

**EVALUASI KERUSAKAN PERKERASAN LENTUR AKIBAT
BEBAN LALU LINTAS PADA RUAS JALAN SEI RAMPAH,
SERDANG BEDAGAI**

SKRIPSI

OLEH:

**SAMUEL NADEAK
218110076**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

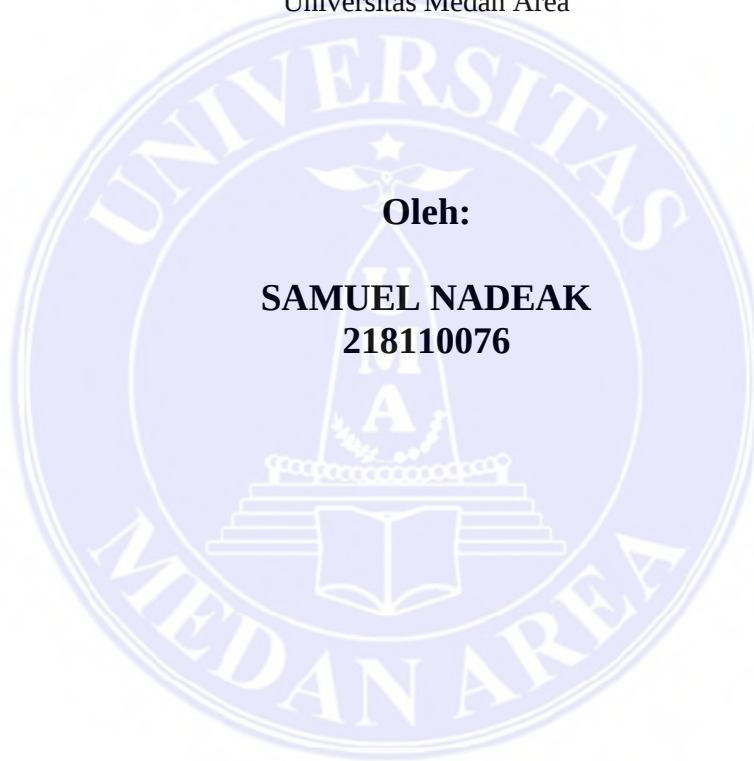
Document Accepted 11/2/26

Access From (repositori.uma.ac.id)11/2/26

**EVALUASI KERUSAKAN PERKERASAN LENTUR AKIBAT
BEBAN LALU LINTAS PADA RUAS SEI RAMPAH,
SERDANG BEDAGAI**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2025**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Evaluasi Kerusakan Perkerasan Lentur Akibat Beban Lalu Lintas pada Ruas Jalan Sei Rampah, Serdang Bedagai
Nama : Samuel Nadeak
NPM : 218110076
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh:
Komisi Pembimbing



Tanggal Lulus : 04 Agustus 2025

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima saksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan saksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Samuel Nadeak
NPM : 218110076
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non Exclusive Royalty Free-Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : Redesain Struktur Gedung Fakultas Teknik Universitas Medan Area Menggunakan Metode Flat Slab. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.
Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan
Pada tanggal : 04 Agustus 2025
Yang menyatakan



(Samuel Nadeak)

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Negeri Lama Pada tanggal 12 Juli 2001 dari Ayah (Alm.) Anser Nadeak dan Ibu Nurmasni Penulis merupakan putra 3 dari 3 (Tiga) bersudara.

Tahun 2019 Penulis lulus dari SMA/SMK Negeri 1 Bilah Hilir dan pada tahun 2021 terdaftar sebagai Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area.

Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Proyek Pembangunan Gedung Kolaborasi UMKM Square Universitas Sumatera Utara (Multiyears)



KATA PENGHANTAR

Puji dan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan perlindungan-Nya yang senantiasa memberikan nikmat yang luar biasa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarja Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area. Skripsi ini berjudul: “Evaluasi Kerusakan Perkerasan Lentur Akibat Beban Lalu Lintas pada Ruas Jalan Sei Rampah, Serdang Bedagai”.

Pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Ir. Kamaluddin Lubis, M.T. selaku pembimbing skripsi yang telah banyak memberikan arahan dan bimbingan sehingga proposal skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Proses penyelesaian proposal skripsi ini juga tidak terlepas dari bantuan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak secara langsung memberikan dukungan, informasi dan bimbingan yang sangat membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Dalam kesempatan ini penulis juga menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng., M.Sc, selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Dr. Eng. Suprianto, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area
3. Ir. Tika Ermita Wulandari, S.T., M.T selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil
4. Bapak Ir. Kamaluddin Lubis, M.T, selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak meberikan masukan kepada penulis.
5. Khususnya, kepada mama saya yang sangat saya cintai yang senantiasa memberikan doa, semangat dan dukungan baik secara moral dan materi yang tak terhitung jumlahnya selama penulis menyelesaikan skripsi ini.
6. Seluruh keluarga saya termasuk abang saya Dedi Arisandi Nadeak, Masdianser Nadeak, dan kakak saya Lia Sabrina Sitohang yang selalu

mengingatkan serta tidak lupa memotivasi agar selalu menyelesaikan apa yang sudah dipilih dan dimulai.

7. Segenap rekan-rekan seperjuangan mahasiswa Program Studi Teknik Sipil 2021 yang telah memberikan motivasi kepada penulis bisa menyelesaikan skripsi ini.
8. Seluruh teman-teman Els Generation yg selalu mengingatkan dan selalu menopang dalam doa segala proses yang ada.
9. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebut satu persatu. Terimakasih, tanpa kalian penulis tidak akan bisa melewati ini sendiri.

Penulis menyadari bahwa proposal skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan masukan dari semua pihak demi kesempurnaan proposal skripsi ini. Akhir kata penulis mengharapkan agar proposal skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, secara khususnya bagi penulis sendiri dalam bidang pendidikan.

Medan, 04 Agustus 2025

Penulis,



Samuel Nadeak

ABSTRAK

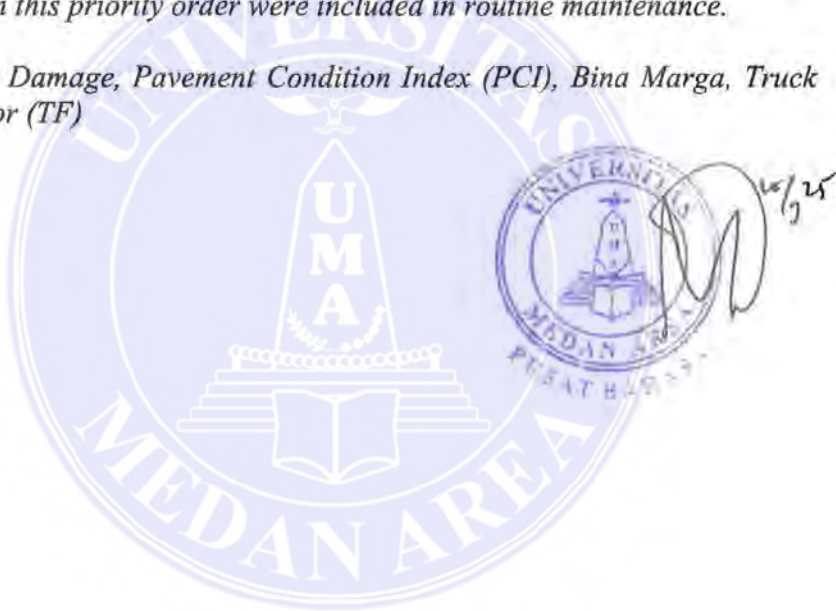
Ruas jalan Sei Rampah kabupaten Serdang Bedagai merupakan jalan Kabupaten di provinsi Sumatera Utara yang menghubungkan antara kabupaten Serdang Bedagai dan kabupaten Tebing Tinggi (Sumatera Utara). Yang mana jalan Sei Rampah merupakan jalan penghubung. Hal tersebut yang mempengaruhi kinerja jalan berkontribusi cukup tinggi dalam menarik angka perjalanan orang dan barang yang melintasi ruas jalan tersebut, dimana kendaraan berat sering melintasi ruas jalan ini dan mengakibatkan kerusakan pada lapisan permukaan. Pada studi penanganan kerusakan jalan dan untuk menentukan *Cumulative Equivalent Standard Axle* digunakan metode Bina Marga. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kondisi jalan dan tingkat kerusakan jalan serta untuk menentukan prioritas pemeliharaan berdasarkan kerusakan yang terjadi, mengetahui pengaruh beban lalu lintas kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang terjadi pada ruas jalan tersebut. Studi yang diamati sepanjang 1,3 km yang dibagi dalam 26 segmen, tiap segmenya sepanjang 50 m. Hasil analisa didapat urutan prioritas adalah 10,57. Urutan prioritas >7 adalah urutan prioritas A, dimana jalan berada pada urutan prioritas ini dimasukkan dalam pemeliharaan rutin.

Kata Kunci : Kerusakan Jalan, Pavement Condition Indeks (PCI), Bina Marga, Truck Faktor (TF)

ABSTRACT

The Sei Rampah road section of Serdang Bedagai Regency is a regency road in the province of North Sumatra that connects Serdang Bedagai Regency and Tebing Tinggi Regency (North Sumatra). The Sei Rampah road serves as a connecting road. This condition affects road performance, contributing significantly to the increase in the number of people and goods passing through the road section, where heavy vehicles often passed this road and caused damage to the surface layer. In the study of road damage handling and to determine the Cumulative Equivalent Standard Axle, the Bina Marga method was used. The purpose of this research is to determine the value of road condition and the level of road damage as well as to determine maintenance priority based on the occurred damage, to determine the effect of traffic load on the level of damage that occurred on the road section. The observed study was along 1.3 km divided into 26 segments, each segment being 50 m long. The results of the analysis showed that the priority order was 10.57. A priority order >7 was priority order A, where roads in this priority order were included in routine maintenance.

Keywords: Road Damage, Pavement Condition Index (PCI), Bina Marga, Truck Factor (TF)



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	iv
RIWAYAT HIDUP.....	v
KATA PENGHANTAR	vi
ABSTRAK.....	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR NOTASI	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Maksud dan Tujuan penelitian Rumusan Masalah	3
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Penelitian Terdahulu	7
2.2 Definisi Jalan.....	9
2.3 Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR)	10
2.4 Klasifikasi Jalan Raya.....	11
2.4.1 Jalan Arteri	12
2.4.2 Jalan Kolektor	14
2.4.3 Jalan Lokal.....	15
2.5 Jalan Lintas.....	16
2.5.1 Kategori Muatan Sumbu Terberat.....	17
2.5.2 Beban Lalu Lintas.....	18
2.5.3 Faktor Distribusi Lajur dan Kapasitas Lajur.....	18

2.5.4 Koefisien Distribusi Kendaraan	19
2.5.5 Umur Rencana	20
2.5.6 Muatan Sumbu Terberat (MST).....	20
2.6 Jenis Kerusakan Pada Perkerasan Lentur.....	22
2.6.1 Retak (<i>Cracking</i>).....	23
2.6.2 Distorsi (<i>Distortion</i>).....	25
2.6.3 Cacat permukaan (<i>Disintegration</i>)	28
2.6.4 Kegemukan (<i>Bleeding or Flushing</i>).....	29
2.7 Tingkat Kerusakan Jalan	30
2.8 Kerusakan Jalan Akibat Beban Berlebih.....	32
2.9 Distribusi Beban Pada Perkerasan Lentur	33
2.10 Konfigurasi Sumbu dan Roda Kendaraan.....	35
2.10.1 Beban Sumbu.....	38
2.11 Metode Pendekatan Penilaian Kondisi Perkerasan Lentur	42
2.11.1 Metode Bina Marga	41
2.11.2 Penilaian Kondisi Perkerasan	42
2.11.3 Urutan Prioritas	43
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	47
3.1 Deskripsi Penelitian	47
3.2 Lokasi Penelitian.....	47
3.3 Metode Pengumpulan Data	48
3.3.1 Data Primer.....	48
3.3.2 Data Sekunder	48
3.4 Peralatan Penelitian.....	48
3.5 Rencana Alur Penelitian.....	50
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	50
4.1 Gambaran Umum	50
4.2 Hasil Perhitungan Volume lalulintas Harian Rata(LHR)	50
4.3 Angka Ekvivalen Beban Sumbu Kendaraan (<i>Vehicle Damage Factor</i>).....	57
4.4 <i>Analisi Equivalent Axle Load (ESA)</i>	59
4.5 <i>Truck Factor</i> (Faktor Truck).....	61
4.6 Analisa Data dengan Metode Bina Marga.....	69

4.6.1 Penilaian Kondisi Jalan	69
4.7 Penentuan Urutan Prioritas.....	75
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	76
5.1 KESIMPULAN	76
5.2 SARAN	76
DAFTAR PUSTAKA	78
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. <i>Faktor Ekvivalen (FE)</i>	9
Tabel 2. Faktor Distribusi Lajur.....	19
Tabel 3. <i>Koefisien</i> Distribusi Kendaraan.....	19
Tabel 4. Kode Angka Kendaraan.....	36
Tabel 5. Distribusi Beban Sumbu Untuk Berbagai Jenis Kendaraan.....	40
Tabel 6. Nilai Kondisi Jalan.....	44
Tabel 7. Nilai emp kendaraan.....	45
Tabel 8. Kelas Lalu Lintas.....	45
Tabel 9. Volume LHR 1 arah.....	51
Tabel 10. Volume LHR 2 arah.....	52
Tabel 11. Volume Lalu Lintas Harian Rata - rata Perhari/2 Arah Bermuatan (2 lajur 2 arah).....	53
Tabel 12. Volume Lalu Lintas Harian Rata - rata Perhari/2 Arah Tidak Bermuatan (2 lajur 2 arah)	54
Tabel 13. Angka Ekvivalen Beban Sumbu Tiap Jenis Kendaraan.....	55
Tabel 14. Hasil Analisis Angka <i>Equivalent Standart Axie Load</i>	57
Tabel 15. Jenis Kendaraan Berat Yang Melalui Ruas Jalan Sei Rampah (2 lajur 2 arah).....	59
Tabel 16. Kerusakan jalan, data primer.....	61
Tabel 17. Penilaian Kondisi Jalan	67
Tabel 18. Penilaian Kondisi Jalan Tiap Segmen.....	72

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. <i>Konfigurasi MST</i>	16
Gambar 2. Retak Halus	22
Gambar 3. Retak Kulit Buaya	23
Gambar 4. Retak Pinggir	23
Gambar 5. Retak Refleksi	24
Gambar 6. Retak Sudut	24
Gambar 7. Retak Selip	25
Gambar 8. Alur	26
Gambar 9. Keriting	26
Gambar 10. Sungkur	27
Gambar 11. Amblas	28
Gambar 12. Lubang.....	28
Gambar 13. Pelepasan Butiran.....	29
Gambar 14. Kegemukan	30
Gambar 15. Distribusi Beban Pada Perkerasan Lentur.....	33
Gambar 16. Distribusi Beban Roda Pada Lapisan Perkerasan Lentur	34
Gambar 17. Berbagai Konfigurasi Sumbu Kendaraan.....	35
Gambar 18. Pelimpahan Beban Kendaraan Ke Perkerasan Jalan	38
Gambar 19. Distribusi Beban Kendaraan Ke Setiap Sumbu	38
Gambar 20. Lokasi Penelitian.....	46
Gambar 21. Rencana Alur Penelitian.....	49
Gambar 22. Diagram Persentase Penilaian Tiap Kerusakan Jalan	66

DAFTAR NOTASI

A	= Persen distribusi berat kendaraan ke sumbu depan
B	= Persen distribusi berat kendaraan ke sumbu belakang
B	= Perbukitan
C _i	= Koefisien distribusi arus lalu lintas 2 arah ke lajur rencana untuk jenis kendaraan i
D	= Datar
DA	= Koefisien distribusi arah untuk jenis kendaraan i
DL	= Koefisien distribusi ke lajur rencana dari 1 arah lalu lintas untuk jenis kendaraan i
E	= Angka ekivalen
ESA	= <i>Equivalent single axle load</i> (Lintasan sumbu standar ekivalen)
F ₁	= Beban sumbu depan
F ₂	= Beban sumbu belakang
G	= Pegunungan
G	= Berat kendaraan
HV	= Kendaraan berat
I	= Jarak antara kedua sumbu
I ₁	= Jarak antara titik berat kendaraan dan sumbu depan
I ₂	= Jarak antara titik berat kendaraan dan sumbu belakang
LSS	= Lintasan sumbu standar
LHRT _i	= Lalu lintas harian rata - rata tahunan untuk jenis kendaraan i, kend/hari/2 arah
LHR _i	= Lalu lintas harian rata - rata untuk jenis kendaraan i, kendaraan/hari/2 arah
LV	= Kendaraan ringan
LHR	= Lalu lintas harian rata – rata
MST	= Muatan sumbu terberat
N	= Jumlah lalu lintas harian rata - rata kendaraan berat
Q	= Repetisi beban lalu lintas ke lajur rencana, kend/hari/lajur
SMP	= Satuan mobil penumpang
STRT	= Sumbu tunggal roda tunggal
STRG	= Sumbu tunggal roda ganda
STdRT	= Sumbu ganda atau sumbu tandem roda tunggal
STdRG	= Sumbu ganda atau tandem roda ganda
STrRG	= Sumbu tripel roda ganda
STA	= Stasiun penomoran panjang jalan
TF	= <i>Truck factor</i> (faktor truk)
UM	= Kendaraan tak bermotor
UP	= Urutan prioritas
VLR	= Volume lalu lintas rencana
1	= Menunjukkan sumbu tunggal dengan roda tunggal
2	= Menunjukkan sumbu tunggal dengan roda ganda
11	= Menunjukkan sumbu ganda atau tandem dengan roda tunggal
111	= Menunjukkan sumbu tripel dengan roda tunggal
22	= Menunjukkan sumbu ganda atau tandem dengan roda ganda

- 222 = Menunjukkan sumbu tripel dengan roda ganda
- = Menunjukkan pemisah antara sumbu depan dan sumbu belakang kendaraan
- = Menunjukkan kendaraan dirangkai dengan sistem hidrolik
- + = Menunjukkan kendaraan digandeng dengan kereta tambah



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu bagian penting dari infrastruktur transportasi yang memfasilitasi pergerakan orang dan produk adalah pengaspalan jalan. Namun, di banyak tempat, perkerasan jalan sering kali mengalami kerusakan sebelum mencapai masa pakainya. Selain membuat berkendara tidak nyaman, kerusakan ini membahayakan keselamatan pengemudi lain dan meningkatkan biaya pemeliharaan. Permasalahan tersebut diperparah oleh berbagai faktor, seperti tingginya volume lalu lintas, kelebihan muatan kendaraan, perubahan iklim, serta kualitas konstruksi yang tidak sesuai standar. Kondisi ini menimbulkan kebutuhan mendesak untuk melakukan evaluasi menyeluruh terhadap kinerja perkerasan jalan guna memastikan keberlanjutan infrastruktur transportasi yang andal dan aman.

Pada ruas Jalan Sei Rampah di Kabupaten Serdang Bedagai, Sumatera Utara, kerusakan perkerasan lentur menjadi isu yang berulang dan signifikan. Jalan ini banyak dilalui dan penting secara strategis, terutama bagi kendaraan yang mengirimkan perbekalan. Beban berlebih dari kendaraan yang sering kali melampaui kapasitas desain perkerasan menyebabkan tekanan berulang yang mempercepat munculnya berbagai jenis kerusakan seperti retak buaya, deformasi plastis, dan lubang (potholes). Selain itu, kurangnya pengawasan terhadap muatan kendaraan dan terbatasnya frekuensi pemeliharaan turut memperparah kondisi jalan. Hal ini mengindikasikan perlunya evaluasi mendalam yang tidak hanya mencatat kerusakan secara visual, tetapi juga mempertimbangkan beban aktual lalu lintas dan kapasitas struktural jalan.

Urgensi dari evaluasi ini terletak pada pentingnya menjaga keberlanjutan fungsi jalan sebagai sarana transportasi utama di wilayah tersebut. Tanpa adanya pemahaman yang komprehensif terhadap penyebab dan tingkat kerusakan, kebijakan pemeliharaan cenderung bersifat reaktif dan tidak tepat sasaran. Hal ini berdampak langsung pada meningkatnya risiko kecelakaan lalu lintas, terganggunya distribusi logistik, serta meningkatnya biaya perbaikan darurat. Evaluasi menyeluruh tidak hanya akan memperbaiki efektivitas perencanaan rehabilitasi dan pemeliharaan, tetapi juga memberikan kontribusi dalam upaya efisiensi anggaran infrastruktur secara jangka panjang dan meningkatkan keandalan jaringan jalan nasional.

Berbeda dari pendekatan konvensional yang mengandalkan metode visual seperti Pavement Condition Index (PCI), penelitian ini menawarkan kebaruan dengan mengadopsi metode Bina Marga dalam mengevaluasi kerusakan perkerasan lentur. Metode ini memungkinkan analisis yang lebih komprehensif dengan mempertimbangkan aspek struktural, lalu lintas aktual, serta lingkungan operasional jalan. Dengan metode Bina Marga, evaluasi dapat mencakup pengukuran langsung kerusakan permukaan dan penilaian kondisi struktural tiap lapisan perkerasan, sehingga hasilnya lebih representatif dan dapat digunakan sebagai dasar teknis dalam pengambilan keputusan rekonstruksi atau rehabilitasi jalan. Dalam konteks Jalan Sei Rampah, metode ini seharusnya menghasilkan hasil evaluasi yang lebih tepat dan relevan.

1.2 Perumusan Masalah

Mengingat konteks yang telah dijelaskan sebelumnya, maka permasalahan yang dikemukakan sebagai berikut :

1. Berapa jumlah lalu lintas di ruas jalan Sei Rampah, dan apakah beban gandar terlalu tinggi?
2. Seberapa besar faktor truk di ruas jalan Sei Rampah, dan apakah perkerasannya kelebihan beban?
3. Sejauh mana kerusakan ruas jalan Sei Rampah? Apakah kerusakannya parah?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Studi ini bertujuan untuk mengkaji kerusakan yang disebabkan oleh beban lalu lintas pada ruas jalan Sei Rampah Serdang Bedagai terhadap perkerasan lentur. Sedangkan tujuan penelitian untuk mendapatkan hasil evaluasi sehingga tepat menjadi solusi terbaik untuk perbaikan kontruksi perkerasan lentur pada ruas jalan Sei Rampah, Serdang Bedagai

1.4 Batasan Masalah

Penulis menetapkan batasan-batasan masalah penelitian sebagai berikut agar pembahasan isi tugas akhir ini dapat lebih terarah :

1. Ruas jalan Sei Rampah sepanjang satu kilometer menjadi objek kajian dalam kajian ini.
2. Metode Bina Marga digunakan untuk mengkaji kerusakan jalan akibat kendaraan standar dan kendaraan bermuatan lebih, dengan menggunakan Priority Order sebagai hasil akhir.
3. Metode Bina Marga digunakan untuk mengkaji tingkat kerusakan jalan.

4. Tidak memperhitungkan perkiraan pengurangan masa pakai jalan.
5. Proyeksi tebal perkerasan jalan Sub Dinas Pekerjaan Umum (PU) Bina Marga tidak dihitung ulang.
6. Mengabaikan perhitungan drainase jalan yang diteliti.
7. Tidak menghitung CBR tanah pada jalan Sei Rampah.
8. Studi ini hanya mengamati kerusakan yang diakibatkan oleh lalu lintas padat di ruas jalan Sei Rampah.

1.5 Manfaat Penelitian

Menyediakan informasi dan pemahaman yang dapat digunakan sebagai sumber pengajaran dan membantu para peneliti dan mahasiswa teknik sipil lebih memahami kerusakan jalan.

Sebagai pedoman bahan pertimbangan untuk meminimalisir kerusakan yang terjadi pada perkerasan lentur.

a. Manfaat Penulis

Manfaat penelitian ini bagi penulis antara lain memberikan gambaran menyeluruh tentang cara menilai kerusakan lapisan perkerasan lentur pada jalan raya dengan pendekatan Bina Marga serta memberikan pengalaman yang bermanfaat dalam upaya meningkatkan kapasitas penulis dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

b. Manfaat Akademis

Dalam upaya untuk mempelajari lebih lanjut tentang alasan di balik kerusakan jalan, penelitian ini dapat menawarkan kepada akademisi, peneliti, dan mahasiswa yang mempelajari teknik sipil bahan referensi tambahan yang dapat digunakan sebagai alat bantu pengajaran.

c. Manfaat Bagi Instansi

Memberikan informasi mengenai kondisi kerusakan jalan dan cara penanganan lapisan perkerasan lentur sehingga pemeliharaan dapat dilakukan secara tepat dan efektif. Selain itu dapat menyusun rekomendasi tindakan perbaikan berdasarkan hasil evaluasi, yang dapat meningkatkan kondisi jalan dan keselamatan pengguna Sei Rampah, Serdang Bedagai



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Analisis Dampak Beban Kendaraan terhadap Kerusakan Jalan oleh Zainal (2016). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui umur perkerasan jalan saat ini dan ketebalan perkerasan jalan yang baru. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode Bina Marga. Berdasarkan hasil penelitian, kendaraan gandeng memiliki pengaruh sebesar 46,621% terhadap Jalan Pahlawan, dan kendaraan berat dengan muatan lebih dari 8 ton merupakan sumber utama kerusakan jalan pada ruas Jalan Pahlawan di Kecamatan Citareup, Kabupaten Bogor. Berdasarkan hasil analisis, umur perkerasan ruas jalan Pahlawan berkurang 0,51 tahun dari 1,61 tahun pada awal perencanaan. Oleh karena itu, diperlukan penambahan perkerasan jalan setebal 6 cm.

Oleh Sari (2014), Analisis Beban Kendaraan terhadap Kerusakan Jalan dan Sisa Umur Layanan Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menilai beban lalu lintas yang melanggar peraturan kelebihan beban dan memastikan berapa lama desain jalan akan tetap beroperasi. Kendaraan yang melanggar Batas Beban Gandar Terberat (BMT) kerap terjadi, menurut hasil studi menggunakan teknik Bina Marga. Setiap tahun, 16 kendaraan golongan 4 melampaui batas kelebihan beban 25%–60%. Pada golongan 6b, terdapat 28 kendaraan per tahun yang melampaui batas kelebihan beban 25% hingga >60%. Pada golongan 7a, terdapat 29 kendaraan per tahun yang melampaui batas kelebihan beban 25%–60%. Sebaliknya, hanya satu kendaraan per tahun yang melanggar golongan 7c. Truk dua as dengan muatan

lebih dari 20 ton hampir sama dengan dua hingga tiga as tunggal yang lewat, dan truk dua as dengan muatan lebih dari 40 ton hampir sama dengan dua belas hingga tiga belas ton dua as satu lalu lintas, menurut hasil perhitungan tingkat kerusakan kendaraan kelebihan muatan. Menurut hasil perhitungan sisa umur, diperoleh sisa umur sebesar 99,955% dalam kondisi tipikal dengan n selama 10 tahun, yang berarti jalan tetap aman selama 10 tahun berikutnya.

Kerusakan Jalan Akibat Beban Lebih pada Ruas Jalan Lintas Timur KM 98 – KM 103 Sorek Kabupaten Pelalawan diterbitkan oleh Zulhafiz pada tahun 2013. Tujuan dari penelitian ini adalah menghitung nilai Truck Factor dan menganalisis LHR. Metode Bina Marga digunakan dalam penelitian ini. Dalam dua hari, terdapat 1837 truk berat dan 4136 kendaraan ringan dua arah, menurut hasil estimasi LHR. Persentase kendaraan ringan yang mengalami kerusakan sebesar 69,24%, sedangkan persentase retakan sepanjang lima kilometer sebesar 1,37%. Kendaraan ringan tersebut banyak berada di sisi kanan jalan Pekanbaru-Rengat yang memiliki lubang sebanyak 527,86 dan di sisi kiri sebanyak 179,29. Nilai Truck Factor lebih besar dari $TF = 8,44$ dan nilai ESAL total kendaraan per hari sebesar 15497,4. Dengan demikian, kelebihan muatan merupakan salah satu penyebab kerusakan jalan.

Sentosa (2012) meneliti pengaruh beban kendaraan berat pada konstruksi perkerasan kaku terhadap umur rencana perkerasan dengan menggunakan studi kasus pada ruas jalan Simpang Lago-Sorek Km 77 S/D 78. Tujuan penulis dalam studi ini adalah menggunakan pendekatan AASHTO 1993 untuk menilai konstruksi perkerasan kaku. Hasil studi menunjukkan bahwa sumbu beban kendaraan melebihi beban gandar maksimum lebih dari 17,98%. Umur rencana 20 tahun berkurang 8

tahun jika umur layanan dihitung dalam situasi kelebihan beban. Pengurangan umur layanan adalah 25,94% jika persamaan sisa umur dari AASHTO 1993 digunakan. Umur layanan berkurang 25,94% jika Persamaan Sisa Umur AASHTO 1993 digunakan.

2.2 Definisi Jalan

Jalan merupakan prasarana ekonomi yang sangat penting dan perlu dibangun serta dirawat. Kondisi prasarana jalan harus selalu dijaga agar tetap dalam kondisi baik untuk menjamin tidak adanya hambatan terhadap arus barang dan jasa. Peningkatan arus lalu lintas yang sangat cepat, baik dari segi jumlah kendaraan maupun beban kendaraan, hingga melampaui batas yang diizinkan (overload) menjadi salah satu kendala dalam menjaga kondisi perkerasan jalan yang memadai.

Salah satu tipe perkerasan jalan yang paling banyak diterapkan di Indonesia yakni perkerasan lentur. Namun, seiring berjalannya waktu, lapisan perkerasan ini akan mengalami kerusakan. Kondisi jalan yang rusak dan tidak terawat dapat meningkatkan risiko kecelakaan dan mempengaruhi ekonomi lebih buruk. Jalan yang rusak dan berlubang tidak hanya mengganggu lalu lintas tetapi juga meningkatkan pengeluaran bahan bakar, kemacetan, kecelakaan lalu lintas. Oleh karena itu, sangat penting untuk melakukan evaluasi berkala guna mengetahui kondisi jalan sebenarnya dan mengetahui bentuk kerusakannya, lalu melakukan pemeliharaan dan perbaikan yang diperlukan.

2.3 Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR)

Untuk mendokumentasikan jenis kendaraan bermotor, studi lapangan harus dilakukan pada hari Senin, Selasa, Rabu, Kamis, Jumat, Sabtu, dan Minggu. Hal ini dikarenakan volume lalu lintas harian rata-rata, sebagaimana dilaporkan oleh LHR, menunjukkan jumlah lalu lintas yang melewati dua rute berbeda setiap hari dalam seminggu. Jumlah lalu lintas dalam 1 Tahun dinyatakan sebagai Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR)

$$LHR = \frac{\text{Jumlah lalu lintas dalam 1 tahun}}{365}$$

Secara umum, setiap jenis kendaraan memiliki dampak terhadap arus lalu lintas total saat melintasi suatu lokasi dalam kurun waktu tertentu.

Perhitungan pengaruh ini melibatkan penyetaraan dengan kondisi standar. Perhitungan lalu lintas tahunan, yang terkait erat dengan umur jalan yang dimaksudkan, juga dapat dihitung menggunakan statistik lalu lintas, agar jalan tersebut secara ekonomis memenuhi standar. Karena lalu lintas jalan sering kali terdiri dari campuran kendaraan cepat, lambat, berat, ringan, dan tidak bermotor, kapasitas jalan menyebabkan setiap jenis kendaraan memiliki dampak pada arus lalu lintas total. Satuan Mobil Penumpang (SMP), yang ditunjukkan pada tabel 1, digunakan untuk membuat perhitungan lebih sederhana.

Tabel 1. Faktor Ekuivalensi (FE), (Sukirman, 1999)

Tipe kendaraan	fe
Sepeda motor	0,2
Kendaraan tak bermotor	0,5
Mobil penumpang	1,0
Micro truck	1,0

Bus kecil	1,0
Bus besar	1,3
Truck ringan (berat kotor <5 ton)	1,3
Truck sedang (berat kotor 5-10 ton)	1,3
Truck berat (berat kotor >10ton)	1,3

Keterangan Tabel 1 :

LV = adalah singkatan dari kendaraan ringan, yang meliputi mobil, sedan, dan bak terbuka.

HV = adalah singkatan dari kendaraan berat, yang meliputi truk tiga as 20 ton dan truk dua as 10 ton.

MC = adalah singkatan dari kendaraan roda dua.

UM = adalah kendaran tak bermotor

Kendaraan tanpa motor (NV) Volume lalu lintas harian rata-rata (ADU) ditunjukkan oleh jumlah unit mobil penumpang (PCU) dalam lalu lintas. Volume lalu lintas saat ini dan volume lalu lintas selama tahun yang direncanakan digunakan untuk mengklasifikasikan jalan yang diperkirakan mampu menangani volume lalu lintas. Klasifikasi tersebut meliputi lebar maksimum perkerasan jalan landai, kecepatan rencana, kelas jalan, jumlah lajur, dan elemen lainnya. Lalu lintas harian rata-rata (LHR), yang dihitung dengan membagi total lalu lintas dalam setahun dengan jumlah hari dalam setahun, adalah volume lalu lintas.

2.4 Klasifikasi Jalan Raya

Kategorisasi jalan raya merupakan alat yang berguna bagi para perencana karena menunjukkan kriteria operasi yang diperlukan. Menurut kriteria geoplaning

jalan raya yang dikeluarkan oleh Bina Marga, jalan di Indonesia dibagi menjadi tiga kategori: jalan arteri primer, jalan kolektor, dan jalan lokal.

2.4.1 Jalan Arteri Primer

Jalan raya yang memperlancar transportasi primer dan memiliki ciri-ciri berikut ini diklasifikasikan sebagai jalan raya arteri oleh Direktorat Jenderal Bina Marga: perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah pintu masuk (titik akses) yang dibatasi secara efisien. Ada dua jenis jalan arteri: jalan arteri primer dan jalan arteri sekunder.

1. Jalan Arteri Primer

Direktorat Jenderal Bina Marga menyatakan bahwa jalan arteri primer secara efisien menghubungkan pusat kegiatan nasional atau pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan daerah.

- a. Kecepatan rencana minimum untuk jalan arteri primer adalah 60 kilometer per jam (km/jam).
- c. Lebar minimum 11 meter diperlukan untuk rute utilitas.
- c. Pada jalan arteri utama, persimpangan jalan diatur sedemikian rupa sehingga sesuai dengan arus lalu lintas dan karakteristiknya.
- d. Harus memiliki perlengkapan jalan yang memadai, termasuk penerangan jalan, rambu lalu lintas, marka jalan, dan rambu-rambu.
- e. Sepeda dan kendaraan lain yang bergerak lambat harus memiliki jalur khusus.
- f. Menurut ketentuan geometrik, jalan arteri primer dengan empat jalur

atau lebih harus memiliki median.

- g. Jalur lambat (jalan depan) dan jalur khusus untuk kendaraan tidak bermotor harus dipasang di jalan raya arteri jika persyaratan jalan akses dan/atau jarak darat tidak dapat dipenuhi.

2. Jalan Arteri Sekunder

Jalan arteri sekunder ditetapkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga sebagai jalan yang memperlancar transportasi primer dan memiliki ciri-ciri sebagai berikut: perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah pintu masuk terbatas yang efektif. Jalan ini juga berfungsi sebagai rute distribusi layanan bagi masyarakat kota. Jalan ini juga dikenal sebagai jalan protokol di lingkungan metropolitan.

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga, jalan arteri sekunder mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

- a. Jalan arteri sekunder menghubungkan jalan arteri utama atau jalan kolektor dengan kawasan sekunder pertama, kawasan utama dan kawasan sekunder pertama, serta kawasan sekunder pertama dan kawasan sekunder kedua.
- b. Rute arteri sekunder dirancang dengan kecepatan desain serendah mungkin 30 km/jam.
- c. Badan jalan memiliki lebar setidaknya delapan meter.
- d. Terdapat batas 250 meter untuk akses langsung.
- e. Untuk layanan tingkat kota, bus dan kendaraan angkutan umum barang ringan dapat memanfaatkan jalan Arteri Sekunder.

2.4.2 Jalan Kolektor

Direktorat Jenderal Bina Marga (1997) Jalan kolektor adalah jalan umum dengan jumlah pintu masuk terbatas, kecepatan rata-rata sedang, dan karakteristik perjalanan sedang yang melayani angkutan umum atau pemisah jalan. Jalan kolektor terbagi menjadi dua jenis, yaitu jalan kolektor primer dan jalan kolektor sekunder:

1. Jalan Kolektor Primer

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga, jalan raya kolektor primer adalah jalan raya yang dibangun untuk melayani dan menghubungkan kota antarwilayah kawasan skala kecil, pelabuhan pengumpan regional, dan pelabuhan pengumpan lokal, serta pusat kegiatan regional dan pusat kegiatan lokal.

- a. Jalan kolektor utama di luar kota dibawa ke rute kolektor utama kota.
- b. Jalan raya arteri utama atau jalan kolektor utama yang melintasi atau mengarah ke suatu lokasi utama.
- c. Kecepatan desain minimum 40 km/jam digunakan saat merancang jalan arteri primer.
- d. Jalan kolektor utama lebarnya sedikitnya 7 meter.

2. Jalan Kolektor Sekunder

Jalan kolektor sekunder, sebagaimana ditetapkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga, adalah jalan yang memperlancar pengangkutan atau penyaluran barang dan memiliki ciri-ciri sebagai berikut: jumlah jalan akses yang sedikit, kecepatan rata-rata sedang, jarak tempuh sedang, dan

kemampuan untuk mendistribusikan jasa konstruksi kepada penduduk kota. Direktorat Jenderal Bina Marga mencantumkan ciri-ciri kolektor sekunder sebagai berikut.

- a. Wilayah sekunder kedua dan wilayah sekunder ketiga dihubungkan oleh jalan kolektor sekunder.
- b. Kecepatan desain minimum 20 km/jam digunakan dalam desain jalan raya kolektor sekunder.
- c. Jalan pengumpulan sekunder memiliki lebar minimal tujuh meter. Di kawasan permukiman, kendaraan pengangkut barang berat tidak diperbolehkan menggunakan fungsi jalan ini.

2.4.3 Jalan Lokal

Jalan Lokal adalah rute angkutan umum dengan jumlah pintu masuk yang tidak terbatas, kecepatan rata-rata rendah, dan jarak tempuh pendek, menurut Direktorat Jenderal Jalan Raya.

1. Jalan Lokal Primer

Jalan yang secara efektif menghubungkan pusat kegiatan lingkungan dengan pusat kegiatan regional, pusat kegiatan lokal dengan semua pusat kegiatan lokal, atau pusat kegiatan lingkungan dengan pusat kegiatan nasional dikenal sebagai jalan lokal primer.

- a. Jalan lokal primer di luar kota tetap menjadi jalan primer di dalam kota.
- b. Jalan lokal utama mencakup area utama atau menghubungkan ke rute utama lainnya.
- c. Kecepatan rencana minimum 20 km/jam digunakan dalam desain jalan lokal primer.

- d. Jalan ini dapat dibuka untuk bus dan kendaraan angkutan barang.
- g. Badan jalan lokal utama memiliki lebar minimum 6 meter.
- f. Pada sistem primer, volume lalu lintas harian rata-rata seringkali paling rendah.

2. Jalan Kolektor Sekunder

Jalan lokal sekunder menghubungkan kawasan sekunder pertama dengan perumahan dengan kawasan sekunder kedua dengan perumahan, kawasan sekunder ketiga dengan perumahan, dan seterusnya. Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga, jalan lokal sekunder dicirikan oleh fitur-fitur berikut. Jalan lokal sekunder menghubungkan perumahan dan area sekunder di bawah dan di antara area sekunder ketiga. Kecepatan maksimum 10 km/jam dipertimbangkan saat membangun jalan lokal sekunder. Lebar minimum badan jalan lokal sekunder adalah lima meter. Fungsi jalan seperti ini dilarang di kawasan permukiman untuk bus dan kendaraan berat lainnya. Jika dibandingkan dengan fungsi jalan lainnya, volume lalu lintas harian rata-rata seringkali paling rendah..

2.5 Jalan Lintas

Sebagaimana yang dikemukakan oleh Saodang (2005). Pada kenyataannya, total muatan kendaraan di lapangan bervariasi berdasarkan berat kendaraan dan muatan yang diangkutnya. Gandar kendaraan memindahkan muatan ini ke perkerasan jalan, setelah itu roda memindahkannya ke perkerasan. Agar beban gandar tidak melebihi beban gandar yang diperlukan, kendaraan memerlukan lebih banyak gandar seiring dengan bertambahnya beban. Tata letak gandar dan muatan

kendaraan menentukan beban masing-masing gandar. Terdapat berbagai susunan gandar untuk kendaraan, antara lain:

1. Sumbu Tunggal Roda Tunggal (STRT)
2. Sumbu Tunggal Roda Ganda (STRG)
3. Sumbu Tandem Roda Ganda (STDRG)
4. Sumbu Tridem Roda Ganda (STRRG)

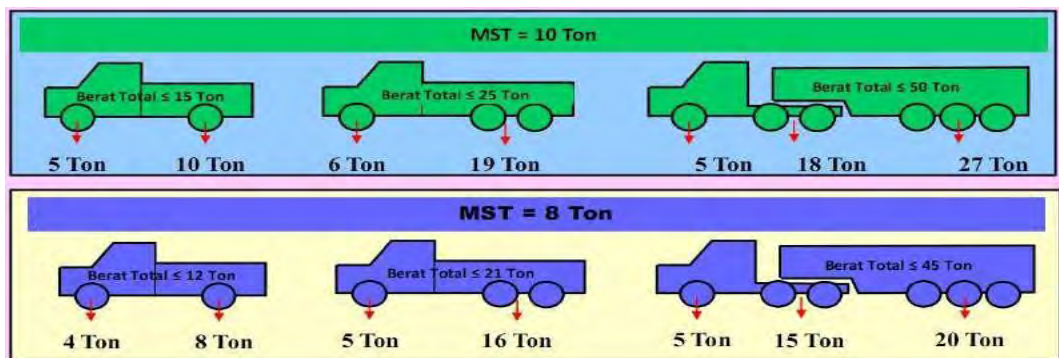
2.5.1 Kategori Muatan Sumbu Terberat

Untuk mencegah kerusakan jalan yang cepat akibat beban berlebih, setiap kelas jalan hanya diperbolehkan menerima beban gandar terberat. MST dibagi menjadi empat kategori, yaitu:

1. Mst = 10 Ton
2. Mst = 8 Ton
3. Mst = 5 Ton
4. Mst = 3,5 Ton

Disini, mst untuk poros tunggal adalah 8 ton, poros gandar ganda adalah 15 ton, dan poros tiga roda adalah 20 ton.

Dengan konfigurasi mst, sebagaimana terlihat pada gambar 1



Gambar 1. konfigurasi mst = 10 t, 8 t, 5 t dan 3,5 t. (sukirman, 1999)

2.5.2 Beban Lalu Lintas

Jika kuantitas kapasitas jalan yang tepat dalam mengelola beban lalu lintas diketahui, ketebalan lapisan perkerasan akan sejalan dengan rencana awal. Beban bertulang, juga disebut beban berulang, adalah beban yang diterima struktur perkerasan dari roda mobil yang melaju melintasi jalan raya selama masa desain. Berat kendaraan, desain as, area kontak antara roda dan kendaraan, dan kecepatan semuanya memengaruhi seberapa banyak beban yang diterima kendaraan. Ini akan memberikan jumlah kerusakan pada perkerasan jalan yang disebabkan oleh beban as yang bergerak melalui segmen jalan setiap saat. Melalui kendaraan di ujung as kendaraan, berat kendaraan dipindahkan ke perkerasan jalan. Setiap mobil memiliki susunan as yang unik. Sementara as belakang mungkin berupa as tunggal, as ganda, atau as roda tiga, as depan mungkin berupa as tunggal.

Berat kendaraan dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut :

1. Fungsi jalan

Dibandingkan dengan jalan datar, jalan raya arteri sering kali membawa beban lebih besar untuk kendaraan berat.

2. Kondisi medan

Dibandingkan dengan jalan raya di medan datar, kendaraan tidak dapat mengangkut muatan yang lebih besar melalui jalan berbukit.

3. Kegiatan ekonomi di wilayah yang dimaksud

Jenis kegiatan yang berlangsung di suatu wilayah sangat memengaruhi jenis muatan yang diangkut oleh kendaraan berat. Misalnya, truk di kawasan industri

mengangkut muatan yang berat dan jenisnya berbeda dengan truk di kawasan perkebunan.

4. Perkembangan wilayah

Pertumbuhan wilayah di sekitar lokasi jalan dapat memengaruhi material yang diangkut oleh mobil.

Kerusakan akibat beban lalu lintas memiliki dampak yang berbeda di berbagai lokasi. Diperlukan standar yang dapat mewakili semua jenis kendaraan agar semua beban yang diterima oleh struktur perkerasan jalan sama dengan beban standar. Beban standar ini merupakan daya dukung maksimum kendaraan.

Beban yang sering digunakan sebagai batas maksimum yang diizinkan untuk sebuah kendaraan adalah beban gandar maksimum. Beban gandar ini diambil sebesar 18.000 pon (8 ton) pada satu gandar standar. Angka ini diambil karena gaya rusak yang disebabkan oleh beban gandar terhadap struktur perkerasan adalah satu.

2.5.3 Faktor Distribusi Lajur dan Kapasitas Lajur

Tabel 2 mencantumkan parameter distribusi lajur untuk kendaraan niaga, seperti truk dan bus. Sepanjang umur rencana, beban rencana pada setiap lajur tidak boleh lebih besar dari kapasitas lajur pada tahun tertentu. Yang dimaksud dengan "kapasitas lajur" adalah kapasitas lajur maksimum yang mengacu pada MKJI sebagaimana tercantum dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 19/PRT/M2011 tentang Persyaratan Teknis Jalan Mengenai Rasio Kapasitas Volume (RVK) yang Harus Dipenuhi.

Tabel 2. Faktor Distribusi Lajur (DL) (Pt T-01-2002-B) (Nofrianto, 2013)

Jumlah lajur per arah	% beban gandar standar dalam lajur rencana
1	100
2	80-100
1	2
3	60-80
4	50-75

2.5.4 Koefisien Distribusi Kendaraan Bina Marga

Bina Marga (2003) digunakan untuk mengevaluasi koefisien distribusi kendaraan baik truk ringan maupun truk berat yang melalui alur yang dimaksud.

Tabel 3. Koefisien distribusi kendaraan (pd t-14-2003) nofrianto (2013).

Jumlah Jalur	Kendaraan Ringan		Kendaraan Berat	
	1 Arah	2 Arah	1 Arah	2 Arah
1 Jalur	1,00	1,00	1,00	1,00
2 Jalur	0,60	0,60	0,70	0,50
3 Jalur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 Jalur	-	0,30		0,45
5 Jalur	-	0,25		0,425
6 Jalur	-	0,20		0,40

2.5.5 Umur Rencana Jalan

Nofrianto (2013) mendefinisikan umur desain sebagai periode waktu sejak

jalan dibuka hingga diperlukan perbaikan signifikan atau penerapan lapisan permukaan baru untuk menjamin kinerja puncak. Lalu lintas masa depan dan saat ini akan menentukan perlunya perbaikan selama umur rencana jalan. Saat menghitung umur rencana perkerasan jalan, elemen-elemen berikut dipertimbangkan:

1. Jalan dikategorikan secara fungsional.
2. Nilai ekonomi jalan dan pola lalu lintas dapat ditentukan menggunakan berbagai metode, termasuk metodologi Tingkat Pengembalian Biaya Manfaat, atau kombinasi dari metode ini dan metode lain yang terkait erat dengan pola pertumbuhan regional.

(Hendarsin. 2013) Beberapa tipe rencana umur :

1. 20 hingga 25 tahun untuk lapisan perkerasan aspal baru.
2. 20 – 40 tahun untuk Lapisan perkerasan kaku baru.
3. (aspal, 10 – 15), (batupasir, 10 – 20) tahun untuk lapisan tambahan.

2.5.6 Muatan Sumbu Terberat (MST) Jalan

Besarnya tekanan roda yang diberikan oleh satu poros roda mobil terhadap jalan disebut beban. Menurut PP nomor 43 tahun 1993 tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan, beban poros roda terberat adalah berat poros roda kendaraan bermotor yang paling banyak yang harus dipikul oleh jalan. Undang-Undang Nomor 22 tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan mengatur pengelompokan jalan berdasarkan kelas jalan. Pengelompokan jalan tersebut meliputi:

1. Jalan Kelas I merupakan jalan arteri dan kolektor yang diperuntukkan bagi kendaraan bermotor dan mempunyai dimensi maksimum lebar 2.500 mm, panjang 18.000 mm, lebar 4.200 mm, dan beban gandar 10 ton.

2. Jalan Kelas II: jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang diperuntukkan bagi kendaraan bermotor dengan lebar maksimum 2.500 mm, panjang maksimum 12.000 mm, ukuran maksimum 4.200 mm, dan beban gandar maksimum 8 ton.
3. Jalan Kelas III: jalan arteri, kolektor, lokal, dan lingkungan yang diperuntukkan bagi kendaraan bermotor dengan lebar maksimum 2.100 mm, panjang maksimum 9.000 mm, ukuran maksimum 3.500 mm, dan beban gandar maksimum 8 ton.
4. Jalan raya golongan khusus merupakan jalan arteri yang diperuntukkan bagi kendaraan bermotor yang mempunyai lebar sekurang-kurangnya 2.500 mm, panjang sekurang-kurangnya 18.000 mm, tinggi sampai dengan 4.200 mm, dan mempunyai beban gandar lebih dari 10 ton.

2.6 Jenis Kerusakan Jalan Pada Perkerasan Lentur

Kerusakan jalan dapat diklasifikasikan ke dalam kategori berikut, menurut Manual Pemeliharaan Jalan Direktorat Jenderal Bina Marga Nomor: 03/MN/B/1983:

1. Kerusakan Retak(*Crack*).
2. Kerusakan Distorsi (*Distortion*).
3. Kerusakan Cacat permukaan (*Surface defects*).
4. Kerusakan Pengausan (*War and tier*).
5. Kerusakan Kegemukan (*Obesity*).
6. Kerusakan Penurunan pada bekas penanaman utilitas.

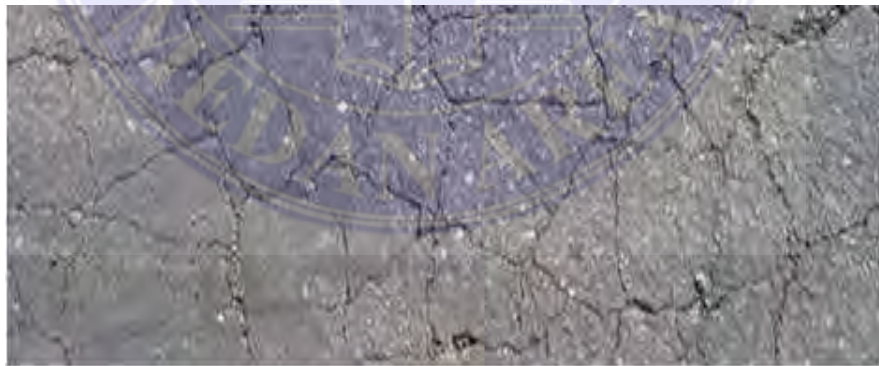
2.6.1 Kerusakan Retak (*Cracking*)

Dalam konteks identifikasi kerusakan, retakan didefinisikan sebagai retakan permukaan pada perkerasan jalan. Kejadian pertama dan evolusinya adalah dua tahap di mana mekanisme retakan dipisahkan. Untuk tujuan pemodelan, timbulnya retakan permukaan pada tingkat 0,5%/km dianggap sebagai peristiwa pecahnya retakan awal, yang merupakan peristiwa temporal yang terpisah. Retakan menyebar dengan cepat di seluruh permukaan dan memperbesar celah retakan pada tahap berikutnya. (HDM IV, 1995).

Retakan lapisan permukaan jalan dapat diidentifikasi dengan cara berikut:

1. Kerusakan Retak Halus (*Hair Cracking*)

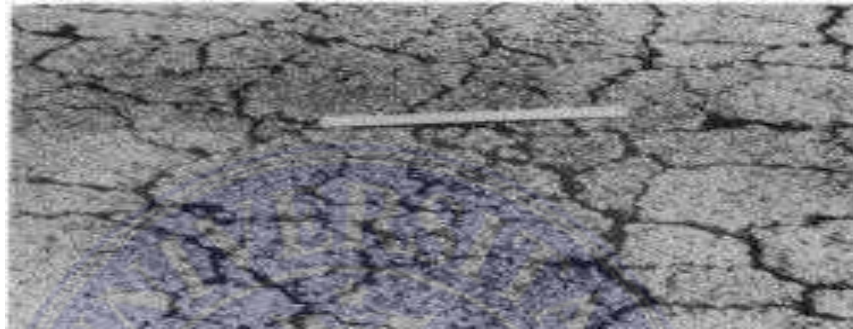
Lebar celah kurang dari atau sama dengan 3 mm karena lapisan tanah dasar, atau bagian perkerasan di bawah lapisan permukaan, kurang stabil. Jika diabaikan, retakan kecil ini berpotensi menyebabkan air merembes ke lapisan luar dan akhirnya berubah menjadi retakan kulit buaya. Sukirman (1999).



Gambar 2. Retak Halus (Mulki, 2018)

2. Kerusakan Retak Kulit Buaya (*alligator crack*)

Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3, retakan kulit buaya didefinisikan sebagai jaringan beberapa kotak kecil (poligon) dengan lebar celah lebih dari 3 mm yang menyerupai kulit buaya. Menurut Shahin (1994), retakan yang saling berhubungan tersebut berukuran antara 2,5 cm hingga 15 cm. 1994).



Gambar 3. Retak Kulit Buaya (Shahin, 2005)

3. Kerusakan Retak pinggir (*edge crack*)

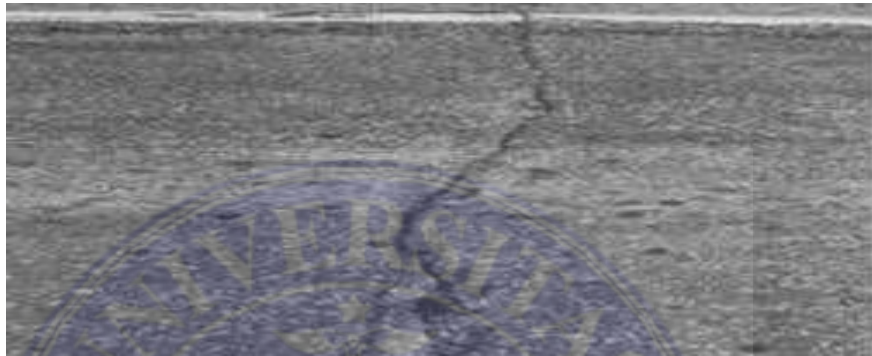
retakan yang membentang sepanjang jalan, baik di bahu jalan maupun cabang-cabang yang mengarah ke sana. Retakan ini umumnya disebabkan oleh drainase yang buruk, penyusutan tanah, penurunan di bawah area tersebut, atau dukungan sisi jalan yang tidak memadai. Akar tanaman yang tumbuh di tepi perkerasan jalan mungkin menjadi penyebab retakan ini. Penempatan retakan dapat menyebabkan air merembes masuk, yang selanjutnya merusak lapisan luar. Sukirman (1999).



Gambar 4. Retak Pinggir (*edge crack*)

4. Kerusakan Retak Refleksi (*reflection crack*)

Ketika retakan pada lapisan di bawahnya menyebar ke lapisan permukaan, hal ini dikenal sebagai retak refleksi. Mengurangi masa lelah yang tersedia di lapisan atas sangat penting karena retak refleksi terjadi ketika beban terkonsentrasi di ujung retakan bagian dalam. Wiyono (2009).



Gambar 5. Retak Refleksi (Shahin, 2005)

5. Kerusakan Retak sudut (*Shrinkage crack*)

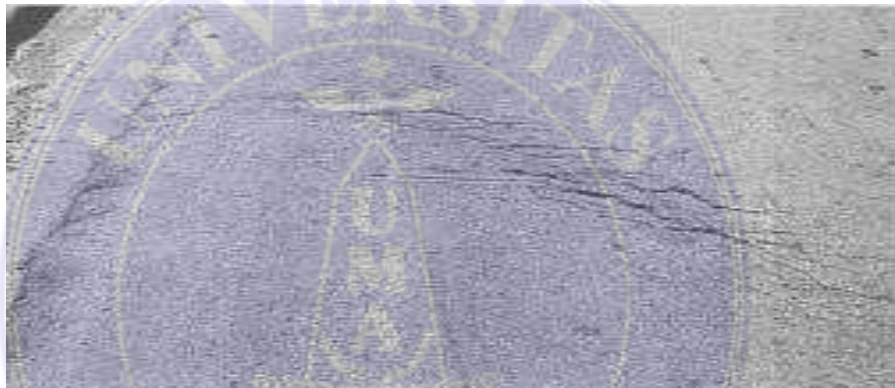
Retakan berbentuk kotak besar dengan sudut tajam terbentuk akibat adanya retakan yang saling menyambung. Penyebab utama terjadinya retakan adalah perubahan volume lapisan pondasi dan tanah dasar atau variasi volume lapisan permukaan aspal dengan penetrasi yang rendah. Sukirman (1999).



Gambar 6. Retak Sudut (Anonymous, 2019)

6. Kerusakan Retak Slip (*slippage crack*)

Retakan dengan lengkungan seperti bulan sabit. Retakan ini disebabkan oleh ikatan yang buruk antara lapisan permukaan dan lapisan di bawahnya. Tidak adanya tackcoat sebagai bahan pengikat antara kedua lapisan atau adanya debu, minyak, air, atau bahan lain yang tidak berpegas dapat mengakibatkan ikatan yang buruk. Pemadatan lapisan permukaan yang tidak memadai atau pasir yang berlebihan dalam campuran juga dapat mengakibatkan retakan selip. Sukirman (1999).



Gambar 7. Retak Slip (Shahin, 2005)

2.6.2 Distorsi (*Distortion*)

Distorsi bentuk dapat diakibatkan oleh tanah dasar yang lemah dan pemadatan lapisan dasar yang tidak memadai, yang kemudian dapat menimbulkan pemadatan tambahan dari beban lalu lintas. Penting untuk mengidentifikasi jenis dan sumber distorsi sebelum melakukan perbaikan apa pun. Hasilnya, jenis penanganan yang sesuai dapat diidentifikasi. Berikut ini beberapa cara untuk membedakan distorsi:

1. Alur (*ruts*)

Patterson (1987) mendefinisikan alur sebagai deformasi jangka panjang pada

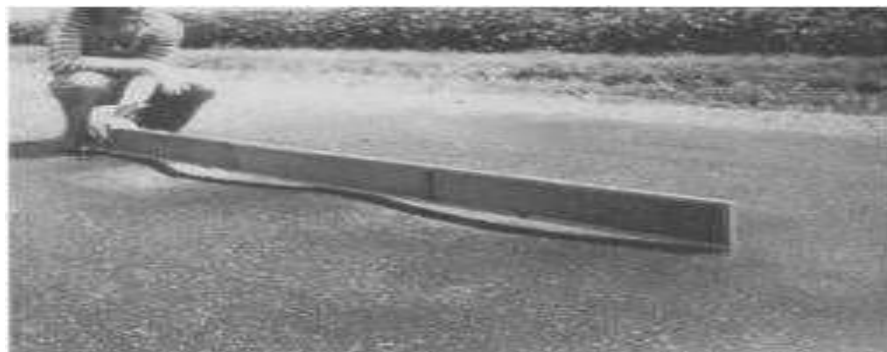
lapisan perkerasan jalan yang disebabkan oleh lalu lintas konstan yang berkembang di jejak ban. Keausan permukaan, kerusakan material, atau komponen yang melemah akan menyebabkan alur. Biaya pengoperasian kendaraan (yang memengaruhi nilai traksi), keselamatan (adanya genangan air), dan getaran beban semuanya dipengaruhi oleh pemantauan dan pengendalian alur.



Gambar 8. Alur (shahin, 2005)

2. Keriting (*corrugation*)

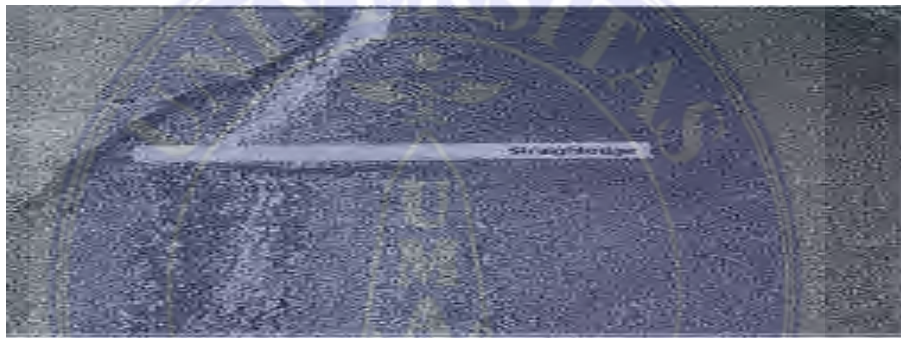
Alur pada sisi jalan lainnya. Penyebab kerusakan ini adalah rendahnya stabilitas jalan campuran, yang dapat disebabkan oleh penggunaan aspal, agregat halus, agregat bulat dengan permukaan halus, atau aspal dengan daya tembus tinggi yang terlalu banyak. Keriting juga dapat terjadi pada perkerasan aspal cair jika lalu lintas dibiarkan melewatinya sebelum permukaannya sempat mengeras. Sukirman (1999).



Gambar 9. Keriting (shahin, 2005)

3. Sungkur (*shoving*)

Beban lalu lintas menimbulkan sungkur, yaitu pergeseran permukaan perkerasan secara longitudinal dan lokal yang terus-menerus. Gelombang pendek yang menyerupai gelombang atau terbentuk di permukaan perkerasan secara tiba-tiba saat lalu lintas menekannya. Stabilitas campuran aspal yang rendah, kadar air yang berlebihan pada lapisan dasar granular, ketebalan perkerasan yang tidak memadai, dan ikatan yang buruk antar lapisan perkerasan merupakan penyebab utama kerusakan sungkur. Shahin (1994).



Gambar 10. Sungkur (Hardiyatmo, 2015)

4. Amblas (*grade depression*)

terjadi secara lokal dan bisa saja retak atau tidak. Adanya genangan air menunjukkan adanya penurunan tanah. Lapisan perkerasan jalan pada akhirnya dapat berlubang akibat genangan air yang merembes masuk. Beban kendaraan yang lebih tinggi dari yang diantisipasi, konstruksi yang buruk, atau penurunan bagian perkerasan jalan yang disebabkan oleh penurunan tanah pondasi merupakan penyebab utama penurunan tanah. Sukirman (1999).



Gambar 11. Amblas (shahin, 2005)

2.6.3 Cacat permukaan (*Disintegration*)

Lapisan perkerasan jalan mengalami kerusakan mekanis dan kimiawi akibat degradasi ini. Kerusakan permukaan ini meliputi hal-hal berikut:

1. Lubang (*potholes*)

Hilangnya lapisan dasar dan lapisan aus menyebabkan lubang jalan, yang merupakan cekungan pada permukaan perkerasan. Kerusakan ini biasanya terjadi di dekat retakan atau di tempat-tempat yang drainasenya tidak memadai, yang memungkinkan air meluap ke perkerasan. Kombinasi material lapisan permukaan yang kurang baik, air yang merembes ke lapisan dasar melalui retakan perkerasan, dan beban lalu lintas yang menyebabkan hancurnya lapisan dasar merupakan penyebab kerusakan ini. Shahin (1994).



Gambar 12. Lubang (Shahin, 2005)

2. Pelepasan butir (*raveling*)

Pemisahan butiran agregat permukaan dari campuran agregat aspal dikenal sebagai pelepasan butiran (Bennet, 1995). Bergantung pada metode konstruksi yang digunakan, prevalensi pelepasan butiran menunjukkan perilaku yang berbeda-beda di setiap negara dan lokasi. Pelepasan butiran merupakan jenis kerusakan yang jarang terjadi pada perkerasan aspal dengan campuran panas berkualitas tinggi dan biasanya disebabkan oleh aplikasi yang tidak memadai dan membran aspal yang tipis (pada pelapisan/perlakuan permukaan aspal). Wiyono (2009).

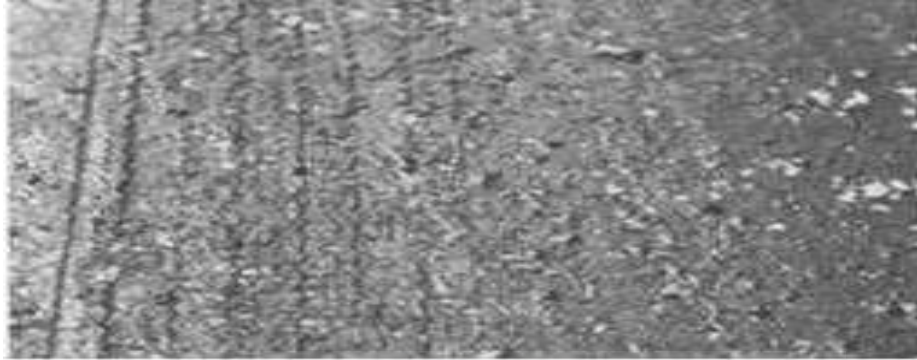


Gambar 13. Pelepasan Butir (Shahin, 2005)

2.6.4 Kegemukan (*Bleeding or Flushing*)

Kegemukan adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan penumpukan aspal pada satu bagian permukaan jalan. Pembentukan lapisan tipis aspal pada permukaan perkerasan jalan merupakan tanda fisik kerusakan ini, dan jika perkerasan jalan menjadi panas atau banyak dilalui, jejak ban dari mobil yang lewat akan terlihat. Kerusakan ini, yang membuat jalan menjadi licin, disebabkan oleh sejumlah faktor, termasuk penggunaan aspal dalam jumlah berlebihan pada lapisan primer atau tack coat, jumlah aspal yang berlebihan pada campuran aspal,

jumlah udara yang berlebihan pada campuran aspal, dan penetrasi agregat ke dalam lapisan dasar, yang melemahkan lapisan dasar. Shahin (1994).



Gambar 14. Kegemukan (Shahin, 2005)

2.7 Tingkat Kerusakan Pada Jalan

Jenis kerusakan berdasarkan besarnya kerusakan menurut teknik PCI yang dijadikan acuan untuk mengetahui tingkat kerusakan jalan yang umumnya terjadi pada perkerasan jalan lentur, antara lain: (Shahin, 1994).

1. Kerusakan Retak Kulit Buaya

Tiga tingkat kerusakan (keparahan) retak buaya adalah sebagai berikut:

a. *Low severity level*

Meskipun ada retakan kecil yang sejajar satu sama lain, kondisi jalan secara umum masih baik.

b. *Medium severity level*

Ada kemungkinan partikel terlempar keluar, kondisi retak mengakibatkan adanya retakan dan pola jaringan, dan area retak agak terbuka.

c. *High severity level*

Jaringan retakannya dalam dan terbuka, dan beberapa partikel di area yang

terkena dampak telah terlepas.

2. Kerusakan Alur

Tiga tingkat kerusakan (keparahan) alur adalah sebagai berikut:

a. Tingkat keparahan rendah

Memiliki tingkat alur sedalam $1/4$ – $1/2$ inci.

b. Tingkat keparahan sedang

Memiliki tingkat kedalaman alur setengah hingga satu inci.

c. Tingkat Keparahannya Tinggi

Dengan tingkat kedalaman alur >1 inci.

3. Kerusakan Ambblas

Tiga tingkat kerusakan (tingkat keparahan) digunakan untuk mengkategorikan depresi:

a. Tingkat keparahan rendah

Dengan tingkat kedalaman $1/2$ hingga 1 inci, kondisi penurunan hampir tidak terdeteksi.

b. Tingkat Keparahannya Sedang

Meskipun tidak terlalu kentara, kondisi penurunan tanah terlihat jelas; kedalamannya antara satu hingga dua inci.

c. Tingkat Keparahannya Tinggi

Situasi penurunan tanah sangat terlihat, dan perbedaan elevasi pada permukaan perkerasan dapat diukur dan kedalamannya lebih dari dua inci.

2.8 Kerusakan Jalan Akibat Beban Berlebih

Beban berlebih didefinisikan sebagai beban gandar kendaraan yang lebih besar dari batas maksimum yang diizinkan (MST = Beban Gandar Terberat). Selain itu, ketika beban gandar kendaraan melampaui beban yang biasa diasumsikan dalam desain permukaan jalan atau jumlah perjalanan operasi sebelum masa pakai desain tercapai, kelebihan beban—juga dikenal sebagai kerusakan dini—terjadi.

Beban berlebih pada kendaraan yang melebihi batas yang ditentukan akan meningkatkan faktor kerusakan kendaraan secara signifikan, yang kemudian akan mengakibatkan kerusakan pada struktur jalan. Dampak masing-masing kendaraan terhadap lapisan perkerasan jalan raya berbeda-beda karena jenis dan ukuran beban kendaraan yang berbeda-beda. Struktur perkerasan akan lebih cepat rusak jika kendaraan membawa beban lebih besar pada lapisan perkerasan.

Nilai total faktor truk ditentukan menggunakan pendekatan kelebihan muatan. Faktor Truk adalah total Beban Gandar Tunggal Ekuivalen (ESAL) yang disebabkan oleh truk besar yang membawa muatan berlebih. Nilai faktor truk yang lebih besar dari 1 ($TF > 1$) menunjukkan kerusakan akibat kelebihan muatan.

Persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai faktor truk adalah: (Wiyono, 2009)

$$TF = \frac{\text{Total ESAL}}{N}$$

Keterangan :

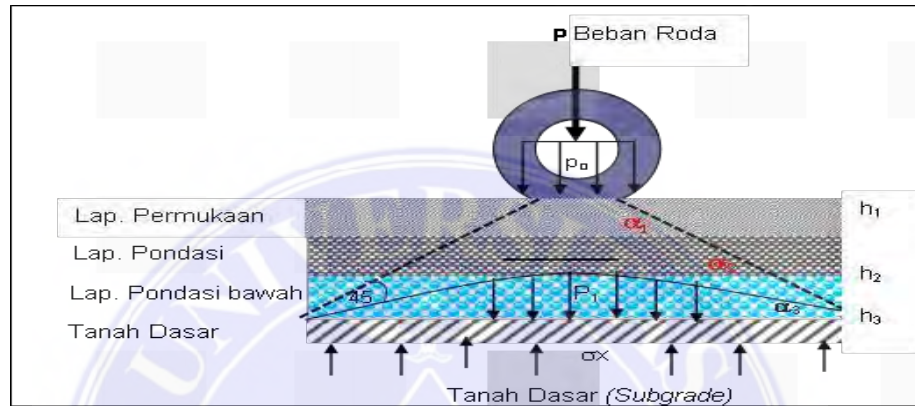
TF = Truck Faktor

Total ESAL = Nilai Total Esal

N = Jumlah Kendaraan Berat

2.9 Distribusi Beban Pada Perkerasan Lentur

Konstruksi perkerasan lentur ini terdiri dari beberapa lapisan material khusus. Agar lapisan di bawahnya dapat bertahan dan menerima beban lebih sedikit, setiap lapisan akan menyerap beban dari lapisan di atasnya dan memindahkannya ke lapisan di bawahnya.



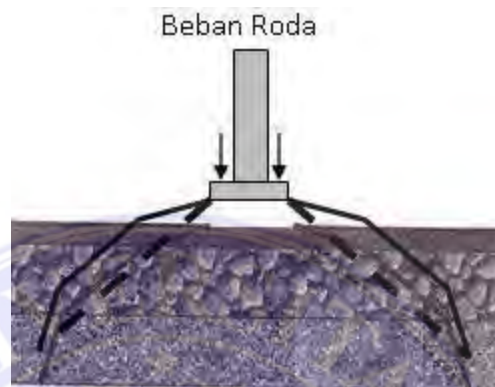
Gambar 15. Distribusi Beban Pada Perkerasan Lentur (Modul Pemeliharaan Perkerasan Lentur dalam Rakhmatika, 2011)

Keterangan :

- p = beban roda kendaraan .
- p_0 = beban awal.
- $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ = sudut penyebaran beban setiap lapis.
- σ = tegangan yang diberikan oleh tanah dasar.
- h_1, h_2, h_3 = tebal setiap lapisan perkerasan.

P_1 lebih besar daripada P_0 pada Gambar 16 karena berat kendaraan tersebar pada permukaan perkerasan lentur yang lebih kecil. Setelah itu, P_1 tersebar ke lapisan di bawahnya, dan seterusnya. Lapisan perkerasan lentur tersusun dari beberapa lapisan, dengan lapisan atas memiliki kualitas yang lebih unggul daripada lapisan di bawahnya karena $P_2 < P_1$.

Gambar 16 menunjukkan bagaimana beban lalu lintas didistribusikan ke lapisan di bawahnya sebagai akibat dari kekakuan yang tidak merata pada setiap lapisan perkerasan.



Gambar 16. Distribusi Beban Roda Pada Lapisan Perkerasan Lentur

2.10 Konfigurasi Sumbu dan Roda Kendaraan

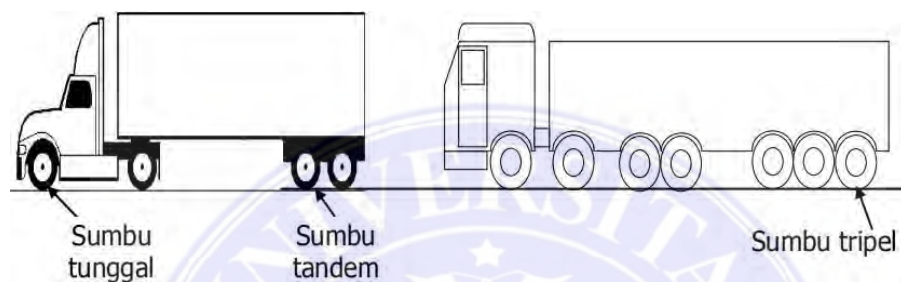
Konfigurasi Roda dan Gandar untuk Kendaraan Ganda roda depan, yang juga dikenal sebagai gandar kendali, dan gandar belakang, yang terkadang dikenal sebagai gandar penahan beban, adalah dua gandar yang dimiliki setiap kendaraan. Satu atau dua roda dipasang pada setiap ujung gandar. Saat ini, banyak jenis truk besar dengan lebih dari dua gandar tersedia.

Gandar kendaraan dibagi ke dalam beberapa kategori berikut berdasarkan tata letak gandar dan jumlah roda di ujung gandar:

1. Sumbu Tunggal Roda Tunggal (STRT);
2. Sumbu Tunggal Roda Ganda (STRG);
3. Sumbu Ganda Atau Sumbu Tandem Roda Tunggal (STDRT);
4. Sumbu Ganda Atau Sumbu Tandem Roda Ganda (STDRG);

5. Sumbu Tripel Roda Ganda (STRRG).

Kendaraan dengan susunan as tunggal, as ganda, dan as tiga ditunjukkan pada Gambar 17 di bawah ini. Proses perencanaan menggunakan kode numerik dan simbol untuk mempermudah pembedaan antara berbagai jenis kendaraan. Sukirman (2010).



Gambar 17. Berbagai Konfigurasi Sumbu Kendaraan (Sukiman, 2010)

kode angka kendaraan dengan pengertian sebagai berikut :

- 1 : menunjukkan konfigurasi kendaraan sumbu tunggal dengan roda tunggal.
- 2 : menunjukkan konfigurasi kendaraan sumbu tunggal dengan roda ganda.
- 11 : menunjukkan konfigurasi kendaraan sumbu ganda atau tandem dengan roda tunggal.
- 111 : menunjukkan konfigurasi kendaraan sumbu tripel dengan roda tunggal.
- 22 : menunjukkan konfigurasi kendaraan sumbu ganda atau tandem dengan roda ganda.
- 222 : menunjukkan konfigurasi kendaraan sumbu tripel dengan roda ganda.

Kode simbol dengan pengertian sebagai berikut :

- : menunjukkan simbol kendaraan pemisah antara sumbu depan dan sumbu

belakang kendaraan.

- : menunjukkan simbol kendaraan dirangkai dengan sistem hidrolik.

+ : menunjukkan simbol kendaraan digandeng dengan kereta tambahan.

Kode nomor gandar kendaraan bervariasi tergantung pada susunan as dan roda berbagai jenis kendaraan. Kode-kode ini meliputi:

Tabel 4. Kode Angka Kendaraan

No	Jenis Konfigurasi Sumbu	Keterangan
1.		Kode konfigurasi gandar 1.1 yaitu kendaraan dengan gandar depan dan gandar belakang berupa gandar tunggal dengan roda tunggal (1). Mobil dengan as roda tunggal di depan (1) dan as roda ganda di belakang (22) diidentifikasi dengan konfigurasi as roda nomor 1.22.
2.		Kode konfigurasi gandar 1.22-22 menunjukkan kendaraan dengan susunan gandar yang terdiri dari gandar depan, gandar tunggal, dan roda tunggal. (1) dan poros belakang adalah poros tandem roda ganda (22), memiliki sistem hidrolik tambahan (-) dengan poros tandem roda
3.		

	ganda (22).
4.	 Mobil dengan tata letak poros yang mencakup poros depan dan poros tunggal serta roda diidentifikasi dengan nomor konfigurasi poros 1.22-22+2.2. (1) dan poros ganda roda ganda (22) digunakan untuk poros belakang. Poros ganda roda ganda (22) dan sistem hidrolik (-) kendaraan dihubungkan ke kereta kedua yang memiliki poros depan dan poros roda tunggal belakang (2.2).

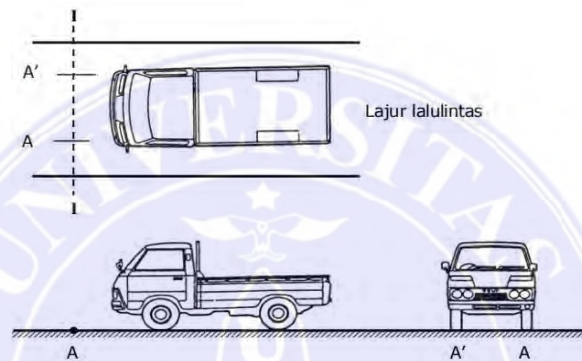
Sumber : Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur (Sukiman, 2010)

2.10 .1 Beban Sumbu

Sukiman (2010) menyoroti bahwa beban as roda mobil tersebar di antara roda-rodanya, suatu kejadian umum sepanjang umur jalan karena volume lalu lintas. Titik A pada Gambar 3.6 menerima beban kendaraan dua kali melalui bidang kontakannya karena jejak ban depan dan belakang. Titik A terletak di jalur lintasan kendaraan bersama dengan titik A'. Beban yang sama akan diterapkan pada titik A dan A' pada saat yang sama. Beban tersebut sama dengan setengah dari beban as kendaraan.

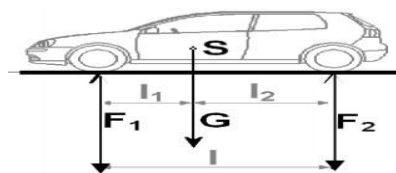
Bagian I-I dari perkerasan jalan mengalami beban berulang yang sama dengan jumlah lintasan as roda kendaraan. Kendaraan dengan dua as roda harus mengulang

beban pada bagian I-I sebanyak dua kali, dan kendaraan dengan tiga as roda harus mengulangnya sebanyak tiga kali. Dengan kata lain, jumlah as roda setara dengan jumlah pengulangan beban yang disebabkan oleh satu kendaraan. Oleh karena itu, pengulangan lintasan as roda, bukan lintasan roda atau rute kendaraan, digunakan untuk menunjukkan pengulangan beban as roda dalam desain ketebalan perkerasan.



Gambar 18. Pelimpahan Beban Kendaraan Ke Perkerasan Jalan (Sukirman, 2010)

Titik gravitasi setiap kendaraan ditentukan oleh desainnya. Jumlah berat yang ditransfer ke as roda bergantung pada lokasi titik gravitasi kendaraan. Akibatnya, distribusi beban berbeda-beda menurut jenis kendaraan. Pada Gambar 19, seluruh berat kendaraan G dibagi oleh as roda depan (berat F_1) dan as roda belakang (berat F_2).



Gambar 19. Distribusi Beban Kendaraan Ke Setiap Sumbu (Sukirman, 2010)

$$F_1 = G I_2 / I$$

$$F_2 = G I_1 / I$$

Dengan :

G = Berat sumbu kendaraan;

F₁ = Beban sumbu depan kendaraan;

F₂ = Beban sumbu belakang kendaraan;

I = Jarak sumbu antara kedua sumbu kendaraan;

I₁ = Jarak sumbu antara titik berat kendaraan dan sumbu depan kendaraan;

I₂ = Jarak sumbu antara titik berat kendaraan dan sumbu belakang kendaraan.

Berat kendaraan didistribusikan A% ke as roda depan dan B% ke as roda belakang jika $I_2 / I = A\%$ dan $I_1 / I = B\%$. Dalam kasus ini:

$$F_1 = 0,0A G \text{ dan } F_2 = 0,0B$$

Dengan :

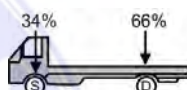
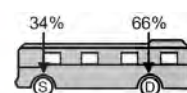
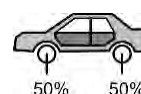
A = persen dengan distribusi berat kendaraan ke sumbu depan;

B = persen dengan distribusi berat kendaraan ke sumbu belakang.

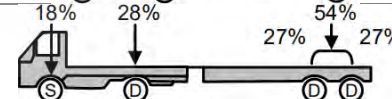
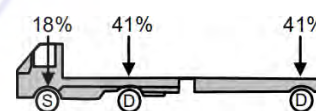
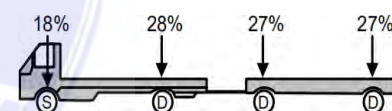
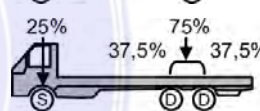
Tabel 5 menunjukkan distribusi beban gandar berbagai jenis kendaraan seperti yang diberikan oleh Bina Marga dalam Manual Pemeriksaan Perkerasan Jalan dengan menggunakan alat ukur balok Benkelman No.01/MN/BM/83.

Tabel 5. Distribusi Beban Sumbu Untuk Berbagai Jenis Kendaraan. (Bina Marga, No.01/MN/BM/83)

konfigurasi sumbu & tipe kendaraan	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
1.2.1 truk	2,3	6	8,3
1.2 truk	4,2	14	18,2
1.2.2 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



L = truk ringan
H = truk berat



Karena adanya perubahan konfigurasi gandar, kemampuan beban kendaraan, dan jenis kendaraan antara tahun 1983 dan saat ini, banyak jenis kendaraan tidak tercantum dalam Tabel 5. Distribusi beban gandar untuk jenis kendaraan yang tidak ditampilkan dalam Tabel 5 dapat ditemukan dengan meninjau brosur jenis kendaraan atau melakukan survei penimbangan.

Kendaraan dengan jenis yang sama dapat memiliki beban gandar yang bervariasi karena selalu membawa beban dengan berat yang berbeda-beda. Misalnya, memuat kendaraan ringan dengan berat kosong 2,5 ton dapat menghasilkan berat maksimum yang diizinkan sebesar 8,0 ton. Setiap kali truk melewati ruas jalan, beratnya dapat bervariasi dari 2,5 hingga 8,0 ton, yang secara alami menghasilkan beban gandar yang bervariasi (Sukirman, 2010).

2.11 Metode Penilaian Kondisi Perkerasan

2.11.1 Metode Bina Marga

Survei lapangan digunakan untuk mengevaluasi kondisi jalan menggunakan metode bina marga, dan temuannya dipecah menjadi beberapa bagian. Kekasaran permukaan, depresi, lubang atau tambalan (patching), alur, dan retakan (cracking) adalah contoh kerusakan yang diamati. Data tentang ukuran, lebar, atau kedalaman yang diamati di lapangan serta volume lalu lintas harian selama periode 24 jam diperlukan untuk menghitung nilai setiap kerusakan.

Tingkat prioritas jalan, yang dimanfaatkan untuk menetapkan skala prioritas kondisi perkerasan jalan, kemudian dapat dipastikan, sehingga pilihan mengenai jenis pemeliharaan dapat diambil.

2.11.2 Penilaian Kondisi Perkerasan

Mencari tahu jenis kerusakan yang harus diperiksa dan seberapa besar kerusakan yang telah terjadi merupakan langkah pertama dalam melakukan evaluasi kondisi perkerasan jalan.

Jenis kerusakan yang ditinjau berdasarkan metode pembangunan jalan raya adalah:

1. Retakan kulit buaya, acak, melintang, membujur (dengan skala kerusakan 5,

- 4, 3, 1), dan dengan pedoman lebar retakan 2 mm, 1 - 2 mm, < 1 mm (dengan skala kerusakan 3, 2, 1), serta luas kerusakan > 30%, 10 - 30%, < 10% (dengan skala kerusakan 3, 2, 1), termasuk di antara jenis retakan yang ditinjau. Dari kerusakan parah hingga kerusakan ringan, setiap kondisi skala mewakili suatu kondisi. Lihat Tabel 2.
2. Dengan menggunakan skala kerusakan 7, 5, 3, 1, alur diukur berdasarkan kedalaman kerusakan, dimulai dengan > 20 mm, 11 – 20 mm, 6 – 10 mm, dan 0 – 5 mm. Dari kerusakan parah hingga kerusakan ringan, setiap kondisi skala mewakili suatu kondisi. Lihat Tabel 2.
3. Jalan berlubang dan penambalan, diukur berdasarkan tingkat kerusakan yang terjadi mulai dari skala > 30%, 20 – 30%, 10 – 20%, < 10% (dengan skala kerusakan 3, 2, 1, 0). Setiap skala kondisi menunjukkan kondisi mulai dari kerusakan berat hingga ringan. (lihat tabel 2).
4. Kekasaran permukaan, jenis kerusakan yang ditinjau adalah terkelupas (Disintegration), lepasnya butiran (raveling), ketipisan (hungry), kegemukan (fatty/bleeding), dan permukaan rapat (close texture). Dengan skala kerusakan 4, 3, 2, 1, 0. (lihat tabel 2).
5. Kedalaman kerusakan yang terjadi digunakan untuk mengevaluasi depresi, yang berkisar dari > 5/100 m, 2 – 5 /100 m, dan 0 – 2 /100 m (dengan skala kerusakan 4, 2, 1). Dari kerusakan parah hingga kerusakan ringan, setiap kondisi skala mewakili suatu kondisi. Lihat Tabel 2.

Nilai dari setiap bentuk kerusakan yang ditemukan diperoleh dari hasil pengamatan tersebut, dan total dari semua nilai kerusakan perkerasan yang terjadi kemudian digunakan untuk menghitung kondisi jalan. Terlihat bahwa nilai tersebut

bertambah seiring dengan bertambahnya angka.

Nilai kondisi jalan yang lebih tinggi akibat kerusakan kumulatif menunjukkan bahwa jalan tersebut dalam kondisi buruk dan memerlukan perbaikan lebih lanjut.

2.11.3 Urutan Prioritas

Urutan prioritas penanganan yang harus dilakukan harus diketahui setelah nilai kondisi jalan ditetapkan. Tabel 3 menunjukkan besarnya data kelas lalu lintas harian yang diperlukan untuk pekerjaan pemeliharaan guna menentukan urutan prioritas. Rumus berikut dapat digunakan untuk menentukan urutan prioritas penanganan kondisi jalan:

Urutan prioritas kondisi jalan = $17 - (\text{Kelas LHR} + \text{Nilai Kondisi Jalan})$ (tabel 2)

Dimana :

Kelas LHR jalan = Kelas lalu lintas (Tabel 3)

Nilai Kondisi Jalan = Nilai yang diberikan terhadap kondisi jalan (tabel 2)

Berikut ini adalah penentuan skala pengambilan keputusan program pemeliharaan berdasarkan hasil perhitungan urutan prioritas tersebut di atas:

1. Urutan prioritas kelas A (dengan nilai > 7)

Jalan yang berada dalam urutan prioritas ini dimasukkan dalam program pemeliharaan rutin.

2. Urutan prioritas kelas B (dengan nilai $4 - 6$)

Jadwal pemeliharaan berkala mencakup jalan-jalan yang tercantum dalam urutan prioritas ini.

3. Urutan prioritas kelas C (dengan nilai $0 - 3$)

Kondisi jalan pada daftar prioritas ini perlu ditingkatkan.

Tabel 6. Nilai kondisi jalan tercantum dalam (Direktorat Jenderal Jalan Raya, 1990).

penilaian kondisi	
angka	nilai
26-29	9
22-25	8
19-21	7
16-18	6
13-15	5
10-12	4
7-9	3
4-6	2
0-3	1
retak – retak	
type	angka
a. tidak ada	1
b. memanjang	2
c. melintang	3
d. acak	4
e. buaya	5
lebar	angka
a. tidak ada	0
b. <1mm	1
c. 1-2mm	2
d. >2mm	3

Jumlah Kerusakan

Luas	Angka
a. 0	0
b. <10%	1
c. 10-30%	2
d. >30%	3

Tabel 7. (Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997) Nilai EMP

Tipe Kendaraan	Nilai emp
Kendaraan ringan (LV)	1,0
Kendaraan berat (HV)	1,3
Sepeda motor (MC)	0,5

Tabel 8. (Direktorat Jenderal Bina Marga, 1990) Tabel 8. Kelas Lalu

kelas lalu lintas	lhr
0	<20
1	20-50
2	50-200
3	200-500
4	500-2000
5	2000-5000
6	5000-20000
7	20000-50000
8	>50000

BAB III

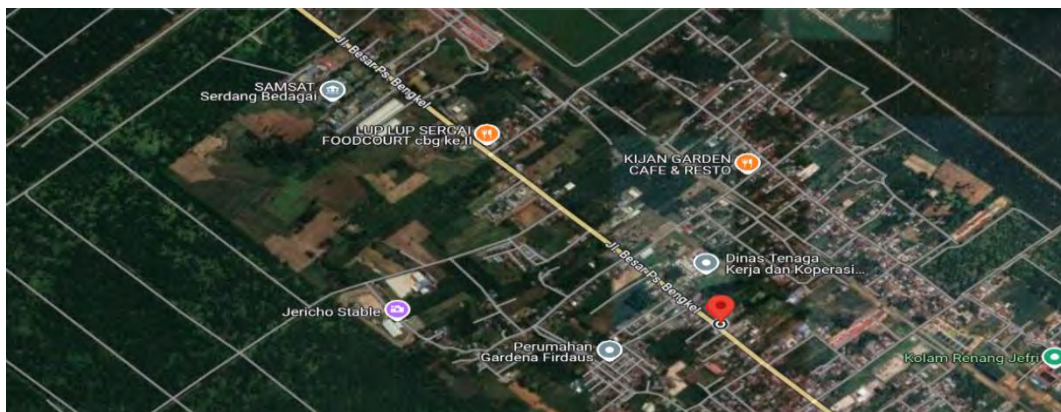
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Deskripsi Penelitian

Pada penelitian ini jalan yang ditinjau sepanjang 1,3 km dengan lebar jalan 9 m dan bertipe 1/2 UD (1 jalur 2 arah tak terbagi). Jalan ini termasuk dalam klasifikasi Jalan Arteri Primer Kelas I. Jalan ini merupakan jalan yang dibangun dengan menggunakan konstruksi perkerasan lentur dimana jalan ini termasuk kawasan pemukiman, kantor dan pertokoan. Titik awal jalan yang diteliti berada pada koordinat Latitude 3°33'1.99"N dan Longitude 98°42'53.57"E, dan titik akhir jalan berada pada koordinat Latitude 3°32'27.28"N dan Longitude 98°43'1.94"E. Jalan Sei Rampah merupakan jalan Arteri Primer yang merupakan 2 lajur dan memiliki panjang jalan 28 Km

3.2 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada perkerasan lentur di ruas Jalan Sei Rampah, Serdang Bedagai, Sumatera Utara. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 20. Lokasi Penelitian (Google Maps, 2025)

3.3 Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi 2 yaitu :

1. Data Primer / Pokok
2. Sekunder / Tambahan

3.3.1 Data Primer

Data primer yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari :

1. Pengamatan secara visual (*visual check*), melihat secara langsung dan dengan bantuan kamera untuk mengetahui seberapa besar kerusakan yang terjadi dan sebagai analisa dasar penyebab kerusakan.

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari :

1. Dokumentasi berupa foto-foto kerusakan perkerasan jalan yang didapat dilapangan akibat adanya penurunan yang didapat dari hasil dokumentasi survey lapangan.
2. Data panjang, lebar dan struktur perkerasan jalan lokasi penelitian.
3. Setelah data semua terkumpul analisis dilakukan untuk mengetahui penyebab kerusakan perkerasan lentur pada konstruksi jalan di lokasi penelitian.

3.4 Peralatan Penelitian

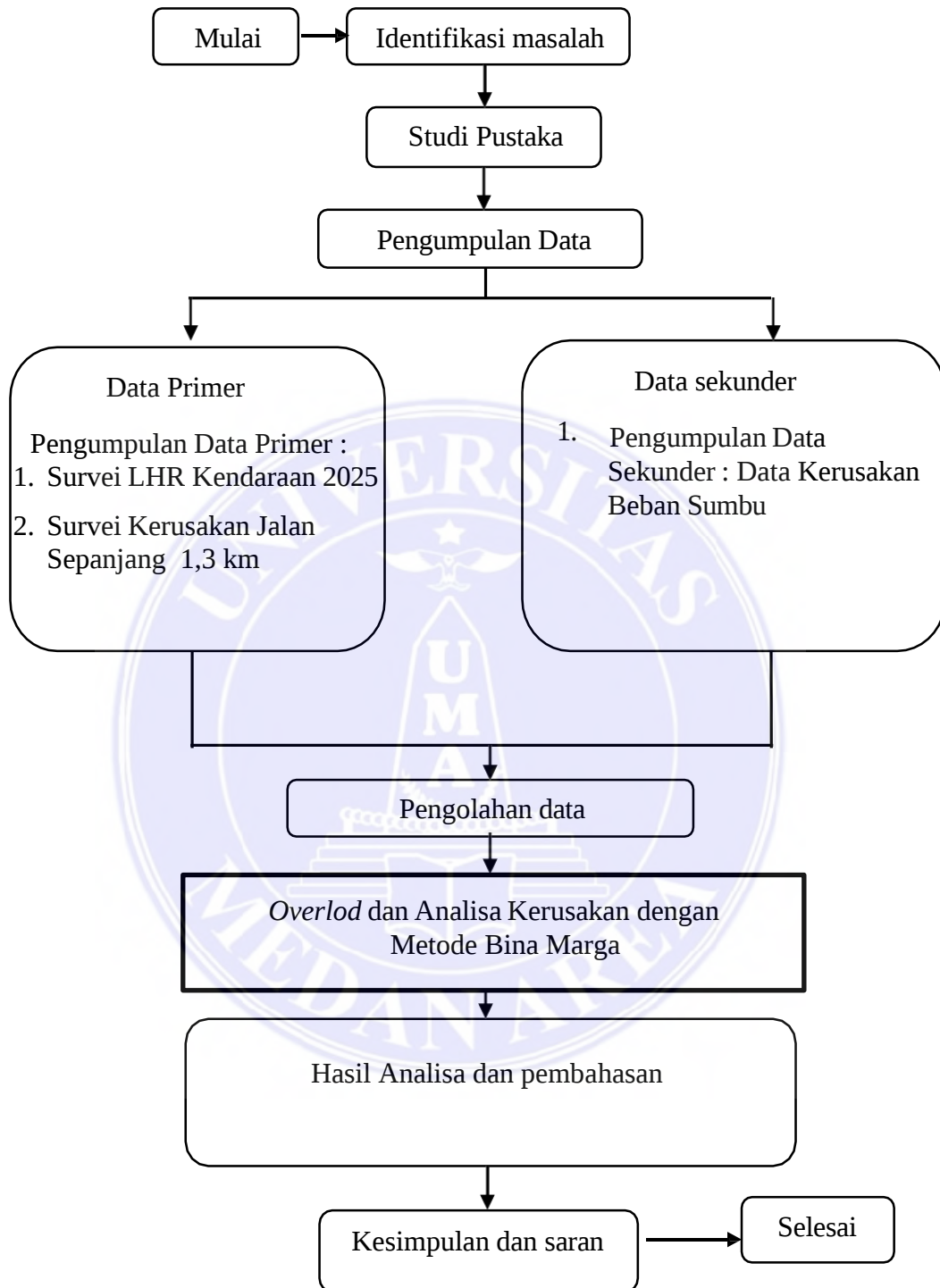
Berikut ini peralatan yang digunakan dalam pengambilan data di lapangan adalah sebagai berikut:

1. Roll meter, digunakan untuk mengukur lebar jalan dan lebar tiap kerusakan jalan.

2. Alat tulis, digunakan untuk menulis yaitu berupa pena
3. Formulir survey, untuk pengisian data hasil survey penilaian kondisi jalan..
4. Papan, digunakan untuk alas formulir survey.
5. Kamera Handphone, digunakan untuk mengambil foto kerusakan Jalan.



3.5 Rencana Alur Penelitian



Gambar 21. Flowchart Penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Penulis akan menyampaikan beberapa simpulan yang diperoleh dari hasil penelitian pada akhir tesis ini, antara lain sebagai berikut:

Hasil penelusuran statistik lalu lintas harian rata-rata (LHR) di ruas jalan Sei Rampah menunjukkan total kendaraan per hari sebanyak 27.380 kendaraan dari dua arah. Dari jumlah tersebut, 16.602 kendaraan merupakan kendaraan ringan dan 10.778 kendaraan merupakan kendaraan berat. Berdasarkan data lalu lintas, 60% kendaraan merupakan kendaraan ringan dan 40% merupakan kendaraan berat. *Truck factor* yang diperoleh dari hasil analisis yaitu sebesar $6,52 > 1$, dengan begitu ruas jalan Sei Rampah telah mengalami *overload*. Dari hasil analisa kerusakan pada ruas Jalan Sei Rampah Serdang Bedagai diketahui total tingkat kerusakan sebesar 406,76 m². Jadi urutan prioritas untuk jalan Sei Rampah adalah 8.962. Urutan prioritas >7 merupakan urutan prioritas kelas A, di mana jalan-jalan dalam urutan prioritas ini dimasukkan dalam program pemeliharaan rutin.

5.2 SARAN

Berdasarkan simpulan tersebut di atas, maka dapat dibuat rekomendasi sebagai berikut:

Sebaiknya Pemerintah Daerah melakukan pengaturan lalu lintas, mengawasi kendaraan yang melebihi batas muatan yang diizinkan, dan memasang rambu batas tinggi kendaraan untuk memastikan bahwa tinggi muatan tidak

berlebihan guna mencegah kerusakan akibat kendaraan yang kelebihan muatan. Perkerasan kaku yang lebih kuat yang dapat menahan beban yang lebih besar harus digunakan sebagai pengganti perkerasan fleksibel jika tidak dapat menahan beban yang diterimanya. Disarankan untuk menyelesaikan program pemeliharaan berkala sesuai jadwal guna mencegah kerusakan lebih lanjut.



DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanto, A., Rochmanto, D., & Nilamsari, M. (2021). Analisis kerusakan jalan menggunakan metode Bina Marga 1990 (Studi Kasus Jl. Jepara–Mlonggo, KM 3+ 000 s/d KM 5+ 000). *Jurnal Disprotek*, 12(1), 41-48.
- Christday. Nanda Rizky Putro. (2019). Analisa kerusakan perkerasan lentur akibat beban lalu lintas pada ruas jalan pantura semarang-kendal. *Tugas Akhir*, 8-10.
- Imam Fadly. Hendro Widarto. (2022). Analisis kerusakan dini perkerasan lentur akibat beban berlebihan (overload) pada ruas jalan poros Pinrang – Polewali Mandar. *Jurnal Rekayasa Teknik*, 7-8.
- Marga, D. B. (2010). Spesifikasi Umum Divisi 6 Seksi 6.3 Campuran Beraspal Panas. *Direktorat Jenderal Bina Marga, Kementerian Pekerjaan Umum*.
- Muhammad Mulki Arief Warranyo. (2019). Analisis beban kendaraan terhadap kerusakan perkerasan lentur (Aspal) di jalan Hr. Soebrantas Panam Kota Pekan Baru. *Tugas Akhir*
- Pardosi, R. (2010). *Studi Pengaruh Beban Belebih (Overload) terhadap Pengurangan Umur Rencana Perkerasan Jalan* (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).
- Ramli, Yuswardi, Muhammad Isya, and Sofyan M. Saleh. "Evaluasi Kondisi Perkerasan Jalan Dengan Menggunakan Metode Pavement Condition Index (Pci)(Studi Kasus Ruas Jalan Beureunuen–Batas Keumala)." *Jurnal Teknik Sipil* 1.3 (2018): 761-768.
- Ronaldo, P., Azwar, A., & Yuliantini, E. P. (2023). *ANALISIS BEBAN KENDARAAN TERHADAP KERUSAKAN PERKERASAN JALAN LENTUR (ASPAL) DI JALAN UTAMA DESA LONTAR KAB. OKU* (Doctoral dissertation, Universitas Baturaja).
- Sukirman, Silvia. "Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur." *Bandung: Nova* (2010).
- Umum, D. P., & Rakyat, P. (1997). *Direktorat Jenderal Bina Marga. Pengaspalan, Badan Penerbit Pekerjaan Umum*.

- Warrantyo, M. M. A. (2019). *Analisis Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Perkerasan Lentur (Aspal) Di Jalan Hr. Soebrantas Panam Kota Pekanbaru* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Riau).
- Mulyono, A. T. (2004). *Teknologi Bahan Konstruksi Jalan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Huang, Y. H. (2004). *Pavement Analysis and Design*. Prentice Hall.
- Indra, Ade, and Hendri Nofrianto. "Pengaruh temperatur Pembakaran Pada Komposit Lempung/Silika RHA terhadap Sifat Fisis (Aplikasi pada Bata Merah)." *Jurnal Teknik Mesin* 3.2 (2013): 60-65.
- Karyawan, I. Dewa Made Alit, and Khairul Faqihi. "Penurunan Masa Pelayanan Jalan Akibat Kendaraan Dengan Beban Berlebih." *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa* 10.1 (2021): 56-69.
- Ronaldo, Pranata, Azwar Azwar, and Eka Putri Yulianti. *ANALISIS BEBAN KENDARAAN TERHADAP KERUSAKAN PERKERASAN JALAN LENTUR (ASPAL) DI JALAN UTAMA DESA LONTAR KAB. OKU*. Diss. Universitas Baturaja, 2023.
- Sukirman, Silvia. "Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur." *Bandung: Nova* (2010).

LAMPIRAN

Pukul	SEI RAMPAH –T.TINGGI											
	1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	8
06.00 – 06.15	80	12	15	5	1	1	2	21	5	0	0	3
06.15 – 06.30	135	20	19	4	2	1	1	13	7	0	1	1
06.30 – 06.45	155	24	21	6	1	1	7	20	11	1	0	2
06.45 – 07.00	175	46	24	5	2	2	9	15	11	0	0	2
	545	145	79	20	4	5	19	69	34	1	1	8
07.00 – 07.15	211	60	18	7	0	0	11	13	5	0	0	0
07.15 – 07.30	247	82	16	9	0	0	7	13	8	0	0	1
07.30 – 07.45	215	86	19	10	0	0	15	26	4	0	0	2
07.45 – 08.00	266	60	16	6	0	0	18	10	4	0	1	1
	939	288	69	32	0	0	51	62	21	0	1	4
08.00 – 08.15	307	84	16	12	0	0	32	12	6	0	0	0
08.15 – 08.30	390	73	12	7	0	0	35	11	7	1	0	0
08.30 – 08.45	239	46	10	12	0	0	28	9	13	0	1	1
08.45 – 09.00	127	55	14	12	0	0	37	9	12	0	0	1
	1063	258	52	43	0	0	132	41	38	1	1	2
09.00 – 09.15	211	57	18	12	0	0	25	17	13	2	0	1
09.15 – 09.30	208	56	14	21	0	0	23	7	12	2	0	0
09.30 – 09.45	221	70	11	15	0	0	30	13	7	0	0	0
09.45 – 10.00	173	82	15	29	0	0	21	29	8	0	0	2
	813	265	58	77	0	0	99	66	40	4	0	3
10.00 – 10.15	124	47	14	18	1	0	23	12	17	1	0	0
10.15 – 10.30	159	57	14	26	0	0	37	14	23	0	0	0
10.30 – 10.45	119	53	12	24	0	0	32	13	24	1	0	0
10.45 – 11.00	126	55	16	23	0	0	31	12	14	1	1	0
	528	212	56	91	1	0	123	51	78	3	1	0
11.00 – 11.15	130	50	10	21	0	0	45	16	22	1	0	0
11.15 – 11.30	152	54	17	24	1	0	37	7	20	0	2	0
11.30 – 11.45	149	60	9	24	0	0	31	15	17	0	0	0
11.45 – 12.00	132	63	14	19	1	1	32	14	13	3	1	0
	563	227	50	88	2	1	145	52	72	4	3	0
12.00 – 12.15	117	38	19	25	0	1	25	35	7	3	0	0
12.15 – 12.30	155	23	22	14	0	0	21	17	20	3	1	0
12.30 – 12.45	161	47	18	18	1	1	24	12	18	0	1	0
12.45 – 13.00	154	46	21	12	0	0	16	14	18	1	3	0
	587	154	80	69	1	2	86	78	63	7	5	0
13.00 – 13.15	115	43	28	7	2	0	25	16	17	0	1	1
13.15 – 13.30	148	43	24	30	1	0	40	21	8	0	1	1
13.30 – 13.45	169	40	20	24	0	0	26	19	16	0	1	0
13.45 – 14.00	163	52	7	27	0	0	27	14	11	3	0	0
	595	178	79	88	3	0	118	70	52	3	3	2
14.00 – 14.15	166	51	15	29	0	0	21	26	17	1	4	0
14.15 – 14.30	163	67	13	20	0	0	26	25	16	0	1	2
14.30 – 14.45	190	66	17	31	0	0	32	28	20	1	1	0
14.45 – 15.00	161	50	14	28	1	0	19	20	16	0	2	0
	680	234	59	108	1	0	98	99	69	2	8	2
15.00 – 15.15	159	32	20	31	0	0	19	26	8	1	1	0
15.15 – 15.30	142	43	10	33	0	0	35	23	14	1	2	0
15.30 – 15.45	144	37	11	31	1	0	24	30	20	4	2	0
15.45 – 16.00	172	44	10	27	1	0	15	21	7	4	0	0
	617	156	51	122	2	0	93	100	49	10	5	0
16.00 – 16.15	170	35	16	22	0	0	26	19	18	3	1	0
16.15 – 16.30	183	44	18	33	1	0	18	19	19	0	1	0
16.30 – 16.45	226	42	14	33	2	1	30	22	15	3	0	0
16.45 – 17.00	292	57	13	32	2	0	33	17	10	1	4	0
	871	178	61	120	5	1	107	77	62	7	6	0
17.00 – 17.15	274	53	13	27	2	0	27	15	7	3	2	2
17.15 – 17.30	316	51	13	20	1	1	11	13	11	1	0	0
17.30 – 17.45	237	50	19	25	1	0	11	10	17	2	0	0
17.45 – 18.00	188	54	16	20	1	0	14	9	15	1	1	0
	1015	208	61	92	9	1	63	47	50	7	3	2
	8806	2503	755	950	28	10	1115	812	628	49	37	23

Pukul	SEI RAMPAH –T.TINGGI											
	1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	8
18.00 – 18.15	110	12	15	5	1	1	2	21	5	0	0	3
18.15 – 18.30	135	20	19	4	2	1	1	13	7	0	0	1
18.30 – 18.45	209	39	21	6	1	1	7	20	11	1	0	2
18.45 – 19.00	293	74	24	5	0	2	9	15	11	0	0	2
	747	145	79	20	4	5	19	69	34	1	0	8
19.00 – 19.15	411	60	18	7	0	0	11	13	5	0	0	0
19.15 – 19.30	547	82	16	9	0	0	7	13	8	0	0	1
19.30 – 19.45	615	86	19	10	0	0	15	26	4	0	0	2
19.45 – 20.00	666	60	16	6	0	0	18	10	4	0	1	1
	2239	288	69	32	0	0	51	62	21	0	1	4
20.00 – 20.15	607	84	16	12	0	0	32	12	6	0	0	0
20.15 – 20.30	490	73	12	7	0	0	35	11	7	1	0	0
20.30 – 20.45	339	46	10	12	0	0	28	9	13	0	1	1
20.45 – 21.00	227	55	14	12	0	0	37	9	12	0	0	1
	1663	258	52	43	0	0	132	41	38	1	1	2
21.00 – 21.15	211	57	18	12	0	0	25	17	13	2	0	1
21.15 – 21.30	208	56	14	21	0	0	23	7	12	2	0	0
21.30 – 21.45	221	70	11	15	0	0	30	13	7	0	0	0
21.45 – 22.00	173	82	15	29	0	0	21	29	8	0	0	2
	813	265	58	77	0	0	99	66	40	4	0	3
22.00 – 22.15	124	47	14	18	1	0	23	12	17	1	0	0
22.15 – 22.30	159	57	14	26	0	0	37	14	23	0	0	0
22.30 – 22.45	119	53	12	24	0	0	32	13	24	1	0	0
22.45 – 23.00	126	55	16	23	0	0	31	12	14	1	1	0
	528	212	56	91	1	0	123	51	78	3	1	0
23.00 – 23.15	130	50	10	21	0	0	45	16	22	1	0	0
23.15 – 23.30	152	54	17	24	1	0	37	7	20	0	2	0
23.30 – 23.45	149	60	9	24	0	0	31	15	17	0	0	0
23.45 – 24.00	132	63	14	19	1	1	32	14	13	3	1	0
	563	227	50	88	2	1	145	52	72	4	3	0
24.00 – 24.15	117	38	19	25	0	1	25	35	7	3	0	0
24.15 – 24.30	155	23	22	14	0	0	21	17	20	3	1	0
24.30 – 24.45	161	47	18	18	1	1	24	12	18	0	1	0
24.45 – 01.00	154	46	21	12	0	0	16	14	18	1	3	0
	587	154	80	69	1	2	86	78	63	7	5	0
01.00 – 01.15	115	43	28	7	2	0	25	16	17	0	1	1
01.15 – 01.30	148	43	24	30	1	0	40	21	8	0	1	1
01.30 – 01.45	169	40	20	24	0	0	26	19	16	0	1	0
01.45 – 01.00	163	52	7	27	0	0	27	14	11	3	0	0
	595	178	79	88	3	0	118	70	52	3	3	2
02.00 – 02.15	166	51	15	29	0	0	21	26	17	1	4	0
02.15 – 02.30	163	67	13	20	0	0	26	25	16	0	1	2
02.30 – 02.45	190	66	17	31	0	0	32	28	20	1	1	0
02.45 – 03.00	161	50	14	28	1	0	19	20	16	0	2	0
	680	234	59	108	1	0	98	99	69	2	8	2
03.00 – 03.15	159	32	20	31	0	0	19	26	8	1	1	0
03.15 – 03.30	142	43	10	33	0	0	35	23	14	1	2	0
03.30 – 03.45	144	37	11	31	1	0	24	30	20	4	2	0
03.45 – 04.00	172	44	10	27	1	0	15	21	7	4	0	0
	617	156	51	122	2	0	93	100	49	10	5	0
04.00 – 04.15	170	35	16	22	0	0	26	19	18	3	1	0
04.15 – 04.30	183	44	18	33	1	0	18	19	19	0	1	0
04.30 – 04.45	226	42	14	33	2	1	30	22	15	3	0	0
04.45 – 05.00	292	57	13	32	2	0	33	17	10	1	4	0
	871	178	61	120	5	1	107	77	62	7	6	0
05.00 – 06.15	374	53	13	27	2	0	27	15	7	3	2	2
05.15 – 06.30	416	51	13	20	1	1	11	13	11	1	0	0
05.30 – 06.45	337	50	19	25	1	0	11	10	17	2	0	0
05.45 – 06.00	288	54	16	20	1	0	14	9	15	1	1	0
	1415	208	61	92	5	3	63	90	50	8	3	3
	11318	2443	755	950	24	12	1134	815	631	50	38	24
	20124	4946	1510	1900	52	22	2249	1627	1259	99	75	49

Pukul	T.TINGGI – SEI RAMPAH											
	1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	8
06.00 – 06.15	80	12	15	5	1	1	2	21	5	0	0	3
06.15 – 06.30	135	20	19	4	2	1	1	13	7	0	1	1
06.30 – 06.45	155	24	21	6	1	1	7	20	11	1	0	2
06.45 – 07.00	175	46	24	5	2	2	9	15	11	0	0	2
	545	145	79	20	4	5	19	69	34	1	1	8
07.00 – 07.15	211	60	18	7	0	0	11	13	5	0	0	0
07.15 – 07.30	247	82	16	9	0	0	7	13	8	0	0	1
07.30 – 07.45	215	86	19	10	0	0	15	26	4	0	0	2
07.45 – 08.00	266	60	16	6	0	0	18	10	4	0	1	1
	939	288	69	32	0	0	51	62	21	0	1	4
08.00 – 08.15	307	84	16	12	0	0	32	12	6	0	0	0
08.15 – 08.30	390	73	12	7	0	0	35	11	7	1	0	0
08.30 – 08.45	239	46	10	12	0	0	28	9	13	0	1	1
08.45 – 09.00	127	55	14	12	0	0	37	9	12	0	0	1
	1063	258	52	43	0	0	132	41	38	1	1	2
09.00 – 09.15	211	57	18	12	0	0	25	17	13	2	0	1
09.15 – 09.30	208	56	14	21	0	0	23	7	12	2	0	0
09.30 – 09.45	221	70	11	15	0	0	30	13	7	0	0	0
09.45 – 10.00	173	82	15	29	0	0	21	29	8	0	0	2
	813	265	58	77	0	0	99	66	40	4	0	3
10.00 – 10.15	124	47	14	18	1	0	23	12	17	1	0	0
10.15 – 10.30	159	57	14	26	0	0	37	14	23	0	0	0
10.30 – 10.45	119	53	12	24	0	0	32	13	24	1	0	0
10.45 – 11.00	126	55	16	23	0	0	31	12	14	1	1	0
	528	212	56	91	1	0	123	51	78	3	1	0
11.00 – 11.15	130	50	10	21	0	0	45	16	22	1	0	0
11.15 – 11.30	152	54	17	24	1	0	37	7	20	0	2	0
11.30 – 11.45	149	60	9	24	0	0	31	15	17	0	0	0
11.45 – 12.00	132	63	14	19	1	1	32	14	13	3	1	0
	563	227	50	88	2	1	145	52	72	4	3	0
12.00 – 12.15	117	38	19	25	0	1	25	35	7	3	0	0
12.15 – 12.30	155	23	22	14	0	0	21	17	20	3	1	0
12.30 – 12.45	161	47	18	18	1	1	24	12	18	0	1	0
12.45 – 13.00	154	46	21	12	0	0	16	14	18	1	3	0
	587	154	80	69	1	2	86	78	63	7	5	0
13.00 – 13.15	115	43	28	7	2	0	25	16	17	0	1	1
13.15 – 13.30	148	43	24	30	1	0	40	21	8	0	1	1
13.30 – 13.45	169	40	20	24	0	0	26	19	16	0	1	0
13.45 – 14.00	163	52	7	27	0	0	27	14	11	3	0	0
	595	178	79	88	3	0	118	70	52	3	3	2
14.00 – 14.15	166	51	15	29	0	0	21	26	17	1	4	0
14.15 – 14.30	163	67	13	20	0	0	26	25	16	0	1	2
14.30 – 14.45	190	66	17	31	0	0	32	28	20	1	1	0
14.45 – 15.00	161	50	14	28	1	0	19	20	16	0	2	0
	680	234	59	108	1	0	98	99	69	2	8	2
15.00 – 15.15	159	32	20	31	0	0	19	26	8	1	1	0
15.15 – 15.30	142	43	10	33	0	0	35	23	14	1	2	0
15.30 – 15.45	144	37	11	31	1	0	24	30	20	4	2	0
15.45 – 16.00	172	44	10	27	1	0	15	21	7	4	0	0
	617	156	51	122	2	0	93	100	49	10	5	0
16.00 – 16.15	170	35	16	22	0	0	26	19	18	3	1	0
16.15 – 16.30	183	44	18	33	1	0	18	19	19	0	1	0
16.30 – 16.45	226	42	14	33	2	1	30	22	15	3	0	0
16.45 – 17.00	292	57	13	32	2	0	33	17	10	1	4	0
	871	178	61	120	5	1	107	77	62	7	6	0
17.00 – 17.15	274	53	13	27	2	0	27	15	7	3	2	2
17.15 – 17.30	316	51	13	20	1	1	11	13	11	1	0	0
17.30 – 17.45	237	50	19	25	1	0	11	10	17	2	0	0
17.45 – 18.00	188	54	16	20	1	0	14	9	15	1	1	0
	1015	208	61	92	9	1	63	47	50	7	3	2
	8806	2503	755	950	28	10	1115	812	628	49	37	23

Pukul	T.TINGGI – SEI RAMPAH											
	1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	8
18.00 – 18.15	110	12	15	5	1	1	2	21	5	0	0	3
18.15 – 18.30	135	20	19	4	2	1	1	13	7	0	0	1
18.30 – 18.45	209	39	21	6	1	1	7	20	11	1	0	2
18.45 – 19.00	293	69	24	5	0	2	9	15	11	0	0	2
	747	140	79	20	4	5	19	69	34	1	0	8
19.00 – 19.15	411	60	18	7	0	0	11	13	5	0	0	0
19.15 – 19.30	547	82	16	9	0	0	7	13	8	0	0	1
19.30 – 19.45	615	86	19	10	0	0	15	26	4	0	0	2
19.45 – 20.00	666	55	16	6	0	0	18	10	4	0	1	1
	2239	283	69	32	0	0	51	62	21	0	1	4
20.00 – 20.15	607	84	16	12	0	0	32	12	6	0	0	0
20.15 – 20.30	490	73	12	7	0	0	35	11	7	1	0	0
20.30 – 20.45	339	46	10	12	0	0	28	9	13	0	1	1
20.45 – 21.00	227	50	14	12	0	0	37	9	12	0	0	1
	1663	248	52	43	0	0	132	41	38	1	1	2
21.00 – 21.15	211	57	18	12	0	0	25	17	13	2	0	1
21.15 – 21.30	208	56	14	21	0	0	23	7	12	2	0	0
21.30 – 21.45	221	70	11	15	0	0	30	13	7	0	0	0
21.45 – 22.00	173	67	15	29	0	0	21	29	8	0	0	2
	813	250	58	77	0	0	99	66	40	4	0	3
22.00 – 22.15	124	47	14	18	1	0	23	12	17	1	0	0
22.15 – 22.30	159	57	14	26	0	0	37	14	23	0	0	0
22.30 – 22.45	119	53	12	24	0	0	32	13	24	1	0	0
22.45 – 23.00	126	40	16	23	0	0	31	12	14	1	1	0
	528	197	56	91	1	0	123	51	78	3	1	0
23.00 – 23.15	130	50	10	21	0	0	45	16	22	1	0	0
23.15 – 23.30	152	54	7	24	1	0	37	7	20	0	2	0
23.30 – 23.45	149	60	9	24	0	0	31	15	17	0	0	0
23.45 – 24.00	132	48	14	19	1	1	32	14	13	3	1	0
	563	212	40	88	2	1	145	52	72	4	3	0
24.00 – 24.15	117	38	19	25	0	1	25	35	7	3	0	0
24.15 – 24.30	155	23	22	14	0	0	21	17	20	3	1	0
24.30 – 24.45	161	47	18	18	1	1	24	12	18	0	1	0
24.45 – 01.00	154	41	11	12	0	0	16	14	18	1	3	0
	587	149	70	69	1	2	86	78	63	7	5	0
01.00 – 01.15	115	43	28	7	2	0	25	16	17	0	1	1
01.15 – 01.30	148	43	24	30	1	0	40	21	8	0	1	1
01.30 – 01.45	169	40	20	24	0	0	26	19	16	0	1	0
01.45 – 01.00	163	47	7	27	0	0	27	14	11	3	0	0
	595	168	79	88	3	0	118	70	52	3	3	2
02.00 – 02.15	166	51	15	29	0	0	21	26	17	1	4	0
02.15 – 02.30	163	67	13	20	0	0	26	25	16	0	1	2
02.30 – 02.45	190	66	7	31	0	0	32	28	20	1	1	0
02.45 – 03.00	161	45	14	28	1	0	19	20	16	0	2	0
	680	229	49	108	1	0	98	99	69	2	8	2
03.00 – 03.15	159	32	10	31	0	0	19	26	8	1	1	0
03.15 – 03.30	142	43	10	33	0	0	35	23	14	1	2	0
03.30 – 03.45	144	37	11	31	1	0	24	30	20	4	2	0
03.45 – 04.00	172	39	10	27	1	0	15	21	7	4	0	0
	617	151	41	122	2	0	93	100	49	10	5	0
04.00 – 04.15	170	35	16	22	0	0	26	19	18	3	1	0
04.15 – 04.30	183	44	18	33	1	0	18	19	19	0	1	0
04.30 – 04.45	226	42	14	33	2	1	30	22	15	3	0	0
04.45 – 05.00	292	47	8	32	2	0	33	17	10	1	4	0
	871	168	56	120	5	1	107	77	62	7	6	0
05.00 – 06.15	374	53	13	27	2	0	27	15	7	3	2	2
05.15 – 06.30	416	51	13	20	1	1	11	13	11	1	0	0
05.30 – 06.45	337	50	19	25	1	0	11	10	17	2	0	0
05.45 – 06.00	278	44	11	20	1	0	14	9	15	1	1	0
	1405	198	56	92	5	3	63	90	50	8	3	3
	11308	2393	705	950	24	12	1134	815	631	50	38	24
	20119	4896	1460	1890	48	19	2199	1621	1320	104	84	49



Sedang Melakukan Lebar Kerusakan



Sedang Menghitung LHR



Sedang Melakukan Survey Truck Overload



Sedang Melakukan Survey Truck Overload



Sedang Melakukan Survey Truck Overload



Sedang Menghitung LHR



Sedang Mengukur Panjang Kerusakan



[illegible]