

## **TUGAS AKHIR**

# **ANALISIS KERUSAKAN PERMUKAAN JALAN MENGGUNAKAN METODE *PAVEMENT CONDITION INDEX* ( PCI ) DAN METODE *INTERNATIONAL ROUGHNESS INDEX* ( IRI )**

**Studi Kasus : Ruas Jalan Nasional Lubuk Selasih- Surian,  
Sumatera Barat, STA 70+000 - 75+000**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan  
Universitas Bung Hatta

**OLEH :  
RIFKI RINANDA PRATAMA**

**1710015211114**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS BUNG HATTA  
2023**

Saya mahasiswa di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan

Perencanaan, Universitas Bung Hatta ;

Nama Mahasiswa : Rifki Rinanda Pratama

Nomor Pokok Mahasiswa : 1710015211114

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis Tugas Akhir yang saya buat dengan judul **“ANALISIS KERUSAKAN PERMUKAAN JALAN MENGGUNAKAN METODE *PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI)* DAN METODE *INTERNATIONAL ROUGHNESS INDEX (IRI)*”**

**(Studi Kasus : Ruas Jalan Nasional Lubuk Selasih- Surian, Sumatera Barat, STA 70+000 - 75+000)**

adalah:

- 1) Dibuat dan diselesaikan sendiri, dengan menggunakan data-data hasil pelaksanaan dan perencanaan sesuai dengan metoda ilmu keteknik sipil
- 2) Bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di universitas lain, kecuali pada bagian-bagian sumber informasi dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.

Kalau terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah dinyatakan di atas, maka karya tulis tugas akhir ini batal.

Padang, 2022  
Yang Membuat Pernyataan

(RIFKI RINANDA P)

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat yang telah diberikan-Nya, sehingga Laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.

Laporan Tugas Akhir dengan judul “**Analisis Kerusakan Permukaan Jalan Menggunakan Metode *Pavement Condition Index* (PCI) Dan Metode *International Roughness Index* (IRI) (Studi Kasus : Ruas Jalan Nasional Lubuk Selasih- Surian, Sumatera Barat, STA 70+000 - 75+000)**” ini ditujukan untuk memenuhi persyaratan akademik guna memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu Universitas Bung Hatta, Padang. Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan, dukungan, dan doa dari berbagai pihak, Laporan Tugas Akhir ini tidak akan dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan Laporan Tugas Akhir ini, yaitu kepada:

1. Teristimewa Kepada Kedua Orang Tua yang telah memberikan dukungan moril dan materil sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
2. Bapak **Dr.,Ir.Wardi M.,Si.** selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak **Eko Prayitno, S.T., M,Sc** selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis.
3. Kepada Keluarga Besar yang telah memberikan dukungan selama penulis mengerjakan Tugas Akhir ini.
4. Para Teman dan Sahabat yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan masukan kepada penulis selama mengerjakan Tugas Akhir ini.
5. Semua rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil Angkatan 2017, Senior serta Junior dan berbagai pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.
6. Serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam proses perkuliahan hingga dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa mungkin masih terdapat banyak kekurangan dalam Laporan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, kritik dan saran dari pembaca akan sangat bermanfaat bagi penulis. Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Padang, 2023

**(RIFKI RINANDA PRATAMA)**

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>viii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Ruang Lingkup Permasalahan .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Jalan.....	5
2.2 Klasifikasi Jalan .....	5
2.2.1 Klasifikasi Jalan Menurut Sistem Jaringan Jalan .....	5
2.2.2 Klasifikasi Jalan Menurut Statusnya.....	5
2.2.3 Klasifikasi Jalan Menurut Fungsinya.....	6
2.2.4 Klasifikasi Jalan Menurut Kelas Jalan .....	7
2.2.5 Klasifikasi Jalan Menurut Medan Jalan .....	7
2.3 Bagian-Bagian Jalan.....	8
2.3.1 Ruang Manfaat Jalan (RUMAJA) .....	8
2.3.2 Ruang Milik Jalan (RUMIJA) .....	8
2.3.3 Ruang Pengawasan Jalan (RUWASJA).....	9
2.4 Defenisi Perkerasan Jalan .....	9
2.5 Kerusakan Jalan .....	11
2.6 Jenis-Jenis Kerusakan Jalan.....	12
2.6.1 Retak Kulit Buaya ( <i>Alligator Cracking</i> ).....	12
2.6.2 Kegemukan ( <i>Bleeding</i> ) .....	14
2.6.3 Retak Blok ( <i>Block Cracking</i> ) .....	15
2.6.4 Keriting ( <i>Corrugation</i> ).....	17

2.6.5	Cacat Tepi Perkerasan ( <i>Edge Cracking</i> ).....	18
2.6.6	Retak Sambung ( <i>Joint Reflection Cracking</i> ).....	19
2.6.7	Penurunan Pada Bahu Jalan ( <i>Lane/Shoulder Drop Off</i> ) ....	21
2.6.8	Retak Memanjang dan Melintang ( <i>Longitudinal &amp; Transversal Cracks</i> ) .....	21
2.6.9	Tambalan ( <i>Patching and Utility Cut Patching</i> ) .....	23
2.6.10	Pelepasan Butir ( <i>Weathering/Raveling</i> ).....	24
2.6.11	Retak Bulan Sabit ( <i>Slippage Cracking</i> ).....	26
2.6.12	<i>Shoving</i> (Sungkur) .....	27
2.6.13	Alur ( <i>Rutting</i> ) .....	28
2.6.14	<i>Railroad Crossing</i> (Perlintasan Jalan Rel) .....	29
2.6.15	Lobang ( <i>Potholes</i> ) .....	30
2.6.16	Aggregat Licin ( <i>Polished Aggregate</i> ).....	31
2.6.17	Tambalan dan Tambalan Pada Galian Utilitas. ( <i>Patching and Utility Cut Patching</i> ).....	32
2.6.18	Amblas ( <i>Depression</i> ) .....	33
2.7	Metode PCI.....	35
2.7.1	Indeks Kondisi Permukaan atau PCI ( <i>Pavement Condition Index</i> ).....	35
2.7.2	Istilah-Istilah dalam Hitungan PCI .....	36
2.8	Metode <i>International Roughness Index</i> (IRI).....	39
2.9	Jenis-Jenis Pemeliharaan Jalan .....	42
2.10	Perencanaan Lapis Tambah Permukaan Perkerasan Lentur ( <i>Overlay</i> ).....	43
<b>BAB III</b>	<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>57</b>
3.1	Lokasi Penelitian.....	57
3.2	Bagan Alir Penelitian .....	58
3.3	Data .....	59
3.4	Metode Pengumpulan Data .....	59
3.5	Metode Analisa Data.....	60
3.5.1	Metode PCI .....	60
3.5.2	Metode IRI .....	60

<b>BAB IV PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>62</b>
4.1 Data Teknis Lokasi Penelitian .....	62
4.2 Perhitungan Tingkat Kerusakan Jalan Dengan Metode PCI .....	62
4.2.1 Kerapatan ( <i>Density</i> ) .....	64
4.2.2 Nilai Pengurangan ( <i>Deduct Value</i> ).....	67
4.2.3 Nilai Pengurang Total ( <i>Total Deduct Value</i> ) .....	73
4.2.4 Menentukan Nilai q .....	73
4.2.5 Nilai Pengurang Terkoreksi ( <i>Corrected Deduct Value</i> )... 74	
4.2.6 Nilai Pavement Condiion Index (PCI).....	76
4.2.7 Klasifikasi Kualitas Perkerasan dan Program Pemeliharaan Jalan .....	78
4.3 Metode International Roughness Index.....	78
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>118</b>
5.1 Kesimpulan.....	118
5.2 Saran.....	119
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>121</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Bagian – Bagian Jalan .....	10
Gambar 2.2.	Lapis Perkerasan Jalan ( <i>Flexible Pavemen</i> ) .....	12
Gambar 2.3.	Retak Kulit Buaya ( <i>Alligator Cracking</i> ).....	15
Gambar 2.4.	Kegemukan ( <i>Bleeding</i> ).....	16
Gambar 2.5.	Retak Block ( <i>Block Cracking</i> ).....	17
Gambar 2.6.	Kerinting ( <i>Corrugation</i> ) .....	18
Gambar 2.7.	Cacat Tepi Perkerasan ( <i>Edge Cracking</i> ) .....	20
Gambar 2.8.	Retak Sambung ( <i>Joint Reflection Cracking</i> ) .....	21
Gambar 2.9.	Retak Memanjang dan Melintang ( <i>Longitudinal &amp; Transfersal Cracks</i> ) .....	24
Gambar 2.10.	Tambalan ( <i>Patching and Utility Cut Patching</i> ).....	25
Gambar 2.11.	<i>Weathering/Raveling</i> (Pelepasan Butir) .....	26
Gambar 2.12.	Retak Bulan Sabit ( <i>Slippage Cracking</i> ) .....	28
Gambar 2.13.	<i>Shoving</i> (Sungkur).....	29
Gambar 2.14.	Alur ( <i>Rutting</i> ).....	30
Gambar 2.15.	Aggregat Licin ( <i>Polished Aggregate</i> ) .....	32
Gambar 2.16.	Tambalan dan Tambalan Pada Galian Utilitas ( <i>Patching and Utility Cut Patching</i> ) .....	34
Gambar 2.17.	Amblas ( <i>Depression</i> ).....	35
Gambar 2.18.	Kurva DV Retak Buaya .....	38
Gambar 3.1.	Lokasi Penelitian (Sumber Gambar : Google Earth).....	46
Gambar 3.2.	Bagan Alir Penelitian .....	47
Gambar 4.1.	Grafik Deduct Value Lubang ( <i>Photoles</i> ).....	55
Gambar 4.2.	Grafik Deduct Value Pelepasan Butir .....	56
Gambar 4.3.	Grafik Deduct Value Retak Kulit Buaya ( <i>Alligator Cracking</i> ) .....	56
Gambar 4.4.	Grafik Deduct Value Lubang ( <i>Photoles</i> ).....	57
Gambar 4.5.	Grafik Deduct Value Kerinting.....	57
Gambar 4.6.	Grafik Retak Memanjang .....	58

Gambar 4.7. Grafik Retak Kulit Buaya ( <i>Alligator Cracking</i> ) .....	58
Gambar 4.8. Grafik Retak Memanjang .....	59
Gambar 4.9. Grafik Lubang ( <i>Photoles</i> ).....	59
Gambar 4.10. Grafik Retak Memanjang .....	60
Gambar 4.11. Grafik Lubang ( <i>Photoles</i> ).....	60
Gambar 4.12. Grafik Nilai CDV (STA 70+600-70+700) .....	62
Gambar 4.13. Grafik Nilai CDV (STA 70+700-70+800) .....	63
Gambar 4.14. Grafik Nilai CDV (STA 70+800-70+900) .....	63
Gambar 4.15. Grafik Nilai CDV (STA 70+900-71+000) .....	64
Gambar 4.16. Rating Kondisi Jalan Berdasarkan Metode PCI.....	67

## DAFTAR TABEL

<a href="#">Tabel 2.1.</a>	<a href="#">Ketentuan Klasifikasi Jalan Berdasarkan Medan Jalan .....</a>	<a href="#">8</a>
Tabel 2.2.	Ketentuan Klasifikasi Jalan Berdasarkan Medan Jalan .....	8
Tabel 2.3.	Tingkat Kerusakan Retak Kulit Buaya ( <i>Aligator Cracking</i> ) .....	14
Tabel 2.4.	Tingkat Kerusakan <i>Bleeding</i> (Kegemukan).....	15
Tabel 2.5.	Tingkat Kerusakan <i>Block Cracking</i> (Retak Balok).....	17
Tabel 2.6.	Tingkat Kerusakan <i>Corrugation</i> (Keriting).....	18
Tabel 2.7.	Tingkat Kerusakan <i>Edge Cracking</i> (Cacat Tepi Perkerasan) .....	19
Tabel 2.8.	Tingkat Kerusakan <i>Joint Reflection Cracking</i> .....	20
Tabel 2.9.	Tingkat Kerusakan <i>Lane/Drop Off</i> (Penurunan Pada Bahu Jalan)...	22
<a href="#">Tabel 2.10.</a>	<a href="#">Tingkat Kerusakan <i>Longitudinal/Transfersal</i> (Retak Memanjang Dan Retak Melintang) .....</a>	<a href="#">23</a>
<a href="#">Tabel 2.11.</a>	<a href="#">Tingkat Kerusakan Tambalan .....</a>	<a href="#">24</a>
Tabel 2.12.	Tingkat Kerusakan <i>Weathering/Raveling</i> (Pelepasan Butir) .....	25
Tabel 2.13.	Tingkat Kerusakan <i>Slippage Cracking</i> (Retak Bulan Sabit) .....	27
Tabel 2.14.	Tingkat Kerusakan <i>Shoving</i> (Sungkur).....	28
Tabel 2.15.	Tingkat Kerusakan <i>Rutting</i> (Alur).....	29
Tabel 2.16.	Tingkat Kerusakan <i>Rail Road Crossing</i> (Perlindungan Jalan Rel).....	30
Tabel 2.17.	Tingkat Kerusakan <i>Potholes</i> (Lubang).....	31
Tabel 2.18.	Tingkat Kerusakan <i>Polished Aggregate</i> (Agregat Licin) .....	32
Tabel 2.19.	Tingkat Kerusakan <i>Patching And Utility Cut Patching</i> (Tambalan Dan Tambalan Pada Utilitas) .....	33
Tabel 2.20.	Tingkat Kerusakan <i>Depression</i> (Amblas).....	34
Tabel 2.21.	Klasifikasi Kualitas Perkerasan Jalan.....	40
<a href="#">Tabel 2.22.</a>	<a href="#">Nilai IRI Berdasarkan Pengamatan Visual Untuk Perkerasan Lentur .....</a>	<a href="#">41</a>
Tabel 2.23.	Penilaian Kondisi Aspal Berdasarkan Nilai IRI.....	42
Tabel 2.24.	Tebal Overlay untuk Menurunkan IRI.....	45
Tabel 4.1.	Data Teknis Penelitian.....	50
Tabel 4.2.	Pencatatan Hasil Survey Lapangan STA 70+000 – 71+000.....	51

Tabel 4.3.	Nilai TDV ( <i>Total Deduct Value</i> ).....	61
Tabel 4.4.	Nilai PCI (STA 70+000-71+000).....	65
Tabel 4.5.	Nilai PCI (STA 70+000-75+000).....	66
Tabel 4.6.	Pencatatan Hasil Survey STA 70+000 – 71+000.....	68
Tabel 4.7.	Kondisi Jalan Berdasarkan RDS 70 .....	69
Tabel 4.8.	Nilai IRI (STA 70+000-71+000) .....	69
Tabel 4.9.	Nilai IRI (STA 70+000-75+000) .....	70

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Jalan merupakan prasarana dalam mendukung laju perekonomian serta berperan sangat besar dalam kemajuan dan perkembangan suatu daerah. Indonesia sebagai salah satu negara yang berkembang sangat membutuhkan kualitas dan kuantitas jalan dalam rangka memenuhi kebutuhan masyarakat untuk melakukan berbagai jenis kegiatan perekonomian baik itu aksesibilitas maupun perpindahan barang dan jasa.

Ruas jalan Nasional Lubuk Selasih – Surian STA 70+000 – 75+000 merupakan salah satu jalan lintas yang berada di Sumatera Barat yang menghubungkan kota Padang dan kabupaten Solok Selatan yang melewati kawasan perbukitan. Ruas jalan Nasional Lubuk Selasih – Surian ini terdapat kerusakan pada beberapa ruas jalan tertentu, kerusakan pada jalan ini dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan lalu lintas yang membahayakan pengguna jalan di daerah tersebut, membuat waktu tempuh semakin lama, terjadinya kemacetan pada jalan tersebut, dan membuat kerusakan suku cadang kendaraan yang lebih cepat.

Untuk dapat menentukan derajat kerusakan dan jenis perbaikan yang harus dilakukan terhadap suatu ruas jalan yang ditinjau, maka diperlukan suatu metode yang memberikan pedoman dalam melakukan survei/inspeksi kerusakan, analisis terhadap kerusakan, mengklasifikasi kondisi perkerasan dan memberikan solusi penanganan kerusakan jalan. Di sini penulis menggunakan metode PCI (*Pavement Condition Index*). PCI adalah sistem penilaian kondisi perkerasan jalan berdasarkan jenis, tingkat dan kadar kerusakan yang terjadi. Nilai kondisi perkerasan antara 0 untuk kondisi perkerasan sangat rusak (*failed*) sampai 100 untuk kondisi baik (*baik*). Pada metode *Pavement Condition Index* (IRI) ini jenis kerusakan yang perlu diperhatikan saat melakukan *survey visual* adalah kekasaran permukaan, lubang, tamplan, retak, alur, dan amblas. Penentuan nilai kondisi jalan dilakukan dengan menjumlahkan setiap angka dan nilai untuk masing-

masing keadaan kerusakan.

Dari permasalahan tersebut penulis menjadikan sebagai tugas akhir yang diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Bung Hatta dengan judul "**ANALISIS KERUSAKAN PERMUKAAN JALAN MENGGUNAKAN METODE *PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI)* DAN METODE *INTERNATIONAL ROUGHNESS INDEX (IRI)* Studi Kasus : Ruas Jalan Nasional Lubuk Selasih- Surian, Sumatera Barat, STA 70+000 - 75+000**

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan permasalahan yang terjadi di jalan tersebut maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Kerusakan apa saja yang terjadi pada pekerasan ruas jalan Nasional Lubuk Selasih – Surian STA 70+000 – 75+000
2. Bagaimana menganalisa jenis dan tingkat kerusakan ruas jalan Nasional Lubuk Selasih-Surian menurut metoda PCI dan IRI?
3. Bagaimana menentukan nilai prioritas kerusakan jalan Nasional Lubuk Selasih – Surian?
4. Berapakah kebutuhan debit air yang harus ditampung pada profil drainase jalan jalan Nasional Lubuk Selasih-Surian?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui jenis kerusakan jalan pada STA 70+000 – 75+000
2. Untuk mendapatkan nilai kerusakan PCI dan IRI pada ruas jalan Nasional Lubuk Selasih – Surian STA 70+000 – 75+000
3. Menentukan nilai prioritas kerusakan jalan Nasional Lubuk Selasih – Surian STA 70+000 – 75+000
4. Menganalisa dan merencanakan saluran drainase pada ruas jalan Nasional Lubuk Selasih – Surian STA 70+000 – 75+000

#### **1.4 Ruang Lingkup Permasalahan**

Agar tidak melebarnya pembahasan dan perhitungan maka penulis membatasi masalah pada tugas akhir ini yaitu :

1. Penelitian dilakukan pada ruas jalan Nasional Lubuk Selasih – Surian STA 70+000 – 75+000
2. Analisis kerusakan pada jalan menggunakan metoda PCI, dan IRI
3. Analisis kerusakan jalan hanya pada bagian permukaan jalan.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui tingkat kerusakan jalan yang nantinya dapat digunakan untuk operasional pekerjaan pemeliharaan dan perbaikan serta menentukan prioritas pada perbaikan pemeliharaan jalan di masa depan.
2. Sebagai bahan referensi penelitian lain untuk dikembangkan guna bermanfaat bagi penelitian selanjutnya.
3. Membuat data-data hasil dari analisis kerusakan jalan.

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

Agar penulisan tugas akhir ini teratur, sistematis dan tidak menyimpang maka secara keseluruhan penulis membuat sistematika penulisan sebagai berikut

##### **BAB I : PENDAHULUAN**

Pada bab ini menjelaskan latar belakang penulisan, maksud dan tujuan, batasan masalah, metodologi penulisan, dan sistematika penulisan.

##### **BAB II : LANDASAN TEORI**

Pada bab ini menjelaskan tentang dasar-dasar teori yang digunakan pada Analisis Kerusakan Permukaan Jalan Dan Antisipasi Perbaikan Menggunakan Metode *Pavement Condition Index* (PCI) Dan Metode *International Roughness Index* (IRI) (Studi Kasus : Ruas Jalan Nasional Lubuk Selasih- Surian, Sumatera Barat, STA 70+000 - 75+000)

### BAB III : METODOLOGI PERENCANAAN

Pada bab ini menjelaskan tentang metode dan pengumpulan data-data yang digunakan pada Analisis Kerusakan Permukaan Jalan Menggunakan Metode *Pavement Condition Index* (PCI) Dan Metode *International Roughness Index* (IRI) (Studi Kasus : Ruas Jalan Nasional Lubuk Selasih- Surian, Sumatera Barat, STA 70+000 - 75+000)

### BAB IV : ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan tentang analisa dan perhitungan terhadap dasar teori dan data yang telah diperoleh sehingga mendapatkan sebuah hasil akhir dalam Analisis Kerusakan Permukaan Menggunakan Metode *Pavement Condition Index* (PCI) Dan Metode *International Roughness Index* (IRI) (Studi Kasus : Ruas Jalan Nasional Lubuk Selasih- Surian, Sumatera Barat, STA 70+000 - 75+000)

### BAB V : PENUTUP

Bab ini berisikan tentang kesimpulan sebagai hasil dari apa yang diperoleh pada bab-bab sebelumnya serta saran yang membangun dalam menganalisa dan melakukan perhitungan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Jalan**

Jalan merupakan prasarana transportasi darat meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel (UU RI No. 38 Tahun 2004).

Sedangkan berdasarkan UU RI No 22 Tahun 2009 tentang Lalu lintas dan Angkutan Jalan yang diundangkan setelah UU No 38 mendefinisikan jalan adalah seluruh bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi Lalu lintas umum, yang berada pada permukaan tanah, diatas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan rel dan jalan kabel.

#### **2.2 Klasifikasi Jalan**

Berdasarkan Bina Marga Tahun 2004 ada berbagai macam klasifikasi jalan, klasifikasi ini dibedakan menurut sistem jaringan jalan, status jalan, fungsi jalan, dan kelas jalan.

##### **2.2.1 Klasifikasi Jalan Menurut Sistem Jaringan Jalan**

1. Sistem jaringan jalan primer merupakan system jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah di tingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat-pusat kegiatan.
2. Sistem jaringan sekunder merupakan system jaringan jalan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk masyarakat di dalam kawasan perkotaan.

##### **2.2.2 Klasifikasi Jalan Menurut Statusnya**

1. Jalan nasional merupakan jalan arteri dan jalan kolektor dalam system jaringan jalan primer yang menghubungkan antar ibukota

provinsi, dan jalan strategis nasional, serta jalan tol.

2. Jalan provinsi merupakan jalan kolektor dalam system jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota provinsi dengan ibukota kabupaten/kota, atau antar ibukota kabupaten/kota, dan jalan strategis provinsi.
3. Jalan kabupaten merupakan jalan local dalam system jaringan jalan primer yang menghubungkan ibukota kabupaten dengan ibu kota kecamatan, antar ibukota kecamatan, ibukota kabupaten dengan pusat kegiatan lokal, antar pusat kegiatan lokal, serta jalan umum dalam system jaringan jalan sekunder dalam wilayah kabupaten, dan jalan strategis kabupaten.
4. Jalan kota adalah jalan umum dalam system jaringan jalan sekunder yang menghubungkan antar pusat pelayanan dalam kota, menghubungkan pusat pelayanan dengan persil, menghubungkan antar persil, serta menghubungkan antar pusat pemukiman yang berada di dalam kota.
5. Jalan desa merupakan jalan umum yang menghubungkan kawasan dan atau antar pemukiman di dalam desa, serta jalan lingkungan.

### **2.2.3 Klasifikasi Jalan Menurut Fungsinya**

Klasifikasi jalan umum di Indonesia menurut fungsinya berdasarkan peraturan perundangan (Pasal 8 UU No. 38 Tahun 2004), terdiri atas :

1. Jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan umum dengan cirri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdayaguna.
2. Jalan kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan cirri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.
3. Jalan local merupakan jalan umum yang berfungsi melayani

angkutan setempat dengan cirri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

4. Jalan lingkungan merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan cirri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.

#### **2.2.4 Klasifikasi Jalan Menurut Kelas Jalan**

Klasifikasi jalan umum di Indonesia menurut kelas jalan berdasarkan peraturan perundangan (Pasal 19 UU No. 22 Tahun 2009), terdiri atas :

1. Jalan kelas I, yaitu jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 milimeter, dan muatan sumbu terberat 10 ton.
2. Jalan kelas II, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 milimeter, ukuran paling tinggi 4200 milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 ton.
3. Jalan kelas III, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.200 milimeter, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 milimeter, ukuran paling tinggi 3000 milimeter, dan muatan sumbu terberat 8 ton.
4. Jalan kelas khusus, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar melebihi 2.500 milimeter, ukuran panjang melebihi 18.000 milimeter, ukuran paling tinggi 4.200 milimeter, dan muatan sumbu terberat lebih dari 10 ton

#### **2.2.5 Klasifikasi Jalan Menurut Medan Jalan**

1. Medan jalan diklasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus kontur.
2. Klasifikasi menurut medan jalan untuk perencanaan geometric

dapat dilihat pada table berikut :

**Tabel 2.1 Ketentuan Klasifikasi Jalan Berdasarkan Medan Jalan**

<b>Golongan Medan</b>	<b>Notasi</b>	<b>Kemiringan ( % )</b>
Datar	D	< 3
Perbukitan	B	3-25
Pegunungan	G	> 25

(Sumber : *Teknik Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota 1997*; 5)

### **2.3 Bagian-Bagian Jalan**

Menurut Peraturan Pemerintah No. 34 Tahun 2006, bagian-bagian jalan dijelaskan sebagai berikut :

#### **2.3.1 Ruang Manfaat Jalan (RUMAJA)**

Ruang manfaat jalan meliputi badan jalan, saluran tepi jalan dan ambang pengamanana atau hanya diperuntukkan bagi median jalan, perkerasan jalan, jalur pemisah, bahu jalan, saluran tepi jalan, trotoar, lereng, timbunan dan galian, gorong-gorong, perlengkapan jalan, dan bangunan pelengkap lainnya. Dalam menunjang pelayanan lalu lintas dan angkutan jalan serta pengamanan kongsruksi jalan badan jalan dilengkapi dengan ruang bebas, ruang bebas dibatasi oleh oleh lebar, tinggi, dan kedalaman tertentu. Lebar ruang bebas sesuai dengan lebar badan jalan, tinggi ruang bebas bagi jalan arteri dan jalan kolektor paling rendah 5 (lima) meter, kedalaman ruang bebas bagi jalan arteri dan kolektor paling rendah 1,5 (satu koma lima) meter dari permukaan jalan.

#### **2.3.2 Ruang Milik Jalan (RUMIJA)**

Ruang milik jalan terdiri dari ruang manfaat jalan dan sejalar tanah tertentu diluar ruang manfaat jalan. Ruang milik jalan diperuntukkan bagi ruang manfaat jalan, pelebaran jalan, dan penambahan jalur lalu lintas di masa akan datang serta kebutuhan ruangan untuk pengamanan jalan dan 8 dapat dimanfaatkan sebagai ruang terbuka hijau yang berfungsi sebagai lansekap jalan. Ruang milik jalan paling sedikit memiliki lebar sebagai berikut: 1. Jalan bebas hambatan 30 (tiga puluh) meter. 2. Jalan Raya 25 (dua puluh

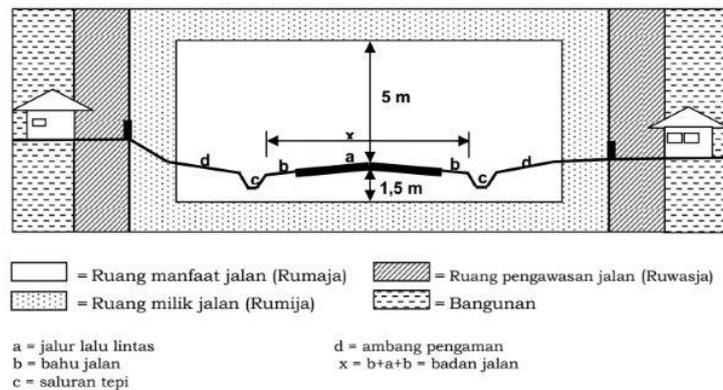
lima) meter. 3. Jalan sedang 15 (lima belas) meter. 4. Jalan kecil 11 (sebelas) meter.

### 2.3.3 Ruang Pengawasan Jalan (RUWASJA)

Ruang pengawasan jalan merupakan ruang tertentu diluar ruang milik jalan yang penggunaannya ada dibawah pengawasan penyelenggara jalan. Ruang pengawasan jalan diperuntukkan bagi pandangan bebas pengemudi dan pengamanan konstruksi jalan serta pengamanan fungsi jalan. Ruang sepanjang jalan di luar ruang milik jalan yang dibatasi oleh lebar dan tinggi tertentu. Ruang pengawasan jalan diukur dari sumbu jalan sebagai berikut :

1. Jalan Arteri minimum 20 meter.
2. Jalan Kolektor minimum 15 meter.
3. Jalan Lokal minimum 10 meter.

Bagian-bagian jalan dapat digambarkan sebagai berikut:



**Gambar 2.1 Bagian – Bagian Jalan**

Sumber :pp 34/2006

## 2.4 Defenisi Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah lapisan keras di antara tanah dan roda yang mampu menahan beban lalu lintas berulang dan melindungi tanah dasar (Hardiyatmo, 2009). Perkerasan jalan ada dua jenis, yaitu flexible pavement dan rigid pavement.

Pada lapisan dasar perkerasan ada tanah, tetapi tanah saja biasanya tidak cukup untuk menahan deformasi akibat beban roda berulang, untuk itu perlu adanya lapisan tambahan yang terletak antara tanah dan roda atau lapisan paling atas dari beban jalan. Lapisan tambahan ini dibuat dari bahan

khusus yang mempunyai kualitas yang lebih baik dan dapat menyebarkan beban roda yang lebih luas di atas permukaan tanah, sehingga tegangan yang terjadi karena beban lalu lintas menjadi lebih kecil dari tegangan izin tanah. Bahan ini selanjutnya disebut bahan lapis perkerasan.

Perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan fleksibel dengan bahan terdiri dari bahan ikat dan agregat. Perkerasan ini umumnya terdiri atas 3 lapis atau lebih. Berikut urutan lapisan pada perkerasan lentur (*flexible pavement*).

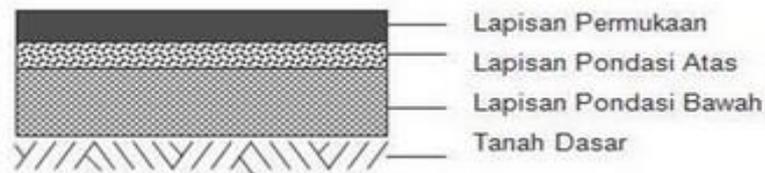
1. Lapis permukaan (*surface course*) adalah lapisan yang terletak paling atas yang berfungsi sebagai lapis perkerasan penahan beban roda, lapis kedap air, lapis aus dan lapisan yang menyebarkan beban ke lapisan bawah. Jenis lapisan permukaan yang umum dipergunakan di Indonesia adalah lapisan bersifat non structural dan bersifat structural
2. Lapis pondasi atas (*base course*) adalah lapisan perkerasan yang terletak diantara lapisan pondasi bawah dan lapisan permukaan yang berfungsi sebagai penahan gaya lintang dari beban roda, lapisan peresapan dan bantalan terhadap lapisan permukaan.
3. Lapis pondasi bawah (*subbase course*) adalah lapisan perkerasan yang terletak antara lapisan pondasi atas dan tanah dasar. Fungsinya lapisan pondasi bawah yaitu :
  - a. Bagian dari konstruksi perkerasan untuk menyebarkan beban roda ke tanah dasar.
  - b. Efisiensi penggunaan material. Mengurangi tebal lapisan atasnya yang lebih mahal.
  - c. Lapisan perkerasan
  - d. Lapisan pertama agar pekerjaan dapat berjalan lancar.
  - e. Lapisan untuk partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapisan pondasi atas.
4. Lapis tanah dasar (*subgrade*) adalah tanah permukaan semula, permukaan tanah galian ataupun tanah timbunan yang di padatkan dan merupakan permukaan dasar untuk perletakkan bagian-bagian perkerasan yang lain

Ditinjau dari tanah asli, maka tanah dasar dibedakan atas :

- a. Lapisan tanah dasar berupa tanah galian
- b. Lapisan tanah dasar berupa tanah timbunan
- c. Lapisan tanah dasar berupa tanah asli



Berikut gambar lapisan pada perkerasan lentur ( flexible pavement ) dapat dilihat pada pada gambar 2.2.



**Gambar 2.2 Lapis Perkerasan Jalan (*Flexible Pavement*)**

## 2.5 Kerusakan Jalan

Kerusakan jalan masih saja menjadi suatu permasalahan yang sangat signifikan dan banyak dijumpai disekitar kita, seperti halnya jalan lingkungan perumahan, jalan lingkungan perkebunan, hingga jalan raya sekalipun. Salah satu faktor yang mempengaruhi kerusakan jalan yaitu musim penghujan yang mengakibatkan terjadinya luapan air dari saluran drainase yang buruk, longsor yang berimbas pada penumpukan tanah pada badan jalan yang mengakibatkan kerusakan pada jalan.

Kondisi tersebut tentunya sangat mengganggu kenyamanan para pengguna jalan dan juga dapat berakibat pada terjadinya kecelakaan lalu lintas. Kecelakaan seringkali terjadi karena pengendara tidak mampu mengontrol dan mengantisipasi jalan yang rusak tersebut, bahkan banyak juga yang sampai merenggut nyawa para pengguna jalan.

Menurut Heddy R. Agah (1994), umumnya kerusakan jalan banyak disebabkan oleh perilaku pengguna jalan, kesalahan perencanaan dan pelaksanaan, serta pemeliharaan jalan yang tidak memadai.

Pada saat ini, perilaku penggunaan jalan banyak memberikan andil dalam kerusakan jalan. Setiap jalan mempunyai kelas masing-masing sesuai dengan konstruksi dan beban kendaraan yang dapat melewatinya. Misalnya, jalan kelas III tentunya akan rusak apabila harus menahan kendaraan jenis truk besar atau tronton, atau harus menahan beban muatan yang melewati batas tonase muatan kemampuan jalan. Disinilah sebenarnya arti penting jembatan timbang, dimana mempunyai fungsi sebagai pengontrol beban muatan kendaraan agar tidak melebihi dengan kemampuan beban kelas jalan dan jembatan yang akan dilaluinya, serta kapasitas muatan kendaraan itu sendiri.

## **2.6 Jenis-Jenis Kerusakan Jalan**

Pada umumnya kerusakan-kerusakan yang timbul itu tidak disebabkan oleh satu faktor saja, tetapi dapat merupakan gabungan dari penyebab yang saling berhubungan. Sebagai contoh adalah retak pinggir, pada awalnya dapat diakibatkan oleh tidak baiknya sokongan dari samping. Dengan terjadinya retak pinggir, memungkinkan air meresap masuk ke lapis di bawahnya yang melemahkan ikatan antara aspal dengan agregat, hal ini dapat menimbulkan lobang-lobang disamping melemahkan daya dukung lapisan di bawahnya.

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

### **2.6.1 Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)**

Retak yang berbentuk sebuah jaringan dari bidang persegi banyak (polygon) kecil – kecil menyerupai kulit buaya, dengan lebar celah lebih besar atau sama dengan 3 mm. Retak ini disebabkan oleh kelelahan akibat beban lalu lintas berulang – ulang, kemungkinan lain penyebabnya yaitu :

1. Bahan perkerasan/kualitas material yang kurang baik sehingga menyebabkan perkerasan lemah atau lapis beraspal yang rapuh (*brittle*)
2. Pelapukan aspal.

3. Lapisan bawah kurang stabil
4. Tingginya air tanah pada badan perkerasan jalan

**Tabel 2.3 Tingkat Kerusakan Retak Kulit Buaya (*Aligator Cracking*)**

<b>Tingkat Kerusakan</b>	<b>Identifikasi Kerusakan</b>	<b>Pilihan Untuk Perbaikan</b>
L	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)
M	Retak kulit buaya ringan terus berkembang ke dalam pola atau jaringan retakan yang diikuti dengan gompal ringan	Penambalan parsial, atau diseluruh kedalaman, lapisan tambahan,
H	Jaringan dan pola retak berlanjut, sehingga pecahan – pecahan dapat diketahui dengan mudah, dan dapat terjadi gompal dipinggir. Beberapa pecahan mengalami rocking akibat lalu lintas	Penambalan parsial, atau diseluruh kedalaman, lapisan tambahan, Rekonstruksi

*Sumber. Shanim 1994*

Cara Pengukuran : Retak kulit buaya diukur dalam meter persegi (m<sup>2</sup>). Kesulitan utama dalam mengukur jenis kerusakan ini adalah jika terdapat dua atau tiga tingkat keparahan ada dalam lokasi. Jika bagian ini dapat mudah dibedakan dari satu sama lain, mereka harus diukur dan dicatat secara terpisah. Namun, jika tingkat keparahan berbeda tidak dapat mudah dibagi, seluruh kawasan harus dinilai pada saat ini tingkat keparahan tertinggi. Jika retak buaya dan alur terjadi di daerah yang sama, masing-masing dicatat secara terpisah di masing-masing tingkatannya.



**Gambar 2.3 Retak Kulit Bauaya (*Alligator Cracking*)**

### 2.6.2 Kegemukan (*Bleeding*)

Cacat permukaan ini berupa terjadinya konsentrasi aspal pada suatu tempat tertentu di permukaan jalan. Bentuk fisik dari kerusakan ini dapat dikenali dengan terlihatnya lapisan tipis aspal (tanpa agregat halus) pada permukaan perkerasan dan jika pada kondisi temperatur permukaan perkerasan yang tinggi (terik matahari) atau pada lalu lintas yang berat, akan terlihat jejak bekas ‘bunga ban’ kendaraan yang melewatinya. Hal ini juga akan membahayakan keselamatan lalu lintas karena jalan akan menjadi licin. Kemungkinan penyebab dari *bleeding* (kegemukan) ini yaitu :

1. Tidak menggunakan binder (aspal) yang sesuai.
2. Penggunaan aspal yang tidak merata atau berlebihan.
3. Akibat dari keluarnya aspal dari lapisan bawah yang mengalami kelebihan aspal.

**Tabel 2.4 Tingkat Kerusakan *Bleeding* (Kegemukan)**

<b>Tingkat Kerusakan</b>	<b>Identifikasi Kerusakan</b>	<b>Pilihan Untuk Perbaikan</b>
L	Kegemukan terjadi hanya pada derajat rendah, dan nampak hanya beberapa hari dalam setahun. Aspal tidak melakat pada sepatu atau roda kendaraan.	Belum perlu diperbaiki
M	Kegemukan telah mengakibatkan aspal melekat pada sepatu atau roda kendaraan, paling tidak beberapa minggu dalam setahun.	Tambahkan pasir/agregat dan padatkan

<b>Tingkat Kerusakan</b>	<b>Identifikasi Kerusakan</b>	<b>Pilihan Untuk Perbaikan</b>
H	Kegemukan telah begitu nyata dan banyak aspal, melekat pada sepatu atau roda kendaraan, paling tidak lebih dari beberapa minggu dalam setahun.	Tambahkan pasir/aggregat dan padatkan

Sumber. Shanim 1994



**Gambar 2.4 Kegemukan (*Bleeding*)**

### **2.6.3 Retak Blok (*Block Cracking*)**

Sesuai dengan namanya, retak ini berbentuk blok pada perkerasan jalan. Retak ini terjadi umumnya pada lapisan tambahan (*overlay*), yang menggambarkan pola retakan perkerasan di bawahnya. Ukuran blok umumnya lebih dari 200 mm x 200 mm. Kemungkinan penyebab block cracking (retak blok) ini yaitu :

1. Perambatan dari retak susut yang terjadi pada lapisan perkerasan dibawahnya.
2. Perubahan volume pada lapis pondasi dan tanah dasar
3. Retak pada lapis perkerasan yang lama tidak diperbaiki secara benarsebelum pekerjaan lapisan tambahan (*overlay*) dilakukan
4. Perbedaan penurunan dari timbunan/pemotongan badan jalan dengan struktur perkerasan.
5. Adanya akar pohon atau utilitas lainnya dibawah lapis perkerasan.

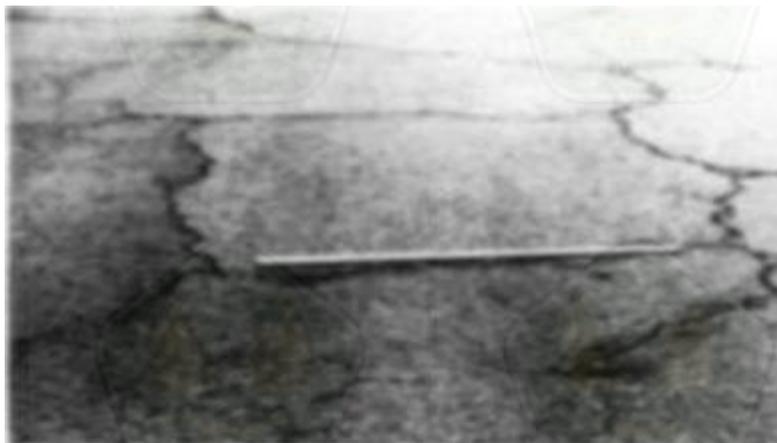
**Tabel 2.5 Tingkat Kerusakan *Block Cracking* (Retak Balok)**

<b>Tingkat Kerusakan</b>	<b>Identifikasi Kerusakan</b>	<b>Pilihan Untuk Perbaikan</b>
L	Blok didefinisikan oleh retak dengan tingkat kerusakan rendah.	Penutupan retak (seal cracks) bila retak melebihi 3 mmm (1/8"); penutupan Permukaan
M	Blok didefinisikan oleh retak dengan tingkat kerusakan sedang.	Penutupan retak (seal cracks) mengembalikan permukaan; dikasarkan dengan pemanas dan lapis Tambahan
H	Blok didefinisikan oleh retak dengan tingkat kerusakan tinggi.	Penutupan retak (seal cracks) mengembalikan permukaan; dikasarkan dengan pemanas dan lapis Tambahan

*Sumber. Shanim 1994*

Cara Pengukuran :

Blok cracking diukur dalam meter persegi (m<sup>2</sup>). Setiap bidang bagian perkerasan memiliki tingkat keparahan yang jelas berbeda harus diukur dan dicatat secara terpisah.



**Gambar 2.5 Retak Block (*Block Cracking*)**

#### 2.6.4 Keriting (*Corrugation*)

Kerusakan ini dikenal juga dengan istilah lain, yaitu: Ripples. Bentuk kerusakan ini berupa gelombang pada lapis permukaan, atau dapat dikatakan alur yang terjadi yang arahnya melintang jalan, dan sering disebut juga dengan Plastic Movement. Kerusakan ini umumnya terjadi pada tempat berhentinya kendaraan, akibat pengereman kendaraan. Kemungkinan penyebab corrugation (keriting) ini yaitu :

1. Stabilitas lapis permukaan yang rendah.
2. Terlalu banyak menggunakan agregat halus.
3. Penggunaan material/agregat yang tidak tepat, seperti digunakannya agregat yang berbentuk bulat licin.
4. Lapis pondasi yang memang sudah bergelombang
5. Lalu lintas dibuka sebelum perkerasan mantap (untuk perkerasan yang menggunakan aspal cair).

**Tabel 2.6 Tingkat Kerusakan *Corrugation* (Keriting)**

<b>Tingkat Kerusakan</b>	<b>Identifikasi Kerusakan</b>	<b>Pilihan Untuk Perbaikan</b>
L	Keriting mengakibatkan sedikit gangguan kenyamanan kendaraan	Belum perlu diperbaiki
M	Keriting mengakibatkan agak banyak mengganggu kenyamanan kendaraan	Rekonstruksi
H	Keriting mengakibatkan banyak mengganggu kenyamanan kendaraan	Rekonstruksi

Sumber. Shanin 1994



**Gambar 2.6 Keriting (*Corrugation*)**

Cara Pengukuran : Keriting (corrugation) diukur dalam meter persegi (m<sup>2</sup>). Perbedaan ketinggian rata-rata antara pegunungan dan lembah lipatan menunjukkan tingkat keparahan. Untuk menentukan perbedaan ketinggian rata-rata, alat ukur (3m) harus ditempatkan tegak lurus terhadap lipatannya sehingga kedalaman lembah-lembah bisa diukur dalam inci (mm). Kedalaman rata-rata dihitung dari pengukuran tersebut.

### 2.6.5 Cacat Tepi Perkerasan (*Edge Cracking*)

Kerusakan ini terjadi pada pertemuan tepi permukaan perkerasan dengan bahu jalan tanah (bahu tidak beraspal) atau juga pada tepi bahu jalan beraspal dengan tanah sekitarnya. Penyebaran kerusakan ini dapat terjadi setempat atau sepanjang tepi perkerasan dimana sering terjadi perlintasan roda kendaraan dari perkerasan ke bahu atau sebaliknya. Bentuk kerusakan cacat tepi dibedakan atas ‘gompal’ (*edge break*) atau ‘penurunan tepi’ (*edge drop*). Kemungkinan penyebab *edge cracking* (cacat tepi perkerasan) ini yaitu :

1. Drainase kurang baik.
2. Bahu jalan turun terhadap permukaan perkerasan.
3. Kurangnya dukungan dari arah lateral (dari bahu jalan).
4. Konsentrasi lalu lintas berat didekat pinggir perkerasan.

**Tabel 2.7 Tingkat Kerusakan *Edge Cracking* (Cacat Tepi Perkerasan)**

<b>Tingkat Kerusakan</b>	<b>Identifikasi Kerusakan</b>	<b>Pilihan Untuk Perbaikan</b>
L	Retak sedikit sampai sedang dengan tanpa pecahan atau butiran lepas.	Belum perlu diperbaiki, penutupan retak untuk retakan >1/8 in (3 mm).
M	Retak sedang dengan beberapa pecahan dan butiran lepas.	Penutup retak.
H	Banyak pecahan atau butiran lepas disepanjang tepi perkerasan.	Penambahan parsial.

*Sumber. Shanim 1994*



**Gambar 2.7 Cacat Tepi Perkerasan (*Edge Cracking*)**

### 2.6.6 Retak Sambung (*Joint Reflection Cracking*)

Kerusakan ini umumnya terjadi pada permukaan perkerasan aspal yang telah dihamparkan diatas perkerasan beton semen portland. Retak terjadi pada lapis tambahan (overlay) aspal yang mencerminkan pola retak dalam perkerasan beton lama yang berada dibawahnya. Pola retak dapat kearah 90 memanjang, melintang, diagonal atau membentuk blok. Kemungkinan penyebab joint reflection cracking ini yaitu :

1. Gerakan tanah pondasi.
2. Gerakan vertical atau horizontal pada lapisan bawah lapis tambahan, yang timbul dan kontrak bisa terjadi perubahan temperature atau kadar air.
3. Hilangnya kadar air dalam tanah dasar yang kadar lempungnya tinggi.

**Tabel 2.8 Tingkat Kerusakan *Joint Reflection Cracking***

<b>Tingkat Kerusakan</b>	<b>Identifikasi Kerusakan</b>	<b>Pilihan Untuk Perbaikan</b>
L	Satu dari kondisi berikut yang terjadi: 1. Retak tak terisi, lebar <math>< 3/8 \text{ in}</math> (10 mm) 2. Retak terisi, sembarang lebar (pengisikondisi bagus).	Pengisian untuk yang melebihi <math&gt;1 (3mm)<="" 8="" \text{="" in}&lt;="" math&gt;="" td=""> </math&gt;1>

<b>Tingkat Kerusakan</b>	<b>Identifikasi Kerusakan</b>	<b>Pilihan Untuk Perbaikan</b>
M	Satu dari kondisi berikut yang terjadi: 1. Retak tak terisi, lebar $<3/8$ - 3 in (10 - 76mm) 2. Retak tak terisi, sembarang lebar 3 in (76 mm) dikelilingi retak acak ringan 3. Retak terisi, sembarang lebar yang dikelilingi retak acak ringan.	Penutupan retak; penambalan kedalaman parsial
H	Satu dari kondisi berikut yang terjadi: 1. Sembarang retak terisi atau tak terisi dikelilingi dengan retak acak, kerusakansedang 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 sambunga

*Sumber. Shanim 1994*

Cara Pengukuran :

Diukur dalam meter panjang (m'), panjang dan tingkat keparahan retak masing- masing harus diidentifikasi dan dicatat. Jika tidak retak memiliki tingkat keparahan yang sama sepanjang seluruh panjang, setiap bagian harus dicatat secara terpisah. Sebagai contoh, retak yang adalah 50 kaki (15 meter) panjang akan ada 10 kaki (3 meter) tinggi keparahan, 20 kaki (6 meter) keparahan sedang, dan 20 kaki (6 meter) dari keparahan ringan; ini semua akan dicatat secara terpisah.



**Gambar 2.8 Retak Sambung (*Joint Reflection Cracking*)**

### 2.6.7 Penurunan Pada Bahu Jalan (*Lane/Shoulder Drop Off*)

Bentuk kerusakan ini terjadi akibat terdapatnya beda ketinggian antara permukaan perkerasan dengan permukaan bahu/tanah sekitarnya, dimana permukaan bahu lebih rendah terhadap permukaan perkerasan. Kemungkinan penyebab Lane / Shoulder drop off (penurunan pada bahu jalan) ini yaitu :

1. Dilakukan pelapisan lapisan perkerasan, namun tidak dilaksanakan pembentukan bahu.
2. Lebar perkerasan yang kurang.
3. Meterial bahu yang mengalami erosi/penggerusan.

**Tabel 2.9 Tingkat Kerusakan *Lane/Drop Off* (Penurunan Pada Bahu Jalan)**

<b>Tingkat Kerusakan</b>	<b>Identifikasi Kerusakan</b>	<b>Pilihan Untuk Perbaikan</b>
L	Beda elevasi antar pinggir perkerasan dan bahu jalan 1 – 2 in. (25 – 51 mm)	Perataan kembali dan bahu diurug agar elevasi sama dengan tinggi jalan
M	Beda elevasi >2 – 4 in. (51 – 102 mm)	
H	Beda elevasi > 4 in. (102 mm)	

*Sumber. Shanim 1994*

### 2.6.8 Retak Memanjang dan Melintang (*Longitudinal & Transfersal Cracks*)

Jenis kerusakan ini terdiri dari macam kerusakan sesuai dengan namanya, yaitu retak memanjang dan retak melintang pada perkerasan. Retak ini terjadi berjajar yang terdiri dari beberapa celah. Kemungkinan penyebab Longitudinal & Transfersal Cracks (retak memanjang dan melintang) ini yaitu :

1. Lemahnya sambungan perkerasan.
2. Bahan pada pinggir perkerasan kurang baik atau terjadi perubahan volume
3. Adanya akar pohon dibawah lapisan perkerasan.
4. Perambatan dari retak penyusutan lapisan perkerasan dibawahnya.
5. Sokongan atau material bahu samping kurang baik

**Tabel 2.10 Tingkat Kerusakan Longitudinal/Transfersal (Retak Memanjang Dan Retak Melintang)**

<b>Tingkat Kerusakan</b>	<b>Identifikasi Kerusakan</b>	<b>Pilihan Untuk Perbaikan</b>
L	Satu dari kondisi berikut yang terjadi: 1. Retak tak terisi, lebar <math>\lt; 3/8 \text{ in}</math> (10 mm) 2. Retak terisi, sembarang lebar (pengisi kondisi bagus)	Belum perlu diperbaiki; pengisi retakan (seal cracks) > 1/8 In
M	Satu dari kondisi berikut yang terjadi: 1. Retak tak terisi, lebar <math>\lt; 3/8 - 3 \text{ in}</math> (10 - 76mm) 2. Retak tak terisi, sembarang lebar 3 in (76 mm) dikelilingi retak acak ringan 3. Retak terisi, sembarang lebar yang dikelilingi retak acak ringan.	Penutupan retakan

H	<p>Satu dari kondisi berikut yang terjadi:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sembarang retak terisi atau tak terisi dikelilingi dengan retak acak, kerusakan sedang atau tinggi</li> <li>2. Retak tak terisi lebih dari 3 in (76 mm)</li> <li>3. Retak sembarang lebar dengan beberapa inci disekitar retakan, pecah (retak berat menjadi pecahan)</li> </ol>	<p>Penutupan retakan, penambalan kedalam parsial</p>
---	---	--

*Sumber. Shanin 1994*

Cara Pengukuran :

Memanjang dan retak melintang diukur di dalam meter panjang (m'). Panjang dan tingkat keparahan masing-masing retak harus diidentifikasi dan dicatat. Jika retak tidak memiliki tingkat keparahan yang sama sepanjang seluruh panjang, setiap bagian retak memiliki tingkat keparahan berbeda harus dicatat secara terpisah.



**Gambar 2.9 Retak Memanjang dan Melintang  
(Longitudinal & Transfersal Cracks)**

### 2.6.9 Tambalan (*patch*)

Tambalan adalah pertimbangan kerusakan diganti dengan bahan yang baru dan lebih bagus untuk perbaikan dari perkerasan sebelumnya. Tambalan dilaksanakan pada seluruh atau beberapa keadaan yang rusak pada badan jalan tersebut. Kemungkinan

penyebab :

1. Perbaikan akibat dari kerusakan permukaan perkerasan.
2. Penggalian pemasangan saluran atau pipa.

**Tabel 2.1 Tingkat Kerusakan Tambalan**

<b>Tingkat Kerusakan</b>	<b>Identifikasi Kerusakan</b>	<b>Pilihan untuk perbaikan</b>
L	Tambalan dalam kondisi baik dan memuaskan. Kenyamanan kendaraan dinilai terganggu sedikit atau lebih baik.	Belum perlu diperbaiki
M	Tambalan sedikit rusak. Kenyamanan kendaraan agak terganggu	Belum perlu diperbaiki, tambalan dibongkar
H	Tambalan sangat rusak. Kenyamanan kendaraan sangat terganggu	Tambalan dibongkar

(Sumber : Shahin, 1994)



**Gambar 2.10 Tambalan (Patch)**

#### **2.6.10 Pelepasan Butir (Weathering/Raveling)**

Kerusakan ini berupa terlepasnya sebagian butiran – butiran agregat pada permukaan perkerasan yang umumnya terjadi secara meluas. Kerusakan ini biasanya dimulai dengan terlepasnya material

halus dahulu yang kemudian akan berlanjut terlepasnya material yang lebih besar (material kasar), sehingga pada akhirnya membentuk tumpukan dan dapat meresapkan air ke badan jalan. Kemungkinan penyebab Weathering/Raveling (pelepasan butir) ini yaitu :

1. Pemadatan yang kurang.
2. Penggunaan material yang kotor atau yang lunak.
3. Pelapukan material pengikat atau agregat
4. Suhu pemadatan kurang.
5. Penggunaan aspal yang kurang memadai.

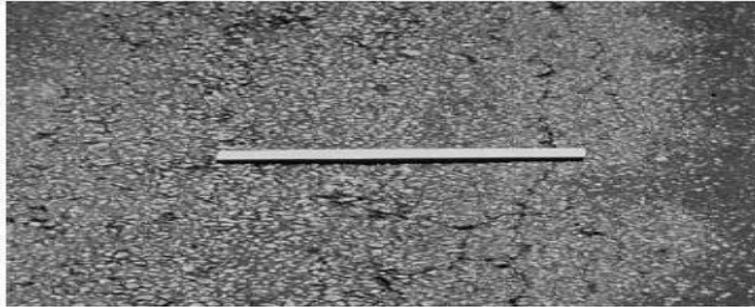
**Tabel 2.12 Tingkat Kerusakan Weathering/Raveling (Pelepasan Butir)**

<b>Tingkat Kerusakan</b>	<b>Identifikasi Kerusakan</b>	<b>Pilihan untuk Perbaikan</b>
L	Agregat atau bahan pengikat mulai lepas. Di beberapa tempat, permukaan mulai berlobang. Jika ada tumpahan oli, genangan oli dapat terlihat, tapi permukaannya keras, tak dapat ditembus	Belum perlu diperbaiki, penutup permukaan, perawatan Permukaan
M	Agregat atau pengikat telah lepas. Tekstur permukaan agak kasar dan berlobang. Jika ada tumpahan oli permukaannya lunak, dan dapat ditembus mata uang logam	Belum perlu diperbaiki, perawatan permukaan, lapisan tambahan
H	Agregat atau pengikat telah banyak lepas. Tekstur permukaan sangat kasar dan mengakibatkan banyak lobang. Diameter lubang < 4 in (10 mm) dan kedalaman 1/2 in (13 mm). Luas lobang lebih besar dari ukuran ini, dihitung sebagai kerusakan lobang (photoles). Jika ada tumpahan oli permukaannya lunak, pengikat aspal telah hilang ikatannya sehingga agregat menjadi longgar	Penutup permukaan, lapisan tambahan, recycle, Rekonstruksi

*Sumber: Shanin 1994*

Cara Pengukuran :

Pelepasan butir diukur dalam meter persegi atau luas permukaan.



**Gambar 2.11 Weathering/Raveling (Pelepasan Butir)**

### 2.6.11 Retak Bulan Sabit (*Slippage Cracking*)

Istilah lain yang biasanya digunakan untuk menyebutkan jenis retak ini adalah retak parabola atau shear cracks. Bentuk retak ini menyerupai lengkung bulan sabit atau berbentuk seperti jejak mobil yang disertai beberapa retak. Retak ini kadang-kadang terjadi bersamaan dengan terjadinya kerusakan sungkur (*shoving*). Kemungkinan penyebab *Slippage Cracking* (retak bulan sabit) ini yaitu:

1. Penggunaan lapis perekat (*tack coat*) kurang.
2. Penggunaan agregat halus terlalu banyak
3. Lapisan perekat kurang merata
4. Lapis permukaan kurang padat/kurang tebal
5. Penghamparan pada suhu aspal rendah atau tertarik roda penggerak oleh mesin penghampar aspal/mesin lainnya.

**Tabel 2.13 Tingkat Kerusakan *Slippage Cracking* (Retak Bulan Sabit)**

<b>Tingkat Kerusakan</b>	<b>Identifikasi Kerusakan</b>	<b>Pilihan untuk Perbaikan</b>
L	Retak rata – rata lebar < 3/8 in. (10 mm)	Belum perlu diperbaiki, penambahan Parsial
M	Satu dari kondisi berikut yang terjadi. 1. Retak rata – rata 3/8 – 1,5 in. (10	Penambahan parsial

	– 38mm). 2. Area disekitar retakan pecah, kedalaman pecahan – pecahan terikat.	
H	Satu dari kondisi berikut yang terjadi. 1. Retak rata – rata > ½ in (38 mm) 2. Area disekitar retakan pecah, kedalaman pecahan – pecahan mudah terbongkar	Penambahan parsial

Sumber. Shanim 1994

Cara Pengukuran :

Diukur dalam meter persegi pada area yang terjadi retak bulan sabit.



**Gambar 2.12 Retak Bulan Sabit (*Slippage Cracking*)**

#### 2.6.12 *Shoving* (Sungkur)

Kerusakan ini membentuk jembulan pada lapisan aspal. Kerusakan biasanya terjadi pada lokasi tertentu dimana kendaraan berhenti pada kelandaian yang curam atau tikungan tajam. Kerusakan umumnya timbul di salah satu sisi jejak roda. Terjadinya kerusakan ini dapat diikuti atau tanpa diikuti oleh retak. Kemungkinan penyebab *Slippage Cracking* (retak bulan sabit) ini yaitu:

1. Daya dukung lapis permukaan/lapis pondasi yang tidak memadai.
2. Pematatan yang kurang pada saat pelaksanaan.
3. Stabilitas tanah dan lapisan perkerasan yang rendah.
4. Beban kendaraan yang melalui perkerasan jalan terlalu berat.
5. Lalu lintas dibuka sebelum perkerasan mantap

**Tabel 2.14 Tingkat Kerusakan *Shoving* (Sungkur)**

<b>Tingkat Kerusakan</b>	<b>Identifikasi Kerusakan</b>	<b>Pilihan untuk Perbaikan</b>
L	Menyebabkan sedikit gangguan kenyamanan kendaraan	Belum perlu diperbaiki, lapisan tambahan
M	Menyebabkan cukup gangguan kenyamanan kendaraan	Penambalan parsial atau diseluruh kedalaman,
H	Menyebabkan gangguan besar pada kenyamanan kendaraan	Penambalan parsial atau diseluruh kedalaman,

*Sumber. Shanin 1994*

Cara Pengukuran :

sungkur diukur dalam meter persegi pada area yang terjadi sungkuran.



**Gambar 2.13 *Shoving* (Sungkur)**

### **2.6.13 Alur (*Rutting*)**

Istilah lain yang digunakan untuk menyebutkan jenis kerusakan ini adalah longitudinal ruts, atau channels/rutting. Bentuk kerusakan ini terjadi pada lintasan roda sejajar dengan as jalan dan berbentuk alur. Kemungkinan penyebab Rutting (alur) ini yaitu:

1. Ketebalan lapisan permukaan yang tidak mencukupi untuk menahan beban lalu lintas.
2. Lapisan permukaan/lapisan pondasi memiliki stabilitas rendah sehingga terjadi deformasi plastis.
3. Lapisan perkerasan atau lapisan pondasi yang kurang padat.

**Tabel 2.15 Tingkat Kerusakan *Rutting* (Alur)**

<b>Tingkat Kerusakan</b>	<b>Identifikasi Kerusakan</b>	<b>Pilihan untuk Perbaikan</b>
L	Kedalaman alur rata – rata $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ in. (6 – 13 mm)	Belum perlu diperbaiki, lapisan Tambahan
M	Kedalaman alur rata – rata $\frac{1}{2}$ - 1 in. (13 – 25,5 mm)	Penambalan dangkal, parsial atau diseluruh kedalaman, lapisan Tambahan
H	Kedalaman alur rata – rata > 1 in. (25,4 mm)	Penambalan dangkal, parsial atau diseluruh kedalaman, dan lapisan tambahan

*Sumber. Shanim 1994*

Cara Pengukuran :

Rutting diukur dalam satuan meter persegi (m<sup>2</sup>), dan tingkatan kerusakannya ditentukan oleh kedalaman alur tersebut. Untuk menentukan kedalaman, alat ukur harus diletakkan di alur dan kedalaman maksimum yang diukur.



**Gambar 2.14 Alur (*Rutting*)**

#### **2.6.14 Railroad Crossing (Perlindungan Jalan Rel)**

Kerusakan pada persilangan jalan rel dapat berupa ambles atau benjolan disekitar/antara lintasan rel. Kemungkinan penyebab Railroad Crossing (perlindungan jalan rel) ini yaitu:

1. Pelaksanaan pekerjaan perkerasan atau pemasangan jalan rel yang buruk.
2. Amblesnya perkerasan, sehingga timbul beda elevasi antara

permukaan perkerasan dengan permukaan rel.

**Tabel 2.16 Tingkat Kerusakan *Rail Road Crossing* (Perlintasan Jalan Rel)**

<b>Tingkat Kerusakan</b>	<b>Identifikasi Kerusakan</b>	<b>Pilihan untuk Perbaikan</b>
L	Persilangan jalan rel menyebabkan sedikit gangguan kenyamanan kendaraan	Belum perlu diperbaiki
M	Persilangan jalan rel menyebabkan cukup gangguan kenyamanan kendaraan	Penambalan dangkal atau kedalaman parsial; persilangan direkonstruksi
H	Persilangan jalan rel menyebabkan gangguan besar pada kenyamanan Kendaraan	Penambalan dangkal atau Kedalaman parsial; Persilangan Direkonstruksi

*Sumber. Shanim 1994*

### **2.6.15 Lobang (*Potholes*)**

Kerusakan ini berbentuk seperti mangkok yang dapat menampung dan meresapkan air pada badan jalan. Kerusakan ini terkadang terjadi di dekat retakan, atau di daerah yang drainasinya kurang baik (sehingga perkerasan tergenang oleh air). Kemungkinan penyebab *Potholes* (lobang) ini yaitu:

1. Kadar aspal rendah, sehingga film aspal tipis dan agregatnya mudah terlepas atau lapis permukaannya yang tipis
2. Penggunaan agregat kotor/tidak baik
3. Pelapukan aspal
4. Merupakan kelanjutan dari kerusakan lain seperti retak dan pelepasan butir.
5. Suhu campuran tidak memenuhi persyaratan.

6. Sistem drainase jelek.

**Tabel 2.17 Tingkat Kerusakan *Potholes* (Lubang)**

Kedalaman Maksimal Lubang ( inc )	Diameter Lubang Rerata		
	4-8	8-18	18-30
0,5-1	Low	Low	Medium
1-2	Low	Medium	High
2	Medium	Medium	High

*Sumber.Shanim 1994*

**2.6.16 Agregat Licin (*Polished Aggregate*)**

Yaitu kerusakan pada permukaan perkerasan aspal dimana pada permukaan tersebut butiran-butiran agregat terlihat ‘telanjang’ dan permukaan agregat nya menjadi halus/licin atau kadang-kadang terlihat ‘mengkilap’. Kerusakan ini sering terjadi pada lokasi yang sering dilewati oleh kendaraan- 25 kendaraan berat ataupun juga pada daerah yang terjadi gesekan yang tinggi antara lapisan permukaan perkerasan dan ban kendaraan (contohnya pada tikungan dan lain sebagainya). Kemungkinan penyebab *Polished Aggregate* (agregat licin) ini yaitu:

1. Agregat tidak tahan aus terhadap roda kendaraan
2. Bentuk agregat yang digunakan memang sudah bulat dan licin (bukan hasil dari mesin pemecah batu).

**Tabel 2.18 Tingkat Kerusakan *Polished Aggregate* (Agregat Licin)**

Tingkat Kerusakan	Identifikasi Kerusakan	Pilihan untuk perbaikan
	Tidak ada defenisi derajat kerusakan. Tetapi, derajat kelicinan harus nampak signifikan, sebelum dilibatkan dalam survey kondisi dan dinilai sebagai kerusakan	Belum perlu diperbaiki; perawatan permukaan; lapisan tambahan

*Sumber.Shanim 1994*



**Gambar 2.15 Agregat Licin (*Polished Aggregate*)**

Cara Pengukuran :

Diukur dalam satuan meter persegi (m<sup>2</sup>) luas permukaan.

#### **2.6.17 Tambalan dan Tambalan Pada Galian Utilitas. (*Patching and Utility Cut Patching*)**

Tambalan dapat dikelompokkan kedalam cacat permukaan, karena pada tingkat tertentu (jika jumlah/luas tambalan besar) akan mengganggu kenyamanan berkendara. Berdasarkan sifatnya, tambalan dikelompokkan menjadi dua, yaitu tambalan sementara; berbentuk tidak beraturan mengikuti bentuk kerusakan lubang, dan tambalan permanen, berbentuk segi empat sesuai rekonstruksi yang dilaksanakan. Kemungkinan penyebab *Patching and Utility Cut Patching* (tambalan dan tambalan pada galian utilitas) ini yaitu:

1. Perbaikan akibat dari kerusakan structural perkerasan.
2. Perbaikan akibat dari kerusakan permukaan perkerasan.
3. Penggalian pemasangan saluran/pipa.

**Tabel 2.19 Tingkat Kerusakan *Patching And Utility Cut Patching* (Tambalan Dan Tambalan Pada Utilitas)**

<b>Tingkat Kerusakan</b>	<b>Identifikasi Kerusakan</b>	<b>Pilihan untuk perbaikan</b>
L	Tambalan dalam kondisi baik dan memuaskan. Kenyamanan kendaraan dinilai terganggu sedikit atau lebih baik.	Belum perlu diperbaiki

M	Tambalan sedikit rusak. Kenyamanan kendaraan agak terganggu	Belum perlu diperbaiki, tambalan dibongkar
H	Tambalan sangat rusak. Kenyamanan kendaraan sangat terganggu	Tambalan dibongkar

Sumber. Shanim 1994

Cara Pengukuran :

Patching diukur dalam satuan meter persegi (m<sup>2</sup>) dari permukaan. Namun, jika petak satu memiliki wilayah yang berbeda-beda tingkat keparahan, bidang-bidang ini harus diukur dan dicatat secara terpisah. Sebagai contoh, patch (2,3 meter persegi) 25 kaki persegi mungkin memiliki 10 persegi kaki (1,0 meter persegi) keparahan menengah dan 15 kaki persegi dari tingkat keparahan. Daerah ini akan dicatat secara terpisah.



**Gambar 2.16 Tambalan dan Tambalan Pada Galian Utilitas (Patching and Utility Cut Patching)**

#### 2.6.18 Amblas (*Depression*)

Bentuk kerusakan yang terjadi ini berupa amblas/turunnya permukaan lapisan permukaan perkerasan pada lokasi-lokasi tertentu (setempat) dengan atau tanpa retak. Kedalaman kerusakan ini umumnya lebih dari 2 cm dan akan menampung/meresapkan air. Kemungkinan penyebab Patching and Utility Cut Patching (tambalan dan tambalan pada galian utilitas) ini yaitu:

1. Beban/berat kendaraan yang berlebihan, sehingga kekuatan struktur bagian bawah perkerasan jalan atau struktur perkerasan

- jalan itu sendiri tidak mampu memikulnya.
2. Pelaksanaan pemadatan yang kurang baik.
  3. Penurunan bagian perkerasan dikarenakan oleh turunnya tanah dasar.

**Tabel 2.20 Tingkat Kerusakan *Depression* (Amblas)**

<b>Tingkat Kerusakan</b>	<b>Identifikasi Kerusakan</b>	<b>Pilihan untuk perbaikan</b>
L	Kedalaman maksimum amblas $\frac{1}{2}$ - 1 inc (13 – 25 mm)	Belum perlu diperbaiki
M	Kedalaman maksimum amblas 1 - 2 inc(12 – 51 mm)	Penambalan dangkal, parsial atau seluruh Kedalaman
H	Kedalaman maksimum amblas >2 inc(51 mm)	Penambalan dangkal, parsial atau seluruh kedalaman

*Sumber. Shanim 1994*

Cara Pengukuran :

Depresi diukur dalam meter persegi (m<sup>2</sup>) dari permukaan daerah. Kedalaman maksimum depresi menentukan tingkat keparahan. kedalaman ini dapat diukur dengan menempatkan alat ukur (3 m) sejajar di daerah depresi dan pengukuran.



## **Gambar 2.17 Amblas (*Depression*)**

### **2.7 Metode PCI**

Penilaian kondisi kerusakan perkerasan yang dikembangkan oleh U.S. Army Corp of Engineer (Shahin et al., 1976-1984), dinyatakan dalam Indeks Kondisi Perkerasan (Pavement Condition Index, PCI). Penggunaan PCI untuk perkerasan bandara, jalan, dan tempat parkir telah dipakai secara luas di Amerika. Departemen-departemen yang menggunakan prosedur PCI ini misalnya : FAA (Federal Aviation Administration, 1982), Departemen Pertahanan Amerika (U.S. Air Force, 1981; U.S. Army, 1982), Asosiasi Pekerjaan Umum Amerika (American Public Work Association, 1984) dan lain-lain.

Metode PCI memberikan informasi kondisi perkerasan hanya pada saat survey dilakukan, tapi tidak dapat memberikan gambaran prediksi dimasa datang. Namun demikian, dengan melakukan survey kondisi secara periodik, informasi kondisi perkerasan dapat berguna untuk prediksi kinerja dimasa datang, selain juga dapat digunakan sebagai masukan pengukuran yang lebih detail.

#### **2.7.1 Indeks Kondisi Permukaan atau PCI (*Pavement Condition Index*)**

PCI adalah tingkatan dari kondisi permukaan perkerasan dan ukuran yang ditinjau dari fungsi daya guna yang mengacu pada kondisi dan kerusakan dipermukaan perkerasan yang terjadi. PCI ini merupakan indeks numerik yang nilainya berkisar di antara 0 sampai 100. Nilai 0, menunjukkan 34 perkerasan dalam kondisi sangat rusak dan nilai 100 menunjukkan perkerasan masih sempurna. PCI ini didasarkan pada hasil survey kondisi visual. Tipe kerusakan, tingkat kerusakan, dan ukurannya diidentifikasi saat survey kondisi tersebut. PCI dikembangkan untuk memberikan indeks dari integritas struktur perkerasan dan kondisi operasional permukaannya. Informasi kerusakan yang diperoleh sebagai bagian dari survey kondisi PCI, memberikan informasi sebab-sebab kerusakan, dan apakah kerusakan terkait dengan beban atau iklim.

Dalam metode PCI, tingkat keparahan kerusakan perkerasan merupakan fungsi dari 3 faktor utama, yaitu :

1. Tipe kerusakan
2. Tingkat keparahan kerusakan
3. Jumlah atau kerapatan kerusakan.

### 2.7.2 Istilah-Istilah dalam Hitungan PCI

Dalam hitungan PCI, maka terdapat istilah-istilah sebagai berikut ini.

1. Kerapatan (Density)

Kerapatan adalah persentase luas atau panjang total dari satu jenis kerusakan terhadap luas atau panjang total bagian jalan yang diukur, bias dalam feet atau meter. Dengan demikian, kerapatan kerusakan dapat dinyatakan oleh persamaan :

Kerapatan (density) (%)

Sumber :Pemeliharaan Jalan Raya (Hary Christady Hardiyatmo)

Dengan :  $\frac{Ad}{As} \times 100$

Ad = luas total dari satu jenis perkerasan untuk setiap tingkat keparahan kerusakan (sq.ft )

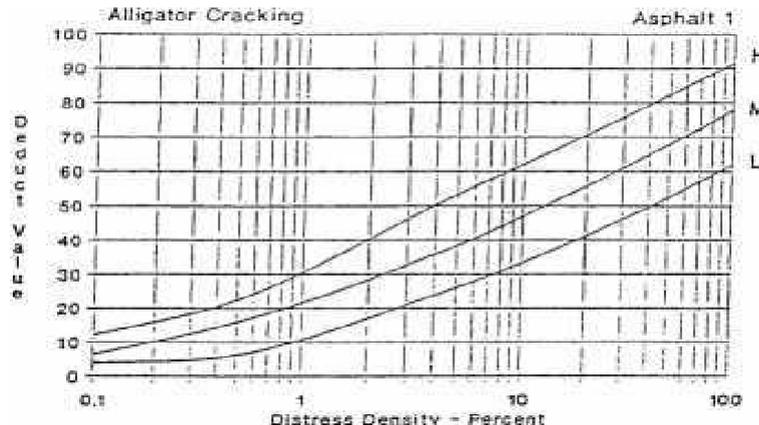
As = luas total unit sampel

2. Nilai Pengurang (Deduct Value, DV)

Nilai Pengurang (Deduct Value) adalah suatu nilai pengurang untuk setiap jenis kerusakan yang diperoleh dari kurva hubungan kerapatan (density) dan tingkat keparahan (severity level) kerusakan. Karena banyaknya 35 kemungkinan kondisi perkerasan, untuk menghasilkan satu indeks yang memperhitungkan ketiga factor tersebut umumnya menjadi masalah. Untuk mengatasi hal ini, nilai pengurang dipakai sebagai tipe factor pemberat yang mengindikasikan derajat pengaruh kombinasi tiap-tiap tipe kerusakan, tingkat keparahan kerusakan, dan kerapatannya. Didasarkan pada kelapukan perkerasan, masukan dari pengalaman, hasil uji lapangan dan evaluasi prosedur, serta deskripsi akurat dari tipe-tipe kerusakan,

maka tingkat keparahan kerusakan dan nilai pengurang diperoleh, sehingga suatu indeks kerusakan gabungan, PCI dapat ditentukan. Untuk menentukan PCI dari bagian perkerasan tertentu, maka bagian tersebut dibagi-bagi kedalam unit-unit inspeksi yang disebut unit sampel.

Contoh Kurva Nilai DV untuk kerusakan retak buaya :



**Gambar 2.18 Kurva DV Retak Buaya**

(sumber: ASTM D6443)

3. Nilai pengurang total (Total Deduct Value, TDV)

Nilai pengurang total atau TDV adalah jumlah total dari nilai pengurang (Deduct Value) pada masing-masing unit sampel, pada nilai TDV ini terdapat q yang mana q adalah jumlah jenis kerusakan jalan, nilai q didapatkan dari jumlah nilai DV yang lebih besar dari 2 pada ruas jalan yang diteliti, sedangkan untuk landasan pesawat terbang jumlah q yang digunakan apabila nilai DV lebih besar dari 5.

4. Nilai pengurang terkoreksi (Corrected Deduct Value, CDV)

Nilai pengurang terkoreksi atau CDV diperoleh dari kurva hubungan antara nilai pengurang total (TDV) dan nilai pengurang (DV) dengan memilih kurva yang sesuai. Jika nilai CDV yang diperoleh lebih kecil dari nilai pengurang tertinggi (Highest Deduct Value, HDV), maka CDV yang digunakan adalah nilai pengurang individual yang tertinggi.

5. Nilai PCI

Setelah CDV diperoleh, maka PCI untuk setiap unit sampel dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\text{PCIs} = 100 - \text{CDV}$$

(Sumber : *Pemeliharaan Jalan Raya (Hary Christady Hardiyatmo)*)

Dengan :

PCIs = PCI untuk setiap unit segmen atau unit penelitian

CDV = CDV dari setiap unit sampel.

Nilai PCI perkerasan secara keseluruhan pada ruas jalan tertentu adalah PCI (Sumber : *Pemeliharaan Jalan Raya (Hary Christady Hardiyatmo)*). Dengan,

PCIf = nilai PCI rata-rata dariseluruh area penelitian.

PCIs = nilai PCI untuk setiap unit sampel

N = jumlah unit sampel

#### 6. Unit Sampel

Unit sampel adalah bagian atau seksi dari suatu perkerasan yang didefinisikan hanya untuk keperluan pemeriksaan. Berikut ini akan disampaikan cara pembagian dan penentuan unit-unit sampel yang disurvei.

##### a. Cara pembagian unit sampel

Untuk jalan dengan perkerasan aspal (termasuk aspal diatas perkerasan beton) dan jalan tanpa perkerasan, unit sampel didefinisikan sebagai luasan sekitar  $762 \pm 305$  ( $2500 \pm 1000$  sq.ft) (Shahin, 1994). Ukuran unit sampel sebaiknya mendekati nilai rata-rata yang direkomendasikan agar hasilnya akurat.

##### b. Penentuan unit sampel yang disurvei

Menurut Shahin (1994), inspeksi dari setiap unit sampel dalam suatu bagian perkerasan membutuhkan suatu usaha ekstra, khususnya jika bagiannya besar. Derajat pengambilan contoh yang dibutuhkan bergantung pada tingkat penggunaan hasil survey apakah survey dilakukan

pada tingkat jaringan jalan (Network-level) ataukah tingkat proyek (project-level).

Jika tujuannya adalah untuk membuat keputusan tingkat proyek, seperti perencanaan biaya proyek, maka suatu survey dengan jumlah unit sampel terbatas sudah cukup. Tapi, jika tujuannya adalah untuk mengevaluasi bagian perkerasan spesifik pada tingkat proyek, maka derajat penelitian sampel yang lebih tinggi dibutuhkan pada bagian ini.

Pengelolaan pada tingkat proyek membutuhkan data akurat untuk persiapan proyek perencanaan dan kontrak. Karena itu, dibandingkan dengan pengelolaan tingkat jaringan, unit sampel yang dibutuhkan dalam tingkat proyek lebih banyak.

#### 7. Klasifikasi Kualitas Perkerasan

Dari nilai (PCI) untuk masing-masing unit penelitian dapat diketahui kualitas lapis perkerasan unit segmen berdasarkan kondisi tertentu yaitu sempurna (excellent), sangat baik (very good), baik (good), sedang (fair), 38 buruk (poor), sangat buruk (very poor), dan gagal (failed). Adapun besaran Nilai PCI adalah:

**Tabel 2.21 Klasifikasi Kualitas Perkerasan Jalan**

<b>Nilai PCI</b>	<b>Kondisi Jalan</b>
85-100	Sempurna ( Excellent )
70-84	Sangat Baik ( Very Good )
55-69	Baik ( Good )
40-54	Sedang ( Fair )
25-39	Buruk ( Poor )
10-24	Sangat Buruk ( Very Poor )
0-10	Gagal ( Failed )

*Sumber : Pemeliharaan Jalan Raya Hary C.H (2007)*

## 2.8 Metode *International Roughness Index* (IRI)

International Roughness Index adalah parameter yang digunakan untuk menentukan tingkat ketidakrataan permukaan jalan. Parameter Roughness dipresentasikan dalam suatu skala yang menggambarkan ketidakrataan permukaan perkerasan jalan yang dirasakan pengendara. Ketidakrataan permukaan perkerasan jalan tersebut merupakan fungsi dari potongan memanjang dan melintang permukaan jalan. Disamping factor-faktor tersebut, Roughness juga dipengaruhi oleh parameter-parameter operasional kendaraan, yang meliputi suspension roda, bentuk kendaraan, kedudukan kerataan kendaraan serta kecepatan.

Siahaan, ddk (2014) dalam Tanan (2005) menyampaikan secara umum Roughness jalan dapat didefinisikan sebagai deviasi permukaan jalan diukur dari satu bidang datar, ditambah parameter lain yang dapat mempengaruhi hal-hal sebagai berikut : gerakan dinamis kendaraan, kualitas perjalanan, beban dinamis konstruksi serta pengaliran air di permukaan.

International Roughness Index (IRI) digunakan untuk mengukur kekasaran permukaan jalan, kekasaran yang diukur pada setiap lokasi diasumsikan mewakili semua fisik di lokasi tersebut. Kekasaran permukaan jalan adalah nama yang diberikan untuk ketidakrataan memanjang pada permukaan jalan. Ini diukur dengan suatu skala terhadap pengaruh permukaan pada kendaraan yang bergerak di atasnya. Skala yang banyak digunakan di Negara berkembang seperti Indonesia adalah International Roughness Index (IRI). Korelasi antara nilai Roughness dengan kondisi visual perkerasan seperti yang ditunjukkan pada Tabel dibawah ini:

**Tabel 2.22 Nilai IRI Berdasarkan Pengamatan Visual Untuk Perkerasan Lentur**

<b>IRI (m/km)</b>	<b><i>Sealed Road</i></b>
1.5 – 2.5	Dapat dilalui kendaraan dengan nyaman pada Kecepatan >120km/jam. Tidak ditemui depresi, depresi < 2 mm per 3 meter.

<b>IRI (m/km)</b>	<b><i>Sealed Road</i></b>
4.5 – 5.5	Dapat dilalui kendaraan dengan nyaman pada kecepatan 100 – 120 km/jam. Pada kecepatan 80 km/jam mulai terasa getaran. Pada perkerasan yang rusak, sekali-kali ditemukan depresi, tambalan, atau lubang ( 0.5 – 15 cm per 3 m atau 1-2 cm per 5 meter dengan frekuensi 1– 2 per 50 meter
6.0 – 8.0	Dapat dilalui kendaraan dengan nyaman sampai kecepatan 70 – 90 km/jam, getaran dan goyangan sangat terasa. Kerusakan pada perkerasan seringkali ditemui depresi yang tidak rata atau tambalan ( 1.5 – 2 cm per 3 meter atau 2 – 4 cm per 5 meter dengan frekuensi 3–5 per 50 meter. Sekali-kali ditemui lubang (1–3 per 50 meter).
9.0 – 10.0	Dapat dilalui kendaraan dengan nyaman sampai kecepatan 50–60 km/jam. Disertai dengan kerusakan pada perkerasan yang parah disertai lubang yang dalam dan tambalan yang tidak rata. (2 – 4 cm per 3 meter atau 4 – 8 cm per 5 meter dengan frekuensi 3 –5 per 50 meter. Atau sering Ditemui lubang (4–6 per 50 meter)
11.0 – 13.0	Kecepatan kendaraan perlu dikurangi sampai dibawah 50 km/jam. Banyak ditemui depresi, lubang, dan disintegrasi yang parah (yaitu Dalamnya 4 – 8 cm dengan frekuensi < 8– 16 per 50 meter)

Sumber. Teknik Evaluasi Kinerja Perkerasan Lentur Edisi II, (2006)

**Tabel 2.23 Penilaian Kondisi Aspal Berdasarkan Nilai IRI**

<b>Kondisi jalan</b>	<b>Nilai IRI, Kecepatan</b>	<b>Penampakan Permukaan Aspal</b>
Baik	IRI < 4 V > 80 km/jam	Permukaan hitam, tidak ada Retak dan lubang, depresi sangat jarang
Sedang	4 < IRI < 8 V = 40-80 km/jam	Terlihat sedikit lubang dan dangkal serta bekas tambalan. Mulai timbul retak dan ketidak rataan ( <i>corrugation and undulations</i> )

Rusringan	8<IRI<12 V=30-40 km/jam	Permukaan abu-abu,timbul retak Yang cukup luas,banyak lubang,depresi cukup luas
Rusak berat	IRI>12 V <30 km/jam	Permukaan terlihat aus/tua,timbul retak buaya, banyak lubang dan dalam, deormasi dan disintegrasi yang luas dan Signifikan

Sumber.Sukirman (2010)

## 2.9 Jenis-Jenis Pemeliharaan Jalan

Menurut (Permen PU nomor 13 tahun 2011) tujuan pemeliharaan jalan adalah untuk mempertahankan kondisi jalan sesuai tingkat pelayanan dan kemampuannya pada saat jalan tersebut selesai dibangun dan dioperasikan dengan umur rencana yang telah ditentukan. Program ini dimaksudkan untuk memelihara fungsi jalan dan untuk memperkecil kerusakan pada struktur atau permukaan jalan. Dalam menentukan pemeliharaan jalan mempunyai kriteria teknis pemeliharaan jalan sebagai berikut:

### 1. Pemeliharaan Rutin

Merupakan kegiatan merawat serta memperbaiki kerusakan yang terjadi pada suatu ruas jalan dengan kondisi pelayanan mantap untuk mengantisipasi akibat dari pengaruh lingkungan. Skala pekerjaannya cukup kecil dan dikerjakan tersebar diseluruh jaringan jalan secara rutin. Pemeliharaan rutin hanya diberikan terhadap lapis permukaan yang sifatnya untuk meningkatkan kualitas berkendara (*ridingquality*) tanpa meningkatkan kekuatan struktural dan dilakukan sepanjang tahun.

### 2. Pemeliharaan Periodei katau Berskala

Merupakan kegiatan penanganan terhadap setiap kerusakan yang diperhitungkan dalam desain agar penurunan kondisi jalan dapat dikembalikan pada kondisikemantapan rencana. Pemeliharaan periodik termasuk ke dalam tipe kegiatan pencegahan (preventive) dilakukan dalam selang waktu beberapa tahun dan diadakan menyeluruh untuk satu atau beberapa seksi jalan dan sifatnya hanya mengembalikan fungsi jalan

dan tidak meningkatkan nilai structural perkerasan. Pemeliharaan periodik biasanya dilakukan penambahan lapis tipis aspal pada permukaan guna memperbaiki integritas permukaan dan sebagai lapis kedap air. Pemeliharaan periodik dimaksud untuk mempertahankan kondisi jalan sesuai dengan yang direncanakan selama masa layanannya tidak untuk meningkatkan kekuatan struktur dari perkerasan.

### 3. Peningkatan Jalan

Jalan secara umum dibutuhkan untuk memperbaiki integritas struktur perkerasan yaitu meningkatkan nilai strukturalnya dan atau geometriknnya agar mencapai tingkat pelayanan yang direncanakan. Secara umum peningkatan jalan dilakukan dengan pemberian lapis tambahan struktural. Pekerjaan peningkatan jalan adalah pekerjaan yang ditujukan untuk menambah kemampuan struktur jalan ke muatan sumbu terberat (MST) yang lebih tinggi atau menambah kapasitas jalan.

### 4. Rekonstruksi

Merupakan Penanganan jalan dari kondisi belum tersedia badan jalan sampai kondisi jalan dapat berfungsi. Pekerjaan konstruksi jalan baru juga berarti pekerjaan membangun jalan baru berupa jalan tanah atau jalan beraspal. Tahapan pembangunan jalan yang biasa dilakukan di Indonesia menurut Sulaksono (2001) dalam Wirdatun Nafiah Putri (2011) dimulai dari tahap perencanaan (planning) selanjutnya dilakukan studi kelayakan (feasibility study) dan perancangan detail (detail design) kemudian tahap konstruksi (construction) dan tahap pemeliharaan (maintenance). Dalam hal perkerasan lama sudah dalam kondisi yang sangat tidak layak maka lapisan tambahan tidak akan efektif dan kegiatan rekonstruksi biasanya juga diperlukan. Kegiatan rekonstruksi ini juga dimaksud untuk penanganan jalan yang dapat meningkatkan kelasnya.

## **2.10 Perencanaan Lapis Tambah Permukaan Perkerasaan Lentur (*Overlay*)**

Penanganan *overlay* dimaksudkan juga untuk memperbaiki fungsi jalan misalnya penanganan bentuk permukaan, kenyamanan dan perbaikan lain pada permukaan jalan yang sifatnya *non-struktural*. Lapisan *overlay*

harus lebih besar atau sama dengan tebal minimum. permukaan yang tidak rata memerlukan lapis aspal yang lebih tebal untuk mencapai level kerataan yang dikehendaki. Idealnya, permukaan yang sangat kasar dikoreksi dengan pelaksanaan dalam dua lapisan, dan tidak mengandalkan satu lapisan untuk mencapai *International Roughness Index* (IRI) yang diharapkan. Apabila *overlay* didesain hanya untuk memperbaiki kerataan saja (*non-struktural*), nilai *International Roughness Index* (IRI) digunakan sebagai parameter untuk menentukan tebal *overlay* (*non-struktural*). Parameter *Roughness* dipresentasikan dalam suatu skala yang menggambarkan ketidakrataan permukaan perkerasan jalan yang dirasakan pengendara. berdasarkan manual desain perkerasan jalan No.04/SE/Db/2017, tebal *overlay* (*non-struktural*) dapat direncanakan menggunakan tabel dibawah ini :

**Tabel 2.24 Tebal Overlay untuk Menurunkan IRI**

<b>IRI rata-rata perkerasan eksisting</b>	<b>Tebal <i>overlay</i> minimum untuk mencapai IRI=3 mm</b>
4	40
5	45
6	50
7	55
<b>8</b>	<b>60</b>

## **2.11 Analisa Hidrologi**

Analisa hidrologi dalam perencanaan drainase jalan raya ini dimulai dengan membuat daerah pengaliran saluran terlebih dahulu. Dalam menentukan daerah pengaliran saluran diperlukan data arah aliran air yang menuju saluran drainase jalan raya tersebut.

Adapun data – data yang dibutuhkan pada analisis hidrologi ini adalah data curah hujan harian maksimum dalam satu tahun, yang dinyatakan dalam mm/24 jam. Data curah hujan ini didapat dari stasiun pencatat curah hujan sekitar lokasi yang diteliti.

### **2.11.1 Stasiun Pencatat Curah Hujan**

Berdasarkan SNI 03-3424-1994 hujan rencana untuk perencanaan drainase permukaan jalan didasarkan pada data hujan harian maksimum dari stasiun – stasiun pengamat hujan yang paling

mendekati lokasi tujuan, minimal 10 tahun berurutan.

### 2.11.2 Analisa Data Hujan

Kegiatan ini meliputi perhitungan probabilitas curah hujan untuk periode ulang tertentu, yaitu periode 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun dan perhitungan intensitas curah hujan.

#### 1. Probabilitas Curah Hujan

Probabilitas curah hujan menggunakan analisa frekuensi gumbel sebagaimana direkomendasikan dalam SNI 03-3424-1994. Rumus yang digunakan adalah :

$$X_T = X_r + SK$$

Dimana :

$X_T$  = Probabilitas curah hujan untuk periode ulang T tahun selama 24 jam

$X_r$  = Harga rata – rata sampel

$SK$  = Standard deviasi (simpangan baku) sampel

Faktor probabilitas K untuk harga – harga ekstrim gumbel dapat dinyatakan dalam persamaan :

$$K = \frac{Y_{tr} - Y_n}{S_n}$$

Dimana :

$Y_{tr}$  = Reduksi variasi yang merupakan fungsi periode ulang T

$Y_n$  = Reduksi rata -rata yang tergantung pada jumlah data (n)

$S_n$  = Reduksi standard deviasi yang merupakan fungsi jumlah data

#### 2. Menentukan curah hujan rata – rata dengan rumus seperti berikut:

$$X \text{ Rata – rata} = \frac{\sum X_i}{n}$$

#### 3. Menghitung standard deviasi ( $S_x$ )

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (X_i \text{ Rata-rata})^2}{n-1}}$$

Curah hujan untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun

pada tabel berikut :

**Tabel 2.25 Nilai Yn**

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.4952	0.4996	0.5035	0.5070	0.5100	0.5128	0.5157	0.5181	0.5202	0.5220
20	0.5236	0.5252	0.5268	0.5283	0.5296	0.5309	0.5320	0.5332	0.5343	0.5353
30	0.5362	0.5371	0.5380	0.5388	0.5396	0.5403	0.5410	0.5418	0.5424	0.5436
40	0.5436	0.5442	0.5448	0.5453	0.5458	0.5463	0.5468	0.5473	0.5477	0.5481
50	0.5485	0.5489	0.5493	0.5497	0.5501	0.5504	0.5508	0.5511	0.5515	0.5518
60	0.5521	0.5524	0.5527	0.5530	0.5533	0.5535	0.5538	0.5540	0.5543	0.5545
70	0.5548	0.5550	0.5552	0.5555	0.5557	0.5559	0.5561	0.5563	0.5565	0.5567
80	0.5569	0.5570	0.5572	0.5574	0.5576	0.5578	0.5580	0.5581	0.5583	0.5585
90	0.5586	0.5587	0.5589	0.5591	0.5592	0.5593	0.5595	0.5596	0.5598	0.5599
100	0.5600	0.5602	0.5603	0.5604	0.5606	0.5607	0.5608	0.5609	0.5610	0.5611

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Jalan, SNI 03-3424-2013

**Tabel 2.26 Nilai Sn**

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.9496	0.9676	0.9833	0.9971	1.0095	1.0206	1.0316	1.0411	1.0493	1.0565
20	1.0628	1.0696	1.0754	1.0811	1.0864	1.0915	1.0961	1.1004	1.1047	1.1080
30	1.1124	1.1159	1.1193	1.1226	1.1255	1.1285	1.1313	1.1339	1.1363	1.1388
40	1.1413	1.1436	1.1458	1.1480	1.1499	1.1519	1.1538	1.1557	1.1574	1.1590
50	1.1607	1.1623	1.1638	1.1658	1.1667	1.1681	1.1696	1.1708	1.1721	1.1734
60	1.1747	1.1759	1.1770	1.1782	1.1793	1.1803	1.1814	1.1824	1.1834	1.1844
70	1.1854	1.1863	1.1873	1.1881	1.1890	1.1898	1.1906	1.1915	1.1923	1.1930
80	1.1938	1.1945	1.1953	1.1959	1.1967	1.1973	1.1980	1.1987	1.1994	1.2001
90	1.2007	1.2013	1.2020	1.2026	1.2032	1.2038	1.2044	1.2049	1.2055	1.2060
100	1.2065	1.2069	1.2073	1.2077	1.2081	1.2084	1.2087	1.2090	1.2093	1.2096

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Jalan, SNI 03-3424-2013

**Tabel 2.1 Reduced Variate, Ytr sebagai fungsi periode ulang**

Periode ulang, Tr (tahun)	Reduced variate, Y <sub>Tr</sub>	Periode ulang, Tr (tahun)	Reduced variate, Y <sub>Tr</sub>
2	0.3668	100	4.6012
5	1.5004	200	5.2969
10	2.2510	250	5.5206
20	2.9709	500	6.2149
25	3.1993	1000	6.9087
50	3.9028	5000	8.5188
75	4.3117	10000	9.2121

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Jalan, SNI 03-3424-2013

#### 4. Intensitas dan waktu hujan

Ketinggian curah hujan tercapai pada suatu kurun waktu tertentu disebut intensitas curah hujan. Perhitungan besarnya intensitas curah hujan pada ketersediaan data curah hujan dengan satuannya.

##### a. Formula Talbot

Digunakan jika data curah hujan harian dan curah hujan jangka pendek dengan durasi (5', 10', 20', 60', 120' dan seterusnya) tersedia, maka dapat digunakan rumus Talbot :

$$T = \frac{a}{tc-b}$$

##### b. Mononobe

Jika data yang ada hanya data curah hujan maksimum (tidak ada data curah hujan jangka pendek), maka dapat digunakan rumus empiris dari Monobe sebagai berikut :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3}$$

Dimana :

I = intensitas hujan (mm/jam)

R<sub>24</sub> = tinggi hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

t = waktu hujan (jam)

##### c. Metode Van Breen

Berdasarkan penelitian *Van Breen* di Indonesia, curah hujan terkonsentrasi selama 4 jam dengan jumlah curah hujan sebesar 90% dari jumlah curah hujan selama 24 jam.

Perhitungan intensitas curah hujan dengan menggunakan metode *Van Breen* sebagai berikut :

$$I_t = \frac{54 Rt + 0,07 Rt}{tc + 0,3 Rt}$$

### 2.11.3 Analisa Hidraulika

#### 1. Waktu konsentrasi $T_c$ (menit)

Waktu konsentrasi  $T_c$  merupakan penjumlahan dari waktu inlet  $t_1$  (*Inlet Time*) dengan waktu aliran  $t_2$  (*conduilt time*).

$$T_c = t_1 + t_2$$

Dimana :

$$t_1 = \frac{2}{3} \times 3,28 \times L t \times \left(\frac{nd}{\sqrt{s}}\right)^{0,167}$$

$$t_2 = \frac{L}{60 \times V}$$

Dengan :

$T_c$  = Waktu konsentrasi (menit)

$t_1$  = Waktu inlet (menit)

$t_2$  = Waktu aliran (menit)

$L_t$  = Jarak dari titik terjauh ke fasilitas drainase (m)

$L$  = Panjang saluran (m)

$S$  = Kemiringan daerah pengaliran

$V$  = Kecepatan air rata-rata di saluran (m/dt)

Koefisien hambatan  $nd$  dan kecepatan air rata – rata disaluran terdapat pada tabel dibawah ini diperlihatkan hubungan kecepatan aliran dan jenis material dasar.

Waktu konsentrasi  $t_c$  digunakan untuk merencanakan dimensi saluran drainase, yaitu dengan cara mengplotkan  $t_c$  rencana saluran pada kurva basis untuk intensitas hujan rencana periode ulang tertentu sesuai dengan rencana saluran yang dihitung.

**Tabel 2.2 Koefisien Hambatan**

No	Kondisi Permukaan yang dilalui	Nd
1	Lapisan semen dan aspal beton	0,013
2	Permukaan halus dan kedap air	0,02
3	Permukaan halus dan padat	0,10
4	Lapangan dengan rumput jarang	0,20
5	Ladang dan lapangan rumput	0,40
6	Hutan	0,60
7	Hutan dan rimba	0,80

Sumber : Pedoman Perencanaan Sistem Drainase Jalan, 2006

**Tabel 2.3 Kecepatan Aliran Air**

Jenis Bahan	Kecepatan aliran (V) air yang diizinkan (m/dt)
Pasir halus 0.50	0.45
Lempung kepasiran	0.50
Lanau	0,60
Kerikil Halus	0,75
Lempung kokoh	0,75
Lempung Padat	1,10
Kerikil kasar	1,20
Batu-batu besar	1,50
Pasangan batu	1,50
Beton	1,50
Baton bertulang	1,50

Sumber : Pedoman Perencanaan Sistem Drainase Jalan, 20016

## 2. Tinggi jagaan

Yang dimaksud dengan tinggi jagaan adalah jarak antara elevasi muka air (elevasi muka air pada saat perencanaan) sampai puncak tanggul, yang disediakan untuk perubahan elevasi penuh air akibat angin dan penutupan pintu air di hulu (bukan untuk tambahan debit), tinggi jagaan dapat ditentukan tergantung debit rencana seperti pada tabel berikut :

**Tabel 2.4 Hubungan Debit dengan Tinggi Jagaan**

Q (m <sup>3</sup> /dt)	F (m)
0.0- 0.30	0.30
0.30 – 0.50	0.40
0.50 – 1.5	0.50
1.50 – 15.00	0.60
15.00 – 25.00	0.75
> 25.00	1.00

Sumber : Standard Perencanaan Bagian Saluran KP-03 Tahun 2013

### 3. Debit Limpasan (Q)

Untuk menghitung debit rencana (Q) menggunakan rumus yaitu :

$$Q = \frac{1}{3,6} C.I.A \text{ (m}^3 \text{ /detik)}$$

Dimana :

Q = Debit Air (m<sup>3</sup>/detik)

C = Koefisien Pengaliran

I = Intensitas Hujan (mm/jam)

A = Luas Daerah Pengaliran (km<sup>2</sup>)

**Tabel 2.5 Koefisien Pengaliran dan Faktor Limpasan**

No.	Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran (C)	Faktor Limpasan fk
1.	Jalan beton dan jalan aspal	0.70-0.95	-
2.	Jalan kerikil dan Jalan tanah	0.40-0.70	-
3.	Bahu jalan		-
	a. Tanah berbutir halus	0.40-0.65	
	b. Tanah berbutir kasar	0.10-0.20	
	c. Batuan masif keras	0.70-0.85	
	d. Batuan masif lunak	0.60-0.75	
4.	Daerah perkotaan	0.70-0.95	2.0
5.	Daerah pinggir kota	0.60-0.70	1.5
6.	Daerah industri	0.60-0.90	1.2
7.	Pemukiman padat	0.40-0.60	2.0
8.	Pemukiman tidak padat	0.40-0.60	1.5
9.	Taman dan kebun	0.20-0.40	0.2
10.	Persawahan	0.45-0.60	0.5
11.	Perbukitan	0.70-0.80	0.4
12.	Pegunungan	0.75-0.90	0.3

Sumber : Pedoman Perencanaan Sistem Drainase Jalan, 20016

Keterangan : Untuk daerah datar diambil C yang terkecil dan

untuk daerah lereng diambil nilai C yang terbesar.

Nilai C untuk area yang bervariasi keadaan tanahnya, maka nilai C yang diambil adalah C rata – rata dengan rumus sebagai berikut:

$$C = \frac{C1 \times A1 + C2 \times A2 + ((C3 \times A3) \times f_k) \dots}{A1 + A2 + A3 + \dots}$$

Keterangan :

C1, C2, C3 = Koefisien pengaliran yang sesuai dengan tipe kondisi permukaan

A1, A2, A3 = Luas daerah pengaliran yang diperhitungkan sesuai dengan kondisi permukaan

Fk = Faktor limpasan

#### 4. Panjang Saluran Drainase

L = Batas daerah pengaliran yang diperhitungkan

Dimana :

L1 = Ditetapkan dari as jalan sampai bagian tepi perkerasan

L2 = Ditetapkan dari tepi perkerasan yang ada sampai tepi bahu jalan

L3 = Tergantung dari keadaan daerah setempat dan panjang maksimum 100 meter

**Tabel 2.6 Harga Koefisien Kekasaran Manning**

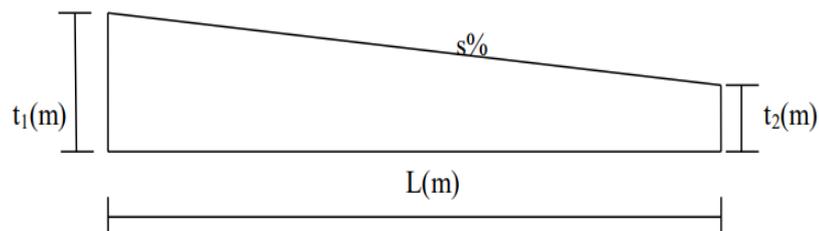
Tipe Saluran (Saluran Buatan, Beton, Atau Batu Kali)	n
Saluran pasangan batu, tanpa penyelesaian	0.033
Saluran pasangan batu, dengan penyelesaian	0.25
Saluran beton	0.019
Saluran beton halus dan rata	0.012
Saluran beton pracetak dengan acuan baja	0.014
Saluran beton pracetak dengan acuan kayu	0.016

Sumber : Pedoman Perencanaan Sistem Drainase Jalan, 2006

#### 5. Kemiringan Saluran

Kemiringan saluran dalam perencanaan adalah kemiringan dari dasar saluran. Kemiringan dasar saluran direncanakan sedemikian rupa, sehingga dapat terjadi pengaliran secara sendiri atau gravitasi dengan batas kecepatan minimum tidak mengakibatkan terjadinya batas kecepatan aliran maksimum tidak boleh merusak dasar dan dinding saluran dengan arti bahwa daya aliran mampu membersihkan endapan sendiri.

Kemiringan saluran rata – rata dalam perencanaan ini dipakai untuk memperhitungkan waktu konsentrasi. Dengan kemiringan rata – rata dari panjang jalur saluran yang mempunyai bagian – bagian panjang dengan kemiringan berbeda maka dapat diperoleh kecepatan rata – rata sehingga dengan kecepatan rata – rata dan panjang total dapat ditentukan waktu pencapaian aliran puncak suatu profil saluran tertentu.



**Gambar 2.19 Kemiringan Saluran**

**Sumber : Pedoman Perencanaan Sistem Drainase Jalan, 2006**

Rumus :

$$S = \frac{t_1 - t_2}{L} \times 100\%$$

Dimana :

S = Kemiringan saluran (%)

$t_1$  = Tinggi tanah dibagian tertinggi (m)

$t_2$  = Tinggi tanah dibagian terendah (m)

L = Panjang saluran (m)

## 2.12 Perencanaan Pelebaran dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan No. 04/SE/Db/2017

### 2.12.1 Umur Rencana Perkerasan

Umur rencana perkerasan jalan ditentukan atas pertimbangan klasifikasi fungsional jalan, pola lalu lintas serta nilai ekonomi jalan yang bersangkutan. Untuk metode Manual Perkerasan Jalan 2017, umur rencana dapat direncanakan sebagai berikut :

**Tabel 2.7 Umur Rencana Perkerasan**

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

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

### 2.12.2 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas didasarkan pada data-data pertumbuhan historis atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang valid, bila tidak ada maka dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 2.8 Faktor Lajur Pertumbuhan Lalu Lintas (%)**

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

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

Untuk menghitung pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung sebagai berikut :

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

Keterangan :

R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

i = laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)

UR = umur rencana (tahun)

### 2.12.3 Lalu Lintas Pada Lajur Rencana

Lajur rencana adalah salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan yang menampung lalu lintas kendaraan niaga (truk dan bus) paling besar. Beban lalu lintas pada lajur rencana dinyatakan dalam kumulatif beban gandar standard (ESA) dengan memperhitungkan faktor distribusi arah (DD) dan faktor distribusi lajur kendaraan niaga (DL).

**Tabel 2.9 Faktor Distribusi Lajur (DL)**

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

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

### 2.12.4 Faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Faktor*)

Daya rusak jalan atau lebih dikenal dengan *Vehicle Damage Faktor* (VDF), merupakan salah satu parameter yang dapat menentukan tebal perkerasan cukup signifikan, dan jika makin berat kendaraan (khususnya kendaraan jenis truk) apalagi dengan beban *overload*, nilai VDF akan secara nyata membesar.

Beban konstruksi perkerasan jalan mempunyai ciri-ciri khusus dalam artian mempunyai perbedaan prinsip dari beban pada konstruksi lain di luar konstruksi jalan. Beban sumbu standard yang diizinkan di beberapa kelas jalan yang berbeda, namun demikian nilai CESA selalu ditentukan berdasarkan beban sumbu standard 80 kN. Karena semua beban kendaraan lain dengan beban sumbu berbeda, maka

dikelompokkan dan diekivalenkan ke beban sumbu standard dengan menggunakan angka ekivalen beban sumbu (VDF). Nilai ekivalen dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut atau juga dapat ditentukan dengan menggunakan berikut :

$$VDF = \left(\frac{Lij}{SL}\right)^4.$$

Keterangan :

Lij = beban pada sumbu atau kelompok sumbu

SL = beban standard untuk sumbu atau kelompok sumbu

**Tabel 2.36 Nilai VDF Masing – Masing Kendaraan Niaga**

Jenis Kendaraan		Uraian	Konfigurasi sumbu	Muatan <sup>2</sup> yang diangkut	Kelompok sumbu	Distribusi tipikal (%)		Faktor Ekivalen Beban (VDF) (ESA / kendaraan)	
Klasifikasi Lama	Alternatif					Semua kendaraan bermotor	Semua kendaraan bermotor kecuali sepeda motor	VDF4 Pangkat 4	VDF5 Pangkat 5
1	1	Sepeda motor	1.1		2	30,4			
2, 3, 4	2, 3, 4	Sedan / Angkot / Pickup / Station wagon	1.1		2	51,7	74,3		
5a	5a	Bus kecil	1.2		2	3,5	5,00	0,3	0,2
5b	5b	Bus besar	1.2		2	0,1	0,20	1,0	1,0
6a.1	6.1	Truk 2 sumbu – cargo ringan	1.1	muatan umum	2	4,6	6,60	0,3	0,2
6a.2	6.2	Truk 2 sumbu – ringan	1.2	tanah, pasir, besi, semen	2			0,8	0,8
6b1.1	7.1	Truk 2 sumbu – cargo sedang	1.2	muatan umum	2	-	-	0,7	0,7
6b1.2	7.2	Truk 2 sumbu – sedang	1.2	tanah, pasir, besi, semen	2			1,6	1,7
6b2.1	8.1	Truk 2 sumbu – berat	1.2	muatan umum	2	3,8	5,50	0,9	0,8
6b2.2	8.2	Truk 2 sumbu – berat	1.2	tanah, pasir, besi, semen	2			7,3	11,2
7a1	9.1	Truk 3 sumbu – ringan	1.22	muatan umum	3	3,9	5,60	7,6	11,2
7a2	9.2	Truk 3 sumbu – sedang	1.22	tanah, pasir, besi, semen	3			28,1	64,4
7a3	9.3	Truk 3 sumbu – berat	1.1.2		3	0,1	0,10	28,9	62,2
7b	10	Truk 2 sumbu dan trailer penarik 2 sumbu	1.2-2.2		4	0,5	0,70	36,9	90,4
7c1	11	Truk 4 sumbu - trailer	1.2-22		4	0,3	0,50	13,6	24,0
7c2.1	12	Truk 5 sumbu - trailer	1.2-22		5	0,7	1,00	19,0	33,2
7c2.2	13	Truk 5 sumbu - trailer	1.2-222		5			30,3	69,7
7c3	14	Truk 6 sumbu - trailer	1.22-222		6	0,3	0,50	41,6	93,7

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

### 2.12.5 Beban Sumbu Standard Kumulatif

Beban standard kumulatif atau *Cumulatif Equivalent Single Axle Load (CESAL)* merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana yang ditentukan

sebagai berikut :

$$ESA = (\sum LHRJK \times VDFJK) \times 365 \times DD \times DL \times R$$

Keterangan :

ESA = kumulatif lintasan sumbu standard ekivalen pada tahun pertama

LHRJK = lintas harian rata-rata tiap jenis kendaraan niaga (satuan kendaraan per hari)

VDFJK = faktor ekivalen beban tiap jenis kendaraan niaga

DD = faktor distribusi lajur

DL = faktor distribusi lajur

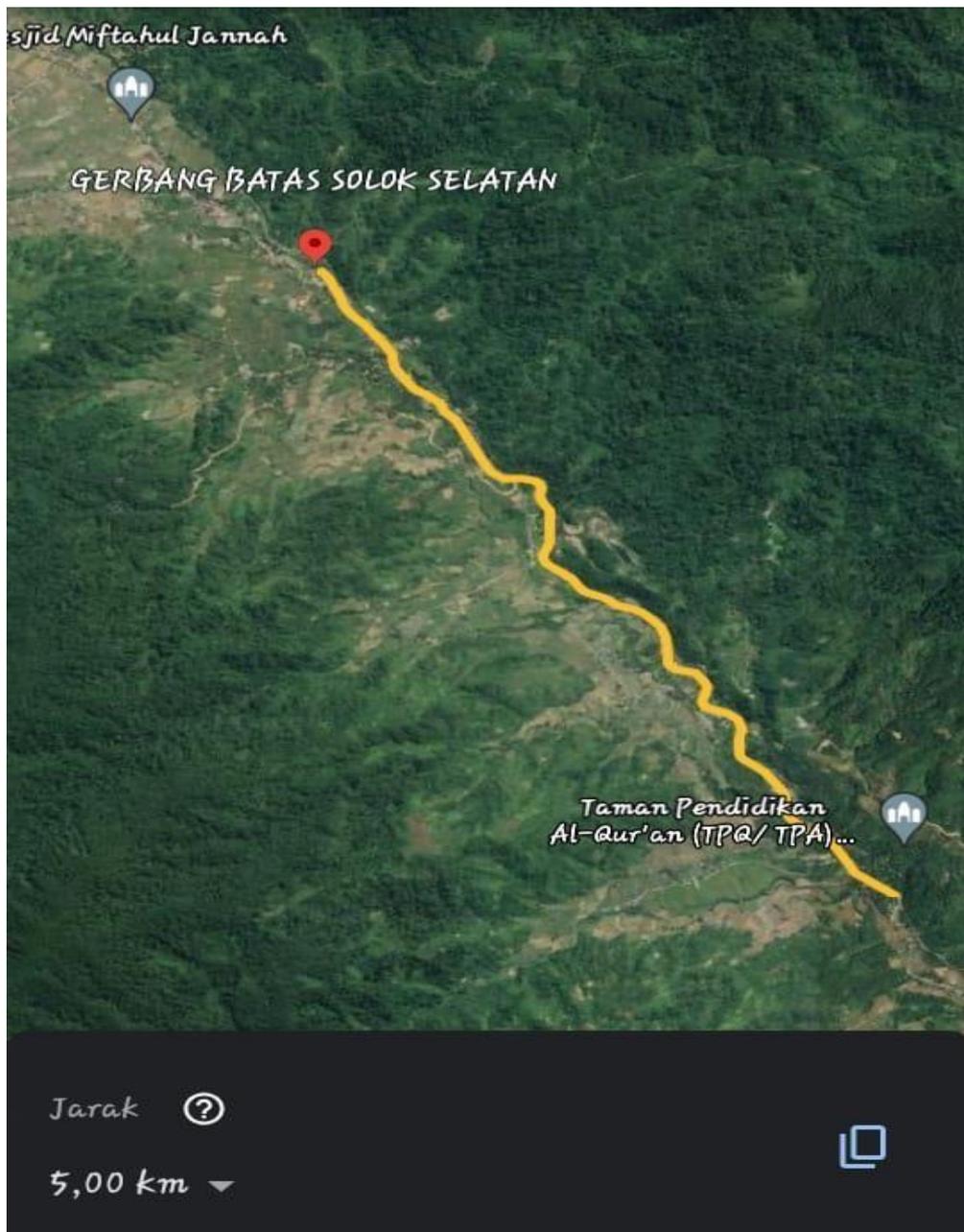
CESAL = kumulatif beban sumbu standard ekivalen selama umur rencana

R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Lokasi Penelitian

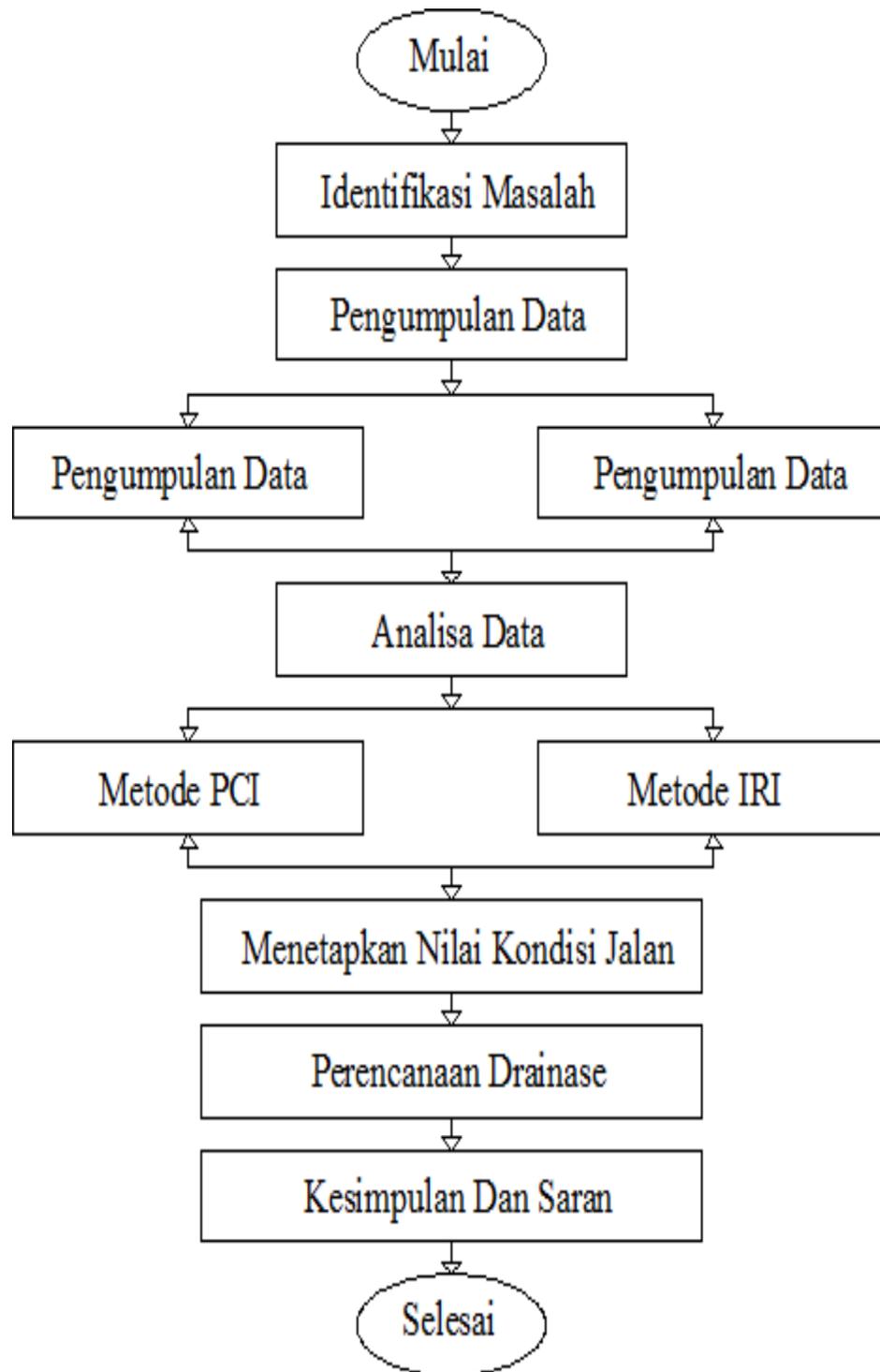
Penelitian ini mengambil lokasi ruas Jalan Nasional Lubuk Selasih-Surian, Sumatera Barat, STA 70+000 - 75+000, Penelitian pada ruas jalan ini diambil sepanjang  $\pm 5$  km dengan lebar jalan 7,6 m.



**Gambar 3.1 Lokasi Penelitian**

(Sumber Gambar : Google Earth)

### 3.2 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian

### **3.3 Data**

#### **1. Data Primer**

Data primer merupakan data yang diperoleh dengan cara pengamatan dan pengukuran secara langsung di lokasi penelitian. Data primer yang diperlukan dalam penelitian ini diantaranya:

- a. Data jenis-jenis kerusakan jalan
- b. Data dimensi (panjang, lebar, kedalaman) masing-masing jenis kerusakan.

#### **2. Data sekunder**

Data sekunder merupakan data yang diperoleh melalui sumber data yang telah ada, dari instansi terkait, buku, laporan, jurnal atau sumber lain yang relevan. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data eksisting jalan untuk keterangan elevasi permukaan tanah dalam perencanaan saluran drainase yang penulis dapatkan dari Satuan Kerja dan Pengawasan Jalan Nasional (P2JN) Sumatera Barat, dan data curah hujan 10 tahun terakhir dari Dinas Pengelola Sumber Daya Air (PSDA) Sumatera Barat.

### **3.4 Metode Pengumpulan Data**

Data-data yang telah didapat berupa data primer dan data sekunder dikumpulkan dan dipisahkan sesuai dengan bagiannya. Data-data tersebut merupakan data-data yang dipakai dalam penelitian. Data kerusakan jalan didapatkan dengan melakukan survey kondisi perkerasan jalan dilapangan. Surveylapangan dilakukan dengan menggunakan peralatan sebagai berikut:

1. Kertas, alat tulis, dan formulir survei.
2. Meteran panjang 100 m, peralatan ini digunakan untuk mengukur panjangjalan, lebar jalan dan lebar bahu jalan.
3. Kamera untuk dokumentasi.

Pengumpulan data dilakukan dengan cara survey kerusakan. Adapun langkah-langkahuntuk pelaksanaan survei kerusakan adalah sebagai berikut :

1. Membagi tiap segmen menjadi beberapa unit sampel, pada penelitian iniunit sampel dibagi setiap jarak 100 m

2. Mendokumentasikan tiap kerusakan yang ada.
3. Menentukan tingkat kerusakan.
4. Mengukur dimensi kerusakan pada tiap unit sampel
5. Mencatat hasil pengukuran kedalam form survei.

### **3.5 Metode Analisa Data**

#### **3.5.1 Metode PCI**

Analisis kondisi jalan menggunakan metode Pavement Condition Index (PCI) untuk mengetahui jenis kerusakan, presentase kerapatan permukaan perkerasan jalan, dan nilai (ekivalen) kerusakan jalan, dengan tahapan sebagai berikut :

1. Menentukan luas (A) dan total luas (Ad) kerusakan jalan
2. Menghitung persentase kerusakan (density)
3. Menentukan nilai Deduct Value (DV)
4. Menghitung nilai Total Deduct Value (TDV).
5. Menentukan nilai Corrected Deduct Value (CDV).
6. Menghitung nilai Pavement Condition Index (PCI)

#### **3.5.2 Metode IRI**

Analisis kondisi jalan menggunakan metode International Roughness Index (IRI) untuk menentukan nilai tingkat ketidakrataan permukaan jalan, dengan tahapan sebagai berikut :

1. Menentukan luas (A) dan total luas (Ad) kerusakan jalan
2. Menentukan kondisi jalan dan nilai IRI berdasarkan Tabel RDS 70.
3. Menentukan bentuk Penanganan kerusakan jalan berdasarkan standar nilai IRI.

#### **3.5.3 Perencanaan Tebal Perkerasan untuk Pelebaran Jalan**

Tahap Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur untuk Pelebaran dengan Metode Bina Marga 2017 :

- 1) Tentukan kriteria perencanaan
- 2) Tentukan umur rencana

- 3) Tentukan nilai R, DD, dan DL
- 4) Tentukan nilai VDF
- 5) Tentukan nilai ESA5 dan CESA5
- 6) Tentukan tipe dan struktur perkerasan

#### **3.5.4 Perencanaan Drainase**

Perencanaan saluran drainase sebagai pengendali air ke permukaan dengan tindakan untuk memperbaiki daerah genangan air atau banjir, dengan tahapan sebagai berikut:

- 1) Melakukan survey drainase dengan melihat secara visual
- 2) Menentukan stasiun curah hujan yang dipakai
- 3) Analisa curah hujan harian maximum periode ulang 10 tahun
- 4) Analisa intensitas hujan rencana
- 5) Analisa debit rencana
- 6) Analisa kapasitas drainase

## BAB IV PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Data Teknis Lokasi Penelitian

Jalan yang menjadi objek penelitian dalam Tugas Akhir ini yaitu Ruas Jalan Nasional Lubuk Selasih- Surian (Sta 70+000-75+000) yang mana jalan ini merupakan jalan Nasional yang berada di Provinsi. Sumatra Barat. Pengambilan patokan sta jalan ini dimulai dari arah Kab. Solok menuju Kab. Solok Selatan. Untuk data teknis pada lokasi penelitian dapat dilihat pada tabel 4.1.

**Tabel 4.1 Data Teknis Penelitian**

Data	<b>Jalan Lintas Lubuk Selasih-Surian, Perbatasan Kab. Solok – Kab. Solok Selatan, Sumbar (STA 70+000 – 75+000)</b>
Panjang Jalan	Diteliti Sepanjang 5000 m
Lebar Jalan	4,6 m
Jumlah Lajur	2
Jumlah Jalur	2
Arah	2 Arah
Median	Tidak Ada
Jenis Lapis Permukaan	Aspal

*(Sumber : Hasil Data Survei)*

### 4.2 Perhitungan Tingkat Kerusakan Jalan Dengan Metode PCI

Dalam penelitian ini pencatatan jenis-jenis kerusakan, dimensi dan tingkat kerusakan jalan dilakukan setiap 100 m. Sebagai contoh perhitungan hasil survey lapangan diambil sepanjang 1 km pada STA 70+000 sampai dengan STA 71+000. Luas kerusakan dalam 100 m dihitung berdasarkan panjang dikali lebar kerusakan dengan notasi A (luas kerusakan). Untuk jenis kerusakan jalan yang sama didalam 100 m panjang jalan yang ditinjau maka luas kerusakannya akan di jumlahkan, seperti pada Tabel 4.2. Pencatatan dan pengelompokan kerusakan jalan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 1.

**Tabel 4.2 Pencatatan Hasil Survey Lapangan STA 70+000 – 71+000**

No	STA(M)	JENIS KERUSAKAN	TINGKAT KERUSAKAN	UKURAN			Ad (M2)
				P (M)	L (M)	A (M)	
1	70+000 - 70+600	-	-	-	-	-	-
2	70+600 - 70+700	Lubang	H	1	0.45	0.45	3.050
		Lubang	H	1	0.6	0.6	
		Lubang	H	0.8	1	0.8	
		Lubang	H	1.2	0.5	0.6	
		Lubang	H	0.6	1	0.6	
		Pelepasan Butir	M	5	3	15	33.000
		Pelepasan Butir	M	7	2	14	
		Pelepasan Butir	M	4	1	4	
		Retak Kulit Buaya	H	5	1.5	7.5	7.500
3	70+700 - 70+800	Lubang	H	0.6	0.9	0.54	1.780
		Lubang	H	0.47	1	0.47	
		Lubang	H	1.1	0.7	0.77	
		Keriting (Gelombang)	M	5	2.5	12.5	12.500
		Retak Memanjang	L	12	2	2,4	24.000
4	70+800 - 70+900	Retak Kulit Buaya	M	1.5	0.7	1.05	1.050
		Retak Memanjang	L	5	1.2	6	6.000
		Lubang	M	0.75	0.7	0.525	1.005
		Lubang	M	0.48	1	0.48	
5	70+900 - 71+000	Retak Memanjang	L	6	1.3	7.8	7.800
		Lubang	M	0.4	1	0.4	0.720
		Lubang	M	0.4	0.8	0.32	

(Sumber: Pengolahan Data)

Keterangan:

P = panjang kerusakan

L = lebar kerusakan

A = luas kerusakan

Ad = total luas kerusakan berdasarkan jenis kerusakan dalam 1 segmen

#### 4.2.1 Kerapatan (*Density*)

Kerapatan (*density*) adalah persentase luas atau panjang total dari satu jenis kerusakan terhadap luas atau panjang total bagian jalan yang diukur, bisa dalam m<sup>2</sup> atau ft<sup>2</sup>, atau dalam meter atau feet.

Setelah mendapatkan A total, selanjutnya yaitu mencari persentase kerusakan (*Density*) dengan cara membagi luas kerusakan (Ad) dengan luas sampel unit (Ld) untuk setiap 100 m panjang jalan, maka didapatkan nilai untuk STA 70+600 – 71+000 adalah sebagai berikut:

1. Sta 70+600 - 70+700

a. Lubang (*Photole*)

Untuk kerusakan ini didapat total daerah kerusakannya yaitu 3,050 m<sup>2</sup> dengan luas unit penelitian 760 m<sup>2</sup> dengan serverity level adalah H (*high*).

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

$$\begin{aligned}\text{Density} &= \frac{3,050}{760} \times 100\% \\ &= 0,401\%\end{aligned}$$

b. Pelepasan Butir

Untuk kerusakan ini didapat total daerah kerusakannya yaitu 33 m<sup>2</sup> dengan luas unit penelitian 760 m<sup>2</sup> dengan serverity level adalah M (*medium*).

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

$$\begin{aligned}\text{Density} &= \frac{33}{760} \times 100\% \\ &= 4,342\%\end{aligned}$$

c. Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)

Untuk kerusakan ini didapat total daerah kerusakannya yaitu 7,5 m<sup>2</sup> dengan luas unit penelitian 760 m<sup>2</sup> dengan serverity level adalah H (*high*).

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

$$\begin{aligned}\text{Density} &= \frac{7,5}{760} \times 100\% \\ &= 0,987\%\end{aligned}$$

2. Sta 70+700 - 70+800

a. Lubang (*Photole*)

Untuk kerusakan ini didapat total daerah kerusakannya yaitu 1,780 m<sup>2</sup> dengan luas unit penelitian 760 m<sup>2</sup> dengan serverity level adalah H (*high*).

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

$$\begin{aligned}\text{Density} &= \frac{1,780}{760} \times 100\% \\ &= 0,234\%\end{aligned}$$

b. Keriting/Gelombang

Untuk kerusakan ini didapat total daerah kerusakannya yaitu 12,5 m<sup>2</sup> dengan luas unit penelitian 760 m<sup>2</sup> dengan serverity level adalah M (*medium*).

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

$$\begin{aligned}\text{Density} &= \frac{12,5}{760} \times 100\% \\ &= 1,645\%\end{aligned}$$

c. Retak Memanjang

Untuk kerusakan ini didapat total daerah kerusakannya yaitu 12,5 m<sup>2</sup> dengan luas unit penelitian 760 m<sup>2</sup> dengan serverity level adalah L (*low*).

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

$$\begin{aligned}\text{Density} &= \frac{12,5}{760} \times 100\% \\ &= 1,645\%\end{aligned}$$

3. Sta 70+800 - 70+900

a. Retak Kulit Buaya

Untuk kerusakan ini didapat total daerah kerusakannya yaitu 1,050 m<sup>2</sup> dengan luas unit penelitian 760 m<sup>2</sup> dengan serverity level adalah M (*medium*).

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

$$\begin{aligned}\text{Density} &= \frac{1,050}{760} \times 100\% \\ &= 0,138\%\end{aligned}$$

b. Retak Memanjang

Untuk kerusakan ini didapat total daerah kerusakannya yaitu 6 m<sup>2</sup> dengan luas unit penelitian 760 m<sup>2</sup> dengan serverity level adalah L (*low*).

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

$$\begin{aligned}\text{Density} &= \frac{6}{760} \times 100\% \\ &= 0,789\%\end{aligned}$$

c. Lubang (*photole*)

Untuk kerusakan ini didapat total daerah kerusakannya yaitu 1,005 m<sup>2</sup> dengan luas unit penelitian 760 m<sup>2</sup> dengan serverity level adalah M (*medium*).

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

$$\begin{aligned}\text{Density} &= \frac{1,005}{760} \times 100\% \\ &= 0,132\%\end{aligned}$$

4. Sta 70+900 - 71+000

a. Retak Memanjang

Untuk kerusakan ini didapat total daerah kerusakannya yaitu 7,800 m<sup>2</sup> dengan luas unit penelitian 760 m<sup>2</sup> dengan serverity level adalah L (*low*).

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

$$\begin{aligned}\text{Density} &= \frac{7,800}{760} \times 100\% \\ &= 1,026\%\end{aligned}$$

b. Lubang (*Photole*)

Untuk kerusakan ini didapat total daerah kerusakannya yaitu 0,720 m<sup>2</sup> dengan luas unit penelitian 760 m<sup>2</sup> dengan serverity level adalah M (Medium).

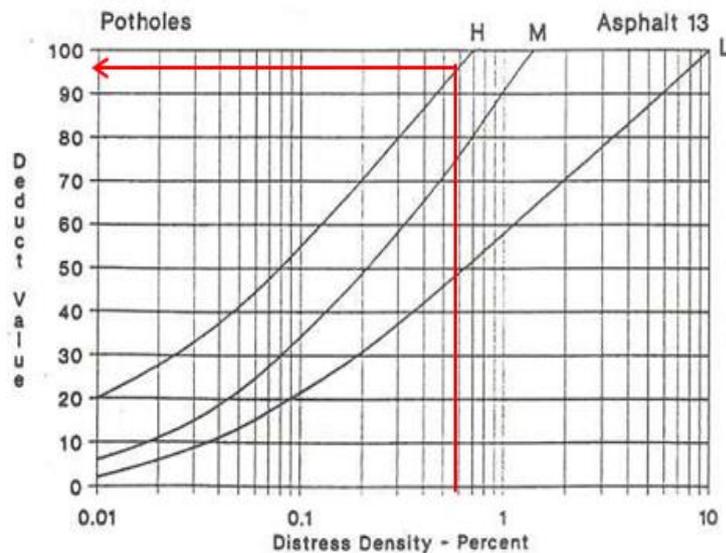
$$\text{Density} = \frac{Ad}{As} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \text{Density} &= \frac{0,720}{760} \times 100\% \\ &= 0,095\% \end{aligned}$$

**4.2.2 Nilai Pengurangan (*Deduct Value*)**

Deduct Value yaitu nilai pengurangan untuk tiap jenis kerusakan yang diperoleh dari kurva hubungan kerapatan (density) dan tingkat keparahan (serverity level) kerusakan. Berikut merupakan DV untuk STA 70+000 – 71+000.

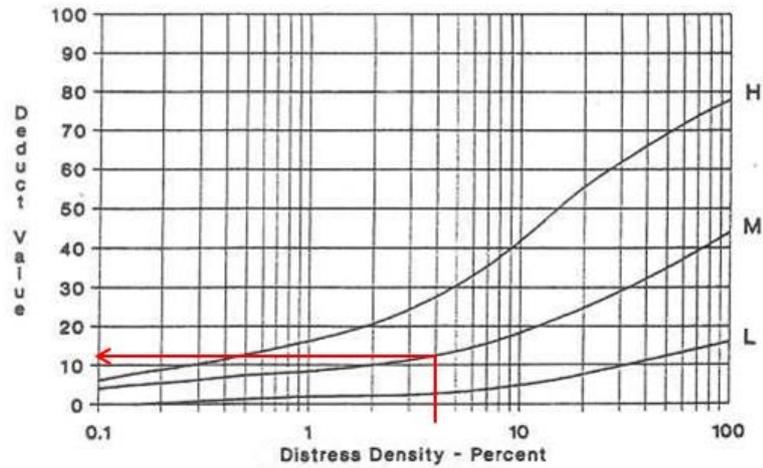
1. Sta 70+600 - 70+700
  - a. Lubang (*Photole*)



**Gambar 4.1 Grafik Deduct Value Lubang (*Photoles*)**

Dari Grafik Deduct Value dengan jenis kerusakan Lubang (*photole*) pada grafik 4.1 dengan nilai Density 0,401% dan Severity Level (High), maka diperoleh nilai Deduct Value = 98.

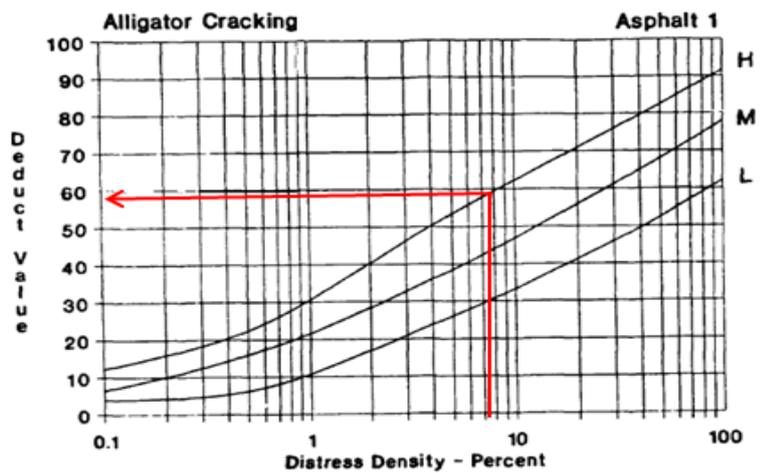
b. Pelepasan Butir



**Gambar 4.2 Grafik Deduct Value Pelepasan Butir**

Dari Grafik Deduct Value dengan jenis kerusakan Pelepasan Butir pada grafik 4.2 dengan nilai Density 4,432% dan Severity Level (Medium), maka diperoleh nilai Deduct Value = 11.

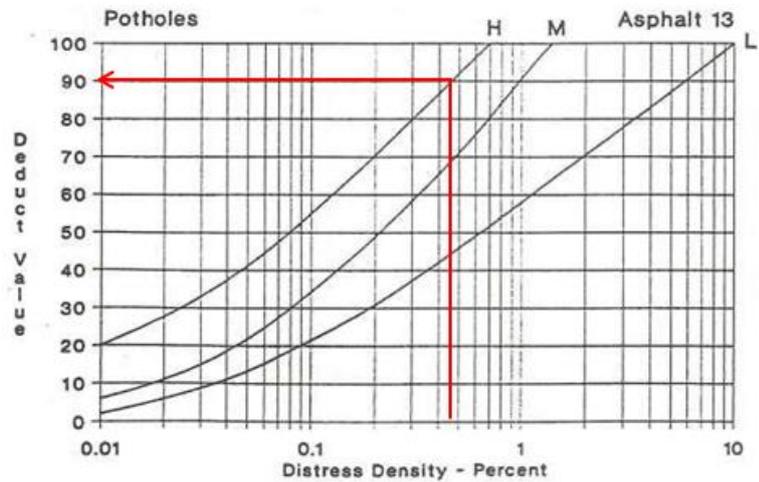
c. Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)



**Gambar 4.3 Grafik Deduct Value Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)**

Dari Grafik Deduct Value dengan jenis kerusakan Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*) pada grafik 4.3 dengan nilai Density 0,987% dan Severity Level (High), maka diperoleh nilai Deduct Value = 59.

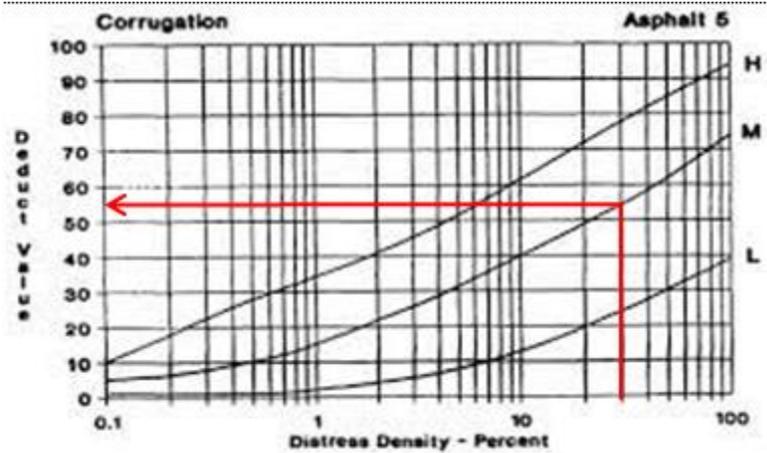
2. Sta 70+700 - 70+800
  - a. Lubang (Photole)



**Gambar 4.4 Grafik Deduct Value Lubang (Potholes)**

Dari Grafik Deduct Value dengan jenis kerusakan Pelepasan Butir pada grafik 4.4 dengan nilai Density 0,234% dan Severity Level (High), maka diperoleh nilai Deduct Value = 90.

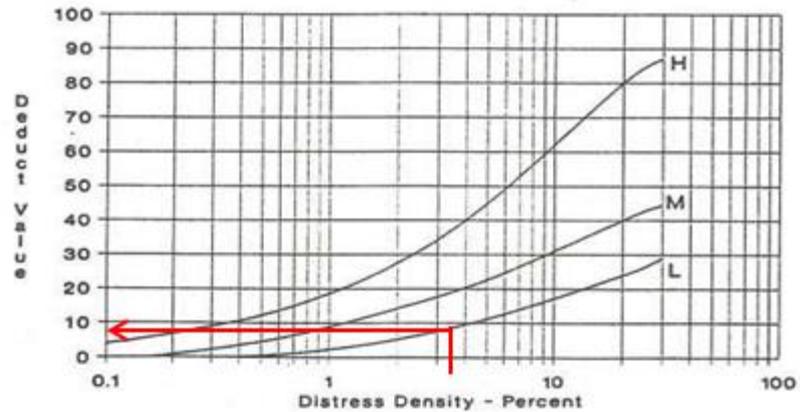
- b. Keriting/Gelombang



**Gambar 4.5 Grafik Deduct Value Keriting**

Dari Grafik Deduct Value dengan jenis kerusakan Pelepasan Butir pada grafik 4.5 dengan nilai Density 1,645% dan Severity Level (Medium), maka diperoleh nilai Deduct Value = 55.

c. Retak Memanjang

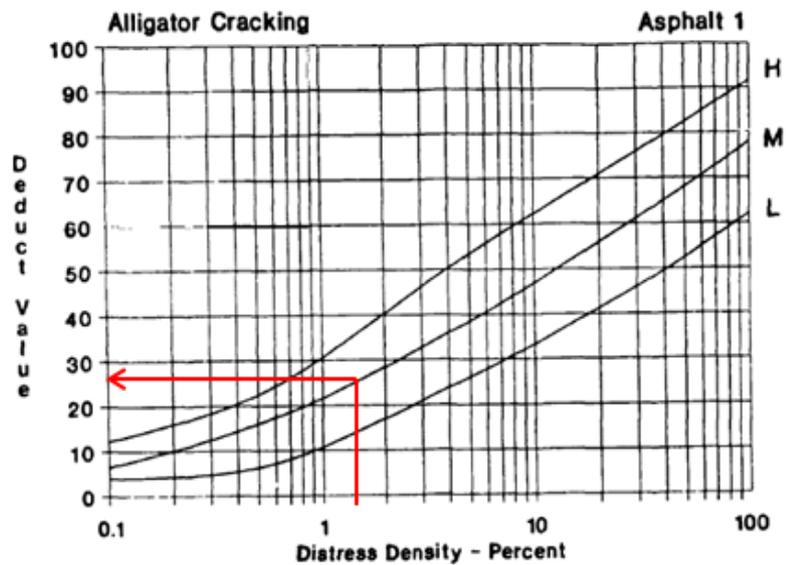


Gambar 4.6 Grafik Retak Memanjang

Dari Grafik Deduct Value dengan jenis kerusakan Retak Memanjang pada grafik 4.6 dengan nilai Density 3,158% dan Severity Level (Low), maka diperoleh nilai Deduct Value = 9.

3. Sta 70+800 - 70+900

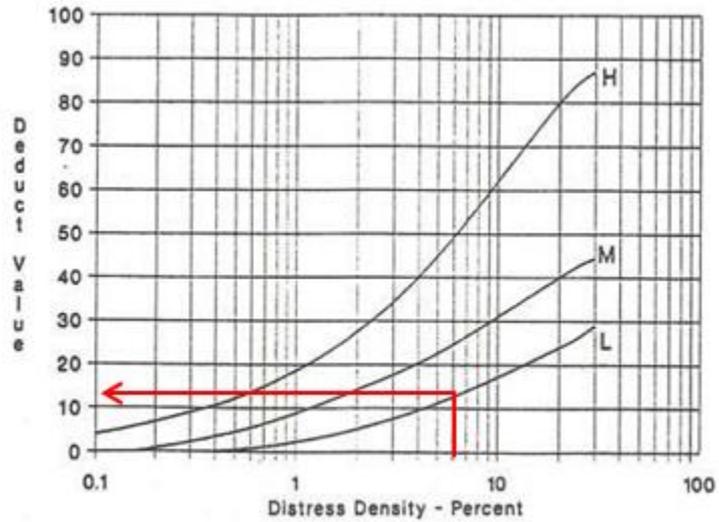
a. Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)



Gambar 4.7 Grafik Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracking*)

Dari Grafik Deduct Value dengan jenis kerusakan Retak Memanjang pada grafik 4.7 dengan nilai Density 0,138% dan Severity Level (Medium), maka diperoleh nilai Deduct Value = 27

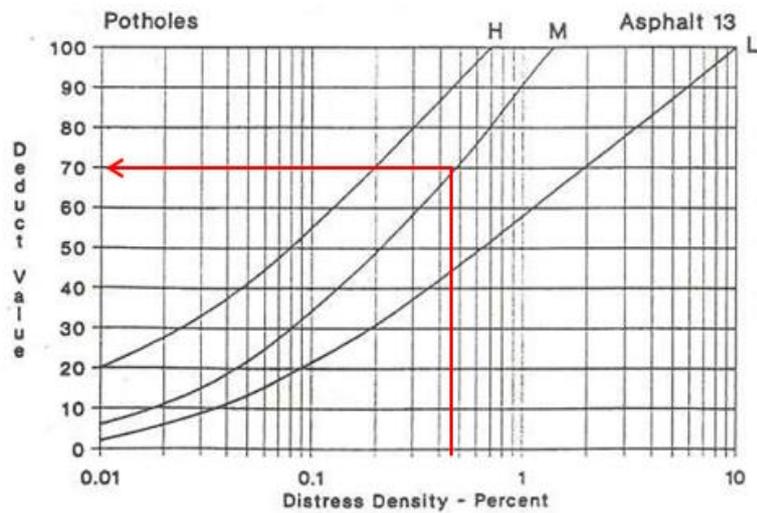
b. Retak Memanjang



**Gambar 4.8 Grafik Retak Memanjang**

Dari Grafik Deduct Value dengan jenis kerusakan Retak Memanjang pada grafik 4.8 dengan nilai Density 0,789% dan Severity Level (Low), maka diperoleh nilai Deduct Value = 12

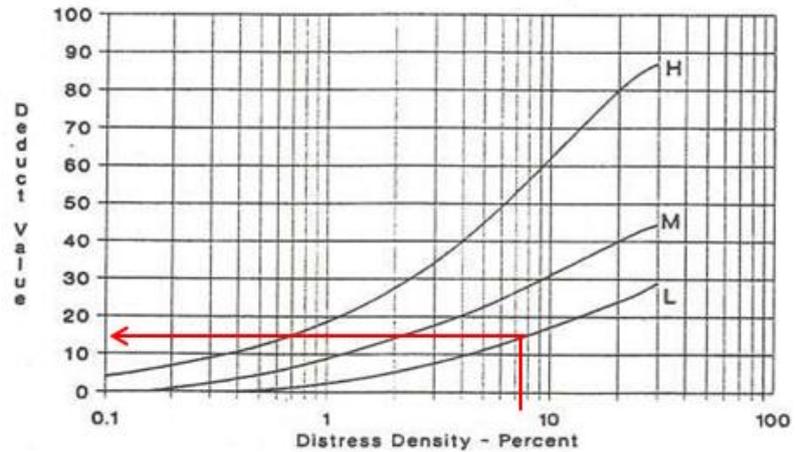
c. Lubang (*Photoles*)



**Gambar 4.9 Grafik Lubang (*Photoles*)**

Dari Grafik Deduct Value dengan jenis kerusakan Retak Memanjang pada grafik 4.9 dengan nilai Density 0,132% dan Severity Level (Medium), maka diperoleh nilai Deduct Value = 70

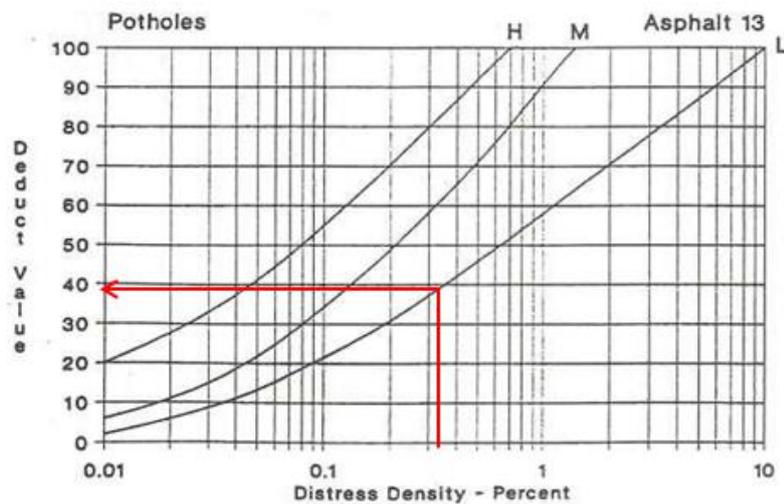
4. Sta 70+900 - 71+000
  - a. Retak Memanjang



**Gambar 4.10 Grafik Retak Memanjang**

Dari Grafik Deduct Value dengan jenis kerusakan Retak Memanjang pada grafik 4.10 dengan nilai Density 1,026% dan Severity Level (Low), maka diperoleh nilai Deduct Value = 12

- b. Lubang (*Potholes*)



**Gambar 4.11 Grafik Lubang (*Photoles*)**

Dari Grafik Deduct Value dengan jenis kerusakan Retak Memanjang pada grafik 4.11 dengan nilai Density 0,095% dan Severity Level (Low), maka diperoleh nilai Deduct Value = 39

### 4.2.3 Nilai Pengurang Total (*Total Deduct Value*)

Nilai pengurang total atau TDV adalah jumlah total dari nilai pengurang (*deduct value*) pada masing – masing unit sampel. Perhitungan nilai TDV keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran.

**Tabel 4.3 Nilai TDV (*Total Deduct Value*)**

No.	STA(M)	JENIS KERUSAKAN	DENSITY (%)	DEDUCT VALUE (DV)	TOTAL DEDUCT VALUE (TDV)
1	70+600 - 70+700	Lubang	0,401	98	168
		Lubang			
		Pelepasan Butir	4.342	11	
		Pelepasan Butir			
		Pelepasan Butir			
Retak Kulit Buaya	0.987	59			
2	70+700 - 70+800	Lubang	0.234	90	154
		Lubang			
		Lubang			
		Keriting (Gelombang)	1.645	55	
		Retak Memanjang	3.158	9	
3	70+800 - 70+900	Retak Kulit Buaya	0.138	27	109
		Retak Memanjang	0.789	12	
		Lubang	0.132	70	
		Lubang			
4	70+900 - 71+000	Retak Memanjang	1.026	15	54
		Lubang	0.095	39	
		Lubang			

(Sumber: Pengolahan Data)

### 4.2.4 Menentukan Nilai q

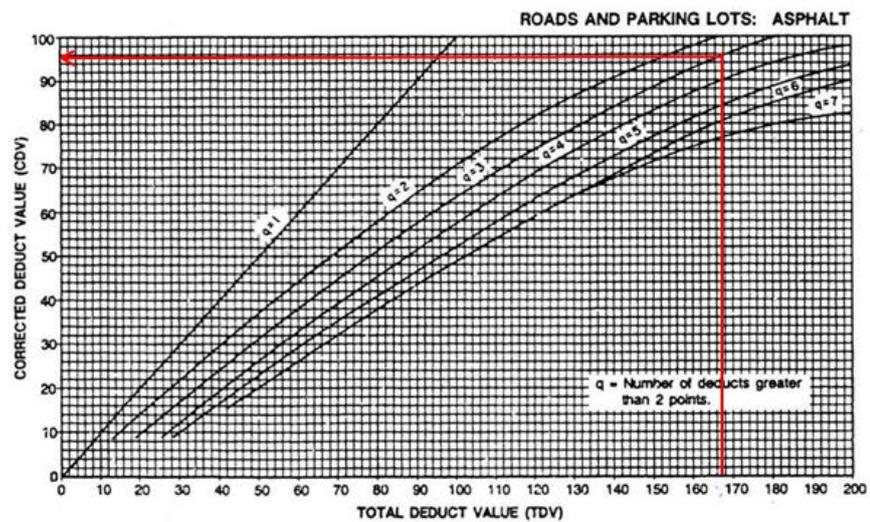
Nilai q merupakan jumlah bilangan-bilangan DV yang nilainya > 2.

1. Nilai q pada STA 70+600 sampai dengan 70+700 adalah 3 (q = 3)
2. Nilai q pada STA 70+700 sampai dengan 70+800 adalah 3 (q = 3)
3. Nilai q pada STA 70+800 sampai dengan 70+900 adalah 3 (q = 3)
4. Nilai q pada STA 70+900 sampai dengan 71+000 adalah 2 (q = 2)

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

Dari hasil Total Deduct Value (TDV), untuk mendapatkan nilai CDV yaitu dengan memasukkan nilai TDV ke grafik CDV dengan cara menarik garis vertikal pada nilai TDV sampai ke garis q kemudian ditarik garis horizontal. Grafik CDV keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 1.

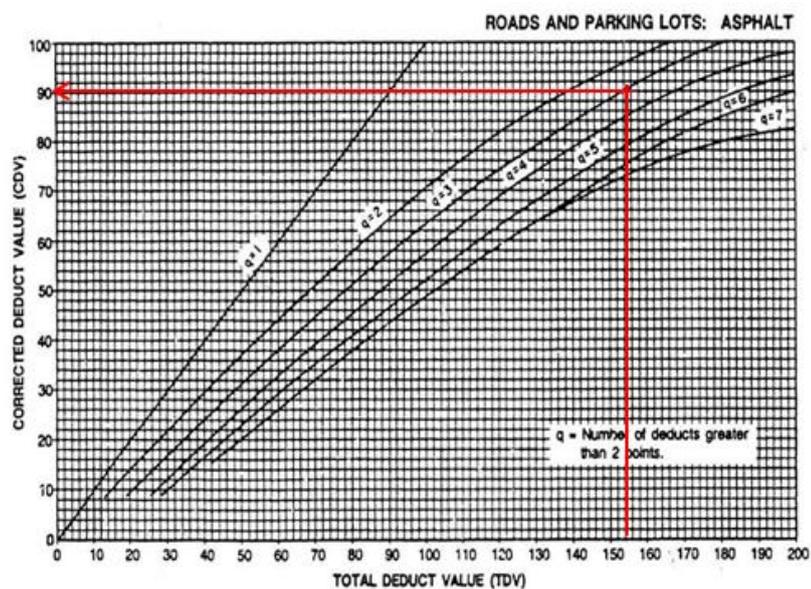
1. Nilai CDV STA 70+600 s.d STA 70+700



**Gambar 4.12 Grafik Nilai CDV (STA 70+600-70+700)**

Dari grafik Corrected Deduct Value untuk STA 70+600 –70+700 didapatkan nilai CDV = 95.

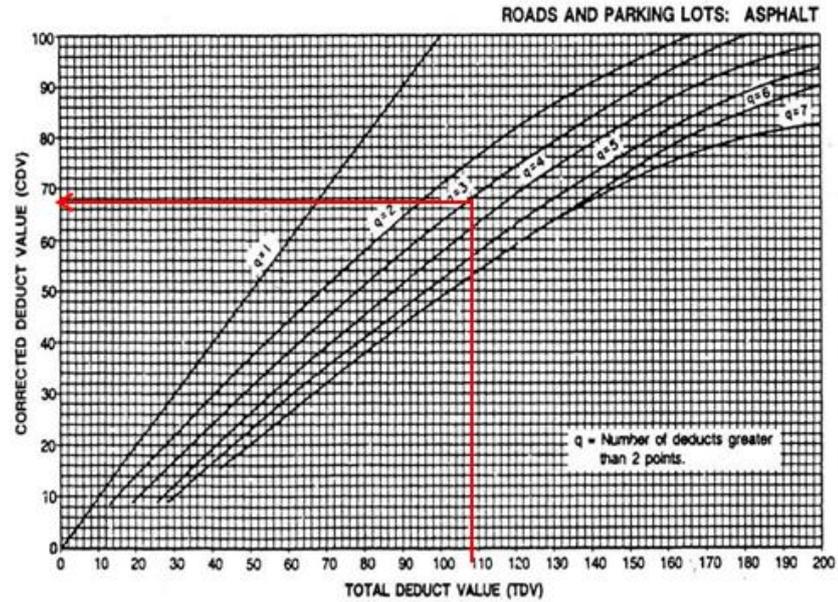
2. Nilai CDV STA 70+700 s.d STA 70+800



**Gambar 4.13 Grafik Nilai CDV (STA 100+700-100+800)**

Dari grafik Corrected Deduct Value untuk STA 70+700 – 70+800 didapatkan nilai CDV = 90.

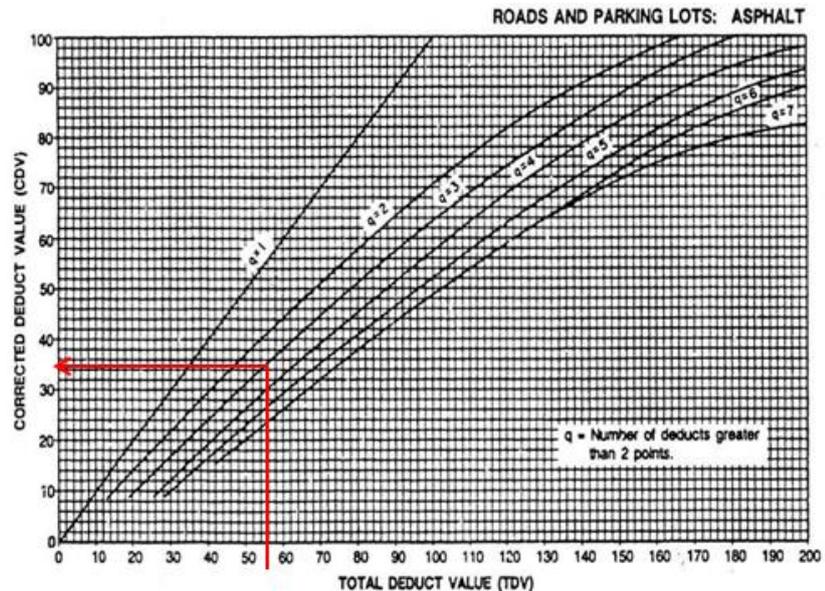
3. Nilai CDV STA 70+800 s.d STA 70+900



Gambar 4.14 Grafik Nilai CDV (STA 70+800-70+900)

Dari grafik Corrected Deduct Value untuk STA 70+700 – 70+800 didapatkan nilai CDV = 67.

4. Nilai CDV STA 70+900 s.d STA 71+000



Gambar 4.15 Grafik Nilai CDV (STA 70+900-71+000)

Dari grafik Corrected Deduct Value untuk STA 70+700 – 70+800 didapatkan nilai CDV = 35.

#### 4.2.6 Nilai Pavement Condition Index (PCI)

Setelah nilai CDV didapatkan, maka rumus yang digunakan untuk menentukan nilai PCI sebagai berikut:

$$PCI = 100 - CDV$$

Dimana :

PCI : Pavement Condition Index

CDV : Corrected Deduct Value

1. Nilai PCI (STA 70+600 – 70+700)

$$PCI = 100 - CDV$$

$$PCI = 100 - 95$$

$$PCI = 5$$

Sehingga, nilai kondisi perkerasan (*Pavement Condition Index*) adalah 5 dengan rating PCI adalah Sangat Buruk (*very Poor*).

2. Nilai PCI (STA 70+700 – 70+800)

$$PCI = 100 - CDV$$

$$PCI = 100 - 90$$

$$PCI = 10$$

Sehingga, nilai kondisi perkerasan (*Pavement Condition Index*) adalah 10 dengan rating PCI adalah sangat Buruk (*very Poor*).

3. Nilai PCI (STA 70+800 – 70+900)

$$PCI = 100 - CDV$$

$$PCI = 100 - 67$$

$$PCI = 33$$

Sehingga, nilai kondisi perkerasan (*Pavement Condition Index*) adalah 34 dengan rating PCI adalah Sedang (*Fair*).

4. Nilai PCI (STA 70+900 – 71+000)

$$PCI = 100 - CDV$$

$$PCI = 100 - 35$$

$$PCI = 65$$

Sehingga, nilai kondisi perkerasan (*Pavement Condition Index*) adalah 65 dengan rating PCI adalah Baik (*Good*).

Nilai PCI untuk (STA 70+000 s.d STA 71+000) adalah :

PCI per Km = Jumlah nilai PCI tiap unit sampel / Jumlah Sampel per Km

$$\text{PCI per Km} = \frac{\text{Jumlah Nilai PCI per unit sampel}}{\text{Jumlah sampel per Km}}$$

$$\text{PCI per Km} = \frac{5+10+33+65}{4}$$

$$\text{PCI per Km} = 28,25$$

Jadi nilai PCI pada STA 70+000 – 71+000 adalah 28,5 dengan rating PCI adalah Buruk (Poor).

**Tabel 4.4 Nilai PCI (STA 70+000-71+000)**

<b>Nilai PCI</b>	<b>Kondisi Perkerasan</b>
86-100	Sempurna ( <i>Excellent</i> )
71-85	Sangat Baik ( <i>Verry Good</i> )
56-70	Baik ( <i>Good</i> )
41-55	Sedang ( <i>Fair</i> )
26-40	Buruk ( <i>Poor</i> )
11-25	Sangat Buruk ( <i>Verry Poor</i> )
0-10	Gagal ( <i>Failed</i> )

Pada penelitian ini kerusakan jalan dihitung sepanjang 5 km (Ruas Jalan Nasional Kab. Solok- Kab. Solok Selatan) Mulai dari Sta 70+000 – 75+000. Sehingga hasil akhir didapatkan perhitungan PCI rata-rata keseluruhan dapat dilihat pada tabel 4.5

**Tabel 4.5 Nilai PCI (STA 70+000-75+000)**

NO	STA (Patok KM)	$\Sigma$ PCI	Bagian	Nilai PCI	Keterangan
1	70+000 - 71+000	114	4	28,5	Buruk ( <i>Poor</i> )
2	71+000 - 72+000	412	10	41,2	Sedang ( <i>Fair</i> )
3	72+000 - 73+000	405	10	40,5	Sedang ( <i>Fair</i> )
4	73+000 - 74+000	575	10	57,5	BaiK ( <i>Good</i> )
5	74+000 - 75+000	261	10	26,1	Buruk ( <i>Poor</i> )
PCI Keseluruhan		1767	44	40,15	Buruk ( <i>Poor</i> )

Berdasarkan tabel perhitungan diatas didapatkan nilai *Pavement Condition Index* (PCI) untuk Ruas Jalan Nasional Lubuk Selasih- Surian (Batas Jalan Kab. Solok-Solok Selatan, Sumbar (STA 70+000-75+000)) adalah 45,045 dengan kondisi perkerasan yaitu Sedang (*Fair*).

#### **4.2.7 Klasifikasi Kualitas Perkerasan dan Program Pemeliharaan Jalan**

Dari nilai PCI untuk masing – masing unit penelitian dapat diketahui kualitas lapisan perkerasan berdasarkan metode PCI dalam gambar dibawah dengan penanganan perbaikan dengan pelaburan aspal (*Patching*) pada daerah yang mengalami kerusakan pada jalan.

### **4.3 Metode International Roughness Index**

Dalam penelitian ini dilakukan pemeriksaan, pencatatan serta rekapitulasi jenis-jenis kerusakan, dimensi dan tingkat kerusakan jalan. Pada

setiap STA jenis kerusakan dihitung luasan area kerusakan yang terjadi dengan panjang dikali lebar kerusakan dengan notasi A (luas kerusakan). Penelitian dilakukan setiap 100meter, dimulai dari (STA 70+000 – 75+000). Sebagai contoh pada Table 4.6 merupakan data jenis kerusakan yang sepanjang 1 km dari STA 70+000 sampai dengan 71+000. Pencatatan dan pengelompokan kerusakan jalan secara keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 1.

**Tabel 4.6 Pencatatan Hasil Survey STA 70+000 – 71+000**

No.	STA (M)	JENIS KERUSAKAN	UKURAN			A Total (M2)
			P	L	A	
			(M)	(M)	(M)	
1	70+000 - 70+600	-	-	-	-	-
2	70+600 - 70+700	Lubang	1	0.45	0.45	3.05
		Lubang	1	0.6	0.6	
		Lubang	0.8	1	0.8	
		Lubang	1.2	0.5	0.6	
		Lubang	0.6	1	0.6	
		Pelepasan Butir	5	3	15	33
		Pelepasan Butir	7	2	14	
		Pelepasan Butir	4	1	4	
		Retak Kulit Buaya	5	1.5	7.5	
3	70+700 - 70+800	Lubang	0.6	0.9	0.54	19,01
		Lubang	0.47	1	0.47	
		Lubang	1.1	0.7	0.77	
		Keriting (Gelombang)	5	2.5	12.5	12,5
		Retak Memanjang	12	2	24	2.4
4	70+800 - 70+900	Retak Kulit Buaya	1.5	0.7	1.05	1,05
		Retak Memanjang	5	1.2	6	6
		Lubang	0.75	0.7	0.525	48,525
		Lubang	0.48	1	0.48	
5	70+900	Retak Memanjang	6	1.3	7.8	7,8

	-	Lubang	0.4	1	0.4	0,72
		71+000	Lubang	0.4	0.8	

(Sumber: Pengolahan Data)

Dari perhitungan pada tabel 4.6 diatas, kemudian ditentukan kondisi jalan berdasarkan standar klasifikasi kondisi jalan sesuai standar RDS70.

**Tabel 4.7 Kondisi Jalan Berdasarkan RDS 70**

NO	JENIS KERUSAKAN	A TOTAL (M2)	KONDISI BERDASARKAN RDS70	KETERANGAN
1	Lubang	71,305	<40	Buruk
2	Retak Kulit Buaya	32,55	<100	Baik
3	Keriting (Gelombang)	12,5	<100	Baik
4	Retak Memanjang	13,8	100-200	Baik
5	Perlepasan Butiran	33	100-500	Baik

(Sumber: Pengolahan Data)

Dari perhitungan diatas, dapat ditentukan rata-rata kerusakan jalan sepanjang 1 km tersebut yaitu Baik yang kemudian dapat langsung diketahui nilai IRI pada jalan tersebut berdasarkan Tabel. 4.8

**Tabel 4. 8. Nilai IRI (STA 70+000-71+000)**

IRI	LHR JALAN NASIONAL DAN PROVINSI		KONDISI
	3000-10000	>10000	
1		IRI : 3,3	BAIK
2			
3.5			
5			SEDANG
6.5			
8.5			RUSAK RINGAN
11			
14			RUSAK BERAT
17			
20			

(Sumber: Pengolahan Data)

Dari Tabel. 4.8 diatas dapat disimpulkan kondisi jalan pada STA 70+000– STA 71+000 yaitu kondisi baik dengan nilai IRI = 3,3 Dengan cara yang sama pada prosedur diatas, maka dilakukan cara yang sama untuk mencari nilai IRI pada setiap segmen. Berikut rekapitulasi dari perhitungan nilai iri setiap segmen :

**Tabel 4.9 Nilai IRI (STA 70+000-75+000)**

NO	STA (Patok KM)	IRI	KETERANGAN
1	70+000 - 71+000	3.3	Buruk ( Poor )
2	71+000 - 72+000	3.1	Sedang( Fair )
3	72+000 - 73+000	2.2	Sedang ( Fair )
4	73+000 - 74+000	1.3	Baik ( Good )
5	74+000 - 75+000	3.5	Buruk ( Poor )

(Sumber: Pengolahan Data)

Dari hasil rekapitulasi diatas ruas Jalan Nasional Lubuk Selasih-Surian, Sumbar (Sta 70+000 – 75+000) mempunyai kondisi baik, tetapi perlu dilakukan pemeliharaan rutin dengan dilakukannya patching (penambalan)

pada jalan yang mengalami kerusakan, sebagai upaya pencegahan terjadinya kerusakan yang lebih luas dan setiap kerusakan yang diperhitungkan dalam desain agar penurunan kondisi jalan dapat dikembalikan pada kondisi kemantapan sesuai dengan rencana.

#### 4.4 Perencanaan Drainase

##### 4.4.1 Analisa Hidrologi

Dalam melakukan analisa hal pertama yang harus dilakukan yaitu mendapatkan data curah hujan dari stasiun curah hujan yang berpengaruh pada ruas jalan yang diteliti. Pada ruas jalan Nasional Lubuk Selasih – Surian STA 70+000 – 75+000 stasiun curah hujan yang berpengaruh yaitu **Stasiun Danau Diatas**.

##### 1. Data Curah Hujan

Curah hujan rencana dihitung menggunakan metode Gumbel sebagaimana direkomendasikan dalam SNI 03 3424-1994. Perhitungan curah hujan dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 4.10 Analisa Data Curah Hujan Metode Gumbel**

Tahun	$X_i$ (mm)	$X = \sum X_i/n$	$(X_i - X)$ (mm)	$(X_i - X)^2$ (mm <sup>2</sup> )
2009	78	70,5	7,5	56,25
2010	67	70,5	-3,5	-12,25
2011	64	70,5	-6,5	-42,25
2012	107	70,5	36,5	1332,25
2013	55	70,5	-15,5	-240,25
2014	42	70,5	-28,5	-812,25
2015	68	70,5	-2,5	-6,25
2016	75	70,5	4,5	20,25
2017	80	70,5	9,5	90,25
2018	69	70,5	-1,5	-2,25
n = 10	705			383,5

Sumber : Pengolahan Data

Curah hujan rata – rata :

$$X = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{705}{10} = 70,5 \text{ mm}$$

##### 2. Standard deviasi

$$S_x = \frac{\sqrt{\sum(X_i - X_{rata-rata})^2}}{n-1}$$

$$= \frac{\sqrt{383,5}}{9}$$

$$= 42,6111$$

3. Periode ulang

Nilai  $Y_n$ ,  $S_n$ ,  $Y_{tr}$  ditentukan maka didapatkan :

a. Nilai K untuk periode ulang

$$K = \frac{Y_{tr} - Y_n}{S_n} = \frac{0.3668 - 0.4952}{0.9496}$$

$$= -0,1352$$

b. Curah hujan untuk periode 2, 5, 10, 25, 50 serta 100 tahun

$$X_T = X_{rata-rata} + (S_x \cdot K)$$

$$= 70,5 + (42,6111 \cdot (-0,1352))$$

$$= 64,7389 \text{ mm (untuk periode ulang 2 tahun)}$$

Untuk perhitungan periode ulang 5, 10, 25, 50, serta 100 tahun dapat dilihat dari tabel berikut :

**Tabel 4.11 Hasil Curah Hujan Rencana Metode Gumbel**

Periode Ulang (Tahun)	$Y_n$	$S_n$	$Y_{tr}$	$S_x$	$K$	$X_T$ (mm)
2	0.4952	0.9496	0.3668	8,3362	-0.1352	64,738
5	0.4952	0.9496	1.5004	8,3362	1.0585	115,608
10	0.4952	0.9496	2.2510	8,3362	1.42565	131,248
25	0.4952	0.9496	3.1993	8,3362	2.47725	176,058
50	0.4952	0.9496	3.9028	8,3362	3,2574	209,301
100	0.4952	0.9496	4.6012	8,3362	4,0319	242,303

Sumber : Pengolahan Data

**4.4.2 Hitung Waktu Konsentrasi ( $T_c$ )**

**Segmen I STA 70+000 sampai STA 70 + 470**

Diketahui koefisien hambatan (nd dilihat pada **Tabel 2.29**)

Panjang Saluran	= 470
nd aspal	= 0,013
nd bahu	= 0,20
nd bagian luar jalan	= 0,4
Lt Aspal	= 3,5 m
Lt bahu	= 1,5 m
Lt bagian luar jalan	= 10 m

Untuk menentukan waktu konsentrasi (Tc), digunakan rumus :

$$T_c = t_1 + t_2$$

$$t_1 = \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times L_t \times \frac{N_d}{\sqrt{s}} \right)^{0,167}$$

$$t_{\text{aspal}} = \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times 3,5 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,012}} \right)^{0,167} = 1,4047 \text{ menit}$$

$$t_{\text{bahu}} = \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times 1,5 \times \frac{0,20}{\sqrt{0,012}} \right)^{0,167} = 1,2194 \text{ menit}$$

$$t_{\text{luar jalan}} = \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times 3 \times \frac{0,10}{\sqrt{0,012}} \right)^{0,167} = 1,3690 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned} \text{sehingga } t_1 &= t_{\text{aspal}} + t_{\text{bahu}} + t_{\text{bagian luar jalan}} \\ &= 1,4047 + 1,2194 + 1,3690 \\ &= 3,9931 \text{ menit} \end{aligned}$$

Kecepatan aliran (v) berdasarkan jenis material Pasangan batu, nilai v yaitu 1,5 m/dt..dilihat pada **Tabel 2.30**

$$\begin{aligned} t_2 &= \frac{L}{60 \times v} \\ &= \frac{470}{60 \times 1,5} \\ &= 5,2222 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi } T_c &= t_1 + t_2 \\ &= 3,9931 + 5,2222 \\ &= 9,2153 \text{ menit} \\ &= 0,1535 \text{ jam} \end{aligned}$$

### **Segmen II STA 70+470 - STA 73 + 600**

Diketahui koefisien hambatan (nd)

Panjang Saluran	= 3130
nd aspal	= 0,013

$$\begin{aligned} \text{nd bahu} &= 0,20 \\ \text{nd bagian luar jalan} &= 0,4 \\ \text{Lt aspal} &= 3,5 \text{ m} \\ \text{Lt bahu} &= 1,5 \text{ m} \\ \text{Lt bagian luar jalan} &= 10 \text{ m} \end{aligned}$$

Untuk menentukan waktu konsentrasi ( $T_c$ ), digunakan rumus :

$$T_c = t_1 + t_2$$

$$\begin{aligned} t_1 &= \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times L_t \times \frac{N_d}{\sqrt{S}} \right)^{0,167} \\ t_{\text{aspal}} &= \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times 3,5 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,011}} \right)^{0,167} = 0,9274 \text{ menit} \\ t_{\text{bahu}} &= \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times 1,5 \times \frac{0,20}{\sqrt{0,011}} \right)^{0,167} = 1,4250 \text{ menit} \\ t_{\text{luar jalan}} &= \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times 3 \times \frac{0,80}{\sqrt{0,011}} \right)^{0,167} = 1,9221 \text{ menit} \\ \text{sehingga } t_1 &= t_{\text{aspal}} + t_{\text{bahu}} + t_{\text{bagian luar jalan}} \\ &= 0,9274 + 1,4250 + 1,0955 \\ &= 3,4479 \text{ menit} \end{aligned}$$

Kecepatan aliran ( $v$ ) berdasarkan jenis material Pasangan batu,

nilai  $v$  yaitu 1,5 m/dt

$$\begin{aligned} t_2 &= \frac{L}{60 \times v} \\ &= \frac{3130}{60 \times 1,5} \\ &= 34,778 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jadi } T_c &= t_1 + t_2 \\ &= 3,4479 + 34,778 \\ &= 38,2259 \text{ menit} \\ &= 0,6371 \text{ jam} \end{aligned}$$

### Segmen III STA 73+600 - STA 74 + 100

Diketahui koefisien hambatan ( $nd$ )

$$\begin{aligned} \text{Panjang saluran} &= 450 \text{ m} \\ \text{nd aspal} &= 0,013 \\ \text{nd bahu} &= 0,20 \\ \text{nd bagian luar jalan} &= 0,80 \end{aligned}$$

$$L_t \text{ aspal} = 3,5 \text{ m}$$

$$L_t \text{ bahu} = 1,5 \text{ m}$$

$$L_t \text{ bagian luar jalan} = 10 \text{ m}$$

Untuk menentukan waktu konsentrasi ( $T_c$ ), digunakan rumus :  $T_c = t_1 + t_2$

$$t_1 = \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times L_t \times \frac{Nd}{\sqrt{s}} \right)^{0,167}$$

$$t \text{ aspal} = \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times 2,35 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,020}} \right)^{0,167} = 0,8822 \text{ menit}$$

$$t \text{ bahu} = \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times 2 \times \frac{0,20}{\sqrt{0,020}} \right)^{0,167} = 1,3556 \text{ menit}$$

$$t \text{ luar jalan} = \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times 3 \times \frac{0,80}{\sqrt{0,020}} \right)^{0,167} = 1,8285 \text{ menit}$$

$$\text{sehingga } t_1 = t \text{ aspal} + t \text{ bahu} + t \text{ bagian luar jalan}$$

$$= 1,3876 + 0,7303 + 1,0955$$

$$= 3,2134 \text{ menit}$$

Kecepatan aliran ( $v$ ) berdasarkan jenis material Pasangan batu,

nilai  $v$  yaitu 1,5 m/dt

$$t_2 = \frac{L}{60 \times v}$$

$$= \frac{500}{60 \times 1,5}$$

$$= 5,5 \text{ menit}$$

$$\text{Jadi } T_c = t_1 + t_2$$

$$= 3,2134 + 5,5$$

$$= 8,7134 \text{ menit}$$

$$= 0,14522 \text{ jam}$$

#### **Segmen IV STA 74+100 - STA 75 + 000**

Diketahui koefisien hambatan ( $nd$ )

$$\text{Panjang saluran} = 1070 \text{ m}$$

$$nd \text{ aspal} = 0,013$$

$$nd \text{ bahu} = 0,20$$

$$nd \text{ bagian luar jalan} = 0,80$$

$$L_t \text{ aspal} = 3,5 \text{ m}$$

$$L_t \text{ bahu} = 1,5 \text{ m}$$

$$L_t \text{ bagian luar jalan} = 10 \text{ m}$$

Untuk menentukan waktu konsentrasi ( $T_c$ ), digunakan rumus :

$$T_c = t_1 + t_2$$

$$t_1 = \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times L_t \times \frac{N_d}{\sqrt{s}} \right)^{0,167}$$

$$t_{\text{aspal}} = \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times 3,5 \times \frac{0,013}{\sqrt{0,022}} \right)^{0,167} = 0,8752 \text{ menit}$$

$$t_{\text{bahu}} = \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times 1,5 \times \frac{0,20}{\sqrt{0,022}} \right)^{0,167} = 1,3449 \text{ menit}$$

$$t_{\text{luar jalan}} = \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times 3 \times \frac{0,80}{\sqrt{0,022}} \right)^{0,167} = 1,8140 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned} \text{sehingga } t_1 &= t_{\text{aspal}} + t_{\text{bahu}} + t_{\text{bagian luar jalan}} \\ &= 1,3876 + 0,7303 + 1,0955 \\ &= 3,2134 \text{ menit} \end{aligned}$$

Kecepatan aliran ( $v$ ) berdasarkan jenis material Pasangan batu, nilai  $v$  yaitu 1,5 m/dt

$$\begin{aligned} t_2 &= \frac{L}{60 \times v} \\ &= \frac{900}{60 \times 1,5} \\ &= 10 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{jadi } T_c &= t_1 + t_2 \\ &= 3,2134 + 10 \\ &= 13,2134 \text{ menit} = 0,2202 \text{ jam} \end{aligned}$$

#### 4.4.3 Kondisi Eksisting Permukaan Jalan

1. STA 70+000 – 70+470



**Gambar 4.21. Kondisi Eksisting Jalan**

Panjang ruas jalan ( $L$ ) = 470 m ditentukan dari rute jalan yang telah diplot pada peta topografi daerah tersebut yang memungkinkan adanya pembuangan ke sungai di ujung ruas jalan.

- a. Panjang Saluran Drainase
- |   |                 |
|---|-----------------|
| STA 70+000 – 70+470                           | = 470 m         |
| L1 = Permukaan jalan aspal, lebar             | = 3,5 m         |
| L2 = Bahu jalan tanah berbutir kasar          | = 1,5 m         |
| L3 = Bagian luar jalan permukiman tidak padat | = 10 m (asumsi) |

- b. Menentukan luas daerah pengaliran diambil per meter panjang

$$\text{Aspal (A1)} = 470 \times 3,5 = 1786 \text{ m}^2$$

$$\text{Ba hu jalan (A2)} = 470 \times 1,5 = 940 \text{ m}^2$$

$$\text{Bagian luar jalan (A3)} = 470 \times 10 = 4700 \text{ m}^2$$

- c. Menentukan koefisien pengaliran (C) (pada tabel 2.19)

$$\text{Permukaan jalan aspal (C1)} = 0,70$$

$$\text{Bahu jalan tanah berbutir kasar (C2)} = 0,1$$

$$\text{Bagian luar jalan permukiman tidak padat (C3)} = 0,4$$

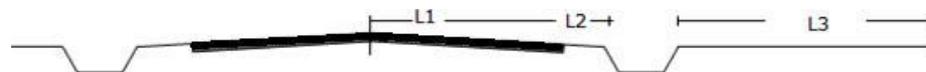
$$C = \frac{(1 \cdot 1) + (2 \cdot 2) + (3 \cdot 3)}{1 + 2 + 3}$$

$$= \frac{(0,70 \cdot 1786) + (0,1 \cdot 940) + (0,4 \cdot 4700)}{1786 + 940 + 4700}$$

$$= 0,4341$$

## 2. STA 70+470 – 73+600

Panjang ruas jalan (L) = 3130 m ditentukan dari rute jalan yang



**Gambar 4.22. Kondisi Eksisting Jalan**

telah diplot pada peta topografi daerah tersebut yang memungkinkan adanya pembuangan ke sungai di ujung ruas jalan.

- a. Panjang Saluran Drainase

$$\text{STA 70+470 – 73+600} = 3130 \text{ m}$$

$$\text{L1 = Permukaan jalan aspal, lebar} = 3,8 \text{ m}$$

$$\text{L2 = Bahu jalan tanah berbutir kasar} = 2 \text{ m}$$

L3 = Bagian luar jalan permukiman tidak padat = 10 m ( asumsi )

b. Menentukan luas daerah pengaliran diambil per meter panjang

$$\text{Aspal (A1)} = 3130 \times 3,8 = 11894 \text{ m}^2$$

$$\text{Bahu jalan (A2)} = 3130 \times 2 = 6260 \text{ m}^2$$

$$\text{Bagian luar jalan (A3)} = 3130 \times 10 = 31300 \text{ m}^2$$

c. Menentukan koefisien pengaliran (C) (pada tabel 2.19)

$$\text{Permukaan jalan aspal (C1)} = 0,70$$

$$\text{Bahu jalan tanah berbutir kasar (C2)} = 0,1$$

$$\text{Bagian luar jalan permukiman tidak padat (C3)} = 0,4$$

$$C = \frac{(1. 1)+(2. 2)+(3. 3)}{1+ 2+ 3}$$

$$= \frac{(0,70.11894)+(0,1.6260)+(0,4.31300)}{11894+6260+31300}$$

$$= 0,4341$$

3. STA 73+600 – 74+100



**Gambar 4.23 Kondisi Eksisting Jalan**

Panjang ruas jalan (L) = 500 m ditentukan dari rute jalan yang telah diplot pada peta topografi daerah tersebut yang memungkinkan adanya pembuangan ke sungai di ujung ruas jalan.

a. Panjang Saluran Drainase

$$\text{STA 73+600 – 74+100} = 500 \text{ m}$$

$$\text{L1 = Permukaan jalan aspal, lebar} = 3,8 \text{ m}$$

$$\text{L2 = Bahu jalan tanah berbutir kasar} = 2 \text{ m}$$

L3 = Bagian luar jalan permukiman tidak padat = 10 m ( asumsi )

- b. Menentukan luas daerah pengaliran diambil per meter panjang

$$\text{Aspal (A1)} = 500 \times 3,8 = 1900 \text{ m}^2$$

$$\text{Bahu jalan (A2)} = 500 \times 2 = 1000 \text{ m}^2$$

$$\text{Bagian luar jalan (A3)} = 500 \times 10 = 5000 \text{ m}^2$$

$$\text{Permukaan jalan aspal (C1)} = 0,70$$

$$\text{Bahu jalan tanah berbutir kasar (C2)} = 0,1$$

$$\text{Bagian luar jalan permukiman tidak padat (C3)} = 0,4$$

$$C = \frac{(1. 1)+(2. 2)+(3. 3)}{1+2+3}$$

$$= \frac{(0,70.11894)+(0,1.6260)+(0,4.31300)}{11894+6260+31300}$$

$$= \frac{8323,8+626+1252}{11894+6260+31300}$$

$$= 0,4341$$

4. STA 74+100 – 75+000



**Gambar 4.24 Kondisi Eksisting Jalan**

Panjang ruas jalan (L) = 900 m ditentukan dari rute jalan yang telah diplot pada peta topografi daerah tersebut yang memungkinkan adanya pembuangan ke sungai di ujung ruas jalan.

- 3.

- a. Panjang Saluran Drainase

$$\text{STA 74+100 – 75+000} = 900 \text{ m}$$

$$\text{L1 = Permukaan jalan aspal, lebar} = 3,8 \text{ m}$$

$$\text{L2 = Bahu jalan tanah berbutir kasar} = 2 \text{ m}$$

$$\text{L3 = Bagian luar jalan permukiman tidak padat} = 10 \text{ m ( asumsi )}$$

- b. Menentukan luas daerah pengaliran diambil per meter panjang

$$\text{Aspal (A1)} = 900 \times 3,8 = 3420 \text{ m}^2$$

$$\text{Bahu jalan (A2)} = 900 \times 2 = 1800 \text{ m}^2$$

$$\text{Bagian luar jalan (A3)} = 900 \times 10 = 9000 \text{ m}^2$$

c. Menentukan koefisien pengaliran (C) (pada tabel 2.19)

Permukaan jalan aspal (C1) = 0,70

Bahu jalan tanah berbutir kasar (C2) = 0,1

Bagian luar jalan permukiman tidak padat (C3) = 0,4

$$C = \frac{(1 \cdot 1) + (2 \cdot 2) + (3 \cdot 3)}{1 + 2 + 3}$$

$$= \frac{(0,70 \cdot 11894) + (0,1 \cdot 6260) + (0,4 \cdot 31300)}{11894 + 6260 + 31300}$$

$$= 0,4341$$

#### 4.4.4 Analisa Intensitas Curah Hujan

Untuk perhitungan analisa intensitas curah hujan digunakan data curah hujan metode gumbel

**Tabel 4.12 Curah Hujan Metode Gumbel**

R2	R5	R10	R25	R50	R100
64,738	115,608	<b>131,248</b>	176,058	209,301	242,303

Sumber : Pengolahan Data

Intensitas curah hujan dihitung dengan menggunakan Formula Mononobe, hasil analisis dapat dicari pada rumus berikut :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

tc = Lamanya curah hujan (jam)

R24 = Curah hujan maksimal dalam 24 jam (mm)

Segmen I STA 70+000 - 70+470

$$I = \frac{R24}{24} \times \left(\frac{24}{tc}\right)^{2/3} = \frac{131,248}{24} \times \left(\frac{24}{0,140}\right)^{2/3} = 168,760 \text{ mm/jam}$$

Segmen II STA 70+470 - 73+600

$$I = \frac{R24}{24} \times \left(\frac{24}{tc}\right)^{2/3} = \frac{131,248}{24} \times \left(\frac{24}{0,633}\right)^{2/3} = 61,719 \text{ mm/jam}$$

Segmen III STA 73+600 - 74+100

$$I = \frac{R24}{24} \times \left(\frac{24}{tc}\right)^{2/3} = \frac{131,248}{24} \times \left(\frac{24}{0,145}\right)^{2/3} = 164,858 \text{ mm/jam}$$

Segmen IV STA 74+100 sampai 75+000

$$I = \frac{R24}{24} \times \left(\frac{24}{tc}\right)^{2/3} = \frac{131,248}{24} \times \left(\frac{24}{0,220}\right)^{2/3} = 124,855 \text{ mm/jam}$$

**Tabel 4.13 Perhitungan Analisa Intensitas Curah Hujan**

Segmen	STA	L (m)	R24 (mm)	Tc (jam)	I (mm/jam)
--------	-----	-------	----------	----------	------------

I	70+000 - 70+470	470	131,248	0,140	168,760
II	70+470 - 73+600	3130	131,248	0,633	61,719
III	73+600 - 74+100	450	131,248	0,145	164,858
IV	74+100 - 75+000	1070	131,248	0,220	124,855

Sumber : Pengolahan Data

#### 4.4.5 Menentukan Besarnya Debit Rencana (Q)

Untuk perhitungan debit rencana berdasarkan intensitas hujan rencana menggunakan metode rasional dengan periode ulang 10 tahun.

##### 1. Segmen I STA 70+000 sampai 70+470

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A \text{ (m}^3\text{/detik)} \\
 &= \frac{1}{3,6} \times 0,4341 \times 168,760 \times 0,0074 \\
 &= 0,150 \text{ m}^3\text{/detik}
 \end{aligned}$$

##### 2. Segmen II STA 70+470 sampai 73+600

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A \text{ (m}^3\text{/detik)} \\
 &= \frac{1}{3,6} \times 0,4341 \times 62,719 \times 0,0494 \\
 &= 0,373 \text{ m}^3\text{/detik}
 \end{aligned}$$

##### 3. Segmen III STA 73+600 sampai 74+100

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A \text{ (m}^3\text{/detik)} \\
 &= \frac{1}{3,6} \times 0,4341 \times 164,858 \times 0,0079 \\
 &= 0,157 \text{ m}^3\text{/detik}
 \end{aligned}$$

##### 4. Segmen IV STA 74+100 sampai 75+000

$$\begin{aligned}
 Q &= \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A \text{ (m}^3\text{/detik)} \\
 &= \frac{1}{3,6} \times 0,4341 \times 124,855 \times 0,00142 \\
 &= 0,0213 \text{ m}^3\text{/detik}
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 14: Perhitungan Debit Rencana (m<sup>3</sup>/detik)

Segmen	STA	Debit Rencana			
		C	I	A	Q
I	70+000 - 70+470	0,4341	168,760	0,0074	0,150
II	70+470 -73+600	0,4341	61,719	0,0494	0,373
III	73+600 - 74+100	0,4341	164,858	0,0079	0,157
IV	74+100 -75+000	0,4341	124,855	0,0142	0,0213

Sumber : Pengolahan Data

#### 4.4.6 Perhitungan Rencana Saluran Drainase

Pada perhitungan dimensi drainase untuk ruas jalan Lubuk Selasi - Surian ini direncanakan dengan menggunakan penampang persegi.

##### 1. Segmen I STA 70+000 - 70+470

$$\text{Luas penampang basah (A)} = b \times h$$

$$\text{Keliling basah (P)} = b + 2h$$

$$\text{Jari-jari hidroulis (R)} = A/P$$

$$= \frac{b \times h}{b+2h}$$

$$\text{Debit air (Q)} = V \times A$$

$$= \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

$$= \frac{1}{n} \times (b \times h) \times \left[ \frac{(b \times h)}{(b+2h)} \right]^{2/3} \times S^{1/2}$$

Diketahui :

$$Q = 0,150 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$n = 0,019$$

$$S = \frac{\text{elevasi tertinggi} + \text{elevasi terendah}}{L} = \frac{660 - 652}{640} = 0,012 \text{ m}$$

Maka :

$$Q = \frac{1}{n} \times (b \times h) \times \left[ \frac{(b \times h)}{(b+2h)} \right]^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$0,150 = \frac{1}{0,019} \times (2h \times h) \times \left[ \frac{h}{2} \right]^{2/3} \times 1,2^{1/2}$$

$$0,150 = \frac{1}{0,019} \times (2 \times 0,25 \times 0,25) \times \left[ \frac{0,25}{2} \right]^{2/3} \times 0,012^{1/2}$$

$$0,150 = 0,1802$$

Didapat  $h = 0,25 \text{ m}$

$$\text{Lebar dasar : } b = 2 \times h$$

$$\begin{aligned}
&= 2 \times 0,25 \\
&= 0,50 \text{ m} \\
\text{Luas penampang : } & A = b \times h \\
&= 0,50 \times 0,25 \\
&= 0,125 \text{ m}^2 \\
\text{Keliling basah saluran : } & P = b + 2h \\
&= 0,50 + (2 \times 0,25) \\
&= 1 \text{ m} \\
\text{Jari-jari hidroulis : } & R = A/P \\
&= 0,125/1 \\
&= 0,125 \text{ m} \\
\text{Kecepatan aliran : } & V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \\
&= \frac{1}{0,019} \times 0,125^{2/3} \times 0,012^{1/2} \\
&= 1,441 \text{ m/detik}
\end{aligned}$$

Tinggi jagaan (*Freeboard*)

Besar jagaan umumnya dari departemen pekerjaan umum mensyaratkan tinggi minimum apabila debit aliran Q (m<sup>3</sup>/detik) 0,00 – 0,30 dengan F(m) = 0,30

$$\text{Tinggi saluran (H)} = h + F(m) = 0,25 + 0,30 = 0,55 \text{ m}$$

## 2. Segmen II STA 70+470 - 73+600

$$\text{Luas penampang basah (A)} = b \times h$$

$$\text{Keliling basah (P)} = b + 2h$$

$$\text{Jari-jari hidroulis (R)} = A/P$$

$$= \frac{b \times h}{b + 2h}$$

$$\text{Debit air (Q)} = V \times A$$

$$= \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

$$= \frac{1}{n} \times (bxh) \times \left[ \frac{(bxh)}{(b+2h)} \right]^{2/3} \times S^{1/2}$$

Diketahui :

$$Q = 0,373 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$n = 0,019$$

$$S = \frac{\text{elevasi tertinggi} + \text{elevasi terendah}}{L} = \frac{663 - 645}{1600} = 0,011 \text{ m}$$

Maka :

$$Q = \frac{1}{n} \times (bxh) \times \left[ \frac{(bxh)}{(b+2h)} \right]^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$0,373 = \frac{1}{0,019} \times (2hxh) \times \left[ \frac{h}{2} \right]^{2/3} \times 0,026^{1/2}$$

$$0,373 = \frac{1}{0,019} \times (2 \times 0,25 \times 0,25) \times \left[ \frac{0,25}{2} \right]^{2/3} \times 0,011^{1/2}$$

$$0,373 = 0,1725$$

Didapat  $h = 0,25 \text{ m}$

$$\begin{aligned} \text{Lebar dasar :} \quad b &= 2 \times h \\ &= 2 \times 0,25 \\ &= 0,50 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas penampang :} \quad A &= b \times h \\ &= 0,50 \times 0,25 \\ &= 0,125 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Keliling basah saluran :} \quad P &= b + 2h \\ &= 0,50 + (2 \times 0,25) \\ &= 1 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jari-jari hidroulis :} \quad R &= A/P \\ &= 0,125/1 \\ &= 0,125 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kecepatan aliran :} \quad V &= \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \\ &= \frac{1}{0,019} \times 0,125^{2/3} \times 0,011^{1/2} \\ &= 1,380 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

Tinggi jagaan (*Freeboard*)

Besar jagaan umumnya dari departemen pekerjaan umum mensyaratkan tinggi minimum apabila debit aliran  $Q$  ( $\text{m}^3/\text{detik}$ )

0,00 – 0,30 dengan  $F(m) = 0,30$

Tinggi saluran (H) =  $h + F(m) = 0,25 + 0,30 = 0,55$  m

### 3. Segmen III STA 73+600 - 74+100

Luas penampang basah (A) =  $b \times h$

Keliling basah (P) =  $b + 2h$

Jari-jari hidroulis (R) =  $A/P$   
=  $\frac{b \times h}{b+2h}$

Debit air (Q) =  $V \times A$   
=  $\frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$   
=  $\frac{1}{n} \times (b \times h) \times \left[ \frac{(b \times h)}{(b+2h)} \right]^{2/3} \times S^{1/2}$

Diketahui :

Q = 0,157 m<sup>3</sup>/detik

n = 0,019

S =  $\frac{\text{elevasi tertinggi} + \text{elevasi terendah}}{L} = \frac{672 - 663}{450} = 0,020$  m

Maka :

Q =  $\frac{1}{n} \times (b \times h) \times \left[ \frac{(b \times h)}{(b+2h)} \right]^{2/3} \times S^{1/2}$

0,157 =  $\frac{1}{0,019} \times (2h \times h) \times \left[ \frac{h}{2} \right]^{2/3} \times 0,022^{1/2}$

0,157 =  $\frac{1}{0,019} \times (2 \times 0,25 \times 0,25) \times \left[ \frac{0,25}{2} \right]^{2/3} \times 0,020^{1/2}$

0,157 = 0,2326

Didapat h = 0,25 m

Lebar dasar :                      b = 2 x h  
= 2 x 0,25  
= 0,50 m

Luas penampang :                A = b x h  
= 0,50 x 0,25  
= 0,125 m<sup>2</sup>

$$\begin{aligned}
\text{Keliling basah saluran : } P &= b + 2h \\
&= 0,50 + (2 \times 0,25) \\
&= 1 \text{ m} \\
\text{Jari-jari hidroulis : } R &= A/P \\
&= 0,125/1 \\
&= 0,125 \text{ m} \\
\text{Kecepatan aliran : } V &= \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \\
&= \frac{1}{0,019} \times 0,125^{2/3} \times 0,020^{1/2} \\
&= 1,861 \text{ m/detik}
\end{aligned}$$

Tinggi jagaan (*Freeboard*)

Besar jagaan umumnya dari departemen pekerjaan umum mensyaratkan tinggi minimum apabila debit aliran Q (m<sup>3</sup>/detik) 0,00 – 0,30 dengan F(m) = 0,30

$$\text{Tinggi saluran (H)} = h + F(m) = 0,25 + 0,30 = 0,55 \text{ m}$$

#### 4. Segmen IV STA 74+100 - 75+000

$$\text{Luas penampang basah (A)} = b \times h$$

$$\text{Keliling basah (P)} = b + 2h$$

$$\begin{aligned}
\text{Jari-jari hidroulis (R)} &= A/P \\
&= \frac{b \times h}{b + 2h}
\end{aligned}$$

$$\text{Debit air (Q)} = V \times A$$

$$= \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

$$= \frac{1}{n} \times (bxh) \times \left[ \frac{(bxh)}{(b+2h)} \right]^{2/3} \times S^{1/2}$$

Diketahui :

$$Q = 0,0213 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$n = 0,019$$

$$S = \frac{\text{elevasi tertinggi} + \text{elevasi terendah}}{L} = \frac{690 - 666}{1070} = 0,022 \text{ m}$$

Maka :

$$Q = \frac{1}{n} \times (bxh) \times \left[ \frac{(bxh)}{(b+2h)} \right]^{2/3} \times S^{1/2}$$

$$0,0213 = \frac{1}{0,019} \times (2hxh) \times \left[ \frac{h}{2} \right]^{2/3} \times 0,054^{1/2}$$

$$0,0213 = \frac{1}{0,019} \times (2 \times 0,25 \times 0,25) \times \left[ \frac{0,25}{2} \right]^{2/3} \times 0,022^{1/2}$$

$$0,0213 = 0,2440$$

Didapat  $h = 0,25$  m

Lebar dasar :  $b = 2 \times h$   
 $= 2 \times 0,25$   
 $= 0,50$  m

Luas penampang :  $A = b \times h$   
 $= 0,50 \times 0,25$   
 $= 0,125$  m<sup>2</sup>

Keliling basah saluran :  $P = b + 2h$   
 $= 0,50 + (2 \times 0,25)$   
 $= 1$  m

Jari-jari hidroulis :  $R = A/P$   
 $= 0,125/1$   
 $= 0,125$  m

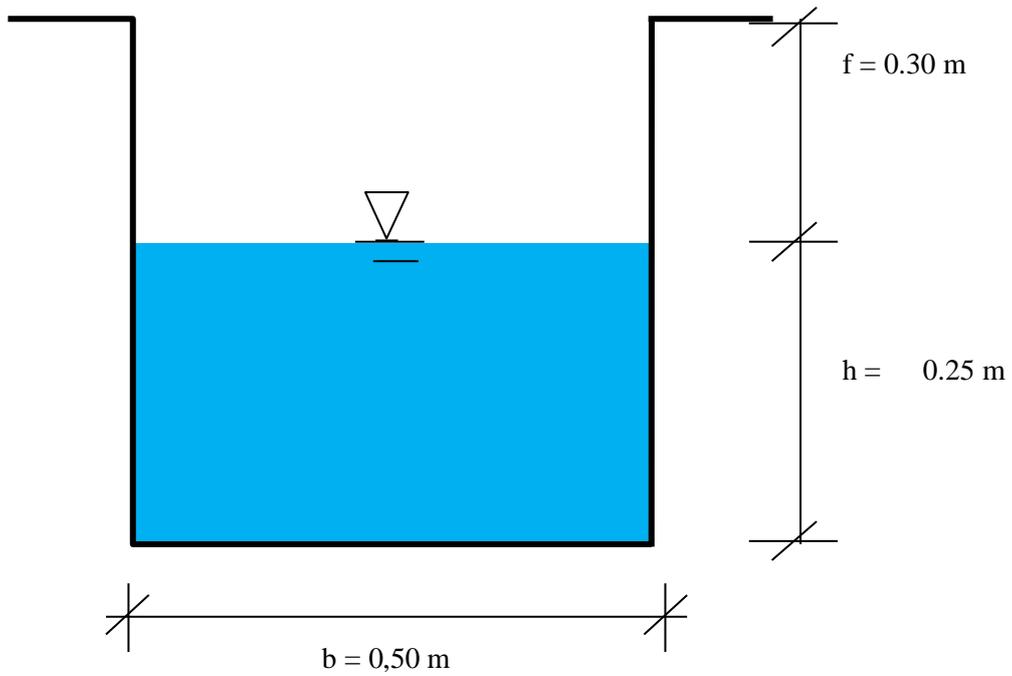
Kecepatan aliran :  $V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$   
 $= \frac{1}{0,019} \times 0,125^{2/3} \times 0,022^{1/2}$   
 $= 1,952$  m/detik

Tinggi jagaan (*Freeboard*)

Besar jagaan umumnya dari departemen pekerjaan umum mensyaratkan tinggi minimum apabila debit aliran Q (m<sup>3</sup>/detik) 0,00 – 0,30 dengan  $F(m) = 0,30$

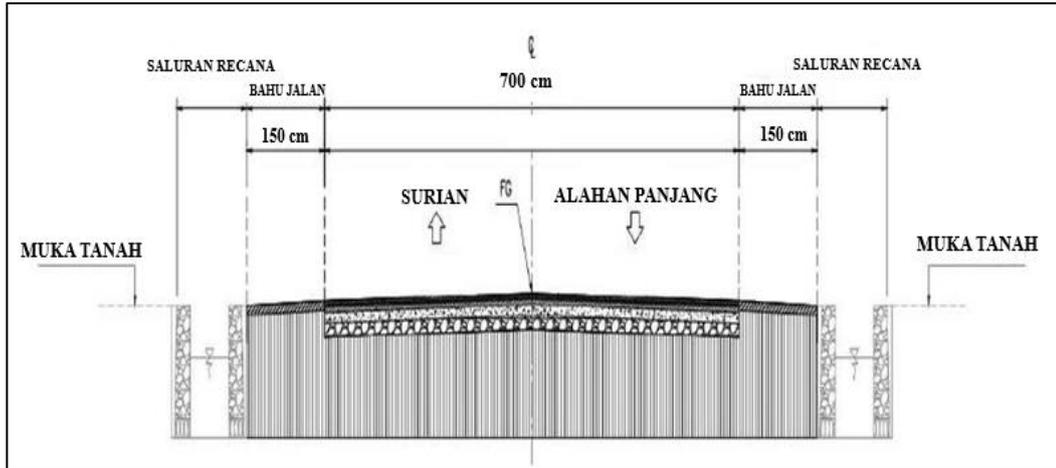
$$\text{Tinggi saluran (H)} = h + F(m) = 0,25 + 0,30 = 0,55 \text{ m}$$

STA	Q Rencana ( $m^3/$ <i>detik</i> )	N	S (m)	h (m)	b (m)	A ( $m^2$ )	P (m)	R (m)	H (m)	V ( $m^3/$ <i>detik</i> )
-----	---	---	-------	-------	-------	-------------	-------	-------	-------	---------------------------------



**Gambar 4.25 Dimensi Saluran**  
Sumber : Pengolahan Data

70+000 – 70+470 (Kiri)	0,150	0.019	0,012	0,25	0,50	0,125	1	0,125	0,55	1,441
70+470 – 73+600 (Kiri)	0,373	0.019	0,011	0,25	0,50	0,125	1	0,125	0,55	1,380
73+600 – 74+100 (Kanan)	0,157	0.019	0,020	0,25	0,50	0,125	1	0,125	0,55	1,861
74+100 – 75+000 (Kiri)	0,019	0.019	0,022	0,25	0,50	0,125	1	0,125	0,55	1,952



**Gambar 4.26** Potongan Melintang Jalan dan Saluran Drainase

## 4.5 Perencanaan Pelebaran Perkerasan Lentur

### 4.5.1 Menentukan Umur Rencana

**Tabel 4. 1 : Umur Rencana Perkerasan**

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (Tahun) <sup>(1)</sup>
Perkerasan Lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir <sup>(2)</sup>	20
	Fondasi jalan	40
	Permukaan perkerasan untuk daerah yang tidak dimungkinkan pelapisan ulang (overlay), seperti: jalan perkotaan, <i>underpass</i> , jembatan, terowongan. <i>Concrete Treated Based (CTB)</i>	
Perkerasan Kaku	Lapisan fondasi atas, lapis fondasi bawah, lapis beton semen, dan fondasi jalan.	
Jalan Tanpa Penutup	Permukaan elemen ( termasuk fondasi jalan )	Minimum 10

(Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

Dapat dilihat pada tabel di atas untuk umur rencana 20 tahun yaitu elemen perkerasannya yaitu lapisan aspal dan lapisan berbutir.

JENIS KENDARAAN	LHR	PERTUMBUHAN LALU LINTAS (%)
SEPEDA MOTOR	5531	3,5
MOBIL (Sedan dan station Wagon)	1371	3,5
Mini Bus (Oplet dan Combi)	583	3,5
Pick-Up, Micro Truck dan Mobil Hantaran	187	3,5
Bus Kecil	39	3,5
Bus Besar	7	3,5
Truck 2 Sumbu	78	3,5
Truck 3 Sumbu	204	3,5
Truck Semi Trailer	3	3,5
<b>JUMLAH KENDARAAN</b>	<b>8003</b>	

(Sumber : Pengolahan Data 2022)

Dalam menghitung LHR digunakan rumus:

Karena data lalu lintas harian yang didapat tahun 2022, maka perlu diperhitungkan data lalu lintas pada saat penulis melakukan penelitian yaitu tahun 2023, agar bisa mencari umur rencana perkerasan yang digunakan yaitu 1 tahun

$$LHR = LHR_{jk} (1+i)^n \text{ dengan } i = 3,5\%, n = 1 \text{ tahun}$$

Sepeda motor	= 5531 (1+0,035)	=5724 kendaraan/hari
Kendaraan ringan	=2141(1+0,035)	=2215 kendaraan/hari
Bus kecil	= 39 (1+0,035)	= 40kendaraan/hari
Bus besar	= 7 (1+0,035)	= 8 kendaraan/hari
Truk 2 sumbu	=78 (1+0,035)	=80 kendaraan/hari
Truk 3 sumbu	= 204 (1+0,035)	= 212 kendaraan/hari
<b><math>\Sigma</math>LHR2023 = 8279 kendaraan/hari</b>		

Umur rencana 20 tahun

LHR = LHR<sub>jk</sub> (1+i)<sup>n</sup> dengan i = 3,5%,(0,035). n = 20 tahun

Sepeda motor	= 5724 (1+0,035) <sup>20</sup>	=11389kendaraan/hari
Kendaraan ringan	=2215 (1+0,035) <sup>20</sup>	=4407 kendaraan/hari
Bus kecil	= 40 (1+0,035) <sup>20</sup>	= 79kendaraan/hari
Bus besar	= 8 ((1+0,035) <sup>20</sup>	= 16 kendaraan/hari
Truk 2 sumbu	=80 (1+0,035) <sup>20</sup>	=159 kendaraan/hari
Truk 3 sumbu	= 212 (1+0,035) <sup>20</sup>	= 421 kendaraan/hari
<b><math>\Sigma</math>LHR (2043) = 16471 kendaraan/hari</b>		

Dengan merujuk ke MKJI1997 bahwa arus lalu linta pada jam sibuk sama jalan antar kota dengan 11% LHRT yaitu 11% x 16471 =1811 kendaraan/ jam

#### 4.5.2 Kapasitas Jalan

Perhitungan kapasitas jalan didasarkan pada rumus :

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf}$$

Dimana :

C = kapasitas (smp/jam)

C<sub>o</sub> = kapasitas dasar (smp/jam)

FC<sub>w</sub> = faktor penyesuaian lebar jalan

FC<sub>sp</sub> = faktor penyesuaian pemisah arah

FC<sub>sf</sub> = faktor penyesuaian hambatan samping

FC<sub>cs</sub> = faktor penyesuaian hambatan samping

Nilai C<sub>o</sub>, FC<sub>w</sub>, FC<sub>sp</sub>, FC<sub>sf</sub>, FC<sub>cs</sub> diperoleh dari tabel berikut :

**Tabel 4. 2 : Kapasitas dasar (Co)**

Tipe Jalan	Kapasitas Dasar (SMP/jam/lajur)
2 lajur tak terbagi	
Datar	1.500
Bukit	3.000
Gunung	2.900

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

**Faktor penyelesaian pemisah arah (FC<sub>SP</sub>)**

Pemisahan arah SP %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC <sub>SP</sub>	Dua-lajur 2/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	Empat-lajur 4/2	1,00	0,985	0,97	0,955	0,94

**Tabel .Faktor penyesuaian lebar jalan (FC<sub>w</sub>)**

Tipe jalan	Lebar jalur lalu-lintas efektif (W <sub>C</sub> ) (m)	FC <sub>w</sub>
Empat-lajur terbagi atau Jalan satu-arah	Per lajur	
	3,00	0,92
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,04
	4,00	1,08
Empat-lajur tak-terbagi	Per lajur	
	3,00	0,91
	3,25	0,95
	3,50	1,00
	3,75	1,05
	4,00	1,09
Dua-lajur tak-terbagi	Total dua arah	
	5	0,56
	6	0,87
	7	1,00
	8	1,14
	9	1,25
	10	1,29
11	1,34	

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

**Tabel Faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping (FCsf)**

Tipe jalan	Kelas hambatan samping	Faktor penyesuaian akibat hambatan samping (FC <sub>sf</sub> )			
		Lebar bahu efektif W <sub>s</sub>			
		≤ 0,5	1,0	1,5	≥ 2,0
4/2 D	VL	0,99	1,00	1,01	1,03
	L	0,96	0,97	0,99	1,01
	M	0,93	0,95	0,96	0,99
	H	0,90	0,92	0,95	0,97
	VH	0,88	0,90	0,93	0,96
2/2 UD	VL	0,97	0,99	1,00	1,02
	L	0,93	0,95	0,97	1,00
4/2 UD	M	0,88	0,91	0,94	0,98
	H	0,84	0,87	0,91	0,95
	VH	0,80	0,83	0,88	0,93

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

**Tabel Faktor penyesuaian untuk pengaruh ukuran kota (FC<sub>c</sub>)**

Ukuran kota (CS)	Penduduk Juta	Faktor penyesuaian ukuran kota (F <sub>c</sub> )
Sangat kecil	< 0,1	0,82
Kecil	0,1-0,5	0,88
Sedang	0,5-1,0	0,94
Besar	1,0-3,0	1,00
Sangat bestir	> 3,0	1,05

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

Frekwensi hambatan (dari kedua sisi jalan)	Kondisi tipikal	Kelas hambatan samping	
< 50	Pedalaman, Pertanian atau daerah tertinggi, hamper tidak ada kegiatan	Sangat rendah	VL
50 – 149	Pedalaman, beberapa bangunan dan aktivitas di sisi jalan	Rendah	L
150 – 249	Desa, aktivitas di sisi jalan, terhadap angkutan local	Sedang	M
250 – 350	Desa, beberapa aktivitas pasar	Tinggi	H
>350	Hampir berubah perkotaan, terdapat pasar dan aktivitas bisnis lainnya	Sangat tinggi	VH

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997)

Sehingga diperoleh nilai C :

$$\begin{aligned}
 C &= C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \\
 &= 3000 \times 0,56 \times 1,00 \times 0,97 \\
 &= 1629 \text{ kendaraan/jam}
 \end{aligned}$$

V/C ratio pada tahun ke 20 = 1811/1629 = 1,111 > 0,85 yaitu kapasitas terlampaui

Pengaruh tahun ke 20 yang direncanakan.

Suapaya kapasitas jalan tidak terlampaui maka direncanakan untuk factor penyesuaian

Pengaruh lebar jalur lalu lintas terhadap kapasitas yaitu untuk dua jalur tak terbagi dengan lebar jalur 7 meter dan untuk factor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping dengan lebar bahu efektif 1 meter

Sehingga di peroleh nilai C :

$$\begin{aligned} C &= C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf} \\ &= 3000 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,97 \\ &= 2910 \text{ kendaraan/jam} \end{aligned}$$

VC ratio pada tahun ke 20 =  $1811/2910 = 0,62 < 0,85$  yaitu kapasitas belum terlampaui pada tahun ke 20 yang direncanakan.

Maka dalam perencanaan peningkatan ruas jalan Lubuk Selasih – Surian direncanakan 2 jalur tak terbagi (2/2 UD) dengan lebar lajur sebelumnya @ 2,3m direncanakan menjadi @ 3,5m, dengan uraian sebagai berikut

Jumlah jalur	= 2 Lajur
Lajur tak terbagi @3,5m	= 7 m
Lebar bahu jalan	= 1,5

#### 1.1.1. Menentukan Nilai R, DD, dan DL

a. Faktor pertumbuhan lalu lintas

$$\begin{aligned} R &= \frac{(1+0,01 i)^{UR}-1}{0,01 i} \\ R &= \frac{(1+0,01 \times 3,5)^{20}-1}{0,01 \times 3,5} = 28,27 \end{aligned}$$

b. Berdasarkan manual desain perkerasan jalan 2017, faktor distribusi arah (DD) untuk jalan dua arah nilai DD umumnya yang digunakan yaitu 0,5

c. Berdasarkan manual desain perkerasan jalan 2017, yang dapat dilihat pada tabel 2. Nilai faktor distribusi lajur (DL), untuk jumlah lajur setiap arah = 1, maka nilai DL yang digunakan adalah 100%

#### 1.1.2. Menentukan Nilai *Vehicle Damage Factor* (VDF)

*Vehicle Damage Factor* adalah faktor ekuivalen pada masing – masing kendaraan. Untuk klasifikasi kendaraan yang sesuai dengan data lalu lintas, maka dapat dilihat di tabel berikut untuk menentukan nilai Faktor

Ekivalen (VDF).

**Tabel Klasifikasi Kendaraan (Bina Marga No.04/SE/Db/2017)**

Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan/hari	VDF4
Sepeda Motor	5531	0.0
Kendaraan ringan	2141	0.0
Bus kecil	39	0.3
Bus besar	7	1.0
Truk 2 sumbu	78	1.6
Truk 3 sumbu	204	7.6
Jumlah LHR = 8003		

(Sumber: Bina Marga No.04/SE/Db/2017)

#### 4.5.3. Menentukan Beban Sumbu Kumulatif Kendaraan (ESA4)

1) Untuk menentukan nilai ESA4 digunakan rumus :

$$\begin{aligned}
 ESA_{\text{bus kecil}} &= (\sum LHR_{\text{jenis kendaraan}} \times VDF) \times 365 \times DD \times DL \times R \\
 &= (39 \times 0,3) \times 365 \times 0,5 \times 1 \times 28,27 \\
 &= 60363,51
 \end{aligned}$$

**Tabel Hasil Perhitungan ESA4**

Jenis Kendaraan	LHR Awal	LHR Akhir	VDF4	ESA4
Sepeda motor	5531	11389	0.0	0
Kendaraan ringan	2141	4407	0.0	0
Bus kecil	39	79	0.3	60363,51
Bus besar	7	16	1.0	36114,92
Truk 2 sumbu	78	159	1.6	643877,52
Truk 3 sumbu	204	212	7.6	7998939,96
<b>Jumlah</b>				<b>8.739.295,91</b>

(Sumber : Pengolahan Data 2023)

2) Untuk menentukan nilai ESA5 digunakan rumus :

$$ESA5 = TM \times ESA4$$

ESA4 = *Comulative Equivalent Standard Exles* pangkat 4 (empat)

TM = Nilai TMasphalt (*Traffic Multiplier* untuk desain lapis beraspal) untuk kondisi pembebanan di indonesia berkisar 1.8-2

Maka diambil nilai  $TM = 2$

$$ESA5 = 2 \times 8.739.295,91 = 16.738.235,87$$

Nilai ESA5 digunakan untuk menentukan tipe perencanaan tebal perkerasan lentur yang berarti diantara >10-30 juta, maka tipe perkerasan dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel 4. 3 : Pemilihan Jenis Struktur Perkerasan**

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

STRUKTUR PERKERASAN									
	FFF1	FFF2	FFF3	FFF4	FFF5	FFF6	FFF7	FFF8	FFF9
	Solusi yang dipilih				Lihat Catatan 2				
Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (106 ESAS)	< 2	≥ 2 - 4	> 4 - 7	> 7 - 10	> 10 - 20	> 20 - 30	> 30 - 50	> 50 - 100	> 100 - 200
KETEBALAN LAPIS PERKERASAN (mm)									
AC WC	40	40	40	40	40	40	40	40	40
AC BC	60	60	60	60	60	60	60	60	60
AC Base	0	70	80	105	145	160	180	210	245
LPA Kelas A	400	300	300	300	300	300	300	300	300
Catatan	1		2		3				

(Sumber: Bina Marga No.04/SE/Db/2017)

Berdasarkan pemilihan struktur perkerasan diatas didapat jenis struktur perkerasan dengan tebal AC > 100 mm dengan lapis pondasi berbutir (ESA5) dengan menggunakan bagian desain 3B dengan pilihan lapis perkerasan FFF5 diperoleh struktur lapisan :

- AC WC = 40 mm
- AC BC = 60 mm
- AC Base = 145 mm
- LPA Kelas A = 300 mm

#### 4.5.4. Daya Dukung Tanah

Perhitungan daya dukung tanah didasarkan kepada nilai CBR untuk menentukan tebal perkerasan lentur, ruas jalan akan dibagi menjadi beberapa segmen dan nilai CBR ditentukan dengan cara analisis seperti dibawah ini :

**Tabel 4. 4 : Nilai R Berdasarkan Jumlah Titik Pengamatan Sample**

Jumlah titik pengamatan	Nilai R
2	1,41
3	1,91
4	2,24
5	2,48
6	2,67
7	2,83
8	2,96
9	3,08
>10	3,18

(Sumber: Bina Marga No.04/SE/Db/2017)

1) Segmen 1

**Tabel 4. 5 : Nilai CBR STA 70+100 – STA 71+100**

STA	Nilai CBR (%)
70+100	3,4
70+300	4,3
70+600	3,3
70+800	4,0
70+000	3,7
71+100	3,9

(Sumber : Pengolahan Data 2023)

$$\text{CBR}_{\text{rata-rata}} = \frac{3,4+4,3+3,3+4,0+3,7+3,9}{6} = 3,76 \%$$

$$\text{CBR}_{\text{segmen}} = \text{CBR}_{\text{rata-rata}} - \frac{\text{CBR}_{\text{maks}} - \text{CBR}_{\text{min}}}{R}$$

$$\text{CBR Segmen 1} = 3,76 - \frac{4,3-3,3}{2,67} = 3,38 \%$$

2) Segmen 2

**Tabel Nilai CBR STA 71+200 – STA 72+200**

STA	Nilai CBR (%)
71+200	3,8
71+400	8,3
71+600	12,7
71+800	11,5
72+000	14,2
72+200	10,5

(Sumber : Pengolahan Data 2023)

$$\text{CBR}_{\text{rata-rata}} = \frac{3,8+8,3+12,7+11,5+14,2+10,5}{6} = 10,16 \%$$

$$\text{CBR}_{\text{segmen}} = \text{CBR}_{\text{rata-rata}} - \frac{\text{CBR}_{\text{maks}} - \text{CBR}_{\text{min}}}{R}$$

$$\text{CBR Segmen 2} = 10,16 - \frac{14,2-3,8}{2,67} = 6,26 \%$$

3) Segmen 3

**Tabel Nilai CBR STA 72+300 – STA 73+300**

STA	Nilai CBR (%)
72+300	3,4
72+500	7,3

72+700	3,3
72+900	4,0
73+100	8,7
73+300	4,8

(Sumber : Pengolahan Data 2023)

$$\text{CBR}_{\text{rata-rata}} = \frac{3,4+7,3+3,3+4,0+8,7+4,8}{6} = 5,25 \%$$

$$\text{CBR}_{\text{segmen}} = \text{CBR}_{\text{rata-rata}} - \frac{\text{CBR}_{\text{maks}} - \text{CBR}_{\text{min}}}{R}$$

$$\text{CBR Segmen 3} = 5,25 - \frac{8,7-3,3}{2,67} = 3,23 \%$$

#### 4) Segmen 4

**Tabel Nilai CBR STA 73+400 – STA 74+400**

STA	Nilai CBR (%)
73+400	4,0
73+600	5,0
73+800	3,5
74+000	3,2
74+200	2,7
74+400	5,8

(Sumber : Pengolahan Data 2023)

$$\text{CBR}_{\text{rata-rata}} = \frac{4,0+5,0+3,5+3,2+2,7+5,8}{6} = 4,03 \%$$

$$\text{CBR}_{\text{segmen}} = \text{CBR}_{\text{rata-rata}} - \frac{\text{CBR}_{\text{maks}} - \text{CBR}_{\text{min}}}{R}$$

$$\text{CBR Segmen 4} = 4,03 - \frac{5,8-2,7}{2,67} = 2,86 \%$$

#### 5) Segmen 5

**Tabel Nilai CBR STA 74+500 – STA 75+100**

STA	Nilai CBR (%)
-----	---------------

74+500	4,0
74+700	5,3
74+900	8,9
75+100	9,6

(Sumber : Pengolahan Data 2023)

$$\text{CBR}_{\text{rata-rata}} = \frac{4,0+5,3+8,9+9,6}{4} = 6,95 \%$$

$$\text{CBR}_{\text{segmen}} = \text{CBR}_{\text{rata-rata}} - \frac{\text{CBR}_{\text{maks}} - \text{CBR}_{\text{min}}}{R}$$

$$\text{CBR Segmen 5} = 6,95 - \frac{9,6-4,0}{2,24} = 4,45 \%$$

Dari hasil perhitungan diatas, maka didapat nilai CBR per segmen yang dapat lihat pada tabel berikut :

**Tabel 4. 6 : Data CBR Per Segmen**

Segmen	Nilai CBR (%)
Segmen 1	3,38
Segmen 2	6,26
Segmen 3	3,23
Segmen 4	2,86
Segmen 5	4,45

(Sumber : Pengolahan Data 2023)

#### 4.5.5 Menentukan Desain Pondasi dari Data CBR yang didapat

Desain pondasi jalan untuk tanah dengan nilai CBR <6% adalah perbaikan tanah dasar dan lapis penopang.

##### 1. Segmen 1

CBR segmen 1 = 3,38 % dibulatkan = 4 %, maka nilai tebal pondasi jalan dapat ditentukan seperti berikut :

**Tabel Solusi Desain Pondasi Jalan Minimum Segmen 1**

CBR Tanah dasar (%)	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Uraian Struktur Fondasi	Perkerasan Lentur			Perkerasan Kaku
			Beban lalu lintas pada lajur rencana dengan umur rencana 40 tahun (juta ESA5)			
			< 2	2 - 4	> 4	
			Tebal minimum perbaikan tanah dasar			
≥ 6	SG6	Perbaikan tanah dasar dapat berupa stabilisasi semen atau material timbunan pilihan (sesuai persyaratan Spesifikasi Umum, Devisi 3 – Pekerjaan Tanah) (pemadatan lapisan ≤ 200 mm tebal gembur)	Tidak diperlukan perbaikan			300
5	SG5		-	-	100	
4	SG4		100	150	200	
3	SG3		150	200	300	
2,5	SG2.5		175	250	350	
Tanah ekspansif (potensi pemuaian > 5%)			400	500	600	Berlaku ketentuan yang sama dengan fondasi jalan perkerasan lentur
Perkerasan di atas tanah lunak <sup>(2)</sup>	SG1 <sup>(3)</sup>	Lapis penopang <sup>(4)(5)</sup>	1000	1100	1200	
		-atau- lapis penopang dan geogrid <sup>(4)(5)</sup>	650	750	850	
Tanah gambut dengan HRS atau DBST untuk perkerasan untuk jalan raya minor (nilai minimum – ketentuan lain berlaku)		Lapis penopang berbujur <sup>(4)(5)</sup>	1000	1250	1500	

(Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)

2. Segmen 2

CBR segmen 2 = 6,26 % dibulatkan = 6 %, maka nilai tebal pondasi jalan dapat ditentukan sebagai berikut :

**Tabel Solusi Desain Pondasi Jalan Minimum Segmen 2**

CBR Tanah dasar (%)	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Uraian Struktur Fondasi	Perkerasan Lentur			Perkerasan Kaku
			Beban lalu lintas pada lajur rencana dengan umur rencana 40 tahun (juta ESA5)			
			< 2	2 - 4	> 4	
			Tebal minimum perbaikan tanah dasar			
≥ 6	SG6	Perbaikan tanah dasar dapat berupa stabilisasi semen atau material timbunan pilihan (sesuai persyaratan Spesifikasi Umum, Devisi 3 – Pekerjaan Tanah) (pemadatan lapisan ≤ 200 mm tebal gembur)	Tidak diperlukan perbaikan			300
5	SG5		-	-	100	
4	SG4		100	150	200	
3	SG3		150	200	300	
2,5	SG2.5		175	250	350	
Tanah ekspansif (potensi pemuaian > 5%)			400	500	600	Berlaku ketentuan yang sama dengan fondasi jalan perkerasan lentur
Perkerasan di atas tanah lunak <sup>(2)</sup>	SG1 <sup>(3)</sup>	Lapis penopang <sup>(4)(5)</sup>	1000	1100	1200	
		-atau- lapis penopang dan geogrid <sup>(4)(5)</sup>	650	750	850	
Tanah gambut dengan HRS atau DBST untuk perkerasan untuk jalan raya minor (nilai minimum – ketentuan lain berlaku)		Lapis penopang berbujur <sup>(4)(5)</sup>	1000	1250	1500	

(Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)

3. Segmen 3

CBR segmen 3 = 3,23 % dibulatkan menjadi = 4 %, maka nilai tebal pondasi jalan dapat ditentukan sebagai berikut :

**Tabel Solusi Desain Pondasi Jalan Minimum Segmen 3**

CBR Tanah dasar (%)	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Uraian Struktur Fondasi	Perkerasan Lentur			Perkerasan Kaku
			Beban lalu lintas pada lajur rencana dengan umur rencana 40 tahun (juta ESA5)			
			< 2	2 - 4	> 4	
			Tebal minimum perbaikan tanah dasar			
≥ 6	SG6	Perbaikan tanah dasar dapat berupa stabilisasi semen atau material timbunan pilihan (sesuai persyaratan Spesifikasi Umum, Devisi 3 – Pekerjaan Tanah) (pemadatan lapisan ≤ 200 mm tebal gembur)	Tidak diperlukan perbaikan			300
5	SG5		-	-	100	
4	SG4		100	150	200	
3	SG3		150	200	300	
2,5	SG2.5		175	250	350	
Tanah ekspansif (potensi pemuaian > 5%)			400	500	600	Berlaku ketentuan yang sama dengan fondasi jalan perkerasan lentur
Perkerasan di atas tanah lunak <sup>(2)</sup>	SG1 <sup>(3)</sup>	Lapis penopang <sup>(4)(5)</sup>	1000	1100	1200	
		-atau- lapis penopang dan geogrid <sup>(4)(5)</sup>	650	750	850	
Tanah gambut dengan HRS atau DBST untuk perkerasan untuk jalan raya minor (nilai minimum – ketentuan lain berlaku)		Lapis penopang berbutir <sup>(4)(5)</sup>	1000	1250	1500	

(Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)

4. Segmen 4

CBR segmen 4 = 2,83 % dibulatkan menjadi = 3 %, maka nilai tebal pondasi jalan dapat ditentukan sebagai berikut :

**Tabel Solusi Desain Pondasi Jalan Minimum Segmen 4**

CBR Tanah dasar (%)	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Uraian Struktur Fondasi	Perkerasan Lentur			Perkerasan Kaku
			Beban lalu lintas pada lajur rencana dengan umur rencana 40 tahun (juta ESA5)			
			< 2	2 - 4	> 4	
			Tebal minimum perbaikan tanah dasar			
≥ 6	SG6	Perbaikan tanah dasar dapat berupa stabilisasi semen atau material timbunan pilihan (sesuai persyaratan Spesifikasi Umum, Devisi 3 – Pekerjaan Tanah) (pemadatan lapisan ≤ 200 mm tebal gembur)	Tidak diperlukan perbaikan			300
5	SG5		-	-	100	
4	SG4		100	150	200	
3	SG3		150	200	300	
2,5	SG2.5		175	250	350	
Tanah ekspansif (potensi pemuaian > 5%)			400	500	600	Berlaku ketentuan yang sama dengan fondasi jalan perkerasan lentur
Perkerasan di atas tanah lunak <sup>(2)</sup>	SG1 <sup>(3)</sup>	Lapis penopang <sup>(4)(5)</sup>	1000	1100	1200	
		-atau- lapis penopang dan geogrid <sup>(4)(5)</sup>	650	750	850	
Tanah gambut dengan HRS atau DBST untuk perkerasan untuk jalan raya minor (nilai minimum – ketentuan lain berlaku)		Lapis penopang berbutir <sup>(4)(5)</sup>	1000	1250	1500	

(Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)

## 5. Segmen 5

CBR segmen 5 = 4,45 % dibulatkan menjadi = 5 %, maka nilai tebal pondasi jalan dapat ditentukan sebagai berikut :

**Tabel Solusi Desain Pondasi Jalan Minimum Segmen 5**

CBR Tanah dasar (%)	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Uraian Struktur Fondasi	Perkerasan Lentur			Perkerasan Kaku	
			Beban lalu lintas pada lajur rencana dengan umur rencana 40 tahun (juta ESA5)				Stabilisasi Semen <sup>(6)</sup>
			< 2	2 - 4	> 4		
Tebal minimum perbaikan tanah dasar			Tidak diperlukan perbaikan				
≥ 6	SG6	Perbaikan tanah dasar dapat berupa stabilisasi semen atau material timbunan pilihan (sesuai persyaratan Spesifikasi Umum, Devisi 3 - Pekerjaan Tanah) (pemadatan lapisan ≤ 200 mm tebal gembur)	-	-	100	300	
5	SG5		100	150	200		
4	SG4		150	200	300		
3	SG3		175	250	350		
2,5	SG2.5		400	500	600		
Tanah ekspansif (potensi pemuaian > 5%)		Lapis penopang <sup>(4)(5)</sup>	1000	1100	1200	Berlaku ketentuan yang sama dengan fondasi jalan perkerasan lentur	
Perkerasan di atas tanah lunak <sup>(2)</sup>		-atau- lapis penopang dan geogrid <sup>(4)</sup> (5)	650	750	850		
Tanah gambut dengan HRS atau DBST untuk perkerasan untuk jalan raya minor (nilai minimum – ketentuan lain berlaku)		Lapis penopang berbutir <sup>(4)(5)</sup>	1000	1250	1500		

(Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan, 2017)

Berdasarkan nilai CBR diatas dimana setiap segmen nilai CBR <6%, maka perlu dilakukan perbaikan tanah berupa stabilisasi semen atau material timbunan pilihan. Dari hasil perhitungan diatas dengan menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan No.04/SE/Db/2017, tebal perkerasan setiap segmen dapat dilihat pada tabel berikut :

**Tabel: Resume Perencanaan Perkerasan Lentur**

Segmen	AC-WC (mm)	AC-BC (mm)	AC-Base (mm)	LPA Kelas A (mm)	Peningkatan Tanah Dasar (mm)
1	40	60	145	300	150
2	40	60	145	300	Tidak diperlukan
3	40	60	145	300	150
4	40	60	145	300	200
5	40	60	145	300	100

(Sumber : Pengolahan Data 2023)

#### 4.5.6 Pekerjaan Bahu Jalan

Bahu jalan lebar 2 x 1,5m dirancang untuk melayani 8.739.295,91 ESA 4 (10% beban lajur rencana ESA 4) struktur perkerasan untuk beban <873.929 ESA 5 adalah

**Tabel 4.1.** Bagan 5 Perkerasan Berbutir Dan Leburan

Bagan Desain 5	SD3 (mm)
Burda	20
LFA kelas A	300
LFA A/LFA B/kerikil alam/stabilisasi CBR	140

(Sumber: Bina Marga No.04/SE/Db/2017)

Tinggi Bahu jalan harus sama dengan perkerasan, jadi apabila perencanaan bahu jalan kurang dari perkerasan jalan sebaiknya tingginya disamakan, bentuk dari perkerasan jalan dan bahu jalan seperti berikut:

Pekerasan pada segmen 1

PEKERASAN	BAHU JALAN
AC-WC (40mm)	LPA KELAS S 100 mm
AC-BC (60mm)	
AC-BASE (145mm)	LPA KELAS A 445 mm
LPA KELAS A (300mm)	
PENINGKATAN TANAH DASAR (150 mm)	PENINGKATAN TANAH DASAR (150 mm)

**Gambar 4.2** Lapisan Perkerasan Segmen 1

a. Pengerasan pada segmen 2

PEKERASAN	BAHU JALAN
AC-WC (40mm)	LPA KELAS S 100 mm
AC-BC (60mm)	
AC-BASE (145mm)	LPA KELAS A 445 mm
LPA KELAS A (300mm)	
PENINGKATAN TANAH DASAR (tidak diperlukan)	PENINGKATAN TANAH DASAR (tidak diperlukan)

**Gambar 4.3** Lapisan Perkerasan Segmen 2

b. Peralasan pada segmen 3

PEKERASAN	BAHU JALAN
AC-WC (40mm)	LPA KELAS S 100 mm
AC-BC (60mm)	
AC-BASE (145mm)	LPA KELAS A 445 mm
LPA KELAS A (300mm)	
PENINGKATAN TANAH DASAR (150 mm)	PENINGKATAN TANAH DASAR (150 mm)

**Gambar 4.4** Lapisan Perkerasan Segmen 3

c. Peralasan pada segmen 4

PEKERASAN	BAHU JALAN
AC-WC (40mm)	LPA KELAS S 100 mm
AC-BC (60mm)	
AC-BASE (145mm)	LPA KELAS A 445 mm
LPA KELAS A (300mm)	
PENINGKATAN TANAH DASAR (200)	PENINGKATAN TANAH DASAR (200 mm)

**Gambar 4.5** Lapisan Perkerasan Segmen 4

d. Peralasan pada segmen 5

PEKERASAN	BAHU JALAN
AC-WC (40mm)	LPA KELAS S 100 mm
AC-BC (60mm)	
AC-BASE (145mm)	LPA KELAS A 445 mm
LPA KELAS A (300mm)	
PENINGKATAN TANAH DASAR (100 mm)	PENINGKATAN TANAH DASAR (100 mm)

**Gambar 4.6** Lapisan Perkerasan Segmen 5

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan analisis data dan pembahasan yang dilakukan penulis dapat mengambil beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut :

1. Pada ruas Jalan Nasional Lubuk Selasih-Surian, Sumatera Barat, (Sta 70+000-75+000) ditemukan jenis kerusakan retak memanjang, lubang, retak kulit buaya, tambalan, keriting (gelombang), pelepasan butir, dan amblas.
2. Setelah dilakukan analisis kerusakan jalan dengan metode *Pavement Condition Index* (PCI), didapatkan hasil rata-rata nilai PCI untuk ruas Jalan Nasional Lubuk Selasih-Surian, Sumatera Barat, (Sta 70+000-75+000) yaitu 40,15 dimana kondisi perkerasan berada pada kategori Buruk (Poor) dan perlu dilakukan pemeliharaan rutin sesuai dengan aturan (Permen PU No. 13 tahun 2011) dan praktisi pemeliharaan jalan 1992 yaitu :
  - a. Pengaspalan (P2) jenis-jenis kerusakan yang diperbaiki dengan leburan aspal setempat adalah kerusakan retak buaya, retak kotak, retak memanjang dan melintang dengan lebar  $< 2$  mm, dan tergerus (ravelling).
  - b. Mengisi retakan (P4) kerusakan yang diperbaiki dengan metode mengisi retakan ini adalah kerusakan retak memanjang dan melintang dengan lebar retak  $.> 2$  mm.
  - c. Penambalan lubang (P5) kerusakan yang diperbaiki dengan metode ini adalah retak kotak, retak buaya dengan lebar retak  $> 2$  mm dan penurunan/amblas, dan lubang dengan kedalaman 50 mm.
  - d. Perataan (P6) kerusakan yang perlu diperbaiki dengan perataan adalah penurunan/amblas, lubang dengan kedalaman 10-50 cm, alur kedalaman  $< 30$  mm.
3. Hasil analisis kerusakan jalan dengan metode *International Roughness Index* (IRI) untuk Jalan Nasional Lubuk Selasih- Surian,

Sumatera Barat, (Sta 70+000-75+000 ) didapatkan nilai rata-rata 2,68 yang berarti kondisi permukaan jalan tersebut buruk, dan perlu pemeliharaan rutin.

4. Setelah dilakukan pengecekan saluran drainase dilapangan, maka dilakukan perencanaan saluran drainase sepanjang jalan ruas jalan nasional lubuk selasih- surian pada STA 70+000 sampai STA 75+000, didapatkan hasil dimensi drainase yang dapat menampung debit rencana pada saluran drainase tersebut. Kapasitas debit rencana untuk periode ulang 10 tahun pada STA 70+000 sampai STA 70+470 yaitu  $0,150 m^3/detik$ , STA 70+470 sampai STA 73+600 yaitu  $0,373 m^3/detik$ , STA 73+600 sampai STA 74+100 yaitu  $0,157 m^3/detik$ , STA 74+100 sampai STA 75+000 yaitu  $0,019 m^3/detik$ ,

5 Untuk perencanaan tebal perkerasan pada ruas jalan nasional lubuk selasih – surian menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan Raya No. 04/SE/Db/2017, didapatkan perhitungan tebal perkerasan dibagi atas 4 segmen dengan resume, AC-WC = 40 mm, AC-BC = 60 mm, AC-Base = 145 mm, LPA Kelas A = 300 mm, dan peningkatan tanah dasar segmen 1 = 150 mm, segmen 2, 3, dan 4 = 200 mm

## 5.2 Saran

1. Instansi terkait yang bertanggung jawab atas pelaksana pemeliharaan, perbaikan jalan harus lebih memperhatikan kondisi jalan untuk mengantisipasi terjadinya kerusakan jalan yang mengganggu kenyamanan pengendara/pengguna jalan.
2. Perlunya pencegahan kerusakan pada jalan dengan pemeliharaan/perawatan serta penanganan secara rutin maupun berkala disesuaikan kondisi jalan.
3. Perlunya bahu jalan untuk tempat pemberhentian sementara dikarenakan bagian perkerasan jalan tidak begitu lebar, supaya kendaraan yang melewati jalan tersebut tidak saling berhimpitan
4. Perlunya perawatan saluran drainase yang ada disepanjang tepi jalan, agar saluran drainase efektif dalam mengaliri air, dan mencegah terjadinya limpasan air yang mengakibatkan genangan dipermukaan jalan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jendral Bina Marga, 2017. “*Manual Desain Perkerasan Jalan*” No.04/SE/Db/2017.
- Kementerian Pekerjaan Umum .2011. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 13 Tahun 2011 Tentang Tata Cara Pemeliharaan dan Penelitian Jalan*. Jakarta
- Hardiyatmo, H. C., 2015. *Pemeliharaan Jalan Raya Edisi Kedua*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta Alani Gusri, 2019.
- SNI. 1994. *Tata Cara Srvei Kerataan Perkerasan Permukaan Jalan dengan Alat ukur NAASRA*. Jakarta:SNI 03-3426-1994.
- ASTM D6433-07. 2007. *Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys*. United States
- Shahin, M. Y., 1994, Pavement Management For Airport, Road, and Parking Lost*. Chapment & Hall, New York
- Arinata, Doan Siahaan, 2014. *Analisis perbandingan nilai IRI berdasarkan variasi rentang Pembacaan*. NAASRA.
- Darmawan, Yopi, 2019. *Analisa Kerusakan Jalan pada perkerasan lentur dengan menggunakan metode IRI (International Roughness Index) dan Metode Bina Marga*.
- Trasportation, M.D.(2007). *Introduction to the International Roughness Index* . Standar Nasional Indonesia 03-3424, 1994. *Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan*. Jakarta Zufrimar, dkk, 2016.

*Kajian Kurva Intensity Duration Frequency (IDF) Dengan Pendekatan Haspers dan Mononobe Pada DAS Bt.Ombilin.*

*Evaluasi Kapasitas Daya Tampung Saluran Drainase Jalan Damanhuri pada Kota Samarinda. Jurnal Teknik Sipil Universitas 17 Agustus 1945, Samarinda*