

TUGAS AKHIR

**PENILAIAN KONDISI PERKERASAN LENTUR DENGAN
MENGUNAKAN METODE PCI (*PAVEMENT CONDITION
INDEX*) PADA RUAS JALAN MERDEKA BAHAPAL
KECAMATAN BANDAR HULUAN KABUPATEN
SIMALUNGUN
(Studi Kasus)**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat - Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun oleh:

IHYA ULMI FATHRAYYAN

1707210186



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

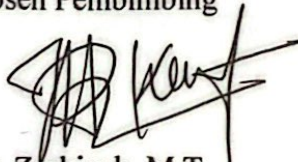
Nama : Ihya Ulmi Fathrayyan
NPM : 1707210186
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Penilaian Kondisi Perkerasan Lentur Dengan
Menggunakan Metode PCI (*Pavement Condition Index*)
Pada Ruas Jalan Merdeka Bahapal, Kecamatan Bandar
Huluan, Kabupaten Simalungun
Bidang ilmu : Transportasi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 12 Maret 2024

Mengetahui dan Menyetujui :

Dosen Pembimbing



Ir. Zurkiyah, M.T.

Dosen Pembimbing I



Irma Dewi, S.T., M.Si.

Dosen Pembimbing II



Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc., Ph.D.

Ketua Prodi Teknik Sipil



Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc., Ph.D.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Ihya Ulmi Fathrayyan
Tempat /Tanggal Lahir : Serbelawan / 10 Desember 1999
NPM : 1707210186
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul: “Penilaian Kondisi Perkerasan Lentur Dengan Menggunakan Metode PCI (*Pavement Condition Index*) Pada Ruas Jalan Merdeka Bahapal, Kecamatan Bandar Hulan, Kabupaten Simalungun”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan,

Saya yang menyatakan,



Ihya Ulmi Fathrayyan

ABSTRAK

PENILAIAN KONDISI PERKERASAN LENTUR DENGAN MENGUNAKAN METODE PCI (*PAVEMENT CONDITION INDEX*) PADA RUAS JALAN MERDEKA BAHAPAL KECAMATAN BANDAR HULUAN KABUPATEN SIMALUNGUN (Studi Kasus)

IHYA ULMI FATHRAYYAN

1707210186

Ir. Zurkiyah, M.T.

Dari sekian banyak ruas jalan nasional yang ada di Kabupaten Simalungun, salah satunya adalah ruas Jalan Merdeka Bahapal, yang merupakan jalur utama dan keberadaannya sangat penting. Dengan meningkatnya arus lalu lintas, khususnya kendaraan barang dan jasa angkutan seperti milik industri kelapa sawit, industri getah karet, dan angkutan umum ini ternyata memberikan pengaruh dan dampak yang merugikan bagi kemampuan pelayanan struktur jalan. Penelitian kerusakan Jalan. Merdeka Bahapal menggunakan Metode *Pavement Condition Index* (PCI). Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui permasalahan kerusakan jalan yang ada dan menentukan solusi penanganannya. Jenis kerusakan yang terjadi pada ruas Jalan Merdeka Bahapal adalah Retak Kulit Buaya, Retak Pinggir, Lubang, dan Pelepasan Butir. Permasalahan kerusakan jalan yang terjadi dikarenakan tingginya volume lalu lintas kendaraan berat dengan nilai LHR untuk kendaraan berat 393. Dari nilai LHR tersebut didapat untuk nilai *Truck factor* $7,61 > 1$, yang menandakan bahwa telah terjadi *overload* dengan nilai indeks kondisi perkerasan PCI (*Pavement Condition Index*) terendah terdapat pada STA 1+100 S/D 2+100. Nilai PCI (*Pavement Condition Index*) pada ruas jalan Merdeka Bahapal adalah 49 yang termasuk dalam kategori sedang.

Kata Kunci : *Pavement Condition Index*, Kendaraan, Jenis Kerusakan.

ABSTRACT

**ASSESSMENT OF FLEXIBLE PAVEMENT CONDITION USING THE PCI
(PAVEMENT CONDITION INDEX) METHOD ON THE MERDEKA BAHAPAL
ROAD SECTION OF BANDAR HULUAN SUBDISTRICT, SIMALUNGUN
DISTRICT
(Case Study)**

IHYA ULMI FATHRAYYAN

1707210186

Ir. Zurkiyah, M.T.

Of the many national roads in Simalungun Regency, one of them is the Jalan Merdeka Bahapal section, which is the main route and its existence is very important. With the increase in traffic flow, especially goods vehicles and transportation services such as those belonging to the palm oil industry, rubber latex industry, and public transportation, this turns out to have a detrimental influence and impact on the service capacity of road structures. Research on road damage. Merdeka Bahapal Road uses the Pavement Condition Index (PCI) method. The aim of this research is to determine existing road damage problems and determine solutions to handle them. The types of damage that occurred on the Jalan Merdeka Bahapal section were Crocodile Skin Cracks, Edge Cracks, Potholes, and Grain Shedding. The problem of road damage that occurs is due to the high volume of heavy vehicle traffic with an LHR value for heavy vehicles of 393. From the LHR value, the Truck factor value is $7.61 > 1$, which indicates that there has been an overload with the PCI pavement condition index (Pavement Condition Index) value.) the lowest is found at STA 1+100 to 2+100. The PCI (Pavement Condition Index) value on the Merdeka Bahapal road section is 49 which is included in the medium category.

Keywords: Pavement Condition Index, Vehicle, Type of Damage.

KATA PENGANTAR



Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Penilaian Kondisi Perkerasan Lentur Dengan Menggunakan Metode PCI (Pavement Condition Index) Pada Ruas Jalan Merdeka Bahapal, Kecamatan Bandar Huluan, Kabupaten Simalungun. Sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Ibu Ir. Zurkiyah, M.T., selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Irma Dewi, ST, M.Si, selaku Dosen Pembimbing I Penulis.
3. Bapak Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.sc, Ph.D., selaku Dosen Pembimbing II Penulis dan Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberi ilmu teknik sipil kepada penulis.
6. Seluruh Bapak/Ibu Staff Pegawai di biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Teristimewa kepada kedua orang tua penulis, Drs. Arsalul Khair Nasution, dan Muharina Eliani Yuwasita S.Ag, yang sangat Penulis

sayangi dan cintai, yang tidak pernah berhenti berdoa dengan penuh kesabaran dan kasih sayang.

8. Kakak dan Abang penulis, Khairun Nuri Hayumi Nasution S.Pd, Fitri Diny Mardhiyah Nasution S.E, Khairur Rozi Abdillah S.Com, yang juga sangat penulis sayangi, dan cintai, yang tidak pernah berhenti mendukung penulis.
9. Zahwa Amanda selaku kekasih penulis yang terus memberikan dukungan dengan tulus, yang telah menemani penulis untuk berjuang menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Sahabat-sahabat penulis Alm. Muhammad Izzli Pratama, Zul Azmi Rangkuti, Al Imran Siregar yang tanpa pernah berhenti mendukung penulis selama proses kuliah dan proses penulisan tugas akhir ini.
11. Kepada semua teman-teman kelas D-1 Pagi angkatan 2017 Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dalam Penulisan proposal Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan dan ketidak sempurnaan. Oleh karena itu, penulis minta maaf dalam jika terdapat kesalahan dalam penulisan.

Medan, 12 Maret 2024
Penulis

Ihya Ulmi Fathrayyan
1707210186

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 TINJAUAN UMUM	4
2.2. Definisi dan Klasifikasi Jalan	5
2.3. Perkerasan Menurut Sifat Bahan Perekat	6
2.3.1. Perkerasan Lentur (<i>Flexible Pavement</i>)	6
2.3.2. Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pavement</i>)	7
2.3.3. Perkerasan Komposit (<i>Composite Pavement</i>)	7
2.4. Jenis-Jenis Bahan Pada Konstruksi Perkerasan	8
2.4.1. Lapisan Permukaan	8
2.4.2. Lapisan Pondasi Atas	10
2.4.3. Lapisan Pondasi Bawah	10
2.5. Faktor Kerusakan Jalan	11
2.6. Beban Lalu Lintas	12

2.7. Konfigurasi Sumbu Dan Roda Kendaraan	12
2.8. Beban Sumbu	12
2.9. Volume Lalu Lintas	15
2.10. Repetisi Beban Lalu Lintas	16
2.11. Karakteristik Kendaraan	17
2.12. Ekuivalen Beban Sumbu Kendaraan (<i>ESAL</i>)	18
2.13. Muatan Berlebih (<i>Overloading</i>)	19
2.14. Metode PCI	20
2.14.1. Indeks Kondisi Permukaan atau PCI (<i>Pavement Condition Index</i>)	20
2.14.2. Istilah-istilah dalam Hitungan PCI	20
2.15. Jenis Kerusakan pada Perkerasan Lentur Berdasarkan Metode PCI (<i>Pavement Condition Index</i>)	23
2.15.1. Retak Kulit Buaya (<i>Alligator Cracks</i>)	23
2.15.2. Retak Pinggir/Pinggir Pecah (<i>Edge Cracks/Edge Breaks</i>)	25
2.15.3. Pelapukan dan Butiran Lepas (<i>Weathering and Raveling</i>)	26
2.15.4. Lubang (<i>Potholes</i>)	27
2.16. Penyebab Kerusakan Jalan	29
2.15. Unit Pelaksana Penimbangan Kendaraan Bermotor (UPPKB)	30
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1. Bagan Alir	31
3.2. Lokasi Penelitian	32
3.3. Metode Pengumpulan Data	33
3.3.1. Data Primer	33
3.3.2. Data Sekunder	38
3.4. Teknik Analisis Data	40
3.4.1. Metode Dalam Menentukan Tingkat Kerusakan Jalan	40
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1. Perhitungan Dan Pembahasan LHR	41
4.2. Analisis <i>Equivalent Standard Axle Load</i> (<i>ESAL</i>)	43
4.3. <i>Truck Factor</i> (<i>TF</i>)	45
4.4. Perhitungan PCI (<i>Pavement Condition Index</i>)	45

4.4.1. Menghitung Nilai Kerapatan (<i>Density</i>)	45
4.4.2. Menghitung Nilai Pengurang DV (<i>Deduct Value</i>)	47
4.4.3. Menghitung Nilai Pengurang Terkoreksi Maksimum CDV	50
4.4.4. Menghitung Nilai PCI (<i>Pavement Condition Index</i>)	51
4.5. Penanganan	52
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Susunan lapis konstruksi perkerasan lentur	7
Gambar 2.2	Susunan lapis konstruksi perkerasan kaku	7
Gambar 2.3	Sumbu standard 18.000 pon	16
Gambar 2.4	Sumbu standard 8160 Kg	17
Gambar 2.5	Grafik Koreksi kurva untuk jalan dengan perkerasan dengan permukaan aspal	22
Gambar 2.6	Kerusakan retak kulit buaya (<i>alligator cracks</i>)	24
Gambar 2.7	Grafik deduct value retak kulit buaya (<i>alligator cracks</i>)	24
Gambar 2.8	Kerusakan pinggir/retak pecah (<i>edge cracks/edge breaks</i>)	25
Gambar 2.9	Grafik <i>deduct value</i> pinggir/retak pecah (<i>edge cracks/edgebreaks</i>)	26
Gambar 2.10	Kerusakan pelapukan dan butiran lepas	26
Gambar 2.11	Grafik <i>deduct value</i> pelapukan dan butiran lepas (<i>weathering andraveling</i>)	27
Gambar 2.12	Kerusakan lubang (<i>potholes</i>)	28
Gambar 2.13	Grafik <i>deduct value</i> lubang (<i>potholes</i>)	29
Gambar 3.1	Bagan alir	31
Gambar 3.2	Lokasi penelitian	32
Gambar 4..1	Grafik Volume Lalulintas kend/hari/2 Arah	42
Gambar 4.2	Grafik DV (<i>Deduct Value</i>) Lubang,	47
Gambar 4.3	Grafik DV (<i>Deduct Value</i>) Lubang	48
Gambar 4.4	Grafik DV (<i>Deduct Value</i>) Pelepasan Butir	48
Gambar 4.5	Grafik DV (<i>Deduct Value</i>) Pelepasan Butir	49
Gambar 4.6	Grafik DV (<i>Deduct Value</i>) Retak Kulit Buaya	49
Gambar 4.7	Grafik DV (<i>Deduct Value</i>) Retak Kulit Buaya	50
Gambar 4.8	Grafik DV (<i>Deduct Value</i>) Retak Pinggir	50
Gambar 4.9	Grafik Nilai Pengurang Terkoreksi Maksimum CDV (<i>Correct deduct Value</i>)	51

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbedaan antara perkerasan kaku dan perkerasan lentur	8
Tabel 2.2	Distribusi beban sumbu untuk berbagai jenis kendaraan	13
Tabel 2.3	Contoh Formulir untuk hitungan CDV (<i>Correct Deduct Value</i>)	23
Tabel 2.4	Nilai PCI dan kondisi perkerasan	23
Tabel 2.5	Tingkat kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan retak kulit buaya (<i>alligator cracks</i>)	24
Tabel 2.6	Tingkat kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan pinggir/retak pecah (<i>edge cracks/edge breaks</i>)	25
Tabel 2.7	Tingkat kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan pelapukan dan butiran lepas (<i>weathering and raveling</i>)	27
Tabel 2.8	Tingkat kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan lubang (<i>potholes</i>)	28
Tabel 2.9	Referensi	30
Tabel 3.1	Data Kondisi Kerusakan Jalan	33
Tabel 3.2	Data Volume Lalu Lintas Harian	35
Tabel 3.3	Data Beban Kendaraan	38
Tabel 3.4	Angka Ekuivalen Beban Sumbu Tiap Jenis Kendaraan	39
Tabel 4.1	Volume Lalu lintas Kend/Hari/2 Arah	41
Tabel 4.2	Volume LHR Tipe Kendaraan	42
Tabel 4.3	Hasil Nilai <i>Equivalent Standart Axie Load</i> (ESAL) Tiap Kendaraan	43
Tabel 4.4	Perhitungan Nilai Pengurang Terkoreksi Maksimum	51

DAFTAR NOTASI

A	= Lapisan permukaan
Ad	= Luas total dari satu jenis kerusakan untuk setiap tingkat keparahan kerusakan (m^2)
As	= Luas total unit sampel (m^2)
CDV	= <i>Corrected Deduct Value</i>
DV	= <i>Deduct Value</i>
TDV	= <i>Total Deduct Value</i>
Ld	= Panjang total jenis kerusakan untuk tiap tingkat keparahan kerusakan (m)
N	= Jumlah unit Sampel
PCIs	= <i>Pavement Condition Index</i> untuk setiap unit segmen atau unit penelitian
PCIf	= Nilai <i>PCI</i> rata-rata dari seluruh area penelitian
PCI	= <i>Pavement Condition Index</i>
LHR	= Lalulintas Harian Rata-rata
P	= Beban Sumbu Kendaraan
STRT	= Sumbu Tunggal Roda Tunggal
STRG	= Sumbu Tunggal Roda Gandar
SDRG	= Sumbu Gandar Roda Tunggal
STrDG	= Sumbu Triple Roda Gandar
CESAL	= <i>Commulative Equivalen Single Axle Load</i>
ESAL	= <i>Equivalen Single Axle Load</i>
TF	= <i>Truck Factor</i>
n	= Jumlah Kendaraan Berat

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam sistem transportasi nasional, jalan mempunyai peranan penting dalam lingkungan, politik, serta pertahanan dan keamanan. Dalam aspek ekonomi jalan merupakan katalisator diantara proses produksi, pasar dan konsumen akhir. Dalam aspek budaya keberadaan jalan membuka cakrawala masyarakat yang dapat menjadi wahana perubahan sosial, membangun toleransi dan mencairkan sekat budaya. Dalam aspek lingkungan keberadaan jalan diperlukan untuk mendukung pembangunan yang berkelanjutan. Dalam aspek politik keberadaan jalan membentuk hubungan dan ikatan antar daerah. Dalam aspek pertahanan dan keamanan keberadaan jalan memberikan akses dan mobilitas dalam penyelenggaraan sistem pertahanan dan keamanan. Infrastruktur jalan yang lancar, aman, nyaman dan berdaya guna akan sangat dirasakan dalam efisiensi biaya transportasi, pengembangan wilayah dan meningkatkan daya saing daerah dan bangsa, namun sepanjang perjalanannya dalam upaya mewujudkan jalan yang lancar, aman, nyaman dan berdaya guna, banyak sekali sorotan masyarakat terhadap kinerja jaringan jalan baik itu jalan nasional, provinsi maupun kabupaten yang dinilai belum memuaskan para pengguna jalan bahkan dalam beberapa hal kondisi jaringan jalan ada yang mengalami kemunduran.

Untuk menunjang industri, perdagangan, angkutan umum, angkutan jasa dan barang, harus didukung oleh infrastruktur yang memadai, salah satunya yang utama adalah adanya prasarana hubungan darat yaitu jalan raya.

Dari sekian banyak ruas jalan nasional yang ada di Kabupaten Simalungun, salah satunya adalah ruas Jalan Merdeka Bahapal, yang merupakan jalur utama dan keberadaannya sangat penting. Dengan meningkatnya arus lalu lintas, khususnya kendaraan barang dan jasa angkutan seperti milik industri kelapa sawit, ternyata memberikan pengaruh dan dampak yang merugikan bagi kemampuan pelayanan struktur jalan. Dari hasil pemantauan di lapangan terlihat adanya beban lalu lintas yang melebihi kapasitas dari yang direncanakan.

1.2. Rumusan Masalah

Dari uraian diatas dapat diketahui bahwa permasalahan yang perlu diketahui pemecahannya adalah:

1. Jenis kerusakan jalan apa saja yang terjadi pada ruas Jalan Merdeka Bahapal Kecamatan Bandar Hulan Kabupaten Simalungun?
2. Permasalahan kerusakan jalan apa saja yang terjadi di ruas Jalan Merdeka Bahapal Kecamatan Bandar Hulan Kabupaten Simalungun? dan bagaimana cara penanganannya?
3. Berapakah nilai kondisi kerusakan perkerasan jalan pada ruas Jalan Merdeka Bahapal Kecamatan Bandar Hulan Kabupaten Simalungun?

1.3. Ruang Lingkup Penelitian

Agar tidak menyimpang dari tujuan penulisan tugas akhir nantinya, maka dapat dilakukan beberapa batasan sebagai berikut ini:

1. Ruas jalan yang diteliti adalah Jalan Merdeka Bahapal Kecamatan Bandar Hulan Kabupaten Simalungun sepanjang 1 km, dari STA 1+100 hingga STA 2+100.
2. Mengevaluasi jenis kerusakan pada perkerasan lentur yang selama ini terjadi pada ruas Jalan Merdeka Bahapal Kecamatan Bandar Hulan Kabupaten Simalungun hanya sebatas pada kerusakan yang terjadi pada permukaan perkerasan atau fungsional saja, dengan menggunakan Metode Indeks Kondisi Perkerasan atau PCI (*Pavement Condition Index*).

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian nilai perkerasan jalan pada ruas Jalan Merdeka Bahapal Kecamatan Bandar Hulan Kabupaten Simalungun ini adalah:

1. Untuk mengetahui berbagai jenis kerusakan jalan yang terjadi.
2. Untuk mengetahui penyebab kerusakan jalan yang ada dan menentukan solusi penanganannya.
3. Untuk mengetahui seberapa besar nilai kondisi kerusakan perkerasan fungsional.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian penilaian kondisi perkerasan dengan menggunakan Metode Indeks Kondisi Perkerasan pada ruas Jalan Merdeka Bahapal Kecamatan Bandar Hulan Kabupaten Simalungun ini diharapkan:

1. Untuk menambah pengetahuan dan pengalaman dalam memelihara jalan bagi penulis maupun bagi yang membaca.
2. Agar dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam metode perbaikan jalan.
3. Agar dijadikan referensi untuk menentukan jenis serta tingkat kerusakan jalan.

1.6. Sistematika Penulisan

Penulisan Tugas Akhir ini disesuaikan dengan sistematika yang telah ditetapkan sebelumnya. Sistematika penulisan ini memuat hal-hal sebagai berikut:

BAB 1. PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang masalah, rumusan masalah, ruang lingkup permasalahan, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini meliputi pengambilan teori-teori serta rumus rumus dari beberapa sumber bacaan yang mendukung analisis permasalahan yang berkaitan dengan tugas akhir ini.

BAB 3. METODE PENELITIAN

Bab ini akan membahas tentang langkah langkah kerja yang akan dilakukan dengan cara memperoleh data yang relevan dengan penelitian ini.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan data hasil penelitian di lapangan, analisis data, hasil analisis data serta pembahasannya.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian di lapangan serta saran terkait pengembangan dari hasil penelitian.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Umum

Penanganan untuk perkerasan dapat dilakukan ketika kerusakan yang terjadi telah dapat di evaluasi mulai dari penyebab hingga akibatnya. Penanganan disini dapat bermacam-macam bisa berupa peningkatan, pemeliharaan, rehabilitasi ataupun penunjang. Seorang pengamat disini sangatlah penting peranannya, karena suatu kerusakan yang terjadi dapat ditentukan langkah penanganannya apabila telah diketahui besar dampak yang nantinya akan terjadi. Oleh karena itu seorang pengamat haruslah orang yang benar-benar menguasai serta paham dengan jenis, tingkat kerusakan dan cara penanganan yang tepat untuk tiap kerusakan yang timbul (Sukirman, 1999:223). Tidak hanya disebabkan satu faktor namun kerusakan juga disebabkan oleh beberapa faktor, dimana beberapa faktor tersebut saling berkaitan satu sama lain (Sukirman, 1999:224).

PCI (*Pavement Condition Index*) adalah suatu kondisi dari permukaan perkerasan lentur yang dapat dilihat dari kerusakan yang terjadi di permukaan perkerasan. Nilai indeks kerusakan memiliki nilai antara nol hingga seratus. Nilai nol, menunjukkan bahwa nilai suatu permukaan lentur sangat rusak dan nilai seratus menunjukkan nilai suatu permukaan lentur yang masih sangat bagus. Hasil dari PCI (*Pavement Condition Index*) berdasarkan hasil survei langsung dilapangan mengenai kondisi kerusakan perkerasan yang dilakukan secara visual. Jenis kerusakan, tingkat kerusakan dan ukuran dari setiap kerusakan dapat diidentifikasi ketika survei secara langsung tersebut. Data kerusakan perkerasan yang didapat merupakan satu bagian dari survei secara visual langsung dilapangan tadi, dimana dari hasil survei tersebut dapat memberikan keterangan kepada peneliti mengenai penyebab dari suatu kerusakan dan apakah ada kaitannya dengan beban kendaraan atau iklim terkait dengan kerusakan tersebut (Hardiyatmo, 2015:57).

Dalam analisa PCI (*Pavement Condition Index*), terdapat 3 faktor utama tingkat kerusakan atau keparahan suatu perkerasan yaitu (Hardiyatmo, 2015: 57):

1. Tipe dari kerusakan yang terjadi.
2. Tingkat kerusakan dari suatu perkerasan.
3. Jumlah dari kerusakan.

2.2. Definisi dan Klasifikasi Jalan

Menurut undang-undang nomor 22 tahun 2009 tentang jalan, jalan merupakan sarana transportasi terutama darat yang meliputi semua bagian dari jalan, yang di peruntukkan bagi lalu lintas termasuk bangunan dan perlengkapan yang ada didalamnya, baik semua yang berada di atas permukaan tanah maupun di bawah permukaan tanah dan atau di atas permukaan air, kecuali jalan kabel, jalan kereta api, dan jalan lori.

Menurut Sukirman (1999), klasifikasi jalan berdasarkan fungsi jalan, jalan dapat dibedakan atas:

- 1) Jalan arteri adalah jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri- ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.
 - a) Jalan arteri primer adalah jalan yang menghubungkan kota jenjang kesatu yang terletak berdampingan, atau menghubungkan kota jenjang kesatu dengan kota jenjang kedua.
 - b) Jalan arteri sekunder adalah jalan yang menghubungkan kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu atau menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kesatu atau menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan kawasan sekunder kedua.
- 2) Jalan kolektor adalah jalan yang melayani angkutan pengumpulan pembagian dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata- rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.
 - a) Jalan kolektor primer adalah jalan yang menghubungkan kota jenjang kedua dengan kota jenjang kedua atau menghubungkan kota jenjang kedua dengan kota jenjang ketiga.
 - b) Jalan kolektor sekunder adalah jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder kedua atau menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga.

- 3) Jalan lokal adalah jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.
 - a) Jalan lokal primer adalah jalan yang menghubungkan kota jenjang kesatu dengan persil atau menghubungkan kota jenjang ketiga dengan kota jenjang ketiga, kota jenjang ketiga dengan kota jenjang dibawahnya, kota jenjang ketiga dengan persil atau kota dibawah jenjang ketiga sampai persil.
 - b) Jalan lokal sekunder adalah jalan yang menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan perumahan, menghubungkan kawasan sekunder kedua dengan perumahan atau menghubungkan kawasan sekunder ketiga dan seterusnya sampai ke perumahan.
- 4) Jalan lingkungan adalah jalan umum yang melayani angkutan lingkungan dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat dan kecepatan rata-rata rendah.

Menurut UU No. 22 Tahun 2009, jalan dikelompokkan dalam beberapa kelas berdasarkan:

1. Fungsi dan intensitas lalu lintas guna kepentingan pengaturan penggunaan jalan dan kelancaran lalu lintas angkutan jalan.
2. Daya dukung untuk menerima muatan sumbu terberat dan dimensi kendaraan bermotor.

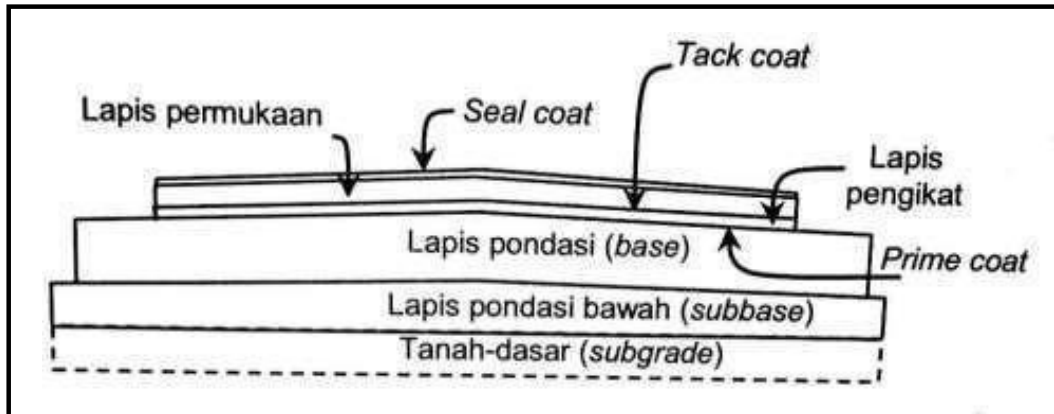
2.3. Perkerasan Menurut Sifat Bahan Perekat

Perkerasan pada umumnya terdiri dari beberapa susunan atau lapisan, dimana lapisan paling atas harus lebih baik dan kuat. Menurut Hardiyatmo (2007) sifat bahan perekat yang dipakai perkerasan dapat dibedakan atas:

2.3.1. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan lentur adalah suatu perkerasan berwarna hitam dimana aspal sebagai bahan pengikat dan terletak pada permukaan atas. Perkerasan ini memiliki lapisan yang diletakkan diatas tanah dasar yang sebelumnya dipadatkan terlebih dahulu sehingga tanah dapat stabil dan kuat. Daya dukung tanah sangat

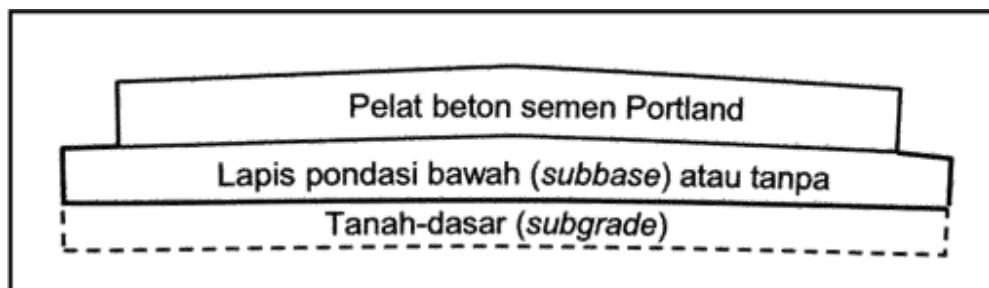
berpengaruh terhadap keawetan dari lapisan tersebut. Struktur dari perkerasan lentur dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1: Susunan lapis konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*) (Hardiyatmo, 2015).

2.3.2. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Perkerasan kaku merupakan suatu perkerasan berupa semen yang menjadi bahan utamanya. Pelaksanaan dilapangan meletakkan pelat beton tulangan diatas tanah dasar yang telah dipadatkan sebelumnya kemudian dilakukan pengecoran. Struktur perkerasan kaku dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2: Susunan lapis konstruksi perkerasan kaku (*rigid pavement*) (Hardiyatmo, 2015).

2.3.3. Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*)

Perkerasan komposit merupakan jenis kombinasi dua perkerasan yaitu perkerasan lentur dan perkerasan kaku dimana perkerasan kaku berada dibawah perkerasan lentur. Kedua jenis perkerasan ini bekerja sama satu sama lain untuk

memikul beban-beban kendaraan di atasnya. Perkerasan lentur dan perkerasan kaku memiliki perbedaan seperti yang ditunjukkan Tabel 2.1.

Tabel 2.1 : Perbedaan antara perkerasan kaku dan perkerasan lentur (Hardiyatmo 2015).

No.	Perkerasan Kaku	Perkerasan Lentur
1.	Komponen perkerasan terdiri dari pelat beton yang terletak tanah atau lapisan material granuler pondasi bawah (<i>subbase</i>).	Komponen perkerasan terdiri dari lapis permukaan, lapis pondasi (<i>base</i>) dan pondasi bawah (<i>subbase</i>).
2.	Kebanyakan digunakan untuk jalan kelas tinggi.	Digunakan untuk semua kelas jalan dan tingkat volume lalu lintas.
3.	Pencampuran adukan beton mudah dikontrol.	Pengontrolan kualitas campuran lebih rumit.
4.	Umur rencana dapat mencapai 20 - 40 tahun.	Umur rencana lebih pendek, yaitu sekitar 10 – 20 tahun, jadi kurang dari perkerasan kaku.
5.	Lebih tahan terhadap drainase yang buruk.	Kurang tahan terhadap drainase buruk.
6.	Biaya awal pembangunan lebih tinggi.	Biaya awal pembangunan lebih rendah.
7.	Biaya pemeliharaan kecil.	Biaya pemeliharaan lebih besar.
8.	Kekuatan perkerasan lebih ditentukan oleh kekuatan pelat beton.	Kekuatan perkerasan ditentukan oleh kerjasama setiap komponen lapisan perkerasan.
9.	Tebal struktur perkerasan adalah tebal pelat betonnya.	Tebal perkerasan adalah seluruh lapisan pembentuk perkerasan di atas tanah dasar (<i>subgrade</i>).

2.4. Jenis-Jenis Bahan Pada Konstruksi Perkerasan

Karena sifat penyebaran gaya, maka beban yang diterima oleh setiap lapisan berbeda-beda. Semakin kebawah semakin berkurang besarnya, sehingga jenis bahan pada setiap lapisan berbeda-beda pula. Jenis bahan pada setiap lapisan perkerasan berbeda-beda, seperti berikut (Departemen Pekerjaan Umum, 1995):

2.4.1. Lapisan Permukaan

Bahan untuk lapisan permukaan umumnya sama dengan bahan untuk lapisan pondasi, hanya susunan butirnya (gradasinya) harus lebih baik serta penambahan

bahan pengikat (aspal) agar lapisan dapat bersifat kedap air. Jenis-jenis bahan pada konstruksi perkerasan untuk lapisan permukaan adalah:

- 1) Lapisan bersifat nonstruktural, berfungsi sebagai lapisan aus dan kedap air antara lain:
 - (a) Burtu (laburan aspal satu lapis), merupakan lapisan penutup yang terdiri dari lapisan aspal yang ditaburi dengan satu lapisan agregat bergradasi seragam, dengan tebal maksimum 2cm.
 - (b) Burda (laburan aspal dua lapis), merupakan lapisan penutup yang terdiri dari lapisan aspal ditaburi agregat yang dikerjakan dua kali secara berturut-turut dengan tebal padat maksimum 3,5cm.
 - (c) Latasir (lapis tipis aspal pasir), merupakan lapisan penutup yang terdiri dari lapisan aspal dan pasir alam bergradasi menerus dicampur, dihampar dan dipadatkan pada suhu tertentu dengan tebal padat 1 – 2 cm.
 - (d) Buras (laburan aspal), merupakan lapisan penutup yang terdiri dari lapisan aspal taburan pasir dengan ukuran butir maksimum 3/8 inchi.
 - (e) Latasbum (lapisan tipis asbuton murni), merupakan lapisan penutup yang terdiri dari campuran asbuton dan bahan pelunak dengan perbandingan tertentu yang dicampur secara dingin dengan tebal padat maksimum 1 cm.
 - (f) Lataston (lapis tipis aspal beton), merupakan lapisan penutup yang terdiri dari campuran antar agregat bergradasi timpang, mineral pengisi (*filler*) dan aspal keras dengan perbandingan tertentu, yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas. Tebal padat antara 2,5 – 3cm.
- 2) Lapisan bersifat struktural, berfungsi sebagai lapisan yang menahan dan menyebarkan beban roda kendaraan antara lain:
 - (a) Penetrasi macadam (lapen), merupakan lapisan perkerasan yang terdiri dari agregat pokok dan agregat pengunci bergradasi terbuka dan seragam yang diikat oleh aspal dengan cara disemprotkan di atasnya dan dipadatkan lapis demi lapis. tebal lapisan satu lapis dapat bervariasi dari 4 - 10 cm.
 - (b) Lasbutag, merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran antara agregat, asbuton dan bahan pelunak yang dipadatkan secara dingin. Tebal padat antara 2 - 3 cm.

- (c) Laston (lapisan aspal beton), merupakan suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari campuran aspal keras dengan agregat yang mempunyai gradasi menerus, dicampur, dihampar, dan dipadatkan pada suhu tertentu.

2.4.2. Lapisan Pondasi Atas

Bahan untuk lapisan pondasi tidak mengharuskan memakai bahan pengikat (aspal) seperti pada lapisan permukaan. Jenis-jenis bahan pada konstruksi perkerasan untuk lapisan pondasi atas adalah:

- a) Agregat bergradasi baik dapat dibagi atas:
 - 1) Batu pecah kelas A, yang mempunyai gradasi yang lebih kasar dari batu pecah kelas B
 - 2) Batu pecah kelas B, yang lebih kasar dari batu pecah kelas C
 - 3) Batu pecah kelas C
- b) Pondasi macadam/batu pecah/Sirtu
- c) Pondasi *Telford*
- d) Penetrasi macadam
- e) Aspal Beton Pondasi (*Asphalt Concrete Base/ Asphalt Treated Base*)
- f) Stabilisasi yang terdiri dari:
 - 1) Stabilisasi agregat dengan semen (*Cement Treated Base*)
 - 2) Stabilisasi agregat dengan kapur (*Lime Treated Base*)
 - 3) Stabilisasi agregat dengan aspal (*Asphalt Treated Base*).

2.4.3. Lapisan Pondasi Bawah

Bahan untuk lapisan pondasi bawah umumnya hampir sama dengan bahan untuk lapisan pondasi atas. Jenis-jenis bahan pada konstruksi perkerasan untuk lapisan bawah adalah:

- a. Agregat bergradasi baik, dibedakan atas:
 - 1) Sirtu / pitrun kelas A
 - 2) Sirtu / pitrun kelas B
 - 3) Sirtu / pitrun kelas C
- b. Stabilisasi yang terdiri dari:

- 1) Stabilisasi agregat dengan semen
- 2) Stabilisasi agregat dengan kapur
- 3) Stabilisasi tanah dengan semen (*Soil Cement Stabilization*)
- 4) Stabilisasi tanah dengan kapur (*Soil Lime Stabilization*)

Pemilihan bahan untuk setiap lapisan perkerasan terutama untuk lapisan permukaan, akan memberikan pengaruh terhadap kegunaan umur rencana perkerasan jalan tersebut, faktor lalu lintas serta pertahapan lapisan konstruksi.

2.5. Faktor Kerusakan Jalan

Menurut Sukirman (1999) kerusakan-kerusakan pada konstruksi perkerasan jalan dapat disebabkan oleh:

- a) Lalu lintas yang dapat berupa peningkatan beban dan repetisi beban.
- b) Air yang dapat berasal dari air hujan sistem drainase jalan yang tidak baik dan naiknya air akibat kapilaritas.
- c) Material konstruksi perkerasan. Dalam hal ini dapat disebabkan oleh sifat material itu sendiri atau dapat pula disebabkan oleh sistem pengolahan bahan yang tidak baik.
- d) Iklim Indonesia beriklim tropis dimana suhu udara dan curah hujan umumnya tinggi yang dapat merupakan salah satu penyebab kerusakan jalan.
- e) Kondisi tanah dasar yang tidak stabil. Kemungkinan disebabkan oleh system pelaksanaan yang kurang baik atau dapat juga disebabkan oleh sifat tanah dasarnya yang memang kurang bagus.
- f) Proses pemadatan lapisan di atas tanah dasar yang kurang baik umumnya kerusakan-kerusakan yang timbul itu tidak disebabkan oleh satu faktor saja, tetapi dapat merupakan gabungan penyebab yang saling berkaitan.

Umumnya faktor penyebab yang selalu muncul pada setiap kerusakan jalan di beberapa daerah di Indonesia yaitu pemeliharaan drainase yang kurang baik.(Munggarani & Wibowo, 2017).

2.6. Beban Lalu Lintas

Beban lalu – lintas ialah beban kendaraan yang dilimpahkan ke perkerasan jalan melalui kontak antara ban dan permukaan jalan. Beban lalu lintas merupakan beban dinamis yang terjadi secara berulang selama masa pelayanan jalan. Besarnya beban lalu lintas dipengaruhi berbagai faktor kendaraan seperti konfigurasi sumbu dan roda kendaraan, beban sumbu dan roda kendaraan, volume lalu – lintas, repetisi sumbu, distribusi arus lalu lintas pada kendaraan jalan, dan kecepatan kendaraan. Pemahaman komprehensif tentang beban kendaraan yang merupakan beban dinamis pada perkerasan jalan, sangat mempengaruhi hasil perencanaan tebal perkerasan jalan dan kekokohan struktur perkerasan jalan selama masa pelayanan. (Supriyadi, 2021).

2.7. Konfigurasi Sumbu Dan Roda Kendaraan

Setiap jenis kendaraan mempunyai minimal dua sumbu, yakni sumbu depan disebut juga sumbu kendali, dan sumbu belakang atau sumbu penahan beban. Masing-masing ujung sumbu dilengkapi dengan satu atau dua roda. Saat ini terdapat berbagai jenis kendaraan berat yang memiliki jumlah sumbu lebih dari dua. Berdasarkan konfigurasi sumbu dan jumlah roda yang dimiliki di ujung - ujung sumbu, maka sumbu kendaraan dibedakan atas 4 bagian sumbu yaitu:










1. Sumbu tunggal roda tunggal (STRT)
2. Sumbu tunggal roda ganda (STRG)
3. Sumbu ganda atau sumbu tandem roda ganda (STdRG)
4. Sumbu tripel roda ganda (STrRG)

2.8. Beban Sumbu

Beban sumbu kendaraan dilimpahkan melalui roda kendaraan yang terjadi berulang kali selama masa pelayanan jalan akibat repetisi kendaraan yang melintasi jalan tersebut. Beban tersebut berupa beban yang besarnya setengah dari beban sumbu kendaraan, sukiman (2010). Oleh karena itu repetisi beban sumbu pada perencanaan tebal perkerasan dinyatakan dengan repetisi lintasan sumbu, menunjukkan distribusi beban sumbu dari berbagai jenis kendaraan sebagaimana

yang diberikan oleh Bina Marga pada Buku Manual Pemeriksaan Perkerasan Jalan dengan alat Benkelman *Beam* No.01/MN/BM/83, dan dapat dilihat pada Tabel 2.2 sebagai berikut :

Tabel 2.2: Distribusi Beban Sumbu untuk berbagai jenis kendaraan (Ditjen Bina Marga No.01/MN/BM/83)

Konfigurasi Sumbu & Tipe	Berat Kosong (Ton)	Beban Muatan Maksimum (Ton)	Berat Total Maksimum (Ton)	
1.1 Mobil Penumpang	1,5	0,5	2	
1.2 Bus	3	6	9	
1.2L Truk	2,3	6	8,3	 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <p>Ⓢ Roda Tunggal Pada Ujung Sumbu Ⓣ Roda Ganda Pada Ujung Sumbu</p> </div>
1.2H Truk	4,2	14	18,2	 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <p>L = Truk Ringan H = Truk Berat</p> </div>
1.22 Truk	5	20	25	
1.2+2.2 Trailer	6,4	25	31,4	
1.2+2 Trailer	6,2	20	26,2	
1.2+2.2 Trailer	10	32	42	
1.2+2.2.2 Trailer	11	34	45	

Untuk menghitung nilai beban sumbu kendaraan dapat digunakan dengan mengetahui Berat Sumbu Kendaraan sama dengan Berat Kosong Kendaraan ditambah Muatan Kendaraan, Berat Muatan sama dengan Volume kendaraan dikali dengan Berat Jenis Angkutan. Memilih tipe kendaraan barang yang sesuai

dengan kebutuhan tentu saja sangat penting, seperti untuk mengirimkan barang berharga yang mudah pecah akan berbeda jenis kendaraannya dengan kendaraan yang dipakai untuk mengirimkan batu gunung. Demikian pula kapasitas bak kendaraan menjadi salah satu faktor yang harus dipertimbangkan ketika hendak menggunakan kendaraan untuk mengangkut barang, misalnya untuk mengangkut barang yang sedikit tidak harus menggunakan kendaraan yang berukuran jumbo, selain itu jalan yang akan ditempuh yaitu dari segi jarak dan ukuran jalan menjadi faktor lainnya yang harus dipertimbangkan.

Berikut ini merupakan spesifikasi mobil truk yang patut diketahui oleh konsumen pemakai jasa angkutan truk yaitu :

1. Truk Pick Up adalah truk dengan ukuran kecil, banyak dipergunakan karena bisa masuk ke dalam gang-gang dan jalan sempit, truk jenis ini biasa juga dipanggil dengan merk dagangnya seperti Suzuki carry, Daihatsu Grandmax, dan Mobil Colt (Mitsubishi Colt) Ukuran bak: Panjang : 2 - 3 mtr, Lebar : 1 - 1,8 mtr, Tinggi : 1 - 1,8 mtr, Kapasitas muatan : 1 - 2 ton, Kisaran volume : 7 kubik;
2. Truk Colt Diesel adalah mobil ukuran terkecil di kelas otomotif pengangkut barang jenis truk, banyak diantaranya yang ditambahkan ban belakangnya sehingga menjadi enam roda, dengan tambahan ban belakang kapasitasnya naik sekitar satu ton. Ukuran bak :
3. Panjang : 3 - 4 mtr, Lebar: 1 - 2 mtr, Tinggi : 1,5 - 2 mtr. Kapasitas muatan : 2 - 3,5 ton, Kisaran volume : 14 kubik;
4. Truk Fuso Engkel adalah truk ukuran sedang Ukuran bak: Panjang ; 6 - 7 mtr, lebar : 2,3 - 2,5 mtr, tinggi : 2 - 2,5 mtr, Kapasitas muatan 7 - 15 ton, Kisaran volume : 29 kubik;
5. Truk tronton adalah truk dengan ukuran lebih besar biasanya memiliki 3 sumbu satu didepan dan tandem di belakang, truk jenis ini banyak yang dimodifikasi disesuaikan dengan kebutuhannya seperti menjadi truk tangki, truk sampah, truk dump yaitu truk dengan fasilitas hidrolik yang dapat menjatuhkan muatan dengan gerak hidrolik. Ukuran bak: 7 - 9 mtr, lebar: 2,2 - 2,5 meter, tinggi: 2,3 - 2,5 meter. Kapasitas muatan 24 - 30 ton;
6. Truk Wing box tronton Ukuran bagian dalam box: Panjang : 8,85 mtr, lebar

: 2,4 mtr, tinggi : 2,1 mtr Kapasitas muatan 32 – 36 Ton, Kisaran volume : 34 kubik;

7. Truk container 20 feet Ukuran bagian dalam : Panjang 5,9 – 6,2 mtr, Lebar 2,3 – 2,6 mtr, tinggi ; 2,5 – 2,7 mtr Kapasitas muat : 20 Ton, Kisaran volume : 33 kubik;
8. Truk container 40 feet Ukuran bagian dalam : Panjang 12 – 12,3 mtr, Lebar 2,3 – 2,6 mtr, tinggi ; 2,5 – 2,7 mtr Kapasitas muat : 27 Ton, Kisaran volume : 66 kubik.

Informasi ini adalah hasil survei (Supriyadi, 2021) dari beberapa kendaraan yang sedang melakukan uji kelayakan kendaraan (KIR) di salah satu kantor DEPHUB, adapun kenyataannya di lapangan ukuran bak kendaraan sangat banyak modelnya karena setiap perusahaan karoseri akan membuat bak kendaraan yang berbeda-beda modelnya tergantung dari pesanan, tetapi meskipun demikian ukuran bak tetap harus mempertimbangkan spesifikasi kendaraan sebagaimana disebutkan dalam SK Dirjen perhubungan darat tentang Pedoman Teknis Penyelenggaraan Angkutan Barang Umum Di Jalan.

2.9. Volume Lalu Lintas

Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR), yaitu volume lalu-lintas harian yang diperoleh dari nilai rata-rata jumlah kendaraan selama beberapa hari pengamatan. Rumus perhitungan LHR sebagai berikut :

$$LHR = \frac{\text{Jumlah Kendaraan Saat Pengamatan}}{7} \quad (2.1)$$

LHR dinyatakan dalam kendaraan/hari/2arah tanpa median atau kendaraan/hari/arah untuk jalan 2 jalur dengan median, Data LHR cukup akurat jika, Pengamatan dilakukan pada interval waktu yang dapat menggambarkan fluktuasi arus lalu-lintas selama 1 tahun.

2.10. Repetisi Beban Lalu Lintas

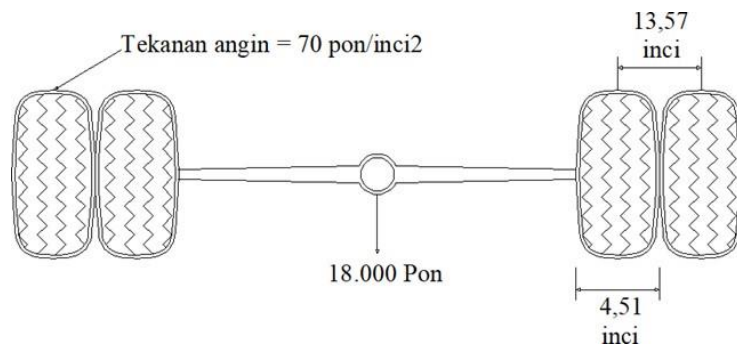
Beban lalu-lintas berupa berat kendaraan yang dilimpahkan melalui kontak antara roda dan permukaan jalan, yang merupakan beban berulang (repetisi beban) terjadi selama umur rencana atau masa pelayanan jalan. Saat ini terdapat 2 cara penentuan besarnya beban lalu-lintas untuk perencanaan, yaitu dinyatakan dalam:

1. Repetisi Lintasan Sumbu Standar

Kendaraan yang memiliki konfigurasi sumbu, roda, dan bervariasi dalam total beban yang diangkutnya, diseragamkan dengan menggunakan satuan lintasan sumbu standar (1ss), dikenal juga dengan *Equivalent Single Axle load* (ESAL). Sumbu standar adalah sumbu tunggal beroda ganda dengan kriteria sebagai berikut:

- Beban sumbu 18.000 pon (80 kN);
- Lebar bidang kontak ban 4,51 inci (11 cm);
- Jarak antara masing-masing sumbu pada roda ganda 13,57 inci (33 cm);
- Tekanan pada bidang kontak = 70 pon/inci².

Sumbu tunggal 18.000 pon yang digunakan sebagai sumbu standar digambarkan pada gambar dibawah ini :



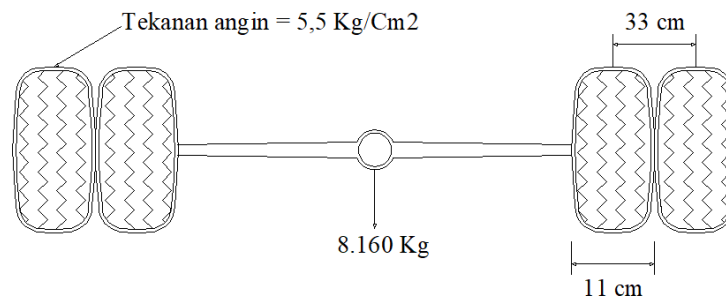
Gambar 2.3: Sumbu Standar 18.000 Pon (Sukiman, 2010)

Luas bidang kontak antara ban dan muka jalan sebenarnya berbentuk elips, tetapi sebagai pendekatan diamsusikan berbentuk lingkaran dengan radius 4,51 inci. Luas bidang kontak keempat roda dari sumbu tunggal = $4 \times n \times 4,51^2 = 255,601$ inci². Jadi beban satu sumbu standar = $255,601 \times 70 = 17.892$ pon, dibulatkan menjadi 18.000 pon.

Bina Marga menggunakan satuan metrik sehingga kriteria beban sumbu standar adalah sebagai berikut:

- a. Beban sumbu 8160 kg;
- b. Tekanan roda 1 ban $\pm 5,5 \text{ kg/cm}^2$ (0,55 Mpa);
- c. Lebar bidang kontak 11 cm;
- d. Jarak antara masing-masing sumbu roda ganda = 33 cm.

Sumbu tunggal 8160 kg yang digunakan sebagai sumbu standar di Indonesia seperti yang digambarkan di bawah ini pada gambar 2.4.



Gambar 2.4: Sumbu Standar 8160 Kg (Sukiman, 2010)

Beban lalu-lintas berasal dari berbagai jenis kendaraan dengan beragam jenis konfigurasi sumbu dan berat kendaraan. Maka dari itu, diperlukan Angka Ekuivalen (E) yang berfungsi untuk mengekivalenkan berbagai lintasan sumbu standar. Karena tujuan penyeragaman satuan ini adalah untuk menyatakan akibat beban terhadap struktur perkerasan jalan, maka angka ekuivalen (E) adalah angka yang menunjukkan jumlah lintasan sumbu standar yang menyebabkan kerusakan yang sama untuk satu lintasan sumbu atau kendaraan yang dimaksud.

2. Spektra Beban Sumbu

Beban lalu-lintas yang dinyatakan dengan spektra beban sumbu digunakan pada perencanaan tebal perkerasan kaku dan mulai digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan lentur yang menggunakan metode mekanistik-empirik.

2.11. Karakteristik Kendaraan

Berdasarkan PKJI 2014 penggolongan tipe kendaraan adalah sebagai berikut:

1. Kendaraan Ringan (KR)

Kendaraan bermotor beroda empat, dengan dua gandar berjarak 2-3 m (termasuk kendaraan penumpang, opelet, mikro bis, angkot, mikro bis, pick up,

dan truk kecil.

2. Kendaraan Berat (KB)

Kendaraan bermotor dengan jarak as lebih dari 3,5m biasanya beroda lebih dari empat (bus, dan truk besar atau container).

3. Sepeda Motor (SM)

Kendaraan bermotor dengan dua atau tiga roda (termasuk sepeda motor, kendaraan roda tiga).

4. Kendaraan Tak Bermotor (KTB)

Kendaraan bertenaga manusia atau hewan diatas roda (sepeda, becak, kereta kuda, dan kereta dorong).

2.12. Ekvivalen Beban Sumbu Kendaraan (*ESAL*)

Equivalen single axle load (ESAL) adalah angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintas beban sumbu tunggal/ganda kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban standar. *Equivalen single axle load* merupakan nilai faktor daya perusak dan dihitung berdasarkan proporsi beban masing-masing konfigurasi sumbu. (Supriyadi, 2021).

Formula daya perusak jalan akibat beban berlebih (*overload*) dapat dihitung berdasarkan jenis sumbu dengan persamaan berikut:

$$\text{Angka Ekvivalen STRT} = \left(\frac{P}{5,4}\right)^4 \quad (2.2)$$

$$\text{Angka Ekvivalen STRG} = \left(\frac{P}{8,16}\right)^4 \quad (2.3)$$

$$\text{Angka Ekvivalen SDRG} = \left(\frac{P}{13,76}\right)^4 \quad (2.4)$$

$$\text{Angka Ekvivalen STrRG} = \left(\frac{P}{18,46}\right)^4 \quad (2.5)$$

Dimana :

P = Beban sumbu kendaraan

STRT = Sumbu Tunggal Roda Tunggal

STRG = Sumbu Tunggal Roda Gandar

SDRG = Sumbu Gandar Roda Tunggal

STrRG = Sumbu Triple Roda Gandar

Untuk perhitungan ESAL digunakan persamaan berikut :

$$\text{ESAL/Hari} = \text{Total AE} \times \text{LHR} \quad (2.6)$$

2.13. Muatan Berlebih (*Overloading*)

Menurut Sukirman (2010), muatan berlebih merupakan suatu kondisi dimana kendaraan yang membawa muatan lebih dari batas maksimum yang telah diijinkan baik ketetapan dari kendaraan maupun jalan. Adanya beban berlebih dari kendaraan yang mengangkut muatan melebihi dari ketentuan batas beban yang sudah ditetapkan, pada dasarnya jalan akan mengalami penurunan fungsi struktur yang dimana akan mengakibatkan meningkatnya daya rusak atau *Vehicle Damage Faktor* (VDF) kendaraan sehingga akan memperpendek masa pelayanan jalan. Salah satu penyebab dari kerusakan dini pada perkerasan jalan disebabkan adanya kendaraan dengan muatan berlebih (*overloading*) yang biasanya terjadi pada kendaraan berat (Sitio, 2022).

Perhitungan muatan berlebih yaitu dengan menghitung nilai total factor truck (*truck factor*). Dimana *truck factor* merupakan nilai total *Equivalent Single Axle Load* (ESAL) dimana yang menyebabkan kerusakan jalan akibat beban berlebih dari kendaraan berat. Apabila nilai *Truck Factor* lebih besar dari 1 ($TF > 1$) maka terjadi kerusakan akibat dari beban berlebih, persamaan yang digunakan untuk menghitung *Truck Factor* (*Department of The Army and The airforce, 1994*) adalah:

$$Tf = \frac{\sum Esal}{n} \quad (2.7)$$

Dimana :

TF = *Truck Factor*

\sum ESAL = Nilai Total ESAL

n = Jumlah Kendaraan Berat

2.14. Metode PCI

Penilaian kondisi kerusakan perkerasan yang dikembangkan oleh *U.S. Army Corp of Engineer* (Shahin, 1994), dinyatakan dalam Indeks Kondisi Perkerasan.

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.

2.14.1. Indeks Kondisi Permukaan atau PCI (*Pavement Condition Index*)

PCI (Pavement Condition Index) 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 perkerasan dalam kondisi sangat rusak dan nilai 100 menunjukkan perkerasan masih sempurna. *PCI* ini didasarkan pada hasil survei kondisi visual. tipe kerusakan, tingkat kerusakan, dan ukurannya diidentifikasi saat survei kondisi tersebut. *PCI* dikembangkan untuk memberikan indeks dari integritas struktur perkerasan dan kondisi operasional permukaannya. Informasi kerusakan yang diperoleh sebagai bagian dari survei kondisi *PCI*, memberikan informasi sebab-sebab kerusakan, dan apakah kerusakan terkait dengan beban atau iklim (Shahin, 1994).

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

- a. Tipe kerusakan
- b. Tingkat keparahan kerusakan
- c. Jumlah atau kerapatan kerusakan.

2.14.2. Istilah-istilah dalam Hitungan PCI

Dalam hitungan *PCI (Pavement Condition Index)*, maka terdapat istilah-istilah sebagai berikut ini:

1. Nilai Pengurang (*Deduct Value, DV*)

Nilai Pengurang adalah suatu nilai pengurang untuk setiap jenis kerusakan yang diperoleh dari kurva hubungan kerapatan (*density*) dan tingkat keparahan (*severity level*) kerusakan. Untuk menghasilkan satu indeks yang memperhitungkan ketiga faktor tersebut umumnya menjadi masalah. Untuk mengatasi hal ini, nilai pengurang dipakai sebagai tipe faktor 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, 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 (Shahin, 1994).

2. Kerapatan

Kerapatan adalah persentase luas atau panjang total dari satu jenis kerusakan terhadap luas atau panjang total bagian jalan yang diukur, bisa dalam sq.ft atau, atau dalam *feet* atau meter. Dengan demikian, kerapatan kerusakan dapat dinyatakan oleh Pers. 2.8 dan 2.9 (Shahin, 1994).

$$\text{Kerapatan (Density)(\%)} = \frac{Ad}{As} \times 100 \quad (2.8)$$

Atau

$$\text{Kerapatan (Density)(\%)} = \frac{Ad}{As} \times 100 \quad (2.9)$$

Dimana:

Ad = luas total dari satu jenis perkerasan untuk setiap tingkat keparahan kerusakan (sq.ft atau m²)

As = luas total unit sampel (sq.ft atau m²)

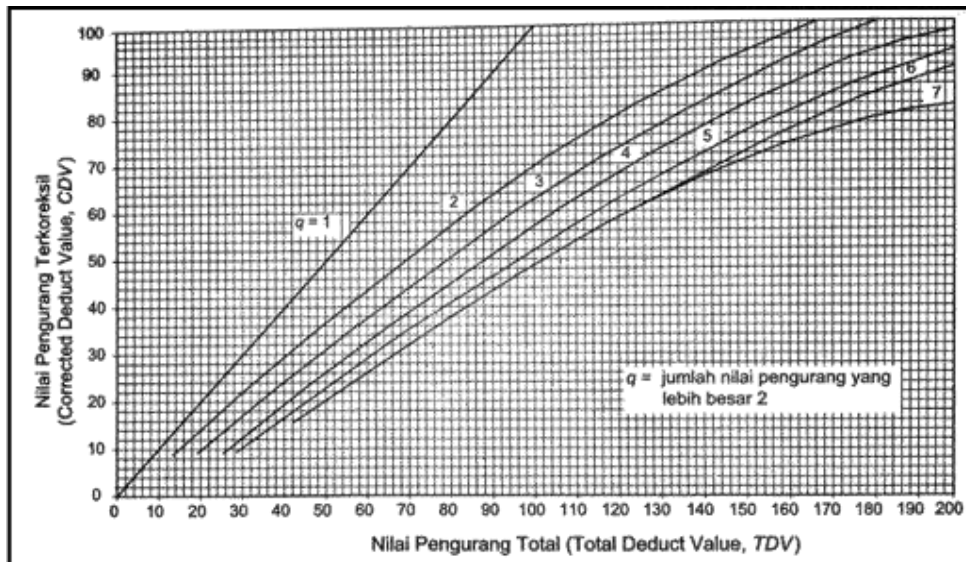
Ld = panjang total jenis kerusakan untuk tiap tingkat keparahan kerusakan

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

Nilai pengurang total atau *TDV* adalah jumlah total dari nilai pengurang pada masing-masing unit sampel.

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

Nilai pengurang terkoreksi adalah nilai yang didapat dari penarikan garis kurva hubungan antara nilai pengurang total dengan jumlah nilai pengurang (q) dengan memilih kurva yang sesuai Gambar 2.5. Langkah- langkah menentukan CDV sebagai berikut, menentukan nilai pengurang total, tarik vertikal sesuai dengan q (jumlah nilai pengurang yang lebih besar dari 2) yang telah ditentukan, tarik garis horisontal ke arah kiri maka didapat nilai CDV (Hardiyatmo, 2015: 59).



Gambar 2.5: Grafik Koreksi kurva untuk jalan dengan perkerasan dengan permukaan aspal (Hardiyatmo, 2015 ; Shanin, 1994).

5. Nilai PCI (Pavement Condition Index)

Setelah CDV diperoleh, maka PCI untuk setiap unit sampel dihitung dengan menggunakan Pers. 2.10 (Shahin, 1994). Contoh Formulir untuk hitungan CDV ditunjukkan dalam Tabel 2.3 (Hardiyatmo, 2015: 60).

$$PCI = 100 - CDV \quad (2.10)$$

Dimana :

PCI = Indeks kondisi perkerasan untuk setiap unit segmen atau unit penelitian

CDV = Nilai pengurang terkoreksi dari setiap unit sampel.

Tabel 2.3: Contoh Formulir untuk hitungan CDV (Hardiyatmo, 2015 ; Shanin, 1994).

No	Nilai-Pengurang (<i>Deduct Value, DV</i>)							Total	Q	CDV
1	21	20,1	17,1	6,7	4,8	1,6		71,3	4	37
2	21	20,1	17,1	5,0	4,8	1,6		69,6	3	43
3	21	20,1	5,0	5,0	4,8	1,6		57,5	2	38

Tabel 2.4: Nilai PCI dan kondisi perkerasan (Hardiyatmo, 2015 ; Shanin, 1994).

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

2.15. Jenis Kerusakan pada Perkerasan Lentur Berdasarkan Metode PCI (*Pavement Condition Index*)

Kerusakan fungsional adalah apabila perkerasan tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan yang direncanakan. Sedangkan kerusakan struktural terjadi ditandaidengan adanya rusak pada satu atau lebih bagian dari struktur perkerasan jalan.

Kegagalan fungsional pada dasarnya tergantung pada derajat atau tingkat kekasaran permukaan, sedangkan kegagalan struktural disebabkan oleh lapisan tanah dasar yang tidak stabil, beban lalu lintas, kelelahan permukaan, dan pengaruh kondisi lingkungan sekitar (Hardiyatmo, 2007).

Jenis dari kerusakan pada perkerasan lentur (*flexible pavement*), adalah sebagai berikut :

2.15.1. Retak Kulit Buaya (*Alligator Cracks*)

Retak kulit buaya adalah kerusakan perkerasan dengan bentuk poligon kecil serupa dengan kulit buaya yang di sebabkan oleh kelelahan lapisan permukaan perkerasan lentur atau akibat beban kendaraan yang berulang pada lapis pondasi Gambar 2.25. Tingkat kerusakan dan identifikasi kerusakan ditunjukkan dalam Tabel 2.14. Kurva deduct value kerusakan perkerasan ditunjukkan dalam Gambar

2.26. Faktor-faktor penyebab kerusakan retak kulit buaya (Hardiyatmo, 2015: 245) :

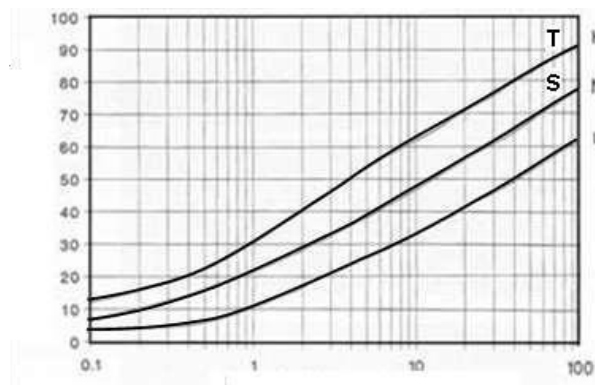
1. Daya dukung tanah dasar rendah.
2. Defleksi berlebihan dari lapis permukaan.



Gambar 2.6: Kerusakan retak kulit buaya (*alligator cracks*) (Hardiyatmo,2015).

Tabel 2.5: Tingkat kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan retak kulit buaya (*alligator cracks*) (Hardiyatmo, 2015 ; Shanin, 1994).

Tingkat Kerusakan	Identifikasi kerusakan
L	Halus, retak rambut/halus memanjang sejajar satu dengan yang lain, dengan atau tanpa berhubungan satu sama lain. Retakan tidak mengalami gompal.
M	Retak kulit buaya ringan terus berkembang ke dalam pola atau jaringan rektakan yang diikuti gompal ringan.
H	Jaringan dan pola retak telah berlanjut, sehingga pecahan-pecahan dapat diketahui dengan mudah dan terjadi gompal pinggir. Beberapa pecahan mengalami <i>roacking</i> akibat lalu lintas.



Gambar 2.7: Grafik *deduct value* retak kulit buaya (*alligator cracks*) (Hardiyatmo, 2015 ; Shanin, 1994).

2.15.2. Retak Pinggir/Pinggir Pecah (*Edge Cracks/Edge Breaks*)

Retak pinggir adalah kerusakan yang terjadi di pinggir perkerasan jalan tepatnya batas antara bahu jalan dan perkerasan jalan ditunjukkan dalam Gambar 2.35. Kerusakan ini terjadi di pinggir perkerasan sejajar dan kadang melengkung. Tingkat kerusakan dan identifikasi kerusakan ditunjukkan dalam Tabel 2.18. Kurva *deduct value* kerusakan perkerasan ditunjukkan dalam Gambar 2.36. Faktor-faktor penyebab kerusakan retak pinggir atau retak pecah (Hardiyatmo, 2015: 254):

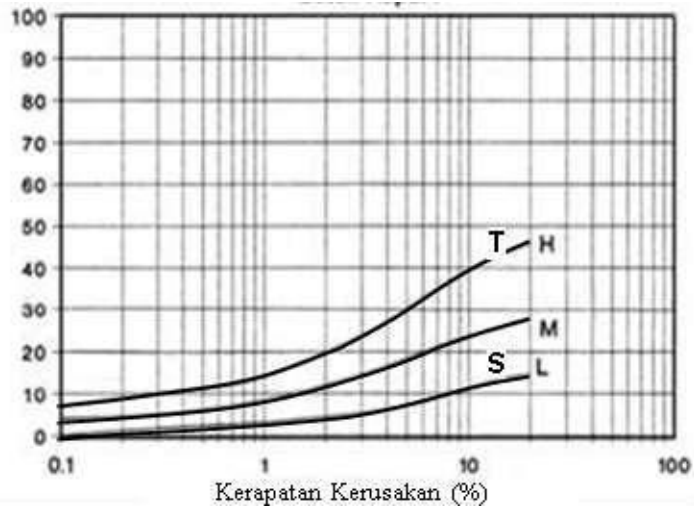
- 1) Drainase yang kurang baik.
- 2) Terdapat pohon yang berada di pinggir perkerasan



Gambar 2.8 : Kerusakan pinggir/retak pecah (*edge cracks/edge breaks*) (Hardiyatmo, 2015).

Tabel 2.6: Tingkat kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan pinggir/retak pecah (*edge cracks/edge breaks*) (Hardiyatmo, 2015 ; Shanin, 1994).

Tingkat Kerusakan	Identifikasi kerusakan
L	Retak sedikit sampai sedang dengan tanpa pecahan atau butiran lepas.
M	Retak sedang dengan beberapa pecahan dan butiran lepas.
H	Banyak pecahan atau butiran lepas di sepanjang tepi perkerasan.



Gambar 2.9: Grafik *deduct value* pinggir/retak pecah (*edge cracks/edge breaks*) (Hardiyatmo, 2015 ; Shanin, 1994).

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

Pelapukan dan butiran lepas adalah lepasnya partikel agregat secara berkelanjutan yang diawali dengan permukaan perkerasan ke arah bawah Gambar 2.45. Kerusakan ini diakibatkan oleh beban kendaraan dikala musim hujan yaitu dimana kekakuan pengikat aspal menjadi tinggi. Tingkat kerusakan dan identifikasi kerusakan ditunjukkan dalam Tabel 2.21. Kurva *deduct value* kerusakan perkerasan ditunjukkan dalam Gambar 2.46. Faktor- faktor penyebab kerusakan pelapukan dan butiran lepas (Hardiyatmo, 2015: 258):

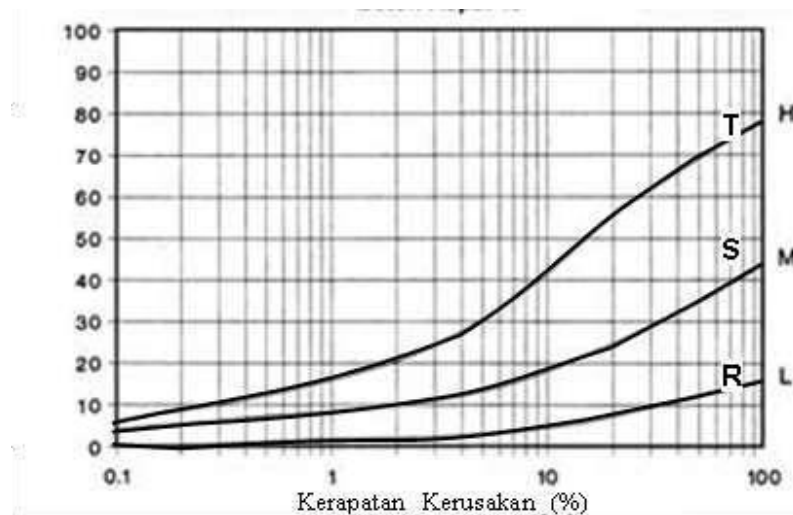
- 1) Agregat mudah menyerap air.
- 2) Lemahnya bahan pengikat dan atau batuan.



Gambar 2.10: Kerusakan pelapukan dan butiran lepas (*weathering and raveling*) (Hardiyatmo, 2015).

Tabel 2.7: Tingkat kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan pelapukan dan butiran lepas (*weathering and raveling*) (Hardiyatmo, 2015 ; Shanin, 1994).

Tingkat Kerusakan	Identifikasi kerusakan
L	Agregat atau bahan pengikat mulai lepas. Di beberapa tempat, permukaan mulai berlubang. Jika ada tumpahan oli, genangan oli dapat terlihat, tapi permukaannya keras, tak dapat ditembus mata uang logam.
M	Agregat atau pengikat telah lepas. Tekstur permukaan agak kasar dan berlubang. Jika ada tumpahan oli permukaannya lunak dan dapat ditembus mata uang logam.
H	Agregat atau pengikat telah banyak lepas. Tekstur permukaan sangat kasar dan mengakibatkan banyak lubang. Diameter lubang < 4 in. (10 mm) dan kedalaman ½ in. (13 mm). Lubang lebih besar dari ukuran ini, dihitung sebagai kerusakan lubang (<i>pothole</i>). Jika ada tumpahan oli permukaannya lunak, pengikat aspal telah hilang ikatannya sehingga agregat menjadi longgar.



Gambar 2.11: Grafik *deduct value* pelapukan dan butiran lepas (*weathering and raveling*) (Hardiyatmo, 2015 ; Shanin, 1994).

2.15.4. Lubang (*Potholes*)

Lubang adalah kehilangan dipermukaan yang diakibatkan lepasnya lapis aspal serta material dari lapis pondasi perkerasan ditunjukkan dalam Gambar 2.47. Kerusakan ini dapat terjadi akibat beban yang melintas menggerus terus menerus yang semula hanya bagian yang kecil-kecil kemudian lama-kelamaan menimbulkan lubang sehingga air dapat masuk. Tingkat kerusakan dan

identifikasi kerusakan ditunjukkan dalam Tabel 2.23. Kurva *deduct value* kerusakan perkerasan ditunjukkan dalam Gambar 2.48. Faktor-faktor penyebab kerusakan lubang (Hardiyatmo, 2015: 266):

1. Beban kendaraan berlebihan yang mengakibatkan rusaknya lapis permukaan.
2. Kurang baiknya campuran material untuk lapisan permukaan.
3. Masuknya air kedalam lubang lewat retakan-retakan pada permukaan perkerasan.

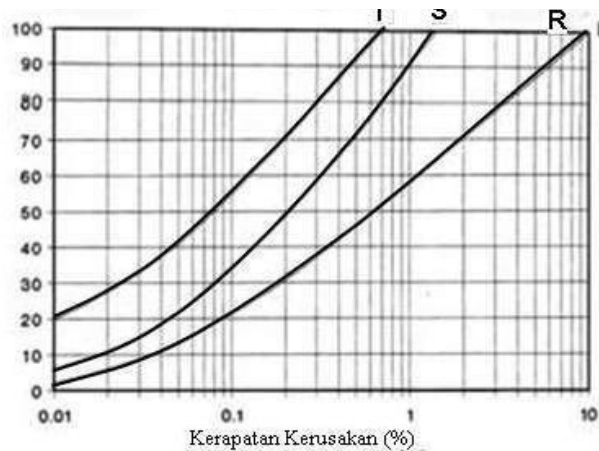


Gambar 2.12: Kerusakan lubang (*potholes*) (Hardiyatmo, 2015).

Tabel 2.8: Tingkat kerusakan perkerasan aspal dan identifikasi kerusakan lubang (*potholes*) (Hardiyatmo, 2015 ; Shanin, 1994).

Kedalaman maksimum	Diameter rata-rata lubang		
	3 – 8 in. (102 – 203 mm)	8 – 18 in. (203 – 457 mm)	18 – 30 in. (457 – 762 mm)
$\frac{1}{2}$ – 1 in. (12,7 – 25,4 mm)	L	L	M
>1 – 2 in. (25,4 – 50,8 mm)	L	M	H
>2 in. (> 50,8 mm)	M	M	H

L : Belum perlu diperbaiki, penambahan parsial atau di seluruh kedalaman.
M : Penambahan parsial atau di seluruh kedalaman. H : Penambahan di seluruh kedalaman.



Gambar 2.13: Grafik *deduct value* lubang (*potholes*) (Hardiyatmo, 2015 ; Shanin, 1994).

2.16. Penyebab Kerusakan Jalan

Pada ruas Jalan Merdeka Bahapal terjadi 3 permasalahan utama yang menyebabkan kerusakan pada jalan, yaitu :

1. Sistem Drainase Yang Buruk

Kurangnya kinerja sistem pengairan pada ruas jalan Merdeka Bahapal yang menjadi salah satu faktor utama terjadinya deformasi jalan akibat air yang tergenang, bahkan tidak adanya sistem drainase di beberapa STA pada ruas Jalan Merdeka Bahapal.

2. Kurangnya Perawatan Dan Pemeliharaan

Khususnya pada STA 1+100 sampai dengan STA 2+100 di ruas jalan Merdeka Bahapal terjadi minimnya perawatan dan pemeliharaan, atau bahkan sama sekali tidak mendapatkan perawatan dan pemeliharaan, oleh karena itu kerusakan jalan yang terjadi semakin lama semakin memburuk.

3. Tingginya Volume Lalu Lintas

Hal ini secara khusus terjadi di Jalan Merdeka Bahapal, terutama untuk volume lalu lintas kendaraan berat, di karenakan pada Jalan Merdeka Bahapal ini menjadi salah satu prasarana pabrik PTPN IV Dolok Ilir yang kemungkinan beberapa truck pabrik-pabrik tersebut mengalami (*Overloading*), dalam hal ini dapat di buktikan dengan data volume lalu lintas harian lalu lintas rata-rata dapat dilihat pada tabel 4.1.

2.17. Unit Pelaksana Penimbangan Kendaraan Bermotor (UPPKB)

Unit Pelaksana Penimbangan Kendaraan bermotor adalah unit kerja di bawah Kementerian Perhubungan yang melaksanakan tugas pengawasan muatan barang dengan menggunakan alat penimbangan yang dipasang secara tetap pada setiap lokasi tertentu. UPPKB sendiri memiliki tugas untuk melakukan pengawasan, pencatatan dan penindakan angkutan barang yang melintas sehingga kondisi prasarana jalan menjadi terjaga kualitasnya dan mampu menjamin keselamatan lalu lintas.

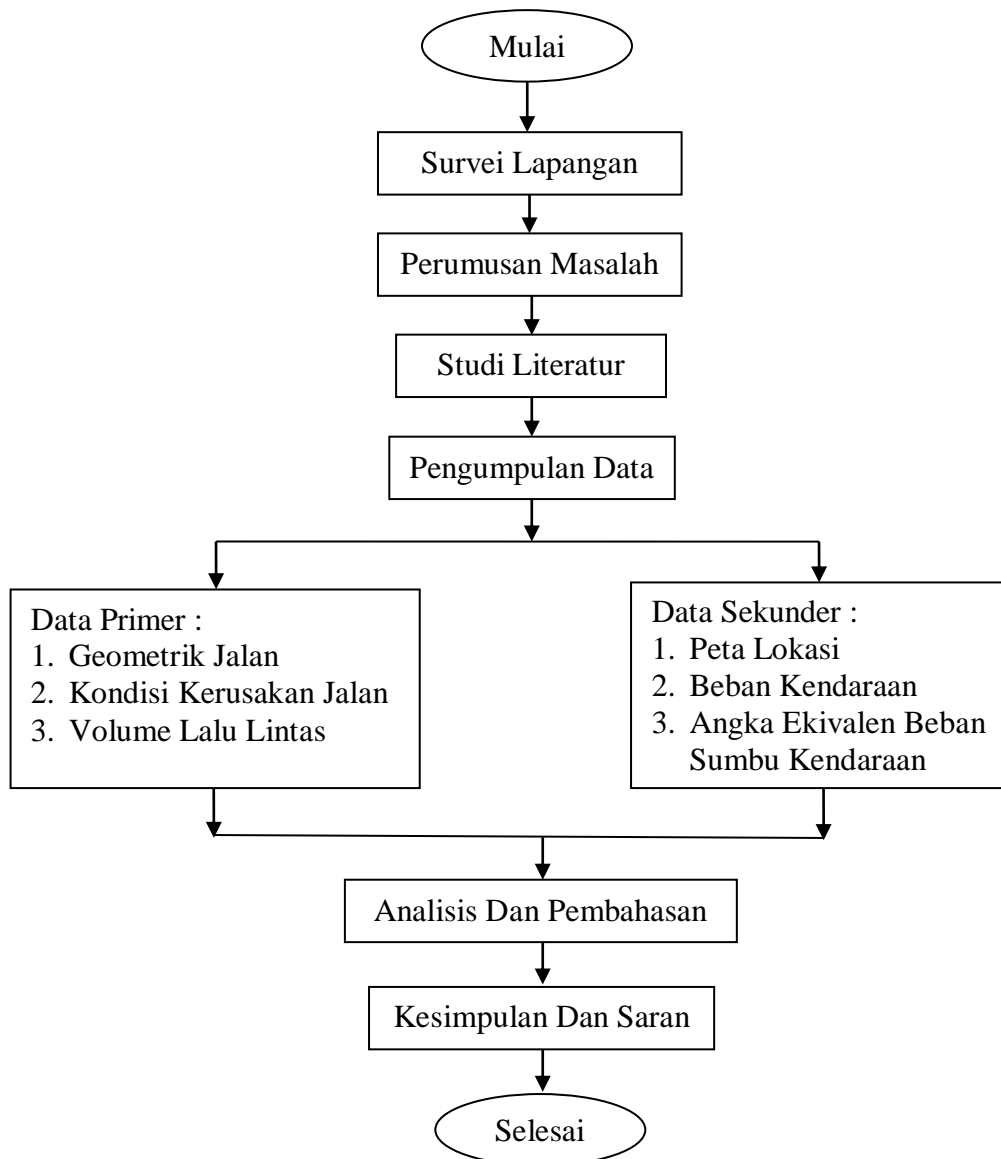
Tabel 2.9 : Referensi

Nama	Judul
Hardiyatmo, H.C	Pemeliharaan Jalan Raya, Yogyakarta : Gajah Mada University Press (2007)
Shanin, M.	Pavement Mnagement for Airport, Road, And Parking Lots. New York : Chapman and Hall. (1994)
Sukirman, S.	Perkerasan Lentur Jalan Raya , Bandung : Badan Penerbit Nova. (1999)

BAB 3
METODE PENELITIAN

3.1. Bagan Alir

Diagram alir penelitian digunakan sebagai dasar pelaksanaan penelitian serta untuk mempermudah penelitian tersebut. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.

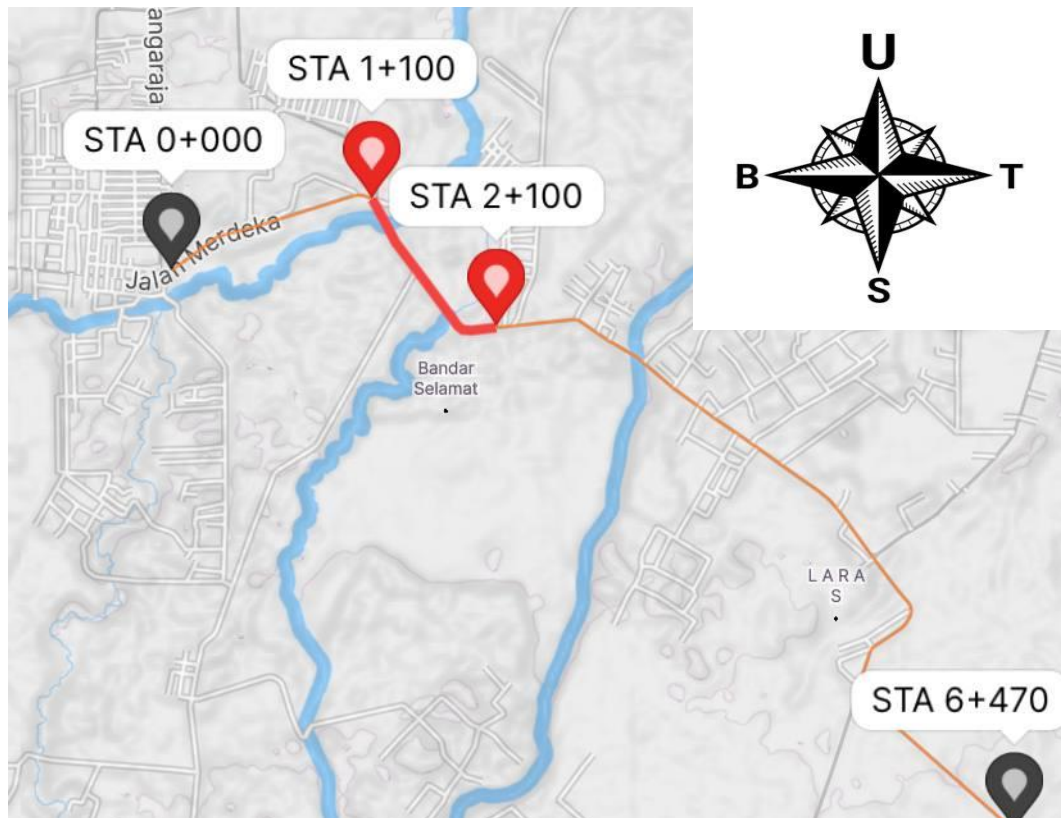


Gambar 3.1 Bagan Alir Rencana Penelitian

3.2. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian merupakan tempat penelitian dilakukan. Penetapan lokasi penelitian merupakan salah satu yang sangat penting karena dengan ketetapan lokasi penelitian. Tujuan yang sudah ditetapkan akan memudahkan penulis untuk menyusun tugas akhir. Lokasi penelitian ini dilakukan diruas jalan Merdeka Bahapal, Kecamatan Bandar Hulan, Kabupaten Simalungun. Dimana kerusakan trsebut tidak sebanding lurus dengan umur rencana. Maka dari itu, penelitian ini dilakukan guna mengetahui identifikasi kerusakan jalan Merdeka Bahapal, Kecamatan Bandar Hulan, Kabupaten Simalungun.

Penelitian ini akan dilakukan secara langsung tepatnya di studi lapangan tersebut dan pengambilan data direncanakan selama kurang lebih 1 minggu guna untuk mengidentifikasi jenis dan tingkat kerusakan yang terjadi, yang dimulai dari jalan Merdeka Bahapal, Kecamatan Bandar Hulan, Kabupaten Simalungun.



Gambar 3.2 Lokasi Penelitian (*Avenza Maps*)

3.3. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan di ruas jalan jalan Merdeka Bahapal, Kecamatan Bandar Hulan, Kabupaten Simalungun. Untuk mengevaluasi penilaian kondisi perkerasan jalan Merdeka Bahapal, Kecamatan Bandar Hulan, Kabupaten Simalungun dalam penyusunan tugas akhir diperlukan pengumpulan data primer yang diperoleh langsung dari lapangan.

3.3.1. Data Primer

a. Data Geometrik Jalan

Jalan Merdeka Bahapal memiliki panjang 6,47 km dengan ruas jalan berupa 2/2 UD (2 lajur 2 arah tak terbagi) dengan lebar perkerasan jalan 3,5 m. Dikarenakan keterbatasan waktu penulis hanya akan menganalisa 1 km perkerasan jalan dengan tingkat dan jenis kerusakan terbanyak yang dimulai dari STA 1+100 sampai dengan 2+100.

b. Data Kondisi Kerusakan Jalan

Data kondisi kerusakan jalan meliputi data geometrik jalan, serta kedalaman dari tiap-tiap jenis dan tingkat kerusakan yang terjadi. Data luas kerusakan jalan merdeka bahapal ini di jabarkan dalam tabel 3.1.

Tabel 3.1 : Data Kondisi Kerusakan Jalan Terparah Dalam 1km (Hasil Survei Lapangan)

FORMULIR SURVEI KONDISI UNIT SAMPEL/UNIT KHUSUS PEKERASAN LENTUR						
ROVINSI	SUMATERA UTARA					
KOTA	BAHAPAL					
NAMA JALAN	JALAN MERDEKA BAHAPAL					
JENIS KERUSAKAN						
1. Retak Kulit Buaya	7. Retak Pinggir				13. Lubang	
2. Kegemukan	8. Retak Refleksi Pada Sambungan				14. Persilangan Rel	
3. Retak Blok	9. Pinggir Jalan Turun Vertikal				15. Alur	
4. Cekungan	10. Retak Memanjang Melintang				16. Sungkur	
5. Keriting	11. Tambalan				17. Retak Slip	
6. Amblas	12. Pengausan Agregat				18. Mengembang	
					19. Pelepasan Butir	
SEGMENT & STA	Jenis Kerusakan	Tingkat Kerusakan	Lebar (m)	Panjang (m)	Kedalaman (cm)	Luas (m ²)
1+100 s/d 2+100	19	HIGH	1,4	5,6		7,84
	13	HIGH	0,4	0,7	3,8	0,28

Tabel 3.1 : Lanjutan

FORMULIR SURVEI KONDISI UNIT SAMPEL/UNIT KHUSUS PEKERASAN LENTUR						
ROVINSI	SUMATERA UTARA					
KOTA	BAHAPAL					
NAMA JALAN	JALAN MERDEKA BAHAPAL					
JENIS KERUSAKAN						
1. Retak Kulit Buaya 2. Kegemukan 3. Retak Blok 4. Cekungan 5. Keriting 6. Amblas	7. Retak Pinggir 8. Retak Refleksi Pada Sambungan 9. Pinggir Jalan Turun Vertikal 10. Retak Memanjang Melintang 11. Tambalan 12. Pengausan Agregat	13. Lubang 14. Persilangan Rel 15. Alur 16. Sungkur 17. Retak Slip 18. Mengembang 19. Pelepasan Butir				
SEGMENT & STA	Jenis Kerusakan	Tingkat Kerusakan	Lebar (m)	Panjang (m)	Kedalaman (cm)	Luas (m ²)
1+100 s/d 2+100	13	HIGH	0,5	0,7	4	0,35
	13	HIGH	0,4	0,8	4,94	0,32
	13	HIGH	0,4	0,6	3,4	0,24
	13	MEDIUM	0,5	0,6	2,75	0,3
	13	MEDIUM	0,5	0,7	3,5	0,35
	1	MEDIUM	1,3	3,6		4,68
	1	HIGH	1,2	4,2		5,04
	7	HIGH	0,6	6,4		3,84
	13	MEDIUM	0,4	0,7	3,6	0,28
	13	HIGH	0,5	0,8	4,56	0,4
	13	HIGH	0,4	0,7	4,2	0,28
	19	HIGH	1,2	3,1		3,72
	19	MEDIUM	1,1	4,2		4,62
	1	MEDIUM	1	6,6		6,6
	1	MEDIUM	0,7	8		5,6
	7	HIGH	0,3	3,4		1,02
	7	HIGH	0,5	4,4		2,2
	19	MEDIUM	1,5	6,4		9,6
	19	HIGH	2	5,6		11,2
	13	MEDIUM	0,6	0,7	3,45	0,42
13	HIGH	0,5	0,6	4,6	0,3	
11	MEDIUM	0,7	7,6		5,32	

c. Data Volume Lalu Lintas

Data lalu lintas yang diambil adalah data volume lalu lintas selama 7 hari. Survei dilakukan pada jam-jam sibuk seperti pagi hari mulai pukul 07.30 s/d 10.30 wib, pada siang hari dilakukan pada pukul 11.30 s/d 14.00 wib, dan pada sore hari dilakukan pada pukul 15.00 s/d 18.30. Untuk selengkapnya dapat dilihat pada tabel 3.2 dibawah ini.

Tabel 3.2 : Data Volume Lalu Lintas Harian (Hasil Survei Lapangan)

Senin, 17 Juni 2024					
Tipe Kendaraan		Volume Lalu Lintas (Kend/Hari)			Total
Gol	Kendaraan Ringan	07.30- 10.30	11.30- 14.00	15.00- 18.30	
1	Sepeda motor, sekuter, dan roda 3	298	275	315	888
2	sedan, jeep, station wagon	106	160	164	430
3	Oplet, pickup, suburban	70	62	54	186
4	Micro truck, mobil hantaran	42	64	54	160
	Kendaraan Berat				
5a	Bus kecil	10	18	22	50
5b	Bus besar	12	18	8	38
6a	Truck 2 sumbu (4 Roda)	20	30	28	78
6b	Truck 2 sumbu (6 Roda)	18	18	19	55
7a	Truck 3 sumbu	16	24	28	68
7b	Truck gandeng	4	6	2	12
7c	Truck semi trailer	4	1	4	9
8	Kendaraan tidak bermotor	8	4	4	16
Selasa, 18 Juni 2024					
Tipe Kendaraan		Volume Lalu Lintas (Kend/Hari)			Total
Gol	Kendaraan Ringan	07.30- 10.30	11.30- 14.00	15.00- 18.30	
1	Sepeda motor, sekuter, dan roda 3	270	214	280	764
2	sedan, jeep, station wagon	142	133	120	395
3	Oplet, pickup, suburban	66	56	60	182
4	Micro truck, mobil hantaran	38	70	50	158
	Kendaraan Berat				
5a	Bus kecil	14	24	18	56
5b	Bus besar	12	14	10	36
6a	Truck 2 sumbu (4 Roda)	30	36	26	92
6b	Truck 2 sumbu (6 Roda)	20	30	28	78
7a	Truck 3 sumbu	22	28	26	76
7b	Truck gandeng	6	8	4	18
7c	Truck semi trailer	2	6	2	10
8	Kendaraan tidak bermotor	6	10	4	20
Rabu, 19 Juni 2024					
Tipe Kendaraan		Volume Lalu Lintas (Kend/Hari)			Total
Gol	Gol	07.30- 10.30	11.30- 14.00	15.00- 18.30	
1	Sepeda motor, sekuter, dan roda 3	274	296	258	828

Tabel 3.2 : Lanjutan

Rabu, 19 Juni 2024					
Tipe Kendaraan		Volume Lalu Lintas (Kend/Hari)			Total
Gol	Kendaraan Ringan	07.30- 10.30	11.30- 14.00	15.00- 18.30	
2	sedan, jeep, station wagon	120	145	119	384
3	Oplet, pickup, suburban	56	46	34	136
4	Micro truck, mobil hantaran	30	26	18	74
	Kendaraan Berat				
5a	Bus kecil	20	16	26	62
5b	Bus besar	16	10	8	34
6a	Truck 2 sumbu (4 Roda)	34	26	18	78
6b	Truck 2 sumbu (6 Roda)	26	30	20	76
7a	Truck 3 sumbu	20	22	25	67
7b	Truck gandeng	8	14	8	30
7c	Truck semi trailer	4	8	6	18
8	Kendaraan tidak bermotor	6	6	10	22
Kamis, 20 Juni 2024					
Tipe Kendaraan		Volume Lalu Lintas (Kend/Hari)			Total
Gol	Kendaraan Ringan	07.30- 10.30	11.30- 14.00	15.00- 18.30	
1	Sepeda motor, sekuter, dan roda 3	302	270	288	860
2	sedan, jeep, station wagon	123	134	129	386
3	Oplet, pickup, suburban	60	50	48	158
4	Micro truck, mobil hantaran	42	34	30	106
	Kendaraan Berat				
5a	Bus kecil	18	26	20	64
5b	Bus besar	14	12	18	44
6a	Truck 2 sumbu (4 Roda)	42	40	46	128
6b	Truck 2 sumbu (6 Roda)	32	26	30	88
7a	Truck 3 sumbu	26	18	16	60
7b	Truck gandeng	6	10	4	20
7c	Truck semi trailer	6	4	4	14
8	Kendaraan tidak bermotor	10	6	8	24
Jum'at, 21 Juni 2024					
Tipe Kendaraan		Volume Lalu Lintas (Kend/Hari)			Total
Gol	Kendaraan Ringan	07.30- 10.30	11.30- 14.00	15.00- 18.30	
1	Sepeda motor, sekuter, dan roda 3	286	272	304	862
2	sedan, jeep, station wagon	134	129	137	400

Tabel 3.2 : Lanjutan

Jum'at, 21 Juni 2024					
Tipe Kendaraan		Volume Lalu Lintas (Kend/Hari)			Total
Gol	Kendaraan Ringan	07.30- 10.30	11.30- 14.00	15.00- 18.30	
3	Oplet, pickup, suburban	64	42	48	154
4	Micro truck, mobil hantaran	54	38	28	120
	Kendaraan Berat				
5a	Bus kecil	34	28	20	82
5b	Bus besar	16	22	20	58
6a	Truck 2 sumbu (4 Roda)	44	36	40	120
6b	Truck 2 sumbu (6 Roda)	34	30	24	88
7a	Truck 3 sumbu	28	24	18	70
7b	Truck gandeng	10	8	14	32
7c	Truck semi trailer	4	4	6	14
8	Kendaraan tidak bermotor	12	8	10	30
Sabtu, 22 Juni 2024					
Tipe Kendaraan		Volume Lalu Lintas (Kend/Hari)			Total
Gol	Kendaraan Ringan	07.30- 10.30	11.30- 14.00	15.00- 18.30	
1	Sepeda motor, sekuter, dan roda 3	306	284	310	900
2	sedan, jeep, station wagon	138	142	128	408
3	Oplet, pickup, suburban	60	50	46	156
4	Micro truck, mobil hantaran	50	40	36	126
	Kendaraan Berat				
5a	Bus kecil	22	16	20	58
5b	Bus besar	24	20	30	74
6a	Truck 2 sumbu (4 Roda)	36	30	32	98
6b	Truck 2 sumbu (6 Roda)	28	30	24	82
7a	Truck 3 sumbu	24	22	20	66
7b	Truck gandeng	6	3	2	11
7c	Truck semi trailer	4	2	2	8
8	Kendaraan tidak bermotor	7	5	5	17
Minggu, 23 Juni 2024					
Tipe Kendaraan		Volume Lalu Lintas (Kend/Hari)			Total
Gol	Kendaraan Ringan	07.30- 10.30	11.30- 14.00	15.00- 18.30	
1	Sepeda motor, sekuter, dan roda 3	260	284	274	818
2	sedan, jeep, station wagon	139	162	142	443
3	Oplet, pickup, suburban	54	46	48	148

Tabel 3.2 : *Lanjutan*

Minggu, 23 Juni 2024					
Tipe Kendaraan		Volume Lalu Lintas (Kend/Hari)			Total
Gol	Kendaraan Ringan	07.30- 10.30	11.30- 14.00	15.00- 18.30	
4	Micro truck, mobil hantaran	58	40	36	134
	Kendaraan Berat				
5a	Bus kecil	26	28	20	74
5b	Bus besar	18	20	16	54
6a	Truck 2 sumbu (4 Roda)	34	26	24	84
6b	Truck 2 sumbu (6 Roda)	26	20	24	70
7a	Truck 3 sumbu	22	16	18	56
7b	Truck gandeng	2	4	1	7
7c	Truck semi trailer	2	2	1	5
8	Kendaraan tidak bermotor	6	2	4	12

3.3.2. Data Sekunder

a. Data Beban Kendaraan

Data Beban Kendaraan atau berat kendaraan didapat dari hasil penelitian yang dilakukan oleh (Supriyadi, 2021), Data berat kendaraan diperoleh melalui survei di lapangan berupa wawancara supir truk berupa kusioner, dan melihat data kir kendaraan. Sementara (Supriyadi, 2021), Data berat kendaraan didapat dari melihat data kir kendaraan. dan untuk, data beban kendaraan didapat melalui survei uji kelayakan kendaraan (KIR) di kantor UPTD, pengujian kendaraan bermotor serta menghitung muatan di setiap kendaraan, sehingga didapat berat kosong dari kendaraan dan berat kendaraan yang bermuatan.

Tabel 3.3 : Data Beban Kendaraan (Supriyadi, 2021)

Gol	Tipe Kendaraan	Berat Total Kendaraan (Ton)
2	Kendaraan ringan (Bermuatan) 1.1	2
5a	Bus Kecil (Bermuatan) 1.2	7,5
5b	Bus Besar (Bermuatan) 1.2	13
6a	Truk Barang Ringan (bermuatan) 1.1	12,28
6b	Truk Barang Sedang (bermuatan) 1.2	21,58
7a	Truk 3 as angkut sawit (Bermuatan) 1.2.2	29,2
7b	Truk 4 as (Bermuatan) 1.2.2.2	42,6
7c	Truk gandeng trailer (bermuatan) 1.2.2.2.2	45

b. Angka Ekuivalen Beban Sumbu Kendaraan (*Vehicle Damage Factor*)

Vehicle Damage Factor (VDF) adalah perbandingan antara daya rusak oleh muatan sumbu suatu kendaraan terhadap daya rusak oleh beban sumbu standar (*Formula Liddle*).

Tabel 3.4 : Angka Ekuivalen Beban Sumbu Tiap Jenis Kendaraan (Ditjen Bina Marga No.01/MN/BM/83)

Gol	Tipe Kendaraan	Berat Total Kendaraan (Ton)	Konfigurasi Beban Sumbu Kendaraan (Ton)		
			Depan	Belakang	
				1	2
2	Kendaraan ringan 1.1	2	STRT	STRT	
			50%	50%	
			1	1	
5a	Bus Kecil 1.2	7,5	STRT	STRG	
			34%	66%	
			2,55	4,95	
5b	Bus Besar 1.2	13	STRT	STRG	
			34%	66%	
			4,42	8,58	
6a	Truk Barang Ringan 1.1	12,28	STRT	STRG	
			34%	66%	
			4,18	8,10	
6b	Truk Barang Sedang 1.2	21,58	STRT	STRG	
			34%	66%	
			7,34	14,24	
7a	Truk 3 as 1.22	29,2	STRT	STdRG	
			25%	75%	
			7,3	21,9	
7b	Truk 4 as 1.2.22	42,6	STRT	STRG	STdRG
			18%	28%	54%
			7,67	11,93	23
7c	Truk gandeng trailer 1.2.222	40,03	STRT	STRG	STrRG
			13%	40%	47%
			5,20	16,01	18,81

3.4. Teknik Analisis Data

Dalam metode perhitungan dan analisa data yang diperoleh dari hasil survei serta data primer dan data sekunder yang didapat, akan dianalisa kedalam metode PCI (*Pavement Condition Index*) yang telah di uraikan dalam bab II (Tinjauan Pustaka).

3.4.1. Metode Dalam Menentukan Tingkat Kerusakan Jalan

1. Metode PCI (*Pavement Condition Index*)

Untuk mendapatkan nilai PCI (*Pavement Condition Index*) dapat dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut :

1. Menentukan Luas (A) dan Total Luas (Ad) Kerusakan Jalan
2. Mencari persentase kerusakan (density)
3. Menentukan Deduct Value (DV)
4. Menjumlahkan Total Deduct Value (TDV)
5. Mencari Nilai Corrected Deduct Value (CDV)
6. Menentukan nilai PCI

2. Metode Esal

Untuk mendapatkan nilai ESAL (*Equivalent Single Axleload*) dapat dilakukan dengan tahapan-tahapan sebagai berikut :

1. Menghitung volume lalulintas harian rata-rata
2. Menghitung LHR kendaraan per-7 hari pengamatan
3. Menghitung data berat kendaraan
4. Menghitung angka ekivalen beban sumbu tiap jenis kendaraan
5. Analisis *Equivalent Standard Axle Load* (ESAL)
6. Menghitung angka *Truck Factor*

BAB 4

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

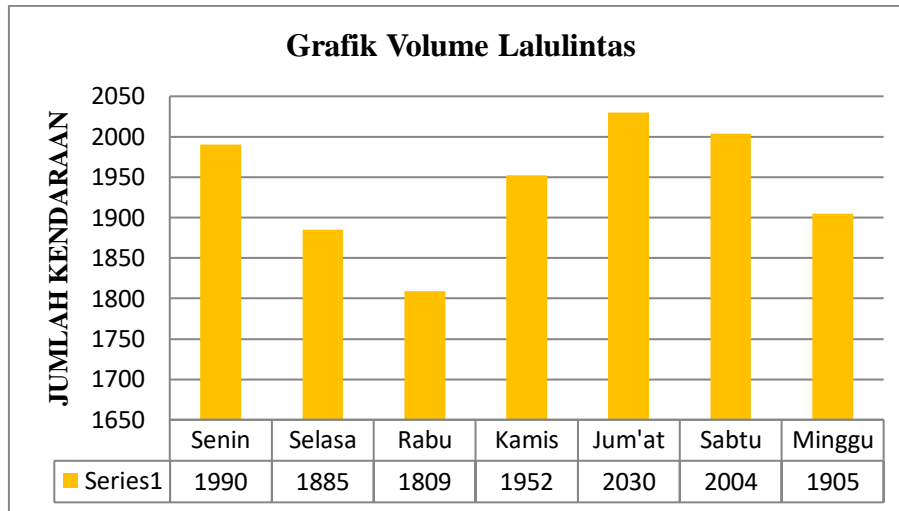
4.1. Perhitungan Dan Pembahasan LHR

Untuk hasil rincian volume lalu lintas selama 7 hari dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah ini.

Tabel 4.1 : Volume Lalu lintas Kend/Hari/2 Arah (Hasil Analisis Dan Survei Lapangan)

Gol	Jenis Kendaraan	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jum'at	Sabtu	Minggu
	Kendaraan Ringan							
1	Sepeda motor, sekuter, dan roda 3	888	764	828	860	862	900	818
2	sedan, jeep, station wagon	430	395	384	386	400	408	443
3	Oplet, pickup, suburban	186	182	136	158	154	156	148
4	Micro truck, mobil hantaran	160	158	74	106	120	126	134
	Kendaraan Berat							
5a	Bus kecil	50	56	62	64	82	58	74
5b	Bus besar	38	36	34	44	58	74	54
6a	Turck 2 sumbu (4 Roda)	78	92	78	128	120	98	84
6b	Truck 2 sumbu (6 Roda)	55	78	76	88	88	82	70
7a	Truck 3 sumbu	68	76	67	60	70	66	56
7b	Truck gandeng	12	18	30	20	32	11	7
7c	Truck semi trailer	9	10	18	14	14	8	5
8	Kendaraan tidak bermotor	16	20	22	24	30	17	12
Total Kendaraan Harian		1990	1885	1809	1952	2030	2004	1905

Pada tabel 4.2 diketahui analisa kendaraan perhari/2arah yang dilakukan pada survei pengamatan volume rata-rata lalu lintas harian selama 7 hari pada ruas jalan Merdeka Bahapal dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 : Grafik Volume Lalulintas kend/hari/2 Arah Ruas Jalan Merdeka Bahapal

Berdasarkan gambar 4.1 volume lalu lintas tertinggi kendaraan/hari/2arah di ruas jalan Merdeka Bahapal terjadi pada hari Jum'at dengan jumlah 2030 kendaraan/hari/2arah dan volume lalu lintas terendah pada hari rabu dengan jumlah 1809 kendaraan/hari/2arah. Volume lalu lintas harian Rata –rata pada ruas Jalan Merdeka Bahapal adalah 1920 kendaraan/hari/2arah. Dari nilai hasil yang didapat pada perhitungan LHR di simpulkan jalan ini termasuk pada *traffic* lalu lintas rendah dengan kondisi $LHR \leq 5.000$ kendaraan perhari.

Tabel 4.2 : Volume LHR Tipe Kendaraan (2 Lajur 2 arah) (Hasil Analisis & Survei Lapangan 2023)

Gol	Jenis Kendaraan	Volume Lalulintas Selama 7 hari	LHR Rata-rata/Hari/2 Arah
	Kendaraan Ringan		
1	Sepeda motor, sekuter, dan roda 3	5920	846
2	sedan, jeep, station wagon	2846	407
3	Oplet, pickup, suburban	1120	160
4	Micro truck, mobil hantaran	878	125
	Kendaraan Berat		
5a	Bus kecil	446	64
5b	Bus besar	338	48
6a	Truck 2 sumbu (4 Roda)	678	97
6b	Truck 2 sumbu (6 Roda)	537	77
7a	Truck 3 sumbu	463	66
7b	Truck gandeng	208	30

Tabel 4.2 : *Lanjutan*

Gol	Jenis Kendaraan	Volume Lalulintas Selama 7 hari	LHR Rata-rata/Hari/2 Arah
	Kendaraan Berat		
7c	Truck semi trailer	78	11
8	Kendaraan tidak bermotor	129	18
	Kendaraan Ringan	10764	1538
	Kendaraan Berat	2748	393

Berdasarkan Tabel 4.2 diatas, hasil Survei Lalu lintas Rata-rata untuk kendaraan ringan yakni sebanyak 10764 kendaraan/Hari/2 arah dan kendaraan berat sebanyak 2748 Kend/Hari/2 Arah. Jumlah LHR Kendaraan Ringan Untuk 2 arah yakni 1538 Kend/Hari/ 2 Arah, Sementara untuk Kendaraan Berat untuk 2 Arah Sebanyak 393 kend/Hari/ 2 Arah. Total Kendaraan untuk 2 lajur 2 arah yakni 1931 Kend/Hari/2 arah.

4.2. Analisis *Equivalent Standard Axle Load* (ESAL)

Kendaraan yang memiliki konfigurasi sumbu, roda, dan bervariasi dalam total beban yang diangkutnya yang biasa dikenal dengan *Equivalent Single Axle Load* (ESAL). Equivalent Single Axleload (ESAL) berfungsi untuk menyatakan angka yang menunjukkan jumlah lintasan sumbu standar yang dapat menyebabkan kerusakan yang sama untuk satu lintasan kendaraan. Adapun Analisis ESAL dapat dilihat pada tabel 4.4 dibawah ini:

Tabel 4.3 : Hasil Nilai *Equivalent Standart Axie Load* (ESAL) Tiap Kendaraan (Hasil Analisis)

Gol	Tipe Kendaraan	AE		Total AE	LHR Kendaraan	ESAL Perhari	
		Depan	Belakang				
			1				2
2	Kendaraan ringan 1.1	STRT	STRT	0,00235	1538	3,6143	
		0,00118	0,00118				
5a	Bus Kecil 1.2	STRT	STRG	0,18514	64	11,8490	
		0,04973	0,13541				
5b	Bus Besar 1.2	STRT	STRG	1,67119	48	80,2170	
		0,44886	1,22233				

Tabel 4.3 : Lanjutan

Gol	Tipe Kendaraan	AE			Total AE	LHR Kendaraan	ESAL Perhari
		Depan	Belakang				
			1	2			
6a	Truk Barang Ringan 1.1	STRT	STRG		1,32994	97	129,0040
		0,35903	0,9709				
6b	Truk Barang Sedang 1.2	STRT	STRG		12,68783	77	976,9630
		3,41357	9,2743				
7a	Truk 3 as 1.22	STRT	STdRG		20,60279	66	1359,7840
		7,0527	13,5501				
7b	Truk 4 as 1.2.22	STRT	STRG	STdRG	8,63890	30	259,1670
		4,07011	4,5688	7,8062			
7c	Truk gandeng trailer 1.2.222	STRT	STRG	STrRG	15,67840	11	172,4624
		0,85988	14,8185	1,08036			
Σ ESAL Per-hari							2993,0607

Untuk mendapatkan nilai AE (Angka Ekuivalen) yaitu dengan menggunakan persamaan 2.2 pada halaman 21, dengan nilai berat total kendaraan ringan 2 ton (tabel 3.4) dengan konfigurasi sumbu depan 50% dan belakang 50% (tabel 2.2).

Berat total kendaraan ringan \times Konfigurasi sumbu kendaraan

$$2 \times 50 \% = 1$$

Dari nilai konfigurasi sumbu kendaraan ringan tersebut dapat dihitung nilai AE untuk kendaraan ringan sebagai berikut :

$$STRT = \left(\frac{P}{5,4} \right)^4$$

$$STRT = \left(\frac{\text{Beban sumbu kendaraan}}{5,4} \right)^4$$

$$STRT = \left(\frac{1}{5,4} \right)^4$$

$$STRT = 0,00118$$

Untuk menghitung nilai ESAL perhari dihitung dengan menggunakan persamaan 2.6.

$$ESAL/Hari = Total AE \times LHR$$

$$ESAL/Hari = 0,00235 \times 1538$$

$$ESAL/Hari = 3,6143$$

4.3. Truck Factor (TF)

Truck factor adalah faktor penyebab utama terjadinya deformasi atau kerusakan jalan sehingga menjadi kelebihan beban (*overloading*). Suatu ruas jalan mengalami kelebihan beban apabila nilai truck factor (TF) > 1. Untuk mengetahui nilai *truck factor* Ruas Jalan Merdeka Bahapal dimana memiliki ruas jalan sepanjang ± 6,47 Km dan dianalisis dengan mengumpulkan data ESAL tiap jenis kendaraan dan LHR kendaraan berat maupun ringan.

$$TF = \frac{\sum ESAL}{n}$$

$$TF = \frac{2993,0607}{393}$$

$$TF = 7,61 > 1$$

Berdasarkan hasil analisis Truck Factor memperoleh hasil 7,61 > 1 yang menandakan bahwa telah terjadi overload pada Ruas Jalan Merdeka Bahapal.

4.4. Perhitungan PCI (*Pavement Condition Index*)

Berdasarkan data yang didapatkan setelah melakukan survei lapangan, kemudian diolah berdasarkan teori-teori dan rumus-rumus yang terdapat pada Bab 2 sehingga diperoleh hasil yang menjadi tujuan dari penelitian ini.

4.4.1. Menghitung Nilai Kerapatan (*Density*)

1. Kerusakan lubang dengan tingkat keparahan tinggi

$$\text{Kerapatan} : \frac{Ad(\text{Luas Total tiap jenis tingkat kerusakan})}{As(\text{Luas Total Unit Sampel})} \times 100$$

$$\text{Kerapatan} : \frac{2,41}{1000 \times 3,5} \times 100$$

$$\text{Kerapatan} : 0,068\%$$

2. Kerusakan lubang dengan tingkat keparahan sedang

$$\text{Kerapatan} : \frac{Ad(\text{Luas Total tiap jenis tingkat kerusakan})}{As(\text{Luas Total Unit Sampel})} \times 100$$

$$\text{Kerapatan} : \frac{1,35}{1000 \times 3,5} \times 100$$

$$\text{Kerapatan} : 0,038\%$$

3. Kerusakan pelepasan butir dengan tingkat keparahan tinggi

$$\text{Kerapatan} : \frac{Ad(\text{Luas Total tiap jenis tingkat kerusakan})}{As(\text{Luas Total Unit Sampel})} \times 100$$

$$\text{Kerapatan} : \frac{22,76}{1000 \times 3,5} \times 100$$

$$\text{Kerapatan} : 0,65\%$$

4. Kerusakan pelepasan butir dengan tingkat keparahan sedang

$$\text{Kerapatan} : \frac{Ad(\text{Luas Total tiap jenis tingkat kerusakan})}{As(\text{Luas Total Unit Sampel})} \times 100$$

$$\text{Kerapatan} : \frac{14,22}{1000 \times 3,5} \times 100$$

$$\text{Kerapatan} : 0,41\%$$

5. Kerusakan retak kulit buaya dengan tingkat keparahan tinggi

$$\text{Kerapatan} : \frac{Ad(\text{Luas Total tiap jenis tingkat kerusakan})}{As(\text{Luas Total Unit Sampel})} \times 100$$

$$\text{Kerapatan} : \frac{5,04}{1000 \times 3,5} \times 100$$

$$\text{Kerapatan} : 0,14\%$$

6. Kerusakan retak kulit buaya dengan tingkat keparahan sedang

$$\text{Kerapatan} : \frac{Ad(\text{Luas Total tiap jenis tingkat kerusakan})}{As(\text{Luas Total Unit Sampel})} \times 100$$

$$\text{Kerapatan} : \frac{4,68}{1000 \times 3,5} \times 100$$

$$\text{Kerapatan} : 0,13\%$$

7. Kerusakan retakpinggir dengan tingkat keparahan tinggi

$$\text{Kerapatan} : \frac{Ad(\text{Luas Total tiap jenis tingkat kerusakan})}{As(\text{Luas Total Unit Sampel})} \times 100$$

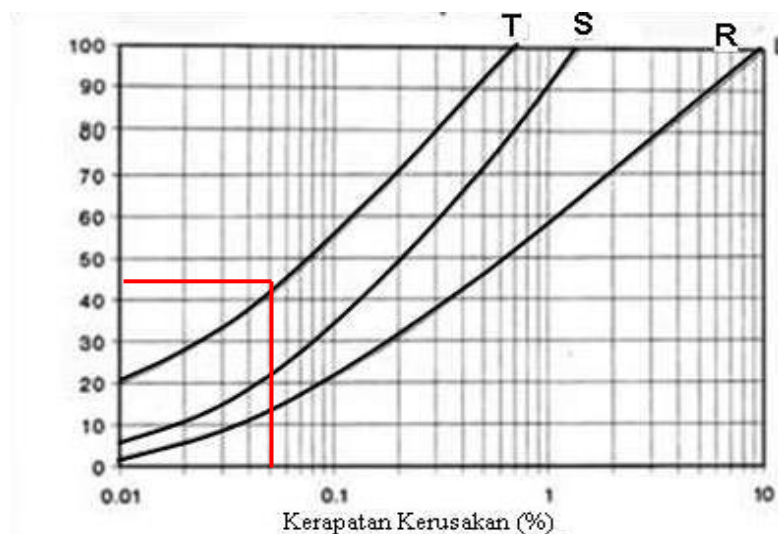
$$\text{Kerapatan} : \frac{7,06}{1000 \times 3,5} \times 100$$

$$\text{Kerapatan} : 0,20\%$$

4.4.2. Menghitung Nilai Pengurang DV (*Deduct Value*)

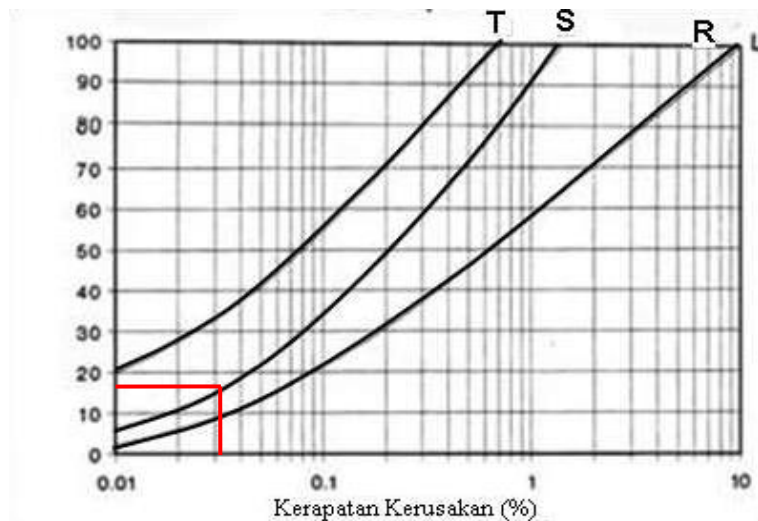
Hitung nilai pengurangan dari kerusakan yang ada dengan menggunakan tabel-tabel grafik nilai perhitungan untuk *PCI* jalan dengan permukaan perkerasan lentur. Berikut adalah contoh untuk menentukan berapa nilai pengurang pada setiap kerusakan.

1. Nilai pengurang lubang Dengan nilai kerapatan 0,068% dan tingkat kerusakan tinggi. Didapat nilai pengurang 44.



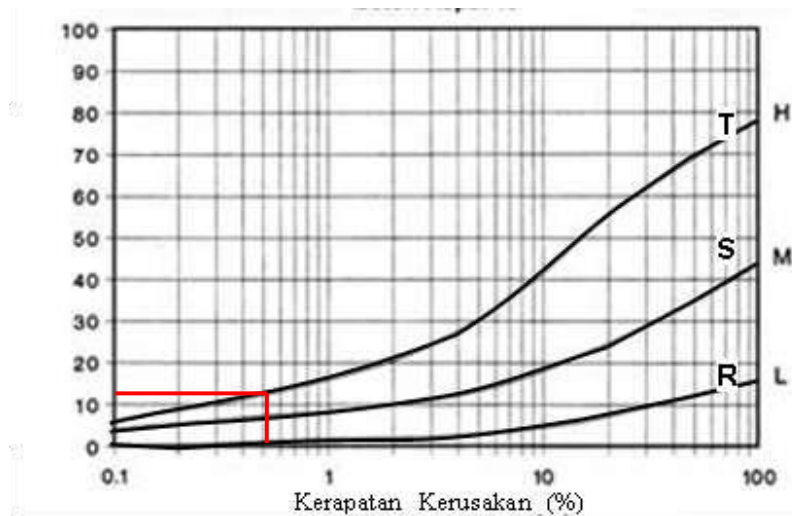
Gambar 4.2 : Grafik DV (*Deduct Value*) Lubang, (IKP PUPR, Pd 01-2016-B)

2. Nilai pengurang lubang dengan nilai kerapatan 0,038% dan tingkat kerusakan sedang. Didapat nilai pengurang 18.



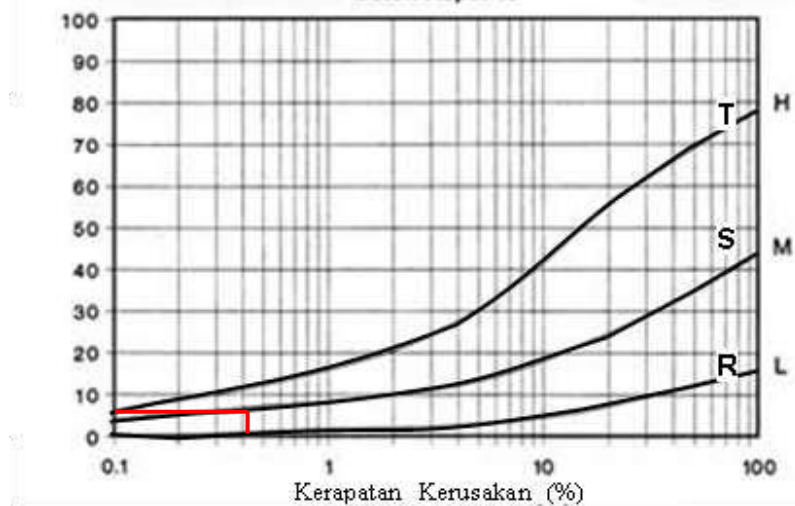
Gambar 4.3 : Grafik DV (*Deduct Value*) Lubang, (IKP PUPR, Pd 01-2016-B)

3. Nilai pengurang pelepasan butir dengan nilai kerapatan 0,65% dan tingkat kerusakan tinggi. Didapat nilai pengurang 13.



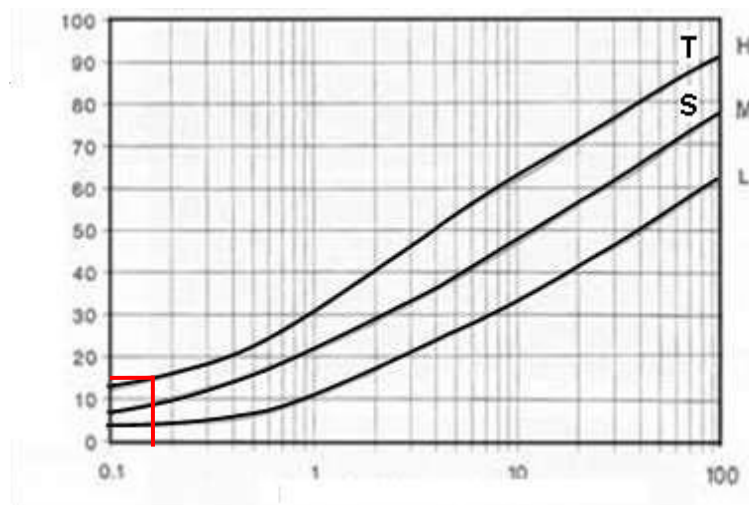
Gambar 4.4 : Grafik DV (*Deduct Value*) Pelepasan Butir, (IKP PUPR, Pd 01 2016-B)

4. Nilai pengurang pelepasan butir dengan nilai kerapatan 0,41% dan tingkat kerusakan sedang. Didapat nilai pengurang 7.



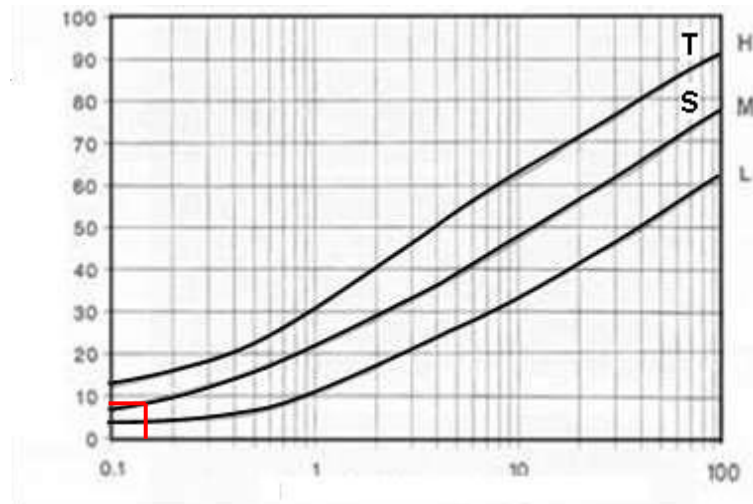
Gambar 4.5 : Grafik DV (*Deduct Value*) Pelepasan Butir, (IKP PUPR, Pd 01 2016-B)

5. Nilai pengurang retak kulit buaya dengan nilai kerapatan 0,14% dan tingkat kerusakan tinggi. Didapat nilai pengurang 16.



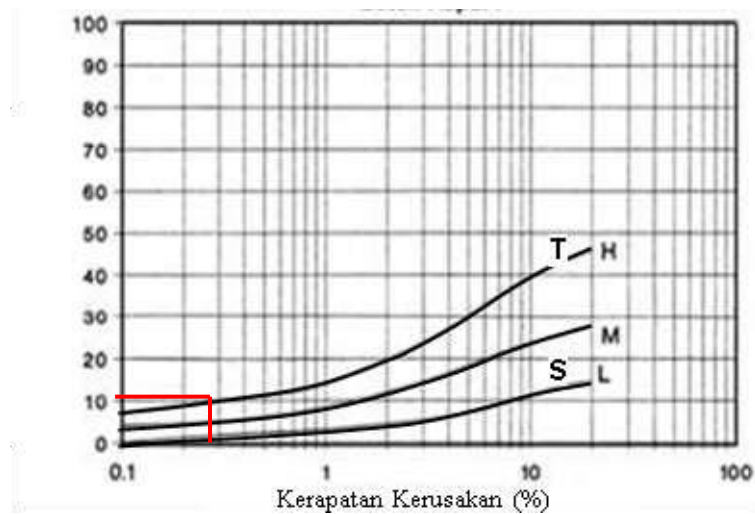
Gambar 4.6 : Grafik DV (*Deduct Value*) Retak Kulit Buaya, (IKP PUPR, Pd 01-2016-B).

6. Nilai pengurang retak kulit buaya dengan nilai kerapatan 0,13% dan tingkat kerusakan sedang. Didapat nilai pengurang 9.



Gambar 4.7 : Grafik DV (*Deduct Value*) Retak Kulit Buaya, (IKP PUPR, Pd 01-2016-B).

7. Nilai pengurang retak pinggir dengan nilai kerapatan 0,20% dan tingkat kerusakan tinggi. Didapat nilai pengurangi 10.



Gambar 4.8 : Grafik DV (*Deduct Value*) Pinggir, (IKP PUPR, Pd 01-2016-B).

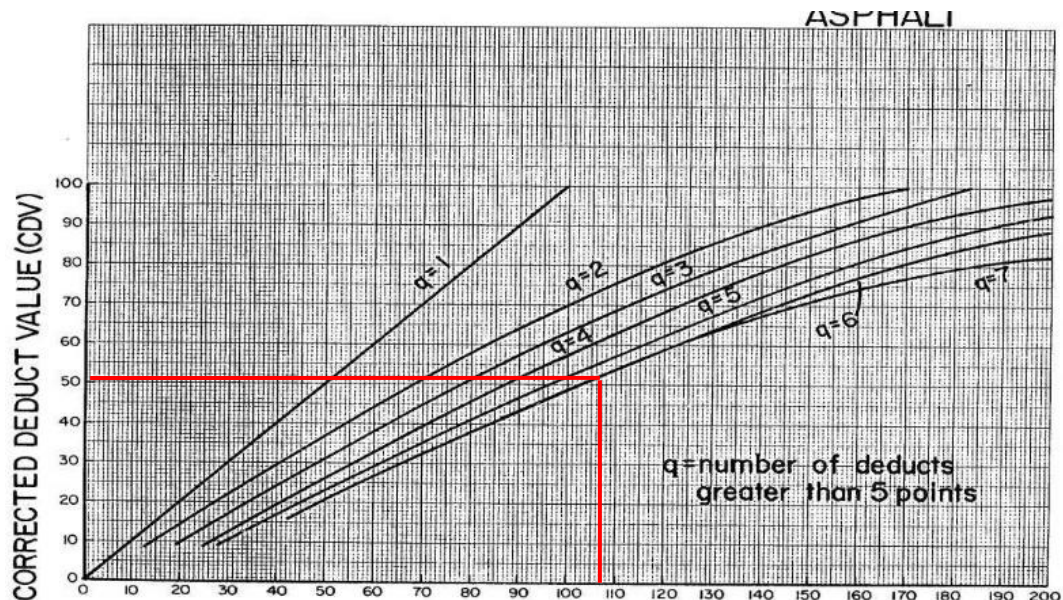
4.4.3. Menghitung Nilai Pengurang Terkoreksi Maksimum CDV (*Correct Deduct Value*)

Untuk mendapatkan nilai *CDV* yaitu dengan cara memasukkan nilai *TDV* ke grafik *CDV* dengan cara menarik garis vertikal pada nilai *CDV* sampai memotong garis *q* kemudian ditarik garis horizontal. Nilai *q* merupakan jumlah *DV* yang

lebih dari 5. Misalkan untuk segmen STA.1+100 sampai dengan 2+100 terdapat 7 nilai pengurang, dan dengan nilai pengurang yang berjumlah lebih dari 5 juga ada 7 maka q yang dipakai adalah $q = 7$. Dapat dilihat pada Tabel 4.2, dan nilai CDV dapat dilihat pada Gambar 4.5.

Tabel 4.4 : Perhitungan Nilai Pengurang Terkoreksi Maksimum (Hasil Survei Lapangan)

STA	Nilai Pengurang DV (Deduct Value)							TOTAL	q	CDV
1+100 s/d 2+100	44	18	13	7	16	9	10	107	7	51



Gambar 4.9 : Grafik Nilai Pengurang Terkoreksi Maksimum CDV (*Correct deduct Value*), (Shanin,1994).

Pada gambar diatas dapat dilihat nilai pengurang terkoreksi maksimum CDV (*Correct Deduct Value*) dari STA 1+100 sampai dengan 2+100 adalah 51.

4.4.4. Menghitung Nilai PCI (*Pavement Condition Index*)

Perhitungan *PCI* menggunakan *CDV* untuk STA 0+000 sampai dengan STA 1+000 adalah sebagai berikut:

$$PCI = 100 - 51$$

$$PCI = 100 - 51 = 49 \text{ (Sedang)}$$

Dari hasil perhitungan diatas, maka didapat nilai PCI untuk jalan Merdeka Bahapal adalah 49. Dari hasil nilai PCI jalan ini, maka jalan Merdeka Bahapal masih termasuk dalam klasifikasi kualitas sedang, (Tabel 2.5).

4.5. Penanganan

Dari hasil analisis kerusakan jalan dan penyebab kerusakan jalan yang terjadi, dapat dilakukan penanganan oleh instansi terkait sebagai berikut :

1. Penanganan Kendaraan Muatan Berlebih (*Overloading*)

Salah satu kebijakan yang dapat diambil untuk mengatasi *Overloading* yaitu dengan optimalisasi unit pelaksana penimbangan kendaraan bermotor (UPPKB) di Kecamatan Bandar Hulan dengan jujur dan sesuai ketentuan undang-undang.

2. Penanganan Kerusakan Perkerasan Jalan

Untuk penanganan terhadap kerusakan jalan yang terjadi pada ruas jalan Merdeka Bahapal ada beberapa cara penanganan yang dapat dilakukan oleh instansi terkait, yaitu dengan menggunakan metode :

- 1) *Patching*, adalah metode perbaikan yang digunakan untuk memperbaiki kerusakan jalan. Terutama pada lapisan perkerasan, dengan menggunakan penutup aspal. Kerusakan yang dapat diperbaiki melalui *patching* meliputi lubang, jalan bergelombang dan alur dengan kedalaman lebih dari 30 mm.
- 2) *Overlay*, adalah lapis perkerasan tambahan yang di pasang di atas konstruksi perkerasan jalan yang ada dengan tujuan untuk meningkatkan kekuatan struktur agar dapat melayani lalu lintas yang di rencanakan selama umur rencana.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Jenis kerusakan yang terjadi pada badan jalan adalah Retak Kulit Buaya, Retak Pinggir, Lubang, dan Pelepasan Butir.
2. Permasalahan kerusakan jalan yang terjadi dikarenakan tingginya volume lalu lintas kendaraan berat dengan nilai LHR untuk kendaraan berat 393 kendaraan/jam. Dari nilai LHR tersebut didapat untuk nilai *Truck factor* 7,61 > 1, yang menandakan bahwa telah terjadi *overload* pada Ruas Jalan Merdeka Bahapal. Ruas jalan tersebut tidak mampu menerima beban sumbu yang melintasi jalan tersebut, maka dari itu ruas jalan tersebut mengalami kerusakan jalan. Untuk penanganan yang disebabkan *overload* kendaraan dapat diatasi dengan kebijakan, pengoptimalan unit pelaksana penimbangan kendaraan bermotor di Kecamatan Bandar Hulan, Untuk penanganan kerusakan aspal dapat diatasi dengan metode *patching* dan metode *overlay* untuk melapisi kerusakan dasar aspal agar dapat meningkatkan kekuatan aspal.
3. Nilai indeks kondisi perkerasan PCI (*Pavement Condition Index*) terendah terdapat pada STA 1+100 S/D 2+100. Nilai PCI (*Pavement Condition Index*) pada ruas jalan Merdeka Bahapal adalah 49 yang termasuk dalam kategori sedang.

5.2. Saran

1. Analisis yang dilakukan dalam tugas akhir ini merupakan analisa terhadap permukaan jalan, sehingga untuk mendukung program pemeliharaan yang lebih kompleks, maka diperlukan studi lanjutan terhadap sistem drainase jalan, trotoar dan bahu jalan, serta biaya yang diperlukan dalam pemeliharaan

tersebut. Sehingga tercipta suatu sistem pemeliharaan jalan yang tepat, efisien dan ekonomis.

2. Survei dilaksanakan Secara survei visual/manual, sehingga masih diperlukan studi lanjutan dengan memakai alat yang penilaiannya lebih akurat, sehingga dapat dijadikan acuan dalam penentuan tingkat pelayanan jalan.
3. Untuk mempertahankan kinerja perkerasan, diperlukan beberapa tindakan perbaikan kerusakan, baik berupa pemeliharaan rutin yang dilakukan setiap tahun maupun pemeliharaan berkala yang biasanya dilakukan setiap 2 atau 3 tahun sekali.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum (1983) Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Kota No. 03/MN/B/1983, , Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1995). Petunjuk Praktis Pemeliharaan Rutin Jalan Upr. 02.1 Pemeliharaan Rutin Perkerasan Jalan. Jakarta, Indonesia: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2009). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2009 Tentang Jalan. Jakarta, Indonesia: Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Departemen Pekerjaan Umum (2009) Surat Keputusan Menteri Pekerjaan Umum No. 631/KPTS/M/2009 tanggal 31 Desember 2009). Medan
- Hardiyatmo H.C. (2007) Pemeliharaan Jalan Raya, Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H. C. (2015). Pemeliharaan Jalan Raya. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Irzami (2010) Penilaian kondisi perkerasan dengan menggunakan metode indeks kondisi perkerasan pada ruas jalan simpang kulim-simpang batang. Riau. Pekanbaru.
- Kurniawan R. (2016) Analisa kondisi kerusakan jalan pada lapis permukaan menggunakan metode pavement condition index. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Munggaran, N. A., & Wibowo, A. (2017). Kajian Faktor-Faktor Penyebab Kerusakan Dini Perkerasan jalan Lentur dan Pengaruhnya terhadap Biaya Penanganan. *Jurnal Infrastruktur*, 3(01), 9–18.
https://bpsdm.pu.go.id/kms/admin/_assets/uploads/adminkms/papers/BM/K
- Rondi M (2016) Evaluasi perkerasan jalan menurut metode bina marga dan metode PCI (pavement condition index) serta alternatif penanganannya, Universitas Muhammadiyah Surakarta

- Shanin, M. (1994). *Pavement Management for Airport, Road, and Parking Lots*. New York: Chapman & Hall.
- Sitio, M. L. S. (2022). Pengaruh Beban Sumbu Kendaraan Terhadap Tingkat Kerusakan Jalan Pada Perkerasan Rigid di Kota Pekanbaru. In *Perpustakaan universitas Islam Riau*.
- Sukirman, S. (1999). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Badan Penerbit Nova.
- Sukirman, Silvia. 2010. *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*. Bandung: Nova.

LAMPIRAN

Lampiran Gambar Penelitian



Gambar Lampiran 1 : Retak Kulit Buaya



Gambar Lampiran 2 : Pelepasan Butir



Gambar Lampiran 3 : Retak Pinggir



Gambar Lampiran 4 : Lubang

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



A. IDENTITAS

Nama : Ihya Ulmi Fathrayyan
Tempat/Tanggal Lahir : Serbelawan/10 Desember 1999
Jenis Kelamin : Laki-laki
Alamat : Jl. Merdeka Serbelawan No.56, Kecamatan Dolok Batu Nanggar, Kabupaten Simalungun
Agama : Islam
No Hp : 0822-6746-9667

B. ORANG TUA

Ayah : Drs. Arsalul Khair Nasution
Pekerjaan : Guru
Ibu : Muharina Eliani Yuwasita, S.Ag.
Pekerjaan : Guru
Alamat : Jl. Merdeka Serbelawan No.56, Kecamatan Dolok Batu Nanggar, Kabupaten Simalungun

C. RIWAYAT PENDIDIKAN

2005 – 2011 : SDN 091590 Dolok Batu Nanggar
2011 – 2014 : SMPN 1 Dolok Batu Nanggar
2014 – 2017 : SMA Muhammadiyah 07 Dolok Batu Nanggar
2017 – 2024 : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara