
7. Edge Cracking
8. Jt. Reflection Cracking
9. Lane/Shoulder Drop Off
10. Long & Trans Cracking
11. Patching & Util Cut Patching
12. Polished Aggregate
13. Potholes
14. Railroad Crossing
15. Rutting
16. Shoving
17. Slippage Cracking
18. Swell
19. Weathering/Raveling

DISTRESS SEVERITY	QUANTITY								TOTAL	DENSITY %	DEDUCT VALUE
1 H	3,20								3,20	1,26	~~28~~ 31
1M	8,88	7,56							16,44	6,58	41
3 M	5,98								5,98	2,39	8
15 H	~~8,50~~ 8,51								8,51	3,40	42
19 H	5,50								5,50	2,20	22
										Maksimum =	144

Jumlah Pengurangan Izin Maksimum

$m = 1 + (9/98)(100 - \text{HDV}) \leq 10$

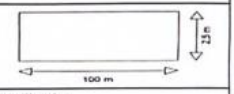
m = 6,33 > 4 5 8

No	Deduct Values								TDV	q	CDV
1	42	41	31	22	8				144	5	81
2	42	41	31	22	2				138	4	84
3	42	41	31	2	2				118	3	74
4	42	41	2	2	2				89	2	64
5	42	2	2	2	2				50	1	52
6											
7											
Max CDV									84		
PCI = 100 - Max CDV									16		
Rating									Serious		

Gambar L1. 26 Hasil Perhitungan *PCI* Segmen 13 Arah Jagatamu-Cariu

ROAD PAVEMENT CONDITION SURVEY FORM

ASPHALT SURFACED ROADS AND PARKING LOTS CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT

SKETCH: 

BRANCH : Jl. Cariu - Jagatamu | SECTION : 14 (c-3) | SAMPLE UNIT

SURVEYED BY : | DATE : | SAMPEL AREA : 250

1. Alligator cracking
2. Bleeding
3. Block Cracking
4. Bumps and Sags
5. Corrugation
6. Depression
7. Edge Cracking
8. Jt. Reflection Cracking
9. Lane/Shoulder Drop Off
10. Long & Trans Cracking
11. Patching & Util Cut Patching
12. Polished Aggregate
13. Potholes
14. Railroad Crossing
15. Rutting
16. Shoving
17. Slippage Cracking
18. Swell
19. Weathering/Raveling

DISTRESS SEVERITY	QUANTITY								TOTAL	DENSITY %	DEDUCT VALUE
1M	5,828	6,44	4,68	6,40					23,180	9,32	45
5M	15,84								15,84	6,34	33
15M	16,08								16,08	6,43	38
19	8,16	3,25							11,65	4,66	12
										Maksimum =	126

Jumlah Pengurangan Izin Maksimum

$m = 1 + (9/98)(100 - HDV) \leq 10$

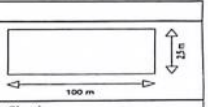
m = 6,05 > ≈ 4 ✓

No	Deduct Values								TDV	q	CDV
1	45	26	33	12					126	4	74
2	45	38	33	2					118	3	60
3	45	38	2	2					87	2	62
4	45	2	2	2					51	1	52
5											
6											
7											
Max CDV										74	
PCI = 100 - Max CDV										26	
Rating										Very Poor	

Gambar L1. 27 Hasil Perhitungan *PCI* Segmen 14 Arah Cariu-Jagatamu

ROAD PAVEMENT CONDITION SURVEY FORM

ASPHALT SURFACED ROADS AND PARKING LOTS CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT

SKETCH: 

BRANCH : Jl. Cariu - Jagatamu | SECTION : 14 (3-c) | SAMPLE UNIT

SURVEYED BY : | DATE : | SAMPEL AREA : 250

1. Alligator cracking
2. Bleeding
3. Block Cracking
4. Bumps and Sags
5. Corrugation
6. Depression
7. Edge Cracking
8. Jt. Reflection Cracking
9. Lane/Shoulder Drop Off
10. Long & Trans Cracking
11. Patching & Util Cut Patching
12. Polished Aggregate
13. Potholes
14. Railroad Crossing
15. Rutting
16. Shoving
17. Slippage Cracking
18. Swell
19. Weathering/Raveling

DISTRESS SEVERITY	QUANTITY								TOTAL	DENSITY %	DEDUCT VALUE
1M	9,84	7,56	4,80						22,20	8,88	44
5M	11,04								11,04	4,42	28
15M	8,4								8,4	3,36	31
19 M	10,56								10,56	4,22	12
										Maksimum =	115

Jumlah Pengurangan Izin Maksimum

$m = 1 + (9/98)(100 - HDV) \leq 10$

m = 6,15 > ≈ 4 ✓

No	Deduct Values								TDV	q	CDV
1	44	31	28	12					115	4	65
2	44	31	28	2					105	3	66
3	44	31	2	2					79	2	54
4	44	2	2	2					50	1	49
5											
6											
7											
Max CDV										66	
PCI = 100 - Max CDV										34	
Rating										Very Poor	

Gambar L1. 28 Hasil Perhitungan *PCI* Segmen 14 Arah Jagatamu-Cariu

ROAD PAVEMENT CONDITION SURVEY FORM

ASPHALT SURFACED ROADS AND PARKING LOTS CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT

SKETCH: 25m, 100 m

BRANCH : Jl. Cariu - Jagatamu | SECTION : 15 (C-J) | SAMPLE UNIT

SURVEYED BY : | DATE : | SAMPEL AREA : 250

1. Alligator cracking	6. Depression	11. Patching & Util Cut Patching	16. Shoving
2. Bleeding	7. Edge Cracking	12. Polished Aggregate	17. Slippage Cracking
3. Block Cracking	8. Jt. Reflection Cracking	13. Potholes	18. Swell
4. Bumps and Sags	9. Lane/Shoulder Drop Off	14. Railroad Crossing	19. Weathering/Raveling
5. Corrugation	10. Long & Trans Cracking	15. Rutting	

DISTRESS SEVERITY	QUANTITY								TOTAL	DENSITY %	DEDUCT VALUE
1M	4,03	11,76	4,96						21,54	8,62	44
5M	6,40								6,40	2,56	25
15M	15,12								15,12	6,05	38
19M	15,60	3,75							19,35	7,74	16
										Maksimum =	123

Jumlah Pengurangan Izin Maksimum

$m = 1 + (9/98)(100 - HDV) \leq 10$ m = 6,14 > ≤ 4 ✓

No	Deduct Values								TDV	q	CDV
1	44	38	25	16					123	4	70
2	44	38	25	2					109	3	66
3	44	38	2	2					86	2	62
4	44	2	2	2					50	1	51
5											
6											
7											
Max CDV									70		
PCI = 100 - Max CDV									30		
Rating									Very Poor		

Gambar L1. 29 Hasil Perhitungan *PCI* Segmen 15 Arah Cariu-Jagatamu

ROAD PAVEMENT CONDITION SURVEY FORM

ASPHALT SURFACED ROADS AND PARKING LOTS CONDITION SURVEY DATA SHEET FOR SAMPLE UNIT

SKETCH: 25m, 100 m

BRANCH : Jl. Cariu - Jagatamu | SECTION : 15 (J - C) | SAMPLE UNIT

SURVEYED BY : | DATE : | SAMPEL AREA : 250

1. Alligator cracking	6. Depression	11. Patching & Util Cut Patching	16. Shoving
2. Bleeding	7. Edge Cracking	12. Polished Aggregate	17. Slippage Cracking
3. Block Cracking	8. Jt. Reflection Cracking	13. Potholes	18. Swell
4. Bumps and Sags	9. Lane/Shoulder Drop Off	14. Railroad Crossing	19. Weathering/Raveling
5. Corrugation	10. Long & Trans Cracking	15. Rutting	

DISTRESS SEVERITY	QUANTITY								TOTAL	DENSITY %	DEDUCT VALUE
1M	5,60	9,66	5,20						20,46	8,18	43
5M	15,84								15,84	6,34	34
15M	7,92								7,92	3,17	31
19M	7,82								7,82	3,13	12
										Maksimum =	120

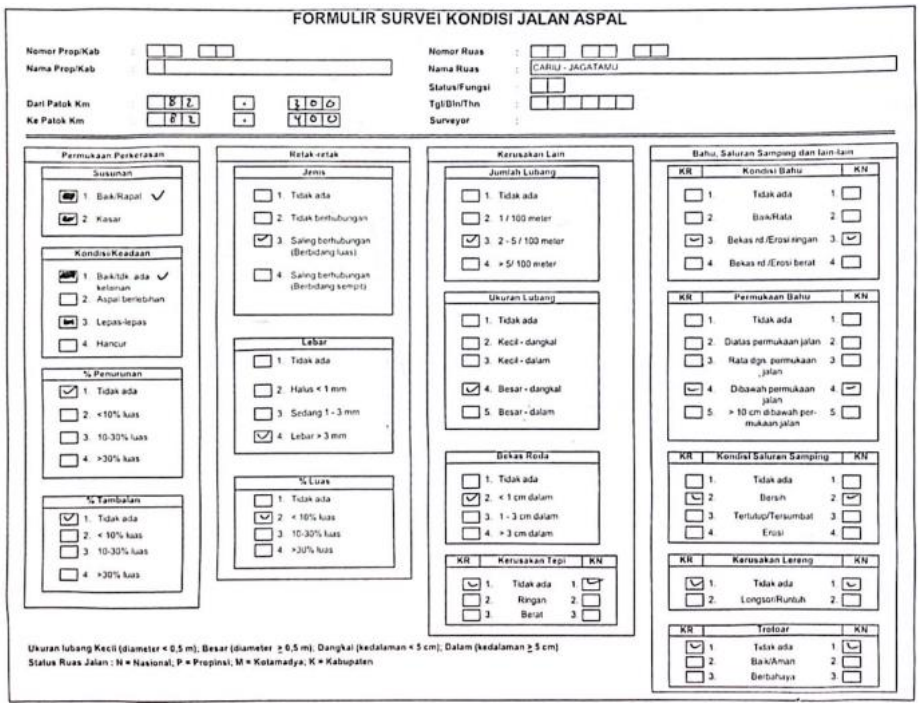
Jumlah Pengurangan Izin Maksimum

$m = 1 + (9/98)(100 - HDV) \leq 10$ m = 6,23 > ≤ 4 ✓

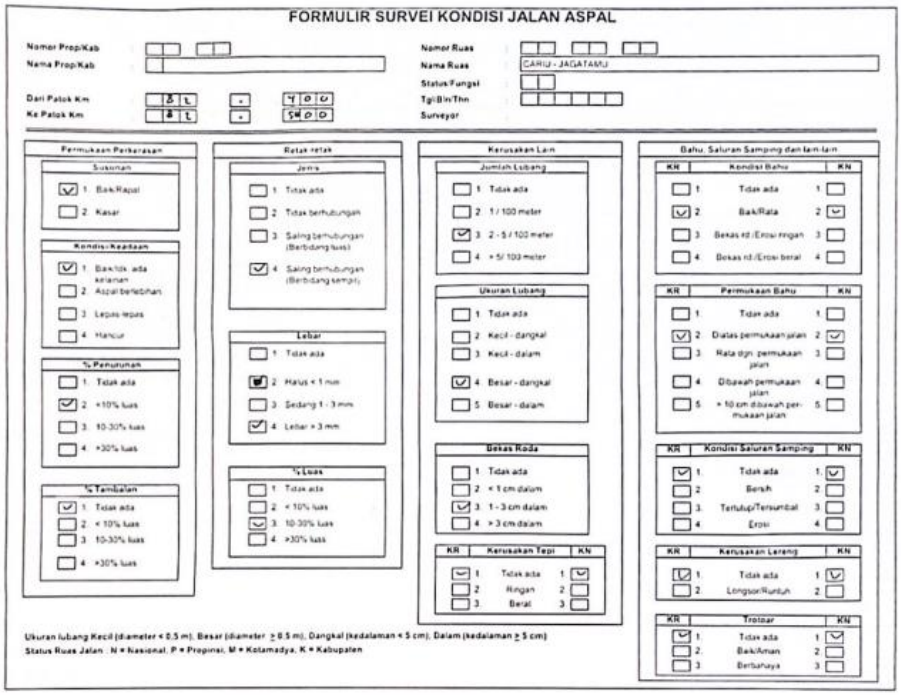
No	Deduct Values								TDV	q	CDV
1	43	34	31	12					120	4	68
2	43	34	31	2					110	3	66
3	43	34	2	2					81	2	59
4	43	2	2	2					49	1	43
5											
6											
7											
Max CDV									68		
PCI = 100 - Max CDV									32		
Rating									Very Poor		

Gambar L1. 30 Hasil Perhitungan *PCI* Segmen 15 Arah Jagatamu-Cariu

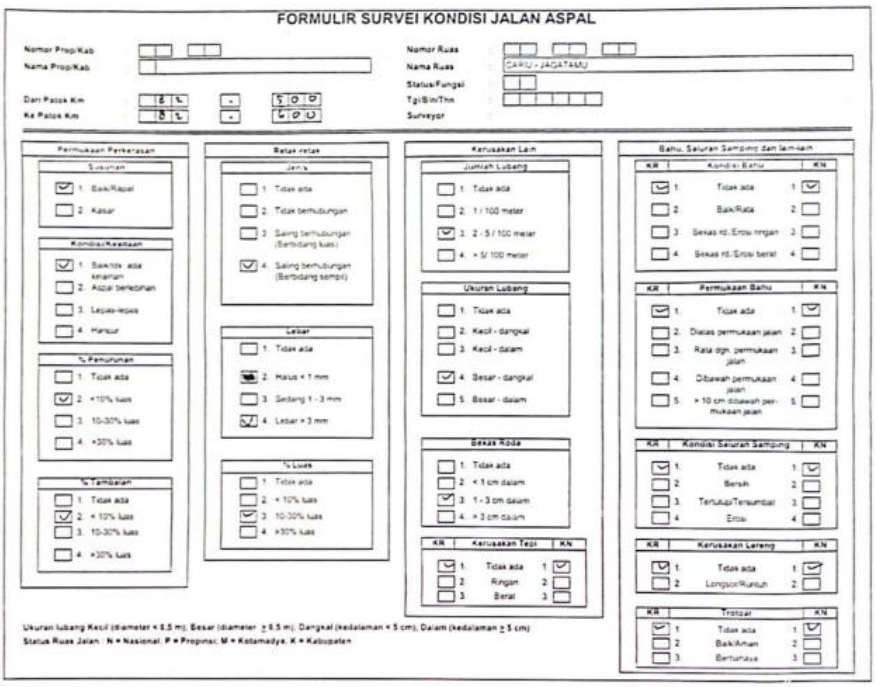
Lampiran 2 Hasil Perhitungan *SDI* Tiap Segmen



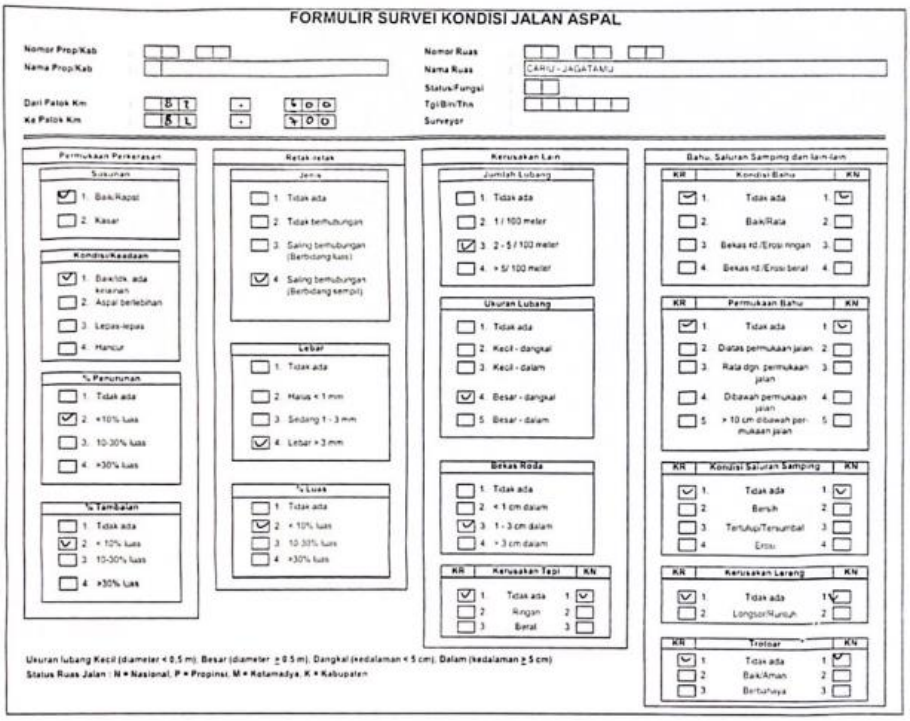
Gambar L2. 1 Hasil Perhitungan *SDI* Segmen 1



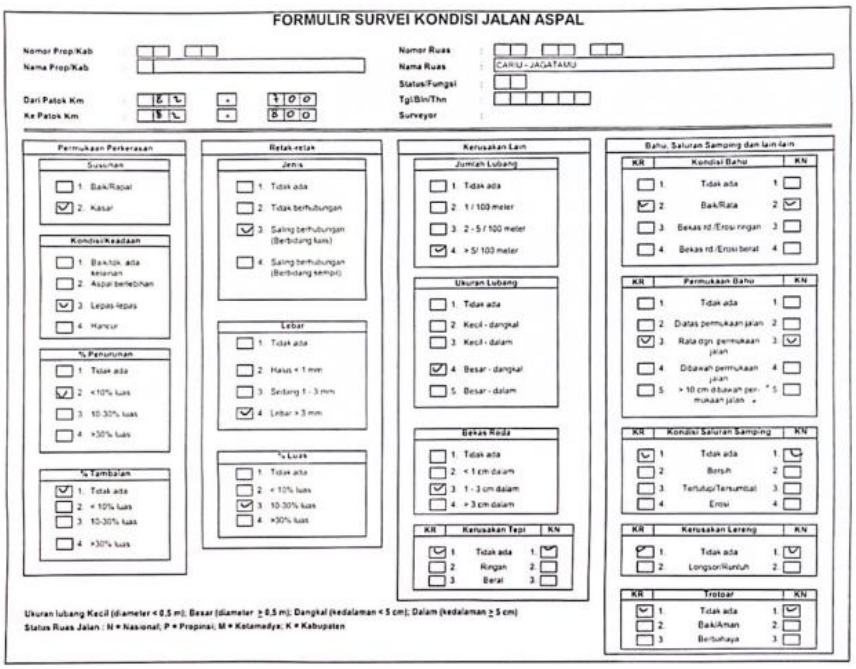
Gambar L2. 2 Hasil Perhitungan *SDI* Segmen 2



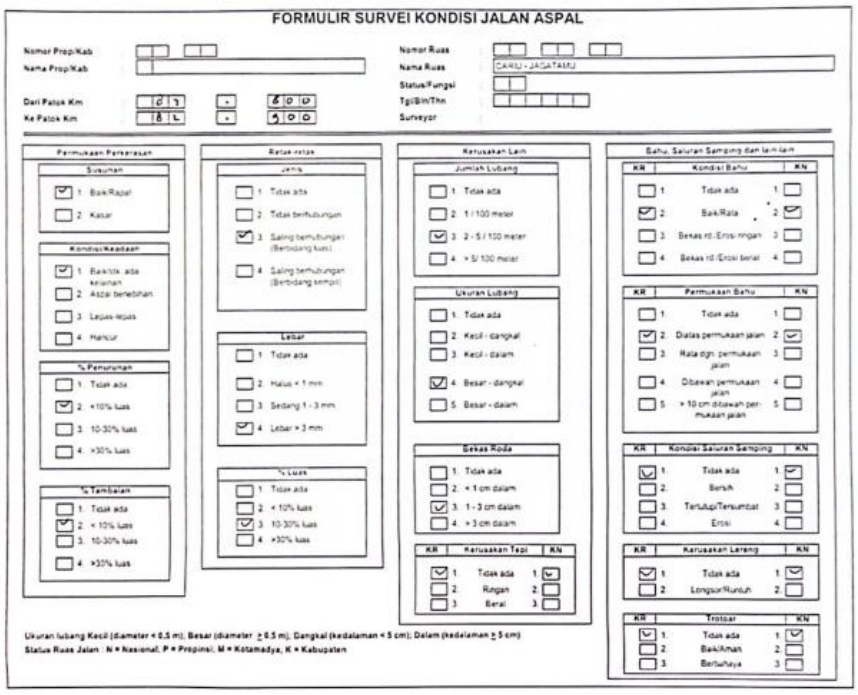
Gambar L2. 3 Hasil Perhitungan *SDI* Segmen 3



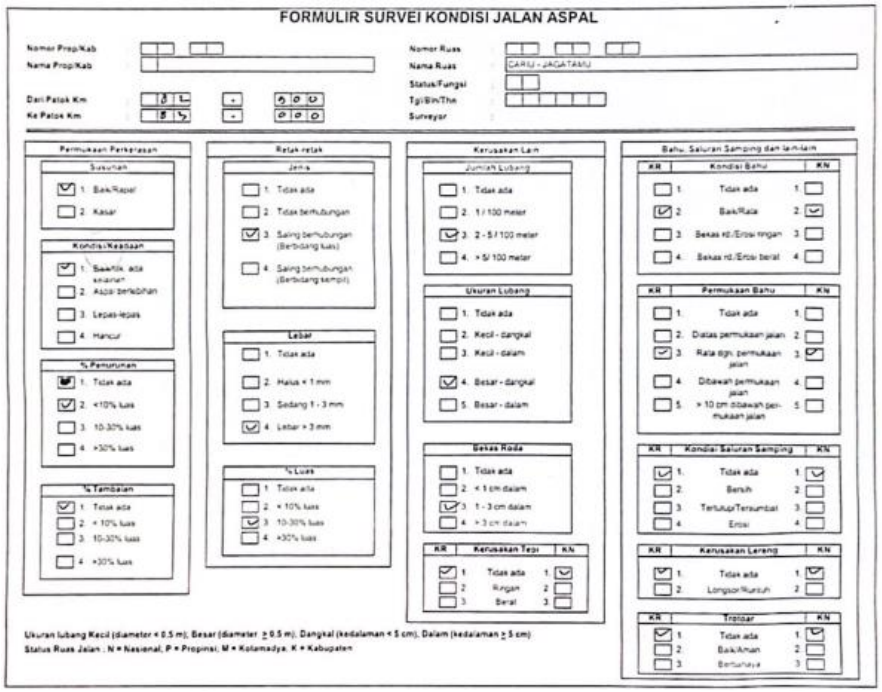
Gambar L2. 4 Hasil Perhitungan *SDI* Segmen 4



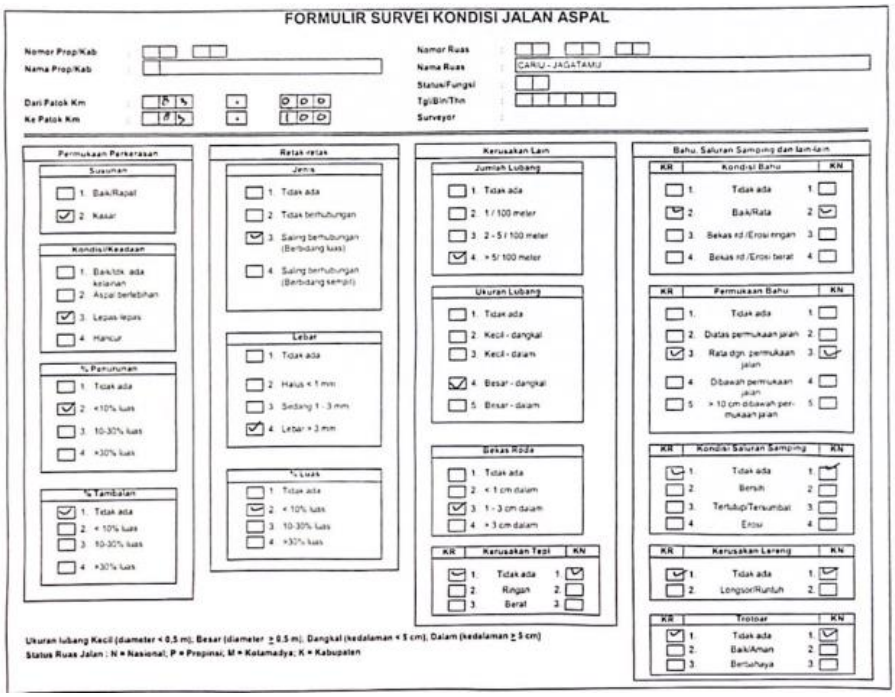
Gambar L2. 5 Hasil Perhitungan *SDI* Segmen 5



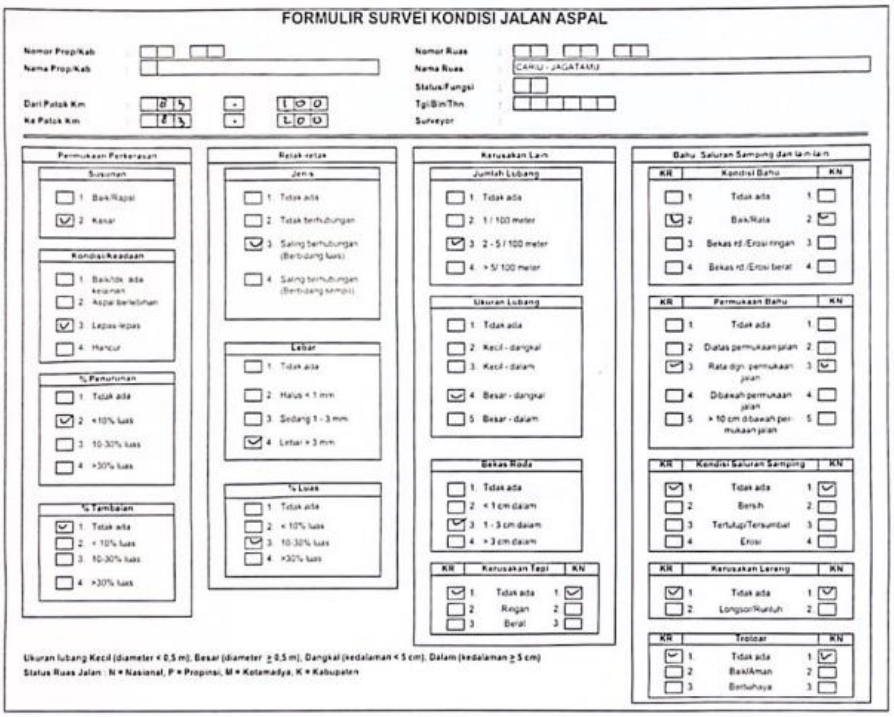
Gambar L2. 6 Hasil Perhitungan *SDI* Segmen 6



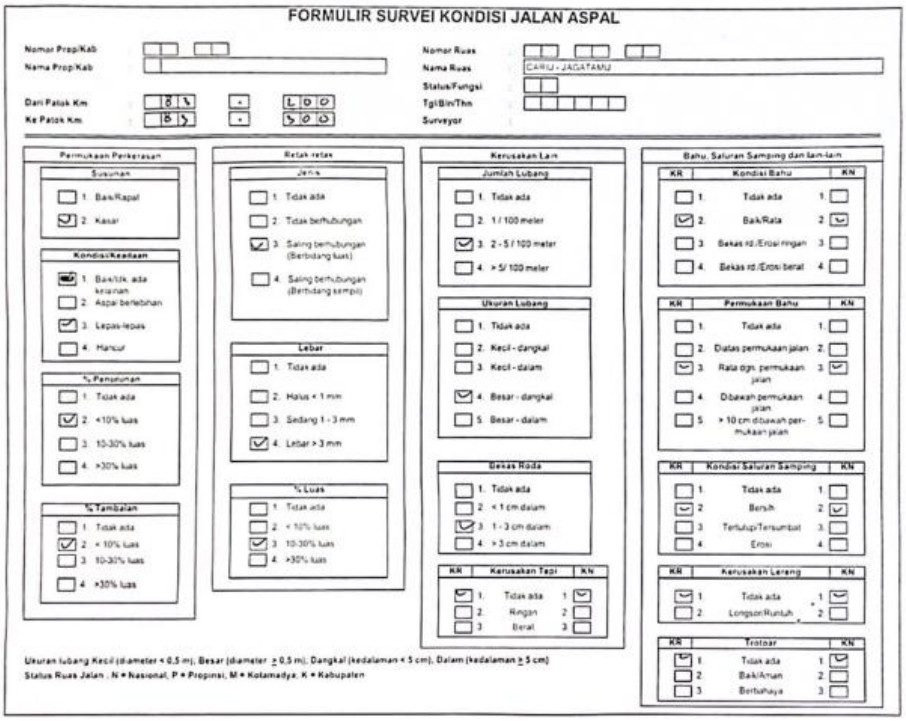
Gambar L2. 7 Hasil Perhitungan *SDI* Segmen 7



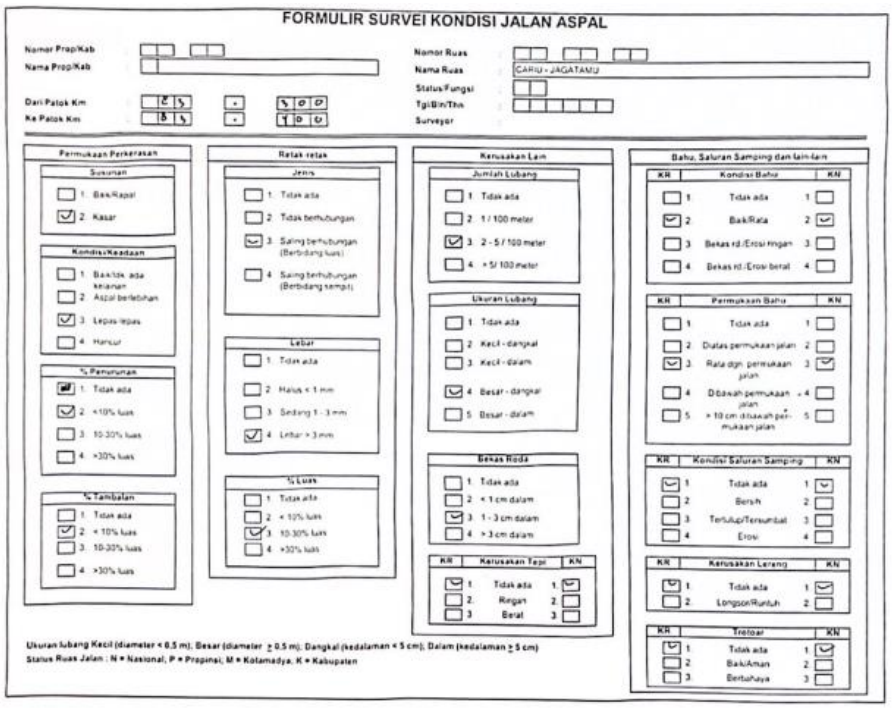
Gambar L2. 8 Hasil Perhitungan *SDI* Segmen 8



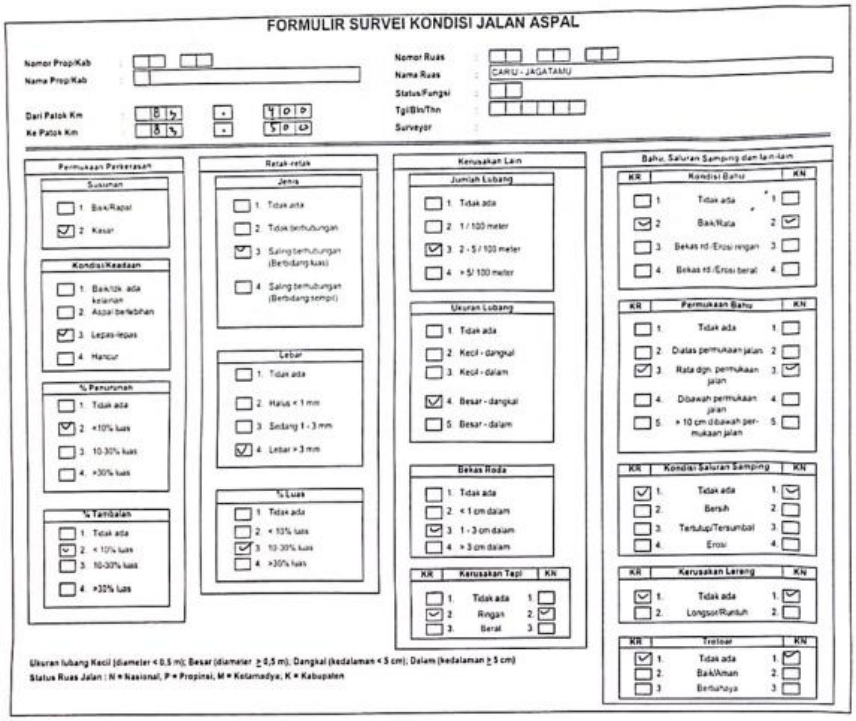
Gambar L2. 9 Hasil Perhitungan *SDI* Segmen 9



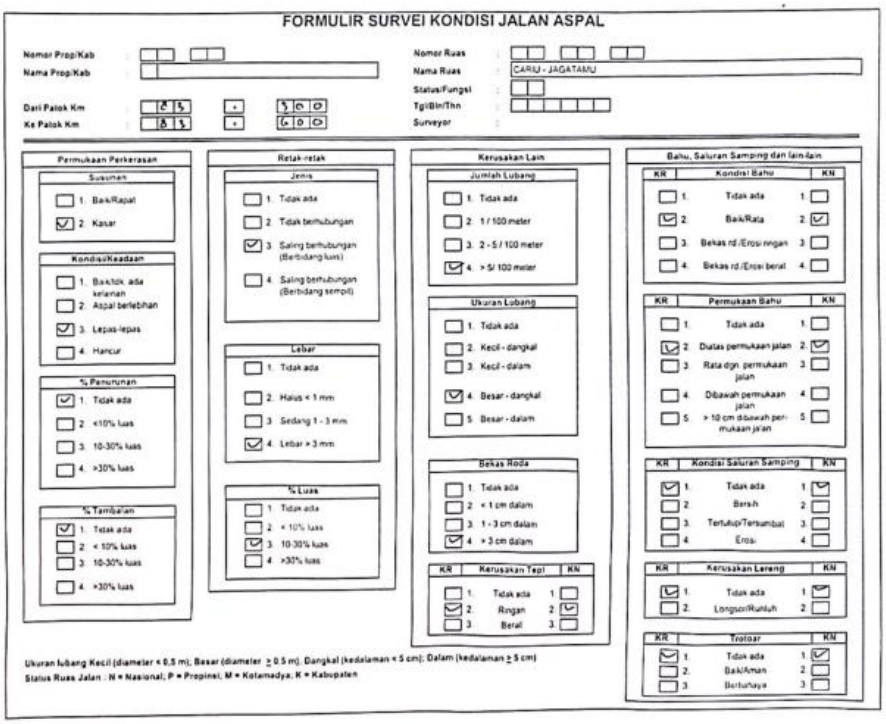
Gambar L2. 10 Hasil Perhitungan *SDI* Segmen 10



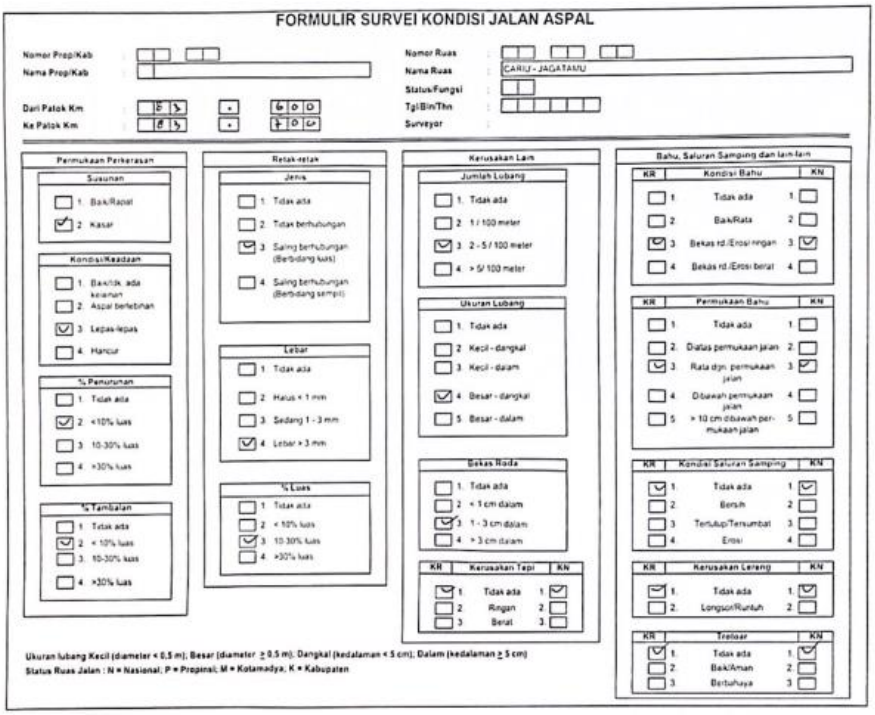
Gambar L2. 11 Hasil Perhitungan *SDI* Segmen 11



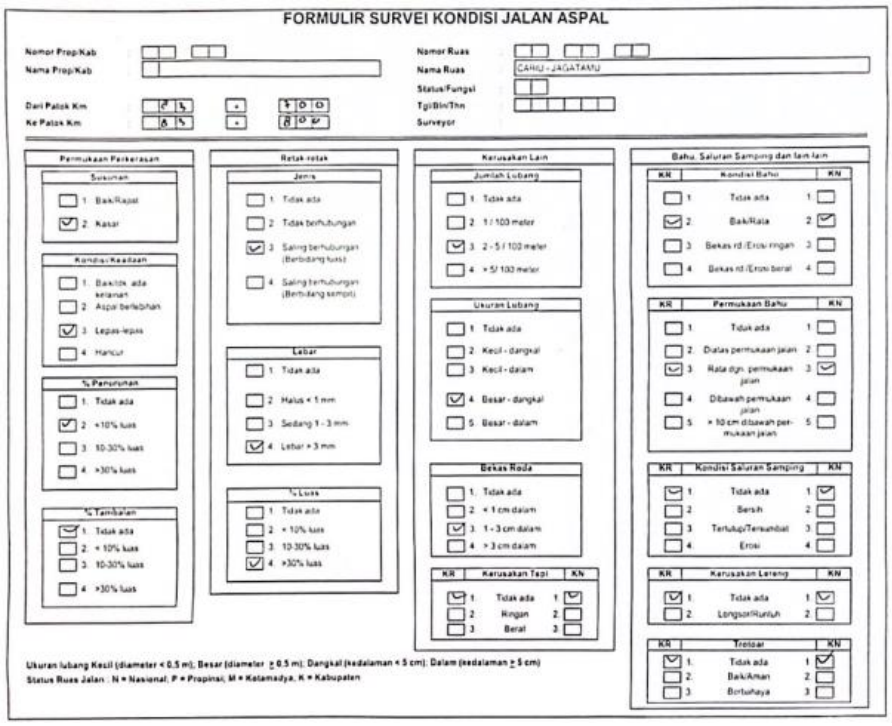
Gambar L2. 12 Hasil Perhitungan *SDI* Segmen 12



Gambar L2. 13 Hasil Perhitungan *SDI* Segmen 13



Gambar L2. 14 Hasil Perhitungan *SDI* Segmen 14



Gambar L2. 15 Hasil Perhitungan *SDI* Segmen 15

Lampiran 3 Hasil Analisis *KENPAVE* pada Perkerasan Eksisting

INPUT FILE NAME -C:*KENPAVE*\eksisting\eksisting 1 rv 001.DAT

NUMBER OF PROBLEMS TO BE SOLVED = 1

TITLE -NPROB

MATL = 1 FOR LINEAR ELASTIC LAYERED SYSTEM
NDAMA = 0, SO DAMAGE ANALYSIS WILL NOT BE PERFORMED
NUMBER OF PERIODS PER YEAR (NPY) = 1
NUMBER OF LOAD GROUPS (NLG) = 1
TOLERANCE FOR INTEGRATION (DEL) -- = 0.001
NUMBER OF LAYERS (NL)---------- = 4
NUMBER OF Z COORDINATES (NZ)------ = 5
LIMIT OF INTEGRATION CYCLES (ICL)- = 80
COMPUTING CODE (NSTD)---------- = 9
SYSTEM OF UNITS (NUNIT)----------= 1

Length and displacement in cm, stress and modulus in kPa
unit weight in kN/m^3, and temperature in C

THICKNESSES OF LAYERS (TH) ARE : 4 6 40
POISSON'S RATIOS OF LAYERS (PR) ARE : 0.116 0.116 0.102 0.131
VERTICAL COORDINATES OF POINTS (ZC) ARE: 0 9.9997 10.0001 49.9997
50.0001
ALL INTERFACES ARE FULLY BONDED

FOR PERIOD NO. 1 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 3.194E+05 2 3.484E+05
3 9.145E+04 4 4.355E+04

LOAD GROUP NO. 1 HAS 2 CONTACT AREAS
CONTACT RADIUS (CR)---------- = 11
CONTACT PRESSURE (CP)---------- = 550
NO. OF POINTS AT WHICH RESULTS ARE DESIRED (NPT)-- = 3
WHEEL SPACING ALONG X-AXIS (XW)---------- = 0
WHEEL SPACING ALONG Y-AXIS (YW)---------- = 33

RESPONSE PT. NO. AND (XPT, YPT) ARE: 1 0.000 0.000 2 0.000 10.000
3 0.000 16.500

PERIOD NO. 1 LOAD GROUP NO. 1

POINT NO.	VERTICAL COORDINATE	VERTICAL DISP.	VERTICAL STRESS	MAJOR PRINCIPAL STRESS	MINOR PRINCIAL STRESS	INTERMEDIATE P. STRESS (HORIZONTAL
				(STRAIN)	(STRAIN)	(STRAIN) P. STRAIN)
1	0.00000	0.12975	550.000	750.870	676.873	713.984
	(STRAIN)		1.846E-03	1.846E-03	1.587E-03	1.587E-03
1	9.99970	0.11003	295.238	295.924	-200.619	-158.908
	(STRAIN)		9.669E-04	9.691E-04	-6.214E-04	-6.214E-04
1	10.00010	0.11003	295.229	296.223	-28.482	-18.204
	(STRAIN)		3.279E-03	3.291E-03	-6.215E-04	-6.215E-04
1	49.99970	0.06191	36.835	37.862	-23.194	-16.841
	(STRAIN)		4.463E-04	4.586E-04	-2.771E-04	-2.771E-04
1	50.00010	0.06190	36.835	38.130	-7.816	-5.687
	(STRAIN)		8.825E-04	9.162E-04	-2.771E-04	-2.771E-04
2	0.00000	0.12003	550.000	520.356	325.718	388.475
	(STRAIN)		9.091E-04	1.370E-03	6.898E-04	6.898E-04
2	9.99970	0.10790	205.162	222.154	-156.463	43.987
	(STRAIN)		6.207E-04	6.751E-04	-5.377E-04	-5.377E-04
2	10.00010	0.10790	205.159	219.807	-24.898	18.262
	(STRAIN)		2.234E-03	2.411E-03	-5.378E-04	-5.378E-04
2	49.99970	0.06402	39.851	40.007	-24.912	-18.669

	(STRAIN)		4.842E-04	4.861E-04	-2.962E-04	-2.962E-04
2	50.00010	0.06402	39.851	40.052	-8.389	-5.621
	(STRAIN)		9.566E-04	9.618E-04	-2.962E-04	-2.962E-04
3	0.00000	0.11504	0.000	432.739	223.856	276.442
	(STRAIN)		6.271E-04	1.173E-03	4.434E-04	4.434E-04
3	9.99970	0.10474	141.427	206.176	-117.701	141.427
	(STRAIN)		3.765E-04	5.839E-04	-4.536E-04	-4.536E-04
3	10.00010	0.10474	141.428	141.428	-20.353	65.750
	(STRAIN)		1.496E-03	1.496E-03	-4.536E-04	-4.536E-04
3	49.99970	0.06442	40.393	40.393	-25.233	-18.970
	(STRAIN)		4.910E-04	4.910E-04	-2.998E-04	-2.998E-04
3	50.00010	0.06442	40.392	40.392	-8.497	-5.592
	(STRAIN)		9.699E-04	9.699E-04	-2.998E-04	-2.998E-04

Lampiran 4 Hasil Analisis *KENPAVE* pada Perkerasan Baru

INPUT FILE NAME -C:*KENPAVE*\Perkerasan Baru\40 60 80 300 rv 002.DAT

NUMBER OF PROBLEMS TO BE SOLVED = 1

TITLE -NPROB

MATL = 1 FOR LINEAR ELASTIC LAYERED SYSTEM
NDAMA = 0, SO DAMAGE ANALYSIS WILL NOT BE PERFORMED
NUMBER OF PERIODS PER YEAR (NPY) = 1
NUMBER OF LOAD GROUPS (NLG) = 1
TOLERANCE FOR INTEGRATION (DEL) -- = 0.001
NUMBER OF LAYERS (NL)---------- = 5
NUMBER OF Z COORDINATES (NZ)------ = 5
LIMIT OF INTEGRATION CYCLES (ICL)- = 80
COMPUTING CODE (NSTD)---------- = 9
SYSTEM OF UNITS (NUNIT)----------= 1

Length and displacement in cm, stress and modulus in kPa
unit weight in kN/m^3, and temperature in C

THICKNESSES OF LAYERS (TH) ARE : 4 6 8 30
POISSON'S RATIOS OF LAYERS (PR) ARE : 0.4 0.4 0.4 0.35 0.45
VERTICAL COORDINATES OF POINTS (ZC) ARE: 0 17.9997 18.001
47.9997
48.001
ALL INTERFACES ARE FULLY BONDED

FOR PERIOD NO. 1 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 1.100E+06 2 1.200E+06
3 1.600E+06 4 1.500E+05 5 6.000E+04

LOAD GROUP NO. 1 HAS 2 CONTACT AREAS
CONTACT RADIUS (CR)---------- = 11
CONTACT PRESSURE (CP)---------- = 550
NO. OF POINTS AT WHICH RESULTS ARE DESIRED (NPT)-- = 3
WHEEL SPACING ALONG X-AXIS (XW)---------- = 0
WHEEL SPACING ALONG Y-AXIS (YW)---------- = 33

RESPONSE PT. NO. AND (XPT, YPT) ARE: 1 0.000 0.000 2 0.000 10.000
3 0.000 16.500

PERIOD NO. 1 LOAD GROUP NO. 1

POINT NO.	VERTICAL COORDINATE	VERTICAL DISP.	VERTICAL PRINCIPAL STRESS	MAJOR PRINCIAL STRESS	MINOR P. STRESS	INTERMEDIATE STRESS (HORIZONTAL
		(STRAIN)	(STRAIN)	(STRAIN)	(STRAIN)	P. STRAIN)
1	0.00000	0.05526	550.000	706.537	440.285	687.703
	(STRAIN)		-1.067E-04	2.321E-04	-1.067E-04	2.082E-04
1	17.99970	0.05290	96.378	96.782	-563.859	-461.319
	(STRAIN)		3.164E-04	3.168E-04	-2.613E-04	-2.613E-04
1	18.00100	0.05290	96.365	98.821	-3.015	4.544
	(STRAIN)		6.331E-04	6.552E-04	-2.613E-04	-2.613E-04
1	47.99970	0.04100	28.094	28.458	-30.245	-25.113
	(STRAIN)		3.156E-04	3.189E-04	-2.094E-04	-2.094E-04
1	48.00100	0.04100	28.093	28.867	1.812	3.085
	(STRAIN)		4.257E-04	4.444E-04	-2.094E-04	-2.094E-04
2	0.00000	0.05622	550.000	654.101	346.870	606.521
	(STRAIN)		-1.431E-04	2.479E-04	-1.431E-04	1.874E-04
2	17.99970	0.05444	90.553	90.555	-526.877	-340.968
	(STRAIN)		2.736E-04	2.736E-04	-2.667E-04	-2.667E-04
2	18.00100	0.05444	90.550	90.560	-3.056	15.006
	(STRAIN)		5.758E-04	5.758E-04	-2.667E-04	-2.667E-04
2	47.99970	0.04217	29.952	30.007	-32.256	-27.852
	(STRAIN)		3.398E-04	3.403E-04	-2.201E-04	-2.201E-04
2	48.00100	0.04217	29.951	30.072	1.857	3.396
	(STRAIN)		4.589E-04	4.618E-04	-2.201E-04	-2.201E-04
3	0.00000	0.05568	0.000	573.879	252.729	518.682
	(STRAIN)		-1.675E-04	2.412E-04	-1.675E-04	1.709E-04
3	17.99970	0.05453	85.285	85.285	-494.480	-269.775
	(STRAIN)		2.444E-04	2.444E-04	-2.629E-04	-2.629E-04

3	18.00100	0.05453	85.282	85.282	-2.993	18.853
	(STRAIN)		5.315E-04	5.315E-04	-2.629E-04	-2.629E-04
3	47.99970	0.04239	30.289	30.289	-32.626	-28.336
	(STRAIN)		3.442E-04	3.442E-04	-2.221E-04	-2.221E-04
3	48.00100	0.04239	30.288	30.288	1.864	3.462
	(STRAIN)		4.648E-04	4.648E-04	-2.221E-04	-2.221E-04

Lampiran 5 Hasil Analisis *KENPAVE* pada Alternatif Perkerasan Baru

INPUT FILE NAME -C:*KENPAVE*\Perkerasan Baru\40 100 80 300 rv 002.DAT

NUMBER OF PROBLEMS TO BE SOLVED = 1

TITLE -NPROB

MATL = 1 FOR LINEAR ELASTIC LAYERED SYSTEM
NDAMA = 0, SO DAMAGE ANALYSIS WILL NOT BE PERFORMED
NUMBER OF PERIODS PER YEAR (NPY) = 1
NUMBER OF LOAD GROUPS (NLG) = 1
TOLERANCE FOR INTEGRATION (DEL) -- = 0.001
NUMBER OF LAYERS (NL)---------- = 5
NUMBER OF Z COORDINATES (NZ)------ = 5
LIMIT OF INTEGRATION CYCLES (ICL)- = 80
COMPUTING CODE (NSTD)---------- = 9
SYSTEM OF UNITS (NUNIT)----------= 1

Length and displacement in cm, stress and modulus in kPa
unit weight in kN/m^3, and temperature in C

THICKNESSES OF LAYERS (TH) ARE : 4 10 8 30
POISSON'S RATIOS OF LAYERS (PR) ARE : 0.4 0.4 0.4 0.35 0.45
VERTICAL COORDINATES OF POINTS (ZC) ARE: 0 21.9997 22.001
51.9997
52.001
ALL INTERFACES ARE FULLY BONDED

FOR PERIOD NO. 1 LAYER NO. AND MODULUS ARE : 1 1.100E+06 2
1.200E+06
3 1.600E+06 4 1.500E+05 5 6.000E+04

LOAD GROUP NO. 1 HAS 2 CONTACT AREAS
CONTACT RADIUS (CR)---------- = 11
CONTACT PRESSURE (CP)---------- = 550
NO. OF POINTS AT WHICH RESULTS ARE DESIRED (NPT)-- = 3
WHEEL SPACING ALONG X-AXIS (XW)---------- = 0

WHEEL SPACING ALONG Y-AXIS (YW)---------- = 33

RESPONSE PT. NO. AND (XPT, YPT) ARE: 1 0.000 0.000 2 0.000 10.000 3 0.000 16.500

PERIOD NO. 1 LOAD GROUP NO. 1

POINT NO.	VERTICAL COORDINATE	VERTICAL DISP.	VERTICAL PRINCIPAL STRESS (STRAIN)	MAJOR PRINCIAL STRESS (STRAIN)	MINOR P. STRESS (STRAIN)	INTERMEDIATE STRESS (HORIZONTAL P. STRAIN)
1	0.00000	0.04980	550.000	634.810	440.285	619.049
	(STRAIN)		-5.569E-05	1.919E-04	-5.569E-05	1.718E-04
1	21.99970	0.04680	71.995	72.347	-454.194	-372.123
	(STRAIN)		2.515E-04	2.518E-04	-1.088E-04	-1.088E-04
1	22.00100	0.04680	71.994	74.184	-5.135	0.685
	(STRAIN)		4.852E-04	5.049E-04	-1.088E-04	-1.088E-04
1	51.99970	0.03725	23.228	23.497	-24.771	-21.036
	(STRAIN)		2.611E-04	2.635E-04	-1.709E-04	-1.709E-04
1	52.00100	0.03725	23.227	23.801	1.583	2.501
	(STRAIN)		3.522E-04	3.661E-04	-1.709E-04	-1.709E-04
2	0.00000	0.04970	550.000	512.408	275.410	482.903
	(STRAIN)		-1.116E-04	1.901E-04	-1.116E-04	1.525E-04
2	21.99970	0.04813	70.441	70.445	-445.700	-316.045
	(STRAIN)		2.345E-04	2.345E-04	-1.171E-04	-1.171E-04
2	22.00100	0.04813	70.435	70.464	-5.400	7.180
	(STRAIN)		4.654E-04	4.656E-04	-1.171E-04	-1.171E-04
2	51.99970	0.03816	24.606	24.648	-26.278	-23.167
	(STRAIN)		2.793E-04	2.797E-04	-1.786E-04	-1.786E-04
2	52.00100	0.03816	24.605	24.696	1.604	2.688
	(STRAIN)		3.772E-04	3.794E-04	-1.786E-04	-1.786E-04
3	0.00000	0.04978	0.000	501.994	252.729	461.674
	(STRAIN)		-1.207E-04	1.966E-04	-1.207E-04	1.453E-04
3	21.99970	0.04828	68.066	68.066	-431.199	-280.448
	(STRAIN)		2.205E-04	2.205E-04	-1.364E-04	-1.364E-04
3	22.00100	0.04828	68.055	68.055	-5.399	9.263
	(STRAIN)		4.447E-04	4.447E-04	-1.364E-04	-1.364E-04
3	51.99970	0.03833	24.858	24.858	-26.557	-23.552
	(STRAIN)		2.826E-04	2.826E-04	-1.801E-04	-1.801E-04
3	52.00100	0.03833	24.857	24.857	1.607	2.726
	(STRAIN)		3.818E-04	3.818E-04	-1.801E-04	-1.801E-04

Lampiran 6 Dokumentasi Survei



Gambar L3. 1 Dokumen Survei Kerusakan Retak Buaya



Gambar L3. 2 Dokumen Survei Kerusakan Retak Blok



Gambar L3. 3 Dokumen Survei Kerusakan Bekas Roda



Gambar L3. 4 Dokumen Survei Kerusakan Lubang



Gambar L3. 5 Dokumen Survei Kerusakan Butiran Lepas



Gambar L3. 6 Dokumen Survei Kerusakan Alur

Lampiran 7 Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (UR)

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun)[1]
Perkerasan lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir[2].	20
	Fondasi jalan	40
	Semua perkerasan untuk daerah yang tidak dimungkinkan pelapisan ulang (*overlay*), seperti: jalan perkotaan, *underpass*, jembatan, terowongan.	
	Cement Treated Based (CTB)	
Perkerasan kaku	Lapis fondasi atas, lapis fondasi bawah, lapis beton semen, dan fondasi jalan.	
Jalan tanpa penutup	Semua elemen (termasuk fondasi jalan)	Minimum 10

Lampiran 8 Pemilihan Jenis Perkerasan

Struktur Perkerasan	Bagan Desain	ESA (juta) dalam 20 tahun (pangkat 4 kecuali ditentukan lain)				
		0 – 0,5	0,1 – 4	>4 - 10	>10 – 30	>30 - 200
Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat (di atas tanah dengan CBR ≥ 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 ≥ 100 mm dengan lapis fondasi berbutir (ESA pangkat 5)	3B	-	1, 2	1, 2	2	2
AC atau HRS tipis di atas lapis fondasi berbutir (ESA pangkat 5)	3A	-	1, 2	-	-	-
Burda atau Burtu dengan LFA Kelas A atau batuan asli	5	3	3	-	-	-
Lapis Fondasi *Soil Cement*	6	1	1	-	-	-
Perkerasan tanpa penutup (Japat, jalan kerikil)	7	1	-	-	-	-

Lampiran 9 Pemilihan Tebal Perkerasan

	STRUKTUR PERKERASAN							
	FFF1	FFF2	FFF3	FFF4	FFF5	FFF6	FFF7	FFF8
Solusi yang dipilih				**Lihat Catatan 2**				
Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (10^6 ESA5)	< 2	≥ 2 - 7	> 7 - 10	> 10 - 20	> 20 - 30	> 30 - 50	> 50 - 100	> 100 - 200
KETEBALAN LAPIS PERKERASAN (mm)								
AC WC	40	40	40	40	40	40	40	40
AC BC	60	60	60	60	60	60	60	60
AC Base	0	80	105	145	160	180	210	245
LFA Kelas A	400	300	300	300	300	300	300	300
Catatan	1	2		3				