

**DAMPAK BEBAN KENDARAAN TERHADAP UMUR
RENCANA JALAN KABUPATEN KAMPAR
PROVINSI RIAU**

(Studi Kasus : Jalan Lingkar Pasir Putih KM. 13 - 15)

TUGAS AKHIR

*Diajukan sebagai persyaratan mengikuti kurikulum
pada fakultas teknik prodi sipil
Universitas Islam Riau*



Disusun oleh :

NURKHOLIS

133110345

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

2020

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan :

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (Strata 1), 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. 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, 15 Mei 2020



KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Dampak Beban Kendaraan Terhadap Umur rencana Jalan Kabupaten Kampar Provinsi Kampar (Studi Kasus : jalan Lingkar Pasir Putih Km.13 Km.15)”**. Ruang lingkup dari penelitian ini yaitu untuk menghitung pengaruh beban sumbu dan volume kendaraan yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh beban kendaraan terhadap sisa umur rencana jalan dan didapat hasil dari perhitungan sisa umur rencana jalan pada tahun 2019 sebesar 81,26% dan pada tahun 2020 sebesar 77,09%.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus 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, 29 Mei 2020

NURKHOLIS

UCAPAN TERIMA KASIH

Bismillahirrohmanirrohiim, assalamualaikum Wr. Wb

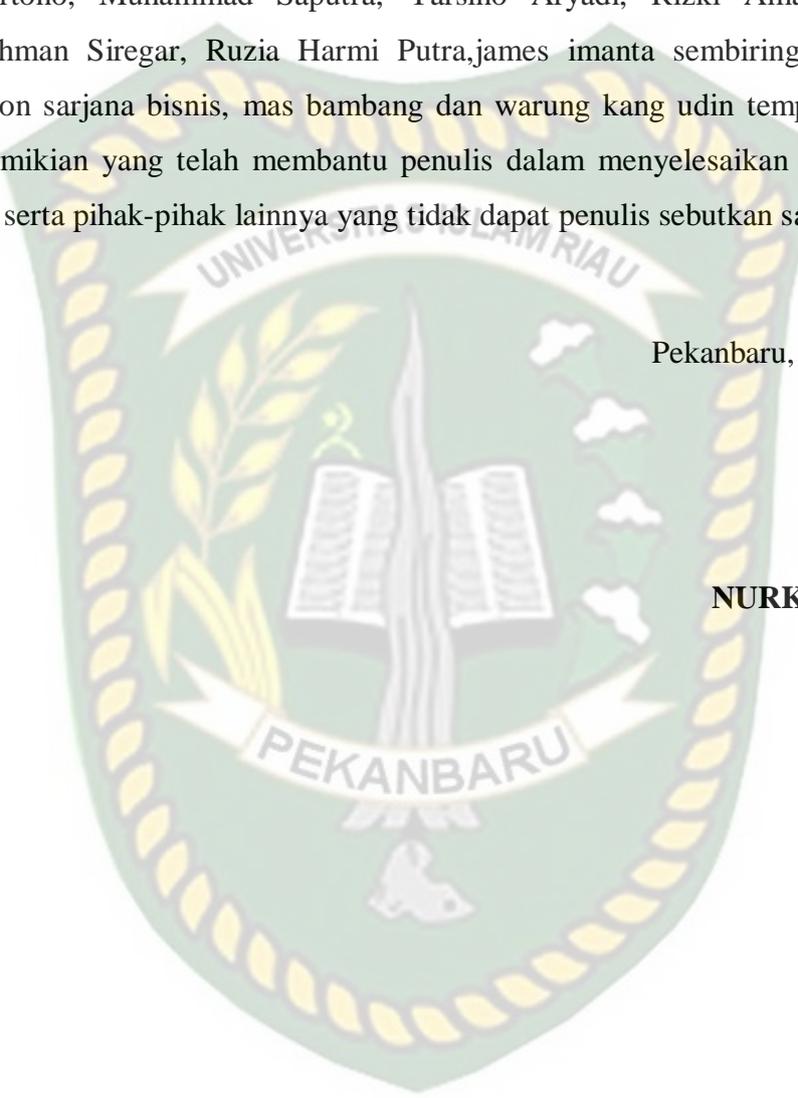
Puji dan syukur yang sebesar-besarnya penulis peruntukkan hanya pada Allah SWT yang telah memberikan semua rahmat dan nikmat serta karunia yang berlimpah kepada penulis dan tidak lupa ucapan terima kasih yang tulus penulis peruntukkan kepada semua yang telah banyak membantu baik bantuan moril, pikiran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

1. Bapak Prof. Dr. H. Syafrinaldi, S.H., M.C..L selaku Rektor Universitas Islam Riau.
2. Bapak Dr. Eng.Muslim, S.T.,M.T , selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
3. Ibu Dr. Mursyadah, S.Si.,M.Sc selaku Wakil Dekan Bidang Akademis Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
4. Bapak Dr. Anas Puri, ST.,MT, selaku Wakil Dekan Bidang Keuangan dan Kepegawaian Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
5. Bapak Akmar Efendi, S.Kom.,M.Kom selaku Wakil Dekan Bidang Kemahasiswaan dan Alumni Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
6. Ibu Harmiyati, ST, MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
7. Ibu Sapitri ST. MT, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau dan Penguji pada penelitian tugas akhir ini.
8. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Sugeng Wiyono, MMT.IP-U selaku Pembimbing pada penelitian tugas akhir ini.
9. Ibu Roza Mildawati, ST, MT, selaku penguji pada penelitian tugas akhir ini.
10. Bapak Firman Syarif ST. MT, selaku penguji pada penelitian tugas akhir ini.
11. Bapak dan Ibu dosen jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
12. Seluruh Karyawan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.

13. Untuk keluarga (Alm) Zam, khususnya (alm) mamak, abang, kakak yang telah mendukung penulis agar selalu semangat, sabar. dan saya ucapkan terimakasih banyak yang tak terhingga.
14. Serta rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil 2013, Harmonis Emilwa, Andri Hartono, Muhammad Saputra, Yarsino Aryadi, Rizki Amarullah, Ulia Rahman Siregar, Ruzia Harmi Putra, james imanta sembiring, M.Zulfikar calon sarjana bisnis, mas bambang dan warung kang udin tempat ngumpul. Demikian yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini serta pihak-pihak lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Pekanbaru, 29 Mei 2020

NURKHOLIS



DAFTAR ISI

COVER	
HALAMAN PERSETUJUAN	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN	
KATA PENGANTAR.....	i
UCAPAN TERIMA KASIH.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR NOTASI.....	ix
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.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Umum.....	4
2.2 Penelitian Sebelumnya.....	4
2.3 Keaslian Penelitian.....	8
BAB III LANDASAN TEORI.....	9
3.1 Perkerasan Jalan.....	9
3.2 Perkerasan Kaku.....	9
3.3 Perkerasan Lentur.....	12
3.4 Beban Pada Struktur Jalan.....	13
3.5 Jumlah Berat Yang Diizinkan.....	14
3.6 Lalu Lintas.....	15
3.6.1 Jumlah Lajur.....	15

3.6.2 Faktor Distribusi Lajur dan Kapasitas Lajur	16
3.6.3 Lalu-lintas Harian Rata-rata (LHR).....	16
3.6.4 Pertumbuhan Lalu Lintas	16
3.7 Beban Sumbu Standar (<i>standard axle load</i>)	17
3.8 Angka Ekuivalen Beban Gandar Sumbu Kendaraan.....	17
3.9 <i>Vehicle Damage Factor</i> (VDF).....	18
3.9.1 Bina Marga MST-10.....	19
3.9.2 Formula VDF NAASRA (2004)	20
3.10 Muatan Sumbu Terberat	21
3.11 Kerusakan Jalan Akibat Beban Berlebih (<i>overload</i>)	21
3.12 Umur Rencana	22
3.13 Penurunan Umur Rencana	23
3.14 Jenis – Jenis Kerusakan Perkerasan Rigid	24
BAB IV METODE PENELITIAN	35
4.1 Metode Penelitian.....	35
4.2 Langkah – Langkah Penelitian.....	35
4.3 Analisis Data	37
4.4 Bagan Alir Penelitian.....	37
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	40
5.1 Hasil Analisis Lalu-Lintas Harian Rata-Rata (LHR)	40
5.2 Analisis Prediksi Lalu Lintas Harian Rata – Rata (LHR) Selama Umur rencana	53
5.3 Analisis Angka Ekuivalen (E) Dari Masing-Masing Kendaraan.....	60
5.4 Faktor Lalu-Lintas Kendaraan	66
5.5 Sisa Umur Perkerasan Jalan	67
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	76
6.1 Kesimpulan	76
6.2 Saran	76
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

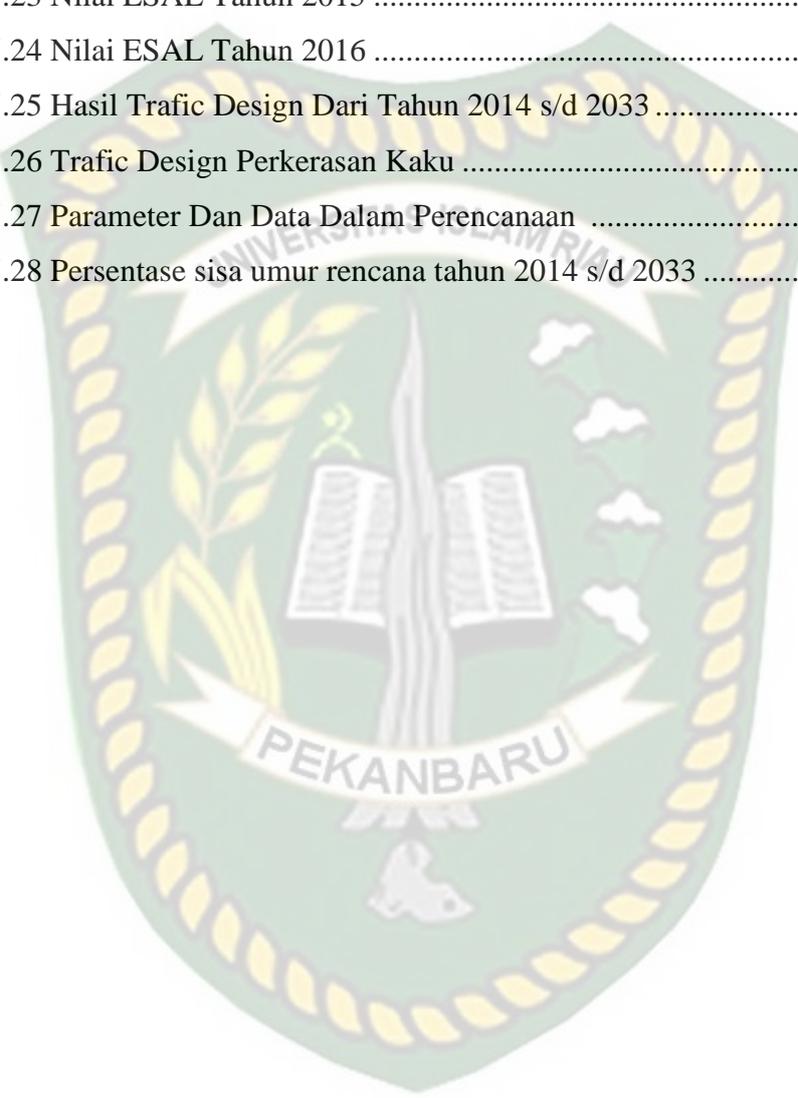
DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Struktur Perkerasan Beton Semen	10
Gambar 3.2 Skema Pembagian Beban Pada Perkerasan Kaku	10
Gambar 3.3 Struktur Perkerasan Lentur Pada Permukaan Tanah Asli	13
Gambar 3.4 Amblas	25
Gambar 3.5 Patahan (Faulting)	25
Gambar 3.6 Pumping	26
Gambar 3.7 Rocking	26
Gambar 3.8 Retak Blok	27
Gambar 3.9 Retak Sudut	28
Gambar 3.10 Retak Diagonal	28
Gambar 3.11 Retak Memanjang	29
Gambar 3.12 Retak Tidak Beraturan	29
Gambar 3.13 Retak Melintang	30
Gambar 3.14 Kerusakan Bahan Pengisi Sambungan	31
Gambar 3.15 <i>Spalling</i>	31
Gambar 3.16 Penurunan Bagian Tepi Perkerasan	32
Gambar 3.17 <i>Scalling</i>	33
Gambar 3.18 <i>Polished Aggregate</i>	33
Gambar 3.19 Lubang	34
Gambar 4.1 Flowchart Penelitian	39
Gambar 5.1 Grafik Penurunan umur rencana perkerasan kaku	75

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Type Kendaraan dan Distribusi Beban Sumbu	14
Tabel 3.2 Konfigurasi Beban Sumbu dan JBI.....	14
Tabel 3.3 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan (Pd-T-14-2003)	15
Tabel 3.4 Faktor Distribusi Lajur (D_L) (Pd-T-01-2002-B)	16
Tabel 3.5 Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (i)(%)	17
Tabel 3.6 <i>VDF</i> Berdasarkan Bina Marga (2005) MST-10.....	20
Tabel 3.7 <i>VDF</i> Berdasarkan <i>NAASRA</i> (2004).....	20
Tabel 5.1 Lalu Lintas Harian Rata-rata Jalan Pasir Putih Tahun 2019.....	40
Tabel 5.2 Analisis LHR Tahun 2019 Untuk Kendaraan Sepeda Motor	41
Tabel 5.3 Analisis LHR Tahun 2019 Untuk Kendaraan Sedan, Jeep, Station Wagon	42
Tabel 5.4 Analisis LHR Tahun 2019 Untuk Kendaraan oplet, suburbant, combi dan mini bus	43
Tabel 5.5 Analisis LHR Tahun 2019 Untuk Kendaraan Pick Up, Micro Truck dan Mobil Hantaran	44
Tabel 5.6 Analisis LHR Tahun 2019 Untuk Kendaraan Bus Kecil	45
Tabel 5.7 Analisis LHR Tahun 2019 Untuk Kendaraan Bus Besar.....	46
Tabel 5.8 Analisis LHR Tahun 2019 Untuk Kendaraan Truk Ringan 2 Sumbu ...	46
Tabel 5.9 Analisis LHR Tahun 2019 Untuk Kendaraan Truk Sedang 2 Sumbu ...	47
Tabel 5.10 Analisis LHR Tahun 2019 Untuk Kendaraan Truk 3 Sumbu.....	48
Tabel 5.11 Analisis LHR Tahun 2019 Untuk Kendaraan Truk Semi Trailer	49
Tabel 5.12 Analisis LHR Tahun 2019 Untuk Kendaraan Truk 4 Sumbu (1.1.22)	50
Tabel 5.13 Analisis LHR Tahun 2019 Untuk Kendaraan Truk 4 Sumbu (1.2.22)	51
Tabel 5.14 Analisis LHR Tahun 2019 Untuk Kendaraan Truk 5 Sumbu (1.1.222)	52
Tabel 5.15 Analisis LHR Tahun 2019 Untuk Kendaraan Truk 6 Sumbu (1.22.222)	53
Tabel 5.16 Prediksi LHR Tahun 2020.....	54
Tabel 5.17 Prediksi LHR Tahun 2018.....	56
Tabel 5.18 Hasil Prediksi LHR Dari Tahun 2014 s/d 2033	59

Tabel 5.19 Konfigurasi Sumbu Dari Masing-Masing Kendaraan	60
Tabel 5.20 Nilai ESAL.....	66
Tabel 5.21 Perbandingan nilai truk faktor	67
Tabel 5.22 Nilai ESAL Tahun 2014	67
Tabel 5.23 Nilai ESAL Tahun 2015	68
Tabel 5.24 Nilai ESAL Tahun 2016	69
Tabel 5.25 Hasil Trafic Design Dari Tahun 2014 s/d 2033	70
Tabel 5.26 Trafic Design Perkerasan Kaku	70
Tabel 5.27 Parameter Dan Data Dalam Perencanaan	71
Tabel 5.28 Persentase sisa umur rencana tahun 2014 s/d 2033	74



DAFTAR NOTASI

BS	= Beban Sumbu
C	= Koefisien distribusi lajur kendaraan
CBR	= California Bearing Ratio
D_L	= Distribusi Lajur
D_D	= Distribusi Arah
AE	= Angka ekivalen
ESAL	= <i>Equivalent Standar Axel Load</i>
VDF	= <i>Vehicle damage factor</i>
i	= Laju pertumbuhan lalu lintas
JS	= Jumlah Sumbu
LHR	= Lalu Lintas Harian Rata-rata
R	= Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas
N	= tahun ke
SD	= Sumbu Depan
SB	= Sumbu Belakang
STdRG	= Sumbu Tandem Roda Ganda
STRG	= Sumbu tunggal roda Ganda
STRT	= Sumbu tunggal roda Tunggal
UR	= Umur Rencana
CESA	= <i>Cumulative Equivalent Standard Axle</i>
P_t	= <i>Terminal Serviseability</i>
P_o	= <i>Initial Serviseability</i>
Δ PSI	= Serviseability Loos
R	= <i>Reliability</i>
Z_R	= <i>Standard normal deviation</i>
S_o	= <i>Standard deviation</i>
K	= Modulus reaksi tanah dasar
E_c	= Modulus elastisitas beton
S'_c	= <i>Flexural strenght</i>
C_d	= <i>Drainage coefficient</i>

J	= <i>Load transfer coefficient</i>
D	= Tebal Plat
Rl	= <i>Remaining life</i>
N_P	= <i>Cumulative ESAL</i> pada akhir tahun ke-
$N_{1,5}$	= <i>Cumulative ESAL</i> pada akhir umur rencana



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

**DAMPAK BEBAN KENDARAAN TERHADAP UMUR RENCANA JALAN
KABUPATEN KAMPAR PROVINSI RIAU (Studi Kasus :
Jalan Linkar Pasir Putih Km.13 Km.15)**

NURKHOLIS
NPM : 133110345

ABSTRAK

Jalan raya merupakan salah satu prasarana transportasi darat terpenting, sehingga desain perkerasan yang baik adalah suatu keharusan. Jalan lingkar pasir putih adalah jalan alternative keluar masuk ke Pekanbaru tanpa melewati pusat kota, dan memiliki arus lalu lintas yang cukup tinggi pada jam-jam tertentu. banyaknya kendaraan berat mengganggu keamanan dan kenyamanan. Tujuan penelitian mengetahui jumlah LHR dan pengaruh beban kendaraan pada perkerasan kaku terhadap sisa umur rencana.

Metode penelitian ini menggunakan pedoman dari Bina Marga 2005 dan metode *AASHTO* 1993. Penelitian ini dilakukan selama empat hari dari tanggal 25 Oktober 2019 – 28 Oktober 2019 pada jam 08.00 sampai dengan pukul 08.00 WIB.

Dari analisis lalu lintas harian rata-rata (LHR) jalan Lingkar Pasir Putih, kendaraan ringan seperti sepeda motor, sedan, pick up, dengan jumlah kendaraan 6555 unit, kendaraan berat seperti bus besar, truk 2 sumbu, truk 3 sumbu, truk 4 sumbu, trailer dengan jumlah kendaraan 2419 unit. dan total LHR berjumlah 8974 kendaraan/hari/2 arah. hasil perhitungan faktor lalu lintas kendaraan nilai ESAL total sebesar 12745,9237 dan nilai *Truck Factor* 5,2690 > 1, dimana beban kendaraan yang melintas pada ruas jalan mengalami beban berlebih (*Over load*). hasil dari hubungan antara nilai *CESA* dan tebal plat perkerasan beton didapat angka $7,76 = 7,76$. dengan teori yang berbeda penerunan sisa umur rencana pada tahun 2019 sebesar 81,26%, terjadi pengurangan sebesar 18,74%.

Kata Kunci : Perkerasan Kaku, LHR, *Truck Factor*, *CESA*, *Remaining life*

**THE IMPACT OF VEHICLE BURDEN ON THE AGE OF ROAD PLAN IN
KAMPAR DISTRICT RIAU PROVINCE (Case Study: Linkar Street Pasir Putih.
13 Km. 15)**

NURKHOLIS
NPM : 133110345

Abstract

Highways are one of the most important ground transportation infrastructures, so a good machining design is a must. Linkar Street, Pasir Putih is an alternative way out into Pekanbaru without passing through the city centre, and it has a high enough traffic flow at certain hours. Heavy vehicles are disruptive to safety and comfort this research objectives want to know amount of LHR and the effect of vehicle load on rigid alignment against the remaining lifetime of the plan.

This method study used the guidelines of Bina Marga 2005 and AASHTO 1993 method. This study was conducted for four days from 25 October 2019 – 28 October 2019 at 08:00 am until 08:00 pm.

From the average daily traffic analysis (LHR) Linkar Street, Pasir Putih has light vehicles which is like motorcycles, sedan, pick up, with 6555 units of vehicles. Heavy vehicles such as large buses, 2-axis trucks, 3-axis trucks, 4-axis trucks, trailers with a total vehicle of 2419 units. and total LHR amounted to 8974 vehicles/day/2 directions. The result of the traffic factor calculation of the total ESAL value of 12745.9237 and the value of Truck Factor $5,2690 > 1$, where the burden of vehicles passing through the road is overloaded. Result of the relationship between the value of CESA and thick concrete piping plate obtained the number $7.76 = 7,76$. With different theory of the remaining life of the plan in 2019 by 81.26%, there was a reduction of 18.74%.

Keyword: *Machining design, LHR, Truck Factor, CESA, Remaining life*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan pembangunan indonesia saat ini sangat maju, salah satu yang berperan penting dalam hal tersebut adalah sarana transportasi jalan raya, jalan raya dapat meningkatkan kegiatan perekonomian yang ada disuatu tempat karena membantu orang untuk pergi atau mengirim barang lebih cepat kesuatu tujuan. Dengan keberadaan jalan raya, komoditi dapat mengalir kepasar setempat dan hasil ekonomi dari suatu tempat dapat dijual kepada pasaran diluar wilayah tersebut. Selain itu, jalan raya juga dapat mengembangkan perekonomian disepanjang lintasannya. Jalan raya diindonesia pada saat ini telah mengalami perkembangan yang pesat, hal tersebut dapat terlihat saat ini semakin banyak pembangunan – pembangunan jalan baru maupun upaya peningkatan kualitas yang sudah ada.

Perkerasan kaku adalah salah satu jenis perkerasan yang digunakan di indonesia, perkerasan kaku (*rigid pavement*) terdiri dari plat beton semen portland yang terletak langsung diatas tanah dasar, atau diatas lapisan material granular (*subbase*) yang berada diatas tanah dasar. FHWA (2006) mendefinisikan perkerasan kaku merupakan perkerasan yang terdiri dari plat beton semen portland yang dibangun diatas lapis pondasi (*base*) yang posisinya berada diatas tanah dasar. Menurut Fitriana (2014), perkerasan kaku adalah perkerasan yang menggunakan semen sebagai bahan pengikat sehingga mempunyai tingkat kekakuan yang relatif cukup tinggi. Bina Marga (2003) mendefinisikan perkerasan beton semen adalah struktur yang terdiri atas plat beton semen yang bersambung (tidak menerus) tanpa atau dengan tulangan, terletak diatas lapis pondasi bawah atau tanah dasar, tanpa atau dengan lapis permukaan beraspal.

Berdasarkan klasifikasi jalan khususnya jalan lingkaran Pasir Putih Kecamatan Siak Hulu Kabupaten Kampar Provinsi Riau merupakan jalan lingkaran dengan fungsi sebagai jalan arteri sekunder 2 lajur 2 arah Jalanyang memiliki arus lalu lintas yang cukup tinggi pada jam – jam tertentu, dari jalan Lintas Timur, jalan Pasir Putih termasuk jalan alternatif untuk menuju ke kota Pekanbaru ibu kota Provinsi Riau, selama beberapa tahun terakhir ruas jalan ini mengalami

kerusakan di beberapa titik, akibat banyaknya truk – truk yang membawa material, sawit, kayu dan muatan berat lainnya, Sehingga mengganggu kenyamanan dan keamanan bagi pengendara yang melewati jalan tersebut.

Berdasarkan latar belakang diatas penulis melakukan penelitian terhadap dampak beban kendaraan terhadap umur rencana jalan Kecamatan Siak hulu Kabupaten Kampar Provinsi Riau (Studi Kasus : Jalan Lingkar Pasir Putih Km.13 Km.15).

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana jumlah lalu lintas harian rata-rata (LHR) ?
2. Bagaimana pengaruh beban kendaraan pada perkerasan kaku terhadap sisa umur rencana jalan ?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui jumlah lalu lintas harian rata-rata (LHR).
2. Mengetahui pengaruh beban pada perkerasan kaku terhadap sisa umur rencana jalan.

1.4. Manfaat Penelitian

Beberapa hal yang diharapkan memberi manfaat setelah penelitian ini dilaksanakan antara lain sebagai berikut.

1. Menambah pengetahuan bagi pembaca tentang pengaruh beban kendaraan Terhadap sisa umur rencana jalan.

1.5. Batasan Penelitian

Untuk memfokuskan lingkup penelitian maka ditetapkan beberapa batasan penelitian sebagai berikut.

1. Penelitian dilakukan pada jalan lingkar pasir putih (Km.13-15), kecamatan Siak hulu kabupaten Kampar.
2. Jenis perkerasan pada penelitian yaitu perkerasan Rigid Pavement pada (Km.13-Km.15).
3. Penelitian dilakukan selama 4 hari (senin, minggu, sabtu, jum'at).
4. Tidak menganalisis kerusakan yang terjadi pada ruas jalan tersebut.
5. Hanya mengitung angka ekivalen dari kendaraan roda 4 keatas.
6. Perhitungan lalu lintas harian rata – rata dari hasil survei tahun 2019 dan memprediski lalu lintas harian rata – rata (LHR) selama umur rencana perkerasan jalan (20 tahun).
7. Perhitungan angka ekivalen beban sumbu kendaraan (*vehicle damage factor*) menggunakan metode BINA MARGA (2005).
8. Nilai sisa umur perkerasan kaku menggunakan metode *AASHTO* (1993).

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, oleh karena itu penelitian terdahulu dapat membantu memberikan solusi untuk pemecahan masalah pada penelitian yang sedang dilakukan. Dalam penelitian mengenai pengurangan umur rencana perkerasan *rigid* ini telah banyak dilakukan pada berbagai ruas jalan ditempat yang berbeda.

2.2 Penelitian Sebelumnya

Dari berbagai penelitian yang pernah di lakukan oleh beberapa mahasiswa terkait dengan 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 :

Marskel, (2019) *Kajian kerusakan jalan pada ruas jalan Provinsi Simpang Beringin – Maredan – Simpang Buatan*. Keberadaan ruas jalan simpang beringin – maredan – simpang buatan merupakan hal yang paling penting karena ruas jalan ini menghubungkan kota pekanbaru dengan beberapa kabupaten yang berada diwilayah pesisir provinsi riau. Tujuan dari kajian ini adalah untuk mengidentifikasi kondisi fungsional, mengetahui kerusakan serta pengaruh beban lalu lintas pada ruas jalan, dan membandingkan kerusakan yang terjadi akibat beban. Dalam kajian ini metode yang digunakan adalah Pavement Condition Index (PCI) untuk mengevaluasi perkerasan lentur dan perkerasan kaku. Hasil kajian menunjukkan bahwa pada ruas jalan dengan perkerasan kaku, didominasi oleh kerusakan Linier cracking, sedangkan pada ruas perkerasan lentur didominasi oleh kerusakan Alligator cracking. Berdasarkan beban lalu lintas pada tahun 2017 secara fungsional perkerasan kaku pada lajur A mengalami pengurangan umur sebesar 6,95% dan Lajur B sebesar 3,85%. Sedangkan pada perkerasan lentur lajur A sebesar 1.37% dan lajur B sebesar 1,11%. sehingga secara keseluruhan sisa umur pada ruas jalan simpang beringin – maredan – simpang buatan sebesar 13,28%

Arief W, (2018) *analisa beban kendaran terhadap kerusakan perkerasan jalan lentur (aspal) di jalan HR. Soebrantas Panam Kota Pekanbaru*. Di sepanjang jalan HR. Soebrantas yang banyak dilewati 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, Hasil analisis 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 10.903.893 dan hasil perhitungan truk factor $5,823 > 1$, dimana nilai ini menunjukkan bahwa kondisi kerusakan jalan yang ada dikarenakan beban kendaraan yang melintas pada ruas jalan HR. Soebrantas Panam ini mengalami beban berlebih (Overload). Faktor beban berlebih yang terjadi pada ruas jalan HR. Soebrantas menyebabkan 2 jenis kerusakan yaitu distorsi alur dengan tingkat kerusakan yang tinggi dan retak buaya dengan tingkat kerusakan yang tinggi.

Zamri, (2014) *kajian daya rusak akibat beban berlebih (overload) pada ruas jalan Minas, Metode NAASRA dan Metode TRL*. Pertumbuhan lalu lintas angkutan barang terutama truk - truk pengangkut kayu, CPO, dan batu bara telah menimbulkan permasalahan terjadinya kelebihan beban muatan (overload) dari muatan sumbu terberat yang didapat dari hasil kuisisioner dengan supir, maka perlu mengadakan kajian daya rusak akibat beban berlebih (overload) pada ruas jalan Minas Km 5 – Km 20 dengan metode Bina Marga, NAASRA, dan TRL. Tinjauan kerusakan akibat beban berlebih (overload) pada ruas jalan minas Km 5 – Km 28 dengan Metode Bina Marga, Metode NAASRA, dan Metode TRL.. Berdasarkan hasil penelitian dan hasil analisis yang dilakukan maka jumlah lalu lintas harian rata-rata (LHR) dengan komposisi kendaraan ringan sebanyak 4470 unit per hari/2 dan untuk kendaraan berat 4275 unit perhari/2, dari data tersebut dihasilkan

persentase kendaraan ringan 51,11 % dan kendaraan berat 48,89 %. Dengan angka truck factor (TF) yang terdapat pada jalan ini (>1) yaitu sebesar $7,9339698 > 1$ metode Bina Marga, $3,5279977 > 1$ Metode NAASRA, dan $9,9438744 > 1$ Metode TRL. Berdasarkan hasil analisis tersebut, dapat disimpulkan bahwa dari ketiga formula tersebut jalan mengalami kegagalan (failed) dikarenakan kelebihan beban sumbu (overload) dengan nilai daya rusak (> 1).

Santosa, (2012) *Analisa dampak beban Overloading kendaraan pada struktur Rigid pavement terhadap umur rencana perkerasan studi kasus ruas jalan simpang lago – Sorek Km 77 s/d 78*. Sebagai salah satu jalan negara, Jalan Lintas Timur Sumatera memiliki peran penting dalam pengembangan perekonomian nasional. Terutama pada ruas Lago - Sorek, ada beberapa daerah industri seperti pabrik pulp dan kertas, serta minyak sawit mentah (CPO). Masalah yang berulang kali terjadi adalah kerusakan jalan dan pengurangan umur layan perkerasan jalan, hal ini sering disebabkan oleh kelebihan beban kendaraan. Evaluasi perkerasan kaku dilakukan pada ruas jalan Lago - Sorek di Km 77-78. Untuk mengevaluasi struktur perkerasan kaku digunakan 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 layan 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 di hitung menggunakan persamaan Remaining life dari AASHTO 1993, terjadi pengurangan umur layan sebesar 25,94%.

Anggista, (2017) *Analisis beban kendaraan terhadap derajat kerusakan dan umur sisa perkerasan studi kasus jalan lintas Sumatra Kecamatan Payung Sekaki*. Diruas jalan Lintas Sumatera atau jalan arengka II adalah jalur yang sering dilewati oleh berbagai macam kendaraan seperti kendaraan bermotor, sedan, bus, truk, tronton, dan sebagainya. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk menganalisis dampak beban kendaraan terhadap derajat kerusakan pada struktur perkerasannya. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode pendekatan dari bina marga, Dari hasil perhitungan umur sisa diketahui bahwa n selama 10 tahun yaitu 7,94%, yang artinya bahwa diruas jalan tersebut sudah tidak

aman atau tidak layak dalam waktu 10 tahun tersebut. Sedangkan dari hasil perhitungan nilai derajat kerusakan jalan pada kendaraan dengan beban normal didapat bahwa untuk truck colt diesel 2 as dengan beban 5,15 ton untuk roda bagian depan 0,0009 dan roda bagian belakang 0,0133, truck fuso 2 as dengan beban 7 ton untuk roda bagian depan 0,0032 dan roda bagian belakang 0,0456, dump truck (tronton) 3 as dengan beban 24 ton untuk roda bagian depan 0,1296 dan roda bagian belakang 0,9028, yang artinya untuk beban normal tidak terlalu berpengaruh pada derajatkerusakannya.

Apriady, (2018)*Pengaruh beban berlebih kendaraan berat terhadap umur rencana perkerasan kaku pada jalan di Ponogoro Cilacap*. Jalan Diponegoro, Cilacap, Jawa Tengah merupakan jalur utama yang menghubungkan beberapa provinsi, kota dan kabupaten diwilayah selatan Jawa. Jalan tersebut banyak dilalui kendaraan berat muatan barang, sehingga berpotensi sering terjadi pelanggaran muatan berlebih. Data yang digunakan menggunakan data sekunder berupa data berat kendaraan aktual dari jembatan timbang Wanareja, LHR, tebal perkerasan eksisting, dan umur rencana jalan dari P2JN, Dengan muatan berlebih aktual yang terjadi di Jalan Diponegoro, Cilacap diperoleh peningkatan nilai *VDF* kumulatif, berdasar metode Bina Marga (1987) sebesar 86,68%, berdasar metode *NAASRA* (2004) sebesar 81,57%, sedangkan dengan metode *AASHTO* (1993) sebesar 95,83%. Penurunan umur rencana akibat muatan berlebih aktual berdasar metode Bina Marga (1987) sebesar 4,137 tahun, berdasar metode *NAASRA* (2004) sebesar 3,954 tahun sedangkan dengan metode *AASHTO* (1993) sebesar 4,453 tahun. Kebutuhan tebal perkerasan akibat muatan berlebih aktual, berdasar metode Bina Marga (1987) diperoleh peningkatan 9,93% dari kondisi normal, berdasar metode *NAASRA* (2004) sebesar 9,41% sedangkan dengan metode *AASHTO* (1993) sebesar 10,69%. Pada simulasi persentase muatan berlebih diperoleh muatan berlebih 10% sudah berpengaruh terhadap kondisi jalan, diperoleh penurunan umur rencana 6 bulan dengan metode Bina Marga 1987, *NAASRA* (2004) dan *AASHTO* (1993). Kebutuhan tebal perkerasan meningkat sebesar 0,34 cm dengan nilai *VDF* Bina Marga (1987), dengan nilai *VDF NAASRA* 2004 sebesar 0,33 cm sedangkan dengan nilai *VDFAASHTO* (1993) sebesar 0,36 cm dari kondisi normal.

2.3 Keaslian Penelitian

Adapun perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang terdahulu adalah sebagai berikut :

1. Jenis perkerasan yang ditinjau adalah perkerasan kaku.
2. Jalan yang ditinjau adalah jalan lingkaran Pasir Putih Kabupaten Kampar Provinsi Riau Km13 s/d Km15.
3. Menghitung Nilai Truk Faktor.

Adapun persamaan penelitian ini dengan penelitian yang terdahulu adalah sebagai berikut.

1. Menghitung mengitung angka ekivalen kendaraan.
2. Menghitung penurunan sisa umur rencana jalan.



BAB III LANDASAN TEORI

3.1 Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah campuran antara agregat dan bahan pengikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas. Agregat yang dipakai adalah batu pecah atau batu belah atau batu kali ataupun bahan lainnya. Bahan ikat yang dipakai adalah aspal, semen ataupun tanah liat. Fungsi utama perkerasan adalah menyebarkan beban roda kendaraan ke area permukaan tanah dasar yang lebih luas dibandingkan luas kontak roda dan perkerasan, sehingga mengurangi tegangan maksimum yang terjadi pada tanah dasar, yaitu pada tekanan di mana tanah dasar tidak mengalami deformasi berlebihan selama masa pelayanan perkerasan. Menurut Hardiyatmo (2011), fungsi perkerasan jalan adalah sebagai berikut.

1. Untuk memberikan struktur yang kokoh dalam mendukung beban lalu lintas.
2. Untuk memberikan tanahan gelincir atau kekesatan (*skid resistance*) pada permukaan perkerasan.
3. Untuk memberikan permukaan rata/aus bagi pengendara.
4. Untuk mendistribusikan beban roda kendaraan di atas pondasi tanah secara memadai, sehingga dapat melindungi tanah dari tekanan yang besar.
5. Untuk melindungi formasi tanah dari pengaruh perubahan cuaca yang buruk.

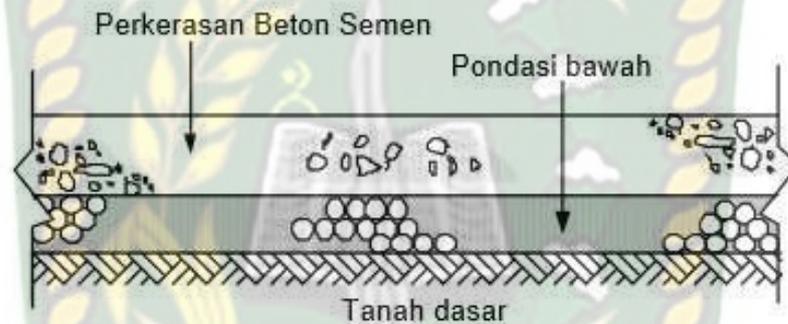
Lapisan perkerasan berfungsi untuk menerima dan menyebarkan beban lalu lintas tanpa merusak konstruksi perkerasan itu sendiri. Dengan demikian, dalam perencanaannya perlu dipertimbangkan beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kinerja perkerasan di antaranya umur rencana, lalu lintas yang merupakan beban perkerasan, kondisi lingkungan, tanah dasar, serta sifat dan mutu material yang tersedia.

3.2 Perkerasan Kaku

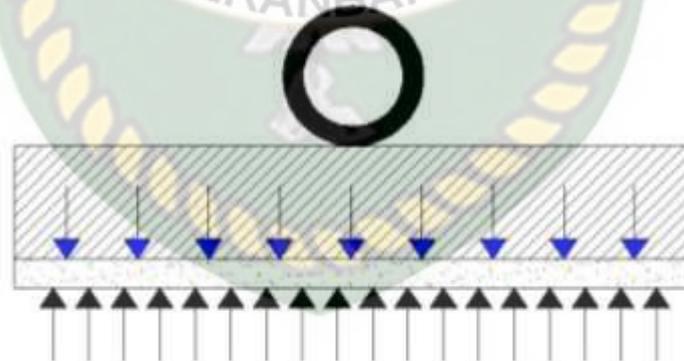
Perkerasan kaku (*rigid pavement*) atau perkerasan beton (*concrete pavement*) banyak digunakan untuk jalan-jalan utama dan bandara, jika perkerasan lentur terdiri dari beberapa komponen pokok seperti lapis permukaan,

lapis pondasi atas dan lapis pondasi bawah, perkerasan kaku terdiri dari tanah dasar, lapis pondasi bawah dan pelat beton semen *portland*, dengan atau tanpa tulangan. Pada permukaan perkerasan beton, kadang-kadang ditambahkan lapisan aspal. Perkerasan beton cocok digunakan pada jalan raya yang melayani lalu lintas tinggi/berat, berkecepatan tinggi (Hardiyatmo, 2011).

Perkerasan beton semen adalah struktur yang terdiri atas pelat beton semen yang bersambung (tidak menerus) tanpa atau dengan tulangan, atau menerus dengan tulangan, terletak di atas lapis pondasi bawah atau tanah dasar, tanpa atau dengan lapis permukaan beraspal. Struktur perkerasan beton semen secara tipikal (Pd T-14-2003).



Gambar 3.1 Struktur Perkerasan Beton Semen
Sumber : Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2003



Gambar 3.2 Skema Pembagian Beban Pada Perkerasan Kaku
Sumber : Zahra, 2011

Pada perkerasan beton semen, daya dukung perkerasan terutama diperoleh dari pelat beton. Sifat, daya dukung dan keseragaman tanah dasar sangat mempengaruhi keawetan dan kekuatan perkerasan beton semen. Faktor-faktor yang perlu diperhatikan adalah kadar air pematatan, kepadatan dan perubahan kadar air selama masa pelayanan. Lapis pondasi bawah pada perkerasan beton

semen adalah bukan merupakan bagian utama yang memikul beban, tetapi merupakan bagian yang berfungsi sebagai berikut.

1. Mengendalikan pengaruh kembang susut tanah dasar.
2. Mencegah intrusi dan pemompaan pada sambungan, retakan dan tepi-tepi pelat.
3. Memberikan dukungan yang mantap dan seragam pada pelat.
4. Sebagai perkerasan lantai kerja selama pelaksanaan.

Pelat beton semen mempunyai sifat yang cukup kaku serta dapat menyebarkan beban pada bidang yang luas dan menghasilkan tegangan yang rendah pada lapisan-lapisan di bawahnya. Bila diperlukan tingkat kenyamanan yang tinggi, permukaan perkerasan beton semen dapat dilapisi dengan lapis campuran beraspal setebal 5 cm.

Perkerasan kaku (perkerasan beton semen) adalah suatu struktur perkerasan yang umumnya terdiri dari tanah dasar, lapis pondasi bawah dan lapis beton semen dengan tulangan ataupun tanpa tulangan. Metode dasar perencanaan perkerasan kaku adalah perkiraan lalu lintas dan komposisinya selama umur rencana, kekuatan tanah dasar yang dinyatakan dengan *CBR* (%), kekuatan beton yang digunakan, jenis bahu jalan, jenis perkerasan dan jenis penyaluran beban (Saragi, 2014).

FHWA (2006) mendefinisikan perkerasan kaku adalah perkerasan yang terdiri dari pelat beton semen *portland* yang dibangun di atas lapis pondasi (*base*) yang berada di atas tanah dasar. Jadi, ada perbedaan jenis lapisan (*base* atau *subbase*) yang berada di bawah pelat beton. Kesamaannya adalah di bawah pelat beton hanya ada satu lapis material saja, yaitu salah satu dari lapis pondasi bawah (*subbase*) atau lapis pondasi (*base*). Jika mengacu pada Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (Pd. T-14-2003), material di bawah pelat beton adalah lapis pondasi bawah.

Beda antara perkerasan kaku dan perkerasan lentur yang paling menonjol adalah cara keduanya dalam menyebarkan beban di atas tanah dasar (*subgrade*). Perkerasan kaku yang terbuat dari pelat beton, oleh kekuatan dan modulus elastisitasnya yang tinggi, cenderung menyebarkan beban ke area yang lebih luas ke tanah dasar. Jadi, bagian terbesar dari kekuatan struktur perkerasan diberikan

oleh pelat betonnya sendiri, sedang pada perkerasan lentur, kekuatan perkerasan diperoleh dari ketebalan lapisan-lapisan pondasi bawah (*subbase*), pondasi (*base*) dan lapis permukaan (*surface*).

Bergantung pada kondisinya, perkerasan beton dapat berupa pelat beton tanpa tulangan, diberikan sedikit tulangan, diberi tulangan secara kontinyu, prategang atau beton fiber. Pelat beton biasanya diletakkan di atas material *granular* yang dipadatkan atau pondasi bawah yang dirawat (*treated subbase*) yang di bawahnya.

3.3. Perkerasan Lentur

Menurut Sukirman (1999), perkerasan lentur (*flexible pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar.

Konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan diatas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisantersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkannya ke lapisan dibawahnya. Konstruksi perkerasan menurut Sukirman (1999) terdiri dari:

1. Lapis permukaan (*surfacecourse*)

Lapis permukaan adalah lapisan yang terletak paling atas. Untuk menahan beban selama masa pelayanan, lapisan ini menggunakan aspal sebagai bahan pengikatnya. Salah satu fungsi lapis permukaan adalah sebagai lapis penahan beban roda dan lapisaus.

2. Lapis pondasi atas (*basecourse*)

Lapisan ini terletak diantara lapis permukaan dan lapis pondasi bawah. Material yang digunakan pada lapisan ini haruslah material yang cukup kuat. Untuk lapis pondasi atas tanpa bahan pengikat dapat menggunakan material dengan CBR > 50% dan Plastisitas Indeks (PI) < 4%. Bahan yang digunakan dapat berupa batu pecah, kerikil pecah, stabilitas tanah dengan semen dankapur.

3. Lapis pondasi bawah (*subbase course*) Lapisan ini terletak dibawah lapis pondasi atas dan berada diatas tanah dasar (*subgrade*). Pada lapisan ini

dapat menggunakan agregat yang bergradasi baik.

4. Tanah dasar (*subgrade*)

Lapis tanah dasar adalah lapisan dengan ketebalan 50-100 cm, yang selanjutnya akan diletakkan lapis pondasi bawah di atasnya. Tanah dasar dapat berupa tanah asli dari lokasi pengerjaan jika memenuhi syarat dan juga bisa dengan tanah dari lokasi lain. Sebelum lapis pondasi bawah diletakkan, tanah dasar harus dipadatkan dengan kepadatan tertentu agar tercapai kestabilan tanah dasar.



Gambar 3.3 Struktur perkerasan lentur pada permukaan tanah asli

Sumber : BinaMarga 2013

3.4 Beban Pada Struktur Jalan

Beban lalu lintas merupakan beban kendaraan yang dilimpahkan ke perkerasan jalan melalui kontak antara ban dan muka jalan. Beban lalu lintas ini merupakan beban dinamis yang selalu terjadi secara berulang. Beban lalu lintas dinyatakan dalam akumulasi reperiisi beban sumbu standar selama umur rencana yang dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti distribusi kendaraan ke masing-masing lajur, berat kendaraan, ukuran ban, pertumbuhan lalu lintas, beban sumbu masing-masing kendaraan dan umur rencana. Besarnya beban lalu lintas dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu sebagai berikut.

1. Konfigurasi sumbu dan roda kendaraan.
2. Roda kendaraan kendaraan.
3. Beban sumbu kendaraan.
4. Survei timbang.
5. Repitisi lintas sumbu standar.
6. Beban lalu lintas pada jalur rencana.

Tabel 3.1 Type kendaraan dan distribusi beban sumbu

No	Type Kendaraan	Berat Total (Ton)	Distribusi Beban Sumbu (Ton)		
			Depan	Belakang 1	Belakang 2
	Umum				
1	Kendaraan Ringan	2	1	1	
2	Bus Kecil	6	2.04	3.96	
3	Bus Besar	9	3.06	5.94	
4	Truk 2 As	18.2	6.19	12.01	
5	Truk 3 As	25	6.25	18.75	
6	Truk Gandegan Trailer	42	7.56	11.76	22.68
	Angkutan Kayu				
1	Truk 2 As		3.38	14.82	
2	Truk 3 As		4.57	27.33	
3	Truk Gandegan Trailer		5.36	17.7	21.3

Sumber : Wiyono (2014)

3.5 Jumlah Berat yang Diizinkan

Jumlah berat yang diizinkan (JBI) adalah berat maksimum kendaraan bermotor berikut muatannya yang diizinkan berdasarkan kelas jalan yang dilalui, jumlah berat yang diizinkan semakin besar jika jumlah sumbu kendaraan semakin banyak. JBI ditetapkan oleh Pemerintah dengan pertimbangan daya dukung kelas jalan terendah yang dilalui, kekuatan ban, kekuatan rancangan sumbu sebagai upaya peningkatan umur jalan dan kendaraan serta aspek keselamatan di jalan. Sementara itu jumlah berat bruto (JBB) ditetapkan pabrikan sesuai dengan kekuatan rancangan sumbu, sehingga konsekuensi logisnya JBI tidak melebihi JBB. JBI untuk jalan kelas II dan kelas III dengan muatan sumbu terberat 10 ton dan truk jalan dengan muatan sumbu terberat 8 ton berbagai sumbu kendaraan.

Tabel 3.2 Konfigurasi Beban Sumbu dan JBI (jumlah berat yang diizinkan)

No	Golongan & Konfigurasi Sumbu	MST Maksimum			Berat Total (Ton)
		Sb I	Sb II	Sb III	
1	6a (1.1)	6	6		12
2	(11.22)	6,25	6,4	18,8	31
3	(1.2.22)	6	10	18	34
4	7c (1.22.22)	6	16	16	38
5	11.222	6	7	24	37

Sumber : Departemen Perhubungan (2008)

3.6 Lalu Lintas

Penentuan beban lalu lintas rencana untuk perkerasan beton semen, dinyatakan dalam jumlah sumbu kendaraan niaga (*comercial vehile*), sesuai dengan konfigurasi sumbu pada lajur rencana selama umur rencana. Lalu lintas harus dianalisis berdasarkan hasil perhitungan volume lalulintas dan konfigurasi sumbu, menggunakan data terakhir atau data 2 tahun terakhir . kendaraan yang ditinjau untuk perencanaan perkerasan beton semen adalah yang mempunyai berat total minimum 5 ton.

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

3.6.1 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 menurut Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan (Pd T-14-2003)

Lebar perkerasan		Jumlah lajur
L < 5,50 m		1 lajur
5,50 m ≤ L <	8,25 m	2 lajur
8,25 m ≤ L < 11,25 m		3 lajur
11,25 m ≤ L <	15,00 m	4 lajur
15,00 m ≤ L <	18,75 m	5 lajur
18,75 m ≤ L <	22,00 m	6 lajur

Sumber : Bina Marga (2003)

3.6.2 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/M/2011 mengenai Persyaratan Teknis Jalan dan Kriteria Perencanaan Teknis Jalan berkaitan Rasio Volume Kapasitas (RVK) yang harus dipenuhi. Kapasitas lajur maksimum agar mengacupada MKJI dapat dilihat pada tabel 3.4

Tabel 3.4 Faktor Distribusi Lajur (D_L) (Pt T-01-2002-B)

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

Sumber : Bina Marga (2002)

3.6.3 Lalu-lintas Harian Rata-rata (LHR)

Volume lalu-lintas harian rata-rata menyatakan jumlah lalu-lintas perhari dalam I (satu) minggu untuk 2 (dua) jalur yang dinyatakan dalam LHR, maka harus dilakukan penyelidikan lapangan selama 24 jam dalam 1 (satu) minggu yang dilaksanakan pada hari senin (selasa,rabu,kamis) jumat, sabtu, minggu dengan mencatat jenis kendaraan bermotor kendaraan fisik/tak bermotor.Jumlah lalu lintas dalam 1 tahun dinyatakan sebagai lalu-lintas harian rata-rata (LHR).

$$LHR = \left[\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right] \dots\dots\dots 3.1$$

3.6.4 Pertumbuhan lalu-lintas

Faktor Pertumbuhan lalu lintas berdasarkan data-data pertumbuhan (historical growth data) atau formula korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang berlaku. Jika tidak tersedia data maka dapat digunakan (2015-2035) pada tabel 3.5.

$$i = \left(\left(\sqrt[n]{\frac{LHR_n}{LHR_o}} \right) - 1 \right) \times 100\% \dots\dots\dots 3.2$$

$$LHR_n = LHR_o (1 + i)^n \dots\dots\dots 3.3$$

Keterangan:

LHR_n = LHR tahun ke n

LHR_o = LHR awal tahun rencana

i = Faktor pertumbuhan (%)

n = tahun ke

Tabel 3.5 Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (i) (%)

No		Jawa	Sumatra	Kalimantan
1	Arteri dan Perkotaan	4,80	4,83	5,14
2	Kolektor rural	3,50	3,50	3,50
3	Jalan Desa	1,00	1,00	1,00

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan (2017)

3.7 Beban Sumbu Standar (*standard axleload*)

Konstruksi perkerasan jalan direncanakan dengan sejumlah repetisi beban kendaraan dalam satuan *standard axle load (SAL)* sebesar 18.000 lbs atau 8,16 ton untuk as tunggal roda ganda (*singel axle dual wheel*). Di lapangan berat dan konfigurasi sumbu kendaraan di dalam perhitungan perkerasan perlu terlebih dahulu ditransformasikan ke dalam *equivalent standard axle load (ESAL)*. Angka ekuivalen beban sumbu kendaraan (E) adalah angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintas beban sumbu tunggal/ganda kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban standar sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18000 lb). Menurut Koestalam dan Sutoyo (2010) formulasi perhitungan angka ekuivalen (E) yang diberikan oleh Bina Marga dapat dilihat pada rumus berikut.

3.8 Angka Ekuivalen Beban Gandar Sumbu Kendaraan

Kendaraan yang ditinjau untuk perencanaan perkerasan beton adalah kendaraan yang mempunyai berat total minimum sebesar 5 ton konfigurasi sumbu untuk perencanaan terdiri atas 4 Jeniskelompok sumbu kendaraan. Angka

ekivalen (E) masing-masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan) di tentukan menurut rumus Bina Marga di bawah ini :

$$\text{STRT} = \left(\frac{P}{5,4}\right)^4 \dots\dots\dots 3.4$$

$$\text{STRG} = \left(\frac{P}{8,16}\right)^4 \dots\dots\dots 3.5$$

$$\text{STdRG} = \left(\frac{P}{13,76}\right)^4 \dots\dots\dots 3.6$$

$$\text{STrRG} = \left(\frac{P}{18,45}\right)^4 \dots\dots\dots 3.7$$

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

3.9 Vehicle Damage Factor (VDF)

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

Beban konstruksi perkerasan jalan mempunyai ciri-ciri khusus dalam artian mempunyai perbedaan prinsip dari beban pada konstruksi lain di luar konstruksi jalan. Pemahaman atas ciri-ciri khusus beban konstruksi perkerasan jalan tersebut sangatlah penting dalam pemahaman lebih jauh, khususnya yang berkaitan dengan desain konstruksi perkerasan, kapasitas konstruksi perkerasan, dan proses kerusakan konstruksi yang bersangkutan. Sifat beban konstruksi perkerasan jalan sebagai berikut.

1. Beban yang diperhitungkan adalah beban hidup yang berupa beban tekanan sumbu roda kendaraan yang lewat di atasnya yang dikenal dengan *axle load*. Dengan demikian, beban mati (berat sendiri) konstruksi diabaikan.

2. Kapasitas konstruksi perkerasan jalan dalam besaran sejumlah repetisi (lintasan) beban sumbu roda lalu lintas dalam satuan standar *axle load* yang dikenal dengan satuan *EAL (equivalent axle load)* atau *ESAL (Equivalent SingleAxle Load)*. Satuan standar *axle load* adalah *axle load* yang mempunyai dayarusak kepada konstruksi perkerasan sebesar 1 *axle load* yang bernilai daya rusak sebesar 1 tersebut adalah *single axle load* sebesar 18.000 *lbs* atau 18 *kips* atau 8,16 ton.
3. Tercapainya atau terlampauinya batas kapasitas konstruksi (sejumlah repetisi *EAL*) akan menyebabkan berubahnya konstruksi perkerasan yang semulamantap menjadi tidak mantap. Kondisi tidak mantap tersebut tidak berarti kondisi *failure* ataupun *collapse*. Dengan demikian istilah *failure* atau *collapse* secara teoritis tidak akan (tidak boleh) terjadi karena kondisi mantap adalah kondisi yang masih baik tetapi sudah memerlukan penanganan berupa pelapisan ulang (*overlay*). Kerusakan total (*failure, collapse*) dimungkinkan terjadi di lapangan, menunjukkan bahwa konstruksi perkerasan jalan tersebut telah diperlakukan salah yaitu mengalami keterlambatan dalam penanganan pemeliharaan baik rutin maupun berkala untuk menjaga tidak terjadinya *collapse* atau *failure*.

3.9.1 Bina Marga MST-10

Mengacu pada buku Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen No. SNI 1732-1989-F dan Manual Perkerasan Jalan dengan alat Benkelman beam No. 01/MN/BM/83. Bina Marga MST 10, dimaksudkan damage factor didasarkan pada muatan sumbu terberat sebesar 10 ton.

Angka ekivalen beban sumbu kendaraan adalah angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh suatu lintasan beban sumbu tunggal / ganda kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh satu lintasan beban standar sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lb).

Angka Ekivalen (E) masing-masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan) ditentukan menurut rumus dibawah ini:

Konfigurasi beban sumbu pada berbagai jenis kendaraan beserta angka

ekivalen kendaraan dalam keadaan kosong (min) dan dalam keadaan bermuatan (max), dapat dilihat pada Tabel 3.5

Tabel 3.6 *VDF* Berdasarkan Bina Marga (2005) MST-10

No	Tipe kendaraan dan golongan			Nilai <i>VDF</i>
1	Sedan, jeep, st. Wangon	2	Gol-1 1.1	0,0005
2	Pick up, combi	3	Gol-2 1.2	0,2174
3	Truk 2 as (L), micro truk, mobil hantaran	4	Gol-2 1.2L	0,2174
4	Bus kecil	5a	Gol-2 1.2	0,2174
5	Bus besar	5b	Gol-9 1.2	0,3006
6	Truk 2 as (H)	6	Gol-3 1.2H	2,4159
7	Truk 3 as	7a	Gol-4 1.2.2	2,7416
8	Truk 4 as, truk gandengan	7b	Gol-6 1.2+2.2	3,9083
9	Truk s, trailer	7c	Gol-8 1.2.2+2.2	4,1718

Sumber : Bina Marga (2005)

3.9.2 Formula *VDF* NAASRA (2004)

Konfigurasi beban sumbu pada berbagai jenis kendaraan beserta angka ekuivalen kendaraan (*VDF*) dapat dilihat pada Tabel 3.7 di bawah ini.

Tabel 3.7 *VDF* Berdasarkan NAASRA (2004) MST-10

No	Tipe kendaraan dan golongan		Nilai <i>VDF</i>
1	Sedan, jeep, st. Wangon	2 1.1	0,0024
2	Pick up, combi	3 1.2	0,2738
3	Truk 2 as (L), micro truk, mobil hantaran	4 1.2L	0,2738
4	Bus kecil	5a 1.2	0,2738
5	Bus besar	5b 1.2	0,3785
6	Truk 2 as (H)	6 1.2H	3,0421
7	Truk 3 as	7a 1.2.2	5,4074
8	Truk 4 as, truk gandengan	7b 1.2+2.2	4,8071
9	Truk s, trailer	7c 1.2.2+2.2	7,881

Sumber : NAASRA (2004)

Dimana :

$$\text{sumbu tunggal roda tunggal} = \left(\frac{\text{beban sumbu tunggal}}{5400} \right)^4 \dots\dots\dots 3.8$$

$$\text{sumbu tunggal roda ganda} = \left(\frac{\text{beban sumbu tunggal}}{8200} \right)^4 \dots\dots\dots 3.9$$

$$\text{sumbu ganda roda ganda} = \left(\frac{\text{beban sumbu ganda}}{13600} \right)^4 \dots\dots\dots 3.10$$

3.10 Muatan Sumbu Terberat

Muatan sumbu 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 tentang lalu lintas dan angkutan jalan, pengelompokan jalan menurut kelas jalan terdiriatas:

- a. 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
- b. 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
- c. 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
- d. 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.

3.11 Kerusakan Jalan Akibat Beban Berlebih (*Overload*)

Secara defenisi beban berlebih (*overload*) adalah suatu kondisi beban

gandar kendaraan melebihi beban standar yang digunakan pada asumsi desain perkerasan jalan atau jumlah lintasan operasional sebelum umur rencana tercapai, atau sering disebut dengan kerusakan dini. Sedangkan umur rencana perkerasan jalan adalah jumlah repetisi beban lalu lintas dalam satuan (*equivalent standaraxleload*) yang dapat dilayani jalan sebelum terjadi kerusakan struktural pada lapisan perkerasan. Kerusakan jalan akan terjadi lebih cepat karena jalan terbebani melebihi daya dukungnya.

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 struktur jalan. Jenis dan besarnya kendaraan yang beraneka ragam menyebabkan pengaruh daya rusak dari masing-masing kendaraan terhadap lapisan-lapisan perkerasan jalan raya tidaklah sama. Semakin besar muatan/beban suatu kendaraan yang dipikul lapisan perkerasan jalan, maka struktur perkerasan jalan akan cepat rusak.

Pendekatan muatan berlebih yaitu dengan menghitung nilai total factor truck (*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 Factor* lebih besar dari 1 ($TF > 1$) berarti telah terjadi kerusakan akibat beban berlebih, persamaan yang digunakan untuk menghitung *Truck Factor* adalah : (Department of The Army and The airforce, 1994).

$$TF = \frac{\text{Total ESAL}}{N} \dots\dots\dots 3.11$$

Dimana :

TF = *Truck Factor*

Total ESAL = Nilai Total ESAL

N = Jumlah kendaraan

3.12 Umur Rencana

Dalam perancangan perkerasan, diperlukan pemilihan umur rancangan atau periode perkerasan. Umur rencana adalah waktu di mana perkerasan diharapkan mempunyai kemampuan pelayanan sebelum dilakukan pekerjaan rehabilitasi atau kemampuan pelayanannya berakhir. Dalam Pd T-01-2003, periode rancangan

diistilahkan sebagai umur rancangan. Umur rancangan merupakan jumlah waktu dalam tahun yang dihitung sejak perkerasan jalan mulai dibuka untuk lalu lintas, sampai saat diperlukan perbaikan kerusakan berat, atau dianggap perlu dilakukan lapis permukaan baru.

Parameter perancangan yang berpengaruh pada umur pelayanan total dari perkerasan adalah jumlah total beban lalu lintas, oleh sebab itu lebih cocok bila untuk menggambarkan umur rancangan perkerasan dinyatakan dalam istilah beban lalu lintas rancangan total (*total design traffic loading*).

$$W_{18} = ESAL \times D_D \times D_L \times 365 \dots \dots \dots 3.13$$

Dimana :

ESAL = Equivalent Standart Axle Load

D_D = Distribusi Arah

D_L = Distribusi Lajur

365 = Jumlah Hari Dalam 1 Tahun

3.13 Penurunan Umur Rencana

Sisa umur rencana adalah konsep kerusakan yang diakibatkan oleh jumlah repetisi beban lalu lintas dalam satuan satuan *Equivalent Standard Load (ESAL)* yang diperkirakan akan melintas dalam kurun waktu tertentu (AASHTO,1993). Perhitungan penentuan tebal pelat beton *rigid pavement* (AASHTO 1993) persamaan 3.14.

$$\text{Log}_{10} W_{18} = Z_R \cdot S_o + 7,35 \log_{10}(D+1) - 0,06 + \frac{\log_{10}\left(\frac{PSI}{4,5-1,5}\right)}{1 + \frac{1,624 \times 10^7}{(D+1)^{8,46}}} + (4,22 - 0,32 \cdot P_t) \times \log_{10} \frac{S'c \cdot Cd \times (D^{0,75} - 1,132)}{215,63 \times J \times (D^{0,75} - \frac{18,42}{(E \cdot k)^{0,25}})} \dots \dots \dots 3.14$$

Dimana :

W_{18} : *Traffic design, Equivalent Single Axle Load (ESAL)*

Z_R : Standar normal deviasi

D : Tebal plat (inchi)

ΔPSI : *Serviceability loss (P_O-P_t)*

P_O : *Initial Serviceability*

P_t : *Terminal Serviceability Index*

- S_c' : *Modulus of rupture* (psi)
 C_d : *Drainage coefficient*
 J : *Load Transfer Coefficient*
 E_c : *Modulus elastisitas Beton* (psi)
 K : *Modulus reasi tanah* (psi)
 S_o : *Standard deviation*
 R : *Reability*

$$Rl = 100 \left(\frac{N_p}{N_{1,5}} \right) \dots\dots\dots 3.15$$

Dimana :

Rl = presentase sisa umur rencana

N_p = Cumulative ESAL pada akhir tahun ke-

$N_{1,5}$ = Cumulative ESAL pada akhir umur rencana

3.14 Jenis – Jenis Kerusakan Perkerasan Rigid

Tipe kerusakan yang umum terjadi pada perkerasan kaku dapat dikelompokkan dalam beberapa tipe kerusakan yang sejenis berdasarkan model kerusakan. Identifikasi masing-masing tipe kerusakan adalah sebagai berikut.

A. Deformasi

Deformasi adalah penurunan permukaan perkerasan sebagai akibat terjadinya retak atau pergerakan diatas slab. Tipe kerusakan deformasi dikelompokkan sebagai berikut.

1. Amblas (*depression*)

Amblas adalah penurunan permanen permukaan slab dan umumnya terletak disepanjang retakan atau sambungan. Kerusakan ini dapat menimbulkan terjadinya genangan air dan seterusnya masuk melalui sambungan atau retakan. Kedalaman amblas yang dipandang kritis adalah lebih dari 25 mm.



Gambar 3.4. Amblas (*depression*)

Sumber : Suryawan 2009

Kemungkinan penyebab

- a. Pemadatan pada lapis pondasi yang kurang baik.
- b. Penurunan tanah dasar yang tidak sama.
- c. Daya dukung tanah yang tidak baik.
- d. Hilangnya butiran halus pada lapis pondasi atau akibat pumping

2. Patahan (*faulting*)

Patahan adalah perbedaan elevasi antara slab, akibat penurunan pada sambungan atau retakan.



Gambar 3.5 Patahan (*Faulting*)

Sumber : Suryawan,2009

Kemungkinan penyebab

- a. Kurang nya daya dukung pondasi bawah atau tanah dasar.
- b. Melengkungkan slab akibat perubahan temperatur dan kelembaban.
- c. Terjadinya pumping dan rocking
- d. Perubahan volume pada tanah dasar.

3. Pemompaan (*pumping*)

Pemompaan adalah fenomena, dimana air atau lumpur keluar (terpompa) melalui sambungan atau retakan yang ditimbulkan oleh defleksi

slab akibat lalu lintas. Pemompaan dapat mengurangi daya dukung lapis pondasi karena timbulnya rongga dibawah slab (pada lapis pondasi) dan umumnya tidak dapat diamati secara visual, kecuali setelah turun hujan.



Gambar 3.6 *Pumping*
Sumber : Survei Lapangan

Kemungkinan penyebab

- a. Kadar air yang berlebihan pada tanah dasar.
- b. Akibat infiltrasi air melalui celah sambungan atau retakan

4. *Rocking*

Rocking adalah fenomena, dimana terjadi pergerakan vertikal pada sambungan atau retakan yang disebabkan oleh lalu lintas. *Rocking* dapat disebabkan oleh pemompaan. Keberadaan *rocking* tidak dapat diamati secara visual, akan tetapi dapat dirasakan bila kendaraan meintas diatas slab yang mengalami *rocking*.



Gambar 3.7 *Rocking*
Sumber : Suryawan, 2009

Kemungkinan penyebab

- a. Pemompaan (*pumping*)
- b. Kurangnya daya dukung subbase atau tanah dasar.

- c. Perbedaan daya dukung pada tanah dasar.

B. Retak (*crack*)

Tipe – tipe retak yang umumnya terjadi pada perkerasan kaku dikelompokkan sebagai berikut :

1. Retak blok (*block crack*)

Retak blok adalah retak saling berhubungan yang membentuk rangkaian blok berbentuk segi empat dan umumnya ukuran blok lebih besar dari 1 m. Pola retak blok berkembang dari retak tunggal atau berbentuk terbuka menjadi retak saling berhubungan sehingga membentuk jaringan tertutup.



Gambar 3.8 Retak Blok
Sumber : Survei Lapangan

Kemungkinan penyebab

- a. Ketebalan slab yang tidak cukup
 - b. Kehilangan daya dukung dari pondasi atau tanah dasar
 - c. Terjadinya penurunan pada tanah dasar.
2. Retak sudut (*corner crack*)

Retak sudut adalah retak yang memotong secara diagonal dari tepi atau sambungan melintang.



Gambar 3.9 Retak Sudut
Sumber : Survei Lapangan

Kemungkinan penyebab

- a. Tebal slab yang tidak cukup
 - b. Kehilangan daya dukung dan pondasi pada tanah dasar.
3. Retak diagonal (*digonal crack*)

Retak diagonal adalah retak yang tidak berhubungan dan retak garis nya memotong slab.



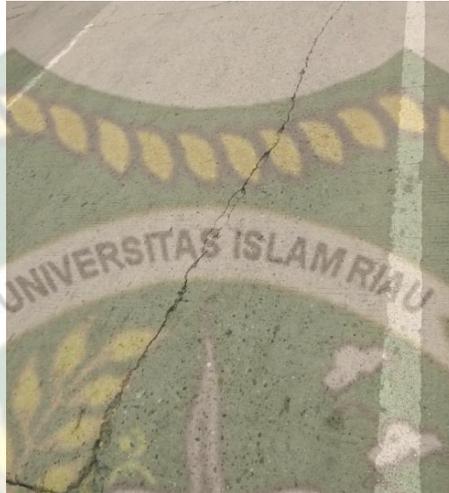
Gambar 3.10 Retak Diagonal
Sumber : Suryawan, 2009

Kemungkinan penyebab

- a. Terjadinya penurunan badan jalan
- b. Tebal slab yang tidak cukup
- c. Terjadinya penyusutan dini selama perawatan berhubungan dengan telambatnya pemotongan kelebihan panjang atau terlambatnya pembuatan sambungan melintang
- d. Terjadinya rocking.

4. Retak memanjang (*longitudinal crack*)

Retak memanjang adalah retak yang tidak berhungan dan merambat kearah memanjang slab, dimulai sebagai retak tunggal atau serangkaian retak yang mendekati sejajar.



Gambar 3.11 Retak Memanjang

Sumber : Survei Lapangan

Kemungkinan penyebab :

- a. Perbedaan penurunan pada tanah dasar
- b. Sambungan memanjang terlalu dangkal.
- c. Slab yang tidak cukup tebal.

5. Retak tidak beraturan (*meandering crack*)

Retak tidak beraturan adalah retak yang tidak berhungan, polanya tidak beraturan dan umumnya merupakan retak tunggal.



Gambar 3.12 Retak Tidak Beraturan

Sumber : Survei Lapangan

Kemungkinan penyebab

- a. Tebal slab yang tidak cukup dan pemotongan sambungan (sawing) yang terlambat
 - b. Penyusutan dini akibat ketidak sempurnaan perawatan.
 - c. Terjadinya pumping dan rocking
 - d. Terjadinya amblas.
6. Retak melintang (*tranverse crack*)

Retak melintang adalah retak yang tidak berhungan dengan retakannya merambat kearah melintang slab.



Gambar 3.13 Retak Melintang
Sumber : Survei Lapangan

Kemungkinan penyebab

- a. Tebal slab yang tidak cukup dan penggergajian sambungan (sawing) yang terlambat.
- b. Terjadinya pumping dan rocking.

C. Kerusakan pengisi sambungan

Cara pembuatan bahan pengisi sambungan secara umum dapat dikelompokkan menjadi dua jenis yaitu :

1. Bahan pengisi yang dibuat dilapangan, yang dituangkan kedalam sambungan. Umumnya jenis ini adalah aspal karet yang dituangkan secara panas, jenis lainnya adalah elastomer (*silicon*).
2. Bahan pengisi yang dibuat di pabrik, yang disisipkan atau dimasukkan kedalam sambungan yang telah dibuat sebelumnya.



Gambar 3.14 kerusakan pengisi sambungan
Sumber : Survei Lapangan

Kemungkinan penyebab :

- a. Pengausan dan pelapukan bahan pengisi.
- b. Kualitas bahan pengisi yang rendah
- c. Kurangnya kelekatan (adhesi) bahan pengisi terhadap dinding sambungan.
- d. Terlalu banyak atau tidak cukup bahan pengisi didalam sambungan.

D. Gompal (*Spalling*)

Gompal adalah pecah yang umumnya terjadi pada bagian tepi permukaan slab, sambungan, sudut atau retakan. Kedalaman gompal bervariasi hingga lebih dari 50 mm.



Gambar 3.15 Spalling
Sumber : Survei Lapangan

Kemungkinan penyebab :

1. Infiltrasi material yang tidak elastis kedalam sambungan atau retakan
2. Pelemahan pada tepi sambungan akibat pekerjaan secara pedoman.
3. Korosi tulangan (*tie bar dan dowel*).
4. Kesalahan pemasangan dowel.
5. Mutu agregat campuran beton rendah.

E. Penurunan Bagian Tepi Perkerasan (*Edge Drop-Off*)

Penurunan bagian tepi perkerasan adalah penurunan yang terjadi pada bahu yang berdekatan dengan tepi slab.



Gambar 3.16 Penurunan Bagian Tepi Perkerasan
Sumber :Suryawan, 2009

Kemungkinan penyebab :

1. Kesalahan pada saat pelaksanaan.
2. Kesalahan geometrik.
3. Drainase bahu yang kurang baik.
4. Material pada bahu yang tidak stabil.

F. Kerusakan Tekstur Permukaan (*surface texture deficiencies*)

Kerusakan tekstore permukaan adalah kerusakan atau keausan yang berkaitan dengan kualitas beton sampai dengan kedalaman 20 mm dari permukaan. Ada dua jenis tekstur permukaan, yaitu pertama keausan mortar yang diikuti lepasnya agregat dan kedua, tekstur permukaan yang rendah baik micro (*polishing*) maupun makro (kedalaman tekstur).

1. Keausan akibat lepasnya mortar dan agregat (*scalling*).

Scalling adalah kerusakan atau keausan dari slab dengan kedalaman 12 mm yang mengakibatkan aus atau lepasnya mortar beton yang diikuti dengan lepasnya agregat pada bagian yang mengalami kerusakan.



Gambar 3.17 *Scalling*
Sumber : Survei Lapangan

Kemungkinan penyebab :

- a. Selama konstruksi, pekerjaan akhir yang dikerjakan secara berlebihan
- b. Kualitas agregat yang rendah
- c. Perawatan slab beton selama pelaksanaan kurang sempurna.
- d. Kurangnya kandungan semen pada lokasi tersebut.

2. Keausan agregat (*polished aggregate*)

Kekesatan yang rendah adalah kerusakan yang dikibatkan rendahnya tekstur mikro dan makro, umumnya, rendahnya tekstur mikro disebabkan oleh ausnya (*polishing*) agregat kasar pada permukaan beton atau akibat penggunaan agregat bulat dan licin. Penurunan tekstur makro terjadi karena pengausan mortar beton pada perkerasan. Kekesatan yang rendah, meskipun kadang-kadang dapat dikenali, akan tetapi tidak dapat diukur secara visual.



Gambar 3.18 *Polished Aggregate*
Sumber : Survei Lapangan

Kemungkinan penyebab :

- a. Agregat yang secara alami licin
- b. Tumpahan bahan yang licin (minyak).

- c. Sisa larutan perawatan pada tekstur mikro.
- d. Penyelesaian akhir secara pedoman yang berlebihan, mengakibatkan naiknya air semen ke permukaan slab.
- e. Kualitas mortar pada permukaan yang kurang baik.

G. Lubang (*pothole*)

Lubang adalah pelepasan mortar dan agregat pada bagian permukaan perkerasan yang membentuk cekungan dengan kedalaman lebih dari 15 mm dan tidak memperlihatkan pecahan-pecahan yang bersudut seperti pada gompal. Kedalamannya dapat berkembang dengan cepat dengan adanya air.



Gambar 3.19 Lubang
Sumber : Survei Lapangan

Kemungkinan penyebab :

1. Retak setempat
2. Penempatan dowel terlalu dekat ke permukaan perkerasan.
3. Akibat kerusakan atau retakan yang tidak segera ditutup.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Metode Penelitian

Metode penelitian adalah suatu cara atau prosedur yang dipergunakan untuk melakukan penelitian sehingga mampu menjawab rumusan masalah dan tujuan penelitian. Nasir (1988), menyatakan metode penelitian merupakan cara utama yang digunakan peneliti untuk mencapai tujuan dan menentukan jawaban atas masalah yang diajukan.

Metodologi penelitian adalah proses atau cara ilmiah untuk mendapatkan data yang akan digunakan untuk keperluan penelitian. Metodologi juga merupakan analisis teoritis mengenai suatu cara atau metode. Penelitian merupakan suatu penyelidikan yang sistematis untuk meningkatkan sejumlah pengetahuan, juga merupakan suatu usaha yang sistematis dan terorganisasi untuk menyelidiki masalah tertentu yang memerlukan jawaban. Hakikat penelitian dapat dipahami dengan mempelajari berbagai aspek yang mendorong penelitian untuk melakukan penelitian. Setiap orang mempunyai motivasi yang berbeda, di antaranya dipengaruhi oleh tujuan dan profesi masing-masing. Motivasi dan tujuan penelitian secara umum pada dasarnya adalah sama, yaitu bahwa penelitian merupakan refleksi dari keinginan manusia yang selalu berusaha untuk mengetahui sesuatu. Keinginan untuk memperoleh dan mengembangkan pengetahuan merupakan kebutuhan dasar manusia yang umumnya menjadi motivasi untuk melakukan penelitian.

Menurut Sugiyono (2010) menjelaskan bahwa metode penelitian adalah cara-cara ilmiah untuk mendapatkan data yang valid, dengan tujuan dapat ditemukan, dikembangkan dan dibuktikan, suatu pengetahuan tertentu sehingga pada gilirannya dapat digunakan untuk memahami, memecahkan, dan mengantisipasi masalah.

4.2 Langkah-Langkah Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan 4 (empat) tahap, yaitu sebagai berikut.

1. Tahap persiapan

Tahap persiapan penelitian ini dimulai dengan perumusan objek dan masalah mengenai dampak beban kendaraan terhadap umur rencana jalan, kemudian melakukan studi literatur dan referensi perpustakaan mengenai perkerasan kaku, muatan yang diijinkan, umur rencana, *vehicle damage factor*, kemudian menentukan lokasi penelitian dan melakukan survei tempat pengumpulan data.

2. Tahap pengumpulan data

Tahap pengumpulan data merupakan kegiatan pelaksanaan survei dan pengumpulan data yang berkaitan dengan kebutuhan data untuk dianalisis dalam penelitian ini yang meliputi sebagai berikut.

a. Pengambilan data primer

Data primer yang dimaksud adalah data lalu lintas kendaraan (LHR) yang melintas di jalan Lintas Timur – Pasir Putih Km.13 Desa Baru dari dua arah lalu lintas, pengumpulan data dilakukan selama 24 jam secara terus menerus selama empat hari di mulai dari tanggal 8 Agustus sampai tanggal 14 Agustus 2016 baik kendaraan ringan maupun kendaraan berat yang melintas pada jalan tersebut,

Adapun waktu yang ditetapkan untuk melakukan survey:

- 1) Jumat pukul 08.00 WIB – 08.00 WIB (Tanggal 25 oktober 2019)
- 2) Sabtu pukul 08.00 WIB – 08.00 WIB (Tanggal 26 oktober 2019)
- 3) Minggu pukul 08.00 WIB – 08.00 WIB (Tanggal 27 oktober 2019)
- 4) Senin pukul 08.00 WIB – 08.00 WIB (Tanggal 28 oktober 2019)

Setelah data pengamat terkumpul dapat dilakukan perhitungan jumlah lalu lintas Harian Rata-rata :

- i. Pengamatan yang dilakukan oleh surveyor sebaiknya dilakukan oleh minimal 4 (empat) orang, yang terdiri dari 1 (satu) koordinator lapangan.
- ii. Pengamatan dilakukan 2 arah.
- iii. Mencatat secara manual setiap jenis kendaraan dan beban sumbu yang lewat sesuai dengan formulir isian yang telah disiapkan.
- iv. Setelah penelitian dilaksanakan maka dilakukan pengumpulan data primer tersebut untuk tahapan perhitungan sesuai dengan ketentuan dan rumus yang berlaku.

3. Tahap pengolahan data

Tahap pengolahan data dilakukan untuk memudahkan proses analisis data. Pada tahap ini data sekunder hasil penimbangan berat muatan kendaraan berat angkutan barang tiap golongan, menghitung *vehicle damage vector* (VDF) dan umur rencana perkerasan jalan.

4. Tahap penulisan dan penarikan kesimpulan

Tahap penulisan dan penarikan kesimpulan, tahap ini meliputi penulisan laporan penelitian berdasarkan aturan yang berlaku dan hasil pengolahan data, serta penarikan kesimpulan berdasarkan data yang telah diolah tersebut. Kesimpulan diambil berdasarkan teori yang digunakan untuk menjawab masalah yang timbul.

4.3 Analisis Data

Analisis data merupakan upaya ataupun sebuah cara untuk mengolah data menjadi sebuah informasi, sehingga membuat karakteristik data tersebut dapat dipahami dan juga bermanfaat untuk sebuah solusi permasalahan, dan yang paling utama adalah masalah yang berkaitan dengan sebuah penelitian, selain itu ada juga pengertian yang lainnya dari analisis data yakni sebuah kegiatan yang dilakukan agar mengubah data hasil dari penelitian menjadi sebuah informasi yang nantinya dapat di gunakan di dalam mengambil kesimpulan.

Analisis data pada penelitian ini menggunakan bantuan program Microsoft excel, adapun tahapan analisis data pada penelitian ini sebagai berikut :

1. analisis data lalu lintas (LHR)
2. analisis data pertumbuhan lalu lintas
3. menghitung angka ekivalen kendaraan
4. menghitung nilai ESAL
5. menghitung sisa umur rencana akibat beban kendaraan

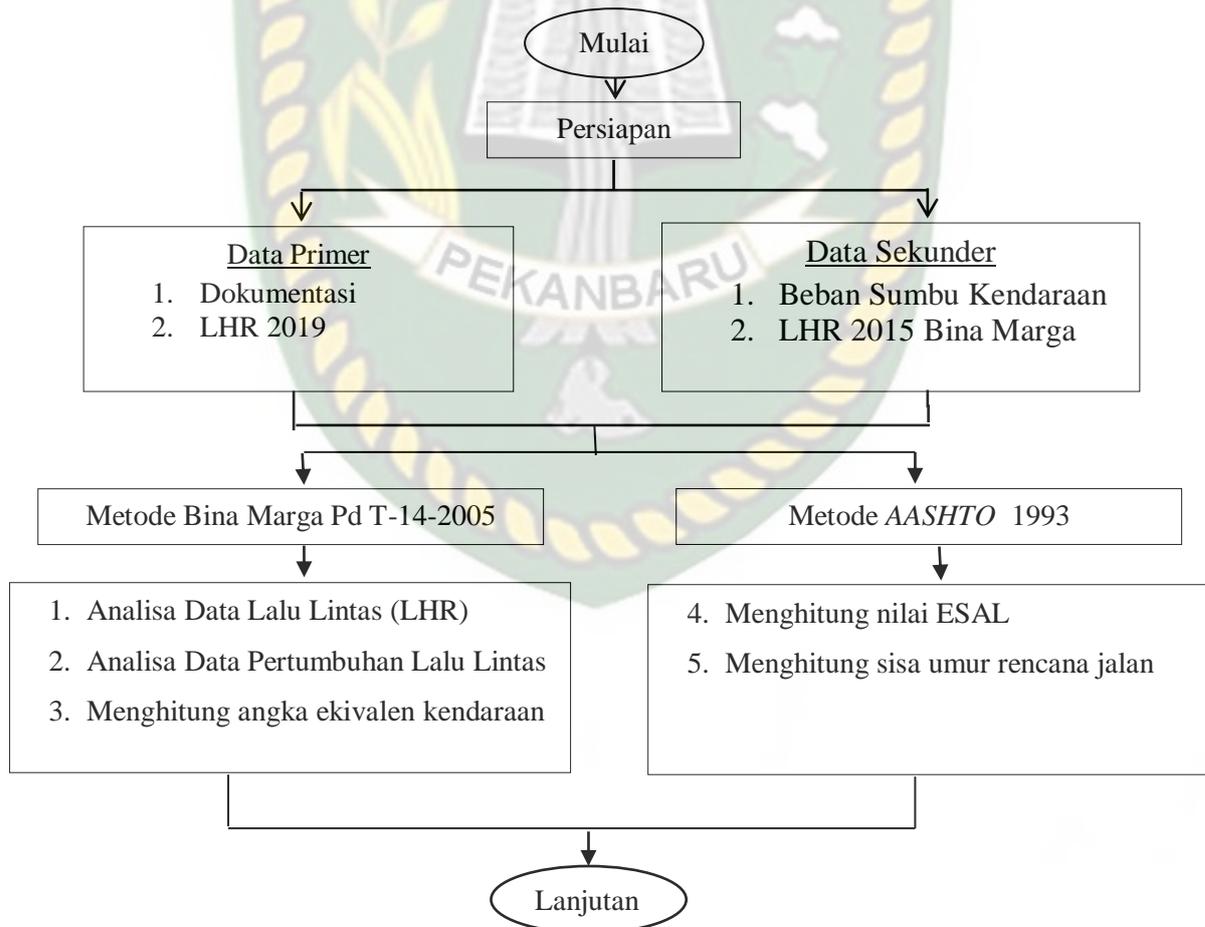
4.4 Bagan Alir Penelitian

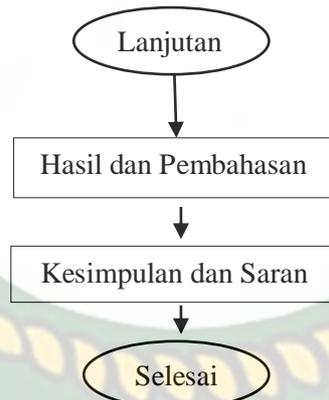
Bagan alir penelitian digunakan untuk membantu analisis untuk memecahkan masalah. Diagram alir atau bagan alir merupakan gambaran secara grafik yang terdiri dari simbol-simbol yang menyatakan urutan dari kegiatan yang dijalani dalam

penelitian. Diagram alir merupakan sebuah diagram dengan simbol-simbol grafis yang menyatakan aliran algoritma atau proses yang menampilkan langkah-langkah yang disimbolkan dalam bentuk kotak, beserta urutannya dengan menghubungkan masing-masing langkah tersebut menggunakan tanda panah. Diagram ini bisa memberi solusi selangkah demi selangkah untuk penyelesaian masalah yang ada di dalam proses atau algoritma tersebut.

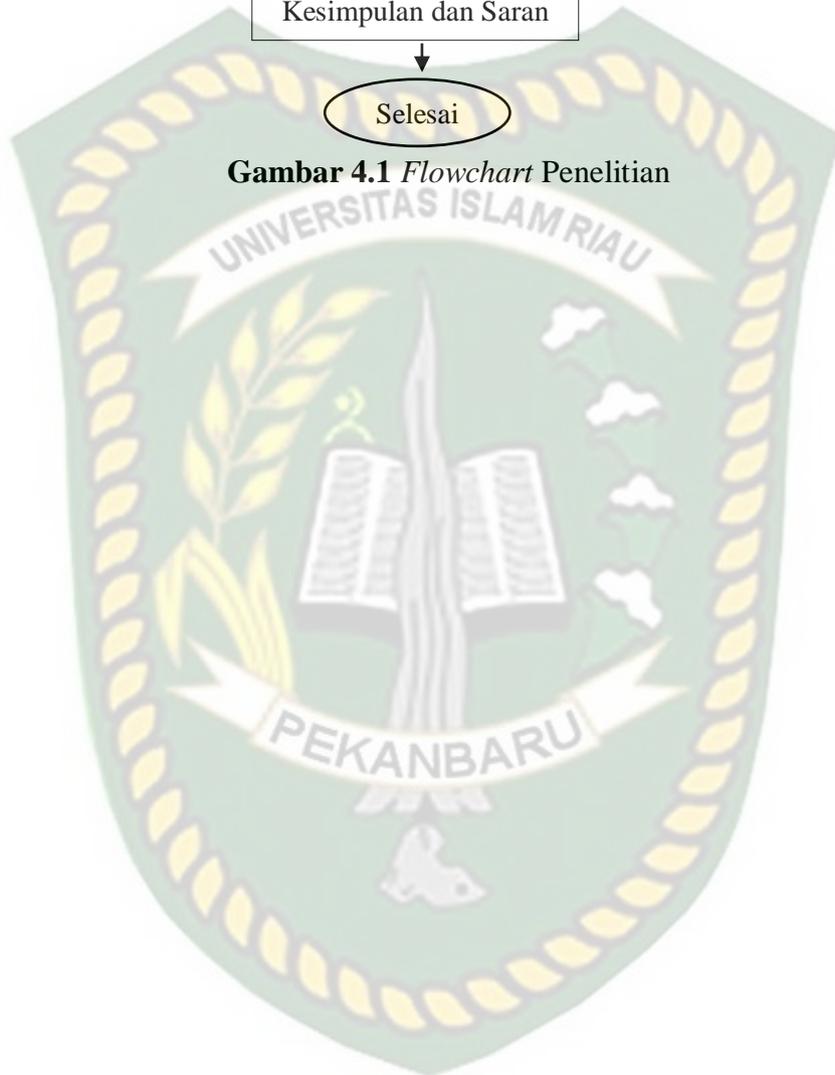
Sugiyono (2010) menyatakan *Flowchart* atau Diagram Alur adalah gambar simbol - simbol yang digunakan untuk menggambarkan urutan proses atau instruksi-instruksi yang terjadi di dalam suatu program komputer secara sistematis dan logis.

Bagan alir penelitian merupakan penjelasan secara singkat mengenai tahapan-tahapan dalam menjalankan rangkaian penelitian. Penjelasan secara singkat metodologi penelitian ini terdapat pada **Gambar 4.1**.





Gambar 4.1 *Flowchart* Penelitian



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

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

Untuk analisis lalu lintas harian rata-rata (LHR) pada jalan lingkar Pasir Putih Kabupaten Kampar Provinsi Riau, dimana lalu lintas harian rata-rata (LHR) kendaraan/hari/2 arah/tahun 2019 dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Lalu lintas harian rata-rata Jalan Pasir Putih/hari/2arah/Tahun 2019

Golongan & Konfigurasi Sumbu	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan/Hari/2 Arah
1	sepeda Motor	3644
2	sedan & jeep	503
3	Oplet, Suburbant, Combi & Mini Bus	1517
4	Pick Up, Micro Truck & mobil Hantaran	891
5a	Bus Kecil	39
5b	Bus Besar	52
6a	Truk Ringan 2 Sumbu	306
6b	Truk Sedang 2 Sumbu	964
7a	Truk 3 Sumbu	779
7b	Truk Gandengan	0
7c	Truk Semi Trailer	112
11.2	Truk 3 Sumbu	0
11.22	Truk 4 Sumbu	51
1.2.22	Truk 4 Sumbu	31
11.222	Truk 5 Sumbu	37
1.22.222	Truk 6 Sumbu	48
Total LHR (Kendaraan/Hari/2arah)		8974

Sumber : Analisis Data

Pada Tabel 5.1 dapat diketahui volume Lalu-lintas harian rata-rata (LHR) pada ruas jalan Pasir Putih – Desa Baru Kabupaten Kampar tahun 2019 kendaraan yang terbesar adalah sepeda motor dengan jumlah 3644 SMP/hari/2 arah sedangkan kendaraan yang paling sedikit adalah truck 4 sumbu (1.2.22) dengan jumlah 31 SMP/hari/2 arah dengan total LHR 8974 SMP/hari/2 arah.

Untuk lalu-lintas harian rata-rata pada tahun 2019 khususnya ruas jalan Lingkar Pasir Putih km.13 s/d km.15 dilakukan pada kondisi *representativeselama*

24 jam (hari jumat, sabtu, minggu, senin), sehingga didapatkan Lalu-lintas Harian Rata-rata (LHR) untuk kendaraan sepeda motor analisisnya dapat dilihat pada tabel 5.2 :

Lalu lintas harian rata – rata (LHR) arah dari Lintas Timur – Pekanbaru adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \left(\frac{4 \times 1927 + 1662 + 1811 + 2403}{7} \right) \\ &= 1940 \text{ Kendaraan} \end{aligned}$$

Lalu lintas harian rata – rata (LHR) arah dari Pekanbaru – Lintas Timur adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \left(\frac{4 \times 1540 + 1791 + 1877 + 2098}{7} \right) \\ &= 1703 \text{ Kendaraan} \end{aligned}$$

Lalu lintas harian rata – rata (LHR) Total 2 arah adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \left(\frac{4 \times 3467 + 3453 + 3688 + 4501}{7} \right) \\ &= 3644 \text{ Kendaraan} \end{aligned}$$

Tabel 5.2 Analisis LHR tahun 2019 untuk kendaraan sepeda motor

Arah Lalu Lintas	Hari				LHR Kendaraan
	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	
Lintas Timur – Pekanbaru	1662	1811	2403	1927	1940
Pekanbaru - Lintas Timur	1791	1877	2098	1540	1703
Total LHR 2 Arah	3453	3688	4501	3467	3644

Sumber : Analisis Data

Pada tabel 5.2 untuk analisis lalu lintas harian rata – rata (LHR) pada jalan lingkaran Pasir Putih didapat untuk kendaraan sepeda motor dari arah lintas timur ke pekanbaru didapat 1940 kendaraan, untuk arah Pekanbaru ke Lintas Timur didapat 1703 kendaraan dan untuk lalu lintas harian rata – rata (LHR) 2 arah/hari didapat 3644 kendaraan

Untuk kendaraan sedan, station wagon, jeep dimana analisisnya dilihat pada tabel 5.3.

Lalu lintas harian rata – rata (LHR) arah dari Lintas Timur – Pekanbaru adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \left(\frac{4 \times 244 + 356 + 305 + 271}{7} \right) \\ &= 273 \text{ Kendaraan} \end{aligned}$$

LHR arah dari Pekanbaru – Lintas Timur adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \left(\frac{4 \times 203 + 254 + 327 + 221}{7} \right) \\ &= 230 \text{ Kendaraan} \end{aligned}$$

LHR Total 2 arah adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \left(\frac{4 \times 447 + 610 + 632 + 492}{7} \right) \\ &= 503 \text{ Kendaraan} \end{aligned}$$

Tabel 5.3 Analisis LHR tahun 2019 untuk kendaraan Sedan, Jeep, Sation Wagon

Arah Lalu Lintas	Hari				LHR Kendaraan
	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	
Lintas Timur – Pekanbaru	356	305	271	244	273
Pekanbaru - Lintas Timur	254	327	221	203	230
Total LHR	610	632	492	447	503

Sumber : Analisis Data

Pada tabel 5.3 untuk analisis lalu lintas harian rata – rata (LHR) pada jalan lingkaran Pasir Putih didapat untuk kendaraan sedan, jeep dan station wagon dari arah lintas timur ke pekanbaru didapat 273 kendaraan, untuk arah Pekanbaru ke Lintas Timur didapat 230 kendaraan dan untuk lalu lintas harian rata – rata (LHR) 2 arah/hari didapat 503 kendaraan

Untuk kendaraan oplet, suberbant, combi dan mini bus dimana analisisnya dilihat pada tabel 5.4.

LHR arah dari Lintas Timur – Pekanbaru adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \left(\frac{4 \times 667 + 571 + 630 + 1045}{7} \right) \\ &= 702 \text{ Kendaraan} \end{aligned}$$

LHR arah dari Pekanbaru – Lintas Timur adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times 783 + 699 + 609 + 1268}{7} \right)$$

$$= 815 \text{ Kendaraan}$$

LHR Total 2 arah adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times 1450 + 1270 + 1239 + 2313}{7} \right)$$

$$= 1517 \text{ Kendaraan}$$

Tabel 5.4 Analisis LHR tahun 2019 untuk kendaraan oplet, subburbant, combi dan mini bus

Arah Lalu Lintas	Hari				LHR Kendaraan
	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	
Lintas Timur – Pekanbaru	571	630	1045	667	702
Pekanbaru - Lintas Timur	699	609	1268	783	815
Total LHR	1270	1239	2313	1450	1517

Sumber : Analisis Data

Pada tabel 5.4 untuk analisis lalu lintas harian rata – rata (LHR) pada jalan lingkar Pasir Putih didapat untuk kendaraan subburbant,combi dan mini bus dari arah lintas timur ke pekanbaru didapat 702 kendaraan, untuk arah Pekanbaru ke Lintas Timur didapat 815 kendaraan dan untuk lalu lintas harian rata – rata (LHR) 2 arah/hari didapat 1517 kendaraan.

Untuk kendaraan Pick Up, Micro Truk dan Mobil Hantaran dimana analisisnya dilihat pada tabel 5.5.

LHR arah dari Lintas Timur – Pekanbaru adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times 426 + 534 + 635 + 427}{7} \right)$$

$$= 471 \text{ Kendaraan}$$

LHR arah dari Pekanbaru – Lintas Timur adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times 390 + 580 + 468 + 330}{7} \right)$$

$$= 419 \text{ Kendaraan}$$

LHR Total 2 arah adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times 816 + 1114 + 1103 + 757}{7} \right)$$

$$= 891 \text{ Kendaraan}$$

Tabel 5.5 Analisis LHR tahun 2019 untuk kendaraan Pick Up, Micro Truck dan Mobil Hantaran

Arah Lalu Lintas	Hari				LHR Kendaraan
	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	
Lintas Timur – Pekanbaru	534	635	427	426	471
Pekanbaru - Lintas Timur	580	468	330	390	419
Total LHR	1114	1103	757	816	891

Sumber : Analisis Data

Pada tabel 5.5 untuk analisis lalu lintas harian rata – rata (LHR) pada jalan lingkar Pasir Putih didapat untuk kendaraan pick up, micro truk, dan mobil hantaran dari arah lintas timur ke pekanbaru didapat 471 kendaraan, untuk arah Pekanbaru ke Lintas Timur didapat 419 kendaraan dan untuk lalu lintas harian rata – rata (LHR) 2 arah/hari didapat 891 kendaraan

Untuk kendaraan Bus Kecil dimana analisisnya dilihat pada tabel 5.6.

LHR arah dari Lintas Timur – Pekanbaru adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times 18 + 28 + 18 + 20}{7} \right)$$

$$= 19 \text{ Kendaraan}$$

LHR arah dari Pekanbaru – Lintas Timur adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times 13 + 55 + 17 + 13}{7} \right)$$

$$= 19 \text{ Kendaraan}$$

LHR Total 2 arah adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \left(\frac{4 \times 31 + 83 + 35 + 33}{7} \right) \\ &= 39 \text{ Kendaraan} \end{aligned}$$

Tabel 5.6 Analisis LHR tahun 2019 untuk kendaraan Bus Kecil

Arah Lalu Lintas	Hari				LHR Kendaraan
	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	
Lintas Timur – Pekanbaru	28	18	20	18	19
Pekanbaru - Lintas Timur	55	17	13	13	19
Total LHR	83	35	33	31	39

Sumber : Analisis Data

Pada tabel 5.6 untuk analisis lalu lintas harian rata – rata (LHR) pada jalan lingkar Pasir Putih didapat untuk kendaraan bus kecil dari arah lintas timur ke pekanbaru didapat 19 kendaraan, untuk arah Pekanbaru ke Lintas Timur didapat 19 kendaraan dan untuk lalu lintas harian rata – rata (LHR) 2 arah/hari didapat 39 kendaraan

Untuk kendaraan Bus Besar dimana analisisnya dilihat pada tabel 5.7.

LHR arah dari Lintas Timur – Pekanbaru adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \left(\frac{4 \times 20 + 26 + 45 + 34}{7} \right) \\ &= 26 \text{ Kendaraan} \end{aligned}$$

LHR arah dari Pekanbaru – Lintas Timur adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \left(\frac{4 \times 26 + 24 + 35 + 22}{7} \right) \\ &= 26 \text{ Kendaraan} \end{aligned}$$

LHR Total 2 arah adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \left(\frac{4 \times 46 + 50 + 80 + 56}{7} \right) \\ &= 52 \text{ Kendaraan} \end{aligned}$$

Tabel 5.7 Analisis LHR tahun 2019 untuk kendaraan Bus Besar

Arah Lalu Lintas	Hari				LHR Kendaraan
	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	
Lintas Timur – Pekanbaru	26	45	34	20	26
Pekanbaru - Lintas Timur	24	35	22	26	26
Total LHR	50	80	56	46	52

Sumber : Analisis Data

Pada tabel 5.7 untuk analisis lalu lintas harian rata – rata (LHR) pada jalan lingkar Pasir Putih didapat untuk kendaraan bus besar dari arah lintas timur ke pekanbaru didapat 26 kendaraan, untuk arah Pekanbaru ke Lintas Timur didapat 26 kendaraan dan untuk lalu lintas harian rata – rata (LHR) 2 arah/hari didapat 52 kendaraan

Untuk kendaraan Truk Ringan 2 Sumbu dimana analisisnya dilihat pada tabel 5.8.

LHR arah dari Lintas Timur – Pekanbaru adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \left(\frac{4 \times 178 + 101 + 93 + 145}{7} \right) \\ &= 150 \text{ Kendaraan} \end{aligned}$$

LHR arah dari Pekanbaru – Lintas Timur adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \left(\frac{4 \times 171 + 93 + 190 + 124}{7} \right) \\ &= 155 \text{ Kendaraan} \end{aligned}$$

LHR Total 2 arah adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \left(\frac{4 \times 349 + 194 + 283 + 269}{7} \right) \\ &= 306 \text{ Kendaraan} \end{aligned}$$

Tabel 5.8 Analisis LHR tahun 2019 untuk kendaraan Truk Ringan 2 Sumbu

Arah Lalu Lintas	Hari				LHR Kendaraan
	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	
Lintas Timur – Pekanbaru	101	93	145	178	150

Table 5.8 lanjutan

Pekanbaru - Lintas Timur	93	190	124	171	155
Total LHR	194	283	269	349	306

Sumber : Analisis Data

Pada tabel 5.8 untuk analisis lalu lintas harian rata – rata (LHR) pada jalan lingkar Pasir Putih didapat untuk kendaraan truk ringan 2 sumbu dari arah lintas timur ke pekanbaru didapat 150 kendaraan, untuk arah Pekanbaru ke Lintas Timur didapat 155 kendaraan dan untuk lalu lintas harian rata – rata (LHR) 2 arah/hari didapat 306 kendaraan

Untuk kendaraan Truk Sedang 2 Sumbu dimana analisisnya dilihat pada tabel 5.9.

LHR arah dari Lintas Timur – Pekanbaru adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \left(\frac{4 \times 604 + 419 + 481 + 381}{7} \right) \\ &= 528 \text{ Kendaraan} \end{aligned}$$

LHR arah dari Pekanbaru – Lintas Timur adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \left(\frac{4 \times 520 + 118 + 490 + 369}{7} \right) \\ &= 436 \text{ Kendaraan} \end{aligned}$$

LHR Total 2 arah adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \left(\frac{4 \times 1124 + 537 + 971 + 750}{7} \right) \\ &= 964 \text{ Kendaraan} \end{aligned}$$

Tabel 5.9 Analisis LHR tahun 2019 untuk kendaraan Truk Sedang 2 Sumbu

Arah Lalu Lintas	Hari				LHR Kendaraan
	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	
Lintas Timur – Pekanbaru	419	481	381	604	528
Pekanbaru - Lintas Timur	118	490	369	520	436
Total LHR	537	971	750	1124	964

Sumber : Analisis Data

Pada tabel 5.9 untuk analisis lalu lintas harian rata – rata (LHR) pada jalan lingkaran Pasir Putih didapat untuk kendaraan truk sedang 2 sumbu dari arah lintas timur ke pekanbaru didapat 528 kendaraan, untuk arah Pekanbaru ke Lintas Timur didapat 436 kendaraan dan untuk lalu lintas harian rata – rata (LHR) 2 arah/hari didapat 964 kendaraan

Untuk kendaraan Truk 3 Sumbu dimana analisisnya dilihat pada tabel 5.10.

LHR arah dari Lintas Timur – Pekanbaru adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \left(\frac{4 \times 424 + 385 + 473 + 386}{7} \right) \\ &= 420 \text{ Kendaraan} \end{aligned}$$

LHR arah dari Pekanbaru – Lintas Timur adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \left(\frac{4 \times 361 + 327 + 490 + 258}{7} \right) \\ &= 359 \text{ Kendaraan} \end{aligned}$$

LHR Total 2 arah adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \left(\frac{4 \times 785 + 712 + 963 + 644}{7} \right) \\ &= 779 \text{ Kendaraan} \end{aligned}$$

Tabel 5.10 Analisis LHR tahun 2019 untuk kendaraan Truk 3 Sumbu

Arah Lalu Lintas	Hari				LHR Kendaraan
	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	
Lintas Timur – Pekanbaru	385	473	386	424	420
Pekanbaru - Lintas Timur	327	490	258	361	359
Total LHR	712	963	644	785	779

Sumber : Analisis Data

Pada tabel 5.10 untuk analisis lalu lintas harian rata – rata (LHR) pada jalan lingkaran Pasir Putih didapat untuk kendaraan truk 3 sumbu dari arah lintas timur ke pekanbaru didapat 420 kendaraan, untuk arah Pekanbaru ke Lintas Timur

didapat 359 kendaraan dan untuk lalu lintas harian rata – rata (LHR) 2 arah/hari didapat 779 kendaraan.

Untuk kendaraan Truk Semi Trailer dimana analisisnya dilihat pada tabel 5.11

LHR arah dari Lintas Timur – Pekanbaru adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times 39 + 112 + 73 + 23}{7} \right)$$

$$= 52 \text{ Kendaraan}$$

LHR arah dari Pekanbaru – Lintas Timur adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times 48 + 99 + 96 + 34}{7} \right)$$

$$= 60 \text{ Kendaraan}$$

LHR Total 2 arah adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times 87 + 211 + 169 + 57}{7} \right)$$

$$= 112 \text{ Kendaraan}$$

Tabel 5.11 Analisis LHR tahun 2019 untuk kendaraan Truk Semi Trailer

Arah Lalu Lintas	Hari				LHR Kendaraan
	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	
Lintas Timur – Pekanbaru	112	73	23	39	52
Pekanbaru - Lintas Timur	99	96	34	48	60
Total LHR	211	169	57	87	112

Sumber : Analisis Data

Pada tabel 5.11 untuk analisis lalu lintas harian rata – rata (LHR) pada jalan lingkar Pasir Putih didapat untuk kendaraan truk semi trailer dari arah lintas timur ke pekanbaru didapat 52 kendaraan, untuk arah Pekanbaru ke Lintas Timur didapat 60 kendaraan dan untuk lalu lintas harian rata – rata (LHR) 2 arah/hari didapat 112 kendaraan.

Untuk kendaraan Truk 4 Sumbu (1.1.22) dimana analisisnya dilihat pada tabel 5.12

LHR arah dari Lintas Timur – Pekanbaru adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \left(\frac{4 \times 26 + 32 + 23 + 39}{7} \right) \\ &= 28 \text{ Kendaraan} \end{aligned}$$

LHR arah dari Pekanbaru – Lintas Timur adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \left(\frac{4 \times 22 + 30 + 22 + 23}{7} \right) \\ &= 23 \text{ Kendaraan} \end{aligned}$$

LHR Total 2 arah adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \left(\frac{4 \times 48 + 62 + 45 + 62}{7} \right) \\ &= 51 \text{ Kendaraan} \end{aligned}$$

Tabel 5.12 Analisis LHR tahun 2019 untuk kendaraan Truk 4 Sumbu (1.1.22)

Arah Lalu Lintas	Hari				LHR Kendaraan
	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	
Lintas Timur – Pekanbaru	32	23	39	26	28
Pekanbaru - Lintas Timur	30	22	23	22	23
Total LHR	62	45	62	48	51

Sumber : Analisis Data

Pada tabel 5.12 untuk analisis lalu lintas harian rata – rata (LHR) pada jalan lingkar Pasir Putih didapat untuk kendaraan truk 4 sumbu (1.1.22) dari arah lintas timur ke pekanbaru didapat 28 kendaraan, untuk arah Pekanbaru ke Lintas Timur didapat 23 kendaraan dan untuk lalu lintas harian rata – rata (LHR) 2 arah/hari didapat 51 kendaraan

Untuk kendaraan Truk 4 Sumbu (1.2.22) dimana analisisnya dilihat pada tabel 5.13

LHR arah dari Lintas Timur – Pekanbaru adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \left(\frac{4 \times 6 + 29 + 23 + 14}{7} \right) \\ &= 12 \text{ Kendaraan} \end{aligned}$$

LHR arah dari Pekanbaru – Lintas Timur adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \left(\frac{4 \times 17 + 19 + 23 + 19}{7} \right) \\ &= 18 \text{ Kendaraan} \end{aligned}$$

LHR Total 2 arah adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \left(\frac{4 \times 23 + 48 + 46 + 33}{7} \right) \\ &= 31 \text{ Kendaraan} \end{aligned}$$

Tabel 5.13 Analisis LHR tahun 2019 untuk kendaraan Truk 4 Sumbu (1.2.22)

Arah Lalu Lintas	Hari				LHR Kendaraan
	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	
Lintas Timur – Pekanbaru	29	23	14	6	12
Pekanbaru - Lintas Timur	19	23	19	17	18
Total LHR	48	46	33	23	31

Sumber : Analisis Data

Pada tabel 5.13 untuk analisis lalu lintas harian rata – rata (LHR) pada jalan lingkar Pasir Putih didapat untuk kendaraan truk 4 sumbu (1.2.22) dari arah lintas timur ke pekanbaru didapat 12 kendaraan, untuk arah Pekanbaru ke Lintas Timur didapat 18 kendaraan dan untuk lalu lintas harian rata – rata (LHR) 2 arah/hari didapat 31 kendaraan.

Untuk kendaraan Truk 5 Sumbu (11.222) dimana analisisnya dilihat pada tabel 5.14

LHR arah dari Lintas Timur – Pekanbaru adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \left(\frac{4 \times 13 + 15 + 22 + 22}{7} \right) \\ &= 15 \text{ Kendaraan} \end{aligned}$$

LHR arah dari Pekanbaru – Lintas Timur adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times 22 + 25 + 23 + 16}{7} \right)$$

= 21 Kendaraan

LHR Total 2 arah adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times 35 + 40 + 45 + 38}{7} \right)$$

= 37 Kendaraan

Tabel 5.14 Analisis LHR tahun 2019 untuk kendaraan Truk 5 Sumbu (11.222)

Arah Lalu Lintas	Hari				LHR Kendaraan
	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	
Lintas Timur – Pekanbaru	15	22	22	13	15
Pekanbaru - Lintas Timur	25	23	16	22	21
Total LHR	40	45	38	35	37

Sumber : Analisis Data

Pada tabel 5.14 untuk analisis lalu lintas harian rata – rata (LHR) pada jalan lingkar Pasir Putih didapat untuk kendaraan truk 5 sumbu (11.222) dari arah lintas timur ke pekanbaru didapat 15 kendaraan, untuk arah Pekanbaru ke Lintas Timur didapat 21 kendaraan dan untuk lalu lintas harian rata – rata (LHR) 2 arah/hari didapat 37 kendaraan.

Untuk kendaraan Truk 6 Sumbu (1.22.222) dimana analisisnya dilihat pada tabel 5.15

LHR arah dari Lintas Timur – Pekanbaru adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times 18 + 47 + 16 + 25}{7} \right)$$

= 22 Kendaraan

LHR arah dari Pekanbaru – Lintas Timur adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times 25 + 28 + 24 + 24}{7} \right)$$

= 25 Kendaraan

LHR Total 2 arah adalah :

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times \text{senin} + \text{jumat} + \text{sabtu} + \text{minggu}}{7} \right)$$

$$\text{LHR} = \left(\frac{4 \times 43 + 75 + 40 + 49}{7} \right)$$

= 48 Kendaraan

Tabel 5.15 Analisis LHR tahun 2019 untuk kendaraan Truk 6 Sumbu (1.22.222)

Arah Lalu Lintas	Hari				LHR Kendaraan
	Jumat	Sabtu	Minggu	Senin	
Lintas Timur – Pekanbaru	47	16	25	18	22
Pekanbaru - Lintas Timur	28	24	24	25	25
Total LHR	75	40	49	43	48

Sumber : Analisis Data

Pada tabel 5.15 untuk analisis lalu lintas harian rata – rata (LHR) pada jalan lingkar Pasir Putih didapat untuk kendaraan truk 6 sumbu dari arah lintas timur ke pekanbaru didapat 22 kendaraan, untuk arah Pekanbaru ke Lintas Timur didapat 25 kendaraan dan untuk lalu lintas harian rata – rata (LHR) 2 arah/hari didapat 48 kendaraan.

5.2 Analisis Prediksi Lalu Lintas Harian Rata – Rata (LHR) Selama Umur rencana

Penentuan nilai pertumbuhan lalu lintas (i) dianalisis berdasarkan dari lalu lintas harian rata-rata tahun 2015 Bina Marga sebesar 5831 kendaraan/hari/2arah dan pada tahun 2019 sebesar 8974 kendaraan/hari/2arah. Pertumbuhan lalu lintas dari tahun 2015 – 2019 didapatkan dengan persamaan 3.2.

$$i = \left(\left(\sqrt[4]{\frac{8974}{5831}} \right) - 1 \right) \times 100\%$$

$$= 11,3\%$$

Dari data lalu lintas harian rata - rata (LHR) kendaraan/hari/2 arah tahun 2019 pada tabel 5.1 maka di prediksi hitungan mundur ke tahun 2014 sampai tahun 2018, dengan angka faktor pertumbuhan lalu lintas harian rata-rata yaitu

11,3% didapatkan prediksi lalulintasharian rata- rata (LHR) kendaraan/hari/2 arah pada tahun 2018 Sesuai dengan Tabel 5.17.

Tabel 5.16 Prediksi LHR Tahun 2018

No	Golongan & Konfigurasi Sumbu	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan/hari/2 arah Tahun 2018
1	1	sepeda Motor	3274
2	2	seedan & jeep	452
3	3	Oplet, Suburbant, Combi & Mini Bus	1363
4	4	Pick Up, Micro Truck & mobil Hantaran	801
5	5a	Bus Kecil	35
6	5b	Bus Besar	47
7	6a	Truk Ringan 2 Sumbu	275
8	6b	Truk Sedang 2 Sumbu	866
9	7a	Truk 3 Sumbu	700
10	7b	Truk Gandengan	0
11	7c	Truk Semi Trailer	101
12	11.2	Truk 3 Sumbu	0
13	11.22	Truk 4 Sumbu	46
14	1.2.22	Truk 4 Sumbu	28
15	11.222	Truk 5 Sumbu	33
16	1.22.222	Truk 6 Sumbu	43
Total LHR (Kendaraan/Hari/2arah)			8063

Sumber : Analisis Data

Prediski LHR 2018 untuk kendaraan sepeda motor dimana analisis nya :

$$\begin{aligned} \text{LHR}_{2018} &= 3644x(1 + 0,113)^{-1} \\ &= 3274 \end{aligned}$$

Prediski LHR 2018 untuk kendaraan sedan dan jeep dimana analisis nya :

$$\begin{aligned} \text{LHR}_{2018} &= 503x(1 + 0,113)^{-1} \\ &= 452 \end{aligned}$$

Prediski LHR 2018 untuk kendaraan Oplet, Suburbant, Combi & Mini Bus dimana analisis nya :

$$\begin{aligned} \text{LHR}_{2018} &= 1517x(1 + 0,113)^{-1} \\ &= 1363 \end{aligned}$$

Prediski LHR 2018 untuk kendaraan Pick Up, Micro Truck & mobil Hantaran dimana analisis nya :

$$\begin{aligned} \text{LHR2018} &= 891x(1 + 0,113)^{-1} \\ &= 801 \end{aligned}$$

Prediski LHR 2018 untuk kendaraan Bus Kecil dimana analisis nya :

$$\begin{aligned} \text{LHR2018} &= 39x(1 + 0,113)^{-1} \\ &= 35 \end{aligned}$$

Prediski LHR 2018 untuk kendaraan Bus Besar dimana analisis nya :

$$\begin{aligned} \text{LHR2018} &= 52x(1 + 0,113)^{-1} \\ &= 47 \end{aligned}$$

Prediski LHR 2018 untuk kendaraan Truk Ringan 2 Sumbu dimana analisis nya :

$$\begin{aligned} \text{LHR2018} &= 306x(1 + 0,113)^{-1} \\ &= 275 \end{aligned}$$

Prediski LHR 2018 untuk kendaraan Truk Sedang Sumbu dimana analisis nya :

$$\begin{aligned} \text{LHR2018} &= 964x(1 + 0,113)^{-1} \\ &= 866 \end{aligned}$$

Prediski LHR 2018 untuk kendaraan Truk 3 Sumbu dimana analisis nya :

$$\begin{aligned} \text{LHR2018} &= 779x(1 + 0,113)^{-1} \\ &= 700 \end{aligned}$$

Prediski LHR 2018 untuk kendaraan Truk Semi Trailer (7c) dimana analisis nya :

$$\begin{aligned} \text{LHR2018} &= 112x(1 + 0,113)^{-1} \\ &= 101 \end{aligned}$$

Prediski LHR 2018 untuk kendaraan Truk 4 Sumbu (11.22) dimana analisis nya :

$$\begin{aligned} \text{LHR2018} &= 51x(1 + 0,113)^{-1} \\ &= 46 \end{aligned}$$

Prediski LHR 2018 untuk kendaraan Truk 4 Sumbu (1.2.22) dimana analisis nya :

$$\begin{aligned} \text{LHR2018} &= 31x(1 + 0,113)^{-1} \\ &= 28 \end{aligned}$$

Prediski LHR 2018 untuk kendaraan Truk 5 Sumbu (11.222) dimana analisis nya :

$$\begin{aligned} \text{LHR2018} &= 37x(1 + 0,113)^{-1} \\ &= 33 \end{aligned}$$

Prediksi LHR 2018 untuk kendaraan Truk Trailer Sumbu (1.22.222) dimana analisis nya :

$$\begin{aligned} \text{LHR}_{2018} &= 48 \times (1 + 0,113)^{-1} \\ &= 43 \end{aligned}$$

Padatahun 2018 prediksianalisislalulintasharian rata – rata (LHR) kendaraan/hari/2 arahjalanlingkarPasisPutih Km.13 s/d Km.15, denganmenggunakanpertumbuhanlalulintassebesar 11,3% didapat total kendaran/hari/2 arah, sebesar 8063 kendaraan.

Dari data lalulintasharian rata – rata (LHR) kendaraan/hari/2arah tahun 2019 pada tabel 5.1 maka di prediksi hitung Maju dari tahun 2020 - 2033 dengan menggunakan angka faktor pertumbuhan lalu lintas harian rata-rata di Sumatra yaitu 4,83% menurut Manual Desain Perkerasan Jalan 2017. didapatkan prediksi lalu lintas harian rata – rata (LHR) tahun 2020 Sesuai dengan Tabel 5.17

Tabel 5.17 Prediksi LHR Tahun 2020

No	Golongan & Konfigurasi Sumbu	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan/Hari/2 Arah Tahun 2020
1	1	sepeda Motor	3820
2	2	sedan & jeep	527
3	3	Oplet, Suburbant, Combi & Mini Bus	1590
4	4	Pick Up, Micro Truck & mobil Hantaran	934
5	5a	Bus Kecil	41
6	5b	Bus Besar	55
7	6a	Truk Ringan 2 Sumbu	320
8	6b	Truk Sedang 2 Sumbu	1011
9	7a	Truk 3 Sumbu	817
10	7b	Truk Gandengan	0
11	7c	Truk Semi Trailer	117
12	11.2	Truk 3 Sumbu	0
13	11.22	Truk 4 Sumbu	53
14	1.2.22	Truk 4 Sumbu	32
15	11.222	Truk 5 Sumbu	39
16	1.22.222	Truk 6 Sumbu	50
Total LHR (Kendaraan/Hari/2arah)			9407

Sumber : Analisis Data

Prediski LHR 2020 untuk kendaraan sepeda motor dimana analisis nya :

$$\begin{aligned} \text{LHR}_{2020} &= 3644x(1 + 0,0483)^1 \\ &= 3820 \end{aligned}$$

Prediski LHR 2020 untuk kendaraan sedan dan jeep dimana analisis nya :

$$\begin{aligned} \text{LHR}_{2020} &= 503x(1 + 0,0483)^1 \\ &= 527 \end{aligned}$$

Prediski LHR 2020 untuk kendaraan Oplet, Suburbant, Combi & Mini Bus dimana analisis nya :

$$\begin{aligned} \text{LHR}_{2020} &= 1517x(1 + 0,0483)^1 \\ &= 1590 \end{aligned}$$

Prediski LHR 2020 untuk kendaraan Pick Up, Micro Truck & mobil Hantaran dimana analisis nya :

$$\begin{aligned} \text{LHR}_{2020} &= 891x(1 + 0,0483)^1 \\ &= 934 \end{aligned}$$

Prediski LHR 2020 untuk kendaraan Bus Kecil dimana analisis nya :

$$\begin{aligned} \text{LHR}_{2020} &= 39x(1 + 0,0483)^1 \\ &= 41 \end{aligned}$$

Prediski LHR 2020 untuk kendaraan Bus Besar dimana analisis nya :

$$\begin{aligned} \text{LHR}_{2020} &= 52x(1 + 0,0483)^1 \\ &= 55 \end{aligned}$$

Prediski LHR 2020 untuk kendaraan Truk Ringan 2 Sumbu dimana analisis nya :

$$\begin{aligned} \text{LHR}_{2020} &= 306x(1 + 0,0483)^1 \\ &= 321 \end{aligned}$$

Prediski LHR 2020 untuk kendaraan Truk Sedang Sumbu dimana analisis nya :

$$\begin{aligned} \text{LHR}_{2020} &= 964x(1 + 0,0483)^1 \\ &= 1011 \end{aligned}$$

Prediski LHR 2020 untuk kendaraan Truk 3 Sumbu dimana analisis nya :

$$\begin{aligned} \text{LHR}_{2020} &= 779x(1 + 0,0483)^1 \\ &= 817 \end{aligned}$$

Prediski LHR 2020 untuk kendaraan Truk Semi Trailer (7c) dimana analisis nya :

$$\begin{aligned} \text{LHR}_{2020} &= 112x(1 + 0,0483)^1 \\ &= 117 \end{aligned}$$

Prediski LHR 2020 untuk kendaraan Truk 4 Sumbu (11.22) dimana analisis nya :

$$\begin{aligned} \text{LHR}_{2020} &= 51 \times (1 + 0,0483)^1 \\ &= 53 \end{aligned}$$

Prediski LHR 2020 untuk kendaraan Truk 4 Sumbu (1.2.22) dimana analisis nya :

$$\begin{aligned} \text{LHR}_{2020} &= 31 \times (1 + 0,0483)^1 \\ &= 32 \end{aligned}$$

Prediski LHR 2020 untuk kendaraan Truk 5 Sumbu (11.222) dimana analisis nya :

$$\begin{aligned} \text{LHR}_{2020} &= 37 \times (1 + 0,0483)^1 \\ &= 38 \end{aligned}$$

Prediski LHR 2020 untuk kendaraan Truk Trailer Sumbu (1.22.222) dimana analisis nya :

$$\begin{aligned} \text{LHR}_{2020} &= 48 \times (1 + 0,0483)^1 \\ &= 50 \end{aligned}$$

Padatahun 2020 prediksi analisis lalu lintas harian rata – rata (LHR) untuk 2 arah/hari, dengan menggunakan pertumbuhan lalu lintas sebesar 4,83% dari manual desain perkerasan jalant ahun 2017 di dapat total kendaran/hari/2 arah, sebesar 9407 kendaraan.

Tabel 5.18. Hasil Prediksi LHR dari tahun 2014 s/d 2033

Jenis Kendaraan	LHR (Kendaraan 2Arah/Hari)																			
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033
sepeda Motor	2134	2375	2643	2942	3274	3644	3820	4005	4198	4401	4613	4836	5070	5315	5571	5840	6122	6418	6728	7053
seedan & jeep	295	328	365	406	452	503	527	553	579	607	637	668	700	734	769	806	845	886	929	974
Oplet, Suburbant, Combi & Mini Bus	888	989	1100	1225	1363	1517	1590	1667	1748	1832	1920	2013	2110	2212	2319	2431	2549	2672	2801	2936
Pick Up, Micro Truck & mobil Hantaran	522	581	646	719	801	891	934	979	1026	1076	1128	1182	1240	1299	1362	1428	1497	1569	1645	1725
Bus Kecil	23	25	28	31	35	39	41	43	45	47	49	52	54	57	60	63	66	69	72	75
Bus Besar	30	34	38	42	47	52	53	57	60	63	66	69	72	76	80	83	87	92	96	101
Truk Ringan 2 Sumbu	179	199	222	247	275	306	320	336	353	370	387	406	426	446	468	490	514	539	565	592
Truk Sedang 2 Sumbu	564	628	699	778	866	964	1010	1059	1111	1164	1220	1279	1341	1406	1474	1545	1620	1698	1780	1866
Truk 3 Sumbu	456	508	565	629	700	779	816	856	897	941	986	1034	1084	1136	1191	1249	1309	1372	1438	1508
Truk Gandengan	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Truk Semi Trailer	66	73	81	90	101	112	117	123	129	135	142	149	156	163	171	180	188	197	207	217
Truk 3 Sumbu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Truk 4 Sumbu	30	33	37	41	46	51	53	56	59	62	65	68	71	74	78	82	86	90	94	99
Truk 4 Sumbu	18	20	22	25	28	31	32	34	36	37	39	41	43	45	47	50	52	55	57	60
Truk 5 Sumbu	22	24	27	30	33	37	38	41	43	45	47	49	51	54	57	59	62	65	68	72
Truk 6 Sumbu	28	31	35	39	43	48	50	53	55	58	61	64	67	70	73	77	81	85	89	93

Sumber : Analisis Data



5.3 Analisis Angka Ekuivalen (E) Dari Masing-Masing Kendaraan

Departemen Pekerjaan Umum Sub Dinas Bina Marga telah membuat ketentuan untuk menentukan nilai ekuivalen masing-masing kendaraan berdasarkan Tabel 3.4 sebelumnya terlebih dahulu ditentukan distribusi beban sumbu masing-masing kendaraan, ini dapat dilihat pada Tabel 5.19

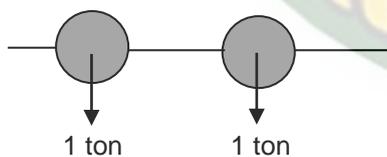
Tabel 5.19 Konfigurasi Beban Sumbu Dari Masing-masing Kendaraan

No	Type Kendaraan	Berat Total (Ton)	Distribusi Beban Sumbu (Ton)		
			Depan	Belakang 1	Belakang 2
Umum					
1	Kendaraan Ringan	2	1	1	
2	Bus Kecil	6	2,04	3,96	
3	Bus Besar	9	3,06	5,94	
4	Truk 2 As	18,2	6,19	12,01	
5	Truk 3 As	25	6,25	18,75	
6	Truk Gandegan Trailer	42	7,56	11,76	22,68
Angkutan Kayu					
1	Truk 2 As	18,2	3,38	14,82	
2	Truk 3 As	31,9	4,57	27,33	
3	Truk Gandegan Trailer	44,36	5,36	17,7	21,3

Sumber : Bahan perkuliahan Sugeng wiyono

Beban sumbu kendaraan bisa menjadi salah satu faktor kerusakan perkerasan jalan, untuk itu perlu dihitung beban sumbu masing-masing kendaraan dengan *Equivalent Standar Axle Load (ESAL)*, berikut ini perhitungan nilai ESAL:

1. Kendaraan Ringan (2 ton)



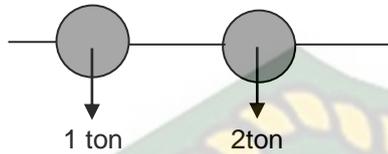
$$\text{Muatan sumbu depan (STRT)} = 1 \text{ ton} \quad AE = \left[\frac{1}{5,4} \right]^4 = 1,176 \times 10^{-3}$$

$$\text{Muatan sumbu belakang (STRT)} = 1 \text{ ton} \quad AE = \left[\frac{1}{5,4} \right]^4 = 1,176 \times 10^{-3}$$

$$E \text{ kend} = (1,176 \times 10^{-3}) + (1,176 \times 10^{-3}) = 0,0024$$

Dari tabel 5.1 Jumlah kendaraan sedan dan jeep sebanyak 503 dan Oplet, Suburbant, Combi dan Mini bus sebanyak 1517 termasuk kedalam kendaraan ringan, maka $503+1517 = 2020$, $ESAL = 2020 \times 0,0024 = 4,7510$

2. Pick – Up (2 ton)



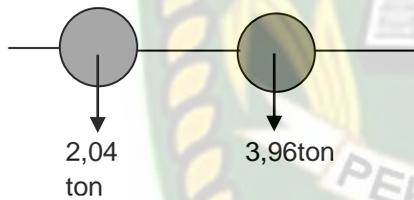
$$\text{Muatan sumbu depan (STRT)} = 1 \text{ ton} \quad AE = \left[\frac{1}{5,4} \right]^4 = 1,176 \times 10^{-3}$$

$$\text{Muatan sumbu belakang (STRT)} = 1 \text{ ton} \quad AE = \left[\frac{2}{5,4} \right]^4 = 1,176 \times 10^{-3}$$

$$E \text{ kend} = (1,176 \times 10^{-3}) + (1,176 \times 10^{-3}) = 0,002352$$

Dari tabel 5.1 Jumlah Pick Up sebanyak 891 maka nilai esal adalah $ESAL = 891 \times 0,002352 = 2,0956$

3. Bus Kecil (6 ton)



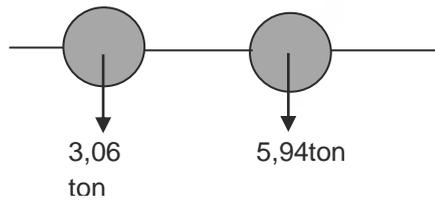
$$\text{Muatan sumbu depan (STRT)} = 2.04 \text{ ton} \quad AE = \left[\frac{2,04}{5,4} \right]^4 = 0,020$$

$$\text{Muatan sumbu belakang (STRT)} = 3,96 \text{ ton} \quad AE = \left[\frac{3,96}{5,4} \right]^4 = 0,289$$

$$E \text{ kend Bus Kecil} = 0,020 + 0,289 = 0,309$$

Dari tabel 5.1 Jumlah Bus Kecil sebanyak 39 maka nilai esal adalah $ESAL = 39 \times 0,309 = 12,051$

4. Bus Besar (9 ton)



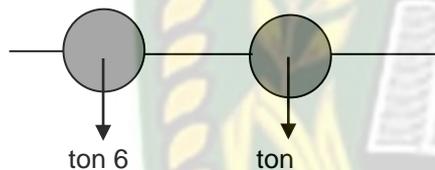
$$\text{Muatan sumbu depan (STRT)} = 3,06 \text{ ton} \quad \text{AE} = \left[\frac{3,06}{5,4} \right]^4 = 0,103$$

$$\text{Muatan sumbu belakang (STRT)} = 5,94 \text{ ton} \quad \text{AE} = \left[\frac{5,94}{8,16} \right]^4 = 0,280$$

$$E \text{ kend Bus Besar} = 0,103 + 0,280 = 0,383$$

Dari tabel 5.1 Jumlah Bus Besar sebanyak 52 maka nilai esal adalah $\text{ESAL} = 52 \times 0,383 = 19,916$

5. Truk Ringan 2 sumbu (12ton)



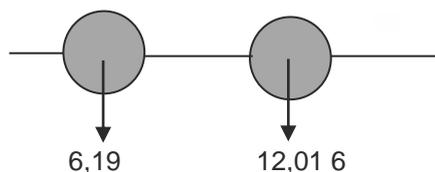
$$\text{Muatan sumbu depan (STRT)} = 6 \text{ ton} \quad \text{AE} = \left[\frac{6,0}{5,4} \right]^4 = 1,524$$

$$\text{Muatan sumbu belakang (STRT)} = 6 \text{ ton} \quad \text{AE} = \left[\frac{6,0}{5,4} \right]^4 = 1,524$$

$$E \text{ kend Truk Ringan 2 Sumbu} = 1,524 + 1,524 = 3,048$$

Dari tabel 5.1 Jumlah Truk Ringan 2 Sumbu sebanyak 306 maka nilai esal adalah $\text{ESAL} = 306 \times 3,048 = 932,688$

6. Truk 6b Sedang 2 Sumbu (18,2ton)



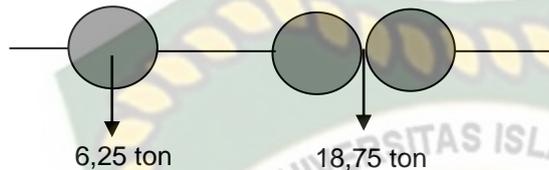
$$\text{Muatan sumbu depan (STRT)} = 6,19 \text{ ton} \quad \text{AE} = \left[\frac{6,19}{5,4} \right]^4 = 1,726$$

$$\text{Muatan sumbu belakang (STRG)} = 12,01 \text{ ton} \quad \text{AE} = \left[\frac{12,01}{8,16} \right]^4 = 4,692$$

$$E \text{ kend Truck 2 as} = 1,726 + 4,692 = 6,418$$

Dari tabel 5.1 Jumlah Truk Sedang 2 Sumbu sebanyak 964 maka nilai esal adalah
 $\text{ESAL} = 964 \times 6,418 = 6186,952$

7. Truk 7a 3 Sumbu (25 ton)



$$\text{Muatan sumbu depan (STRT)} = 6,25 \text{ ton} \quad \text{AE} = \left[\frac{6,25}{5,4} \right]^4 = 1,794$$

$$\text{Muatan sumbu belakang (SDRG)} = 18,75 \text{ ton} \quad \text{AE} = \left[\frac{18,75}{13,76} \right]^4 = 3,447$$

$$E \text{ kend Truck 3 as} = 1,794 + 3,447 = 5,241$$

Dari tabel 5.1 Jumlah Truk 3 Sumbu sebanyak 779 maka nilai esal adalah
 $\text{ESAL} = 779 \times 5,241 = 4082,739$

8. Truk 7c Semi Trailer 5 sumbu (38 ton)



$$\text{Muatan sumbu depan (STRT)} = 6 \text{ ton} \quad \text{AE} = \left[\frac{6}{5,4} \right]^4 = 1,524$$

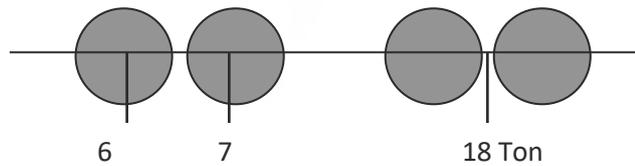
$$\text{Muatan sumbu depan (SDRG)} = 16 \text{ ton} \quad \text{AE} = \left[\frac{16}{13,76} \right]^4 = 1,828$$

$$\text{Muatan sumbu belakang (SDRG)} = 16 \text{ ton} \quad \text{AE} = \left[\frac{16}{13,76} \right]^4 = 1,828$$

$$E \text{ kend Truk Semi Trailer 5 Sumbu} = 1,524 + 1,828 + 1,828 = 5,18$$

Dari tabel 5.1 Jumlah Truk Semi Trailer 5 Sumbu sebanyak 112 maka nilai esal adalah
 $\text{ESAL} = 112 \times 5,18 = 580,16$

9. Truk 4 Sumbu (11.22) (31 ton)



$$\text{Muatan sumbu depan (STRT)} = 6 \text{ ton} \quad \text{AE} = \left[\frac{6}{5,40} \right]^4 = 1,524$$

$$\text{Muatan sumbu depan (STRT)} = 7 \text{ ton} \quad \text{AE} = \left[\frac{7}{5,40} \right]^4 = 2,823$$

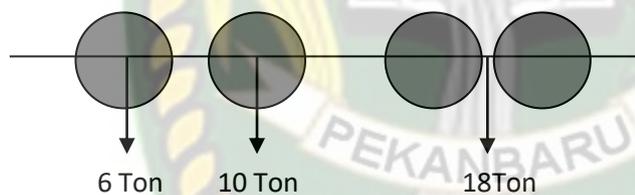
$$\text{Muatan sumbu belakang (SDRG)} = 18 \text{ ton} \quad \text{AE} = \left[\frac{18}{13,76} \right]^4 = 2,928$$

$$\text{E kend Truck 4 as} = 1,524 + 2,823 + 2,928 = 7,293$$

Dari tabel 5.1 Jumlah Truk 4 Sumbu (11.22) sebanyak 51 maka nilai esal adalah

$$\text{ESAL} = 51 \times 7,293 = 371,943$$

10. Truk 4 Sumbu (1.2.22) (34 ton)



$$\text{Muatan sumbu depan (STRT)} = 6 \text{ ton} \quad \text{AE} = \left[\frac{6}{5,40} \right]^4 = 1,524$$

$$\text{Muatan sumbu depan (STRG)} = 10 \text{ ton} \quad \text{AE} = \left[\frac{10}{8,16} \right]^4 = 2,255$$

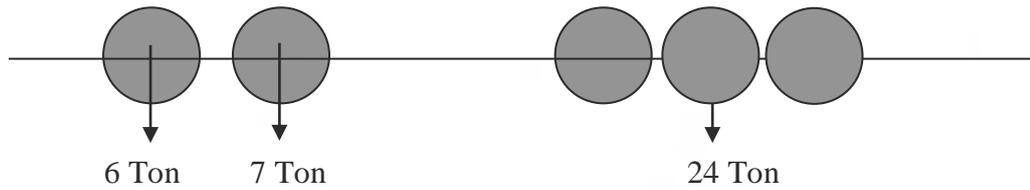
$$\text{Muatan sumbu belakang (SDRG)} = 18 \text{ ton} \quad \text{AE} = \left[\frac{18}{13,76} \right]^4 = 2,928$$

$$\text{E kend Truck 4 as} = 1,524 + 2,255 + 2,928 = 6,707$$

Dari tabel 5.1 Jumlah Truk 4 Sumbu (1.2.22) sebanyak 31 maka nilai esal adalah

$$\text{ESAL} = 31 \times 6,707 = 207,917$$

11. Truk 5 sumbu (11.222) (37 ton)



$$\text{Muatan sumbu depan (STRT)} = 6 \text{ ton} \quad \text{AE} = \left[\frac{6}{5,4} \right]^4 = 1,524$$

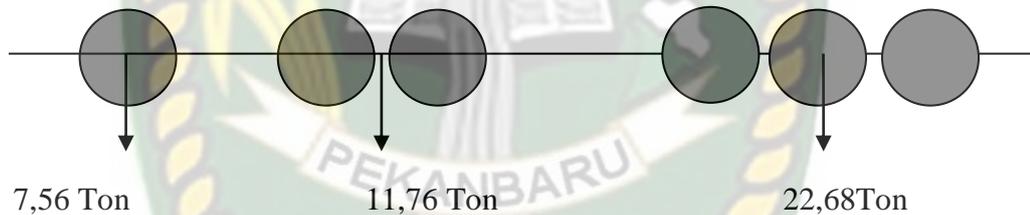
$$\text{Muatan sumbu depan (STRT)} = 7 \text{ ton} \quad \text{AE} = \left[\frac{7}{5,4} \right]^4 = 2,82$$

$$\text{Muatan sumbu belakang (STrRG)} = 24 \text{ ton} \quad \text{AE} = \left[\frac{24}{18,45} \right]^4 = 3,371$$

$$\text{E kend Truk Semi Trailer 5 Sumbu} = 1,524 + 2,82 + 3,371 = 7,715$$

Dari tabel 5.1 Jumlah Truk 5 Sumbu (11.222) sebanyak 37 maka nilai esal adalah
 $\text{ESAL} = 37 \times 7,715 = 285,455$

12. Truk Trailer 6 sumbu (42 ton)



$$\text{Muatan sumbu depan (STRT)} = 7,56 \text{ ton} \quad \text{AE} = \left[\frac{7,56}{5,4} \right]^4 = 3,841$$

$$\text{Muatan sumbu depan (SDRG)} = 11,76 \text{ ton} \quad \text{AE} = \left[\frac{11,76}{13,76} \right]^4 = 0,533$$

$$\text{Muatan sumbu belakang (STrRG)} = 22,68 \text{ ton} \quad \text{AE} = \left[\frac{22,68}{18,45} \right]^4 = 2,283$$

$$\text{E kend Trailer 6 as} = 3,841 + 0,533 + 2,283 = 6,657$$

Dari tabel 5.1 Jumlah Truk Trailer 6 Sumbu sebanyak 198 maka nilai esal adalah
 $\text{ESAL} = 198 \times 6,657 = 1318,086$

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 dapat dilihat pada Tabel 5.20

Tabel 5.20 Nilai ESAL

No	Jenis Kendaraan	Berat Kendaraan (Ton)	Total Ekivalen/kendaraan	Jumlah Kendaraan	Nilai ESAL
1	Kendaraan Ringan	2	0,0024	2020	4,7510
2	Pick Up	2	0,0024	891	2,0956
3	Bus Kecil	6	0,3090	39	12,0510
4	Bus Besar	9	0,3830	52	19,9160
5	Truk Ringan 2 Sumbu	12	3,0480	306	932,6880
6	Truk Sedang 2 Sumbu	18,2	6,1480	964	5926,6720
7	Truk 3 Sumbu	25	5,2410	779	4082,7390
8	Truk Semi Trailer	38	5,1800	112	580,1600
9	Truk 4 Sumbu	31	7,2930	51	371,9430
10	Truk 4 Sumbu	34	6,7070	31	207,9170
11	Truk 5 Sumbu	37	7,7150	37	285,4550
12	Truk 6 Sumbu	42	6,6570	48	319,5360
Total ESAL/Hari Tahun 2019					12745,9237

Sumber : Analisis Data

Dari hasil Tabel 5.19 didapat nilai ESAL 12745,9237 untuk menentukan perkerasan jalan tersebut *Overload* yaitu dengan menghitung nilai Faktor truk (*Truck Factor*). *Truck factor* adalah nilai Total *Equivalent Single Axle Load* (ESAL) kendaraan berat. Apabila nilai *Truck Factor* lebih besar dari 1 ($TF > 1$) Berarti telah terjadi beban berlebih pada jalan, persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai *Truck Factor* adalah:

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

$$TF = \frac{12745,9237}{2419} = 5,2690 > 1$$

Dari perhitungan diatas didapat nilai *Truck Factor* $5,2690 > 1$, dimana nilai itu menunjukkan Bahwa perkerasan jalan telah terjadi beban berlebih (*overload*), dan

Dapat dilihat pada tabel 5.21 perbandingan nilai truk faktor pada ruas jalan yang ada di Provinsi Riau.

Tabel. 5.21 Perbandingan nilai truk faktor

No	Nama	Lokasi dan nilai <i>truck factor</i> (TF)
1.	Zamri (2014)	<i>pada ruas jalan Minas Km. 5 – KM. 20. Dengan angka truck factor (TF) yang terdapat pada jalan ini (>1) yaitu sebesar 7,9339698 > 1 metode Bina Marga, 3,5279977 > 1 Metode NAASRA, dan 9,9438744 > 1 Metode TRL.</i>
2.	Arief W, (2018)	<i>dijalan HR. Soebrantas Panam Kota Pekanbaru hasil perhitungan truck factor 5,823 > 1.</i>
3.	Muhammad Zulhafiz (2013)	Ruas jalan lintas timur KM. 98 – KM. 193 dan hasil perhitungan truk faktor 8,44 > 1.
4.	Khairul (2013)	Pada ruas jalan Petapahan – Kota Batak KM. 113 – KM. 98 dengan nilai truk faktor sebesar 8,165 > 1.
5.	Adnan Syarifudin (2019)	Pada ruas jalan SM Amin Kota Pekanbaru dengan nilai truk faktor 7,495 > 1.

Pada tabel 5.21 perbandingan nilai truk faktor yang terjadi pada ruas jalan yang ada bahwa jalan tersebut mengalami beban berlebih atau (overload).

5.5 Sisa Umur Perkerasan Jalan

Umur sisa perkerasan merupakan konsep kerusakan yang diakibatkan oleh beban repetisi kendaraan secara berulang-ulang yang merusak perkerasan hingga kerusakan tersebut mengalami suatu keruntuhan (*failure*).

Pehitungan sisa umur perkerasan jalan dilakukan dengan kondisi beban yang diterima perkerasan pada tahun awal yaitu pada tahun 2014 dengan kondisi saat ini beban lalu lintas pada umur rencana. Nilai ESAL dalam analisis ini yaitu ESAL pada perkerasan kaku dua puluh tahun (20 tahun) umur rencana. Dimana analisis dan hasil dapat dilihat pada tabel 5.22 Dan nilai akhir ESAL pada analisis ini terdapat pada tabel 5.25.

Tabel 5.22 Nilai ESAL 2014

Jenis Kendaraan	Total Ekuivalen/kendaraan	Jumlah Kendaraan	Nilai ESAL Tahun 2014
-----------------	---------------------------	------------------	-----------------------

Tabel 5.22 Lanjutan

Kendaraan Ringan	0,002352	1183	2,78
Pick Up	0,002352	522	1,23
Bus Kecil	0,309	23	7,11
Bus Besar	0,383	30	11,49
Truk Ringan 2 Sumbu	3,048	179	545,59
Truk Sedang 2 Sumbu	6,148	564	3467,47
Truk 3 Sumbu	5,241	456	2389,90
Truk Semi Trailer	5,18	66	341,88
Truk 4 Sumbu	7,293	30	218,79
Truk 4 Sumbu	6,707	18	120,73
Truk 5 Sumbu	7,715	22	169,73
Truk 6 Sumbu	6,657	28	186,40
Total ESAL Tahun 2014			7463,09

Sumber : Analisis Data

Perhitungan *Traffic Design* tahun 2014

$$\begin{aligned}
 W_{18} &= \text{ESAL} \times D_D \times D_L \times 365 \\
 &= 7463,09 \times 0,5 \times 1,0 \times 365 \\
 &= 1.362.013,93
 \end{aligned}$$

Tabel 5.23 Nilai ESAL tahun 2015

Jenis Kendaraan	Total Ekuivalen/kendaraan	Jumlah Kendaraan	Nilai ESAL Tahun 2015
Kendaraan Ringan	0,002352	1137	2,67
Pick Up	0,002352	581	1,37
Bus Kecil	0,309	25	7,73
Bus Besar	0,383	34	12,64
Truk Ringan 2 Sumbu	3,048	199	606,55
Truk Sedang 2 Sumbu	6,148	628	3860,94
Truk 3 Sumbu	5,241	508	2662,43
Truk Semi Trailer	5,18	73	378,14
Truk 4 Sumbu	7,293	33	240,67
Truk 4 Sumbu	6,707	20	134,14
Truk 5 Sumbu	7,715	24	185,16
Truk 6 Sumbu	6,657	31	206,37
Total ESAL Tahun 2015			8299,19

Sumber : Analisis Data

Perhitungan *Traffic Design* tahun 2015

$$\begin{aligned}
 W_{18} &= \text{ESAL} \times D_D \times D_L \times 365 \\
 &= 8299,19 \times 0,5 \times 1,0 \times 365
 \end{aligned}$$

$$= 1,514,602.18$$

Tabel 5.24 Nilai ESAL tahun 2016

Jenis Kendaraan	Total Ekivalen/kendaraan	Jumlah Kendaraan	Nilai ESAL Tahun 2016
Kendaraan Ringan	0,002352	1463	3,44
Pick Up	0,002352	646	1,52
Bus Kecil	0,309	28	8,65
Bus Besar	0,383	38	14,17
Truk Ringan 2 Sumbu	3,048	222	676,66
Truk Sedang 2 Sumbu	6,148	699	4297,45
Truk 3 Sumbu	5,241	565	2961,17
Truk Semi Trailer	5,18	81	419,58
Truk 4 Sumbu	7,293	37	269,84
Truk 4 Sumbu	6,707	22	147,55
Truk 5 Sumbu	7,715	27	208,31
Truk 6 Sumbu	6,657	35	233,00
Total ESAL Tahun 2016			9241,71

Sumber : Analisis Data

Perhitungan *Traffic Design* tahun 2016

$$\begin{aligned}
 W_{18} &= \text{ESAL} \times D_D \times D_L \times 365 \\
 &= 9241,71 \times 0,5 \times 1,0 \times 365 \\
 &= 1,686,612.08
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan *traffic design* tahun 2014, 2015, 2016 dapat dilihat hasil pada tabel 5.25.

Tabel 5.25 Hasil *Traffic Design* dari Tahun 2014 s/d 2033

No	Tahun	ESAL	Desain ESAL
		A	B
1	2014	7,463.09	1,362,013.93
2	2015	8,299.19	1,514,602.18
3	2016	9,241.71	1,686,612.08
4	2017	10,287.74	1,877,512.55
5	2018	11,453.34	2,090,234.55
6	2019	12,745.92	2,326,130.40
7	2020	13,258.49	2,419,674.43
8	2021	14,006.52	2,556,189.90
9	2022	14,690.16	2,680,954.20
10	2023	15,395.64	2,809,704.30
11	2024	15,521.91	2,832,748.58
12	2025	16,918.61	3,087,646.33

Tabel 5.25. Lanjutan

13	2026	17,731.72	3,236,038.90
14	2027	18,582.41	3,391,289.83
15	2028	19,485.87	3,556,171.28
16	2029	20,433.97	3,729,199.53
17	2030	21,419.47	3,909,053.28
18	2031	22,454.48	4,097,942.60
19	2032	23,530.97	4,294,402.03
20	2033	24,678.19	4,503,769.68

Sumber : Analisis Data

Analisis *cumulative* ESAL pada perkerasan kaku pada Jalan Lingkar Pasir Putih Km 13 s/d Km 15 Kabupaten Kampar Provinsi Riau dapat dilihat pada Tabel 5.26.

Pada tahun 2014 atau tahun ke 1

$$\text{Cumulative ESAL} = \text{Desain ESAL}$$

Pada tahun 2015 atau tahun ke 2

$$\begin{aligned} \text{Cumulative ESAL} &= \text{Desain ESAL} + \text{Cumulative ESAL} \\ &= 1,514,602.18 + 1,362,013.93 \\ &= 2,876,616.11 \end{aligned}$$

Pada tahun 2016 atau tahun ke 3

$$\begin{aligned} \text{Cumulative ESAL} &= \text{Desain ESAL} + \text{Cumulative ESAL} \\ &= 1,686,612.08 + 2,876,616.11 \\ &= 4,563,228.18 \end{aligned}$$

Tabel 5.26 Traffic Design Perkerasan Kaku

No	Tahun	ESAL	Desain ESAL	Cumulative ESAL
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>C</i>
1	2014	7,463.09	1,362,013.93	1,362,013.93
2	2015	8,299.19	1,514,602.18	2,876,616.11
3	2016	9,241.71	1,686,612.08	4,563,228.18
4	2017	10,287.74	1,877,512.55	6,440,740.73
5	2018	11,453.34	2,090,234.55	8,530,975.28
6	2019	12,745.92	2,326,130.40	10,857,105.68
7	2020	13,258.49	2,419,674.43	13,276,780.11
8	2021	14,006.52	2,556,189.90	15,832,970.01
9	2022	14,690.16	2,680,954.20	18,513,924.21

Tabel 5.26 Lanjutan

10	2023	15,395.64	2,809,704.30	21,323,628.51
11	2024	15,521.91	2,832,748.58	24,156,377.08
12	2025	16,918.61	3,087,646.33	27,244,023.41
13	2026	17,731.72	3,236,038.90	30,480,062.31
14	2027	18,582.41	3,391,289.83	33,871,352.13
15	2028	19,485.87	3,556,171.28	37,427,523.41
16	2029	20,433.97	3,729,199.53	41,156,722.93
17	2030	21,419.47	3,909,053.28	45,065,776.21
18	2031	22,454.48	4,097,942.60	49,163,718.81
19	2032	23,530.97	4,294,402.03	53,458,120.83
20	2033	24,678.19	4,503,769.68	57,961,890.51

Sumber : Analisis Data

Dimana parameter desain tebal perkerasan kaku pada Jalan Lingkar Pasir Putih Km13 s/d Km15 Kabupaten Kampar Provinsi Riau adalah seperti pada Tabel 5.27.

Tabel 5.27 Parameter dan Data Dalam perencanaan

No	Parameter	AASHTO	Desain
1	Umur Rencana Tahun	-	20
2	Lalu Lintas ESA	-	57,961,890.51
3	Terminal Serviceability (P_t)	2,0 - 3,0	2.5
4	Initial Serviceability (P_o)	4,5	4,5
5	Serviceability Loss (PSI)	$P_o - P_t$	2
6	Reliability (R)	75 - 99,9	90
7	Standard normal deviation (Z_R)		-1,28
8	Standard deviation (S_o)	0,30 - 0,40	0,35
9	Modulus reaksi tanah dasar (k)	Berdasarkan CBR = 5%	130
10	Modulus elastisitas beton (E_c)	$F_c' = 350\text{kg/cm}^2$	4.021.227
11	Flexural strength (S'_c)	Berdasarkan PSI	640
12	Drainage coefficient (C_d)	1,10 - 1,20	1,15
13	Load transfer coefficient (J)	2,50 - 2,60	2,25
14	Tebal Plat (D)	-	11,023

*Lalu-lintas ESAL di dapat dari analisis ESAL

Didalam tugas akhir ini nilai yang digunakan adalah nilai secara umum yang didapat dan ditentukan dalam perencanaan perkerasan kaku. Hasil dari $\log W_{18}$ adalah menggunakan persamaan 3.14. :

$$\begin{aligned} \text{Log}_{10}57,961,890.51 &= -1,282.0,35+7,35\log_{10}(11,023+1)-0,06+\frac{\log_{10}\left(\frac{2}{4,5-1,5}\right)}{1+\frac{1,624 \times 10^7}{(11,023+1)^{8,46}}} \\ &+ (4,22 - 0,32.2,5) \times \log_{10} \frac{640.1,15 \times (11,023)^{0,75} - 1,132}{215,63 \times 2,55 \times (11,023)^{0,75} - \frac{18,42}{(4021227:130)^{0,25}}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Log}_{10}57,961,890.51 &= -0,448+ 7,9380 - 0,06 + (-0,1740) + 3,42 \times 0,1498 \\ &= 7,76 \end{aligned}$$

dengan menggunakan rumus *AASHTO* (1993) dan menggunakan parameter – parameter dan data dalam perencanaan tebal perkerasan beton pada tabel 5.27. didapat hasil dengan angka sebesar $7,76 = 7,76$, maka dengan menggunakan tebal pelat beton 11,023 inch atau 28 cm

Dari tabel 5.27 *Trafic Design Perkerasan Kaku* dapat di analisis Persentase penurunan umur rencana menggunakan persamaan 3.12 yaitu sebagai berikut.

1. Persentase sisa umur rencana pada tahun ke-1

$$Rl = 100 \left(1 - \frac{1.362.013,93}{57.961.890.51} \right) = 97,65\%$$

2. Persentase sisa umur rencana pada tahun ke-2

$$Rl = 100 \left(1 - \frac{2.876.544,93}{57.961.890.51} \right) = 95,03\%$$

3. Persentase sisa umur rencana pada tahun ke-3

$$Rl = 100 \left(1 - \frac{4.563.087,66}{57.961.890.51} \right) = 92,12\%$$

4. Persentase sisa umur rencana pada tahun ke-4

$$Rl = 100 \left(1 - \frac{6.440.530,86}{57.961.890.51} \right) = 88,88\%$$

5. Persentase sisa umur rencana pada tahun ke-5

$$Rl = 100 \left(1 - \frac{8.530.694,23}{57.961.890.51} \right) = 85,28\%$$

6. Persentase sisa umur rencana pada tahun ke-6

$$Rl = 100 \left(1 - \frac{10.856.824,63}{57.961.890.51} \right) = 81,26\%$$

7. Persentase sisa umur rencana pada tahun ke-7

$$Rl = 100 \left(1 - \frac{13.276.358,53}{57.961.890.51} \right) = 77,09\%$$

8. Persentase sisa umur rencana pada tahun ke-8

$$Rl = 100 \left(1 - \frac{15.832.479,08}{57.961.890,51} \right) = 72,68\%$$

9. Persentase sisa umur rencana pada tahun ke-9

$$Rl = 100 \left(1 - \frac{18.513.363,93}{57.961.890,51} \right) = 68,05\%$$

10. Persentase sisa umur rencana pada tahun ke-10

$$Rl = 100 \left(1 - \frac{21.322.998,88}{57.961.890,51} \right) = 63,21\%$$

11. Persentase sisa umur rencana pada tahun ke-11

$$Rl = 100 \left(1 - \frac{24.155.678,11}{57.961.890,51} \right) = 58,32\%$$

12. Persentase sisa umur rencana pada tahun ke-12

$$Rl = 100 \left(1 - \frac{27.243.211,28}{57.961.890,51} \right) = 52,99\%$$

13. Persentase sisa umur rencana pada tahun ke-13

$$Rl = 100 \left(1 - \frac{30.479.179,01}{57.961.890,51} \right) = 47,41\%$$

14. Persentase sisa umur rencana pada tahun ke-14

$$Rl = 100 \left(1 - \frac{33.870.330,13}{57.961.890,51} \right) = 41,56\%$$

15. Persentase sisa umur rencana pada tahun ke-15

$$Rl = 100 \left(1 - \frac{37.426.362,71}{57.961.890,51} \right) = 35,42\%$$

16. Persentase sisa umur rencana pada tahun ke-16

$$Rl = 100 \left(1 - \frac{41.155.491,06}{57.961.890,51} \right) = 28,99\%$$

17. Persentase sisa umur rencana pada tahun ke-17

$$Rl = 100 \left(1 - \frac{45.064.474,98}{57.961.890,51} \right) = 22,24\%$$

18. Persentase sisa umur rencana pada tahun ke-18

$$Rl = 100 \left(1 - \frac{49.162.277,06}{57.961.890,51} \right) = 15,17\%$$

19. Persentase sisa umur rencana pada tahun ke-19

$$Rl = 100 \left(1 - \frac{53.456.538,56}{57.961.890,51} \right) = 7,77\%$$

20. Persentase sisa umur rencana pada tahun ke-20

$$Rl = 100 \left(1 - \frac{57.960.169,53}{57.961.890,51} \right) = 0\%$$

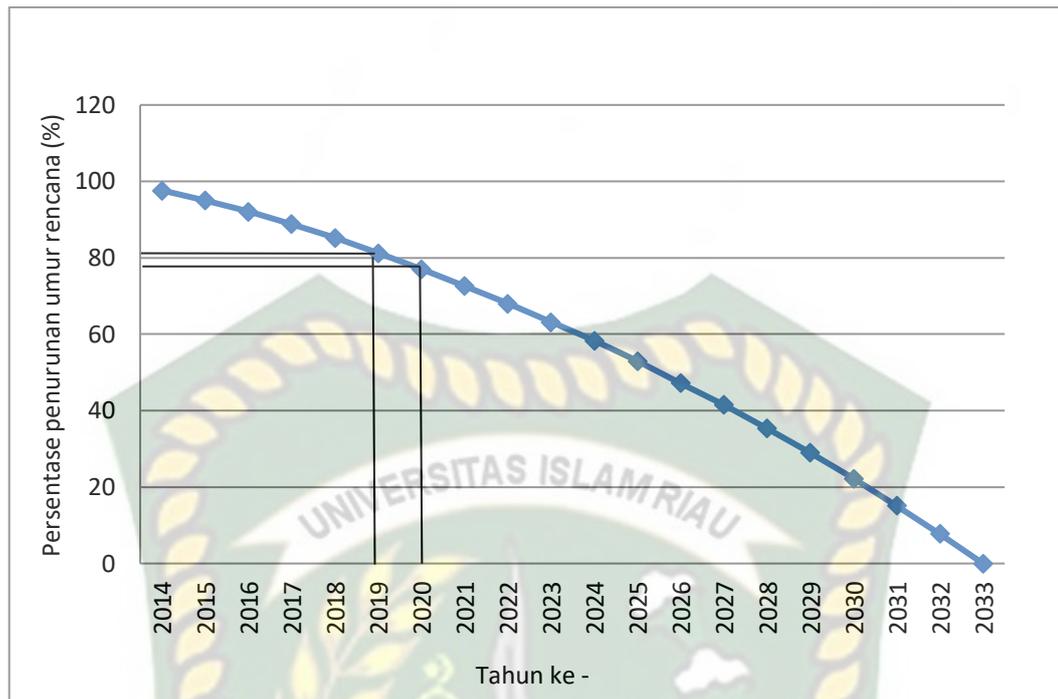
Dari hasil analisis persentase penurunan rencana perkerasan kaku dapat dilihat pada tabel 5.28 Persentase sisa umur rencana dua puluh tahun (20 tahun) dari tahun 2014 s/d 2033

Tabel.5.29 Persentase sisa umur rencana tahun 2014 s/d 2033

No	Tahun	Np (ESAL)	N1,5 (ESAL)	Rl (%)
1	2014	1,362,013.93	57,961,890.51	97.65
2	2015	2,876,616.11	57,961,890.51	95.03
3	2016	4,563,228.18	57,961,890.51	92.12
4	2017	6,440,740.73	57,961,890.51	88.88
5	2018	8,530,975.28	57,961,890.51	85.28
6	2019	10,857,105.68	57,961,890.51	81.26
7	2020	13,276,780.11	57,961,890.51	77.09
8	2021	15,832,970.01	57,961,890.51	72.68
9	2022	18,513,924.21	57,961,890.51	68.05
10	2023	21,323,628.51	57,961,890.51	63.21
11	2024	24,156,377.08	57,961,890.51	58.32
12	2025	27,244,023.41	57,961,890.51	52.99
13	2026	30,480,062.31	57,961,890.51	47.41
14	2027	33,871,352.13	57,961,890.51	41.56
15	2028	37,427,523.41	57,961,890.51	35.42
16	2029	41,156,722.93	57,961,890.51	28.99
17	2030	45,065,776.21	57,961,890.51	22.24
18	2031	49,163,718.81	57,961,890.51	15.17
19	2032	53,458,120.83	57,961,890.51	7.77
20	2033	57,961,890.51	57,961,890.51	0

Sumber : Analisis Data

Dari analisis *remaining life* diperoleh gambar 5.1 grafik penurunan umur rancangan perkerasan kaku pada jalan lingkar Pasir Putih Km.13 s/d Km.15. Didapat pada tahun 2019 sisa umur rencana sebesar 81,26% dan pengurangan sebesar 18,74% dan pada tahun 2020 sisa umur rencana sebesar 77,09% dan pengurangan sebesar 22,01%.



Gambar 5.1 Grafik Penurunan umur rencana perkerasan kaku
Sumber : Analisis Data

Hasil perbandingan nilai *cumulative* ESAL dan sisa pengurangan umur perkerasan jalan. Perbandingan nilai yang didapat dalam analisis ini, di dapat nilai *cumulative*ESAL sebesar 57.960.169,53 dan analisis dengan menggunakan metode AASHTO didapat penurunan sisa umur rencana pada tahun 2019 sebesar 81,26% dan terjadi pengurangan sebesar 18,74% di jalan Lingkar Pasir Putih Kabupaten Kampar Provinsi Riau, sedangkan pada Tesis Anndy Marskel, (2019) ruas jalan Provinsi Simpang Beringin – Maredan – Simpang Buatan, didapat nilai *cumulative*ESAL sebesar 8.917.947, dan terjadi pengurangan umur rencana pada tahun 2019 sebesar 12,17%, sehingga sisa umur tahun 2019 pada ruas jalan Provinsi Simpang Beringin – Maredan – Simpang Buatan 87,83%, sehingga perbandingan penurunan umur rencana jalan pada perkerasan rigid antara jalan lingkar Pasir Putih Km.13 s/d Km.15 dan ruas jalan Provinsi Simpang Beringin – Maredan – Simpang Buatan dengan angka 6,57 %.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian pada ruas jalan Lintas Timur - Pasir Putih Km.13 Desa Baru dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Analisis data lalu lintas harian rata-rata (LHR) pada ruas jalan Lingkar Pasir Putih Kabuapten Kampar Provinsi Riau untuk kendaraan ringan seperti sepeda motor, sedan, pick up, dengan jumlah kendaraan sebanyak 6555 unit dan untuk kendaraan berat seperti bus besar, truck 2 sumbu, truck 3 sumbu, truck 4 sumbu, trailer dengan jumlah kendaraan sebanyak 2419 unit. dari data tersebut dengan total LHR yang berjumlah 8974SMP/hari/2 arah.
2. Perhitungan faktor lalu lintas kendaraan didapat nilai ESAL total sebesar 12745,9237 dan hasil perhitungan nilai *Truck Factor* $5,2690 > 1$, dimana nilai itu menunjukkan kondisi kerusakan dikarenakan beban kendaraan yang melintas pada ruas jalan ini mengalami beban berlebih (*Over load*). dan nilai CESA selama 20 tahun sebesar 57,961,890.51, hasil dari hubungan antara nilai CESA dan tebal plat perkerasan beton didapat angka $7,76 = 7,76$. Dan dengan menggunakan teori *remaining life* didapat lah angka penerunan sisa umur rencana pada tahun 2019 sebesar 81,26% dan terjadi pengurangan sebesar 18,74% .

6.2 Saran

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

1. Dengan penurunan umur rencana jalan Perlu segera dilakukan penanganan terhadap tingkat kerusakan jalan. Selain itu agar tidak menimbulkan kerusakan yang lebih tinggi pada perkerasan *rigid* tersebut. Dalam upaya mengendalikan tingkat kerusakan jalan diharapkan perlu adanya pengawasan dilapangan agar dapat menyesuaikan muatan pada kendaraan – kendaraan yang melewati jalan Lingkar Pasir Putih Kabupaten Kampar Provinsi Riau Km.13 – Km 15.

2. Untuk mengembangkan penelitian ini dapat digunakan metode penelitian yang berbeda dan menambahkan variabel lain yang mempengaruhi sisa umur perkeraan jalan rigid.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO. 1993. *Guide for design of pavement structures*. Washington DC.
- Anddy Mars, Wiyono Sugeng. (2019) *Kajian kerusakan jalan pada ruas jalan Provinsi Simpang Beringin – Maredan – Simpang Buatan*.
- Apriady Fikry, (2018) *Pengaruh beban berlebih kendaraan berat terhadap umur rencana perkerasan kaku pada jalan di Ponogoro Cilacap*.
- Arief WM. Mulki, Wiyono Sugeng. (2018) *analisa beban kendaran terhadap kerusakan perkerasan jalan lentur (aspal) di jalan HR. Soebrantas Panam Kota Pekanbaru*.
- 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 Permukiman dan Prasarana Wilayah, Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga, 2005, *Pedoman Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur dengan Metoda Lendutan (Pd T-05-2005-B)*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2003, *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen (Pd T-14-2003)*. BSN.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2004, *pedoman survey pencacahan lalu lintas dengan cara manual. (Pd. T-19-2004-B)*.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2017, *Manual Desain Perkerasan Jalan*. Yayasan Badan Penerbit PU. Jakarta.
- FHWA. 2006. *Geotechnical Aspect of Pavement*. Washington DC.
- Khairul, Wiyono Sugeng (2013). *Kerusakan jalan akibat beban berlebih (overload) pada ruas jalan Petapahan – Kota Batak Km. 113 - Km. 98 Kabupaten Kampar Provinsi Riau*.
- NAASRA. 2004. *A Guide to The Visual Assesment of Pavement Condition*. Australia.

- Randi Anggista, (2017) *Analisis beban kendaraan terhadap derajat kerusakan dan umur sisa perkerasan studi kasus jalan lintas Sumatra Kecamatan Payung Sekaki.*
- Syarifudin Adnan, wiyono Sugeng. (2020) *Pengaruh beban sumbu berlebih terhadap kondisi beban jalan (overload / tidak overload) (studi kasus jalan sm. Amin kota pekanbaru.*
- Sentosa (2012),*“Analisis Dampak Beban Overloading Kendaraan pada Struktur Rigid Pavement Terhadap Umur Rencana Perkerasan (Studi Kasus Ruas Jalan Simp Lago – Sorek Km 77 S/D 78)”*.
- Sukirman, S. 1999. *Perkerasan Jalan Raya*, Penerbit NOVA, Bandung.
- Wiyono, Sugeng. (2013). *Pedoman hitungan pekerjaan perkerasan kaku jalan lingkaran Pekanbaru, kota Pekanbaru.*
- Zamri Muhammad, Wiyono Sugeng. (2014) *kajian daya rusak akibat beban berlebih (overload) pada ruas jalan Minas, Metode NAASRA dan Metode TRL.*
- Zulhafiz, Muhammad, Wiyono Sugeng. (2013). *Kerusakan jalan akibat beban berlebih (overload) pada ruas jalan lintas timur Km. 98 – Km. 103 Sorek Kabupaten pelalawan.*