

**ANALISA PENGARUH BEBAN BERLEBIH (*OVERLOAD*)
TERHADAP RENCANA PERKERASAN JALAN
MENGUNAKAN *NOTTINGHAM DESIGN METHOD*
PADA RUAS JALAN DUMAI - SEPAHAT**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi
Syarat-syarat Mencapai Gelar Sarjana Teknik



OLEH :

IRWAN

NPM : 123110045

**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2019**

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillahrabbi'l'amin, segala puji dan kehadiran ALLAH SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-nya sehingga peneliti dapat menyelesaikan penelitian ini.

Penelitian ini dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan Kurikulum Akademis guna menyelesaikan Program Studi Strata Satu (SI) pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Riau. Adapun Judul Tugas Akhir penulis adalah **ANALISA PENGARUH BEBAN BERLEBIH (*OVERLOAD*) TERHADAP RENCANA PERKERASAN JALAN MENGGUNAKAN *NOTTINGHAM DESIGN METHOD* PADA RUAS JALAN DUMAI - SEPAHAT**

Dalam menyelesaikan penelitian ini, peneliti banyak mendapatkan bantuan bimbingan dan gagasan yang membangun dari berbagai pihak sehingga peneliti dapat menyelesaikan penelitian ini.

Peneliti menyadari sepenuhnya tulisan ini masih jauh dari kekurangan, untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi mencapai kesempurnaan penelitian ini.

Akhir kata peneliti berharap agar penelitian ini nantinya dapat bermanfaat bagi semua pembaca, khususnya bagi peneliti sendiri dan mahasiswa Teknik Sipil Umumnya.

Pekanbaru, 22 Mei 2019

IRWAN

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah rabbil'alamin, puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini dengan judul **“Analisa Pengaruh Beban Berlebih (Overload) Terhadap Rencana Perkerasan Jalan Menggunakan *Nottingham Design Method* Pada Ruas Jalan Dumai - Sepahat”**. Penulisan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau. Penulis menyadari bahwa penelitian ini tidak akan terwujud tanpa adanya bantuan, dorongan dan motivasi dari berbagai pihak, oleh karena itu dalam penulisan Tugas Akhir ini tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. Syafrinaldi SH., MCL. selaku Rektor Universitas Islam Riau.
2. Bapak Ir. H. Abdul Kudus Zaini, MT., MS., Tr. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
3. Ibu Dr. Kurnia Hastuti, ST., MT. selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
4. Bapak M. Ariyon, ST., MT. selaku Wakil Dekan II Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
5. Bapak Ir. Syawaldi, M.Sc. selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
6. Ibu Dr. Elizar, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau dan sekaligus Penguji Tugas Akhir. .
7. Bapak Firman Syarif, ST., M.Eng. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
8. Bapak Prof. Dr. Ir. H Sugeng Wiyono, MMT. selaku Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau dan sekaligus Pembimbing Tugas Akhir.

9. Ibu Roza Mildawati, ST., MT. selaku Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau dan sekaligus Pembimbing Tugas Akhir.
10. Bapak Dr. Anas Puri, ST.,MT. selaku Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau dan sekaligus Penguji Tugas Akhir.
11. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau .
12. Bapak dan Ibu staff Tata Usaha serta karyawan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
13. Untuk kedua orang tua tercinta Alm Kh. H Jamaluddin Maimun dan ibu Hj Robiah yang tidak henti-hentinya mendo'akan dan senantiasa memberikan motivasi dan dukungan.
14. Untuk Abang dan Kakak tercinta, Zulfikar, Arina Daryati, Muhammad Azmi, Khairiat, Nurjannah, yang telah memberikan dukungan motivasi serta semangat.
15. Untuk Abg Samsul Komar SH, Syafrizal ST, Zurherman Syaputra ST, Syukron ST,
16. Untuk Kekasih Tersayang Sri Ponisih S.pd yang telah memberikan dukungan doa dan motivasinya.
17. Untuk para rekan dan sahabatku, senior dan junior seluruh angkatan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan masukan dan saran sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan

Semoga Allah SWT memberikan limpahan rahmat serta pahala yang berlipat ganda di dunia dan akhirat dikemudian hari. *Amin Ya Rabbal Alamin.*

Pekanbaru, 22 Mei 2019

IRWAN

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
UCAPAN TERIMA KASIH	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR NOTASI	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
ABSTRAK	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Umum.....	4
2.2 Penelitian Sebelumnya.....	4
2.3 Keaslian Penelitian.....	6
BAB III LANDASAN TEORI	7
3.1 Perkerasan Jalan.....	7
3.2 Fungsi Jalan.....	8
3.3 Kelas Jalan.....	9
3.4 Jenis Perkerasan Jalan.....	10
3.4.1 Kriteria Perkerasan Lentur.....	11
3.4.2 Susunan Lapisan Perkerasan Jalan.....	13

3.5	Distribusi Pembebanan Terhadap Lapisan Perkerasan Lentur	18
3.6	Material Lapisan Perkerasan Lentur	19
3.6.1	Tanah Dasar	20
3.6.2	Agregat	23
3.6.3	Aspal	24
3.7	Parameter Perencanaan Tebal Lapisan Perkerasan.....	27
3.7.1	Peranan Dan Tingkat Pelayanan	27
3.7.2	Susunan Tanah Dasar	28
3.7.3	Sifat dan Jenis Bahan Perkerasan.....	28
3.7.4	Faktor Regional (FR).....	28
3.8	Koefisien sumbu beban kendaraan	29
3.9	Aspek Lalu Lintas	32
3.9.1	Sistem Jaringan Jalan	32
3.9.2	Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR)	33
3.9.2.1	Analisa Sifat dan Peningkatan Jalan	34
3.9.2.2	Kecepatan Rencana	35
3.9.2.3	Umur Rencana.....	36
3.9.4	Arus dan Komposisi Lalu-Lintas	38
3.10	Beban Lalu Lintas.....	39
3.11	Angka Ekuivalen Beban Gandar Standar Kendaraan.....	41
3.11.1	Structural Number.....	42
3.11.2	Indek Permukaan Pada Akhir Umur Rencana.....	43
3.12	Beban Berlebih (<i>overload</i>)	44
3.13	Tegangan (<i>Stress</i>).....	45
3.14	Regangan (<i>Strain</i>)	46
3.15	Konsep Metode Analitis	46
3.15.1	Desain Temperatur.....	47
3.15.2	Beban Gandar Standar.....	48
3.15.3	Kekakuan Tanah Dasar dan Material Berbutir.....	48
3.15.4	Kekakuan Bitumen.....	50
3.15.5	Kekakuan Campuran Elastik.....	51

3.15.6	Prediksi Umur Pelayanan.....	52
--------	------------------------------	----

BAB IV METODE PENELITIAN 55

4.1	Lokasi Penelitian.....	55
-----	------------------------	----

4.2	Teknik Pengumpulan Data	55
-----	-------------------------------	----

4.3	Tahap Pelaksanaan Penelitian.....	56
-----	-----------------------------------	----

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 58

5.1	Gambaran Umum Objek Penelitian.....	58
-----	-------------------------------------	----

5.2	Temperatur <i>Design</i>	58
-----	--------------------------------	----

5.3	Lama Pembebanan.....	59
-----	----------------------	----

5.4	Nilai Kekakuan Tanah Dasar.....	59
-----	---------------------------------	----

5.5	Nilai Kekakuan Bitumen dan Kekakuan Campuran Elastik	60
-----	------------------------------------------------------------	----

5.6	Analisa Perancangan Tebal Perkerasan Jalan.....	63
-----	-------------------------------------------------	----

5.7	Hasil Analisa Angka Ekuivalen Jenis Kendaraan	63
-----	-----------------------------------------------------	----

5.8	Hasil Analisa Masa Dan Umur Pelayanan	64
-----	---------------------------------------------	----

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN..... 67

6.1	Kesimpulan.....	67
-----	-----------------	----

6.2	Saran-saran	67
-----	-------------------	----

DAFTAR PUSTAKA..... 68

LAMPIRAN A

LAMPIRAN B

LAMPIRAN C

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1 Klasifikasi Jalan Raya dan Penetapan Kelas Standar	9
3.2 Faktor Regional	29
3.3 Angka Ekuivalen Beban Sumbu Kendaraan	30
3.4 Jumlah Jalur Berdasarkan Lebar Perkerasan	31
3.5 Koefisien Distribusi Kendaraan	31
3.6 Faktor Ekuivalen Kendaraan	33
3.7 Konfigurasi Berat Kendaraan	34
3.8 Klasifikasi Jalan Menurut Volume Lalu-Lintas	37
3.9 Distribusi Lajur	40
3.10 Koefisien Distribusi Kendaraan	41
3.11 Angka Ekuivalen Kendaraan	42
3.12 Indek Permukaan Pada Awal Umur rencana IP_0	43
3.13 Indek Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IPt)	43
5.1 Rekapitulasi Hasil Perhitungan	63
5.2 Data Lalu Lintas Ruas Jalan Dumai-Sepahat	64
5.3 Rekapitulasi Perhitungan Umur Rencana Pelayanan Jalan	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
3.1 Susunan Lapisan Konstruksi Perkerasan Lentur	13
3.2 Susunan Lapisan Konstruksi Perkerasan Kaku	14
3.3 Pendistribusian Beban Roda Terhadap Perkerasan.....	18
3.4 Kondisi Tanah Dasar.....	20
3.5 Contoh Grafik CBR.....	23
3.6 Sumbu standar 8,16.....	48
3.7 Variasi koefisien kekuatan relatif lapis pondasi granular (a_2).....	49
3.8 Variasi koefisien kekuatan relatif lapis pondasi granular (a_3).....	50
4.1 Peta Lokasi Penelitian	55
4.2 Bagan Alir Perhitungan Nottingham Design Method.....	57
5.1 Pengaruh Variasi Beban Berlebih Terhadap Rencana Pelayan Jalan	65

DAFTAR NOTASI

ΔL	= Pertambahan panjang (m).
Ez	= Asphalt mix vertical strain (Micro Strain)
Et	= Asphalt mix tensile strain (Micro Strain).
A	= Luas penampang (m ²).
AC-Base	= Asphalt Concrete Base.
AC-BC	= Asphalt Concrete Binder.
AC-WC	= Asphalt Concrete-Wearing Course.
a ₂	= Koefisien kekuatan relatif lapis pondasi atas.
a ₃	= Koefisien kekuatan relatif lapis pondasi bawah.
C	= Nilai koefisien distribusi kendaraan ringan dan berat.
CBR	= California Bearing Ratio
DLLAJR	= Dinas Lalu Lintas Angkutan Jalan Raya.
DD	= Faktor distribusi arah.
DL	= Faktor distribusi lajur.
E	= Angka Ekuivalen
Fr	= Rut factor, adalah konstanta yang digunakan untuk menghitung besarnya nilai umur rencana pada kondisi deformasi. Besarnya nilai Rut factor adalah 1,00 untuk Hot rolled asphalt, 1,56 untuk Dense bitumen macadam, 1,37 untuk Modified rolled asphalt, dan 1,52 untuk Modified dense bitumen macadam.
H	= Ketebalan lapisan beraspal (mm).
G	= Tingkat pertumbuhan lalulintas (% pertahun).
IPt	= Indeks permukaan pada akhir umur rencana.
IP0	= Indeks permukaan pada awal umur rencana.
JMF	= Job Mix Formula, rumus perbandingan campuran hasil rancangan campuran yang digunakan.
K	= Konstanta retak leleh 46,82 untuk kondisi kritis dan 46,06 untuk kondisi kegagalan.
LHR	= Jumlah rata-rata lalulintas kendaraan bermotor beroda 4 atau lebih yang dicatat selama 24 jam sehari untuk kedua jurusan.

L	= Panjang awal
LL	= Liquid Limit (%).
MSA	= Milion standard axles.
N	= Umur pelayanan perkerasan jalan (Million Standard Axles).
PI	= Plastisitas indeks (%).
Pi	= Nilai penetrasi aspal awal.
PIr	= Recovered Penetration index.
PP	= Peraturan Pemerintah.
Sb	= Kekakuan bitumen (MPa).
Sg	= Elastic stiffness pada lapis granuler (MPa).
SKBI	= Standar Konstruksi Bangunan Indonesia.
Sme	= Kekakuan campuran elastik (MPa).
SN	= Structural number.
SNI	= Standar Nasional Indonesia.
SPr	= Softening Point Recovered (temperature titik lembek) (°C).
Ss	= Elastic stiffness pada tanahdasar (MPa).
T	= Suhu rata-rata tahunan (°C).
TAI	= The Asphalt Intsitute.
t	= Waktu pembebanan lalu lintas yang bekerja pada lapis perkerasan jalan (detik).
UR	= Umur Rencana
V	= Kecepatan kendaraan (km/jam).

ANALISA PENGARUH BEBAN BERLEBIH (*OVERLOAD*) TERHADAP RENCANA PERKERASAN JALAN MENGGUNAKAN *NOTTINGHAM DESIGN METHOD* PADA RUAS JALAN DUMAI - SEPAHAT

IRWAN

123110045

Abstrak :

Seiring dengan tingkat kepadatan lalu lintas yang melintas pada perkerasan jalan lentur dan perkerasan jalan beton menyebabkan berbagai kendala, yaitu kerusakan pada bagian konstruksi jalan dan berkurangnya umur pelayanan, penyebab dari kerusakan itu adalah beban muatan kendaraan yang berlebih (*overload*). Berkaitan dengan hal tersebut dalam penelitian ini akan dibahas mengenai pengaruh beban berlebih (*overload*) dengan variasi beban yaitu, beban gandar standar 8,16 ton, 9%, 18%, 27% dan 36% lebih dari beban gandar standar, sehingga pengaruh beban berlebih (*overload*) terhadap umur pelayanan jalan dapat diketahui.

Dalam perhitungan umur pelayanan jalan pada penelitian ini, data-data pendukung seperti data lalu lintas harian rata-rata (LHR), data CBR, data geometric jalan, dan lain sebagainya diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Dan Penataan Ruang Provinsi Riau. Data - data yang sudah terkumpul kemudian dianalisis menggunakan *Nottingham Design Method* untuk mencari nilai yang dibutuhkan, kemudian menganalisis *stress* dan *strain* untuk kondisi *fatigue* (ϵt) dan deformasi (ϵz) yang dipakai untuk menghitung besarnya umur pelayanan jalan.

Berdasarkan hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa kelebihan beban kendaraan (*overload*) mempengaruhi pengurangan umur pelayanan jalan. Pengurangan umur pelayanan jalan untuk kondisi *fatigue* dan deformasi pada beban sumbu gandar standar sebesar 9%, 18%, 27% dan 36% lebih dari beban gandar standar masing-masing adalah 40,8%, 63,7%, 76,7%, 84,85% dan 25,5%, 43,3%, 55,55%, 65,11%.

Kata kunci: Perkerasan Jalan, *Nottingham Design Method*, *Overload*, Umur Pelayanan.

ANALYSIS OF OVERLOAD ON THE ROAD PAVEMENT PLAN USING NOTTINGHAM DESIGN METHOD ON JALAN DUMAI-SEPAHAT RUAS

IRWAN

123110045

Abstract:

Along with the level of traffic congestion on flexible road service and concrete road service which cause various obstacles, namely damage to the part of road construction and reduced service life, the cause of the damage is excessive vehicle load (overload). In this regard, this study will discuss the effect of overload with load variations, namely, standard axle loads of 8.16 tons, 9%, 18%, 27% and 36% more than standard axle loads, so that the effect of overload (overload) to the age of the road service can be known.

In calculating the age of road service in this study, supporting data such as average daily traffic data (LHR), CBR data, road geometric data, etc. were obtained from the Office of Public Works and Spatial Planning of Riau Province. The collected data is then analyzed using the Nottingham Design Method to find the required value, then analyze stress and strain for fatigue (ϵ_t) and deformation (kondisiz) conditions used to calculate the age of the road service.

Based on the calculation results it can be concluded that overloaded vehicles (overload) affect the reduction in the age of the road service. Reduction in the design life for fatigue conditions and deformations in standard axle loads of 9%, 18%, 27% and 36% more than standard axle loads are 40,8%, %, 63,7%, 76,7%, 84,85% and 25,5%, 43,3%, 55.55%, 65,11%.

Keywords: Road Pavement, Nottingham Design Mehod, Overload, Age service.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan raya merupakan salah satu prasarana transportasi terpenting, sehingga *design* perkerasan yang baik adalah suatu keharusan, selain dapat menjamin kenyamanan pengguna jalan perkerasan yang baik juga diharapkan dapat memberikan rasa aman dalam mengemudi. Salah satu ruas yang perlu dilakukan perkerasan jalan adalah ruas jalan Dumai - Sepahat. Ruas jalan ini merupakan ruas yang digunakan sebagai jalan lintas yang banyak dilalui kendaraan. Ruas jalan ini mulai resmi digunakan pada tahun 2008 dengan umur pelayanan selama 10 tahun, namun hingga tahun 2018 kondisi jalan ini telah mengalami kerusakan seperti banyaknya jalan yang berlubang. Kerusakan tersebut dapat mengakibatkan ketidaknyamanan bagi pengguna jalan dan dapat mengakibatkan kecelakaan. Oleh sebab itu, dalam upaya peningkatan penggunaan ruas jalan Dumai - Sepahat maka perlu dilakukan perencanaan perkerasan jalan tersebut serta menganalisa pengaruh beban berlebih (*overload*) terhadap umur rencana perkerasan jalan.

Selama ini upaya yang dilakukan untuk memperbaiki kerusakan jalan adalah dengan penambahan lapisan perkerasan lentur. Umumnya metode perencanaan perkerasan lentur jalan baru dapat dibedakan menjadi dua, yaitu metode empiris dan metode analitis. Metode *analitis* yang dapat digunakan untuk merencanakan perkerasan lentur untuk jalan baru, namun di Indonesia metode ini belum terlalu dikenal oleh masyarakat luas (Prasetyo, 2012). Metode ini dikembangkan berdasarkan sifat tegangan dan regangan pada setiap lapis perkerasan. Keunggulan menggunakan metode analitis dalam merencanakan perkerasan jalan lentur baru adalah dapat menganalisis berbagai macam material yang diinginkan dengan waktu yang cukup singkat, apabila data yang berhubungan dengan metode ini sudah

diketahui. Salah satu metode analitis yang dapat digunakan adalah *Nottingham Design Method*.

Berlatar belakang dari permasalahan di atas, maka pada Tugas Akhir ini akan meneliti dengan judul Analisa Pengaruh Beban Berlebih (*overload*) Terhadap Rencana Perkerasan Jalan Menggunakan *Nottingham Design Method* pada ruas Dumai – Sepahat.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Berapakah besarnya pengaruh beban berlebih (*overload*) terhadap pengurangan umur pelayanan jalan untuk kondisi fatigue pada ruas jalan Dumai – Sepahat ?
2. Berapakah besarnya pengaruh beban berlebih (*overload*) terhadap pengurangan umur pelayanan jalan untuk kondisi deformasi pada ruas jalan Dumai – Sepahat ?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menghitung besarnya pengaruh beban berlebih (*overload*) terhadap umur pelayanan jalan untuk kondisi fatigue pada ruas jalan Dumai – Sepahat.
2. Menghitung besarnya pengaruh beban berlebih (*overload*) terhadap umur pelayanan jalan untuk kondisi deformasi pada ruas jalan Dumai – Sepahat.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Untuk menambah wawasan di bidang Teknik Sipil, khususnya bidang perkerasan jalan.
2. Sebagai referensi untuk acuan dan pengambilan kebijakan yang dalam hal ini adalah, Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Provinsi Riau, Dinas Angkutan Jalan Raya.

1.5 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini peneliti perlu membatasi masalah, yang bertujuan agar pembahasan tidak meluas dan batasannya menjadi jelas. Adapun yang menjadi batasan masalah adalah sebagai berikut :

1. Data *California Bearing Ratio* (CBR) tanah dasar, lapis pondasi bawah dan lapis pondasi atas yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Riau
2. Beban kendaraan (*overload*) tidak diukur langsung di lapangan, tetapi diasumsikan dari variasi beban sumbu gandar standar, yaitu beban standar, 9%, 18%, 27% dan 36% dari beban standar.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Tinjauan Pustaka ini akan diuraikan beberapa penelitian perencanaan perkerasan jalan yang telah dilakukan diberbagai kalangan mahasiswa. Dari beberapa penelitian ini hanya memiliki kesamaan teori yang berkaitan dengan judul, tetapi berbeda lokasi penelitian.

2.2 Penelitian Sebelumnya

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

Elianora (2017), Varian Tebal Lapis Tambah (*Overlay*) Berdasarkan Faktor Keseragaman (FK) Pada Jalan Kelakap Tujuh Dumai - Riau. Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan atau mengembalikan kemampuan dan pelayanan jalan dengan melakukan tebal lapis tambah (*overlay*). Pada penelitian ini perencanaan *overlay* secara non destruktif berdasarkan lendutan balik, dilakukan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2013. Hasil analisis menunjukkan nilai ekivalen beban sumbu standar selama umur rencana 10 tahun sebesar 6.546.500,63 ESA. Dengan melakukan pembagian segmen untuk mendapatkan variasi faktor keseragaman (FK) dan tebal lapis tambah (*overlay*) yang berbeda maka diperoleh hasil pada segmen 1 Sta 00+000 s/d Sta 00+550 FK 24% *overlay* 4,1 cm, segmen 2 Sta 00+550 s/d Sta 01+200 FK 19% *overlay* 7,2 cm, segmen 3 Sta 01+200 s/d Sta 01+750 FK 19% *overlay* 8 cm dan segmen 4 Sta 01+750 s/d Sta 02+300 FK 11% *overlay* 9 cm.

Simanjuntak (2014) Analisis Pengaruh Muatan Lebih (*Overloading*) Terhadap Kinerja Jalan Dan Umur Rencana Perkerasan Lentur Pada Ruas Jalan Raya Pringsurat,Ambarawa - Magelang. Tujuan penelitian ini adalah menghitung volume

lalu lintas pada ruas Bawen – Pringsurat tahun 2014 adalah sebesar 1.462,60 smp/jam dengan nilai DS 0,49. Hasil prediksi pada tahun 2024 diperkirakan menjadi 2.332,97 smp/jam, sehingga diperoleh nilai DS sebesar 0,78. Dalam menganalisis digunakan Metode Bina Marga 2002 analisis perkerasan eksisting menggunakan dua jenis beban, yaitu beban standar (dengan mengacu pada jumlah beban yang diijinkan atau JBI) dan beban faktual (hasil survei). Beban kendaraan standar tersebut mempunyai kelas jalan MST 10 ton sedangkan untuk beban faktual di Jembatan Timbang mencapai MST 12 ton. Hasil analisis menunjukkan struktur perkerasan eksisting hanya dapat menahan beban overload selama 5,6 tahun dari umur rencana 10 tahun.

Prasetyo (2012), Analisa Pengaruh Beban Berlebih (Overload) Terhadap Umur Perkerasan Jalan Menggunakan Nottingham Design Method Pada Ruas Jalan Pantura Tujuan Penelitian ini adalah menghitung Pengurangan umur rencana untuk kondisi *fatigue* dan deformasi untuk beban 5%, 10%, 15% dan 20% lebih dari beban gandar standard. Analisis menggunakan metode *Nottingham Design Method*, kemudian menganalisis *stress* dan *strain* untuk kondisi *fatigue* (ϵt) dan deformasi (ϵz) yang dipakai untuk menghitung besarnya umur rencana perkerasan jalan. Berdasarkan hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa kelebihan beban kendaraan (*overload*) mempengaruhi pengurangan umur rencana perkerasan jalan sebesar 19,10%, 33,84%, 45,48%, 54,79%, dan 14,31%, 26,24%, 36,12%, 44,51%.

Sentosa (2012), Analisis Dampak Beban *Overloading* Kendaraan pada Struktur *Rigid Pavement* Terhadap Umur Rencana Perkerasan Pada Ruas Jalan Simp Lago – Sorek Km 77 S/D 78. Tujuan penelitian ini adalah menghitung penurunan umur layan sebesar 8 tahun dari 20 tahun umur rencana. Metode yang digunakan adalah AASHTO 1993. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sumbu beban kendaraan lebih dari 17,98% melebihi beban gandar maksimum. 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%.

2.3 Keaslian Penelitian

Pada penelitian tentang Analisa Pengaruh Beban Berlebih (*Overload*) Terhadap Rencana Perkerasan Jalan Menggunakan *Nottingham Design Method* pernah diteliti sebelumnya. Perbedaan penelitian ini dan penelitian sebelumnya adalah Penelitian ini menggunakan variasi beban gandar standar sebesar 9%, 18%, 27% dan 36%, kemudian penelitian ini dilakukan pada lokasi Ruas Jalan Dumai - Sepahat dan penelitian ini berbeda waktu pelaksanaan dengan penelitian sebelumnya.



BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Perkerasan Jalan

Pengembangan teknologi pada bidang terus mengalami kemajuan salah satunya yaitu pembangunan jalan. Jalan yang merupakan suatu prasarana perhubungan darat dalam bentuk apapun (pada permukaan tanah, melintas sungai/danau/laut, dibawah permukaan tanah, terowongan) meliputi segala bagian termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapan lainnya yang dapat digunakan bagi lalu-lintas (kendaraan, orang, dan barang-barang). Teknologi jalan dimulai dengan dikenalnya jalan tanah. Jalan tanah adalah jalan yang dibuat dengan meratakan permukaan tanah dasar dan dipadatkan secara sederhana (Sukirman, 1999). Permukaan tanah dasar pada umumnya tidak mampu menahan beban kendaraan di atasnya sehingga diperlukan suatu konstruksi yang dapat menahan dan mendistribusikan beban lalu-lintas yang diterimanya. Jenis konstruksi ini dikenal sebagai perkerasan (*pavement*). Sukirman (1999), mendefenisikan perkerasan jalan merupakan penambahan lapisan perkerasan diatas tanah dasar yang disesuaikan dengan kondisi dan tingkat pelayanannya. Pada umumnya perkerasan jalan ini biasanya memperhatikan ketentuan-ketentuan standar yang baku, sehingga memerlukan pembiayaan yang besar. Salah satu kegunaan perkerasan jalan adalah untuk memikul beban lalu-lintas pada lapisan permukaan dan meyebarkannya kelapisan tanah dasar, tanpa menimbulkan perbedaan penurunan yang dapat merusak struktur tanah dasar.

Dalam merencanakan suatu konstruksi jalan khususnya konstruksi perkerasan jalan raya agar hendaknya susunan konstruksi lapisan perkerasan yang direncanakan haruslah benar-benar memenuhi standar dengan produk akhir yang mempunyai kemampuan tinggi, sesuai dengan fungsi dan peranannya secara optimal, untuk dapat memberikan pelayanan dan kenyamanan pada sipengguna jalan tersebut. Hal ini akan sulit sekali dan mungkin mendapat permasalahan, karena sering kali dihadapkan pada permasalahan yang timbul oleh suatu daerah.

Untuk mengantisipasi permasalahan-permasalahan yang mungkin terjadi, maka dalam merencanakan suatu konstruksi dalam merencanakan suatu konstruksi jalan haruslah memperhatikan beberapa (Sukirman, 1999), yaitu :

1. Tingkat pertumbuhan lalu-lintas, dimana volume lalu-lintas terus mengalami peningkatan .
2. Kondisi daerah yang akan dibangun, merupakan tantangan alam yang tidak dapat dihindari sehingga memerlukan kecermatan yang tepat untuk membangun jalan agar memiliki kenyamanan pada pengguna jalan.
3. Kondisi lalu-lintas yang akan menggunakan jalan, merupakan keragaman dari kendaraan yang melewati jalan tersebut terlebih lagi pada beban kendaraan yang melebihi beban yang di iijinkan
4. Material yang akan digunakan, merupakan bahan untuk pelapisan perkerasan agar beban yang terjadi pada permukaan perkerasan dapat didistribusikan dengan baik ketanah dasar
5. Pelayanan jalan, memberikan keamanan dan kenyamanan pada sipengguna jalan.

3.2 Fungsi Jalan

Jalan dibedakan berdasarkan peruntukannya menjadi jalan umum dan jalan khusus. Jalan umum adalah jalan yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum, sedangkan jalan khusus adalah jalan yang dibangun oleh instansi, atau badan usaha, dan bukan dipergunakan bagi lalu lintas umum dalam rangka pendistribusian barang dan jasa yang dibutuhkan. Berdasarkan fungsi jalan, yaitu (Sukirman, 1999):

1. Jalan arteri, yaitu jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan Rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna.
2. Jalan kolektor, adalah jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, dan jumlah masuk dibatasi.

3. Jalan lokal, adalah jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah dan juga jalan masuk tidak dibatasi.
4. Jalan lingkungan, adalah jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah.

3.3 Kelas Jalan

Secara umum dapat digambarkan kelas jalan menurut Spesifikasi Standar Perencanaan Geometrik Jalan Luar Kota, (PGJLK , 1990), Direktorat Jendral Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum, adalah seperti pada Tabel 3.1 (Sukirman, 1999).

Tabel 3.1. Klasifikasi Jalan Raya dan Penetapan Kelas Standar (Sukirman, 1999).

Fungsi & Kecepatan Minimal	Medan	Volume Lalu-lintas Rencana = VLR (SMP/Hari)					
		> 50.000	50.000	> 30.000	> 10.000	10.000 ≥	1.000 ≥
Jalan Arteri 60 km/jam	Datar	Kelas 1	Kelas 2	-	-	-	-
	Berbukit						
	Gunung	Kelas 1 *)	Kelas 2 *)	-	-	-	-
Jalan Kolektor 40 km/jam	Datar	-	-	Kelas 3	Kelas 3	Kelas 4	-
	Berbukit						
	Gunung	-	-	Kelas 3 *)	Kelas 3 *)	Kelas 4 *)	-
Jalan Lokal 20 km/jam	Datar	-	-	-	Kelas 3	Kelas 4	Kelas 5
	Berbukit						
	Gunung	-	-	-	Kelas 3 *)	Kelas 3 *)	Kelas 5 *)

Dari Tabel 3.1 dapat diuraikan Kelas khusus disiapkan untuk medan pegunungan yang mempunyai kecepatan rencana satu tingkat lebih rendah dibandingkan kelas-kelas untuk perbukitan. Kecepatan rencana, pada suatu ruas jalan adalah kecepatan yang dipilih sebagai dasar perencanaan geometrik jalan yang

memungkinkan kendaraan–kendaraan bergerak dengan aman dan nyaman dalam kondisi cuaca yang cerah, lalu lintas yang lengang, dan pengaruh samping jalan yang tidak berarti (Sukirman, 1994). Untuk kondisi medan yang sulit, kecepatan rencana suatu segmen jalan dapat diturunkan dengan syarat bahwa penurunan tersebut tidak lebih dari 20 km/jam.

3.4 Jenis Perkerasan Jalan

Pada saat tanah dibebani, maka beban akan menyebar kedalam tanah dalam bentuk gaya-gaya. Gaya-gaya ini menyebar sedemikian rupa sehingga dapat menyebabkan lendutan dan pada akhirnya terjadi penurunan. Maka diperlukan suatu lapisan tambahan tanah dasar untuk menahan gaya-gaya tersebut.

Sukirman (1999), menyatakan jenisnya perkerasan jalan dibagi atas dua golongan besar, diantaranya yaitu :

a. Jalan Tanpa Perkerasan (Jalan Tanah).

Jalan tanpa perkerasan (jalan tanah) adalah jalan yang tidak mengalami perkerasan sama sekali dan hanya merupakan jalan tanah yang dipadatkan sekedarnya. Biasanya jalan ini berupa jalan setapak yang sering dilalui manusia dan kendaraan tak bermotor yang biasanya dibuat oleh penduduk setempat, karena jalan ini biasanya memperhatikan ketentuan standar yang berlaku sehingga tidak memerlukan pembiayaan yang begitu berarti.

b. Jalan Dengan Perkerasan.

Jalan dengan perkerasan adalah jalan yang telah mengalami penambahan lapisan perkerasan diatas tanah dasar yang sesuai dengan tingkat pelayanannya. Jalan ini biasanya memperhatikan ketentuan-ketentuan standar yang baku, sehingga memerlukan pembiayaan yang besar. Oleh karena itu jalan ini biasanya ditangani oleh pemerintah, perusahaan ataupun swadaya masyarakat dengan mengumpulkan dana.

Salah satu kegunaan perkerasan jalan adalah untuk memikul beban lalu-lintas pada lapisan permukaan dan meyebarkannya kelapisan tanah dasar, tanpa menimbulkan perbedaan penurunan yang dapat merusak struktur tanah dasar.

Perkerasan jalan ini berdasarkan material dan pendistribusian beban lalu-lintas dapat dibedakan atas 3 jenis, yaitu :

1. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*).

Konstruksi perkerasan yang bersifat elastis jika menerima beban, sehingga memberikan rasa aman dan kenyamanan bagi pemakai jalan yang menggunakan bahan pengikat dari aspal.

2. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*).

Konstruksi yang terdiri dari pelat beton semen yang bersambung (tidak menerus) tanpa atau dengan tulangan atau menerus dengan tulangan yang terletak diatas lapis pondasi bawah, tanpa atau dengan pengaspalan sebagai lapis aus.

3. Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*).

Perpaduan antara kekerasan lentur dengan perkerasan kaku yang dapat berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku ataupun sebaliknya.

3.4.1 Kriteria Perkerasan Lentur

Agar jalan dapat memberikan rasa aman dan nyaman kepada si pemakai jalan, maka konstruksi perkerasan lentur jalan raya harus memenuhi syarat-syarat tertentu yang dapat dikelompokkan menjadi 2 kelompok :

1. Persyaratan Struktural

Konstruksi perkerasan jalan dipandang dari segi kemampuan memikul dan menyebarkan beban, haruslah memenuhi syarat-syarat, diantaranya :

- a. Ketebalan yang cukup sehingga mampu menyebarkan beban/muatan lalu-lintas ke tanah dasar.
- b. Kedap terhadap air, sehingga air tidak mudah meresap kelapisan di bawahnya.
- c. Permukaan mudah mengalirkan air, sehingga air hujan yang jatuh diatasnya dapat cepat dialirkan.

d. Kontruksi harus cukup kuat, mampu memikul beban lalu-lintas sehingga tidak mudah hancur.

2. Persyaratan Fungsional

Kontruksi perkerasan lentur dipandang dari segi keamanan dan kenyamanan berlalu-lintas haruslah memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

- a. Permukaan yang rata, tidak bergelombang, dan tidak melendut.
- b. Permukaan tidak mengkilap, tidak silau jika kena sinar matahari atau lampu.
- c. Permukaan cukup kasar, memberikan gesekan yang baik antara ban dan permukaan sehingga tidak mudah selip.

Untuk dapat memenuhi hal-hal tersebut diatas, didalam perencanaan dan pelaksanaan konstruksi perkerasan lentur jalan harus mencakup :

1. Perencanaan tebal masing-masing lapisan perkerasan

Dengan memperhatikan daya dukung tanah dasar, beban lalu-lintas yang dipikul, keadaan lingkungan, jenis lapisan yang dipilih, dapatlah ditentukan tebal masing-masing perkerasan berdasarkan cara-cara perhitungan yang ada.

2. Analisa campuran bahan

Dengan memperhatikan mutu dan jumlah bahan setempat yang tersedia, direncanakan suatu susunan campuran tertentu sehingga terpenuhi spesifikasi dari jenis lapisan yang dipilih

3. Pengawasan pelaksanaan pekerjaan

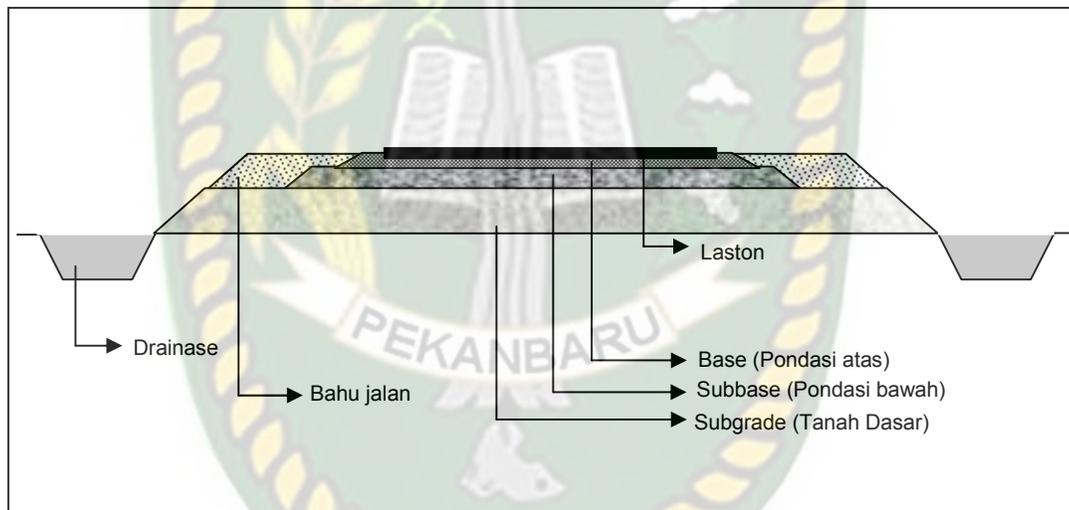
Perencanaan tebal perkerasan yang baik, susunan campuran yang memenuhi syarat, belumlah dapat menjamin dihasilkannya lapisan perkerasan yang memenuhi apa yang diinginkan jika tidak dilakukan pengawasan pelaksanaan yang cermat mulai dari tahap penyiapan lokasi dan material sampai tahap pencampuran atau penghamparan dan akhirnya pada tahap pemadatan dan pemeliharaan.

3.4.2 Susunan Lapisan Perkerasan Jalan

Konstruksi perkerasan jalan terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakkan dan disusun diatas tanah dasar yang telah dipadatkan. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu-lintas dan menyebarkan ke lapisan dibawahnya.

Susunan lapisan perkerasan jalan didasarkan atas jenis perkerasannya terbagi atas dua jenis(Kusumawati, 2000), yaitu :

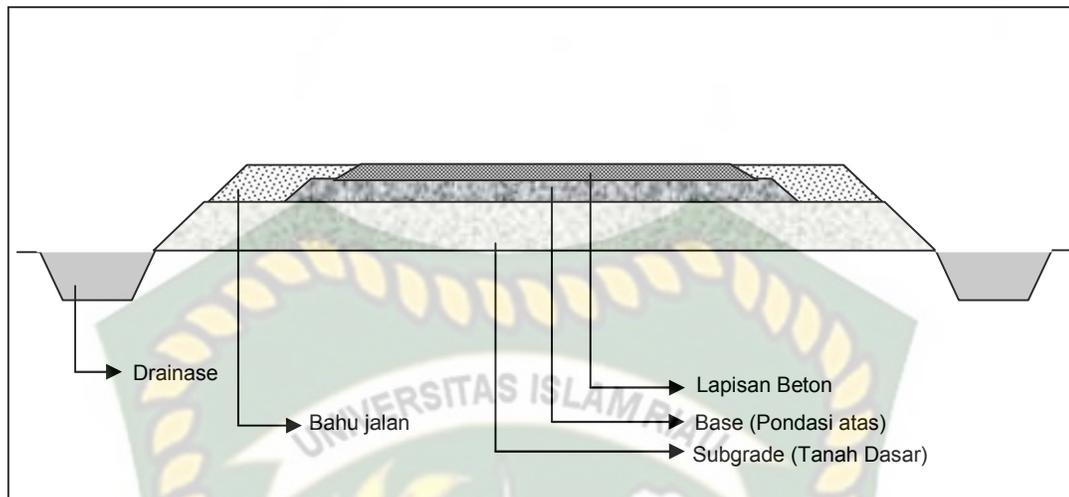
1. Susunan lapisan jenis perkerasan lentur terdiri dari :
 - a. Lapisan Permukaan (*Surface Coarse*).
 - b. Lapisan Pondasi/Pondasi Atas (*Base Coarse*).
 - c. Lapisan Pondasi Bawah (*Sub Base Coarse*).
 - d. Lapisan Tanah Dasar (*Sub Grade*).



Gambar 3.1. Susunan Lapisan Konstruksi Perkerasan Lentur (Kusumawati, 2000)

Dari Gambar 3.1 dapat diuraikan struktur lapisan konstruksi perkerasan lentur terdiri dari lapis aspal beton (laston), Base (pondasi atas), Subbase (pondasi bawah) dan Subgrade (tanah dasar).

2. Susunan lapisan perkerasan kaku terdiri dari :
 - a. Lapisan Perkerasan
 - b. Lapisan Pondasi Bawah (*Sub Base Coarse*)
 - c. Lapisan Tanah Dasar (*Sub Grade*)



Gambar 3.2. Susunan Lapisan Konstruksi Perkerasan Kaku (Kusumawati, 2000)

Dari Gambar 3.2 dapat diuraikan struktur susunan lapisan konstruksi perkerasan kaku terdiri dari lapisan beton, Base (pondasi atas), dan Subgrade (tanah dasar).

1. Lapisan Tanah Dasar

Lapisan tanah dasar (*sub grade*) adalah permukaan tanah asli/ permukaan galian/permukaan tanah timbunan yang dipadatkan dan merupakan bagian lapisan paling bawah dari perkerasan.

Lapisan tanah dasar ini berfungsi sebagai berikut :

- Bagian dari konstruksi perkerasan yang menerima yang menerima seluruh pembebanan yang terjadi di atasnya.
- Merupakan permukaan dasar untuk perletakan elemen-elemen perkerasan
- Merupakan bentuk dasar dari lapisan perkerasan

Pada umumnya persoalan yang menyangkut tanah dasar adalah :

- Perubahan bentuk tetap (deformasi permanen) dari macam tanah tertentu akibat beban lalu-lintas .
- Sifat pengembangan dan penyusutan dari tanah tertentu akibat perubahan kadar air.

- c. Daya dukung tanah yang tidak merata dan sukar ditentukan secara pasti pada daerah dengan macam tanah yang sangat berbeda sifat dan kedudukannya atau akibat pelaksanaannya.
- d. Lendutan dan lendutan balik selama dan sesudah pembebanan lalu-lintas dari macam tanah tertentu.
- e. Tambahan pemadatan akibat beban lalu-lintas dan penurunan yang diakibatkannya, yaitu pada tanah berbutir kasar (*granular soil*) yang tidak dipadatkan secara baik pada saat pelaksanaan.

Sedapat mungkin mencegah timbulnya persoalan diatas maka tanah dasar harus dikerjakan sesuai dengan Peraturan Pelaksanaan Pembangunan Jalan Raya. Mengingat fungsi *sub grade* adalah menerima semua gaya yang ditimbulkan oleh semua beban diatasnya, maka sub grade haruslah mempunyai daya dukung yang cukup, untuk dilakukan upaya perbaikan bisa dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- a. Secara dinamis, yaitu dengan memadatkan dengan alat pemadat mekanis jika perlu dengan peralatan sejenis *vibrating roller*.
- b. Memperbaiki gradasi, yaitu dengan menambahkan (mencampurkan) dengan jenis material berbutir agar didapat butiran yang bervariasi sehingga dengan demikian daya dukung akan lebih tinggi.
- c. Dengan stabilisasi kimia, yaitu dengan mencampurkan zat kimia untuk membentuk kristal-kristal atau partikel.
- d. Membongkar dan mengganti atau yang lebih lazim dikenal dengan istilah *change material*, adalah dengan mengganti material tersebut dengan mendatangkan material yang bermutu baik.

Sebelum melaksanakan pekerjaan lapisan perkerasan, terlebih dahulu melakukan pemadatan tanah dasar dengan tujuan :

- a. Menaikkan kekuatan tanah dasar
- b. Mengurangi penurunan
- c. Mengurangi pengaruh air terhadap tanah

Kepadatan tanah dasar dipengaruhi oleh 3 faktor utama, yaitu :

a. Kadar air tanah

Agar tanah yang dipadatkan mencapai berat volume kering maksimum, haruslah dilakukan pemadatan pada kadar air yang optimum.

b. Jenis Tanah

Ada tanah yang mudah dipadatkan tetapi juga ada tanah yang perlu agak banyak usaha untuk memadatkannya.

c. Energi Pematat

Energi pematat di laboratorium dipengaruhi oleh berat penumbuk, tinggi jatuh, dan jumlah tumbukkan. Sedangkan di lapangan energi pematat ditentukan oleh berat penggilas (*roller*) dan jumlah lintasan *roller*.

2. Lapisan Pondasi Bawah

Lapisan pondasi bawah (*sub base coarse*) adalah bagian lapisan perkerasan antara lapisan pondasi atas dan tanah dasar.

Lapisan pondasi bawah ini berfungsi sebagai :

- a. Bagian dari konstruksi perkerasan untuk mendukung menyebarkan beban roda kendaraan.
- b. Mencapai efisiensi penggunaan material yang relatif murah agar lapisan di atasnya dapat dikurangi ketebalannya.
- c. Untuk mencegah tanah dasar masuk ke dalam lapisan pondasi atas.
- d. Sebagai lapisan pertama agar dalam pelaksanaan dapat lebih lancar.

Material yang digunakan untuk lapisan pondasi bawah umumnya harus cukup kuat, mempunyai nilai CBR minimum 20% dan Indeks Plastisitas (PI) \leq 10%.

Jenis lapisan pondasi bawah yang umum dipergunakan di Indonesia adalah :

- a. Pasir dan batu (sirtu) kelas A, B atau kelas C
- b. Tanah / lempung kepasiran.
- c. Lapis aspal beton (laston) bawah
- d. Stabilisasi agregat dengan semen/ kapur
- e. Stabilisasi tanah dengan semen/ kapur

3. Lapisan Pondasi Atas

Lapisan pondasi atas (*base coarse*) adalah bagian lapisan perkerasan jalan yang terletak antara lapis permukaan dan lapisan pondasi bawah. Lapisan pondasi atas, pengaruh beban lalu-lintas sangat berpengaruh sehingga memiliki persyaratan-persyaratan yang ketat antara lain :

- a. Mutu beban harus sebaik mungkin dimana tidak mengandung kotoran lumpuran, berisi tajam dan kaku.
- b. Susunan gradasi harus merupakan susunan yang rapat, artinya butiran bahan harus mempunyai susunan gradasi yang saling mengisi antara butiran agregat kasar, agregat sedang dan agregat halus sehingga rongga semakin kecil.

Fungsi lapisan pondasi atas ini antara lain :

- a. Sebagai bagian perkerasan yang menahan beban roda dan menyebarkan ke lapisan di bawahnya.
- b. Sebagai perletakan terhadap lapisan permukaan.

Material yang digunakan untuk lapisan pondasi atas umumnya harus cukup kuat dan awet, mempunyai nilai CBR minimum 50% dan Indeks Plastisitas (PI) ≤ 4 % (Sukirman, 1999).

Jenis lapisan pondasi atas yang umum dipergunakan di Indonesia adalah :

- a. Batu pecah kelas A, B atau kelas C
- b. Tanah/ lempeng kepasiran
- c. Lapisan aspal beton (AC/ATB)
- d. Stabilitas agregat dengan semen/ kapur/ aspal.
- e. Penetrasi Macadam (Lapen)

4. Lapisan Permukaan

Lapisan permukaan (*Surface Coarse*) adalah lapisan perkerasan paling atas yang langsung bersentuhan dengan beban lalu-lintas .

Lapisan permukaan berfungsi sebagai :

1. Sebagai bahan perkerasan yang berfungsi menahan beban roda.

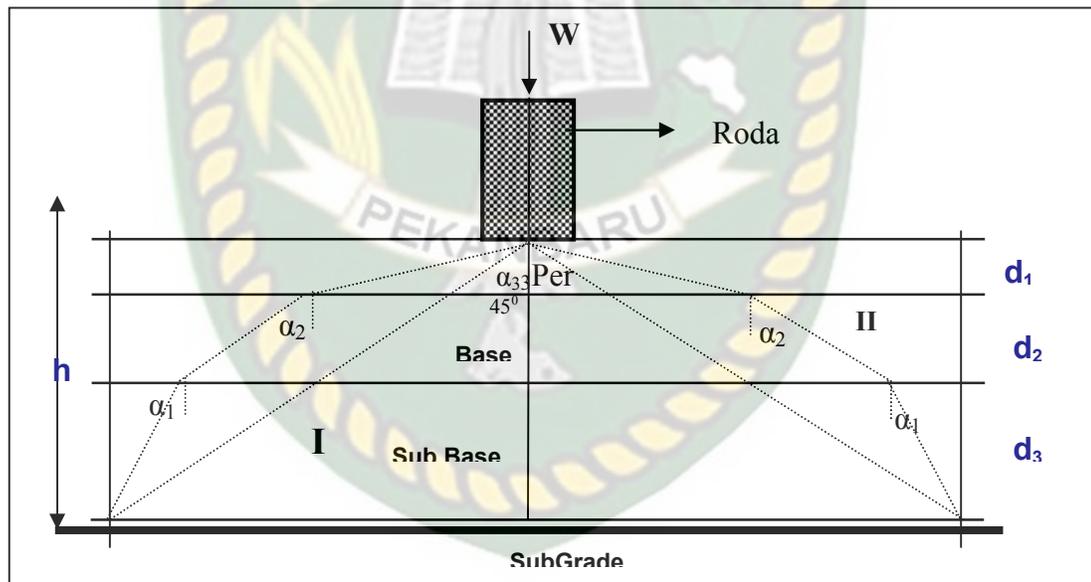
2. Sebagai lapisan kedap air untuk melindungi badan jalan dari pengaruh iklim (kerusakan akibat cuaca).
3. Sebagai lapisan aus (*wearing coarse*)

3.5 Distribusi Pembebanan Terhadap Lapisan Perkerasan Lentur

Beban lalu-lintas yang bekerja diatas permukaan perkerasan jalan akan menimbulkan gaya-gaya sebagai berikut (Soedarsono, 1987):

1. Gaya vertikal (beban kendaraan)
2. Gaya horizontal (gaya rem)
3. Gaya getaran (akibat pukulan roda)

Pendistribusian gaya-gaya beban lalu-lintas yang terjadi diatas lapisan permukaan tersebut diteruskan secara berjenjang (*layer system*) ke lapisan dibawahnya, hal ini dapat dilihat pada Gambar 3.3



Gambar 3.3 Pendistribusian Beban Roda Terhadap Perkerasan (Soedarsono, 1987)

Dari Gambar 3.3 dapat diuraikan tampak bahwa pendistribusian beban lalu-lintas (W) dilakukan secara berjenjang. Pada garis I, pendistribusian beban lalu-lintas membentuk sudut (θ) yang sama setiap lapisnya karena mutu material dan

ketebalannya adalah sama, tapi dalam perencanaan biasanya mutu material setiap lapisnya berbeda dimana semakin keatas mutunya semakin baik sedangkan ketebalannya juga berbeda (D) sehingga pendistribusian beban yang terjadi adalah pada garis II dengan sudut pendistribusian yang dibentuknya juga berbeda (α_1 , α_2 , dan α_3) sesuai dengan mutu material dan ketebalan setiap lapisannya.

Karena sifat gaya-gaya tersebut makin kebawah makin menyebar, maka pengaruhnya makin kebawah makin berkurang, sehingga muatan gaya-gaya yang diterima oleh setiap lapisan kontruksi perkerasan tersebut juga berbeda, yaitu :

1. Lapisan Permukaan

Lapisan ini menerima muatan gaya vertikal, horizontal dan gaya getaran secara penuh.

2. Lapisan Pondasi Atas

Lapisan ini menerima muatan gaya vertikal dan gaya getaran hampir penuh, sedangkan muatan gaya horizontal sudah berkurang.

3. Lapisan Pondasi Bawah

Lapisan ini menerima muatan gaya vertikal dan gaya getaran sudah berkurang, sedangkan muatan gaya horizontal pengaruh sudah mengecil.

4. Lapisan Tanah Dasar

Lapisan ini praktis hanya menerima muatan gaya vertikal dan gaya horizontal yang pengaruhnya sudah mengecil, sedangkan muatan gaya horizontal tidak berpengaruh lagi.

3.6 Material Lapisan Perkerasan Lentur

Material lapisan perkerasan terdiri atas tanah dasar, *agregat* dan aspal, dari beberapa bagian tersebut membentuk suatu ikatan dan dinamakan perkerasan.

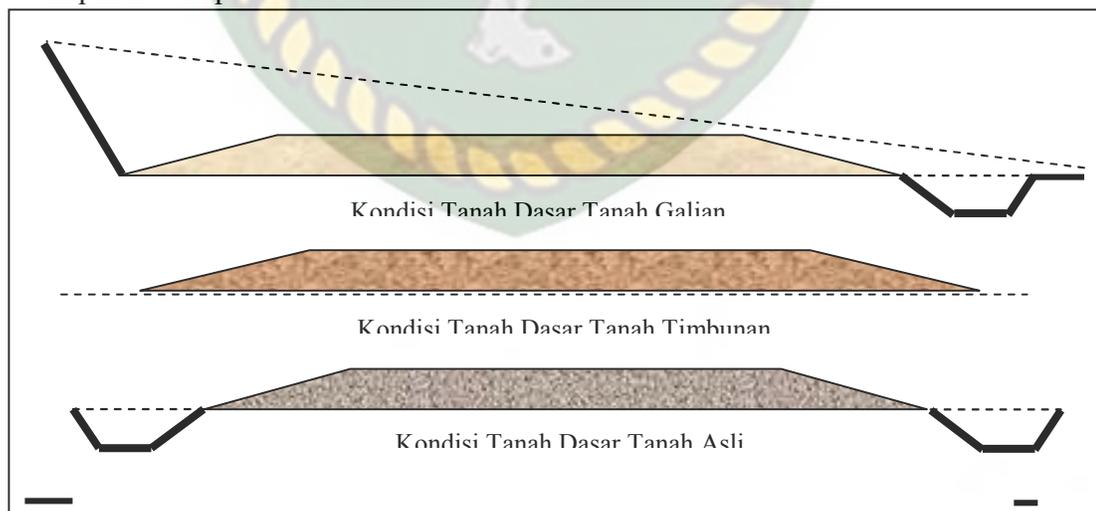
3.6.1 Tanah Dasar

Sukirman (1992), menyatakan tanah dasar adalah lapisan permukaan tanah asli baik berupa permukaan timbunan yang berfungsi sebagai dasar untuk meletakkan lapisan–lapisan di atasnya, Kekuatan dan keawetan konstruksi perkerasan sangat tergantung dari sifat-sifat dan daya dukung tanah dasarnya. Dari bermacam – macam pemeriksaan untuk menentukan kekuatan tanah dasar yang umumnya dipakai adalah cara CBR (*California Bearing Ratio*).

Tanah dasar yang diperiksa tidak semuanya baik, untuk memperbaiki kualitas tanah dasar digunakan beberapa cara :

- Secara dinamis yaitu memadatkan tanah dasar dengan wales yang dilengkapi dengan alat penggetar.
- Memperbaiki gradasi yaitu menambah fraksi yang kurang pada tanah dasar seperti pasir.
- Dengan stabilitas kimia yaitu dengan menambah bahan kimia *agregat* seperti kapur, *portlant cement* dan bahan kimia lainnya.
- Membongkar atau mengganti tanah dasar asli (yang tidak baik) kemudian di ganti dengan tanah lain seperti pasir.

Secara umum kondisi berbagai tanah dasar untuk perencanaan perkerasan jalan ini dapat dilihat pada Gambar 3.4 berikut :



Gambar 3.4 . Kondisi Tanah Dasar (Soedarsono, 1987)

Dari Gambar 3.4 dapat diuraikan lapisant tanah dasar adalah lapisan permukaan tanah asli baik berupa permukaan timbunan yang berfungsi sebagai dasar untuk meletakkan lapisan–lapisan di atasnya. Untuk merencanakan suatu konstruksi jalan perlu diketahui data tanah dasar yang akan mendukungnya, diantaranya, klasifikasi tanah dasar, berat jenis tanah dasar, kadar air tanah asli dan CBR tanah dasar, jelasnya adalah :

A. Klasifikasi Tanah Dasar

Sistem klasifikasi tanah dasar yang umum digunakan dalam teknik perkerasan jalan raya adalah sistem *Unified*.

Sistem *Unified* secara garis besar membedakan tanah dasar atas 3 kelompok, diantaranya :

1. Tanah berbutir kasar < 50% lolos saringan No. 200. sifat teknisnya ditentukan oleh ukuran butir dan gradasinya. Secara visual butir-butir tanah berbutir kasar dan dapat dilihat dengan mata.
2. Tanah berbutir halus >50% lolos saringan No. 200. sifat teknisnya ditentukan oleh sifat plastis tanah dan ukuran butir. Secara visual butir-butir tanah berbutir halus sehingga tidak dapat dilihat dengan mata.
3. Tanah organik, dapat dikenal dari warna, bau dan sisa tumbuh-tumbuhan yang terkandung didalamnya.

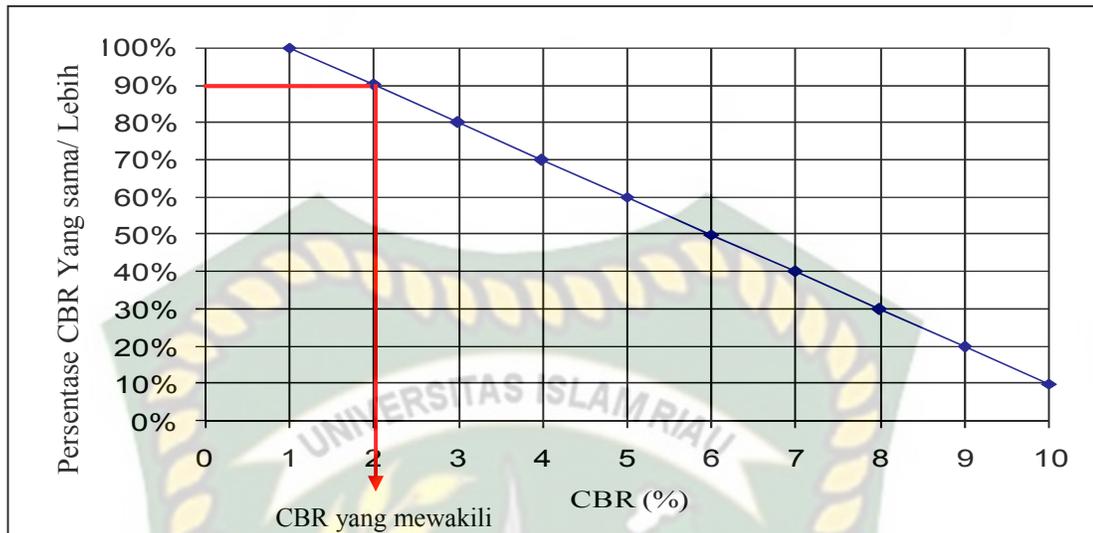
B. Kepadatan dan Daya Dukung Tanah Dasar

Beban kendaraan yang dilimpahkan ke lapisan perkerasan melalui roda kendaraan selanjutnya disebarkan ke lapisan-lapisan dibawahnya dan akhirnya diterima oleh tanah dasar. Dengan demikian tingkat kerusakan konstruksi selama masa pelayanan tidak saja ditentukan oleh kekuatan perkerasan tetapi ditentukan oleh daya dukung tanah dasar. Daya dukung tanah dasar dipengaruhi oleh jenis tanah, tingkat kepadatan, kadar air, kondisi drainase, dan lain-lain. Tanah dengan tingkat tinggi mengalami perubahan volume yang kecil jika dibandingkan dengan tanah sejenis yang tingkat kepadatannya lebih rendah. Tingkat kepadatan ini digambarkan dalam persentase.

Keawetan dan kekuatan konstruksi perkerasan jalan sangat tergantung dari daya dukung tanah dasar (DDT). Daya dukung tanah dasar pada perencanaan perkerasan lentur umumnya dipakai adalah dengan cara CBR (*California Bearing Ratio*) yang dinyatakan dalam nilai CBR. Yang dimaksud dengan CBR disini adalah harga CBR lapangan atau CBR laboratorium. Jika digunakan CBR lapangan maka pengambilan contoh tanah dasar dilakukan dengan tabung, kemudian direndam dan diperiksa harga CBRnya. Dapat juga mengukur langsung di lapangan (musim hujan/direndam). CBR lapangan biasanya digunakan untuk perencanaan lapis tambahan (*overlay*). CBR laboratorium biasanya dipakai untuk perencanaan pembangunan jalan baru. Sementara ini dianjurkan untuk mendasarkan daya dukung tanah dasar hanya kepada pengukuran nilai CBR. Cara-cara lain hanya digunakan bila telah disertai data-data yang dapat dipertanggungjawabkan. Cara-cara lain tersebut dapat berupa *Group Index*, *Plate Bearing Test* atau *R-Value*. Harga yang mewakili dari sejumlah harga CBR yang dilaporkan, ditentukan sebagai berikut :

- a. Tentukan terlebih dahulu harga CBR terendah.
- b. Tentukan berapa banyak harga CBR yang sama dan lebih besar dari masing-masing nilai CBR.
- c. Angka jumlah terbanyak dinyatakan sebagai 100% jumlah lainnya merupakan persentase dari 100%.
- d. Dibuat grafik hubungan antara harga CBR dan persentase jumlah yang tadi.
- e. Nilai CBR yang mewakili adalah yang dapat dari angka persentase 90%.

Secara umum grafik hubungan antara harga CBR untuk perencanaan perkerasan jalan ini dapat dilihat pada Gambar 3.5 berikut :



Gambar 3.5 Contoh Grafik CBR, (Sukirman, 1999)

Dari Gambar 3.5 dapat diuraikan Dari nilai CBR rata-rata tanah dasar yang didapat berdasarkan persentase nilai CBR, dapat diketahui nilai daya dukung tanah dasar (DDT). Yaitu dengan cara mengkorelasi nilai CBR tersebut dengan menggunakan grafik korelasi yang ditarik secara mendatar ke sebelah kiri sehingga diperoleh nilai daya dukung tanah dasar (DDT), dimana semakin besar nilai CBR semakin besar pula nilai daya dukung tanah dasar (DDT), sehingga ketebalan perkerasan semakin kecil. Gambar Grafik korelasi nilai CBR tanah dasar dan DDT.

3.6.2 Agregat

Sukirman (1999), menyatakan agregat adalah suatu bahan berbutir yang keras dan kaku serta mempunyai komposisi mineral tertentu yang digunakan sebagai bahan campuran dengan gradasi tertentu. Yang termasuk agregat adalah kerikil, slag batu pecah, dan debu mineral (*filler*). Untuk konstruksi perkerasan aspal beton yang bergradasi rapat, agregat yang digunakan merupakan faktor penting yang harus diperhatikan dalam pelaksanaan pembangunan konstruksi perkerasan aspal beton, disamping faktor lain seperti biaya dan ketersediaan agregat.

3.6.3 Aspal

Sukirman (1999), menyatakan aspal adalah bahan pengikat yang mempunyai konsistensi bermacam-macam dan setengah padat sampai padat pada suhu udara normal jika dipanaskan secukupnya, aspal akan menjadi lunak dan akhirnya mencair, dalam keadaan cair ini memungkinkan aspal untuk mencapai dalam keadaan cair ini memungkinkan aspal untuk melepaskan partikel *agregat* selama produksi aspal beton sedang berlangsung.

Aspal yang dipakai untuk perkerasan, biasanya disebut aspal semen, adalah bahan kedap air yang sangat baik dan tidak terpengaruh oleh kebanyakan asam, bahan yang mengandung alkali dan garam. Hal ini berarti bahwa perkerasan aspal beton yang dibangun dengan semestinya akan menghasilkan perkerasan yang kedap air dan tahan terhadap berbagai jenis kerusakan kimiawi.

Secara umum Sukirman (1999), mengatakan pada umumnya lapisan permukaan (aspal) di Indonesia dibagi atas 2 bagian, diantaranya yaitu :

1. Lapisan bersifat struktural berfungsi sebagai lapisan yang menahan beban roda, lapisan ini terdiri dari :
 - a. Lapisan adalah suatu lapis perkerasan yang terdiri dari *agregat* pokok dengan *agregat* pengunci bergradasi terbuka dan seragam yang di ikat oleh aspal keras dengan di semprotkan di atasnya dan di padatkan lapis demi lapis dan apabila akan di pergunakan sebagai lapis permukaan perlu di lebur aspal dengan bahan penutup.
 - b. Lasbutag (Lapisan Asbuton Campuran Dingin) adalah campuran yang terdiri dari *agregat* kasar, *agregat* halus yang di campur dan di padatkan secara dingin dan aspal.
2. Lapisan bersifat non Struktural.

Lapisan bersifat non Struktural berfungsi sebagai aus air, lapisan ini antara lain :

 - a. Burtu (Labor Aspal Satu Lapis) yaitu lapisan penutup yang terdiri dari lapisan aspal yang ditaburi dengan satu lapisan bergradasi seragam.

- b. Burda (Lapisan Aspal Dua Lapis) yaitu lapisan penutup yang terdiri dari lapisan aspal yang ditaburi dengan *agregat* yang dikerjakan dua kali secara berurutan.
- c. Latasir (Lapisan Tipis Aspal Pasir) yaitu lapisan penutup yang terdiri dari campuran pasir dan aspal keras yang dicampur, di hampar dan di padatkan pada suhu tertentu.
- d. Lastabun (Lapisan Tipis Aspal Beton Murni) yaitu lapisan penutup yang terdiri dari aspal buton dengan perbandingan tertentu yang di campur secara dingin.
- e. Lataston (Lapisan Tipis Aspal Beton) yaitu lapisan penutup yang terdiri dari campuran bergradasi timbang, filter dan aspal keras dengan perbandingan tertentu dan di padatkan dalam keadaan panas suhu tertentu.
- f. Buras (Ukuran Aspal) yaitu lapisan penutup yang terdiri dari lapisan aspal yang di taburi dengan satu lapis *agregat* bergradasi seragam.

Berdasarkan cara memperoleh aspal dibagi atas dua, yaitu :

1. Aspal Alam, dapat dibedakan atas :
 - a. Aspal gunung (*rock asphalt*), contoh : aspal dari pulau buton
 - b. Aspal danau (*lake asphalt*), contoh : aspal dari trinidad
2. Aspal Buatan, dibedakan atas :
 - a. Aspal minyak, merupakan hasil penyulingan minyak bumi, jenis ini umumnya banyak dipakai pada perkerasan jalan.
 - b. Tar, merupakan hasil penyulingan batu bara, jenis ini tidak umum digunakan untuk perkerasan jalan karena lebih cepat mengeras, peka terhadap perubahan temperatur dan beracun.

Di Indonesia pada umumnya aspal minyak dengan bahan aspal banyak digunakan pada perkerasan jalan. Aspal minyak dengan bahan aspal ini dibedakan lagi, yaitu :

1. Aspal keras/panas (*Asphalt cement*) AC, adalah aspal yang digunakan dalam keadaan cair dan panas

Aspal panas dibedakan berdasarkan nilai penetrasinya terdiri dari :

- a. AC pen 40/50, yaitu AC dengan penetrasi antara 40 – 50
 - b. AC pen 60/70, yaitu AC dengan penetrasi antara 60 – 70
 - c. AC pen 85/100, yaitu AC dengan penetrasi antara 85 – 100
 - d. AC pen 120/300, yaitu AC dengan penetrasi antara 120 – 300
 - e. AC pen 200/300, yaitu AC dengan penetrasi antara 200 – 300
2. Aspal dingin/cair (*Cut back asphalt*), adalah aspal yang digunakan dalam keadaan cair

Aspal cair dibedakan berdasarkan kecepatan mengeringnya terdiri dari :

- a. *Rapid curing cutback* (RC), yaitu campuran AC dan benzena, merupakan aspal cair yang kecepatan mengeringnya paling cepat.
 - b. *Slow curing cutback* (SC), yaitu campuran AC dan minyak berat, merupakan aspal cair yang kecepatan mengeringnya paling lambat
 - c. *Medium curingback* (MC), yaitu campuran AC dan kerosene, merupakan aspal cair yang kecepatan mengeringnya tidak terlalu cepat/sedang.
3. Aspal emulsi (*elmusion asphalt*), adalah aspal yang disediakan dalam bentuk emulsi yang dapat digunakan dalam keadaan dingin atau panas.

Aspal emulsi dibedakan berdasarkan muatan listrik yang dikandungnya terdiri dari :

- a. Emulsi kationik (bermuatan positif), yaitu campuran AC, air dan larutan basa
- b. Emulsi anionik (bermuatan negatif), yaitu campuran AC, air dan larutan asam.

Aspal emulsi juga dibedakan berdasarkan kecepatan pengerasan aspal, terdiri dari :

- a. *Rapid setting* (RS), bahan pengemulsi yang aspal mengandung sedikit sehingga pengikat dan pengerasan aspal yang terjadi lebih cepat.
- b. *Medium setting* (MS), bahan pengemulsi yang aspal mengandung sedang sehingga pengikatan dan pengerasan aspal yang terjadi tidak terlalu cepat/sedang.
- c. *Slow setting* (SS), bahan pengemulsi yang aspal mengandung banyak sehingga pengikatan dan pengerasan aspal yang terjadi menjadi lama.

3.7 Parameter Perencanaan Tebal Lapisan Perkerasan

Lapisan konstruksi perkerasan jalan adalah lapisan yang tersusun dari bermacam *agregat* dan bermacam-macam kualitasnya, yang disusun secara berlapis diatas permukaan tanah dasar, oleh karena itu tebal konstruksi perlu diperhitungkan sedemikian rupa, sehingga ketebalan rencana sesuai dengan ketebalan yang diperlukan. Adapun ketebalan konstruksi perkerasan jalan ini dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain :

1. Peranan dan tingkat pelayanan
2. Struktur tanah dasar
3. Data lalu-lintas
4. Sifat bahan dan jenis konstruksi perkerasan
5. Faktor regional

3.7.1 Peranan dan Tingkat Pelayanan

Pentingnya akan keberadaan suatu jalan pada suatu daerah adalah merupakan peranan utama dalam merencanakan suatu jalan. Apabila suatu daerah mempunyai suatu prospek yang cerah untuk berkembang, misalnya karena hasil buminya atau karena letaknya yang strategis, maka adanya jalan dengan mutu pelayanan yang tinggi jelas sangat dibutuhkan. Semakin tinggi tingkat pelayanan semakin tinggi pula mutu tebal pekerasan yang harus direncanakan.

Tingkat pelayanan suatu ruas jalan asalkan ditentukan oleh kinerja perkerasan jalan (*pavement performance*) yang meliputi tiga hal yaitu :

1. Keamanan, yang ditentukan oleh gesekan akibat adanya kontak antara ban dan permukaan jalan. Besarnya gesekan yang terjadi dipengaruhi oleh bentuk dan kondisi ban, tekstur permukaan jalan, kondisi cuaca dan lain sebagainya.
2. Struktur perkerasan, sehubungan dengan kondisi fisik jalan tersebut seperti retak-retak, amblas, gelombang dan lain sebagainya

3. Fungsi pelayanan, bagaimana perkerasan tersebut memberikan pelayanan kepada pemakai jalan. Wujud perkerasan dan fungsi pelayanan umumnya merupakan suatu kesatuan yang dapat digambarkan dengan kenyamanan pengemudi.

3.7.2 Struktur Tanah Dasar

Tanah dasar adalah tempat diletakkannya konstruksi perkerasan jalan maka sifat mekanisme dari tanah dasar jelas sangat mempengaruhi tebal rencana perkerasan, semakin rendah CBR tanah dasar atau semakin lunak (lembek) tanah dasar itu semakin tebal pula rencana perkerasan yang harus direncanakan. Tanah dasar adalah tempat diletakkannya konstruksi perkerasan jalan tersebut. Dari jenis-jenis kendaraan yang memakai perkerasan jalan, sudah jelas bahwa jenis lalu-lintas yang menggunakan badan jalan juga mempunyai tebal perkerasan.

3.7.3 Sifat dan Jenis Bahan Perkerasan

Apabila sifat dan jenis konstruksi perkerasan berbeda maka sudah jelas mutu dan kualitasnya dimaksudkan agar kita dapat menggunakan bahan setempat agar dana mobilisasi bahan perkerasan menjadi kecil.

3.7.4 Faktor Regional (FR)

Ketahanan lapisan perkerasan juga sangat dipengaruhi oleh sifat kelelahan akibat muatan berulang-ulang. Percobaan dengan menggunakan *Circular Test Truk* membuktikan bahwa sifat kelelahan bahan perkerasan dan tanah dasar dipengaruhi oleh adanya dan lamanya keadaan jenuh air didalam bahan perkerasan tersebut. Tanah dasar yang selalu dalam keadaan jenuh air (tanah daerah rawa-rawa) akan lekas mencapai kelelahan dibandingkan dengan tanah kering. Jadi faktor regional pada daerah rawa mempunyai nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah kering.

Faktor regional ini umumnya dipengaruhi oleh bentuk elemen, persentase kendaraan berat yang berhenti, iklim curah hujan, lebih jelasnya faktor regional ini dapat dilihat pada Tabel 3.2 (Sukirman, 1992).

Tabel 3.2 Faktor Regional (Sukirman, 1992).

Keland. I (<6%)		Keland. II (6-10%)		Keland. III (>10%)		Jenis Iklim
% Kend. Berat		% Kend. Berat		% Kend. Berat		
<30%	>30%	<30%	>30%	<30%	>30%	
0,5	1 – 1,5	1,0	1,5 – 2,0	1,5	2,0 – 2,5	Iklim I < 900 mm/th
1,5	2 – 2,5	2,0	2,5 – 3,0	2,5	3,0 – 3,5	Iklim II > 900 mm/th

Dari Tabel 3.2 dapat diuraikan faktor regional Pada masing-masing jalan tertentu seperti persimpangan, pemberhentian atau tikungan tajam (jari-jari 30 cm) FR ditambah 0,5. Pada daerah rawa FR ditambah 1.

3.8 Koefisien Beban Sumbu Kendaraan

Dalam merencanakan tebal perkerasan suatu konstruksi perkerasan jalan dapat digunakan beberapa macam cara, cara tersebut antara lain yaitu perencanaan tebal perkerasan lentur jalan raya dengan Metode Analisa Komponen, meliputi perhitungan:

$$\text{Ekivalen Sumbu tunggal,roda tunggal} = E = \frac{(\text{Beban sumbu (ton)})^4}{5,4} \dots\dots\dots(3.1)$$

$$\text{Ekivalen Sumbu tunggal, roda ganda} = E = \frac{(\text{Beban sumbu (ton)})^4}{8,16} \dots\dots\dots(3.2)$$

$$\text{Ekivalen Sumbu ganda,roda ganda} = E = \frac{(\text{Beban sumbu (ton)})^4}{13,76} \dots\dots\dots(3.3)$$

$$\text{Ekivalen Sumbu triple, roda ganda} = E = \frac{(\text{Beban sumbu (ton)})^4}{18,45} \dots\dots\dots(3.4)$$

Departemen Pekerjaan Umum dalam hal ini Direktorat Jendral Bina Marga telah membuat suatu ketentuan untuk menentukan nilai masing-masing sumbu kendaraan, hal ini dapat dilihat berdasarkan Tabel 3.3 (Sukirman, 1992).

Tabel 3.3 Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan (Sukirman, 1999)

Angka Ekuivalen			
KG	Sumbu Tunggal	Sumbu Ganda	Sumbu Triple
1000	0,0002	-	-
2000	0,0036	0,0003	-
3000	0,0183	0,0016	-
4000	0,0577	0,0050	-
5000	0,1410	0,0121	-
6000	0,2923	0,0251	-
7000	0,5415	0,0466	-
8000	0,9238	0,0794	0,0489
8160	1,0000	0,0860	0,053
9000	1,4798	0,1273	0,0784
10000	2,2555	0,1940	0,1195
11000	3,3022	0,2840	0,175
12000	4,6770	0,4022	0,2475
13000	6,4419	0,5540	0,3414
14000	8,6647	0,7452	0,4592
15000	11,4148	0,9820	0,6052
16000	14,7815	1,2712	0,7834
17000	18,838	1,6201	0,9984
18000	23,6771	2,0362	1,2549
19000	29,3937	2,5278	1,5578
21000	43,8648	3,7724	2,3248
22000	52,836	4,5439	2,8003
23000	63,1176	5,4282	3,3452
24000	74,8314	6,4355	3,966
25000	88,1047	7,577	4,6695

Dari Tabel 3.3 Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan (Sukirman, 1999) dapat diuraikan jumlah jalur dan koefisien distribusi kendaraan (c), jalur rencana merupakan salah satu jalur lalu-lintas dari suatu ruas jalan raya yang dapat menampung lalu-lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas jalur maka jumlah jalur ditentukan berdasarkan lebar perkerasan, menurut Tabel 3.4 adalah :

Tabel 3.4 Jumlah Jalur Berdasarkan Lebar Perkerasan (Sukirman, 1999).

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

Dari Tabel 3.4 dapat diuraikan Jumlah Jalur rencana merupakan salah satu jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya, yang menampung lalu-lintas terbesar. Jika jalan tidak memiliki tanda batas jalur, maka jumlah jalur jumlah jalur ditentukan dari lebar peerkerasan

Koefisien distribusi kendaraan (c) untuk kendaraan ringan dan berat pada jalur rencana ditentukan menurut daftar Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Koefisien Distribusi Kendaraan (Sukirman, 1999).

Jumlah Jalur	Kendaraan Ringan		Kendaraan Berat	
	1 Arah	2 Arah	1 Arah	2 Arah
1	1,00	1,00	1,00	1,00
2	0,60	0,50	0,70	0,50
3	0,40	0,40	0,90	0,475
4	-	0,30	-	0,45
5	-	0,25	-	0,425
6	-	0,20	-	0,40

Dari Tabel 3.5 dapat diuraikan koefisien distribusi kendaraan menunjukkan persentase kendaraan yang menggunakan lajur rencana. Menurut Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya, lajur rencana adalah lajur yang menampung lalu-lintas terbesar. Namun tidak ditetapkan lajur mana yang dimaksud. Patut diduga bahwa lajur tersebut adalah lajur paling kiri pada setiap arah. Persentase

kendaraan berat pada lajur rencana terlihat lebih besar dari pada persentase kendaraan ringan pada lajur rencana. Apabila benar lajur rencana adalah lajur paling kiri maka angka-angka tersebut konsisten dengan ketentuan bahwa kendaraan yang berjalan lambat (kendaraan berat) harus pada lajur paling kiri kecuali saat menyiap. Bagaimanapun ada permasalahan dengan isi khususnya untuk jalan 2 arah dengan jumlah lajur total ganjil.

3.9 Aspek Lalu-lintas

Lalu-lintas merupakan aspek utama yang sangat perlu dianalisis untuk menentukan klasifikasi jalan dan jumlah lalu-lintas yang dibutuhkan untuk perencanaan khususnya pada perencanaan jalan.

Ada beberapa cara untuk mengenali aspek lalu-lintas antara lain, perhitungan biasa (manual) yaitu perhitungan memakai formulir dengan cara sederhana mencatat semua kendaraan yang lewat dengan mengelompokkan jenis kendaraan, biasanya dikelompokkan menjadi :

1. Sepeda motor
 2. Mobil mencakup sedan, kendaraan komersil kecil dan semua kendaraan beroda 4 (empat) dengan berat kosong 1,5 ton.
 3. Pick up, mobil hantaran, bis ukuran kecil dan truk ringan, kendaraan beroda 4.
- Kendaraan barang berat, yaitu trailer, bus panjang, dan biasanya dengan roda 6 (enam) atau lebih.

Dari beberapa jenis kendaraan yang dianalisa tersebut dapat diketahui aspek lalu-lintas pada umumnya terdiri dari :

3.9.1 Sistem Jaringan Jalan

Pedoman utama fungsi jalan seperti yang dijabarkan dalam Peraturan Pemerintah No. 26 (pasal 4 s/d 12) tahun 1985 dan Undang-Undang No. 13 tahun 1980 tentang jalan.

Sistem jaringan jalan di Indonesia dibagi atas 2 bagian yaitu (Sukirman, 1999) :

1. Sistem Jaringan Jalan Primer

Berdasarkan fungsi/peranan jalan dibagi atas :

- a. Jalan Arteri Primer
- b. Jalan Kolektor Primer
- c. Jalan Lokal Primer

2. Sistem Jaringan Jalan Sekunder

Berdasarkan fungsi/peranan jalan dibagi atas :

- a. Jalan Arteri Sekunder
- b. Jalan Kolektor Sekunder
- c. Jalan Lokal Sekunder

3.9.2 Lalu-lintas Harian Rata-rata (LHR)

Volume lalu-lintas harian rata-rata menyatakan jumlah lalu-lintas perhari dalam 1 (satu) tahun untuk 2 (dua) jalur yang dinyatakan dalam LHR, maka harus dilakukan penyelidikan lapangan selama 24 jam dalam 1 (satu) tahun yang dilaksanakan tiap tahun dengan mencatat jenis kendaraan bermotor kendaraan fisik/tak bermotor.

Tabel 3.6 Faktor Ekuivalen Kendaraan (Manual Kapasitas Jalan Lurus, 1996)

Tipe Kendaraan	FE
Sepeda motor	0,2
Kendaraan Tak bermotor	0,5
Mobil Penumpang (sedan/Jip)	1,0
Mikro Truck/Pick-Up	1,0
Bus Kecil	1,0
Bus Besar	1,3
Truck Ringan (berat Kotor < 5 ton)	1,3
Truck Sedang (berat Kotor 5 – 10 ton)	1,3
Truck Berat (berat kotor > 10 ton)	1,3

Dari Tabel 3.6 dapat diuraikan Berdasarkan Volume lalu-lintas menyatakan jumlah lalu-lintas dalam Satuan Mobil Penumpang (SMP) yang besarnya menunjukkan jumlah lalu-lintas harian rata-rata (LHR) untuk kedua jurusan maka volume lalu-lintas yang ada, baik pada saat ini maupun pada saat tahun rencana menentukan klasifikasi jalan yang diperkirakan sanggup menerima volume lalu-lintas tersebut. Klasifikasi jalan mencakup kelas jalan, jumlah jalur, kecepatan rencana, lebar perkerasan landai maksimum dan lain-lain. Klasifikasi jalan menentukan pula biaya pemakaian tahunan dan tabel perkerasan jalan. Volume lalu-lintas adalah lalu-lintas harian rata-rata (LHR) didapat dari jumlah lalu-lintas pada suatu tahun dibagi dengan 365 hari. Analisa lalu-lintas ini dapat juga dilakukan dengan cara, yaitu :

3.9.2.1 Analisa Sifat Dan Komposisi Lalu Lintas

Peningkatan jalan adalah terdapatnya bermacam ukuran, berat kendaraan yang mana sifat operasinya berbeda. Truk disamping lebih berat, berjalan lebih lambat dan mengambil ruang jalan lebih banyak akibatnya memberi pengaruh lebih besar daripada kendaraan penumpang terhadap lalu-lintas. Untuk memperhitungkan pengaruh terhadap arus lalu-lintas dan kapasitas dari bermacam-macam ukuran dan beratnya. Untuk pengelompokan jenis kendaraan dalam merencanakan tebal perkerasan dapat dilakukan dengan menggunakan Tabel 3.7 (Sukirman, 1992).

Tabel 3.7 Jenis Kendaraan Rencana Standar (Sukirman, 1992).

Jenis Kendaraan	Berat Total (ton)	Konfigurasi Berat Sumbu (Ton)
Mobil Penumpang	2	1 + 1
Bus Kecil	5	2 + 3
Bus Besar	8	3 + 5
Truck 2 Sumbu	13	5 + 8
Truck 3 Sumbu	20	5 + 15 _{tm}
Truck Gandeng 5 Sumbu	30	5 + 15 _{tm} + 5 + 5
Truck Semi Trailer 6 Sumbu	40	5 + 15 _{tm} + 5 + 15

Dari Tabel 3.7 dapat diuraikan beberapa jenis kendaraan rencana standar adalah berat kendaraan yang mana sifat operasinya berbeda. Truk disamping lebih berat, berjalan lebih lambat dan mengambil ruang jalan lebih banyak akibatnya memberi pengaruh lebih besar daripada kendaraan penumpang terhadap lalu-lintas dibagi dalam 2 (dua) golongan yaitu (Sukirman, 1992):

- a. Mobil penumpang (P), yang termasuk dalam golongan ini semua jenis mobil penumpang dengan kendaraan truk ringan seperti Pick-Up dengan ukuran dan sifat operasi serupa mobil.
- b. Kendaraan Truk (T), termasuk truk tunggal, truk gandengan yang mempunyai berat kotor lebih dari 3,5 ton, Bis.

3.9.2.2 Kecepatan Rencana

Sukirman(1999) menyatakan kecepatan rencana adalah faktor utama dalam transportasi, kecepatan rencana yaitu kecepatan yang ditentukan untuk perencanaan dan berkorelasi dari bentuk fisik jalan yang mempengaruhi operasi dari kendaraan. Kecepatan rencana adalah kecepatan maksimum yang masih aman dilakukan sepanjang jalan tertentu bila kondisinya baik. Kecepatan rencana disesuaikan dengan kecepatan rencana yang telah ditetapkan. Suatu jalan yang ada di daerah datar tertentu, tentu saja mempunyai kecepatan rencana yang lebih kecil dari daerah pegunungan atau daerah perbukitan.

Bentuk suatu kecepatan rencana pada suatu lintasan jalan raya harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- a. Sifat kendaraan dan pengemudi
- b. Topografi dan kondisi perkerasan atau sifat-sifat fisik jalan
- c. Cuaca/iklim
- d. Nilai ekonomi

Untuk jalan luar kota kecepatan rencana jauh lebih besar kalau dibandingkan dengan kecepatan rencana jalan dalam kota, hal ini sangat dipengaruhi oleh jarak tempuh dan ruas jalan, untuk setiap ruas jalan ditetapkan kecepatan rencana :

- a. Daerah perbukitan kecepatan rencana = 60 Km/jam
- b. Daerah dataran kecepatan rencana = 80 Km/jam

3.9.2.3 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 Pt.T-01-2002-B, 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). Dari pengertian ini, bila perkerasan dirancang untuk 40 tahun dengan pertumbuhan lalu lintas 2,5%, namun dalam kenyataan pertumbuhan lalu lintasnya 3,5%, maka umur perkerasan akan lebih pendek dari yang direncanakan.

4 Klasifikasi Jalan

Menurut Jenderal Bina Marga (1987), bahwa jalan dibagi dalam kelas-kelas yang penetapannya kecuali didasarkan pada fungsinya juga dipertimbangkan pada besarnya volume lalu-lintas yang menggunakan jalan tersebut. Volume lalu-lintas yang dinyatakan dalam Satuan Mobil Penumpang (SMP) yang besarnya menunjukkan jumlah lalu-lintas harian rata-rata (LHR) untuk kedua jurusan

Tabel 3.8 Klasifikasi Jalan Menurut Volume Lalu-lintas (Sukirman, 1999).

Klasifikasi		Lalu-lintas harian rata-rata (LHR) dalam SMP
Fungsi	Kelas	
Utama	I	>20000
Sekunder	II A	6000 – 20000
	II B	1500 – 6000
	II C	<20000
Penghubung	III	-

Dari Tabel 3.8 dapat diuraikan yang dimaksud dengan jalan menurut klasifikasi penentuan tebal perkerasan lentur jalan raya, Sukirman (1999), adalah :

1. Jalan Kelas I

Jalan ini mencakup semua jalan utama dan dimaksudkan untuk dapat melayani lalu-lintas darat, dari komposisi lalu-lintas nya tidak terdapat kendaraan lambat dan kendaraan tak bermotor, merupakan jalan raya berlajur banyak dengan konstruksi perkerasan dari jenis terbaik dalam arti pelayanan terhadap lalu-lintas tinggi.

2. Jalan Kelas II

Jalan ini mencakup semua jalan sekunder dalam komposisi lalu-lintas nya terdapat lalu-lintas lambat, berdasarkan komposisi dan sifat lalu-lintas dibagi dalam tiga kelas yaitu :

- a. Kelas IIA adalah jalan raya skunder dua jalur atau lebih dengan konstruksi permukaan dari aspal beton (*hot-mix*) atau yang setaraf, dimana dalam komposisi lalu-lintasnya padat tapi kendaraan tak bermotor.
- b. Kelas IIB adalah jalan raya sekunder dua jalur dengan konstruksi permukaan jalan dari penetrasi berganda atau yang setaraf dimana dalam komposisi lalu -lintasnya terdapat kendaraan lambat tapi tanpa kendaraan bermotor.

- c. Kelas IIC adalah jalan raya sekunder dua jalur dengan konstruksi jalan dan jenis penetrasi tunggal dimana dalam komposisi lalu-lintas nya terdapat kendaraan lambat dan kendaraan tak bermotor.

3. Jalan Kelas III

Kriteria jalan kelas III ini mencakup semua jalan penghubung, dan merupakan konstruksi berjalur tunggal atau ganda, konstruksi jalan yang paling tinggi adalah peleburan dengan aspal.

3.9.4 Arus dan Komposisi Lalu-lintas

Berpedoman pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1996) Jalan Luar Kota, bahwa nilai arus lalu-lintas (Q) mencerminkan lalu-lintas dengan menyatakan dalam Satuan Mobil Penumpang (SMP).

Sesuai dengan tipe jalan yang akan direncanakan adalah jalan dua lajur dua arah, dengan tipe Alinemen berbukit dan arus total Kendaraan 650 – 1100 kendaraan/jam adalah sebagai berikut :

- a. Kendaraan ringan (LV=1)
- b. Meliputi mobil penumpang, mini bus, truk pick up, jeep dan sedan.
- c. Kendaraan Berat Menengah (MHV = 2,4)
- d. Meliputi Truk dua gardan dan bus kecil
- e. Bus Besar (LB = 2,25)
- f. Truk Besar (LT = 5,0)
- g. Truk tiga Sumbu (3 as) atau lebih dan truk gandeng.
- h. Sepeda Motor (MC = 1)

Pengaruh kendaraan tak bermotor (UMC) dimasukkan sebagai kejadian terpisah dalam faktor penyesuaian hambatan samping.

3.10 Beban Lalu Lintas

Beban lalu lintas merupakan beban yang langsung mengenai permukaan lapis perkerasan. Kerusakan suatu jalan sebagian besar disebabkan oleh beban lalu lintas yang bekerja pada jalan tersebut. Dengan diketahui beban lalu lintas dan tingkat pertumbuhan lalu lintas maka dapat ditentukan tingkat ekivalen kumulatif umur rencana dapat dihitung menggunakan rumus (Prasetyo, 2012) :

$$W_t = W_{18} \cdot \frac{(1+g)^n \cdot 1}{g} \dots\dots\dots(3.5)$$

Dimana :

$W_t = N$ = Jumlah gandar standar kumulatif (*MSA*)

W_{18} = Beban gandar standar kumulatif selama 1 tahun

g = Pertumbuhan lalu lintas (%)

n = Umur Pelayanan (tahun).

Besarnya nilai W_{18} dapat dihitung dengan menggunakan persamaan dibawah ini.

$$W_{18} = D_D \times D_L \times LHR \times E \dots\dots\dots(3.6)$$

Dimana :

W_{18} = Beban gandar standar kumulatif

D_D = Faktor distribusi arah

D_L = Faktor distribusi lajur

E = angka ekivalen beban gandar sumbu kendaraan

Pada umumnya faktor distribusi (D_D) diambil 0,5. Pada beberapa kasus khusus terdapat pengecualian dimana berat cenderung menuju satu arah tertentu. Dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa D_D bervariasi dari 0,3-0,7 tergantung arah mana yang berat kosong (Pt-01-2002-B). sedangkan faktor distribusi lajur (D_L) dapat dilihat pada Tabel 3.9.

Tabel 3.9 Distribusi Lajur (Sukirman, 1999)

No	Jumlah Lajur Per Arah	% Beban Gandar Standar Dalam Lajur Rencana
1	1	100
2	2	80-100
3	3	60-80
4	4	50-75

Dari Tabel 3.9 dapat diuraikan distribusi lajur digunakan untuk menunjukkan distribusi kendaraan kelajur rencana. Tebal lapisan perkerasan jalan ditentukan dari beban yang akan dipikul, berarti dari arus lalu lintas yang hendak memakai jalan tersebut. Besarnya arus lalu lintas dapat diperoleh dari Analisa lalu lintas, sehingga diperoleh data mengenai jumlah kendaraan yang hendak memakai jalan, jenis kendaraan beserta jumlah tiap jenisnya, konfigurasi sumbu dari setiap jenis kendaraan dan beban masing-masing sumbu kendaran (SNI 2002).

Pada umumnya lalu lintas pada jalan raya terdiri dari campuran kendaraan cepat, kendaraan lambat, kendaraan berat, kendaraan ringan dan kendaraan yang tak bermotor.

Dalam hubungannya dalam kapasitas jalan, pengaruh dari setiap jenis kendaran tersebut terhadap keseluruhan arus lalu lintas, diperhitungkan dengan membandingkannya terhadap pengaruh dari suatu mobil penumpang. Pengaruh mobil penumpang dalam hal ini dipakai sebagai satuan dan disebut Satuan Mobil Penumpang (SMP).

Koefisien distribusi untuk kendaraan ringan dan kendaraan berat pada jalur rencana dapat ditentukan dari Tabel 3.10.

Tabel 3.10 Koefisien Distribusi Kendaraan (Sukirman, 1999)

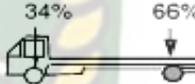
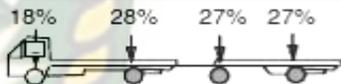
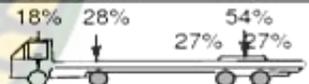
Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan		Kendaraan Berat	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1	1,00	1,00	1,00	1,00
2	0,60	0,50	0,70	0,50
3	0,40	0,40	0,90	0,475
4	-	0,30	-	0,45
5	-	0,25	-	0,425
6	-	0,20	-	0,40

Dari Tabel 3.10 dapat diuraikan Koefisien Distribusi Kendaraan Ternyata sebagian besar Kendaraan Ringan dan Kendaraan Berat justru tidak berada pada lajur paling kiri, namun justru ada pada lajur paling kanan. Boleh dikatakan bahwa lajur rencana dalam konteks ini adalah lajur paling kanan. Untuk Kendaraan Berat persentase Kendaraan Berat pada lajur rencana adalah sekitar 40%, sedangkan untuk Kendaraan Ringan sekitar 50%.

3.11 Angka Ekuivalen Beban Gandar Standar Kendaraan (E)

Angka ekuivalen (E) merupakan angka yang menyatakan perbandingan tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh lintasan beban gandar sumbu tunggal kendaraan terhadap tingkat kerusakan yang ditimbulkan oleh satu lintasan beban standar sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18000 lb). Di lapangan berat dan konfigurasi sumbu kendaraan di dalam perhitungan perkerasan perlu terlebih dahulu ditransformasikan ke dalam *equivalent standard axle load* (ESAL). Angka Ekuivalen (E) masing-masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan).

Tabel 3.11 Angka Ekvivalen Kendaraan

KONFIGURASI SUMBU & TIPE	BERAT KOSONG (ton)	BEBAN MUATAN MAKSIMUM (ton)	BERAT TOTAL MAKSIMUM (ton)	UE 18 KSAL KOSONG	UE 18 KSAL MAKSIMUM	
1,1 HP	1,5	0,5	2,0	0,0001	0,0005	
1,2 BUS	3	6	9	0,0037	0,3006	
1,2L TRUK	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174	
1,2H TRUK	4,2	14	18,2	0,0143	5,0264	
1,2,2 TRUK	5	20	25	0,0044	2,7416	
1,2+2,2 TRAILER	6,4	25	31,4	0,0085	3,9083	
1,2-2 TRAILER	6,2	20	26,2	0,0192	6,1179	
1,2-2,2 TRAILER	10	32	42	0,0327	10,183	

(Sumber : Manual Perkerasan Jalan dengan alat Benkelman beam No. 01/MN/BM/83).

3.11.1 Structural Number (SN) atau IP_0

Nilai Structural Number (SN) atau IP_0 (Indeks permukaan Pada Awal Umur rencana), menyatakan nilai dari kerataan/kehalusan serta kekokohan tingkat pelayanan lalu lintas pada awal umur rencana. Dalam menentukan indeks permukaan jalan (kerataan/kehalusan serta kekokohan) pada umur rencana dapat dilihat pada Tabel 3.12 dibawah ini.

Tabel 3.12 Indeks permukaan Pada Awal Umur rencana IP₀ (Pt-01-2002-B)

Jenis Lapis Perkerasan	IP ₀	Ketidakrataan *) (IRI,m/Km)
LASTON	≥ 4	≤ 1,0
	3,9-3,5	> 1,0
LASBTAG	3,9-3,5	≤ 2,0
	3,4-3,0	> 2,0
LAPEN	3,4-3,0	≤ 3,0
	2,9-2,5	> 3,0

Dari Tabel 3.12 dapat diuraikan Dalam menentukan indeks permukaan awal rencana (IP₀) perlu diperhatikan jenis permukaan jalan (kerataan/kehalusan serta kekokohan) pada awal umur rencana.

3.11.2 Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IPt)

Nilai Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IPt) merupakan nilai yang menunjukkan kerataan/kehalusan serta kekokohan permukaan pada akhir umur rencana yang nilainya ditentukan berdasarkan klasifikasi jalan. dapat dilihat pada tabel dibawah ini (Pt-01-2002-B) :

Tabel 3.13 Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IPt) (Pt-01-2002-B).

Klasifikasi jalan			
Lokal	Kolektor	Arteri	Bebas hambatan
1,0 – 1,5	1,5	1,5 – 2,0	-
1,5	1,5 – 2,0	2,0	-
1,5 – 2,0	2,0	2,0 – 2,5	-
-	2,0 – 2,5	2,5	2,5

Dari Tabel 3.13 dapat diuraikan beberapa IP beserta artinya adalah :

IP =2,5: menyatakan permukaan jalan masih cukup stabil dan baik

- IP = 2,0: menyatakan tingkat pelayanan terendah bagi jalan yang masih mantap.
- IP = 1,5: menyatakan tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus).
- IP = 1,0: menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu-lintas kendaraan.

3.12 Beban Berlebih (*overload*)

Beban berlebih (*overload*) adalah beban lalu lintas rencana (jumlah lintasan operasional rencana) tercapai sebelum umur rencana perkerasan, atau disebut kerusakan dini.

Firdaus (1999) menyatakan bahwa kelebihan muatan 85,25% pada kendaraan 2 as akan menaikkan *damage factor* sebesar 1077,81%, kelebihan muatan 82,20% pada kendaraan 3 as akan menaikkan *damage factor* sebesar 1001,92%. Salah satu penyebab muatan berlebih masih terjadi adalah karena lemahnya penegakan hukum terhadap pelaku pelanggaran muatan berlebih, sedangkan peningkatan kerusakan jalan yang terjadi lebih besar dari kemampuan pendanaan yang tersedia untuk penanganan jalan.

Wartadinata dan Situmorang (2012) menyatakan apabila beban muatan dibiarkan terus menerus terjadi, maka pada umur tahun pelayanan akan dimungkinkan terjadi kerusakan, hal ini dapat menimbulkan kerugian ekonomi.

Saleh, dkk.(2009) menyampaikan bahwa truk bermuatan lebih sangat berpengaruh terhadap daya rusak jalan. Kerusakan jalan berbanding lurus terhadap persentase kelebihan muatan bila dibandingkan dengan muatan sesuai jumlah beban ijin (JBI). Muatan truk berlebih mencapai persentase 50% mempengaruhi biaya pemeliharaan jalan sampai 2,5 kali terhadap rencana biaya pemeliharaan rutin per tahun dalam rentang waktu masa pelayanan. Kerusakan jalan yang diakibatkan oleh truk dengan muatan berlebih 50% meningkatkan biaya transportasi sebesar Rp. 45/ton-km, sehingga berakibat pada perekonomian.

Mulyono (2011) memaparkan bahwa efek muatan berlebih (*overloading*) merupakan penyebab kerusakan perkerasan struktur jalan, yang dibuktikan dengan adanya daerah lebar alur lebih besar dari 60% dari total kerusakan struktural per km, akibat adanya kendaraan dengan beban gandar maksimum (*Max Axle Load*) lebih besar dari standar beban gandar yang diijinkan untuk masing-masing kelas jalan. Muatan berlebih akan meningkatkan kerusakan jalan dan memperpendek umur layanan jalan sehingga perlu pengendalian terhadap muatan berlebih berupa pengendalian terhadap muatan sumbu terberat (*MST*) (Ditjen Perhubungan Darat, 2005).

Ada beberapa defenisi mengenai *overloady* yaitu :

Berat as kendaraan yang melampaui batas maksimum yang diizinkan (*MST* = muatan sumbu terberat) yang dalam hal ini, *MST* ditetapkan berdasarkan Peraturan Pemerintah yang berlaku :

Pasal 11 PP No.43/1993: *MST* berdasarkan berat As kendaraan :

- a. Jalan kelas I : $MST > 10$ (kecuali diatur lebih lanjut), berarti tidak ada pembatas beban as kendaraan, kecuali untuk angkutan peti kemas yang diatur lebih lanjut oleh PP No.74-1990.
- b. Jalan kelas II : $MST \leq 10$ ton
- c. Jalan kelas III (A, B, C): $MST \leq 8$ ton

3.13 Tegangan (*Stress*)

Tegangan adalah gaya yang diperlukan oleh benda untuk kembali kebentuk semula. Apabila gaya yang bekerja tegak lurus terhadap permukaan. Maka tegangan yang demikian dinamakan tegangan normal. Sedangkan gaya yang bekerja sejajar dengan permukaan dikatakan sebagai tegangan geser. Untuk gaya yang bekerja dalam arah yang tidak sejajar dan tidak tegak lurus pada permukaan, tegangan dapat diuraikan dalam komponen normal dan geser (Prasetyo, 2012)

3.14 Regangan (*Strain*)

Strain atau regangan diukur untuk mengetahui besarnya deformasi pada saat terjadinya tegangan mekanik sehingga didapatkan besaran gaya yang terjadi seperti beban ataupun tegangan. Selain itu juga digunakan untuk memperoleh nilai keamanan/kekuatan suatu bahan atau elemen struktural yang mengandung bahan tersebut (Prasetyo, 2012).

Jika saat benda ditarik atau ditekan gaya (F) yang diterima benda mengakibatkan adanya ketegangan antar partikel ini mengakibatkan adanya ketegangan antar partikel dalam material yang besarnya berbanding lurus. Perubahan tegangan partikel ini menyebabkan adanya pergeseran struktur material (regangan atau himpitan) yang besarnya juga berbanding lurus. Besarnya nilai regangan dapat ditentukan dengan perbandingan antara penambahan panjang (ΔL) dibagi dengan panjang awal (L) (Prasetyo, 2012)

3.15 Konsep Metode Analitis

Salah satu metode perancangan tebal perkerasan dengan cara analitis yang dapat dipakai adalah metode *Nottingham Design Method* dari *University of Nottingham* di Inggris. Secara umum prosedur yang dipakai dalam metode *Nottingham Design Method* adalah sebagai berikut :

1. Menentukan Suhu tahunan rata-rata (T).
2. Menentukan Suhu tahunan rata-rata kendaraan (V).
3. Menghitung beban gandar standar setiap kendaraan dalam umur rencana (N).
4. Menentukan kekakuan tanah dasar dan material berbutir (lapis pondasi bawah dan lapis pondasi atas).
5. Menentukan desain *temperature* campuran aspal yang digunakan untuk ukuran regangan yang dipertimbangkan.
6. Menentukan kekakuan campuran (S_m).
7. Menentukan tebal setiap lapis perkerasan yang akan dipakai.

8. Untuk lapis granuler (lapis pondasi bawah dan lapis pondasi atas) tebalnya ≥ 20 cm, hal ini dipakai untuk mengurangi ketebalan lapisan campuran aspal yang mempunyai harga yang lebih mahal dibandingkan lapisan granular.

Parameter yang digunakan untuk analisa perkerasan jalan dengan menggunakan metode *Nottingham Design Method* adalah sebagai berikut :

3.15.1 Desain Temperatur

Pemilihan jenis dan kadar aspal tergantung pada jenis konstruksi dan iklim wilayah suatu daerah. Aspal adalah material yang termoplastis, berarti akan keras atau lebih kental jika *temperature* berkurang dan akan lunak atau lebih cair jika *temperature* bertambah (Riyanto, 1996). Akibatnya aspal harus dipilih dengan wilayah suatu daerah.

Pada perencanaan suhu (*temperature design*) nilai suhu rata-rata tahunan dapat digunakan untuk perencanaan, walaupun suhu perkerasan berubah secara terus menerus. Pada umumnya terdapat dua kriteria untuk perencanaan perkerasan yang mempunyai suhu yang berubah-ubah. Dalam pemakaiannya *temperature design* dikalikan dengan *temperature* udara rata-rata tahunan untuk memperoleh *temperature* lapisan campuran beraspal (untuk selanjutnya disebut *temperature* perkerasan) rata-rata tahunan yang diperlukan dalam memperkirakan modulus lapisan campuran beraspal.

Perencanaan suhu (*temperature design*) dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

- a. Untuk kriteria deformasi permanen

$$Temperature\ design = 1,47 T \dots\dots\dots(3.7)$$

- b. Untuk kriteria fatigue (retak lelah)

$$Temperature\ design = 1,92 T \dots\dots\dots(3.8)$$

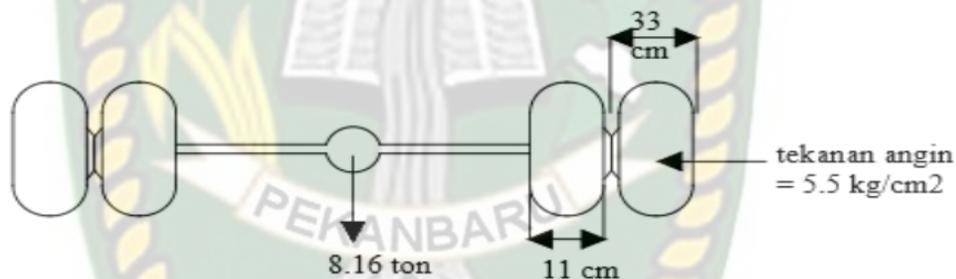
Dimana :

T = Suhu rata-rata tahunan ($^{\circ}C$)

3.15.2 Beban Gandar Standar

Konstruksi perkerasan jalan menerima beban lalu lintas yang dilimpahkan melalui roda-roda kendaraan. Besarnya beban yang dilimpahkan tersebut tergantung dari berat total kendaraan, konfigurasi sumbu, bidang kontak antara roda dan perkerasan, dan kecepatan kendaraan. Dengan demikian efek dari masing-masing kendaraan terhadap kerusakan yang ditimbulkan tidaklah sama. Oleh karena itu perlu adanya beban standar sehingga semua beban standar tersebut. Beban standar merupakan beban sumbu tunggal beroda ganda seberat 18.000 (8,16 ton). semua beban kendaraan lain dengan sumbu berbeda diekavalenkan ke beban sumbu standar dengan menggunakan angka ekivalen beban sumbu (Sukirman, 1993).

Beban sumbu kendaraan yang akan digunakan dalam analisis perhitungan adalah beban sumbu standarsebesar 8,16 ton. sumbu standar kendaraan dapat dilihat pada gambar 3.6 dibawah ini



Gambar 3.6 sumbu standar 8,16 ton (Sukirman, 1993)

Dari Gambar 3.6 dapat diuraikantekanan roda I ban lebih kurang 0,55 MPa = 5,5 kg/cm² dan Jarak antara masing-masing sumbu roda ganda = 33 cm

3.15.3 Kekakuan Tanah Dasar dan Material Berbutir

Sifat mekanis tanah dasar (*subgrade*) dan material berbutir yang digunakan pada konstruksi perkerasan jalan harus mempunyai kualitas yang baik. Apabila didapatkan material tanah yang sangat baik untuk bahan subgrade, maka bisa

dipastikan material di atasnya menjadi lebih tipis ketebalannya , dengan demikian konstruksi jalan akan lebih murah biaya pembuatannya.

Sifat *elastic* tanah dasar biasa diukur secara garis besar dengan nilai *California Bearing Ratio* (CBR) maupun indeks plastisitas (PI) dari tanah dasar dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

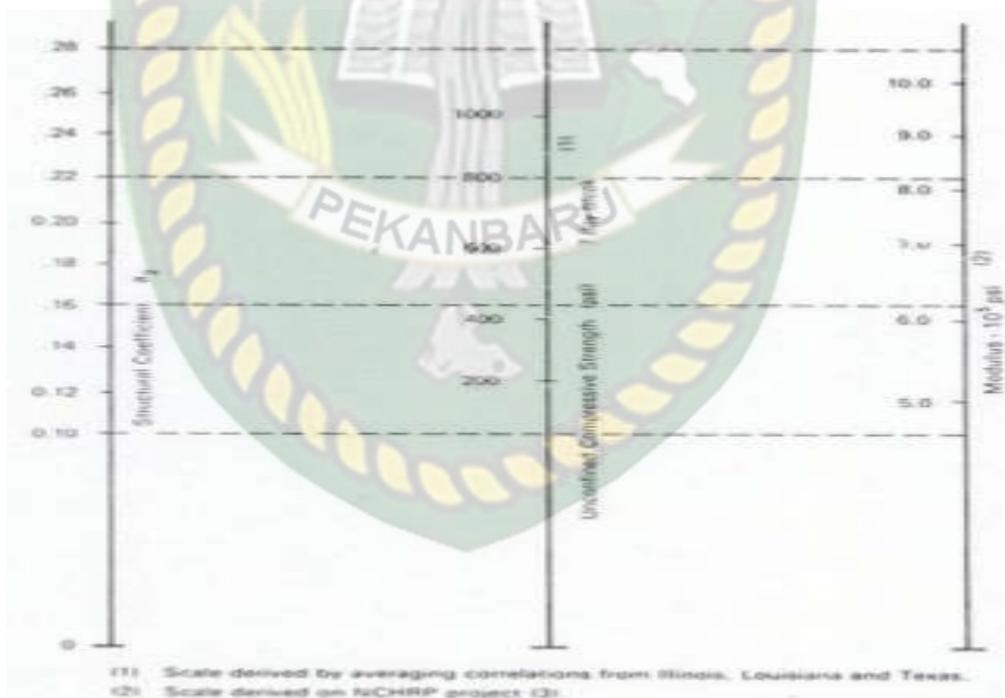
$$S_s = 10.CBR \dots\dots\dots(3.9)$$

Dimana :

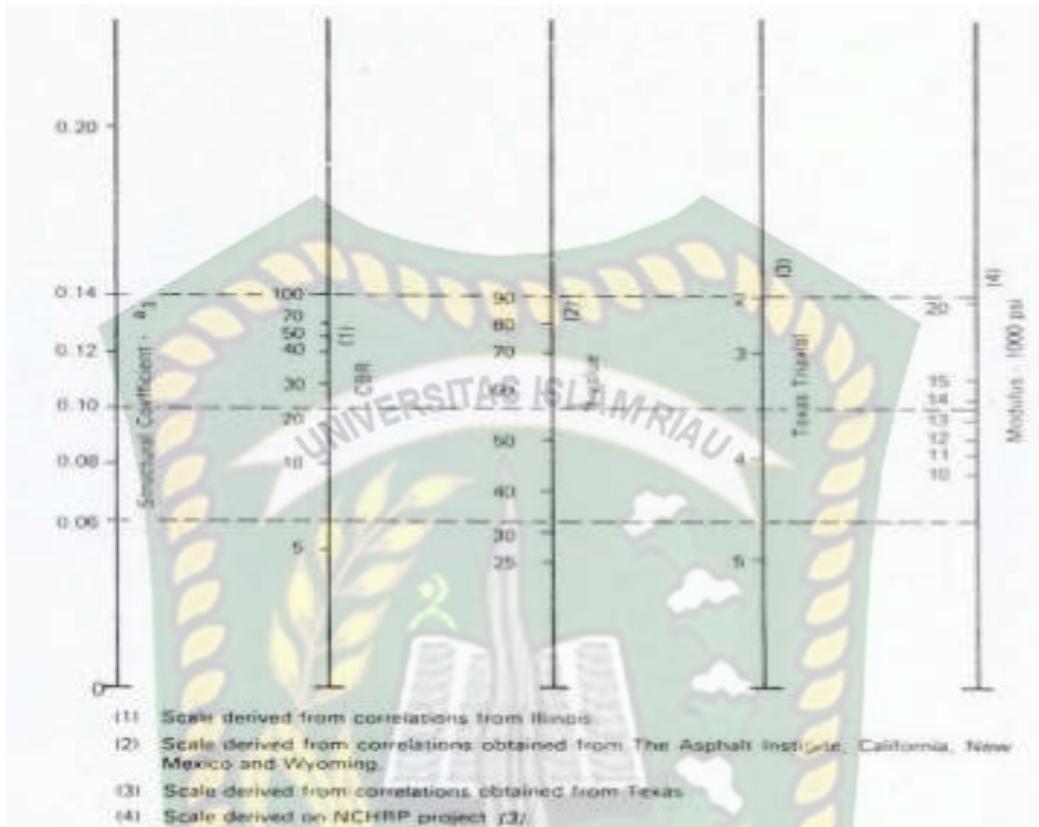
S_s = *Elastic stiffness* pada tanah dasar (MPa)

CBR = *California Bearing Ratio*(%)

Untuk menentukan besarnya nilai kekakuan material berbutir dapat digunakan gambar 3.7 untuk lapis pondasi diatas dan gambar 3.8 untuk lapis pondasi bawah ini (Pt-01-2002-B).



Gambar 3.7 Variasi koefisien kekuatan relatif lapis pondasi granular (a_2) (Pt-01-2002-B)



Gambar 3.8 Variasi koefisien kekuatan relatif lapis pondasi granular (a_3)

(Pt-01-2002-B)

3.15.4 Kekakuan Bitumen

Ketika material beraspal diberi tekanan, maka akan terjadi regangan yang dipengaruhi oleh suhu dan lamanya pembebanan (*loading time*) yang diberikan. Apabila kendaraan melaju dengan kecepatan tinggi maka lama pembebanan (*loading time*) akan semakin kecil dan begitu sebaliknya. Aspal mempunyai sifat viscoelastis apabila lama pembebanan besar maka nilai *stiffness* akan menjadi lebih kecil. Pada umumnya kekakuan bitumen dipengaruhi oleh dua parameter yaitu tegangan (*strees*) dan regangan (*strain*). Menurut Ullidz, kekakuan bitumen dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$S_b = 1,157 \times 10^{-3} \cdot t^{-0,368} \cdot 2,718^{-P_{lr}} \cdot (SP_r - T)^5 \dots\dots\dots(3.10)$$

Waktu pembebanan dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Log } t = 5 \times 10^{-4} \cdot h \cdot 0,2 - 0,94 \cdot \text{Log } V \dots\dots\dots(3.11)$$

Recovered Penetration Index dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{PIr} = \frac{27 \text{ Log } \text{Pi} - 21,65}{76,35 \text{ Log } \text{Pi} - 232,82} \dots\dots\dots(3.12)$$

Softening Point Recovered dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{SPr} = 98,4 - 26,35 \times \log (0,65 \times \text{Pi}) \dots\dots\dots(3.13)$$

Dimana :

Sb = Kekakuan bitumen (MPa)

t = Waktu pembebanan (detik)

SPr = *Softening Point Recovered* (°C)

T = Suhu rata-rata tahunan (°C)

h = Ketebalan lapisan beraspal (mm)

V = Kecepatan kendaraan (km/jam)

PIr = *Recovered Penetration Index*

Pi = Nilai penetrasi aspal awal

Dimana persyaratan nilai sebagai berikut:

PIr = -1 sampai dengan +1

(SPr-T) = 20 sampai dengan 60°C

3.15.5 Kekakuan Campuran *Elastic*

Kekakuan campuran *elastic* (*stiffness*) adalah nilai lapis perkerasan dapat dinyatakan dalam nilai *modulus elastic* campuran. *Modulus elastic* ini menyatakan suatu nilai tegangan (*strees*) dibagi regangan (*strain*) pada *temperature* dan lama pembebanan tertentu akibat pengaruh beban dinamik kendaraan (Brown, S. F dan Brunton, J. h, 1983).

Nilai kekakuan campuran *elastic* dipengaruhi oleh rongga didalam campuran (VMA) dan kekakuan bitumen (Sb), nilai minimum dari kekakuan bitumen adalah 5 MPa. Apabila nilai kekakuan bitumen lebih besar dari 5 MPa maka kekakuan campuran *elastic* hanya dipengaruhi oleh aspal dan tidak tergantung dari proporsi volume yang dimiliki.

Menurut Brown dan Brunton (1984), persamaan yang sesuai untuk menghitung kekakuan campuran *elastic* adalah sebagai berikut :

$$S_{me} = S_b \left[1 + \frac{257,5 - 2,5 VMA}{n(VMA - 3)} \right]^n \dots\dots\dots(3.14)$$

$$N = 0,83 \log \frac{4 \times 10^4}{s_b} \dots\dots\dots(3.15)$$

Dimana :

S_{me} = Kekakuan campuran elastik (MPa)

S_b = Kekakuan aspal (MPa)

VMA = Rongga yang terdapat dalam campuran *agregat* (%)

3.15.6 Prediksi Umur Pelayanan

Umur rencana untuk perkerasan jalan baru umumnya diambil 20 tahun untuk peningkatan jalan 10 tahun, apabila jalan sudah terdapat tanda-tanda kondisi yang berupa kegagalan atau kritis, maka konstruksi perkerasan jalan tersebut sudah tidak layak untuk dilalui kendaraan terutama kendaraan berat (Prasetyo, 2012).

Suatu perkerasan dikatakan terjadi kondisi kegagalan apabila ditandai dengan adanya bekas roda sebesar 20 mm atau keretakan yang luas akibat jejak roda. Sehingga pada rute tersebut perlu diberi lapis tambahan atau direkonstruksi. Sedangkan apabila terjadi kondisi kritis ditandai dengan adanya bekas roda sebesar 10 mm atau awal dan terjadinya retak jejak roda. Apabila konstruksi jalan tersebut akan berangsur-angsur terjadi kerusakan *structural* apabila tidak segera diperbaiki. Untuk menghitung umur pelayanan pada kriteria retak leleh dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$\log N = 15,8 \log \epsilon_t - k - (5,13 \log \epsilon_t - 14,39) \log V_B - (8,63 \log \epsilon_t - 24,2) \log SP_1 \dots \dots \dots (3.16)$$

Dimana :

N = Masa pelayanan (*Million Standard Axles*)

ϵ_t = *asphalt mix tensile strain*

k = konstanta retak lelah 46,82 untuk kondisi kritis dan 46,06 untuk kondisi kegagalan

V_B = *Volume of binder*

SP_1 = *Softening point* ($^{\circ}C$)

Adapun *Volume of binder* (V_b) dapat dihitung dengan rumus:

$$v_b = \frac{\text{kadar aspal} \times \text{berat jenis bulk}}{\text{berat jenis aspal}} \dots \dots \dots (3.17)$$

Untuk menghitung Umur pelayanan ditentukan pada kondisi deformasi permanen dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

a) Untuk kondisi kritis

$$N = fr \left[\frac{7,6 \times 10^8}{e_z^{3,7}} \right] \dots \dots \dots (3.18)$$

b) Untuk kegagalan

$$N = fr \left[\frac{3 \times 10^9}{e_z^{23,57}} \right] \dots \dots \dots (3.19)$$

Dimana :

N = Masa pelayanan (*Million Standard Axles*)

Fr = *Rut Factor*

E_z = *Asphalt mix vertical strain*

Besarnya *rut factor* dapat ditentukan dengan ketentuan sebagai berikut :

Hot rolled asphalt = 1,00

Dense bitumen macadam = 1,56

Modified rolled asphalt = 1,37

Modified dense bitumen macadam = 1,52



BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Lokasi Penelitian

Dalam penelitian ini lokasi yang akan dijadikan sebagai bahan penelitian oleh peneliti adalah ruas jalan Kota Dumai – Sepahat, lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Peta Lokasi Penelitian

4.2 Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data literatur, yaitu data sekunder yang diperoleh dari buku, internet, dan karya ilmiah yang berhubungan dengan penelitian ini. Data sekunder yaitu berupa pengambilan data-data dari instansi terkait, sehingga dapat mempermudah proses penelitian. Data-data sekunder yang diperoleh yaitu berupa :

1. Data himpunan perhitungan lalu lintas selama 24 jam pada tahun 2018 dari Dinas Pekerjaan Umum Dan Penataan Ruang Propinsi Riau.

2. Adalah data Gambar Rencana, Data CBR, Data Rancangan Campuran Rencana, Laporan Hasil Pengujian Aspal, diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Dan Penataan Ruang Propinsi Riau

4.3 Tahap Pelaksanaan Penelitian

Hasil yang diperoleh dari metode *Nottingham Design Method* pada ruas jalan Dumai-Sepahat. Adapun langkah yang harus diperhatikan antara lain :

1. Tahapan Persiapan

Tahapan persiapan merupakan langkah utama yang harus dilakukan dalam penulisan penelitian ini. Dimana persiapan yang dilakukan pertama sekali adalah mencari tempat atau lokasi penelitian yang akan dilakukan, kemudian penulis melakukan izin dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Provinsi Riau, Setelah itu dilakukan Pengumpulan data baik yang didapat dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Provinsi Riau maupun yang didapat dilapangan.

2. Pengumpulan Data

Untuk pembahasan permasalahan dan penyelesaian tugas akhir ini penulis memerlukan beberapa data yaitu, data sekundyaitu gambar rencana, data CBR, data rancangan campuran rencana, laporan pengujian aspal, data LHR tahun 2018 yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Provinsi Riau.

3. Analisa data

Dalam menganalisa pengaruh beban berlebih (*overload*) terhadap rencana perkerasan jalan pada Ruas Jalan Dumai - Sepahat ini penulis melakukan analisa dengan metode *Nottingham Design Method*.

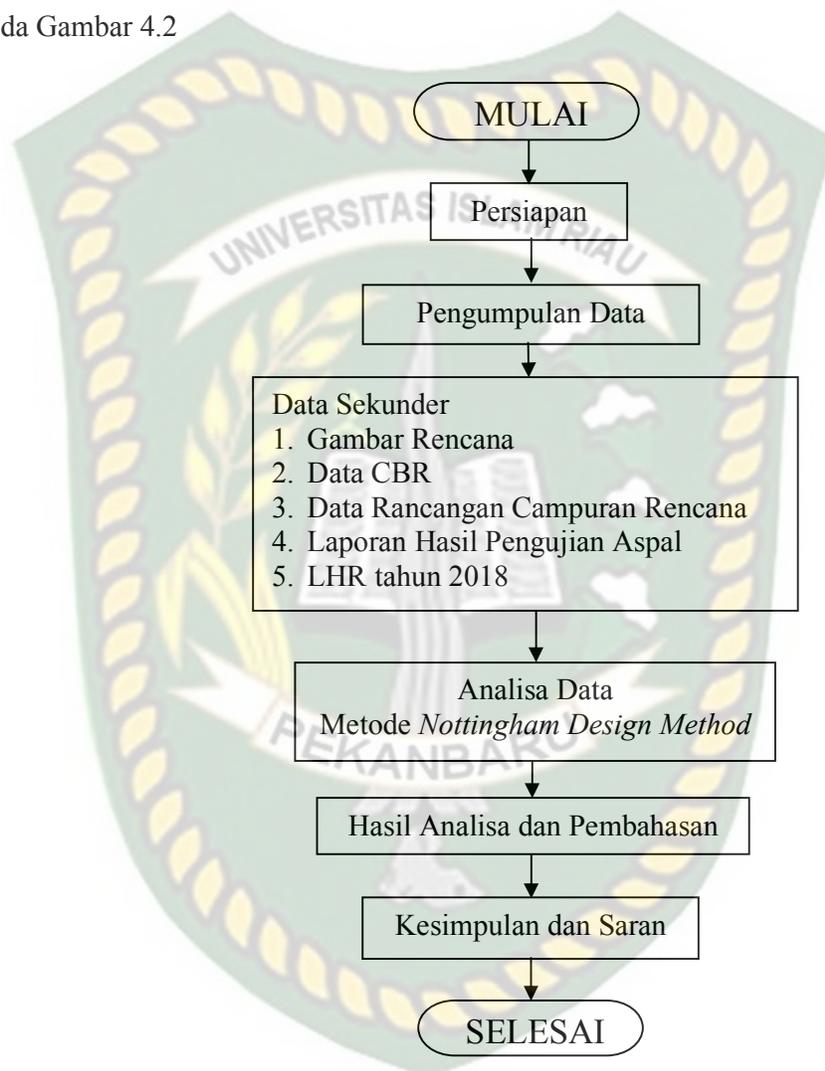
4. Hasil analisa dan Pembahasan

Dari hasil analisa perhitungan didapat besarnya pengaruh beban berlebih (*overload*) terhadap beban gandar standard sebesar 9%, 18%, 27% dan 36% terhadap umur rencana perkerasan jalan.

5. Kesimpulan

Kesimpulan Besarnya pengaruh beban Berlebih (*overload*) terhadap beban gandar standard untuk kondisi fatigue pada beban gandar standard sebesar 9%, 18%, 27% dan 36%.

Bagan alir perhitungan penurunan umur pelayanan jalan ini dapat dilihat pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Gambaran Umum Objek Penelitian

Ruas jalan Dumai–Sepahat merupakan jalanlintas yang sering dilalui oleh berbagai jenis kendaraan baik kendaraan ringan maupun kendaraan berat. Dalam melayani arus kendaraan lalulintas, jalan ini mempunyai peranan yang cukup penting karena ruas jalan ini jalan yang menghubungkan dua kabupaten antara kota Dumai dan Kabupaten Bengkalis. Ruas jalan ini merupakan jenis fungsi jalan arteri dengan kelas jalan I. Ruas ini memiliki panjang fungsional 61,40 Km, lebar sebesar 6,80 m. Selain itu, ruas jalan ini memiliki umur pelayanan jalanselama 10 tahun.

5.2 Temperatur *Design* (T)

Untuk analisa nilai *temperature design* digunakan data suhu tahunan rata-rata kota Dumai. Menurut Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Kota Dumai, suhu rata-rata tahunan kota dumai adalah 30 °C. Dari hasil perhitungan untuk mencari *temperature design* untuk kondisi fatigue (ϵ_t) diperoleh 57 °C, berikut perhitungannya:

$$T = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\begin{aligned} \text{Temperature design} &= 1,92 \cdot T \\ &= 1,92 \cdot 30 \\ &= 57,6^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

Sedangkan *temperature design* untuk kondisi deformasi (ϵ_z) diperoleh 44,1 °C, berikut perhitungannya:

$$T = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\begin{aligned} \text{Temperature design} &= 1,47 \cdot T \\ &= 1,47 \cdot 30 \\ &= 44,1 \text{ }^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

Selanjutnya, nilai temperatur *design* untuk kedua kondisi tersebut akan digunakan untuk menganalisa nilai kekakuan bitumen.

5.3 Lama Pembebanan (*Loading Time*)

Berdasarkan nilai kecepatan ruas Jalan Dumai–Sepahat yaitu 60 km/jam (Sukirman, 1999) maka diperoleh hasil lama pembebanan selama 0,0146 detik. Berikut perhitungannya:

$$\text{Kecepatan (V)} = 60 \text{ Km/jam}$$

$$\text{Tebal lapis Permukaan} = 64 \text{ Cm (gambar A-1)}$$

$$\text{Log } t = (5 \times 10^{-4} \cdot h) - 0,2 - (0,94 \cdot \text{Log } V)$$

$$= (5 \times 10^{-4} \cdot 64) - 0,2 - (0,94 \cdot \text{Log } 60)$$

$$= 0,032 - 0,2 - 1,67$$

$$\text{Log } t = -1,838$$

$$t = 0,0146 \text{ detik}$$

Dalam hal ini kendaraan di ruas jalan tersebut memiliki kecepatan yang cukup tinggi sehingga menghasilkan lama pembebanan (waktu) dengan nilai yang kecil. Selanjutnya, lama pembebanan tersebut akan digunakan untuk menganalisa nilai kekakuan bitumen.

5.4 Nilai kekakuan tanah dasar (SS)

Sifat *elastic* tanah dasar diukur secara garis besar dengan nilai *California Bearing Ratio*. Berdasarkan hasil pengolahan data, diperoleh hasil nilai kekakuan tanah dasar 35 Mpa dengan perhitungan sebagai berikut.

$$\text{CBR tanahdasar} = 5 \% \text{ (Gambar A-1)}$$

$$\text{SS} = 10 \cdot \text{CBR}$$

$$= 10 \cdot 5$$

$$= 50 \text{ MPa}$$

5.5 Nilai Kekakuan Bitumen (Sb) dan Kekakuan Campuran *Elastic* (sme)

Dalam menghitung nilai kekakuan bitumen maka nilai *Recovered Penetration Indeks (Plr)* dan nilai *Softening Point Recovered (SPr)* harus diketahui. Berdasarkan hasil perhitungan untuk masing-masing lapis permukaan diperoleh sebagai berikut :

1. Nilai *Recovered Penetration Indeks (Plr)* dari setiap jenis campuran aspal panas untuk AC-BC diperoleh -0,310, berikut perhitungannya:

$$\begin{aligned}
 PI &= 71,20 \text{ (Lampiran B-5)} \\
 Plr &= \frac{(27 \text{ Log } PI) - 21,65}{(76,35 \text{ Log } PI) - 232,82} \\
 &= \frac{(27 \text{ Log } 71,20) - 21,65}{(76,35 \text{ Log } 71,20) - 232,82} \\
 &= \frac{(27 \times 1,85) - 21,65}{(76,35 \times 1,85) - 232,82} \\
 &= \frac{49,95 - 21,65}{141,25 - 232,82} = \frac{28,3}{-91,57} \\
 &= -0,310
 \end{aligned}$$

Sedangkan AC-WC diperoleh -0,235, berikut perhitungannya:

$$\begin{aligned}
 PI &= 50,90 \text{ (Lampiran B-4)} \\
 Plr &= \frac{(27 \text{ Log } PI) - 21,65}{(76,35 \text{ Log } PI) - 232,82} \\
 &= \frac{(27 \text{ Log } 50,90) - 21,65}{(76,35 \text{ Log } 50,90) - 232,82} \\
 &= \frac{(27 \times 1,7) - 21,65}{(76,35 \times 1,7) - 232,82} \\
 &= \frac{45,9 - 21,65}{129,795 - 232,82} = \frac{24,25}{-103,025} \\
 &= -0,235
 \end{aligned}$$

2. Nilai *Softening Point Recovered (SPr)* dari setiap jenis campuran aspal panas untuk AC-BC diperoleh 54,517 °C, berikut perhitungannya:

$$\begin{aligned}
 PI &= 71,20 \text{ (Lampiran B-5)} \\
 SPr &= 98,4 - [26,35 \times \text{Log} (0,65 \cdot PI)] \\
 &= 98,4 - [26,35 \times \text{Log} (0,65 \cdot 71,20)] \\
 &= 98,4 - 43,883 \\
 &= 54,517 \text{ } ^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

sedangkan AC-WC diperoleh 58,358 °C, berikut perhitungannya:

$$\begin{aligned} \text{PI} &= 50,90 \text{ (Lampiran B-4)} \\ \text{SPr} &= 98,4 - [26,35 \times \text{Log} (0,65 \cdot \text{PI})] \\ &= 98,4 - [26,35 \times \text{Log} (0,65 \cdot 50,90)] \\ &= 98,4 - 40,042 \\ &= 58,358 \text{ }^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

Adapun nilai kekakuan bitumen untuk kedua jenis campuran aspal pada kondisi fatigue dan deformasi adalah sebagai berikut:

1. Dengan lama pembebanan (0,0146 detik) maka nilai Kekakuan Bitumen (Sb) untuk lapisan AC – BC dari setiap jenis campuran aspal panas untuk kondisi fatigue AC-BC dengan temperatur *design* (57 °C) diperoleh 3,083 °C, berikut perhitungannya:

$$\begin{aligned} \text{Temperature design (T)} &= 57,6 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ \text{Softening Point Recovered (SPr)} &= 54,517 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ \text{Lama pembebanan (t)} &= 0,0146 \text{ detik} \\ \text{Recovered Penetration Indek (Plr)} &= - 0,310 \\ \text{SPr} - \text{T} &= 54,517 - 57,6 \\ &= 3,083 \text{ }^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

karena syarat SPr-T tidak terpenuhi (SPr-T = 20-60 °C), maka nilai Sb dapat ditentukan menggunakan nomogram Sb (*Bitumen stiffnes*) dapat dilihat pada lampiran maka nilai Sb = 1 MPa. Adapun untuk kondisi deformasi dengan temperatur *design* (44,1 °C) diperoleh 493,11 Mpa, berikut perhitungannya:

$$\begin{aligned} \text{Temperature design (T)} &= 44,1 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ \text{Softening Point Recovered (SPr)} &= 54,517 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ \text{Lama pembebanan (t)} &= 0,0146 \text{ detik} \\ \text{Recovered Penetration Indek (Plr)} &= -0,310 \\ \text{Sb} &= 1,157 \times 10^{-3} \cdot t^{-0,368} \cdot 2,718^{-\text{Plr}} \cdot (\text{SPr}-\text{T})^5 \\ &= 1,157 \times 10^{-3} \cdot 0,0146^{-0,368} \cdot 2,718^{-0,310} \cdot (54,517- 44,1)^5 \\ &= 493,11 \text{ MPa} \end{aligned}$$

2. Dengan lama pembebanan (0,0146 detik) maka nilai Kekakuan Bitumen (Sb) untuk lapisan AC – WC dari setiap jenis campuran aspal panas untuk kondisi fatigue AC-WC dengan temperatur *design* (57,6 °C) diperoleh 0,758 °C, berikut perhitungannya:

$$\begin{aligned} \text{Temperature } design (T) &= 57,6 \text{ } ^\circ\text{C} \\ \text{Softening Point Recovered (SPr)} &= 58,358 \text{ } ^\circ\text{C} \\ \text{Lama pembebanan (t)} &= 0,0146 \text{ detik} \\ \text{Recovered Penetration Indek (Plr)} &= - 0,235 \\ \text{SPr} - T &= 58,358 - 57,6 \\ &= 0,758 \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

karena syarat SPr-T tidak terpenuhi, maka nilai Sb dapat dicari menggunakan nomogram Sb(*Bitumen stiffnes*). (*from Shell Oil Co*), dapat dilihat pada (lampiran B-12) maka nilai Sb = 1 MPa. Adapun untuk kondisi deformasi dengan temperatur *design* (44,1 °C) diperoleh 531,52 MPa, berikut perhitungannya:

$$\begin{aligned} \text{Temperature } design (T) &= 44,1 \text{ } ^\circ\text{C} \\ \text{Softening Point Recovered (SPr)} &= 54,517 \text{ } ^\circ\text{C} \\ \text{Lama pembebanan (t)} &= 0,0146 \text{ detik} \\ \text{Recovered Penetration Indek (Plr)} &= - 0,235 \\ \text{Sb} &= 1,157 \times 10^{-3} \cdot t^{-0,368} \cdot 2,718^{-\text{Plr}} \cdot (\text{SPr} - T)^5 \\ &= 1,157 \times 10^{-3} \cdot 0,0146^{-0,368} \cdot 2,718^{-0,235} \cdot (54,517 - 44,1)^5 \\ &= 531,52 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Berdasarkan nilai kekakuan bitumen dan lama pembebanan (0,0146 detik) maka diperoleh nilai kekakuan campuran *elastic* (sme) sebagai berikut.

1. Untuk lapisan AC- BC dari setiap jenis campuran aspal panas untuk kondisi fatigue AC-BC diperoleh 570,24 MPa, sedangkan untuk kondisi deformasi diperoleh 22788,61 MPa.
2. Untuk lapisan AC – WC dari setiap jenis campuran aspal panas untuk kondisi fatigue diperoleh 618,86 MPa, sedangkan untuk kondisi deformasi diperoleh 24719,9 MPa (analisa perhitungan dapat dilihat pada lampiran A-7).

5.6 Analisa Perancangan Tebal Perkerasan Jalan

Berikut adalah hasil rekapitulasi hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.1 dibawah ini Adapun penjelasan dari perancangan tebal perkerasan jalan (Analisa dapat dilihat pada lampiran A-10).

Tabel 5.1 Rekapitulasi hasil perhitungan.

No	Uraian Perhitungan	Hasil Perhitungan	Satuan
1	Temperatur <i>Design</i> (T)		
	Untuk kondisi fatigue	57,6	⁰ C
	Untuk kondisi deformasi	44,1	⁰ C
2	Lama Pembebanan (t)	0,0146	Detik
3	Kekakuan Tanah Dasar (SS)	50	MPa
4	<i>Recovered Penetration indek</i> (PLr)		
	Lapis perkerasan AC-BC	-0,310	-
	Lapis perkerasan AC-WC	-0,235	-
5	<i>Softening Point Recovered</i> (SPr)		
	Lapis perkerasan AC-BC	54,517	⁰ C
	Lapis perkerasan AC-WC	58,358	⁰ C
6	Kekakuan Bitumen (Sb)		
	Lapis perkerasan AC-BC		
	Kondisi fatigue	1	MPa
	Kondisi Deformasi	493,11	MPa
	Lapis perkerasan AC-WC		
	Kondisi fatigue	1	MPa
	Kondisi Deformasi	531,52	MPa
7	Kekakuan Campuran Elastik (Sme)		
	Lapis perkerasan AC-BC		
	Kondisi fatigue	570,24	MPa
	Kondisi Deformasi	22788,61	MPa
	Lapis perkerasan AC-WC		
	Kondisi fatigue	618,86	MPa
	Kondisi Deformasi	24719,9	MPa

(Sumber : Hasil Perhitungan)

5.7 Hasil Analisa Angka Ekuivalen Jenis Kendaraan

Dari hasil analisa lalu-lintas harian rata-rata (LHR) didapat Jumlah LHR pada ruas Jalan Dumai-Sepahat tahun 2018 sebesar 1585 kend/hari/2 arah .

Tabel 5.2 Data LHR Ruas Jalan Dumai-Sepahat Tahun 2018

No	Jenis kendaraan	LHR (kendaraan/hari)
1	Sedan atau jip	341
2	Pick up	339
3	Mikro Truck	348
4	Bus Kecil	110
5	Bus Besar	98
6	Truck 2 as	160
7	Truck 3 as	179
8	Truck 4 as	7
9	Truck 5 as	3
Total LHR (kend/2 hari/2 hari)		1585

(Dinas Pekerjaan Umum Dan Penataan Ruang Provinsi Riau)

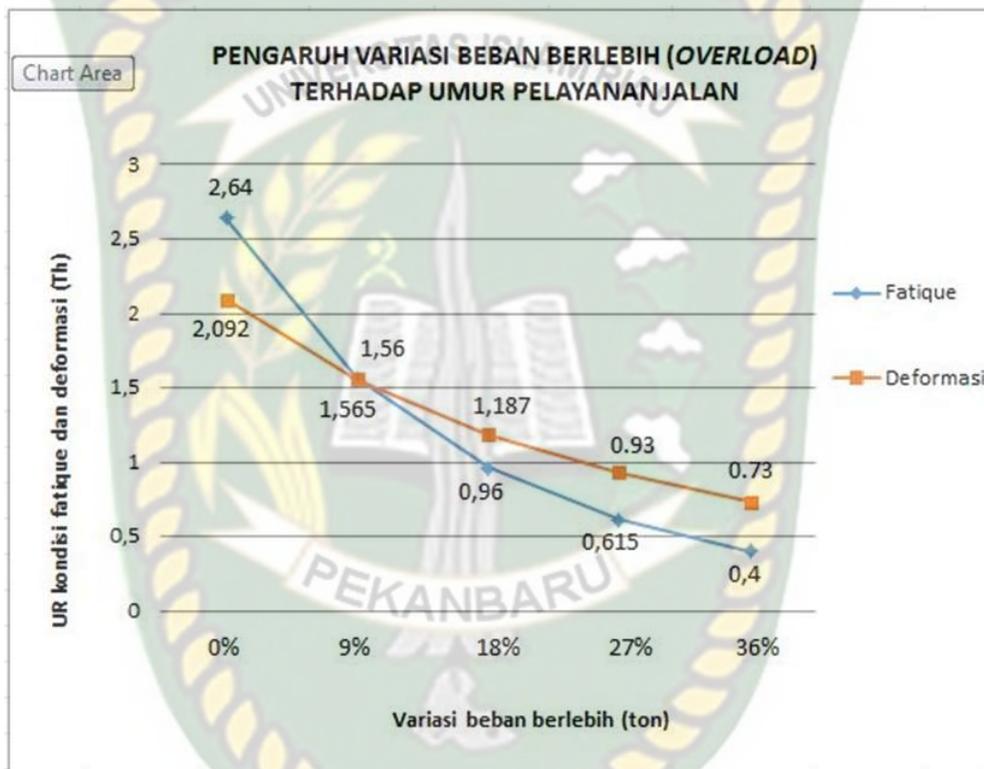
Berdasarkan Tabel 5.2, jenis kendaraan yang banyak dilalui di ruas Jalan Dumai-Sepahat Tahun 2018 adalah mikro truk dengan 348, Sedangkan yang paling sedikit Truck 5 as.

5.8 Hasil Analisa Masa Dan Umur Pelayanan

Tabel 5.3 Rekapitulasi Perhitungan umur pelayanan jalan

Variasi beban	Kondisi perkerasan (μ strain)		N (MSA)	UR (Tahun)
Beban ganda standar	Fatigue (ϵ_t)	190,2	41,7	2,64
	Deformasi (ϵ_z)	170,2	32,55	2,092
<i>Overload</i> 9% dari beban gandar standar	Fatigue (ϵ_t)	207,318	24	1,565
	Deformasi (ϵ_z)	185,5	23,94	1,56
<i>Overload</i> 18% dari beban gandar standar	Fatigue (ϵ_t)	224,436	14,4	0,96
	Deformasi (ϵ_z)	200,83	18,03	1,187
<i>Overload</i> 27% dari beban gandar standar	Fatigue (ϵ_t)	241,554	9	0,615
	Deformasi (ϵ_z)	216,15	13,86	0,93
<i>Overload</i> 36% dari beban gandar standar	Fatigue (ϵ_t)	258,672	5,8	0,4
	Deformasi (ϵ_z)	231,47	10,86	0,73

Berdasarkan Tabel 5.3 variasi beban berlebih (*overload*) memberikan pengaruh terhadap umur pelayanan jalan (UR). Pada beban ganda standar (8,16) ton, memberikan UR selama 2,64 tahun pada kondisi fatigue dan 2,092 tahun pada kondisi deformasi. Jika beban tersebut dinaikkan dari beban ganda standar yakni sebesar 9%, 18%, 27% dan 36% maka menghasilkan UR masing-masing selama 1,565 tahun, 0,96 tahun, 0,615 tahun dan 0,4 tahun untuk kondisi fatigue dan 1,56 tahun, 1,187 tahun, 0,93 tahun dan 0,73 tahun untuk kondisi deformasi.



Grafik 5.1 Pengaruh Variasi Beban Berlebih (Overload) Terhadap Pelayanan Jalan

Berdasarkan Grafik 5.1 menunjukkan bahwa jika beban di ruas jalan Dumai-Sepahat melebihi dari beban ganda standar (8,16 ton) maka mengakibatkan umur pelayanan jalan semakin berkurang. Pada kondisi fatigue, pengurangan umur untuk *Overload* 9%, 18%, 27% dan 36%, dari beban gandar standar adalah 40,8%, 63,7%, 76,7% dan 84,85%, berikut perhitungannya:

$$9\% = \frac{1,56}{2,64} = 0.592; \quad 0.592 = 59.2\%$$

Pengurangan dari beban ganda standar = $100\% - 59.2\% = 40.8\%$

Adapun pada kondisi deformasi, pengurangan umur pelayanan jalan untuk beban berlebih (*overload*) 9%, 18%, 27% dan 36%, dari beban ganda standar adalah 25,5%, 43,3%, 55,55% dan 65,11%, berikut perhitungannya:

$$9\% = \frac{1,56}{2,092} = 0.745; 0.745 = 74.5\% ;$$

Pengurangan dari beban ganda standar = $100\% - 74.5\% = 25,5\%$



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan metode *Nottingham Design Method*, dapat disimpulkan sebagai berikut.

6.1 Kesimpulan

1. Besarnya pengaruh beban berlebih (*overload*) untuk kondisi fatigue terhadap umur pelayanan jalan untuk beban yang melebihi ganda standar sebesar 9%, 18%, 27%, 36%, sehingga terjadi pengurangan umur pelayanan jalan masing-masing sebesar 40,8%, 63,7%, 76,7% dan 84,85%.
2. Besarnya pengaruh beban berlebih (*overload*) untuk kondisi deformasi terhadap umur pelayanan jalan untuk beban yang melebihi ganda standar sebesar 9%, 18%, 27%, 36%, sehingga terjadi pengurangan umur pelayanan jalan masing-masing sebesar 25,5%, 43,3%, 55,55% dan 65,11%.

6.2 Saran – Saran

Dalam hal ini peneliti memberikan beberapa saran yang mungkin dapat menjadi bahan pertimbangan bersama antara lain

1. Perlu dilakukan penelitian yang lebih lanjut mengapa metode *Nottingham Design Method* terjadi perbedaan yang signifikan nilai umur pelayanan antara kondisi fatigue dengan deformasi.
2. Besarnya pengurangan umur pelayanan jalan diakibatkan besarnya pengaruh beban berlebih.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2002. Direktorat Jenderal Bina Marga, Pedoman Perencanaan Perkerasan Lentur, Departemen Pekerjaan Umum.
- Alamsyah, A.2001. Rekayasa Jalan Raya, Umm Press, Malang.
- Brown et al.,1977. *Nottingham Design Method*, Inggris.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1987. Petunjuk Perencanaan Tabel Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen.
- Elianora, 2017. Jurnal Varian Tebal Lapis Tambah (*Overlay*) Berdasarkan Faktor Keceragaman (FK) Pada Jalan Kelakap Tujuh Dumai - Riau.
- Hikmat, I. 2008. Jurnal Perencanaan Volume Lalu-lintas Untuk Angkutan Jalan.
- Hasnan, R. 2008. Analisa Kelayakan Tebal Perkerasan Jalan Pada Ruas Jalan Duri – sungai Rangau Kabupaten Bengkalis, Tugas Akhir, Universitas Islam Riau, Pekanbaru.
- Khisty Jotin .C., dan Lall Kent .B., 2003. Dasar-Dasar Rekayasa Trsportasi Jilid 1. Jakarta: PT. Erlangga.
- Lutfah, 2015. Jurnal Analisis Dampak Beban Overloading Kendaraan Berat Angkutan Barang Terhadap Umur Rencana dan Biaya Kerugian Penanganan Jalan.
- Muslim, Z. 1996. Gelombang dan Optika, Proyek Pembinaan Tenaga Kependidikan Pendidikan Tinggi, Jakarta, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- Pardosi, R. 2010. Studi Pengaruh Beban Berlebih (*Overload*) terhadap pengurangan umur rencana perkerasan jalan, Tugas Akhir, Universitas Sumatra Utara.
- Pedoman Konstruksi dan Bangunan, 2002. Perancangan Tebal Perkerasan Lentur. Departemen Permukiman dan Perasarana Wilayah.
- Prasetyo, 2012. Analisa Pengaruh Beban Berlebih (*Overload*) Terhadap Umur Perkerasan Jalan Menggunakan *Nottingham Design Method* Pada Ruas

Jalan Pantura, Tugas Akhir Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Pradani, N. 2016. Jurnal Analisis Perancangan Tebal Perkerasan Lentur Menggunakan Metode PD T-01-2002-B, Metode Manual Desain Perkerasan (MDP) Dan Metode Nottingham.

Simanjuntak, 2014. Jurnal Analisis Pengaruh Muatan Lebih (Overloading) Terhadap Kinerja Jalan Dan Umur Rencana Perkerasan Lentur Pada Ruas Jalan Raya Pringsurat, Ambarawa-Magelang. Ruas jalan Bawen – Pringsurat

Sentosa, 2012. Jurnal Analisis Dampak Beban *Overloading* Kendaraan pada Struktur *Rigid Pavement* Terhadap Umur Rencana Perkerasan Pada Ruas Jalan Simp Lago – Sorek Km 77 S/D 78.

Sukirman, Silvia. 1999. Perkerasan Lentur Jalan Raya, Bandung, Nova Standar Nasional Indonesia. 2004. Geometri Jalan Perkantoran, Badan Standar disasi Nasional.

Tanjung, I. 2015. Analisa Tebal Lapis Perkerasan Lentur Dengan Menggunakan Metode Pt-T-2002-B Pada Ruas Jalan Simpang Langgam Kabupaten Pelalawan, Tugas Akhir, Universitas Islam Riau, Pekanbaru.

Wells G. R., 1993. Rekayasa Lalu Lintas. Jakarta: PT. Bharatara