

**ANALISIS BEBAN KENDARAAN TERHADAP KERUSAKAN
PERKERASAN LENTUR (ASPAL) DI JALAN
HR. SOEBRANTAS PANAM
KOTA PEKANBARU**

TUGAS AKHIR

Ditujukan sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana S1

Pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil

Universitas Islam Riau

Pekanbaru



Disusun Oleh :

MUHAMMAD MULKI ARIEF WARRANTYO

14 311 0723

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2019**

HALAMAN PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

ANALISIS BEBAN KENDARAAN TERHADAP KERUSAKAN
PERKERASAN JALAN LENTUR (ASPAL) DI JALAN
HR. SOEBRANTAS PANAM KOTA PEKANBARU

DISIJIN OLEH
MUHAMMAD MULKI ARIEF WARRANTYO
NPM. 143110723

Diperiksa dan Disetujui oleh :

Prof.Dr.Ir.H.Sugeng Wiyono,MMT
Pembimbing I


Tanggal :

Roza Mildawati, ST.,MT
Pembimbing II


Tanggal :

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

ANALISIS BEBAN KENDARAAN TERHADAP KERUSAKAN
PERKERASAN JALAN LENTUR (ASPAL) DI JALAN
HR. SOEBRANTAS PANAM KOTA PEKANBARU

DISUSUN OLEH :

MUHAMMAD MULKI ARIEF WARRANTYO

NPM. 143110103

Telah Disetujui Didepan Dewan Penguji Tanggal 19 Juni 2019 Dan Dinyatakan
Telah Memenuhi Syarat Untuk Diterima

SUSUNAN DEWAN PENGUJI


Prof. Dr. Ir. H. Sugeng Wiyono, MMT
Dosen Pembimbing I


Koza Mildawati, ST., MT
Dosen Pembimbing II


Harmiyati, ST., M.Si
Dosen Penguji


Dra. Hj. Astuti Boer, M.Si
Dosen Penguji

Pekanbaru, 19 Juni 2019

UNIVERSITAS ISLAM RIAU
FAKULTAS TEKNIK


Ir. H. Abd Kudus Zami, MT., MS., Tr.
Dekan

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah di ajukan untuk mendapatkan gelar akademik (strata satu), baik di Universitas Islam Riau maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Penggunaan “*software*” computer bukan menjadi tanggung jawab Universitas Islam Riau.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila kemudian hari terdapat penyimpangan dan tidak kebenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Pekanbaru, 19 Juni 2019



M MULKI ARIEF W

143110723

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran ALLAH SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Analisis Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Perkerasan Lentur (Aspal) di Jalan HR. Soebrantas Panam Kota Pekanbaru**”. Ruang lingkup dari penelitian ini yaitu untuk mengkaji pengaruh beban sumbu dan volume kendaraan yang bertujuan untuk mengetahui tingkat kerusakan jalan yang di alami pada perkerasan lentur tersebut.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang haru dipenuhi oleh mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Islam Riau untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi S1 Teknik Sipil.

Sebagai penutup penulis tidak lupa berdoa semoga Allah SWT memberi balasan yang setimpal kepada semua pihak yang turut berperan dalam penyelesaian penelitian Tugas Akhir ini.

Pekanbaru, 13 Mei 2019

(M Mulki Arief W)

UCAPAN TERIMA KASIH

Bismillahirrahmanirrahim, Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji dan syukur yang sebesar-besarnya penulis peruntukan hanya pada Allah SWT yang telah memberikan semua rahmat dan nikmat serta karunia yang berlimpah kepada penulis dan tidak lupa ucapan terimakasih yang tulus penulis peruntukan kepada semua yang telah banyak membantu baik bantuan moril, pikiran maupun materi dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terimakasih yang tulus dan ikhlas kepada semua pihak-pihak yang telah membantu penulis, antara lain:

1. Bapak Prof. Dr. H. Syafrinaldi SH., MCL, selaku Rektor Universitas Islam Riau.
2. Bapak Ir. H. Abd. Kudus Zaini, MT, MS, Tr, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
3. Ibu DR. Kurnia Hastuti, selaku Wakil Dekan Bidang Akademisi Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
4. Bapak Aryon, ST, MT, selaku Wakil Dekan Bidang Keuangan dan Kepegawaian Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
5. Bapak Ir. Syawaldi, M.Sc, selaku Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan dan Alumni Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
6. Ibu Elizar ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
7. Bapak Firman Syarif ST, MT selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau.
8. Bapak Prof.Dr.Ir.H. Sugeng Wiyono, MMT.IP-U selaku Pembimbing 1 pada penelitian tugas akhir ini.
9. Ibu Roza Mildawati, ST., MT, selaku Pembimbing II pada penelitian tugas akhir ini
10. Ibu Harmiyati, ST., MSi, selaku Penguji.

11. Ibu Dra. Hj. Astuti Boer Msi, selaku Penguji.
12. Seluruh Dosen dan Staf Tata Usaha Fakultas Teknik Universitas Islam Riau
13. Papa Moch Arifin, mama Amelia S, kakak Zahra B, adik A Mahmudi, adik A Berio, oma, opa, bunda, anti serta seluruh keluarga atas do'a dan dukungannya kepada penulis.
14. Wisnu Wardana dan Rejeki Maranatha terimakasih atas bantuan, dukungan serta masukannya.
15. Tim hore M Solihin, Bayu H, Jefri S, Ray N, dan Ridwan S terima kasih atas bantuan dan dukungannya.
16. Seluruh teman kampus Teknik Sipil Universitas Islam Riau terutama *Civil B* angkatan 14, terima kasih atas dukungan dan bantuannya.

Pekanbaru, 13 Mei 2019

M. MULKI ARIEF W.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
UCAPAN TERIMA KASIH	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR NOTASI	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
ABSTRAK	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Umum.....	4
2.2 Penelitian Terdahulu.....	4
2.3 Keaslian Penelitian.....	7
BAB III LANDASAN TEORI	8
3.1 Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR).....	8
3.2 Klasifikasi Jalan Raya.....	9
3.2.1 Jalan Arteri.....	10
3.2.2 Jalan Kolektor.....	11
3.2.3 Jalan Lokal.....	12
3.3 Jalan Lintas.....	13
3.3.1 Kategori Muatan Sumbu Terberat.....	14
3.3.2 Beban Lalu Lintas.....	14
3.3.3 Jumlah Lajur.....	16
3.3.4 Faktor Distribusi Lajur dan Kapasitas Lajur.....	16

3.3.5 Koefisien Distribusi Kendaraan	17
3.3.6 Umur Rencana.....	17
3.3.6 Muatan Sumbu Terberat	18
3.4 Sifat Dan Komposisi Lalu-lintas	19
3.5 Pertumbuhan Lalu-lintas	19
3.6 Angka Ekuivalen Beban Sumbu.....	20
3.7 Angka Ekuivalen Beban Gandar Sumbu Kendaraan (E).....	23
3.8 Perkerasan Jalan	25
3.9 Perkerasan Lentur (<i>Flexible Pavement</i>).....	26
3.9.1 Lapisan Perkerasan Lentur	26
3.9.1.1 Lapisan Permukaan (<i>Surface Course</i>)	28
3.9.1.2 Lapisan Pondasi Atas (<i>Base Course</i>).....	29
3.9.1.3 Lapisan Pondasi Bawah (<i>Subbase Course</i>).....	30
3.9.1.4 Lapisan Tanah Dasar (<i>Subgrade</i>).....	30
3.9.2 Jenis Kerusakan Pada Perkerasan Lentur	32
3.9.2.1 Retak (<i>Cracking</i>)	32
3.9.2.2 Distorsi (<i>Distortion</i>)	35
3.9.2.3 Cacat Permukaan (<i>Disintegration</i>).....	38
3.9.2.4 Kegemukan (<i>Bleeding or Flushing</i>)	39
3.10 Tingkat Kerusakan Jalan	40
3.11 Kerusakan Jalan Akibat Beban Berlebih.....	41
3.12 Distribusi Beban Pada Perkerasan Lentur	42
BAB IV METODE PENELITIAN	44
4.1 Lokasi Penelitian	44
4.2 Jenis Penelitian	45
4.3 Teknik Pengumpulan Data	45
4.4 Tahapan Pelaksanaan Penelitian.....	47
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	49
5.1 Gambaran Umum Objek Penelitian.....	49
5.2 Hasil Analisis Lalu-Lintas Harian Rata-rata	50
5.2.1 LHR 2017	50

	5.2.2 Analisa LHR 2018.....	50
	5.3 Hasil Analisa Pertumbuhan Lalu-Lintas	59
	5.4 Faktor Lalu-Lintas Kendaraan.....	60
	5.5 Hasil Analisa Kerusakan Jalan	62
	5.5 Komparasi	64
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	65
	6.1 Kesimpulan.....	66
	6.2 Saran	66
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Faktor Ekvivalen.....	9
Tabel 3.2 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan	16
Tabel 3.3 Faktor Distribusi Lajur	17
Tabel 3.4 Koefisien Distribusi Kendaraan.....	17
Tabel 3.5 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas.....	20
Tabel 3.6 Angka Ekvivalen Beban Sumbu Kendaraan	24
Tabel 3.7 Kelebihan dan Kekurangan Lapisan Perkerasan Lentur dan Kaku.....	26
Tabel 5.1 LHR Kendaraan Ringan	50
Tabel 5.2 LHR Bus Kecil.....	51
Tabel 5.3 LHR Bus Besar	52
Tabel 5.4 LHR Truk 2 As	54
Tabel 5.5 LHR Truk 3 As	55
Tabel 5.6 LHR Truk 4 As	56
Tabel 5.7 Nilai ESAL Harian	60
Tabel 5.8 Nilai ESAL Tahunan.....	61
Tabel 5.9 Tingkat Kerusakan Jalan	63
Tabel 5.10 Komparasi.....	64

Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Konfigurasi MST.....	14
Gambar 3.2 Sumbu Standar	21
Gambar 3.3 Struktur Lapis Perkerasan Lentur.....	27
Gambar 3.4 Retak Halus	33
Gambar 3.5 Retak Kulit Buaya	33
Gambar 3.6 Retak Pinggir.....	34
Gambar 3.7 Retak Refleksi	34
Gambar 3.8 Retak Sudut	35
Gambar 3.9 Retak Selip	35
Gambar 3.10 Rusak Alur	36
Gambar 3.11 Rusak Keriting.....	37
Gambar 3.12 Rusak Sungkur	37
Gambar 3.13 Rusak Amblas.....	38
Gambar 3.14 Rusak Lubang	38
Gambar 3.15 Pelepasan Butir.....	39
Gambar 3.16 Kegemukan	40
Gambar 3.17 Distribusi Beban Pada Perkerasan Lentur.....	42
Gambar 3.18 Distribusi Beban Roda Pada Lapisan Perkerasan Lentur	43
Gambar 4.1 Lokasi Penelitian	44
Gambar 4.2 Denah Lokasi Penelitian	45
Gambar 4.3 <i>Flow Chart</i> Pelaksanaan Penelitian.....	48
Gambar 5.1 Lokasi Penelitian	47
Gambar 5.2 Grafik Volume Lalu-lintas Kendaraan Ringan	51
Gambar 5.3 Grafik Volume Lalu-lintas Bus Kecil	52
Gambar 5.4 Grafik Volume Lalu-lintas Bus Besar	53
Gambar 5.5 Grafik Volume Lalu-lintas Truk 2 As	54
Gambar 5.6 Grafik Volume Lalu-lintas Truk 3 As	55
Gambar 5.7 Grafik Volume Lalu-lintas Truk 4 As	56
Gambar 5.8 Grafik Jumlah Kendaraan Rata-rata Harian (SMP) 2018.....	57

Gambar 5.9 Grafik Jumlah Kendaraan Rata-rata Tahunan (SMP) 2018..... 58
Gambar 5.10 Grafik LHR 2017 Dan LHR 2018 59
Gambar 5.12 Kerusakan Alur Pada Konstruksi Perkerasan 62
Gambar 5.13 Kerusakan Alur dan Retak Pada Konstruksi Perkerasan 63



DAFTAR NOTASI



BS	= Beban Sumbu
CBR	= <i>California Bearing Ratio</i>
D_L	= Distribusi Lajur
E	= Ekuivalen Beban Sumbu
ESAL	= <i>Equivalent Standar Axel Load</i>
FE	= Faktor Ekuivalen
HV	= Kendaraan Berat
i	= Pertumbuhan Lalu-lintas
JS	= Jumlah Sumbu
LHR	= Lalu-lintas Harian Rata-rata
LV	= Kendaraan Ringan
MC	= Kendaraan Bermotor Roda Dua
MKJI	= Manual Kapasitas Jalan Indonesia
MST	= Muatan Sumbu Terpusat
N	= Jumlah Kendaraan Berat
P	= Beban Gandar Satu Sumbu Tunggal Dalam Ton
P_0	= Beban Awal
RVK	= Rasio Volume Kapasitas
SMP	= Satuan Mobil Penumpang
STA	= <i>Stasioning</i>
STdRG	= Sumbu Tandem Roda Ganda
STRG	= Sumbu Tunggal Roda Ganda
STRT	= Sumbu Tunggal Roda Tunggal
TF	= <i>Truck Factor</i>
UM	= Kendaraan Tak Bermotor
UR	= Umur Rencana

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A

- A.1 Analisa LHR Jalan HR. Soebrantas Panam Kota Pekanbaru
- A.2 Analisa Persentase Pertumbuhan Lalu-Lintas
- A.3 Analisa Angka Ekuivalen (E) Dari Masing-masing Kendaraan
- A.4 Analisa Beban Lalu-Lintas Kendaraan

LAMPIRAN B

- B.1 Data Hasil Survey Lalu-Lintas 2018
- B.2 Data Lalu-Lintas 2017
- B.3 Dokumentasi

LAMPIRAN C

- 1. Usulan Tugas Akhir
- 2. Surat Keterangan Penetapan Pembimbing Tugas Akhir
- 3. Berita Acara Asistensi
- 4. Surat Keterangan Persetujuan Seminar Tugas Akhir
- 5. Berita Acara Seminar Tugas Akhir
- 6. Surat Keterangan Persetujuan Ujian Komprehensif Tugas Akhir
- 7. Surat Keterangan Penetapan Penguji Tugas Akhir
- 8. Berita Acara Ujian Komprehensif Tugas Akhir
- 9. Surat Keterangan Persetujuan Jilid Tugas Akhir
- 10. Berita Acara Ujian Meja Hijau/Skripsi

ANALISIS BEBAN KENDARAAN TERHADAP KERUSAKAN PERKERASAN
JALAN LENTUR (ASPAL) DI JALAN HR. SOEBRANTAS
PANAM KOTA PEKANBARU

M MULKI ARIEF W

NPM: 143 110 723

Abstrak

Jalan HR. Soebrantas Panam yang berada di Pekanbaru ini merupakan jalur yang sangat sibuk. Di sepanjang jalan HR. Soebrantas banyak dilewati oleh kendaraan berat karena jalan ini merupakan salah satu jalan yang dibuka untuk dilintasi kendaraan berat yang membawa muatan. Ini juga yang menjadikan salah satu penyebab cepat rusaknya perkerasan jalan lentur. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah lalu-lintas harian rata-rata beban sumbu yang melalui jalan perkerasan aspal di jalan HR. Soebrantas Panam, mengetahui pengaruh beban sumbu kendaraan terhadap tingkat kerusakan jalan pada ruas jalan HR. Soebrantas Panam.

Metode penelitian ini menggunakan pedoman dari Bina Marga Pd T-14-2003. Penelitian ini dilakukan selama 7 hari (Senin, Selasa, Rabu, Kamis, Jumat, Sabtu, dan Minggu).

Hasil analisa lalu-lintas harian rata-rata pada kendaraan ringan seperti sedan, oplet, dan pick up memiliki jumlah kendaraan sebanyak 19.085 unit, untuk bus kecil berjumlah 53 unit, untuk bus besar berjumlah 78 unit, untuk truk 2 as berjumlah 1.208 unit, untuk truk 3 as berjumlah 488 unit, dan untuk truk 4 as berjumlah 99 unit. Total LHR dari hasil analisa kendaraan berjumlah 21.011 kendaraan/hari. Berdasarkan perhitungan faktor lalu-lintas kendaraan didapat nilai ESAL total sebesar 10.904,893 dan hasil perhitungan *Truck Factor* 5,823 > 1, dimana nilai itu menunjukkan bahwa kondisi kerusakan jalan yang ada dikarenakan beban kendaraan yang melintas pada ruas jalan HR. Soebrantas Panam ini mengalami beban berlebih (*Over load*). Faktor beban berlebih yang terjadi pada jalan HR. Soebrantas menyebabkan 2 jenis kerusakan yaitu distorsi alur dengan tingkat kerusakan yang tinggi dan retak buaya dengan tingkat kerusakan yang tinggi.

Kata kunci: Beban Sumbu Berlebih, Kerusakan Jalan, LHR, Perkerasan Jalan.

ANALYSIS OF VEHICLE LOADS ON DAMAGE OF FLEXIBLE PAVEMENT
(ASPHALT) IN THE ROAD OF HR. SOEBRANTAS

PANAM KOTA PEKANBARU

M MULKI ARIEF W

NPM: 143 110 723

Abstract

Jalan HR. Soebrantas Panam in Pekanbaru is a very busy route. Along the HR road. Soebrantas was heavily traversed by heavy vehicles because this road was one of the roads that was opened to be crossed by heavy vehicles carrying cargo. This also makes one of the causes of rapid damage to flexible pavements. The purpose of this study was to determine the amount of average daily traffic axle load through the asphalt pavement on the HR road. Soebrantas Panam, knows the effect of vehicle axle load on the level of road damage on the HR road section. Soebrantas Panam.

This research method uses guidelines from Bina Marga Pd 14-14. This research was carried out for 7 days (Monday, Tuesday, Wednesday, Thursday, Friday, Saturday and Sunday).

The results of the analysis of average daily traffic on light vehicles such as sedans, oplets, and pickup have a total of 19,085 units, for small buses totaling 53 units, for large buses totaling 78 units, for trucks 2 axles totaling 1208 units, for 3 axles of trucks are 488 units, and for 4 axles there are 99 units. The total LHR from the vehicle analysis results in 21,011 vehicles / day. Based on the calculation of vehicle traffic factors, the total ESAL value is 10.904,893 and the results of Truck Factor calculation $5.823 > 1$, where the value indicates that the condition of road damage is due to the vehicle load passing on the HR road section. Panam Soebrantas is overloaded. Overload factor that occurs on the HR path. Soebrantas causes 2 types of damage, namely flow distortion with a high level of damage and cracking of crocodiles with a high level of damage.

Keywords: Excess Axis Load, Road Damage, Road Pavement.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan raya merupakan salah satu prasarana transportasi darat terpenting, sehingga desain perkerasan jalan yang baik adalah suatu keharusan. Selain untuk menghubungkan suatu tempat ke tempat lain, perkerasan jalan yang baik juga diharapkan dapat memberi rasa aman dan nyaman bagi pengguna jalan.

Jumlah penduduk yang semakin bertambah setiap tahunnya dan bertambahnya jumlah kendaraan di kota Pekanbaru, maka akan berdampak pada kebutuhan sarana transportasi jalan raya yang juga meningkat. Pada dasarnya jalan akan mengalami penurunan fungsi struktural sesuai dengan bertambahnya umur rencana jalan. Oleh sebab itu disamping direncanakan secara tepat jalan harus dipelihara dengan baik agar dapat melayani pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana. Pemeliharaan jalan rutin maupun berkala perlu dilakukan untuk mempertahankan keamanan dan kenyamanan jalan bagi pengguna dan menjaga daya tahan atau keawetan sampai umur rencana (Suwardo & Sugiarto 2004).

Jalan HR. Soebrantas Panam yang berada di Pekanbaru ini merupakan jalur yang sangat sibuk. Di sepanjang jalan HR. Soebrantas banyak dilewati oleh kendaraan berat karena jalan ini merupakan salah satu jalan yang dibuka untuk dilintasi kendaraan berat yang membawa muatan salah satunya dari pulau Jawa seperti truk pembawa mobil baru milik TOYOTA, truk pembawa semen milik SEMEN PADANG, dan angkutan bus milik ALS. Jalur ini memang sering dijadikan arus angkutan barang yang keluar masuk Pekanbaru. Ini juga yang berpotensi menjadi faktor penyebab rusaknya perkerasan jalan.

Berdasarkan pada uraian di atas, maka penulis tertarik untuk mengkaji kerusakan yang terjadi pada perkerasan jalan di jalan HR. Soebrantas Panam dengan judul “Analisis Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Perkerasan Jalan Lentur (Aspal) di jalan HR. Soebrantas Panam Kota Pekanbaru.

1.2 Rumusan Masalah

Dengan latar belakang tersebut di atas, maka yang menjadi permasalahan adalah sebagai berikut :

1. Berapa jumlah lalu lintas harian rata-rata serta beban sumbu pada ruas jalan HR. Soebrantas Panam Kota Pekanbaru?
2. Bagaimana pengaruh beban sumbu kendaraan terhadap tingkat kerusakan jalan pada ruas jalan HR. Soebrantas Panam Kota Pekanbaru?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui jumlah lalu lintas harian rata-rata beban sumbu yang melalui jalan perkerasan aspal di jalan HR. Soebrantas Panam.
2. Untuk mengetahui pengaruh beban sumbu kendaraan terhadap tingkat kerusakan jalan pada ruas jalan HR. Soebrantas Panam Kota Pekanbaru.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yang akan dicapai dalam skripsi ini adalah :

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan dan pengetahuan khususnya bagi masyarakat Kota Pekanbaru dalam upaya meningkatkan pengetahuan tentang penyebab kerusakan jalan.
2. Dengan penelitian ini bisa memberikan bahan referensi baru kepada mahasiswa teknik sipil, peneliti dan akademisi dalam upaya meningkatkan pengetahuan tentang penyebab kerusakan jalan dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan ajar.
3. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu bahan pertimbangan oleh pemerintah dan instansi terkait untuk mengkaji peraturan yang sudah ada maupun dalam pembuatan peraturan baru yang berhubungan dengan perkerasan jalan dan muatan.

1.5 Batasan Masalah

Agar pembahasan dan penyusunan skripsi terarah dan tidak menyimpang dari pokok permasalahan maka perlu adanya batasan masalah, adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Lokasi penelitian dibatasi pada ruas jalan HR. Soebrantas Panam Kota Pekanbaru STA 0 – STA 1 + 0 dari arah pasar pagi menuju JL. Raya Bangkinang.
2. Dalam penelitian ini data LHR serta kondisi jalan khususnya ruas jalan HR. Soebrantas Panam Kota Pekanbaru yang banyak dilewati kendaraan berat maka dilakukan pengambilan data selama 7 hari yaitu hari Sabtu 22 September 2018, Senin 24 September 2018, Jumat 28 September 2018, Minggu 30 September 2018, Rabu 5 Desember, Selasa 11 Desember 2018, dan Kamis 13 Desember 2018.
3. Jenis kendaraan yang diteliti adalah jenis kendaraan bermotor roda empat atau lebih. Kendaraan roda 2 dan roda 3 tidak dianggap sebagai arus lalu lintas, tetapi sebagai unsur hambatan samping.
4. Menghitung beban sumbu kendaraan yang melewati ruas jalan tersebut.
5. Analisa kerusakan dilihat dari faktor beban sumbu kendaraan yang melewati ruas jalan HR. Soebrantas Panam Kota Pekanbaru.
6. Analisa perhitungan pada penelitian ini menggunakan metode Bina Marga 2003.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Tinjauan pustaka memuat tentang hasil-hasil penelitian yang didapat oleh peneliti terdahulu serta memiliki hubungan yang erat dengan penelitian yang sedang dilakukan untuk pemecahan pada penelitian terdahulu dapat membantu memberikan solusi untuk pemecahan masalah pada penelitian yang sedang dilakukan. Dalam penelitian mengenai kerusakan perkerasan jalan ini telah banyak dilakukan pada berbagai ruas jalan ditempat berbeda. Beberapa referensi diantaranya yang melakukan penelitian ini adalah Zainal (2016), Suhendra (2014), Dian Novita Sari (2014), Zulhafiz (2013), Sentosa (2012).

2.2 Penelitian Sebelumnya

Dari berbagai penelitian yang pernah dilakukan oleh beberapa mahasiswa terkait dengan yang dilakukan oleh penulis, maka dalam hal ini penulis mencoba melakukan penelitian berdasarkan studi pustaka terhadap hasil penelitian yang ada, dan literatur yang berkaitan dengan penelitian ini, diantaranya :

Zainal (2016), dengan judul “*Analisa Dampak Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Jalan*”. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung umur perkerasan jalan dan menghitung tebal penambahan perkerasan jalan. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode Bina Marga. Adapun dari hasil penelitian kendaraan berat yang banyak menyebabkan kerusakan jalan pada ruas jalan Pahlawan, Kec. Citereup, Kab. Bogor yaitu kendaraan berat dengan muatan yang melebihi batas Muatan Sumbu Terberat (MST) jalan Pahlawan dengan jenis kendaraan semi trailer dengan persentase pengaruhnya sampai 46,621%, dengan Muatan Sumbu Terberat (MST) diatas 8 ton. Dari hasil analisa didapat umur perkerasan ruas jalan pahlawan yang seharusnya 1,61 tahun pada awal rencana,

menjadi lebih singkat 0,51 tahun. Maka perlu ada penambahan perkerasan jalan dengan tebal 6 cm.

Suhendra (2014), dengan judul “*Analisa Kerusakan Jalan Perkerasan Jalan Dengan Pemisah/Median Di Kota Pekanbaru Studi Kasus Jalan Jenderal Sudirman Kota Pekanbaru*”. Tujuan dari penelitian ini adalah menghitung nilai ESAL dan menentukan tingkat kerusakan jalan. Berdasarkan analisa yang telah dilakukan dengan metode Bina Marga terdapat beberapa jenis kerusakan (Sedang), Amblas (Rendah), Retak (Rendah), Alur (Rendah), dan Lobang (Tinggi), total ESAL 186,3 dan didapat nilai *Truck Factor* $TF = 0,44 < 1$, Karena $TF < 1$ kerusakan tidak disebabkan oleh beban berlebih (*Over Loading*). Faktor geometrik berupa kemiringan jalan berpengaruh terhadap kerusakan jalan, kedua lokasi tersebut mengalami kemiringan yang mengarah ke median sehingga air permukaan mengalir menuju median tidak menuju drainase mengakibatkan tanah diperbatasan median dan lapisan pondasi mengalami penurunan. Faktor lingkungan sangat mempengaruhi nilai koefisien drainase (m) sehingga berpengaruh pula terhadap tebal lapisan perkerasan (d).

Sari (2014), dengan judul “*Analisa Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Jalan dan Umur Sisa*”. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa beban lalu-lintas yang melanggar peraturan *over load* dan menghitung umur sisa rencana jalan. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dengan metode Bina Marga dapat diketahui bahwa kendaraan yang melanggar Muatan Sumbu Terberat (MST) banyak terjadi. Pada golongan 4 banyaknya kendaraan yang melanggar kelebihan muatan 25% - 60% sebanyak 16 kendaraan/tahun. Pada golongan 6b banyaknya kendaraan yang melanggar kelebihan muatan 25% - >60% sebanyak 28 kendaraan/tahun. Pada golongan 7a banyaknya kendaraan yang melanggar kelebihan muatan 25% - 60% sebanyak 29 kendaraan/tahun. Sedangkan untuk kendaraan golongan 7c hanya 1 kendaraan yang melanggar/tahun. Dari hasil perhitungan nilai derajat kerusakan pada kendaraan *overloading* didapatkan bahwa truk 2 as yang memiliki beban >20 ton hampir sama 2 – 3 as tunggal yang lewat, truk 2 as yang memiliki beban >40 ton hampir sama dengan 12-13 ton 2 as

tunggal yang lewat. Dari hasil perhitungan umur sisa diketahui bahwa dalam keadaan normal dengan n selama 10 tahun didapat umur sisa 99,955% yang dapat diartikan bahwa jalan tersebut masih aman untuk 10 tahun kedepan.

Zulhafiz (2013), dengan judul “*Kerusakan Jalan Akibat Beban Berlebih (Overload) Pada Ruas Jalan Lintas Timur KM 98 – KM 103 Sorek Kabupaten Pelalawan*”. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa LHR dan menghitung nilai *Truck Factor*. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Metode Bina Marga. Dari hasil perhitungan LHR jumlah kendaraan ringan sebanyak 4136 kendaraan/ dua arah dan untuk kendaraan berat sebanyak 1837 kendaraan perhari/2 hari dari data tersebut dihasilkan persentase kendaraan ringan 69,24% dan 30,76% untuk kerusakan banyak terdapat di kanan jalan arah pekanbaru – rengat dengan lubang 527,86 buah dan kiri 179,29 buah dan persentase keretakan yang terdapat sepanjang 5 kilometer yaitu sebesar 1,37%. Nilai ESAL kendaraan total perhari sebesar 15497,4 dan nilai faktor truk (*truck factor*) melebihi yaitu $TF = 8,44$. Maka salah satu penyebab kerusakan jalan tersebut adalah disebabkan oleh *Over Load*.

Sentosa (2012), “*Analisis Dampak Beban Overloading Kendaraan pada Struktur Rigid Pavement Terhadap Umur Rencana Perkerasan (Studi Kasus Ruas Jalan Simpang Lago – Sorek Km 77 S/D 78)*”. Dalam penelitian ini, penulis bertujuan untuk mengevaluasi struktur perkerasan kaku dengan metode AASHTO 1993. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sumbu beban kendaraan lebih dari 17,98% melebihi beban gandar maksimum. Jika dihitung dengan kondisi overload maka terjadi penurunan umur layanan sebesar 8 tahun dari 20 tahun umur rencana. Jika dihitung menggunakan persamaan kehidupan sisa dari, AASHTO 1993 penurunan dalam kehidupan pelayanan usia 25,94%. Jika dihitung menggunakan persamaan *Remaining life* dari AASHTO 1993, terjadi pengurangan umur layanan sebesar 25,94%.

2.3 Keaslian Penelitian

Pada penelitian tentang pengaruh beban kendaraan terhadap kerusakan jalan yang peneliti lakukan memiliki perbedaan dengan penelitian-penelitian sebelumnya yaitu perbedaan pada latar belakang dan lokasi penelitian.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR)

Volume lalu-lintas harian rata-rata menyatakan jumlah lalu lintas perhari dalam 1 minggu untuk 2 jalur yang berbeda dinyatakan dalam LHR, maka harus dilakukan penyelidikan lapangan selama 24 jam dalam satu minggu yang dilaksanakan pada hari senin, selasa, rabu, kamis, jumat, sabtu, dan minggu dengan mencatat jenis kendaraan bermotor.

Jumlah lalu lintas dalam 1 tahun dinyatakan sebagai lalu-lintas harian rata-rata (LHR).

$$LHR = \left[\frac{\text{jumlah lalu - lintas dalam 1 tahun}}{365} \right] \quad (3.1)$$

Pada umumnya lalu-lintas jalan raya yang melewati satu titik atau suatu tempat dalam satu satuan waktu mengakibatkan adanya pengaruh dari setiap jenis kendaraan terhadap keseluruhan arus lalu lintas.

Pengaruh ini diperhitungkan dengan mengekivalenkan terhadap keadaan standar. Dari data lalu-lintas dapat juga diperkirakan perhitungan lalu-lintas setiap tahunnya yang mana hal ini sangat berkaitan dengan umur rencana jalan. Sehingga jalan tersebut dapat memenuhi syarat secara ekonomis. Pada umumnya lalu-lintas pada jalan raya terdiri dari campuran kendaraan cepat, kendaraan lambat, kendaraan berat, kendaraan ringan dan kendaraan tidak bermotor maka kapasitas jalan mengakibatkan adanya pengaruh dari setiap jenis kendaraan tersebut terhadap keseluruhan arus lalu lintas. Untuk mempermudah perhitungan maka dipakai Satuan Mobil Penumpang (SMP) yang dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Faktor Ekuivalen (FE), (Sukirman, 1999)

Tipe Kendaraan	FE
Sepeda motor	0,2
Kendaraan Tak Bermotor	0,5
Mobil Penumpang	1,0
Mikro Truck	1,0
Bus Kecil	1,0
Bus Besar	1,3
Truk Ringan (berat kotor < 5 ton)	1,3
Truk Sedang (berat kotor 5 – 10 ton)	1,3
Truk Berat (berat kotor > 10 ton)	1,3

Keterangan Tabel 3.1 :

LV = Kendaraan ringan yang terdiri dari bak terbuka, sedan dan mobil

HV = Kendaraan berat yang terdiri dari truk 2 as 10 ton, truk 3 as 20 ton

MC = Kendaraan bermotor roda dua

UM = Kendaraan tak bermotor

Volume lalu-lintas menyatakan jumlah lalu-lintas dalam Satuan Mobil Penumpang (SMP) yang besarnya menunjukkan jumlah lalu-lintas harian rata-rata (LHR) maka volume lalu-lintas yang ada baik pada saat ini maupun pada saat tahun rencana menentukan klasifikasi jalan yang diperkirakan sanggup menerima volume lalu lintas tersebut. Klasifikasi ialah mencakup kelas jalan, jumlah jalur, kecepatan rencana, lebar perkerasan landai maksimum dan lain-lain. Volume lalu-lintas adalah lalu-lintas harian rata-rata (LHR) didapat dari jumlah lalu-lintas pada suatu tahun dibagi dengan 365 hari.

3.2 Klasifikasi Jalan Raya

Klasifikasi jalan raya menunjukkan standar operasi yang dibutuhkan dan merupakan suatu bangunan yang berguna bagi perencanaan. Di Indonesia

berdasarkan peraturan perencanaan geojalan raya yang dikeluarkan Bina Marga, jalan dibagi dalam kelas-kelas yang dibagi menjadi tiga bagian yaitu : jalan arteri, jalan kolektor dan jalan sekunder.

3.2.1 Jalan Arteri

Jalan arteri menurut Ditjen Bina Marga (1997) merupakan jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah jalan masuk (akses) dibatasi secara efisien. Jalan arteri dibagi menjadi dua yaitu jalan arteri primer dan jalan arteri sekunder :

1. Jalan Arteri Primer

Jalan arteri primer menurut ditjen Bina Marga (1997) Menghubungkan secara berdaya guna antar pusat kegiatan nasional atau antara pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah.

- a. Jalan arteri primer didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 60 kilometer per jam (km/h)
- b. Lebar jalan manfaat minimal 11 meter.
- c. Persimpangan pada jalan arteri primer diatur dengan pengaturan tertentu yang sesuai dengan lalu lintas dan karakteristiknya.
- d. Harus memiliki perlengkapan jalan yang cukup seperti rambu lalu lintas, marka jalan, lampu lalu lintas, lampu penerangan jalan dan lain-lain.
- e. Jalur khusus harusnya disediakan, yang dapat digunakan untuk sepeda dan kendaraan lambat lainnya.
- f. Jalan arteri primer mempunyai 4 lajur lalu lintas atau lebih dan seharusnya dilengkapi dengan median (sesuai dengan ketentuan geometrik).
- g. Apabila persyaratan jarak akses jalan dan atau lahan tidak dapat dipenuhi, maka jalan arteri harus disediakan jalur lambat (*Frontage road*) dan juga jalur khusus untuk kendaraan tidak bermotor.

2. Jalan Arteri Sekunder

Jalan arteri sekunder menurut Ditjen Bina Marga (1997) adalah jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh kecepatan rata-rata tinggi dan jumlah jalan masuk dibatasi efisien, dengan peranan pelayanan

jasa distribusi untuk masyarakat dalam kota. Di daerah perkotaan juga disebut sebagai jalan protokol.

Karakteristik Jalan Arteri sekunder menurut Ditjen Bina Marga (1990) adalah sebagai berikut :

- a. Jalan arteri sekunder menghubungkan : kawasan primer dengan kawasan sekunder kesatu, antar kawasan sekunder kesatu, kawasan sekunder kesatu dan sekunder kedua dan jalan arteri atau kolektor primer dengan kawasan sekunder kesatu.
- b. Jalan arteri sekunder dirancang berdasarkan kecepatan rencana paling rendah yaitu 30 km per jam.
- c. Lebar badan jalan tidak kurang dari 8 meter.
- d. Akses langsung dibatasi tidak boleh lebih pendek dari 250 meter.
- e. Kendaraan angkutan umum barang ringan dan bus untuk pelayanan tingkat kota dapat diizinkan melalui jalan ini.

3.2.2 Jalan Kolektor

Jalan kolektor Ditjen Bina Marga (1997) merupakan jalan umum yang berfungsi untuk melayani angkutan umum atau pembagi dengan ciri perjalanan sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi. Jalan kolektor dibagi menjadi dua jalan kolektor primer dan jalan kolektor sekunder :

1. Jalan Kolektor Primer

Jalan kolektor primer menurut Ditjen Bina Marga (1997) adalah jalan dikembangkan untuk melayani dan menghubungkan kota-kota antar pusat kegiatan wilayah dan pusat kegiatan lokal dan atau kawasan-kawasan berskala kecil dan atau pelabuhan pengumpan regional dan pelabuhan pengumpan lokal.

- a. Jalan kolektor primer dalam kota merupakan terusan jalan kolektor primer luar kota.
- b. Jalan kolektor primer melalui atau menuju kawasan primer atau jalan arteri primer.
- c. Jalan arteri primer dirancang berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 40 km per jam.

d. Lebar badan jalan kolektor primer tidak kurang dari 7 meter.

2. Jalan Kolektor Sekunder

Jalan kolektor sekunder menurut Ditjen Bina Marga (1997) adalah jalan yang melayani angkutan pengumpulan atau pembagian dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi, dengan peranan pelayanan jasa konstruksi distribusi untuk masyarakat di dalam kota.

Karakteristik dalam kolektor sekunder menurut Ditjen Bina Marga (1997) adalah sebagai berikut.

- a. Jalan kolektor sekunder menghubungkan: antar kawasan sekunder kedua dengan kawasan sekunder ketiga.
- b. Jalan kolektor sekunder dirancang berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 20 km per jam
- c. Lebar jalan kolektor sekunder tidak kurang dari 7 meter. Kendaraan angkutan barang berat tidak diizinkan melalui fungsi jalan ini di daerah pemukiman.

Lokasi parkir pada badan jalan dibatasi. Harus mempunyai perlengkapan jalan yang cukup. Besarnya lalu lintas harian rata-rata pada umumnya lebih rendah dari sistem primer dan arteri sekunder.

3.2.3 Jalan Lokal

Jalan lokal, menurut Ditjen Bina Marga (1997) merupakan jalan umum yang berfungsi untuk melayani angkutan dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

1. Jalan Lokal Primer

Jalan lokal primer adalah jalan yang menghubungkan secara berdaya guna pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan lingkungan, pusat kegiatan wilayah dengan pusat kegiatan lingkungan, antar pusat kegiatan lokal, atau pusat kegiatan lokal dengan pusat kegiatan lingkungan.

- a. Jalan primer dalam kota merupakan terusan jalan lokal primer luar kota.

- b. Jalan lokal primer melalui atau menuju kawasan primer atau jalan primer lainnya.
 - c. Jalan lokal primer dirancang berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 20 km per jam.
 - d. Kendaraan angkutan barang dan bus dapat diizinkan melalui jalan ini.
 - e. Lebar badan jalan lokal primer tidak kurang dari 6 meter.
 - f. Besarnya lalu lintas harian rata-rata pada umumnya paling rendah pada sistem primer.
2. Jalan Lokal Sekunder

Jalan lokal sekunder adalah menghubungkan kawasan sekunder kesatu dengan perumahan, kawasan sekunder kedua dengan perumahan, kawasan sekunder ketiga dan seterusnya sampai perumahan. Karakteristik jalan lokal sekunder menurut Ditjen Bina Marga (1990) adalah sebagai berikut.

Jalan lokal sekunder menghubungkan: antar kawasan sekunder ketiga atau dibawahnya, kawasan sekunder dengan perumahan. Jalan lokal sekunder atau didesain berdasarkan kecepatan rencana paling rendah 10 km per jam. Lebar badan jalan lokal sekunder tidak kurang dari 5 meter. Kendaraan angkutan barang berat dan bus tidak diizinkan melalui fungsi jalan jenis ini di daerah pemukiman. Besarnya lalu lintas harian rata-rata pada umumnya paling rendah dibandingkan dengan fungsi jalan lain.

3.3 Jalan Lintas

Menurut Saodang, 2005. Kendaraan secara nyata dilapangan mempunyai beban total yang berbeda, tergantung pada berat sendiri kendaraan dan muatan yang diangkutnya. Beban ini didistribusikan ke perkerasan jalan melalui sumbu kendaraan, selanjutnya roda kendaraan baru ke perkerasan jalan. Makin berat muatan akan memerlukan jumlah sumbu kendaraan yang makin banyak, agar muatan sumbu tidak melampaui muatan sumbu yang disyaratkan. Pembebanan setiap sumbu ditentukan oleh muatan dan konfigurasi sumbu kendaraan. Ada beberapa konfigurasi sumbu kendaraan, yaitu:

1. Sumbu Tunggal Roda Tunggal (STRT)
2. Sumbu Tunggal Roda Ganda (STRG)
3. Sumbu Tandem Roda Ganda (STdRG)
4. Sumbu Tridem Roda Ganda (STrRG)

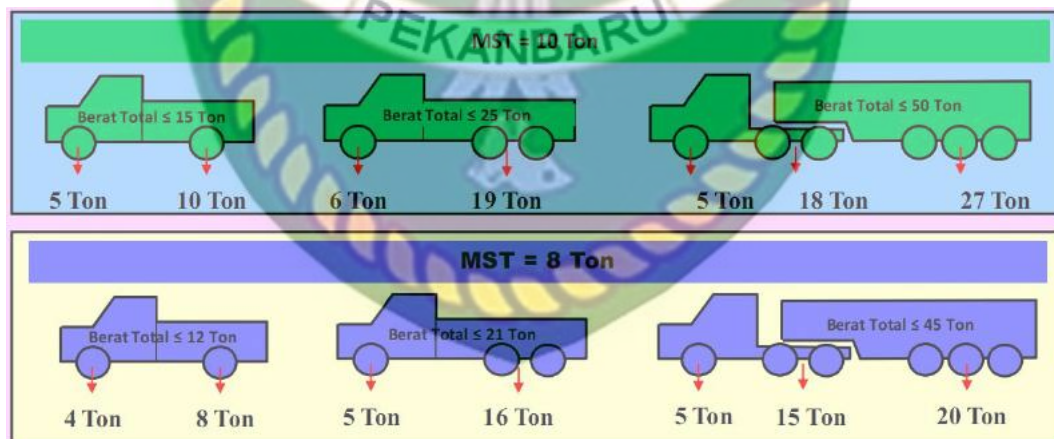
3.3.1 Kategori Muatan Sumbu Terberat

Masing-masing kelas jalan dibatasi untuk menerima muatan sumbu terberat agar jalan tidak cepat rusak akibat beban berlebihan. Ada 4 kategori MST, yaitu :

1. MST = 10 ton
2. MST = 8 ton
3. MST = 5 ton
4. MST = 3,5 ton

Dalam hal ini, MST sumbu tunggal = 8 ton, MST sumbu tandem = 15 ton, MST sumbu tridem = 20 ton.

Dengan konfigurasi MST, sebagaimana terlihat pada Gambar 3.1:



Gambar 3.1 Konfigurasi MST = 10 t, 8 t, 5 t dan 3,5 t. (Sukirman, 1999)

3.3.2 Beban Lalu Lintas

Dengan mengetahui secara tepat tingkat kemampuan suatu jalan dalam menerima suatu beban lalu lintas, maka tebal lapisan perkerasan tersebut akan sesuai dengan yang direncanakan. Beban bertulang atau *repetition load*

merupakan beban yang diterima struktur perkerasan dari roda-roda kendaraan yang melintasi jalan raya secara dimanis selama umur rencana. Besar beban yang diterima bergantung dari berat kendaraan, konfigurasi sumbu, bidang kontak antara roda dan kendaraan serta kecepatan dari kendaraan itu sendiri. Hal ini akan memberi suatu nilai kerusakan pada perkerasan akibat muatan sumbu roda yang melintas setiap kali pada ruas jalan. Berat kendaraan dibebankan ke perkerasan melalui kendaraan yang terletak di ujung-ujung sumbu kendaraan. Masing-masing kendaraan mempunyai konfigurasi sumbu yang berbeda-beda. Sumbu depan dapat merupakan sumbu tunggal roda, sedangkan sumbu belakang dapat merupakan sumbu tunggal, sumbu ganda, maupun sumbu tripel.

Berat kendaraan dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut :

1. Fungsi jalan

Kendaraan berat yang memakai jalan arteri umumnya muatan yang lebih berat dibandingkan dengan jalan pada medan datar.

2. Keadaan medan

Jalan yang mendaki mengakibatkan truk tidak mungkin memuat beban yang lebih berat dibandingkan dengan jalan pada medan datar.

3. Aktivitas ekonomi di daerah yang bersangkutan

Jenis dan beban yang diangkut oleh kendaraan berat sangat tergantung dari jenis kegiatan yang ada di daerah tersebut, truk di daerah industri mengangkut beban yang berbeda jenis dan beratnya dengan di daerah perkebunan.

4. Perkembangan daerah

Bahan yang diangkut kendaraan dapat berkembang sesuai dengan perkembangan daerah di sekitar lokasi jalan.

Dampak kerusakan yang ditimbulkan oleh beban lalu lintas tidaklah sama antara satu dengan yang lain. Perbedaan ini mengharuskan suatu standar yang bisa mewakili semua jenis kendaraan, sehingga semua beban yang diterima oleh struktur perkerasan jalan dapat disamakan ke dalam beban standar. Beban standar ini digunakan sebagai batasan maksimum yang di ijinakan suatu kendaraan.

Beban yang sering digunakan sebagai batasan maksimum yang diijinkan untuk suatu kendaraan adalah beban gandar maksimum. Beban gandar ini diambil sebesar 18.000 pounds (8 ton) pada sumbu standar tunggal. Diambilnya angka ini karena daya pengrusak yang ditimbulkan beban gandar terhadap stuktur perkerasan adalah bernilai satu.

3.3.3 Jumlah Lajur

Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya, yang menampung lalu lintas terbesar (lajur dengan volume tertinggi). Umumnya lajur rencana adalah salah satu lajur dari jalan raya dua lajur atau tepi dari jalan raya yang berlajur banyak. Persentase kendaraan pada jalur rencana dapat juga diperoleh dengan melakukan survey volume lalu lintas. Jika jalan tidak memiliki tanda batas lajur, maka ditentukan dari lebar perkerasan berdasarkan Bina Marga 2003. (Nofrianto 2013)

Tabel 3.2 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan (Pd T-14-2003)

Lebar Perkerasan		Jumlah lajur
$L < 5,50 \text{ m}$		1 lajur
$5,50 \text{ m} \leq L <$	$8,25 \text{ M}$	2 lajur
$8,25 \text{ m} \leq L < 11,25 \text{ m}$		3 lajur
$11,25 \text{ m} \leq L <$	$15,00 \text{ m}$	4 lajur
$15,00 \text{ m} \leq L <$	$18,75 \text{ m}$	5 lajur
$18,75 \text{ m} \leq L <$	$22,00 \text{ m}$	6 lajur

3.3.4 Faktor Distribusi Lajur dan Kapasitas Lajur

Faktor distribusi lajur untuk kendaraan niaga (truk dan bus) ditetapkan dalam Tabel 3.2 Beban rencana pada setiap lajur tidak boleh melampaui kapasitas lajur pada setiap tahun selama umur rencana. Kapasitas lajur mengacu kepada peraturan menteri PU No. 19/PRT/M2011 mengenai Persyaratan Teknis Jalan berkaitan Rasio Volume Kapasitas (RVK) yang harus dipenuhi. Kapasitas lajur maksimum agar mengacu pada MKJI dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Faktor Distribusi Lajur (D_L) (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

3.3.5 Koefisien Distribusi Kendaraan

Koefisien distribusi kendaraan untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada lajur rencana ditentukan berdasarkan Bina Marga 2003.

Tabel 3.4 Koefisien Distribusi Kendaraan (Pd T-14-2003) (Nofrianto, 2013)

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

3.3.6 Umur Rencana

Umur rencana adalah jumlah waktu dalam tahun dihitung sejak jalan tersebut mulai dibuka sampai saat diperlukan perbaikan berat atau dianggap perlu untuk diberi lapis permukaan baru agar jalan tersebut berfungsi dengan baik sebagaimana dengan direncanakan (Nofrianto, 2013). Perbaikan bangunan jalan didasarkan pada lalu lintas sekarang dan yang akan datang dalam batas umur rencana jalan. Umur rencana perkerasan jalan ditentukan atas pertimbangan:

1. Klasifikasi fungsional jalan
2. Pola lalu lintas serta nilai ekonomi jalan yang bersangkutan, yang dapat ditentukan antara lain dengan metode *Benefit Cost Ratio Rate of Return*, kombinasi dari metode tersebut atau cara lain yang tidak terlepas dari pola pengembangan wilayah.

Beberapa tipikal umur rencana : (Hendarsin. 2013)

1. Lapisan perkerasan aspal baru, 20 – 25 tahun
2. Lapisan perkerasan kaku baru, 20 – 40 tahun
3. Lapisan tambahan (aspal, 10 – 15), (batu pasir, 10 – 20) tahun

3.3.7 Muatan Sumbu Terberat (MST)

Muatan adalah jumlah tekanan roda dari satu sumbu kendaraan terhadap jalan. Jika dilihat pada PP nomor 43 tahun 1993 tentang Prasarana dan Lalu Lintas Jalan dapat disimpulkan bahwa muatan sumbu terberat adalah beban sumbu salah satu terbesar dari beberapa beban sumbu kendaraan yang harus dipikul oleh jalan. Pada Undang-undang No 22 tahun 2009 lalu lintas dan angkutan jalan, pengelompokan jalan menurut kelas jalan terdiri atas:

1. Jalan kelas I, yaitu jalan arteri dan kolektor yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 mm, ukuran panjang tidak melebihi 18.000 mm, ukuran paling tinggi 4.200 mm dan muatan sumbu terberat 10 ton.
2. Jalan kelas II, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.500 mm, ukuran panjang tidak melebihi 12.000 mm, ukuran paling tinggi 4.200 mm dan muatan sumbu terberat 8 ton.
3. Jalan kelas III, yaitu jalan arteri, kolektor, lokal dan lingkungan yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar tidak melebihi 2.100 mm, ukuran panjang tidak melebihi 9.000 mm, ukuran paling tinggi 3.500 mm dan muatan sumbu terberat 8 ton.

4. Jalan kelas khusus, yaitu jalan arteri yang dapat dilalui kendaraan bermotor dengan ukuran lebar melebihi 2.500 mm, ukuran panjang melebihi 18.000 mm, ukuran paling tinggi 4.200 mm dan muatan sumbu terberat lebih dari 10 ton.

3.4 Sifat Dan Komposisi Lalu-lintas

Yang perlu diperhatikan dalam perencanaan peningkatan jalan adalah terdapatnya bermacam ukuran, berat kendaraan yang mana sifat operasinya berbeda. Truk disamping lebih berat, berjalan lebih lambat dan mengambil ruang jalan lebih banyak akibatnya memberi pengaruh lebih besar dari pada kendaraan penumpang terhadap lalu-lintas. Untuk memperhitungkan pengaruh terhadap arus lalu-lintas dan kapasitas dari bermacam-macam ukuran dan beratnya dibagi menjadi dalam 2 golongan yaitu :

1. Mobil penumpang (P), yang termasuk dalam golongan ini semua jenis mobil penumpang dengan kendaraan truk ringan seperti Pick-Up dengan ukuran dan sifat operasi serupa mobil.
2. Kendaraan Truk (T), termasuk truk tunggal, truk gandengan yang mempunyai berat kotor lebih dari 3.5 ton.

3.5. Pertumbuhan Lalu-lintas

Untuk memperkirakan pertumbuhan lalu-lintas untuk tahun yang akan datang dapat dihitung dengan rumus, yaitu :

$$LHR_n = LHR_o (1 + i)^n \quad (3.2)$$

Keterangan :

LHR_n = LHR tahun ke n

LHR_o = LHR Awal tahun rencana

i = Faktor pertumbuhan (%)

n = Umur rencana

Untuk memprediksikan faktor pertumbuhan (i), didapat dari data Lalu-lintas Harian Rata-rata (LHR) yang ada dihitung tingkat pertumbuhan tahunannya.

Tabel 3.5 Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (Bina Marga Pd-T-14-2003)

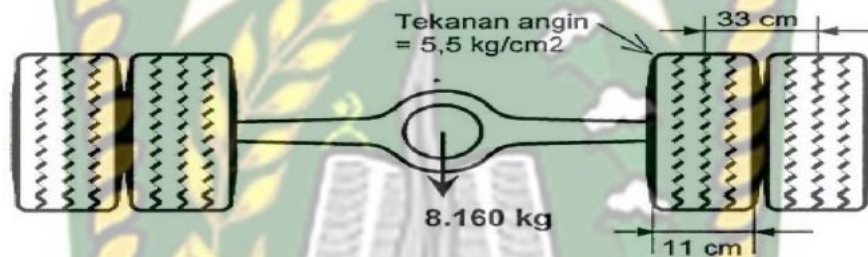
Umur Rencana (Tahun)	Laju Pertumbuhan (i) Per-tahun (%)					
	0	2	4	6	8	10
5	5	5,2	5,4	5,8	5,9	6,1
10	10	10,9	12	13,2	14,5	15,9
15	15	17,3	20	23,3	27,2	31,8
20	20	24,3	29,8	36,8	45,8	57,3
25	25	32	41,6	54,9	73,1	98,3
30	30	40,6	56,1	79,1	113,3	164,5
35	35	50	73,7	111,4	172,3	271
40	40	60,4	95	154,8	259,1	442,6

3.6 Angka Ekuivalen Beban Sumbu

Jenis kendaraan yang memakai jalan beraneka ragam, bervariasi baik ukuran, berat total, konfigurasi, beban sumbu dan sebagainya. Oleh karena itu volume lalu lintas umumnya dikelompokkan atas beberapa kelompok yang masing-masing kelompok diwakili oleh satu jenis kendaraan. Pengelompokan jenis kendaraan untuk perencanaan tebal perkerasan dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Mobil penumpang, termasuk di dalamnya semua kendaraan dengan berat total (2 ton)
2. Bus
3. Truk 2 Sumbu
4. Truk 3 Sumbu
5. Truk 4 Sumbu
6. Semi Trailer

Konstruksi perkerasan jalan menerima beban lalu lintas yang dilimpahkan melalui roda-roda kendaraan. Besarnya beban yang dilimpahkan tersebut tergantung dan berat kendaraan, konfigurasi sumbu, bidang kontak antara roda dan perkerasan, kecepatan kendaraan dan sebagainya. Dengan demikian efek dan masing-masing kendaraan terhadap kerusakan yang ditimbulkan tidaklah sama. Oleh karena itu perlu adanya beban standar sehingga semua beban lainnya dapat disetarakan dengan beban standar tersebut yang merupakan beban sumbu tunggal beroda ganda seberat 18.000 lbs (8 ton).



Gambar 3.2 Sumbu Standar 18.000 lbs (Sukirman, 1999)

Semua beban kendaraan lain dengan beban sumbu berbeda di ekuivalenkan ke beban sumbu standar dengan menggunakan “angka ekuivalen beban sumbu (E)”. Angka ekuivalen beban sumbu adalah angka yang menunjukkan jumlah lintasan dan sumbu tunggal seberat 8,16 ton yang akan menyebabkan kerusakan yang sama atau penurunan indeks permukaan yang sama apabila beban sumbu standar lewat satu kali.

Contoh : E truk = 1,2, ini berarti 1 kali lintasan kendaraan truk mengakibatkan penurunan indeks permukaan yang sama dengan 1,2 kali lintasan sumbu standar. Secara empiris angka ekuivalen ditulis sebagai berikut :

$$E = \left[\frac{\text{beban sumbu (kg)}}{8160} \right]^x \quad (3.3)$$

Keterangan:

X merupakan konstanta yang besarnya dipengaruhi oleh:

1. Bidang kontak antara ban dengan perkerasan dengan perkerasan jalan. Luas bidang kontak ditentukan oleh tekanan ban.
2. Kelandaian, kendaraan yang berjalan di jalan mendaki mempunyai efek yang berbeda dibandingkan dengan kendaraan yang bergerak di jalan datar.
3. Fungsi jalan, kendaraan yang bergerak pada jalan yang menghubungkan dua kota berkecepatan lebih tinggi dibandingkan dengan kendaraan yang bergerak di dalam kota. Di dalam kota di tempat-tempat yang banyak ditemukan persimpangan, kendaraan bergerak dengan kecepatan lebih rendah dan seringkali berhenti.
4. Beban sumbu, kendaraan dengan beban sumbu yang lebih besar akan mempunyai angka ekivalen lebih besar dan pada kendaraan dengan beban sumbu yang lebih kecil.
5. Kecepatan kendaraan, kendaraan sejenis akan menghasilkan kerusakan yang berbeda jika kendaraan tersebut bergerak dengan kecepatan yang berbeda pula. Kendaraan yang bergerak dengan kecepatan rendah akan mempunyai efek lebih cepat merusak jalan.
6. Ketebalan lapisan perkerasan, kerusakan yang ditimbulkan oleh kendaraan pada lapisan perkerasan dengan nilai struktural lebih tinggi akan lebih kecil dibandingkan dengan kerusakan yang terjadi pada lapisan perkerasan dengan nilai struktural lebih rendah.

Nilai X akan bertambah besar dengan semakin jelek atau tidak rata permukaan jalan. Indeks permukaan turun mengakibatkan nilai X bertambah besar. Untuk perencanaan tebal perkerasan, angka ekivalen dapat diasumsikan tetap selama umur rencana dan dipergunakan angka ekivalen pada kondisi akhir umur rencana (pada keadaan indeks permukaan akhir umur). Untuk menentukan angka ekivalen beban sumbu, Bina Marga memberikan rumus sebagai berikut:

$$E \text{ sumbu tunggal} = \left[\frac{\text{beban sumbu tunggal (kg)}}{8160} \right]^4 \quad (3.4)$$

$$E \text{ sumbu ganda} = \left[\frac{\text{beban sumbu ganda (kg)}}{8160} \right]^4 \times 0,0086 \quad (3.5)$$

Keterangan:

E sumbu tunggal/ganda = Angka ekivalen beban sumbu.

Beban sumbu tunggal/ganda = Beban sumbu pada roda setiap kendaraan.

Angka (8160) = Berat sumbu standar pada kendaraan.

3.7 Angka Ekivalen Beban Gandar Sumbu Kendaraan (E)

Angka ekivalen (E) masing-masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan) ditentukan menurut rumus Bina Marga sebagai berikut:

$$STRT = \left[\frac{P}{5,4} \right]^4 \quad (3.6)$$

$$STRG = \left[\frac{P}{8,16} \right]^4 \quad (3.7)$$

$$STdRG = \left[\frac{P}{13,76} \right]^4 \quad (3.8)$$

$$STrRG = \left[\frac{P}{18,45} \right]^4 \quad (3.9)$$

Keterangan :

STRT = Sumbu tunggal roda tunggal

STRG = Sumbu tunggal roda ganda

STdRG = Sumbu tandem roda ganda

STrRG = Sumbu Tridem Roda Ganda

P = Beban gandar satu sumbu tunggal dalam ton

Departemen Pekerjaan Umum dalam hal ini Direktorat Jenderal Bina Marga telah membuat suatu ketentuan untuk menentukan nilai masing-masing sumbu kendaraan, hal ini dapat dilihat berdasarkan Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Angka Ekuivalen Beban Sumbu Kendaraan (Nofrianto, 2013)

Angka Ekuivalen			
Kg	Sumbu Tunggal	Sumbu Ganda	Sumbu Triple
1000	0,002	-	-
2000	0,0036	0,0003	-
3000	0,0183	0,0016	-
4000	0,0570	0,0050	-
5000	0,1410	0,0121	-
6000	0,2923	0,0251	-
7000	0,5415	0,0466	-
8000	0,9238	0,0794	0,0489
8160	1,0000	0,0860	0,053
9000	1,4798	0,1273	0,0784
10000	2,2555	0,1940	0,1195
11000	3,3033	0,2840	0,175
12000	4,6770	0,4022	0,2475
13000	6,4419	0,5540	0,3414
14000	8,6647	0,7452	0,4592
15000	11,4148	0,9820	0,4592
16000	14,7815	1,2712	0,6052
17000	18,838	1,6201	0,7834
18000	23,6771	2,0362	1,2549
19000	29,3937	2,5278	1,5578
21000	43,8648	3,7724	2,3248
22000	52,836	4,5439	2,8003
23000	63,1176	5,4282	3,3452
24000	74,8314	6,4355	3,966
25000	88,1047	7,577	4,6695

3.8. Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah konstruksi yang dibangun di atas lapisan tanah dasar (*subgrade*), yang berfungsi untuk menopang beban lalu-lintas. Konstruksi perkerasan jalan adalah campuran antara agregat dan bahan ikat yang digunakan untuk melayani beban lalu-lintas. Pada umumnya ada tiga jenis konstruksi perkerasan jalan, yaitu: (Nofrianto, 2013)

1. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan Lentur adalah struktur lapisan perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya dan akan melentur jika terkena beban kendaraan. Lapisan-lapisan perkerasan berisifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar. Perkerasan ini terdiri dari empat lapis, yaitu *surface course*, *base course*, *sub base course* dan *subgrade*.

2. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Perkerasan kaku merupakan struktur lapisan perkerasan yang menggunakan semen (*portland cement*) sebagai bahan pengikat sehingga sifatnya kaku dan tidak melentur jika terkena beban kendaraan. Pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakan di atas tanah dasar dengan atau tanpa lapis pondasi bawah. Beban lalu lintas sebagian besar dipikul oleh pelat beton. Perkerasan jenis ini terdiri dari terdiri dari tiga lapis yaitu plat beton (*concrete slab*), lapisan pondasi bawah (*sub base course*) dan lapisan tanah dasar (*subgrade*).

3. Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*)

Perkerasan Komposit merupakan jenis perkerasan kaku yang dikombinasikan dengan perkerasan lentur, dapat berupa perkerasan lentur di atas perkerasan kaku atau perkerasan kaku di atas permukaan lentur. Perkerasan jenis ini mendapatkan kekuatan dan kenyamanan yang tinggi.

Konstruksi perkerasan lentur dan perkerasan kaku memiliki perbedaan dalam beberapa aspek seperti bahan pengikat yang dipakai, sifat perkerasan, tujuan penggunaan, biaya pelaksanaan, usia kostruksi dan perbaikan kerusakan.

Tabel 3.7 Kelebihan dan Kekurangan Lapisan Perkerasan Lentur dan Kaku

Uraian	Perkerasan Lentur	Perkerasan Kaku
Bahan Pengikat	Aspal	Semen, Aspal dengan tebal besar
Sifat	- Melentur jika dibebani - Meredam getaran	- Tidak melentur jika dibebani - Tidak meredam getaran
Penggunaan	Beban ringan-berat	Beban berat
Biaya Pelaksanaan	Murah	Mahal
Usia	20 tahun (pemeliharaan rutin)	40 tahun (tanpa pemeliharaan rutin)
Perbaikan Kerusakan	- Mudah - Perbaikan setempat	- Sulit - Perbaikan menyeluruh

Sumber : Konstruksi Perkerasan Jalan (*Overlay*) *Hand Out I*

3.9. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan lentur pada umumnya digunakan untuk jalur lalu lintas dengan lalu lintas utama kendaraan penumpang, jalan perkotaan, untuk perkerasan bahu jalan, atau perkerasan dengan konstruksi bertahap.

3.9.1 Lapisan Perkerasan Lentur

Perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang saling mendukung antara satu lapisan dengan lapisan lainnya, dan perkerasan lentur ini memiliki kelebihan dan kekurangan.

Kelebihan menggunakan perkerasan lentur adalah :

1. Dapat digunakan pada daerah dengan perbedaan penurunan (*differential settlement*) terbatas;
2. Mudah diperbaiki;
3. Penambahan lapisan perkerasan dapat dilakukan kapan saja;
4. Memiliki tahanan gesek yang baik;

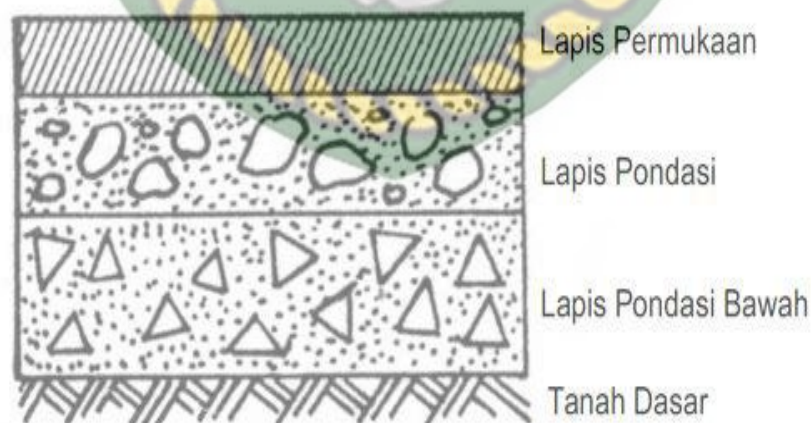
5. Warna perkerasan memberikan kesan yang tidak menyilaukan bagi pemakai jalan;
6. Dapat dilaksanakan bertahap, terutama pada kondisi biaya pembangunan terbatas.

Kekurangan menggunakan perkerasan lentur adalah :

1. Tebal total struktur perkerasan lebih tebal dari perkerasan kaku;
2. Kelenturan dan sifat kohesi berkurang seiring waktu;
3. Waktu pelayanan sampai membutuhkan pemeliharaan lebih cepat dari pada perkerasan kaku;
4. Tidak baik digunakan jika sering tergenang air;
5. Membutuhkan agregat lebih banyak.

Struktur perkerasan lentur dibangun dari beberapa lapisan yang makin kebawah memiliki daya dukung yang semakin jelek, yaitu: (Nofrianto, H., 2013)

1. Lapisan permukaan (*surface course*)
2. Lapisan pondasi atas (*base course*)
3. Lapisan pondasi bawah (*subbase course*)
4. Lapisan tanah dasar (*subgrade*).



Gambar 3.3 Struktur Lapis Perkerasan Lentur (Sukirman 1999)

3.9.1.1 Lapisan Permukaan (*Surface Course*)

Lapisan adalah lapisan yang terletak paling atas yang langsung bergesekan dengan roda kendaraan. Fungsi lapisan permukaan antara lain: (Nofrianto, 2013)

1. Sebagai lapisan perkerasan yang menahan beban roda, dengan persyaratan harus mempunyai stabilitas tinggi untuk menahan beban roda selama masa pelayanan.
2. Sebagai lapisan kedap air sehingga air hujan yang jatuh di atasnya tidak meresap ke lapisan di bawahnya dan melemahkan lapisan tersebut.
3. Sebagai lapisan aus (*wearing course*), lapisan yang langsung menderita gesekan akibat rem kendaraan sehingga mudah menjadi aus.
4. Lapisan yang menyebarkan beban ke lapisan bawah, sehingga dapat dipikul oleh lapisan lain dengan daya dukung yang lebih buruk.

Pada umumnya lapisan permukaan menggunakan bahan pengikat tinggi, sehingga menghasilkan lapisan yang kedap air, berstabilitas tinggi, dan memiliki daya tahan selama masa pelayanan. Lapis paling atas yang kontak langsung dengan roda kendaraan, cepat menjadi aus dan rusak karena berhubungan langsung dengan perubahan cuaca, hujan, panas, dan dingin.

Lapis paling atas dari lapisan permukaan disebut sebagai lapisan aus, dan berfungsi non struktural, sedangkan lapis di bawah lapis aus yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat disebut juga *binder course*, berfungsi struktural untuk memikul beban lalu lintas dan mendistribusikan ke lapis pondasi. Jadi, lapis permukaan dapat dibedakan menjadi: (Sukirman, 1999)

1. Lapis aus (*wearing course*), merupakan lapis permukaan yang kontak langsung dengan roda kendaraan dan cuaca;
2. Lapis pengikat (*binder course*), merupakan lapis permukaan yang terletak di bawah lapis aus.

3.9.1.2 Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*)

Lapis perkerasan yang terletak diantara lapis pondasi bawah dan lapis pondasi permukaan dinamakan lapisan pondasi atas (*base course*). Jika tidak digunakan lapisan pondasi bawah, maka lapisan pondasi atas diletakan langsung di atas permukaan tanah dasar. Lapisan pondasi atas berfungsi sebagai :

1. Bagian struktur perkerasan yang menahan gaya vertikal dari beban kendaraan dan menyebarkan ke lapisan di bawahnya;
2. Lapis peresapan untuk lapisan pondasi bawah;
3. Bantalan atau perletakan lapis permukaan.

Material yang digunakan untuk lapisan pondasi adalah material yang cukup kuat dan awet sesuai syarat teknik dalam spesifikasi pekerjaan. Lapisan pondasi dapat dipilih lapisan berbutir tanpa pengikat atau lapis dengan aspal sebagai pengikat. Untuk lapis pondasi tanpa bahan pengikat umumnya menggunakan material berbutir dengan CBR lebih besar dari 50 % dan indeks plastis lebih kecil dari 4 %. Bahan-bahan alam seperti batu pecah, kerikil pecah yang distabilisasi dengan semen, aspal, pozzolan atau kapur dapat digunakan sebagai lapisan pondasi.

Jenis lapisan pondasi yang umum dipergunakan di Indonesia antara lain: (Sukirman, 1999)

1. Agregat bergradasi baik, dibagian atas agregat kelas A yang mempunyai gradasi yang lebih kasar, dan agregat kelas B. Kriteria dari masing-masing jenis lapisan pondasi agregat dapat diperoleh dari spesifikasi pekerjaan;
2. Pondasi makadam;
3. Pondasi telfond;
4. Penetrasin makadam;
5. Laston sebagai lapis pondasi, dikenal dengan nama AC-Base (*Asphalt Concrete-Base*);
6. Lataston sebagai lapis pondasi, dikenal dengan nama HRS-Base (*Hot Rolled Sheet-Base*);
7. Stabilisasi.

3.9.1.3 Lapisan Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

Lapis perkerasan terletak diantara lapis pondasi atas dan tanah dasar dinamakan lapisan pondasi bawah (*subbase*). Lapis pondasi bawah berfungsi sebagai: (Nofrianto, 2013)

1. Bagian dari struktur perkerasan untuk mendukung dan menyebarkan beban kendaraan ke lapisan tanah dasar. Lapisan ini harus cukup stabil, mempunyai CBR sama atau lebih besar dari 20 % dan indeks Plastis (IP) sama atau lebih kecil dari 10 %;
2. Efisiensi penggunaan material yang relatif murah, agar lapisan di atasnya dapat dikurangi tebalnya;
3. Lapis peresapan, agar air tanah tidak berkumpul di pondasi;
4. Lapis pertama, agar pelaksanaan pekerjaan dapat berjalan lancar, sehubungan dengan kondisi lapangan yang memaksa harus segera menutup tanah dasar dari pengaruh cuaca, atau lemahnya daya dukung tanah dasar menahan roda alat berat.
5. Lapisan filter untuk mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapisan pondasi.

3.9.1.4 Lapisan Tanah Dasar (*Subgrade*)

Lapisan tanah dasar merupakan lapisan tanah yang berada di bawah pondasi bawah. Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung pada sifat-sifat dan daya dukung tanah dasar. lapisan tanah dasar dapat berupa tanah asli yang dipadatkan jika tanah aslinya baik, tanah yang didatangkan dari tempat lain dan dipadatkan atau tanah yang distabilisasi dengan kapur atau bahan lainnya. Berdasarkan elevasi muka tanah dimana konstruksi perkerasan jalan akan diletakan, lapisan tanah dasar dibedakan atas :

1. Permukaan tanah asli, adalah lapisan tanah dasar yang merupakan muka tanah asli di lokasi jalan tersebut. Pada umumnya lapisan tanah dasar ini disiapkan hanya dengan membersihkan dan memadatkan lapisan atas setebal 30 – 50

cm dari muka tanah dimana elevasi struktur perkerasan direncanakan untuk diletakkan;

2. Permukaan tanah timbunan, adalah lapisan tanah dasar yang lokasinya terletak di atas tanah asli. Hal ini berkaitan dengan perencanaan alinemen vertikalnya. Persiapan permukaan tanah timbunan perlu memperhatikan tingkat kepadatan yang diharapkan;
3. Permukaan tanah galian, adalah lapisan tanah dasar yang lokasinya terletak di bawah muka tanah asli, sesuai dengan perencanaan alinemen vertikalnya; Dalam sekelompok ini termasuk pula yang kurang baik. Persiapan permukaan tanah timbunan perlu memperhatikan tingkat kepadatan yang diharapkan.

Daya dukung dan ketahanan struktur perkerasan jalan sangat ditentukan oleh karakteristik tanah dasar. masalah-masalah yang sering ditemui terkait dengan lapisan tanah dasar adalah : (Sukirman, 1999)

1. Daya dukung tanah dasar berpotensi mengakibatkan perubahan bentuk tetap dan rusaknya struktur perkerasan jalan secara menyeluruh;
2. Sifat mengembang dan menyusut untuk jenis tanah yang dimiliki sifat plastisitas, dimana akibat perubahan kadar air berakibat terjadinya retak atau perubahan bentuk. Faktor drainase dan kadar air pada proses pemadatan tanah dasar sangat menentukan tingkat kerusakan yang mungkin terjadi;
3. Perbedaan daya dukung tanah akibat perbedaan jenis tanah. Penelitian yang seksama akan jenis dan sifat tanah dasar sepanjang jalan dapat mengurangi akibat tidak meratanya daya dukung tanah dasar;
4. Perbedaan penurunan (*different settlement*) akibat terdapatnya lapisan tanah lunak di bawah lapisan tanah dasar. penyelidikan jenis dan karakteristik lapisan tanah yang terletak di bawah lapisan tanah dasar sangat membantu mengatasi masalah ini;
5. Kondisi geologi yang dapat berakibat terjadinya patahan, geseran dari lapisan lempengan bumi perlu diteliti dengan seksama terutama pada tahap penentuan trase jalan;

6. Kondisi geologi di sekitar trase lapisan tanah dasar di atas tanah galian perlu diteliti dengan seksama, termasuk kestabilan lereng dan rembesan air yang mungkin diakibatkan oleh dilakukannya galian.

3.9.2 Jenis Kerusakan Pada Perkerasan Lentur

Menurut Manual Pemeliharaan Jalan Nomor : 03/MN/B/1983 yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Bina Marga, kerusakan jalan dapat dibedakan atas : (Sukirman, 1999)

1. Retak (*cracking*)
2. Distorsi (*distortion*)
3. Cacat permukaan (*disintegration*)
4. Pengausan (*polished aggregate*)
5. Kegemukan (*bleeding or flushing*)
6. Penurunan pada bekas penanaman utilitas

3.9.2.1 Retak (*Cracking*)

Retak adalah terjadinya patahan pada permukaan perkerasan (dalam konteks identifikasi kerusakan). Mekanisme retak dibagi menjadi dalam dua fase, yaitu awal terjadinya dan perkembangannya. Awal terjadinya retak merupakan waktu kejadian yang diskrit, dimana untuk keperluan pembuatan model, didefinisikan sebagai saat munculnya retak pada permukaan dengan jumlah 0,5%/km, pada fase berikutnya retak meluas secara cepat pada permukaan dan bukaan retak bertambah lebar. (HDM IV. 1995)

Retak yang terjadi pada lapisan permukaan jalan dapat dibedakan atas :

1. Retak Halus (*Hair cracking*)

Lebar celah lebih kecil atau sama dengan 3 mm, penyebabnya adalah bahan perkerasan yang kurang baik, tanah dasar atau bagian perkerasan di bawah lapis permukaan kurang stabil. Retak halus ini dapat meresapkan air ke dalam lapis

permukaan dan jika dibiarkan dapat berkembang menjadi retak kulit buaya. (Sukirman, 1999)



Gambar 3.4 Retak Halus (Mulki, 2018)

2. Retak kulit buaya (*alligator crack*)

Retak kulit buaya adalah retak yang berbentuk sebuah jaringan dari bidang persegi banyak (*poligon*) kecil-kecil menyerupai kulit buaya seperti ditunjukkan pada Gambar 3.3, dengan lebar celah lebih dari 3 mm. Ukuran retak yang saling berhubungan berkisar antara 2,5 cm sampai 15 cm. (Shahin, 1994)



Gambar 3.5 Retak Kulit Buaya (Shahin, 2005)

3. Retak pinggir (*edge crack*)

Retak memanjang jalan, dengan atau tanpa cabang yang mengarah ke bahu jalan dan terletak dekat bahu. Retak ini disebabkan oleh tidak baiknya sokongan dari arah samping, drainase kurang baik, terjadinya penyusutan tanah, atau terjadinya settlement di bawah daerah tersebut. Akar tanaman yang tumbuh di tepi perkerasan dapat pula menjadi sebab terjadinya retak pinggir ini. Di lokasi retak, air dapat meresap yang dapat semakin merusak lapis permukaan. (Sukirman, 1999)



Gambar 3.6 Retak Pinggir (Shahin, 2005)

4. Retak refleksi (*reflection crack*)

Retak refleksi terjadi bila retak yang telah terjadi pada lapisan di bawah merambat ke lapisan permukaan. Retak refleksi terjadi sebagai akibat dari pada konsentrasi tegangan pada ujung retak internal sehingga sangat penting mengurangi umur kelelahan yang tersedia pada lapis permukaan. (Wiyono, 2009)



Gambar 3.7 Retak Refleksi (Shahin, 2005)

5. Retak sudut (*Shrinkage crack*)

Retak yang saling bersambungan membentuk kotak-kotak besar dengan sudut tajam. Retak disebabkan oleh perubahan volume pada lapisan permukaan yang memakai aspal dengan penetrasi rendah, atau perubahan volume pada lapisan pondasi dan tanah dasar. (Sukirman, 1999)



Gambar 3.8 Retak Sudut (Anonymous, 2019)

6. Retak selip (*Slippage crack*)

Retak yang bentuknya melengkung seperti bulan sabit. Hal ini terjadi disebabkan oleh kurang baiknya ikatan antara lapis permukaan dan lapis dibawahnya. Kurang baiknya ikatan dapat disebabkan oleh adanya debu, minyak, air atau benda non adhesif lainnya, atau akibat tidak diberinya *tackcoat* sebagai bahan pengikat antara kedua lapisan. Retak selipun dapat terjadi akibat terlalu banyaknya pasir dalam campuran lapisan permukaan, atau kurang baiknya pemadatan lapis permukaan. (Sukirman, 1999)



Gambar 3.9 Retak Selip (Shahin, 2005)

3.9.2.2 Distorsi (*Distortion*)

Distorsi perubahan bentuk dapat terjadi akibat lemahnya tanah dasar, pemadatan yang kurang pada lapis pondasi sehingga terjadi penambahan pemadatan

akibat beban lalu lintas. Sebelum perbaikan dilakukan sebaiknya ditentukan terlebih dahulu jenis dan penyebab distorsi yang terjadi. Dengan demikian dapat ditentukan jenis penanganan yang tepat. Distorsi dapat dibedakan atas:

1. Alur (*ruts*)

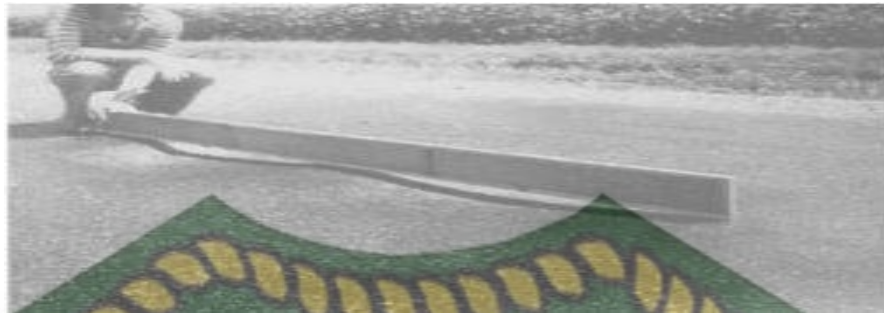
Alur adalah permanen deformasi pada lapisan perkerasan akibat lalu lintas yang terbentuk pada jejak roda secara terus menerus yang akhirnya berbentuk alur (Paterson, 1987). Alur akan timbul karena pelemahan material, aus permukaan atau struktur yang tidak kuat. Monitor dan kontrol dari alur mempunyai pengaruh terhadap biaya operasi kendaraan (mempengaruhi nilai traksi kendaraan), keamanan (adanya genangan air) dan getaran muatan.



Gambar 3.10 Alur (Shahin, 2005)

2. Keriting (*corrugation*)

Alur yang terjadi melintang jalan. Penyebab kerusakan ini adalah rendahnya stabilitas jalan campuran yang dapat berasal dari terlalu tingginya kadar aspal, terlalu banyak mempergunakan agregat halus, agregat berbentuk bulat dan berpermukaan licin, atau aspal yang dipergunakan mempunyai penetrasi yang tinggi. Keriting dapat juga terjadi jika lalu lintas dibuka sebelum perkerasan mantap (untuk perkerasan yang mempergunakan aspal cair). (Sukirman, 1999)



Gambar 3.11 Keriting (Shahin, 2005)

3. Sungkur (*shoving*)

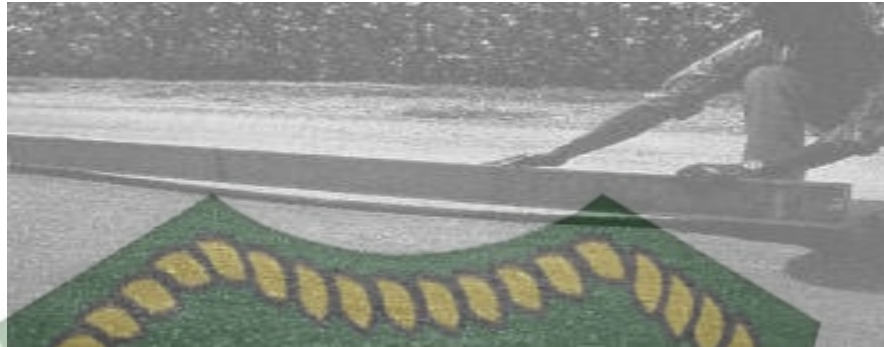
Sungkur adalah perpindahan permanen secara lokal dan memanjang dari permukaan perkerasan yang disebabkan oleh beban lalu lintas. Ketika lalu lintas mendorong perkerasan, maka mendadak timbul gelombang pendek di permukaannya atau berbentuk seperti ombak. Faktor penyebab terjadinya kerusakan sungkur adalah stabilitas campuran lapisan aspal rendah, telalu banyak kadar air dalam lapis pondasi granuler, dan ikatan antara lapis perkerasan tidak bagus dan tebal perkerasan kurang. (Shahin, 1994)



Gambar 3.12 Sungkur (Hardiyatmo, 2015)

4. Amblas (*grade depression*)

Terjadi setempat, dengan atau tanpa retak. Amblas dapat terdeteksi dengan adanya air yang tergenang. Air tergenang ini dapat meresap ke dalam lapisan perkerasan yang akhirnya menimbulkan lubang. Penyebab amblas adalah beban kendaraan yang melebihi apa yang direncanakan, pelaksanaan yang kurang baik, atau penurunan bagian perkerasan dikarenakan tanah dasar mengalami *settlement*. (Sukirman, 1999)



Gambar 3.13 Amblas (Shahin, 2005)

3.9.2.3 Cacat permukaan (*Disintegration*)

Kerusakan ini mengarah kepada kerusakan secara kimiawi dan mekanis dari lapisan perkerasan. Yang termasuk dalam cacat permukaan ini adalah :

1. Lubang (*potholes*)

Lubang adalah kerusakan yang berbentuk lekukan dipermukaan perkerasan akibat hilangnya lapis aus dan material lapis pondasi. Kerusakan ini biasa terjadi didekat retakan atau didaerah yang darinasenya kurang baik sehingga perkerasan tergenang oleh air. Faktor penyebab kerusakan ini adalah campuran material lapis permukaan yang kurang baik, air masuk kedalam lapis pondasi lewat retakan dipermukaan perkerasan yang terbuka, beban lalu lintas yang mengakibatkan disintegrasi lapis pondasi. (Shahin, 1994)



Gambar 3.14 Lubang (Shahin, 2005)

2. Pelepasan butir (*raveling*)

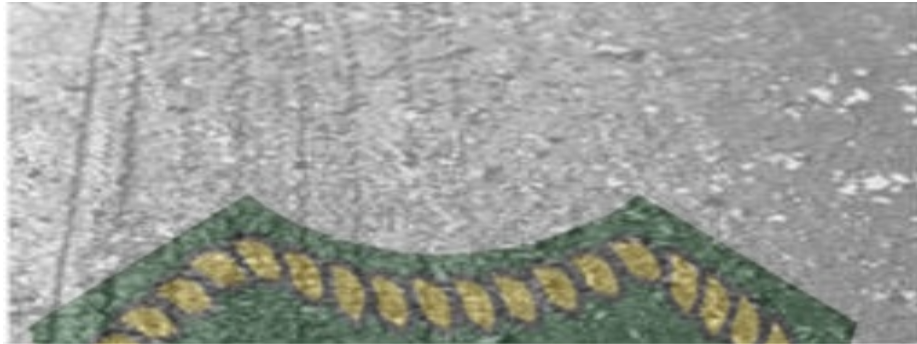
Pelepasan butir adalah lepasnya butir-butir agregat permukaan dari campuran agregat aspal (Bennet, 1995). Kejadian pelepasan butir menunjukkan perilaku yang berbeda dari setiap daerah dan negara tergantung metode dalam pelaksanaan konstruksinya. Pelepasan butir adalah kerusakan yang umumnya disebabkan oleh pelaksanaan yang jelek, dan akibat selaput aspal yang tipis (pada laburan aspal/*surface treatment*), jarang terlihat pada perkerasan aspal dengan campuran panas mutu tinggi. (Wiyono, 2009)



Gambar 3.15 Pelepasan Butir (Shahin, 2005)

3.9.2.4 Kegemukan (*Bleeding or Flushing*)

Kegemukan adalah terjadinya konsentrasi aspal pada suatu tempat tertentu dipermukaan jalan. Bentuk fisik dari kerusakan ini dapat dikenali dengan terlihatnya lapisan tipis aspal pada permukaan perkerasan dan jika pada kondisi temperatur permukaan perkerasan yang tinggi atau pada lalu lintas yang berat, akan terlihat jejak bekas roda kendaraan yang melewati. Kerusakan ini menyebabkan jalan menjadi licin, adapun faktor penyebab terjadinya kerusakan ini adalah pemakaian kadar aspal yang tinggi pada campuran aspal, kadar udara pada campuran aspal terlalu rendah, pemakaian terlalu banyak aspal pada pekerjaan *prime coat* atau *tack coat*, dan agregat terpenetrasi ke dalam lapis pondasi sehingga lapis pondasi menjadi lemah. (Shahin, 1994)



Gambar 3.16 Kegemukan (Shahin, 2005)

3.10 Tingkat Kerusakan Jalan

Jenis-jenis kerusakan berdasarkan tingkat kerusakan menurut metode PCI yang digunakan sebagai acuan menentukan tingkat kerusakan jalan yang sering terjadi pada perkerasan jalan lentur, antara lain : (Shahin, 1994)

1. Retak Kulit Buaya

Retak kulit buaya (*aligator cracking*) dibedakan menjadi 3 tingkat kerusakan (*severity level*), sebagai berikut:

a. *Low severity level*

Kondisi perkerasan tergolong baik, retak rambut parallel satu sama lain

b. *Medium severity level*

Kondisi retak membentuk suatu jaringan retak dan berpola, bagian retak sedikit terbuka dan kemungkinan ada partikel yang terlepas

c. *High severity level*

Jaringan retak terbuka dan dalam, sebagian partikel pada bagian yang retak sudah terlepas

2. Alur

Alur (*rutting*) dibedakan menjadi 3 tingkat kerusakan (*severity level*), sebagai berikut:

a. *Low severity level*

Dengan kedalaman alur antara $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ inchi.

b. *Medium severity level*

Dengan kedalaman alur antara $\frac{1}{2}$ - 1 inchi.

c. *High severity level*

Dengan kedalaman alur >1 inchi.

3. Amblas

Amblas (*depression*) dibedakan menjadi 3 tingkat kerusakan (*severity level*), sebagai berikut:

a. *Low severity level*

Kondisi penurunan hampir tidak kelihatan, kedalaman amblas $\frac{1}{2}$ - 1 inchi.

b. *Medium severity level*

Kondisi penurunan kelihatan dan dapat diobservasi tetapi tidak begitu berarti, kedalaman amblas 1 - 2 inchi.

c. *Hight severity level*

Kondisi penurunan sangat mencolok dan jelas kelihatan perbedaan elevasi pada permukaan perkerasan dan dapat diukur, kedalaman >2 inchi.

3.11 Kerusakan Jalan Akibat Beban Berlebih

Beban berlebih adalah berat as kendaraan yang melampaui batas maksimum yang diizinkan (MST = Muatan Sumbu Terberat). Selain itu beban berlebih dapat juga didefinisikan suatu kondisi beban gandar kendaraan melebihi beban standar yang digunakan pada asumsi desain perkerasan jalan atau jumlah lintasan operasional sebelum umur rencana tercapai yang biasa disebut kerusakan dini.

Terjadinya beban berlebih pada kendaraan yang mengangkut muatan melebihi ketentuan yang ditetapkan secara signifikan akan meningkatkan daya rusak (*Damage Factor*) kendaraan yang selanjutnya akan menyebabkan kerusakan pada struktural jalan. Jenis dan besarnya beban kendaraan yang beraneka ragam menyebabkan pengaruh daya rusak dari masing-masing kendaraan terhadap lapisan-lapisan perkerasan jalan raya tidaklah sama. Semakin besar muatan atau beban suatu kendaraan yang dipikul lapisan perkerasan jalan, maka struktur perkerasan jalan akan cepat rusak.

Pendekatan muatan berlebih yaitu dengan menghitung nilai total faktor truk (*truck factor*). *Truck Factor* adalah nilai total *Equivalent Single Axle Load* (ESAL) yang mana menyebabkan kerusakan jalan akibat beban berlebih pada kendaraan berat. Apabila nilai *truck faktor* lebih besar dari 1 ($TF > 1$) berarti telah terjadi kerusakan akibat beban berlebih.

Persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai *truck faktor* adalah :
[Wiyono, 2009]

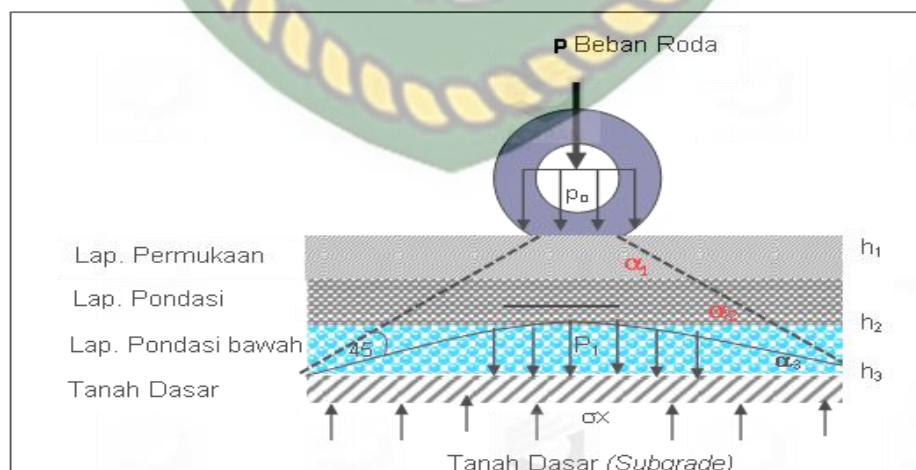
$$TF = \frac{\text{Total ESAL}}{N} \quad (3.10)$$

Keterangan :

- TF = Truk Faktor
Total ESAL = Nilai Total Esal
N = Jumlah Kendaraan Berat

3.12 Distribusi Beban Pada Perkerasan Lentur

Struktur perkerasan lentur ini terdiri atas beberapa lapisan dengan material tertentu, dimana masing-masing lapisan akan menerima beban dari lapisan di atasnya dan menyebarkan kelapisan dibawahnya, sehingga lapisan struktur perkerasan dibawahnya akan menerima dan mendukung beban yang lebih ringan.



Gambar 3.17 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_x	= Tegangan yang diberikan oleh tanah dasar
	h_1, h_2, h_3	= Tebal setiap lapisan perkerasan

Pada Gambar 3.18 beban kendaraan didistribusikan pada perkerasan lentur yang luasnya lebih sempit sehingga P_1 lebih besar dari pada P_0 . P_1 selanjutnya didistribusikan ke lapisan dibawahnya lagi, demikian seterusnya. Karena $P_2 < P_1$ maka lapisan perkerasan lentur dibuat berlapis-lapis, dengan lapisan paling atas sifat yang lebih baik dari lapisan dibawahnya.

Akibat tidak samanya kekakuan setiap lapisan perkerasan, maka distribusi beban lalu lintas kelapis dibawahnya dapat dilihat pada gambar 3.18.



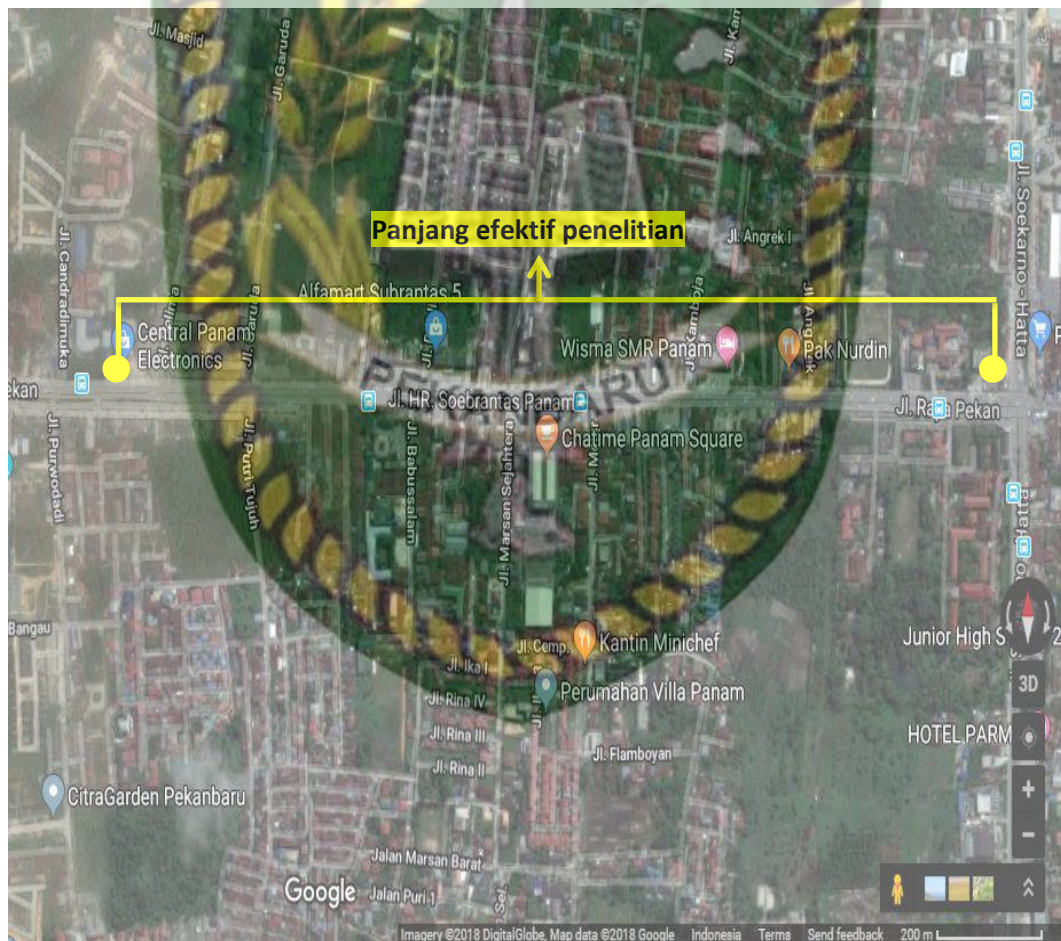
Gambar 3.18 Distribusi Beban Roda Pada Lapisan Perkerasan Lentur
(Sukirman, 2006)

BAB IV

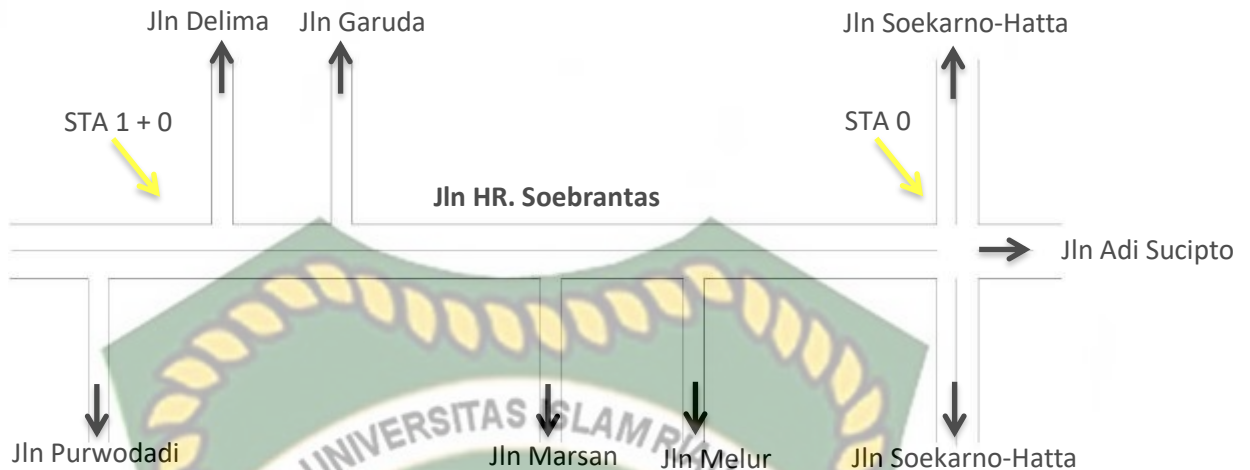
METODE PENELITIAN

4.1 Lokasi Penelitian

Dalam penelitian ini lokasi yang akan dijadikan sebagai bahan penelitian oleh peneliti adalah Jalan HR. Soebrantas Panam Kota Pekanbaru, jalan ini mempunyai panjang fungsional $\pm 5,7$ km dengan panjang efektif penanganan pekerjaan adalah 1 km dimulai dari STA 0 sampai STA 1 + 0. Lokasi penelitian dapat dilihat seperti gambar 4.1.



Gambar 4.1 Lokasi Penelitian (Google Maps, 2018)



Gambar 4.2 Denah Lokasi Penelitian

4.2 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini termasuk penelitian studi literatur dengan mencari referensi teori yang relevan dengan kasus atau permasalahan yang ditemukan. Referensi teori yang diperoleh dengan jalan penelitian studi literatur dijadikan sebagai fondasi dasar dan alat utama bagi praktek penelitian ditengah lapangan.

4.3 Teknik Pengumpulan Data

Jenis data yang digunakan penulis dalam penelitian ini adalah data primer dengan melakukan observasi dan data sekunder yaitu data yang diperoleh dari jurnal, buku dokumentasi, instansi pemerintahan dan internet.

1. Data Primer

Data primer yang dimaksud adalah data lalu lintas kendaraan (LHR) yang melintas di jalan HR. Soebrantas Panam dari arah pasar pagi arengka, pengumpulan data dilakukan selama 24 jam perhari selama 7 hari dimulai dari tanggal 22 September dan selesai pada tanggal 13 Desember 2018 baik kendaraan ringan maupun kendaraan berat yang melintas pada jalan tersebut. Adapun waktu yang ditetapkan untuk melakukan survey:

- 1) Senin pukul 06.00 WIB – 06.00 WIB (Tanggal 24-25 September 2018)
- 2) Selasa pukul 06.00 WIB – 06.00 WIB (Tanggal 11-12 Desember 2018)
- 3) Rabu pukul 06.00 WIB – 06.00 WIB (Tanggal 05-06 Desember 2018)
- 4) Kamis pukul 06.00 WIB – 06.00 WIB (Tanggal 13-14 Desember 2018)
- 5) Jumat pukul 06.00 WIB – 06.00 WIB (Tanggal 28-29 September 2018)
- 6) Sabtu pukul 06.00 WIB – 06.00 WIB (Tanggal 22-23 September 2018)
- 7) Minggu pukul 06.00 WIB – 06.00 WIB (Tanggal 30 September – 1 Oktober 2018)

Setelah data pengamatan terkumpul dapat dilakukan perhitungan jumlah lalu lintas harian rata-rata :

- a) Pengamatan yang dilakukan surveyor dilakukan oleh 4 orang, yang terdiri dari 1 koordinator lapangan
- b) Pengamatan dilakukan 1 arah
- c) Mencatat secara manual setiap jenis kendaraan dan beban sumbu yang lewat sesuai dengan formulir isian yang telah disiapkan
- d) Setelah penelitian dilaksanakan maka dilakukan pengumpulan data primer tersebut untuk tahapan perhitungan sesuai dengan ketentuan dan rumus yang berlaku

2. Data Sekunder

Data sekunder ini diperoleh dari data hasil survey penelitian terdahulu. Data ini meliputi data volume kendaraan yang melewati jalan yang diteliti, serta data beban sumbu. Data ini tidak digunakan untuk analisis penelitian akan tetapi digunakan untuk acuan pengambilan data primer yang dilakukan di jam-jam padat.

4.4 Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian adalah proses mempelajari, memahami, menganalisis serta memecahkan masalah berdasarkan fenomena yang ada dan juga merupakan rangkaian proses yang panjang dan terkait secara sistematis. Adapun langkah yang harus diperhatikan antara lain:

1. Persiapan

Untuk memulai penelitian harus melakukan persiapan pengumpulan data berupa alat dan bahan penelitian (formulir survey, alat tulis, jam, kamera).

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan data-data primer. Penelitian ini dilakukan selama 1 minggu yaitu pada hari senin, selasa, rabu, kamis, jumat, sabtu dan minggu. Pengumpulan data sekunder didapat dari Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Riau.

3. Analisa Data

Analisa data dapat diartikan upaya untuk mengolah data baku untuk menjadi satu informasi, sehingga karakteristik data dapat dengan mudah dipahami dan dipelajari.

4. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil analisa perhitungan didapat volume kendaraan perminggu, angka ekivalen kendaraan dan pengaruh beban sumbu terhadap tingkat kerusakan jalan tersebut.

5. Kesimpulan

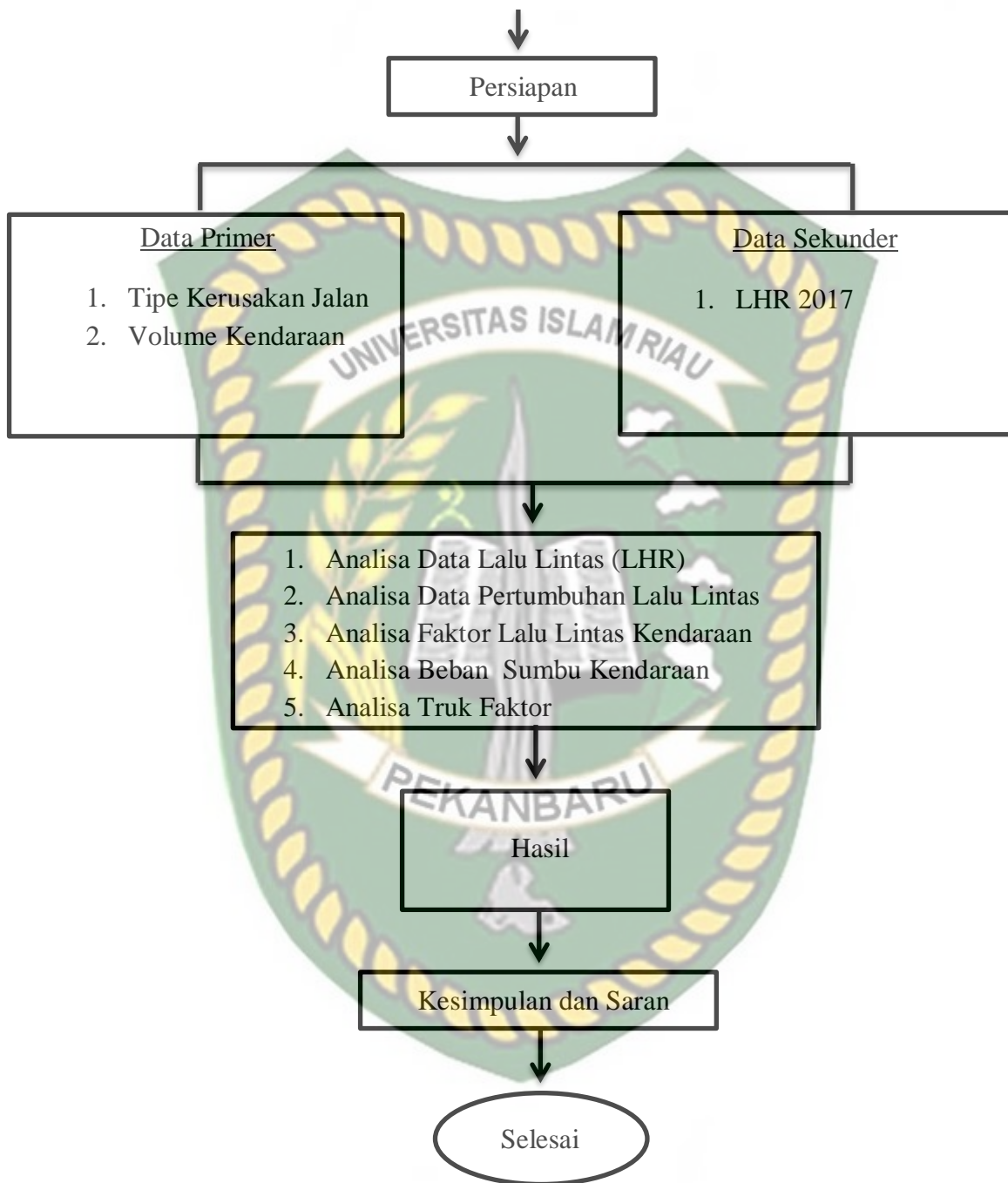
Kesimpulan pada penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah lalu lintas harian rata-rata dan pengaruh tingkat kerusakan yang diakibatkan oleh beban sumbu kendaraan tersebut.

Secara keseluruhan proses kegiatan penelitian ini dapat digambarkan seperti

Gambar 4.3



Mulai



Gambar 4.3 Flowchart Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Gambaran Umum Objek Penelitian

Ruas jalan HR. Soebrantas Panam di Kota Pekanbaru merupakan ruas jalan kota yang sering di lalui oleh berbagai jenis kendaraan baik kendaraan ringan maupun berat. Jalan ini mempunyai panjang jalan ± 5.4 Km sedangkan panjang jalan efektif penanganan hanya ± 1 Km. Dalam melayani arus kendaraan lalu lintas, jalan ini mempunyai peranan yang cukup penting karena ruas jalan ini mempersingkat rute perjalanan. Karena banyaknya tipe kendaraan seperti truk 2 as, truk 3 as, bus besar dan sebagainya maka jalan ini mengalami kerusakan.



Gambar 5.1 Lokasi Penelitian

5.2 Hasil Analisis Lalu-Lintas Harian Rata-rata (LHR)

5.2.1 LHR 2017

Berdasarkan data yang diperoleh dari dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Provinsi Riau, total volume lalu-lintas harian rata-rata pada ruas jalan HR. Soebrantas Panam Kota Pekanbaru ditahun 2017 yang terdiri dari kendaraan ringan, bus kecil, bus besar, truk 2 as, truk 3 as, dan truk 4 as dengan total LHR 18.376 Kendaraan/hari.

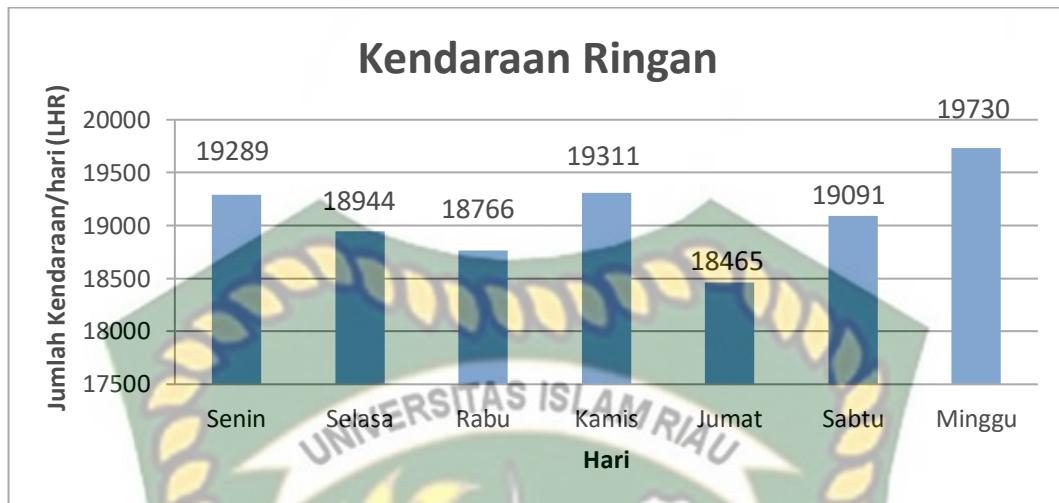
5.2.2 Analisa LHR 2018

Volume lalu-lintas kendaraan ringan (sedan, oplet, *pick up*) yang terjadi pada ruas jalan HR. Soebrantas Panam Kota Pekanbaru di tahun 2018 (Lampiran Tabel A.1) dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 LHR Kendaraan Ringan (Hasil Analisa)

Hari	Jumlah Kendaraan	Jenis Kendaraan
Senin	19.289	Kendaraan Ringan (sedan, oplet, <i>pick up</i>)
Selasa	18.944	
Rabu	18.766	
Kamis	19.311	
Jumat	18.465	
Sabtu	19.091	
Minggu	19.730	

Tabel 5.1 analisa LHR kendaraan ringan yang dilakukan selama 7 hari yaitu hari Senin, Selasa, Rabu, Kamis, Jumat, Sabtu, dan Minggu. Peningkatan yang terjadi pada jumlah kendaraan ringan dapat dilihat pada gambar 5.2.



Gambar 5.2 Grafik volume lalu-lintas kendaraan ringan di jalan HR. Soebrantas (Hasil Analisa)

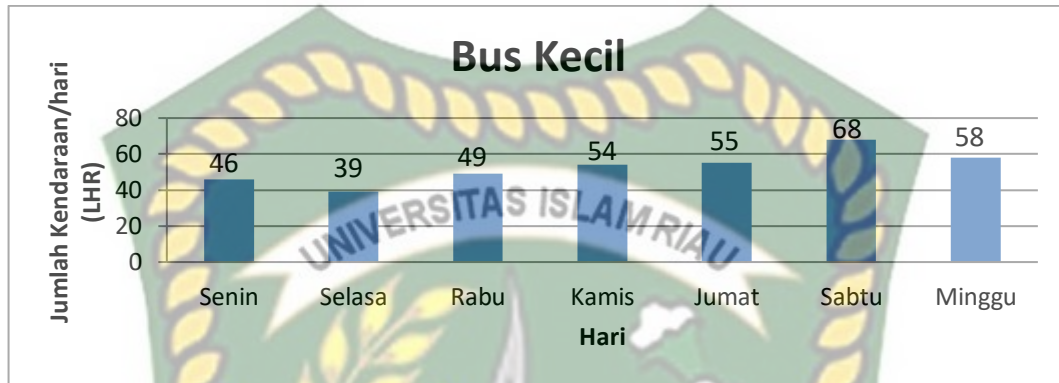
Berdasarkan gambar 5.2 volume lalu lintas kendaraan ringan tertinggi terdapat pada hari Minggu dengan jumlah 19.730 kendaraan/hari dan volume lalu-lintas kendaraan terendah terjadi pada hari Jumat dengan jumlah 18.465 kendaraan/hari.

Volume lalu-lintas kendaraan bus kecil yang terjadi pada ruas jalan HR. Soebrantas Panam Kota Pekanbaru di tahun 2018 (Lampiran Tabel A.2) dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 LHR Bus Kecil (Hasil Analisa)

Hari	Jumlah Kendaraan	Jenis Kendaraan
Senin	46	Bus Kecil
Selasa	39	
Rabu	49	
Kamis	54	
Jumat	55	
Sabtu	68	
Minggu	58	

Tabel 5.2 analisa LHR kendaraan bus kecil yang dilakukan selama 7 hari yaitu hari Senin, Selasa, Rabu, Kamis, Jumat, Sabtu, dan Minggu. Peningkatan yang terjadi pada jumlah kendaraan bus kecil dapat dilihat pada gambar 5.3.



Gambar 5.3 Grafik volume lalu-lintas bus kecil di jalan HR. Soebrantas (Hasil Analisa)

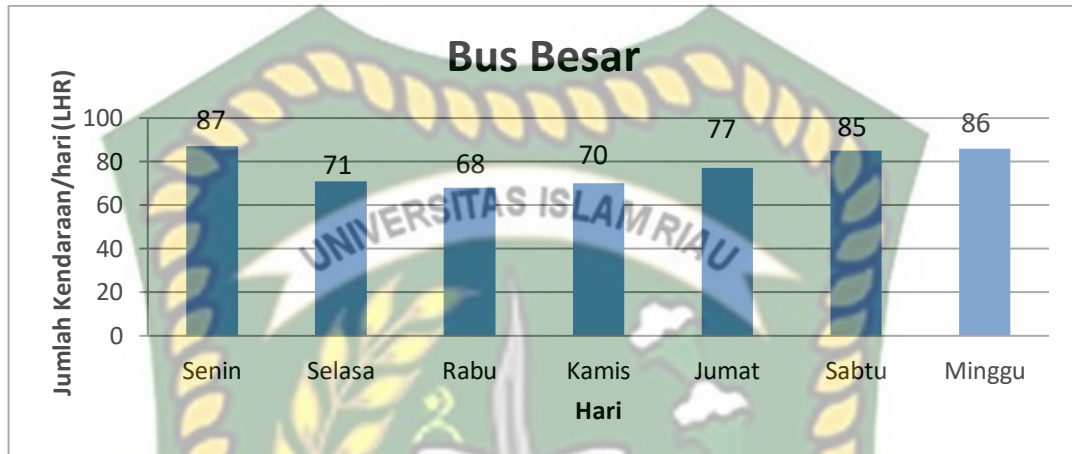
Berdasarkan gambar 5.3 volume lalu lintas bus kecil tertinggi terdapat pada hari Sabtu dengan jumlah 68 kendaraan/hari dan volume lalu-lintas kendaraan terendah terjadi pada hari Selasa dengan jumlah 39 kendaraan/hari.

Volume lalu-lintas kendaraan bus besar yang terjadi pada ruas jalan HR. Soebrantas Panam Kota Pekanbaru di tahun 2018 (Lampiran Tabel A.3) dapat di lihat pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 LHR Bus Besar (Hasil Analisa)

Hari	Jumlah Kendaraan	Jenis Kendaraan
Senin	87	Bus Besar
Selasa	71	
Rabu	68	
Kamis	70	
Jumat	77	
Sabtu	85	
Minggu	86	

Tabel 5.3 analisa LHR kendaraan bus besar yang dilakukan selama 7 hari yaitu hari Senin, Selasa, Rabu, Kamis, Jumat, Sabtu, dan Minggu. Peningkatan yang terjadi pada jumlah kendaraan bus besar dapat dilihat pada gambar 5.4.



Gambar 5.4 Grafik volume lalu-lintas bus besar di jalan HR. Soebrantas (Hasil Analisa)

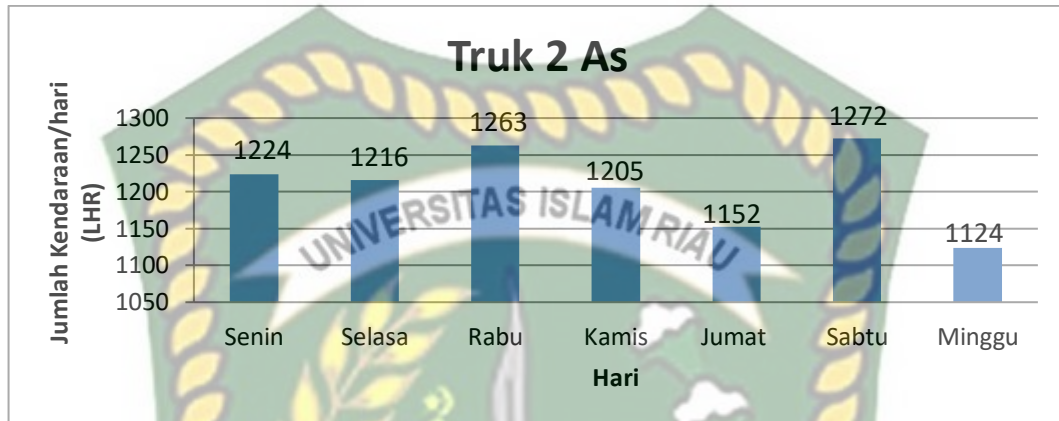
Berdasarkan gambar 5.4 volume lalu lintas kendaraan bus besar tertinggi terdapat pada hari Senin dengan jumlah 87 kendaraan/hari dan volume lalu-lintas kendaraan terendah terjadi pada hari Rabu dengan jumlah 68 kendaraan/hari.

Volume lalu-lintas kendaraan truk 2 As yang terjadi pada ruas jalan HR. Soebrantas Panam Kota Pekanbaru di tahun 2018 (Lampiran Tabel A.4) dapat dilihat pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 LHR Truk 2 As (Hasil Analisa)

Hari	Jumlah Kendaraan	Jenis Kendaraan
Senin	1.224	Truk 2 As
Selasa	1.216	
Rabu	1.263	
Kamis	1.205	
Jumat	1.152	
Sabtu	1.272	
Minggu	1.124	

Tabel 5.4 Analisa LHR kendaraan truk 2 as yang dilakukan selama 7 hari yaitu hari Senin, Selasa, Rabu, Kamis, Jumat, Sabtu, dan Minggu. Peningkatan yang terjadi pada jumlah kendaraan truk 2 as dapat dilihat pada gambar 5.5.



Gambar 5.5 Grafik volume lalu-lintas truk 2 as di jalan HR. Soebrantas (Hasil Analisa)

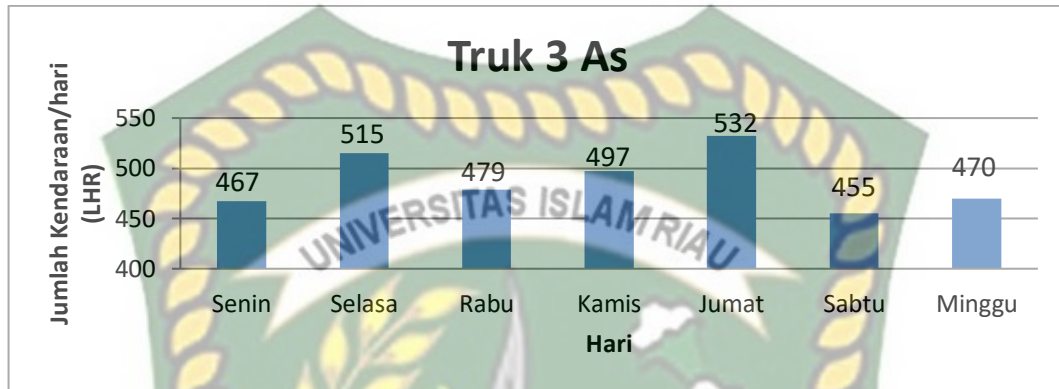
Berdasarkan gambar 5.5 volume lalu lintas kendaraan truk 2 as tertinggi terdapat pada hari Sabtu dengan jumlah 1.272 kendaraan/hari dan volume lalu-lintas kendaraan terendah terjadi pada hari Minggu dengan jumlah 1.124 kendaraan/hari.

Volume lalu-lintas kendaraan truk 3 As yang terjadi pada ruas jalan HR. Soebrantas Panam Kota Pekanbaru di tahun 2018 (Lampiran Tabel A.5) dapat di lihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 LHR Truk 3 As (Hasil Analisa)

Hari	Jumlah Kendaraan	Jenis Kendaraan
Senin	467	Truk 3 As
Selasa	515	
Rabu	479	
Kamis	497	
Jumat	532	
Sabtu	455	
Minggu	470	

Tabel 5.5 analisa LHR kendaraan truk 3 as yang dilakukan selama 7 hari yaitu hari Senin, Selasa, Rabu, Kamis, Jumat, Sabtu, dan Minggu. Peningkatan yang terjadi pada jumlah kendaraan truk 3 as dapat dilihat pada gambar 5.6.



Gambar 5.6 Grafik volume lalu-lintas truk 3 as di jalan HR. Soebrantas (Hasil Analisa)

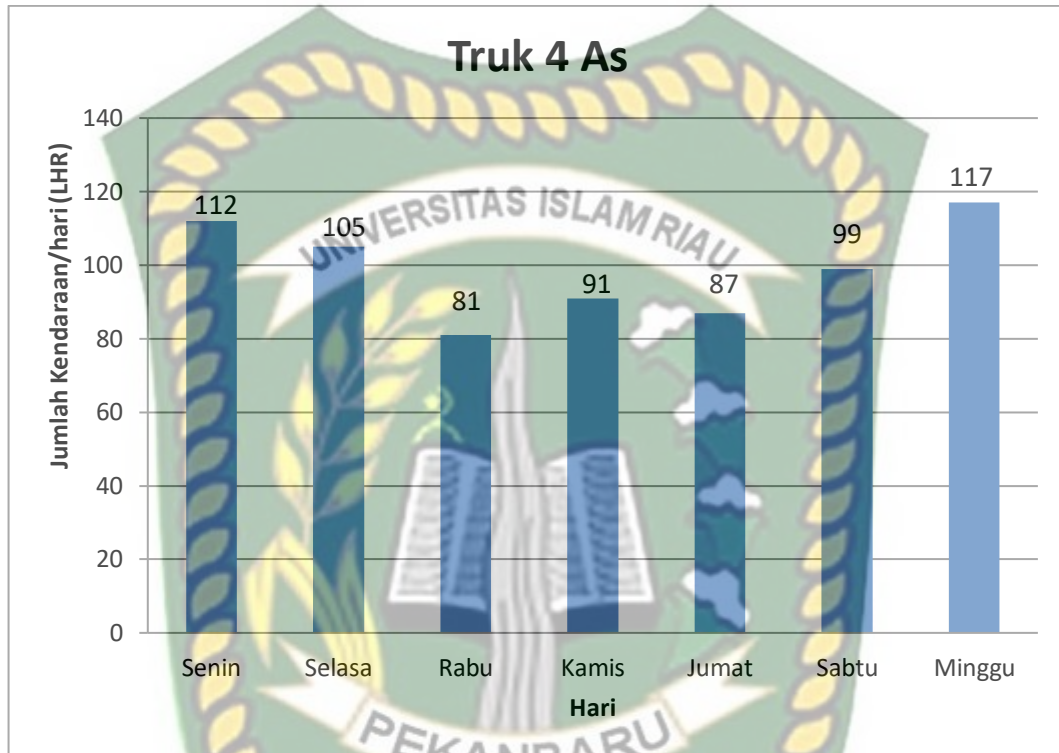
Berdasarkan gambar 5.6 volume lalu lintas kendaraan truk 3 as tertinggi terdapat pada hari Jumat dengan jumlah 532 kendaraan/hari dan volume lalu-lintas kendaraan terendah terjadi pada hari Sabtu dengan jumlah 455 kendaraan/hari.

Volume lalu-lintas kendaraan truk 4 As yang terjadi pada ruas jalan HR. Soebrantas Panam Kota Pekanbaru di tahun 2018 (Lampiran Tabel A.6) dapat di lihat pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 LHR Truk 4 As (Hasil Analisa)

Hari	Jumlah Kendaraan	Jenis Kendaraan
Senin	112	Truk 4 As
Selasa	105	
Rabu	81	
Kamis	91	
Jumat	87	
Sabtu	99	
Minggu	117	

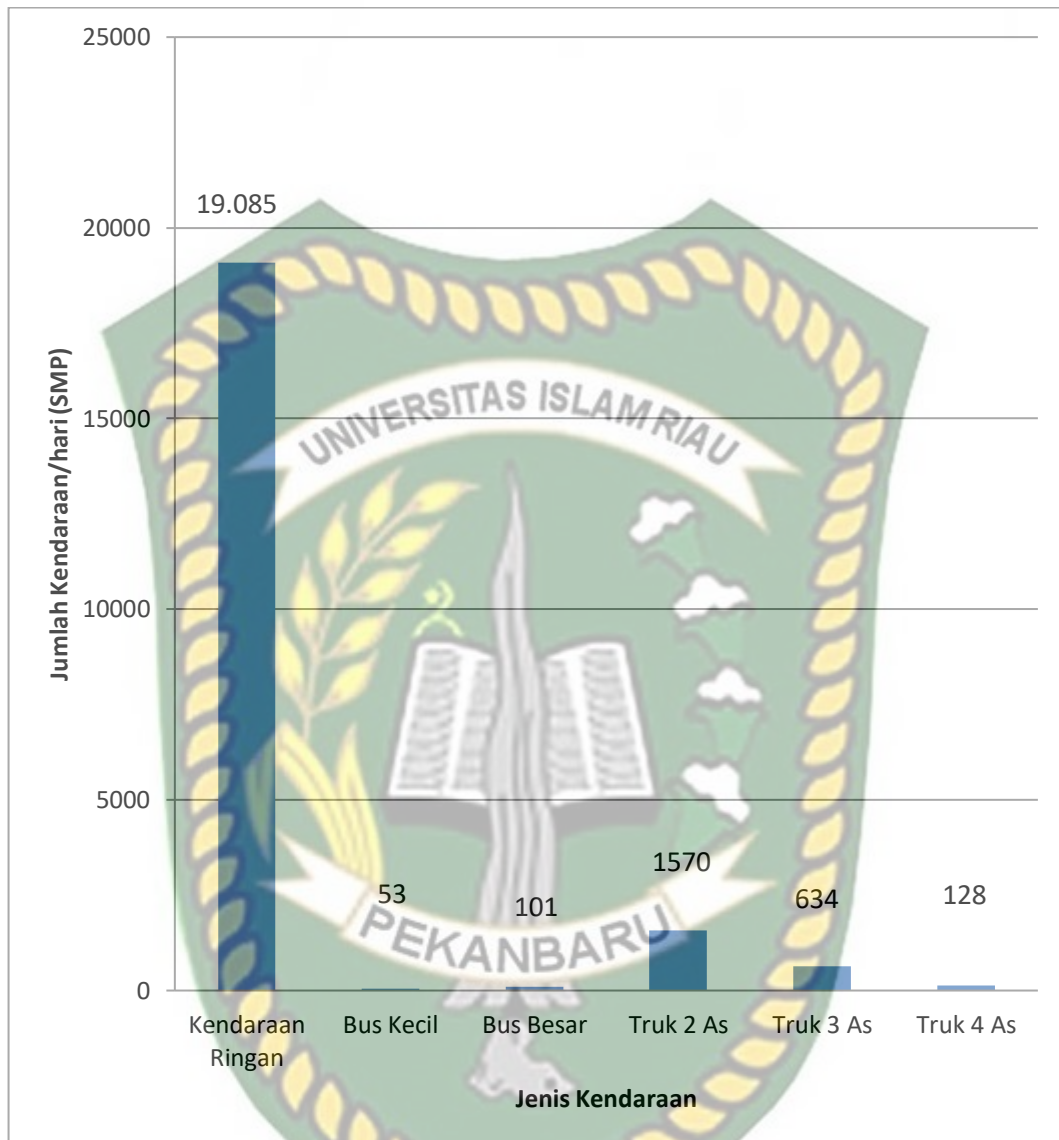
Tabel 5.6 analisa LHR kendaraan truk 4 As yang dilakukan selama 7 hari yaitu hari Senin, Selasa, Rabu, Kamis, Jumat, Sabtu, dan Minggu. Peningkatan yang terjadi pada jumlah kendaraan truk 4 As dapat dilihat pada gambar 5.7.



Gambar 5.7 Grafik volume lalu-lintas truk 4 As di jalan HR. Soebrantas (Hasil Analisa)

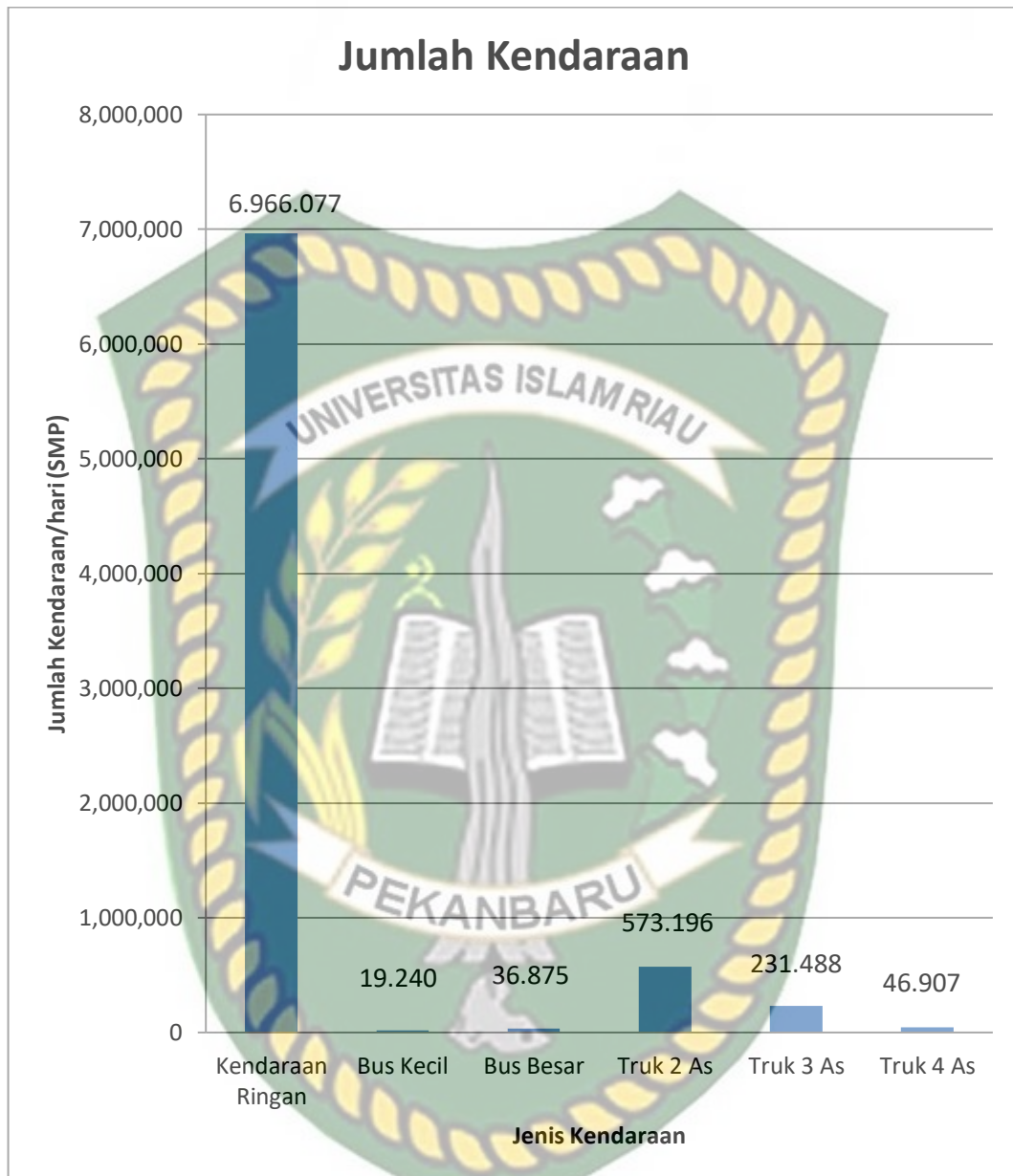
Berdasarkan gambar 5.7 volume lalu lintas kendaraan truk 4 as tertinggi terdapat pada hari Minggu dengan jumlah 117 kendaraan/hari dan volume lalu-lintas kendaraan terendah terjadi pada hari Rabu dengan jumlah 81 kendaraan/hari.

Diperoleh hasil untuk analisa volume lalu-lintas harian rata-rata dan analisa volume lalu-lintas tahunan rata-rata pada ruas jalan HR. Soebrantas Panam Kota Pekanbaru tahun 2018 (Lampiran Tabel A.7) dapat di lihat pada Gambar 5.8 dan Gambar 5.9.



Gambar 5.8 Grafik jumlah kendaraan/hari (SMP) rata-rata di jalan HR. Soebrantas Panam Kota Pekanbaru tahun 2018 (Hasil Analisa)

Pada gambar 5.8 dapat diketahui volume Lalu-lintas harian rata-rata pada ruas jalan HR. Soebrantas Panam Kota Pekanbaru tahun 2018 kendaraan yang tertinggi adalah kendaraan ringan dengan jumlah 19.085 SMP/hari sedangkan kendaraan yang paling sedikit adalah bus kecil dengan jumlah 53 SMP/hari dengan total 21.571 SMP/hari.

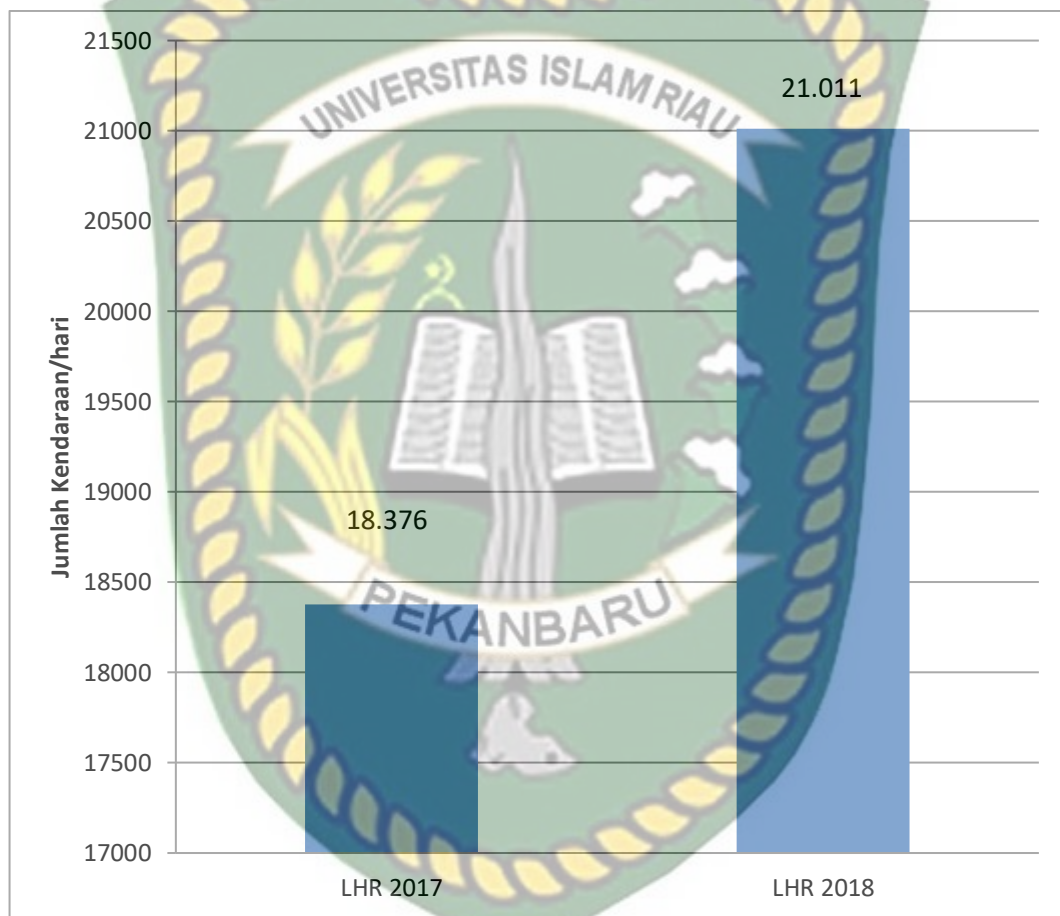


Gambar 5.9 Grafik jumlah kendaraan/hari (SMP) tahunan rata-rata di jalan HR. Soebrantas Panam Kota Pekanbaru tahun 2018 (Hasil Analisa)

Pada gambar 5.9 dapat diketahui volume Lalu-lintas tahunan rata-rata pada ruas jalan HR. Soebrantas Panam Kota Pekanbaru tahun 2018 kendaraan yang tertinggi adalah kendaraan ringan dengan jumlah 6.966.077 SMP/tahun sedangkan kendaraan yang paling sedikit adalah bus kecil dengan jumlah 19.240 SMP/tahun dengan total LHR 7.873.785 SMP/tahun.

5.3 Hasil Analisa Pertumbuhan Lalu-lintas (i)

Dari hasil analisa lalu-lintas harian rata-rata (LHR) didapat jumlah lalu-lintas harian rata-rata (LHR) pada ruas jalan HR. Soebrantas Panam Kota Pekanbaru di tahun 2017 sebesar 18.376 kendaraan/hari dan 2018 sebesar 21.011 kendaraan/hari.



Gambar 5.10 Grafik LHR 2017 dan LHR 2018 (Hasil Analisa dan PUPR)

Berdasarkan gambar 5.10 perbandingan jumlah LHR tahun 2017 dan LHR tahun 2018 tersebut di analisis persentase pertumbuhan lalu-lintas (i) untuk ruas jalan HR. Soebrantas Panam Kota Pekanbaru, dimana diketahui nilai persentase pertumbuhan lalu-lintas sebesar (i) = 14,3%/tahun.

5.4 Faktor Lalu-lintas Kendaraan

Dari jumlah lalu lintas harian rata-rata dapat dihitung beban lalu-lintas yang berhubungan pada nilai ekivalen atau nilai ESAL (*Equivalent Standart Axle Load*) dan berpengaruh sebagai faktor perusak dari kendaraan terhadap jalan.

Dari hasil analisa ESAL (Lampiran A.4) dapat di lihat pada Tabel 5.7 dan Tabel 5.8.

Tabel 5.7 Nilai Esal Harian (Hasil Analisa)

No	Jenis Kendaraan	Berat Kendaraan (Ton)	Total Ekivalen/Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Nilai ESAL
1	Kendaraan ringan	2	0,002352	19.085	44,888256
2	Bus kecil	6	0,309	53	16,28871429
3	Bus besar	9	1,567	78	121,7782857
4	Truk 2 As	18,2	6,418	1208	7752,944
5	Truk 3 As	25	5,241	488	2556,859286
6	Truk 4 As	31,4	4,169	99	412,1354
Total					10904,893

Dari hasil Tabel 5.7 didapat nilai ESAL 10904,893 untuk menentukan kerusakan disebabkan oleh beban lalu lintas atau tidak yaitu dengan menghitung nilai Faktor Truk (*Truck Factor*). *Truck Factor* adalah nilai Total *Equivalent Single Axel Load* (ESAL) kendaraan berat. Apabila nilai *Truk Factor* lebih besar dari 1 ($TF > 1$) berarti telah terjadi kerusakan akibat beban-beban berlebih, persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai *Truck Factor* adalah:

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

$$N = 78 + 1208 + 488 + 99 \\ = 1873$$

$$TF = \frac{10904,893}{1873}$$

$$TF = 5,823$$

Dari perhitungan diatas didapat nilai *Truck Factor* $5,823 > 1$, dimana nilai itu menunjukkan kerusakan disebabkan dari faktor beban lalu lintas.

Tabel 5.8 Nilai Esal Tahunan (Hasil Analisa)

No	Jenis Kendaraan	Berat Kendaraan (Ton)	Total Ekivalen/Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Nilai ESAL
1	Kendaraan ringan	2	0,002352	6.966.077	16384,21344
2	Bus kecil	6	0,309	19.240	5945,380714
3	Bus besar	9	1,567	28.365	44449,07429
4	Truk 2 As	18,2	6,418	440.920	2829824,56
5	Truk 3 As	25	5,241	178.067	933253,6393
6	Truk 4 As	31,4	4,169	36.082	150429,4314
Total					3980286,299

Dari hasil Tabel 5.8 didapat nilai ESAL 3980286,299 untuk menentukan kerusakan disebabkan oleh beban lalu lintas atau tidak yaitu dengan menghitung nilai Faktor Truk (*Truck Factor*). *Truck Factor* adalah nilai Total *Equivalent Single Axel Load* (ESAL) kendaraan berat. Apabila nilai *Truck Factor* lebih besar dari 1 ($TF > 1$) berarti telah terjadi kerusakan akibat beban-beban berlebih, persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai *Truck Factor* adalah:

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

$$\begin{aligned} N &= 28365 + 440920 + 178067 + 36082 \\ &= 683436 \end{aligned}$$

$$TF = \frac{3980286,299}{683436}$$

$$TF = 5,823$$

Dari perhitungan nilai truk faktor didapat nilai *Truck Factor* 5,823 > 1, dimana nilai itu menunjukkan kerusakan disebabkan dari faktor beban lalu lintas.

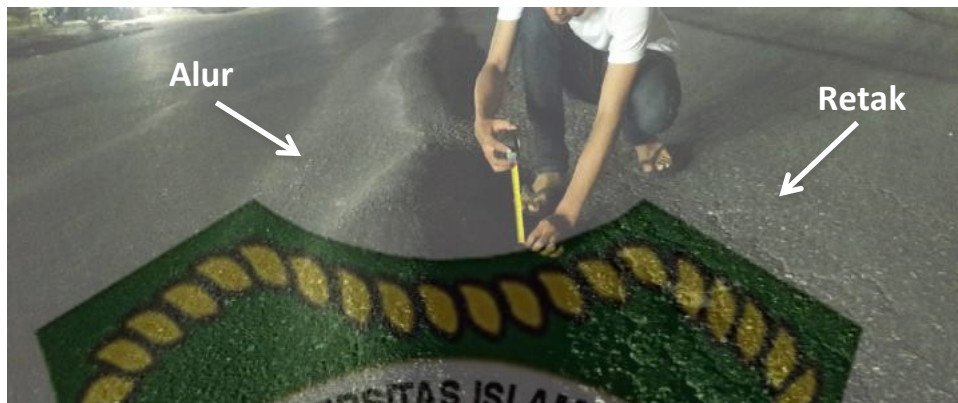
5.5 Hasil Analisa Kerusakan Jalan

Pada studi kasus dalam penelitian ini telah dianalisa bahwa faktor lalu-lintas yang berupa peningkatan beban menjadi faktor yang dominan dalam kerusakan konstruksi jalan yang telah terjadi.



Gambar 5.11 Kerusakan alur pada konstruksi perkerasan (peneliti)

Pada gambar 5.11 dapat dilihat bahwa konstruksi perkerasan jalan lentur (aspal) mengalami distorsi perubahan bentuk yang masuk dalam kategori rusak alur.



Gambar 5.12 Kerusakan alur dan retak pada konstruksi perkerasan (peneliti)

Pada gambar 5.12 dapat dilihat bahwa konstruksi perkerasan jalan lentur (aspal) mengalami keretakan pada aspal yang masuk dalam kategori retak kulit buaya.

Kerusakan yang terjadi pada perkerasan jalan HR. Soebrantas Panam Kota Pekanbaru (STA 0 – STA 1 + 0) lebih dari 2 jenis kerusakan yaitu distorsi alur dan retak buaya.

Tabel 5.9 Tingkat Kerusakan Jalan (Analisa)

Jenis Kerusakan	Lebar (cm)	Panjang (m)	Tinggi (cm)	Tingkat Kerusakan
Distorsi Alur	10 – 30	± 155	> 5	Tinggi
Retak Buaya	15 – 35	1 – 2,5	> 5	Tinggi

Pada tabel 5.9 dapat dilihat ukuran dari kerusakan konstruksi perkerasan jalan yaitu pada kerusakan distorsi alur mengalami tingkat kerusakan yang tinggi

dengan lebar antara 10 cm sampai 30 cm, panjang \pm 155 m dan tinggi lebih dari 5 cm. Kerusakan retak buaya mengalami tingkat kerusakan yang tinggi dengan ukuran lebar antara 15 cm sampai 35 cm, panjang antara 1 m sampai 2,5 meter dan tinggi lebih dari 5 cm.

5.6 Komparasi

Data dari hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti memiliki perbedaan dengan data dari hasil penelitian terdahulu, komparasinya dapat dilihat pada tabel 5.10.

Tabel 5.10 Komparasi

Peneliti	Lokasi	Jenis Kerusakan	Nilai Truk Faktor
Mulki (2018)	Jalan HR. Soebrantas Panam Kota Pekanbaru	Alur dan retak	5,82 > 1
Suhendra (2014)	Jalan Jendral Sudirman Kota Pekanbaru	Alur, amblas, lubang dan retak	0,44 < 1
Zulhafiz (2013)	Lintas Timur KM 98 – KM 103 Sorek Kabupaten Pelalawan	Lubang dan retak	8,44 > 1

Pada tabel 5.10 dapat dilihat perbandingan antara penelitian terbaru (2018) dengan penelitian terdahulu (2014, 2013) pada lokasi yang berbeda, berdasarkan

hasil tersebut maka dapat dilihat bahwa perkerasan jalan mengalami kerusakan dengan jenis dan nilai TF yang berbeda-beda yang berarti kerusakan yang terjadi pada perkerasan jalan tidak selalu disebabkan oleh beban berlebih dan jenis kerusakan yang disebabkan oleh beban berlebih tidak selalu sama.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian pada ruas jalan HR. Soebrantas Panam Kota Pekanbaru dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan data lalu-lintas harian rata-rata (LHR) pada ruas jalan HR. Soebrantas Panam untuk kendaraan ringan seperti sedan, oplet, dan *pick up* dengan jumlah kendaraan sebanyak 19.085 unit, untuk bus kecil berjumlah 53 unit, untuk bus besar berjumlah 78 unit, untuk truk 2 as berjumlah 1.208 unit, untuk truk 3 as berjumlah 488 unit, dan untuk truk 4 as berjumlah 99 unit. Dari data tersebut dihasilkan persentase kendaraan ringan 90,87%, bus kecil 0,25%, bus besar 0,37%, truk 2 as 5,74%, truk 3 as 2,32%, dan truk 4 As 0,47%. Total LHR dari hasil analisa kendaraan berjumlah 21.011 kendaraan/hari.
2. Berdasarkan perhitungan faktor lalu-lintas kendaraan didapat nilai ESAL total sebesar 10904,893 dan hasil perhitungan *Truck Factor* $5,823 > 1$, dimana nilai itu menunjukkan bahwa kondisi kerusakan jalan yang ada dikarenakan beban kendaraan yang melintas pada ruas jalan HR. Soebrantas Panam ini mengalami beban berlebih (*Over load*). Faktor beban berlebih yang terjadi pada jalan HR. Soebrantas menyebabkan 2 jenis kerusakan yaitu distorsi alur dengan tingkat kerusakan yang tinggi dan retak buaya dengan tingkat kerusakan yang tinggi.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, peneliti menyampaikan saran sebagai berikut.

1. Perlu segera dilakukan penanganan terhadap tingkat kerusakan jalan untuk mengurangi resiko kecelakaan dan memberikan rasa aman dan nyaman bagi pengguna jalan. Selain itu agar tidak menimbulkan kerusakan yang lebih tinggi pada perkerasan lentur di jalan HR. Soebrantas Panam.
2. Dalam upaya mengendalikan tingkat kerusakan jalan diharapkan perlu adanya pengawasan dilapangan agar dapat menyesuaikan beban muatan pada kendaraan-kendaraan yang melewati jalan HR. Soebrantas Panam.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR PUSTAKA

- Annonymous (2019), <https://www.washington.edu/research/research-centers/osh-training-institute-education-center/>. diakses tanggal 30 April pukul 00.30 WIB.
- Direktorat Jendral Bina Marga (1997), *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. Bina Karya. Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga (1990), *Panduan Penentuan Klasifikasi Fungsi Jalan Di Wilayah Perkotaan, Dinas Pekerjaan Umum*, Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga (2002), *Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Pt-T-01-2002-B*, Yayasan Penerbit Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga (2003), *Perencanaan Perkerasan Jalan (Pd T-14-2003)*. BSN.
- Fathahillah (2016), “*Evaluasi Tingkat Kerusakan Jalan Sebagai Dasar Penentuan Perbaikan Jalan*”.
- Harun, M.H. and Morosiuk, G., (1995), *A Study of the Performance of various Bituminous Surfacing for Use on Climbing Lanes*, Proceeding of the 8 REAAA Conference, Taipe.
- Hendarsin, Shirley L : *Perencanaan Teknik Jalan Raya*, Andi, 2013.
- Kusuma, Yusmiati. *Konstruksi Perkerasan Jalan (Overlay) Hand Out I*. Bandung : Politeknik Negeri Bandung. 2007.
- Nofrianto, Hendri : *Perencanaan Perkerasan Jalan Raya*, 2013.
- Paterson, W.D.O, (1987), *Road Deterioration and Maintenance effect: Models for Planning and Management, The Highway Design and Maintenance Standars Series*, Baltimore. Maryland. USA.: The John Hopkins University Press.
- Saodang, Hamirhan : *Konstruksi Jalan Raya*, Nova, 2005.
- Sari (2014), “*Analisa Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Jalan dan Umur Sisa*”.
- Sentosa (2012), “*Analisis Dampak Beban Overloading Kendaraan Pada Struktur Rigid Pavement Terhadap Umur Rencana Perkerasan (Studi Kasus Ruas Jalan Simpang Lago – Sorek Km 77 S/D 78)*”.

Shahin, M.Y., Walther, J.A. 1994. *Pavement Maintenance Management for Roads and Streets Using The PAVER System*. US Army Corps of Engineer. New York. 282 pp

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

Shahin, M.Y., (2005), *Pavement Management for Airport, Road, and Parking Lots (2nd ed.)*. New York: Springer.

Suhendra (2014), “*Analisa Kerusakan Jalan Perkerasan Jalan Dengan Pemisah/Median Di Kota Pekanbaru Studi Kasus Jalan Jendral Sudirman Kota Pekanbaru*”.

Sukirman, Silvia : *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Nova, 1999.

Sukirman, Silvia : *Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur*. Bandung : Institut Teknologi Nasional, 2006.

Suwardo dan Sugiarto, 2004. “*Tingkat Kerataan Jalan Berdasarkan Alat Rolling Straight Edge Untuk Mengestimasi Kondisi Pelayanan Jalan (PSI dan RCI)*”. Simposium VII FSTPT. Universitas Katolik Parahyangan Bandung.

Wiyono, Sugeng : *Prediksi Kerusakan Pada Perkerasan Jalan Lentur*, UIR Press, 2009.

Zainal (2016), “*Analisa Dampak Beban Kendaraan Terhadap Kerusakan Jalan*”

Zulhafiz (2013), “*Kerusakan Jalan Akibat Beban Berlebih Overload) Pada Ruas Jalan Lintas Timur KM 98 – KM 103 Sorek Kabupaten Pelalawan*”