



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS DISTRIBUSI BEBAN GANDAR
PADA ANGKUTAN BERAT MUATAN BERLEBIH
TERHADAP KERUSAKAN
PADA STRUKTUR PERKERASAN LENTUR**

SKRIPSI

**GARLINA SRIRAHAYU
0806369354**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
DEPOK
JANUARI 2011**



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS DISTRIBUSI BEBAN GANDAR
PADA ANGKUTAN BERAT MUA TAN BERLEBIH
TERHADAP KERUSAKAN
PADA STRUKTUR PERKERASAN LENTUR**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik**

**GARLINA SRIRAHAYU
0806369354**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
DEPOK
JANUARI 2011**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Garlina Srirahayu

NPM : 0806369354

Tanda Tangan :



Tanggal : 5 Januari 2011

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Garlina Srirahayu
NPM : 0806369354
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Analisis Distribusi Beban Gandar pada Angkutan
Berat Muatan Berlebih Terhadap Kerusakan pada
Struktur Perkerasan Lentur

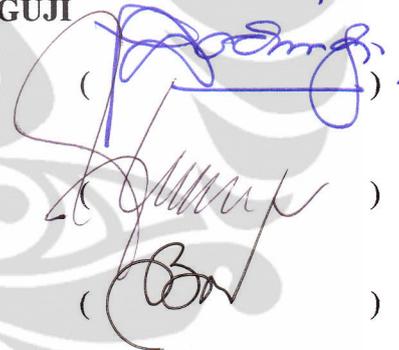
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ir. Sigit P. Hadiwardoyo

Penguji : Ir. Alan Marino, M.Sc

Penguji : Ir. Jachrizal Sumabrata, Ph.D



() -
()
()

Ditetapkan di : Universitas Indonesia, Depok

Tanggal : 5 Januari 2011

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat kelulusan dalam mencapai gelar Sarjana Teknik. Skripsi ini berjudul “Pola Distribusi Beban Gandar pada Angkutan Berat terhadap Dampak Kerusakan Dini pada Struktur Perkerasan Lentur akibat Muatan Berlebih”.

Dalam penyelesaian skripsi ini, saya banyak didukung dan dibantu oleh berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan kali ini saya ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

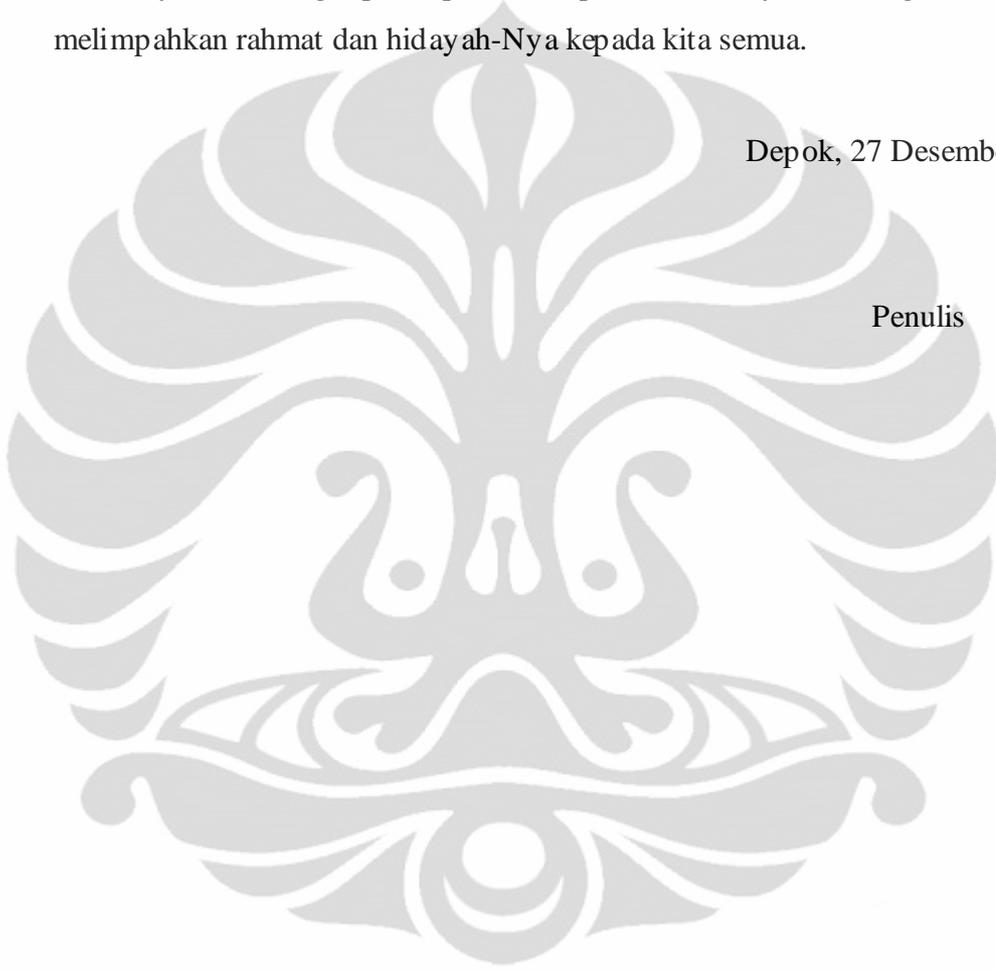
1. Bapak Dr. Ir. Sigit P. Hadiwardoyo selaku dosen Pembimbing, yang telah membimbing dan banyak memberikan masukan dalam penyusunan skripsi ini.
2. Seluruh dosen pengajar program studi Teknik Sipil Universitas Indonesia, yang telah memberikan ilmu yang berguna sebagai dasar teori dan pengolahan data skripsi ini.
3. PT. Jasamarga (Persero) Cabang Jakarta – Cikampek yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang diperlukan.
4. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan moril dan materil tanpa mengenal pamrih.
5. Rekan-rekan kelas mahasiswa Teknik Sipil ekstensi 2008 :
 - Saptoyo Aji
 - Ikrar Fajar
 - Abdul Latif
 - Daden Nursandi
 - Rijal Hasan
 - Atmajayang telah membantu dalam kegiatan survey lalu lintas di tiga tempat.
6. Seluruh keluarga besar mahasiswa ekstensi Teknik Sipil Universitas Indonesia, khususnya angkatan 2008.

7. Dan semua pihak yang membantu baik langsung maupun tidak langsung, sehingga penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas semua kebaikan semua pihak yang telah membantu. Juga dengan selesainya skripsi ini, saya berharap semoga tugas skripsi ini dapat bermanfaat bagi saya khususnya dan bagi para pembaca pada umumnya. Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua.

Depok, 27 Desember 2010

Penulis



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademis Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Garlina Srirahayu
NPM : 0806369354
Program Studi : Teknik Sipil
Departemen : Teknik
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atau karya ilmiah saya yang berjudul :

Analisis Distribusi Beban Gandar pada Angkutan Berat Muatan Berlebih Terhadap Kerusakan pada Struktur Perkerasan Lentur.

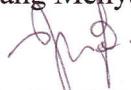
berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 27 Desember 2010

Yang Menyatakan



(Garlina Srirahayu)

ABSTRAK

Nama : Garlina Srirahayu
Program Studi : Teknik Sipil
Judul : Analisis Distribusi Beban Gandar pada Angkutan Berat Muatan Berlebih Terhadap Kerusakan pada Struktur Perkerasan Lentur

Kerusakan jalan yang terjadi lebih cepat dari umur yang direncanakan sudah sering terjadi. Salah satu penyebabnya adalah beban muatan berlebih pada kendaraan truk. Kelebihan muatan berdampak pada beban muatan sumbu melebihi ketentuan beban yang diijinkan oleh Direktorat Jendral Perhubungan Darat.

Melalui kajian ini dianalisis sejauh mana tingkat kerusakan jalan yang ditimbulkan oleh prosentase kenaikan jumlah muatan kendaraan truk yang mengakibatkan muatan melebihi batas ijin. Lokasi penelitian yaitu di Jalan Tol Jakarta-Cikampek (km.39), jalur pantura di ruas jalan Bypass Jomin Cikampek dan Jalan Raya Cibinong di ruas jalan Mayor Oking Bogor. Data lalu lintas dihitung untuk umur perkerasan selama 10 tahun, sehingga dapat diketahui tebal perkerasan jalan lentur dengan menggunakan metode Bina Marga.

Dari hasil kajian dapat diketahui bahwa penambahan muatan berlebih hingga 30% akan mengurangi umur rencana perkerasan hingga 48. Namun bila terjadi pengalihan truk 2as ke truk yang memiliki jumlah sumbunya lebih banyak maka akan memperlambat terjadinya kerusakan.

Kata kunci :
Perkerasan lentur, truk, muatan berlebih, kerusakan jalan, umur perkerasan

ABSTRACT

Name : Garlina Srirahayu
Study Program : Civil Engineering
Title : Analysis of axle load distribution on Heavy Goods Charge
Against Excessive Damage to Pavement Structure

Road damage occurring faster than the designed life is common. One reason is the burden of excessive loads on trucks. Impact on the overloaded axle load exceeds the load requirements as permitted by the Directorate General of Land Transportation.

Through this study analyzed the extent of road damage caused by the percentage increase in cargo trucks that resulted in the charge which exceeds the limit allowed. The research location is in Jakarta-Cikampek toll road (km.39), coast lines in Cikampek Jomin Bypass road, and Highway Cibinong in Bogor Oking Major road. Data traffic is calculated for the expected design life of 10 years, so it can be seen a thick flexible pavement using the methods of Bina Marga.

From the results of the study can be seen that the addition of excess charges up to 30% will reduce the design life of pavement up to 48%. But if there is transfer of 2as truck to the truck that has a number of axes more it will slow the damage.

Keywords :

Flexible pavement, trucks, overload, damage to roads, service life

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISNALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR RUMUS	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xx
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	3
1.3 Manfaat.....	3
1.4 Batasan Penelitian	4
1.5 Sistematika Pembahasan	4
2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Pendahuluan	6
2.2. Perkerasan Lentur (<i>Flexible Pavement</i>)	7
2.2.1. Lapisan Perkerasan Lentur	7
2.2.1.1. Lapisan Permukaan (<i>Surface Course</i>)	8
2.2.1.2. Lapisan Pondasi Atas (<i>Base Course</i>)	9
2.2.1.3. Lapisan Pondasi Bawah (<i>Subbase Course</i>)	10
2.2.1.4. Lapisan Tanah Dasar (<i>Subgrade</i>)	11
2.2.2. Jenis Kerusakan pada Perkerasan Lentur	12
2.2.2.1. Retak (<i>Cracking</i>)	13
2.2.2.2. Distorsi (<i>Distortion</i>).....	15
2.2.2.3. Cacat Permukaan (<i>Disintegration</i>)	17
2.2.2.4. Pengausan (<i>Polished Aggregate</i>)	19
2.2.2.5. Kegeraman (<i>Bleeding or Flushing</i>)	19
2.3. Beban pada Struktur Jalan	19
2.3.1. Jenis Kendaraan	20
2.3.2. Konfigurasi Sumbu	24
2.3.3. Roda Kendaraan	26
2.3.4. Beban Sumbu Kendaraan	27
2.3.5. Beban Lalu Lintas pada Lajur Rencana	30
2.4. Parameter Perencanaan Tebal Perkerasan	31
2.4.1. Beban Lalu Lintas	31
2.4.2. Lapisan Tanah Dasar (<i>Subgrade</i>)	33
2.4.3. Faktor Lingkungan	35

2.4.4.	Permukaan Jalan	35
2.4.5.	Karakteristik Bahan	38
2.5.	Metode – Metode Perencanaan Struktur Jalan	41
2.5.1.	Umum	41
2.5.2.	Metode Group Index	42
2.5.3.	Metoda CBR	43
2.5.4.	Metoda Analisa Komponen - Bina Marga	46
2.5.5.	Metoda AAshto – 1993	48
2.5.6.	Metoda Road Note 31	51
3.	METODOLOGI	52
3.1	Metode Kerja	52
3.2	Penjelasan Diagram Alir	54
3.2.1.	Teknik Pengumpulan Data	54
3.2.2.	Persiapan Survey	54
3.2.3.	Survey Pendahuluan	54
3.2.4.	Survey Utama	56
3.2.5.	Metode Perhitungan	56
3.3	Survey Lalulintas.....	60
3.3.1.	Lokasi Survey.....	60
3.3.2.	Waktu Survey.....	61
3.3.3.	Jenis-jenis Kendaraan.....	61
3.3.4.	Pembagian Tugas Survey.....	62
3.4	Hasil Survey 12 jam.....	62
3.4.1.	Tol Jakarta-Cikampek.....	62
3.4.2.	Bypass Jomin, Cikampek, Jalur Pantura.....	72
3.4.3.	Jalan Mayor Oking, Cibinong, Bogor.....	82
3.5	Volume Lalulintas.....	91
3.5.1.	Volume Lalulintas Per Arah.....	91
3.5.1.1.	Tol Jakarta-Cikampek.....	91
3.5.1.2.	Bypass Jomin, Cikampek, Jalur Pantura.....	92
3.5.1.3.	Jalan Mayor Oking, Cibinong, Bogor.....	93
3.5.2.	Volume Lalulintas Per Lajur.....	94
3.5.2.1.	Tol Jakarta-Cikampek.....	94
3.5.2.2.	Bypass Jomin, Cikampek, Jalur Pantura.....	95
3.5.2.3.	Jalan Mayor Oking, Cibinong, Bogor.....	96
3.6	Data Sekunder, Lalulintas Harian Rata-Rata (LHR) berdasarkan Data Jasamarga.....	96
3.7	Perhitungan Tebal Perkerasan dan Simulasi.....	100
3.7.1.	Jalan Tol Jakarta-Cikampek.....	101
3.7.2.	Bypass Jomin, Cikampek, Jalur Pantura.....	103
3.7.3.	Jalan Mayor Oking, Cibinong, Bogor.....	106
4.	ANALISA.....	114
4.1.	Perhitungan Tebal Perkerasan.....	114
4.2.	Umur Perkerasan.....	114
4.3.	Penurunan Umur Perkerasan dengan Komposisi Lalulintas Eksisting (Skenario 1).....	114

4.3.1. Kondisi Normal, Tanpa Muatan Berlebih.....	115
4.3.2. Overload 5%.....	115
4.3.3. Overload 10%.....	115
4.3.4. Overload 15%.....	115
4.3.5. Overload 20%.....	116
4.3.6. Overload 25%.....	116
4.3.7. Overload 30%.....	116
4.4. Pengalihan Muatan Truk 2as ke Truk Lebih Besar dari 2as sebesar 1,5 kali (Skenario 2).....	117
4.4.1. Kondisi Normal, Tanpa Muatan Berlebih.....	117
4.4.2. Overload 5%.....	118
4.4.3. Overload 10%.....	118
4.4.4. Overload 15%.....	118
4.4.5. Overload 20%.....	118
4.4.6. Overload 25%.....	119
4.4.7. Overload 30%.....	119
4.5. Pengalihan Muatan Truk 2as ke Truk Lebih Besar dari 2as sebesar 2 kali (Skenario 3).....	120
4.5.1. Kondisi Normal, Tanpa Muatan Berlebih.....	120
4.5.2. Overload 5%.....	121
4.5.3. Overload 10%.....	121
4.5.4. Overload 15%.....	121
4.5.5. Overload 20%.....	121
4.5.6. Overload 25%.....	122
4.5.7. Overload 30%.....	122
4.6. Pengalihan Muatan Truk 2as ke Truk Lebih Besar dari 2as sebesar 4 kali (Skenario 4).....	123
4.6.1. Kondisi Normal, Tanpa Muatan Berlebih.....	123
4.6.2. Overload 5%.....	124
4.6.3. Overload 10%.....	124
4.6.4. Overload 15%.....	124
4.6.5. Overload 20%.....	125
4.6.6. Overload 25%.....	127
4.6.7. Overload 30%.....	127
4.7. Tonase Tahun Ke-10.....	129
5. PENUTUP.....	130
5.1. Kesimpulan.....	130
5.2. Saran.....	130
DAFTAR REFERENSI.....	131

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Keuntungan dan Kerugian Lapisan Perkerasan Lentur dan Kaku	7
Tabel 2.2	Kelas dan Fungsi Jalan (PP no.43-1993, pasal 11).....	21
Tabel 2.3	MST untuk Truk Angkutan Peti Kemas (KM Perhubungan No.74-1990, pasal 9).....	21
Tabel 2.4	Hubungan Konfigurasi Sumbu, Kelas Jalan, MST (Muatan Sumbu Terberat) dan JBI (Jumlah Berat yang Dizinkan).....	23
Tabel 2.5	Hubungan Konfigurasi Sumbu, Kelas Jalan, MST (Muatan Sumbu Terberat) dan JBKI (Jumlah Berat Kombinasi yang Diizinkan) untuk Kendaraan Penarik dan Kereta Tempelan.....	24
Tabel 2.6	Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan.....	31
Tabel 2.7	Koefisien Distribusi Kendaraan (C)	31
Tabel 2.8	Faktor Regional (FR).....	35
Tabel 2.9	Indeks Permukaan pada Akhir Usia Rencana (IPt).....	36
Tabel 2.10	Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (IPo).....	37
Tabel 2.11	Koefisien Kekuatan Relatif (a).....	39
Tabel 2.12	Batas-Batas Minimum Tebal Lapis Perkerasan.....	40
Tabel 2.13	Nilai CBR yang dinyatakan dalam Beban Standar.....	43
Tabel 2.14	Faktor Distribusi Lajur (D_L).....	48
Tabel 3.1	Contoh Simulasi Penambahan Beban (Overload).....	60
Tabel 3.2	Contoh Simulasi Pengurangan Jumlah Truk dengan Konfigurasi Sumbu Terkecil.....	60
Tabel 3.3	Volume Lalulintas Per Arah Ruas Jalan Tol Jakarta – Cikampek (km.39).....	97
Tabel 3.4	Volume Lalulintas 2 Arah Ruas Jalan Cikampek.....	98

Tabel 3.5	LHR arah Citeureup – Bogor.....	93
Tabel 3.6	LHR arah Bogor – Citeureup.....	93
Tabel 3.7	Volume Lalulintas Per Lajur Tol Jakarta-Cikampek (km.39).....	94
Tabel 3.8	Volume Lalulintas per Lajur (Bypass Jomin, Cikampek, Jalur Pantura).....	95
Tabel 3.9	Volume Lalulintas Per Lajur (Jl.Mayor Oking, arah Citeureup-Bogor).....	96
Tabel 3.10	Volume Lalulintas Per Jam pada Gerbang Tol Cibitung dan Nilai Koefisien.....	97
Tabel 3.11	Volume Lalulintas Harian Tiap Golongan Kendaraan Ruas Jalan Tol Jakarta-Cikampek (km.39) Bulan Agustus 2010.....	97
Tabel 3.12	Volume Kendaraan Per Jam Tiap Golongan Pada Km. 39.....	98
Tabel 3.13	Volume Kendaraan Selama 24 Jam Untuk Golongan I.....	99
Tabel 3.14	Volume Kendaraan Selama 24 Jam Untuk Golongan II.....	99
Tabel 3.15	Volume Kendaraan Selama 24 Jam Untuk Golongan III.....	99
Tabel 3.16	Volume Kendaraan Selama 24 Jam Untuk Golongan IV.....	99
Tabel 3.17	Volume Kendaraan Selama 24 Jam Untuk Golongan V.....	99
Tabel 3.18	Total Volume Kendaraan Selama 24 Jam.....	100
Tabel 3.19	Perhitungan Simulasi Pengurangan Volume Kendaraan Truk dengan Konfigurasi Sumbu Terkecil dan Dialihkan ke Truk dengan Konfigurasi Sumbu yang Lebih Besar.....	110
Tabel 4.1	Penurunan Umur Perkerasan Jalan Lentur Skenario 1.....	116
Tabel 4.2	Penurunan Umur Perkerasan Jalan Lentur Skenario 2.....	119
Tabel 4.3	Penurunan Umur Perkerasan Jalan Lentur Skenario 3.....	122
Tabel 4.4	Penurunan Umur Perkerasan Jalan Lentur Skenario 4.....	126
Tabel 4.5	Perbandingan Umur Perkerasan.....	127

Tabel 4.6 Volume Lalulintas dan Tonase di Tahun Ke-10..... 129



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur Lapis Perkerasan Lentur.....	8
Gambar 2.2	Retak Halus (<i>Hair Cracks</i>).....	13
Gambar 2.3	Retak Kulit Buaya.....	13
Gambar 2.4	Retak Pinggir.....	14
Gambar 2.5	Retak refleksi.....	14
Gambar 2.6	Retak Susut.....	15
Gambar 2.7	Retak Selip.....	15
Gambar 2.8	Alur.....	16
Gambar 2.9	Keriting (<i>Corrugation</i>).....	16
Gambar 2.10	Amblas (<i>Grade Depressions</i>).....	17
Gambar 2.11	Lubang (<i>Potholes</i>).....	18
Gambar 2.12	Pelepasan Butir (<i>Raveling</i>).....	18
Gambar 2.13	Stripping.....	18
Gambar 2.14	Pengausan Setelah Pemakaian 5 Tahun.....	19
Gambar 2.15	Kegejukan (<i>Bleeding or Flushing</i>).....	19
Gambar 2.16	Berbagai Konfigurasi Sumbu Kendaraan.....	25
Gambar 2.17	Berbagai Konfigurasi Sumbu dan Lambangnya.....	26
Gambar 2.18	Pelimpahan Beban Kendaraan ke Perkerasan Jalan.....	27
Gambar 2.19	Distribusi Beban Kendaraan ke Setiap Sumbu.....	28
Gambar 2.20	Konfigurasi Beban Sumbu.....	29
Gambar 2.21	Korelasi DDT dan CBR.....	34
Gambar 2.22	Grafik untuk Penentuan Tebal Perkerasan (Metoda CBR – <i>US Army Corps Engineer</i>).....	45

Gambar 2.23	Bagan Alir Metode Bina Marga.....	47
Gambar 2.24	Bagan Alir Prosedur Perencanaan <i>Flexible Pavement</i> dengan Metode AASHTO.....	50
Gambar 3.1	Diagram Alir Metode Kerja.....	53
Gambar 3.2	Diagram Alir Metode Perhitungan.....	58
Gambar 3.3	Skema Pengolahan Data <i>Overload</i>	59
Gambar 3.4	Skema Pengolahan Data Pengurangan Jumlah Truk dengan Konfigurasi Sumbu Terkecil.....	59
Gambar 3.5	Kondisi Traffic Counting di Tol Jakarta-Cikampek.....	62
Gambar 3.6	Diagram Batang Volume 12jam Mobil Penumpang (1.1) Tol Jakarta-Cikampek.....	63
Gambar 3.7	Diagram Batang Volume 12jam Bus Kecil (1.1) To Jakarta-Cikampek.....	63
Gambar 3.8	Diagram Batang Volume 12jam Bus Besar (1.2) Tol Jakarta-Cikampek.....	64
Gambar 3.9	Diagram Batang Volume 12jam Truk 2as (1.2) Tol Jakarta-Cikampek.....	65
Gambar 3.10	Diagram Batang Volume 12jam Truk 3as (1.2) Tol Jakarta-Cikampek.....	65
Gambar 3.11	Diagram Batang Volume 12jam Truk 3as (1.22) Tol Jakarta-Cikampek.....	66
Gambar 3.12	Diagram Batang Volume 12jam Truk 4as (1.1.22) Tol Jakarta-Cikampek.....	67
Gambar 3.13	Diagram Batang Volume 12jam Truk 4as (1.222) Tol Jakarta-Cikampek.....	68
Gambar 3.14	Diagram Batang Volume 12jam Truk 4as (1.2-22) Tol Jakarta-Cikampek.....	68
Gambar 3.15	Diagram Batang Volume 12jam Truk 4as (1.2+2.2) Tol Jakarta-Cikampek.....	69
Gambar 3.16	Diagram Batang Volume 12jam Truk 5as (1.1.222) Tol Jakarta-Cikampek.....	70

Gambar 3.17	Diagram Batang Volume 12jam Truk 5as (1.22-22) Tol Jakarta-Cikampek.....	70
Gambar 3.18	Diagram Batang Volume 12jam Truk 6as (1.22-222) Tol Jakarta-Cikampek.....	71
Gambar 3.19	Kondisi Traffic Counting di Cikampek.....	72
Gambar3.20	Diagram Batang Volume 12jam Mobil Penmpang (1.1) Cikampek.....	73
Gambar3.21	Diagram Batang Volume 12jam Bus Kecil (1.1) Cikampek.....	73
Gambar3.22	Diagram Batang Volume 12jam Bus Besar (1.2) Cikampek.....	74
Gambar 3.23	Diagram Batang Volume 12jam Truk 2as (1.2) Cikampek.....	75
Gambar 3.24	Diagram Batang Volume 12jam Truk 3as (1.2) Cikampek.....	75
Gambar 3.25	Diagram Batang Volume 12jam Truk 3as (1.22) Cikampek.....	76
Gambar 3.26	Diagram Batang Volume 12jam Truk 4as (1.1.22) Cikampek....	77
Gambar 3.27	Diagram Batang Volume 12jam Truk 4as (1.222) Cikampek....	78
Gambar 3.28	Diagram Batang Volume 12jam Truk 4as (1.2-22) Cikampek....	78
Gambar 3.29	Diagram Batang Volume 12jam Truk 4as (1.2+2.2) Cikampek..	79
Gambar 3.30	Diagram Batang Volume 12jam Truk 5as (1.1.222) Cikampek..	80
Gambar 3.31	Diagram Batang Volume 12jam Truk 5as (1.22-22) Cikampek.	80
Gambar 3.32	Diagram Batang Volume 12jam Truk 6as (1.22-222) Cikampek.....	81
Gambar 3.33	Kondisi Traffic Counting di Cibinong.....	82
Gambar 3.34	Diagram Batang Volume 12jam Mobil Penumpang (1.1) Cibinong.....	83
Gambar 3.35	Diagram Batang Volume 12jam Bus Kecil (1.1) Cibinong.....	83
Gambar 3.36	Diagram Batang Volume 12jam Bus Besar (1.2) Cibinong.....	84
Gambar 3.37	Diagram Batang Volume 12jam Truk 2as (1.2) Cibinong.....	85

Gambar 3.38	Diagram Batang Volume 12jam Truk 3as (11.2) Cibinong.....	85
Gambar 3.39	Diagram Batang Volume 12jam Truk 3as (1.22) Cibinong.....	86
Gambar 3.40	Diagram Batang Volume 12jam Truk 4as (1.1.22) Cibinong.....	87
Gambar 3.41	Diagram Batang Volume 12jam Truk 4as (1.222) Cibinong.....	87
Gambar 3.42	Diagram Batang Volume 12jam Truk 4as (1.2-22) Cibinong...	88
Gambar 3.43	Diagram Batang Volume 12jam Truk 4as (1.2+2.2) Cibinong...	89
Gambar 3.44	Diagram Batang Volume 12jam Truk 5as (1.1.222) Cibinong...	89
Gambar 3.45	Diagram Batang Volume 12jam Truk 5as (1.22-22) Cibinong...	90
Gambar 3.46	Diagram Batang Volume 12jam Truk 6as (1.22-222) Cibinong.....	91
Gambar 4.1	Grafik Penurunan Umur Perkerasan Skenario 1.....	117
Gambar 4.2	Grafik Penurunan Umur Perkerasan Jalan Lentur Skenario 2.....	120
Gambar 4.3	Grafik Penurunan Umur Perkerasan Jalan Lentur Skenario 3.....	123
Gambar 4.4	Grafik Penurunan Umur Perkerasan Jalan Lentur Skenario 4.....	126
Gambar 4.5	Grafik Perbandingan Umur Perkerasan Jalan Lentur Skenario 1, Skenario 2, Skenario 3 dan Skenario 4.....	128

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1	Jumlah Berat yang Diiijinkan (JBI)	22
Rumus 2.2	Radius Bidang Kontak	26
Rumus 2.3	Beban Sumbu	28
Rumus 2.4	Repetisis Beban ke Lajur Rencana	30
Rumus 2.5	Repetisis Beban ke Lajur Rencana	30
Rumus 2.6	Angka Ekivalen Sumbu Tunggal	32
Rumus 2.7	Angka Ekivalen Sumbu Ganda	32
Rumus 2.8	Angka Ekivalen Sumbu Triple.....	32
Rumus 2.9	Lintas Ekivalen Permulaan (LEP)	32
Rumus 2.10	Lintas Ekivalen Akhir (LEA)	33
Rumus 2.11	Lintas Ekivalen Tengah (LET)	33
Rumus 2.12	Lintas Ekivalen Rencana (LER)	33
Rumus 2.13	Nilai Group Index	42
Rumus 2.14	Tebal Struktur Perkerasan Metode CBR	44
Rumus 2.15	<i>Traffic Design</i> pada Lajur Lalu Lintas (ESAL)	48
Rumus 2.16	Persamaan Dasar Struktur Perkerasan Lentur Metoda AASHTO 1972	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Formulir Pendaftaran Judul Seminar Skripsi.....	132
Lampiran 2	Formulir Pemantauan Pelaksanaan Seminar.....	133
Lampiran 3	Form Persetujuan Ujian Seminar Skripsi.....	134
Lampiran 4	Formulir Pemantauan Pelaksanaan Skripsi.....	135
Lampiran 5	Form Persetujuan Ujian Skripsi.....	136
Lampiran 6	Surat Permohonan Izin Permintaan Data Skripsi Pt. Jasamarga (Persero).....	137
Lampiran 7	Data sekunder (Pt. Jasamarga) Lalulintas Harian Rata- Rata pada Ruas Jalan Tol Cabang Jakarta-Cikampek.....	138
Lampiran 8	Data Sekunder (Pt. Jasamarga) Volume Lalulintas Per Jam Gerbang Tol Cibitung.....	139
Lampiran 9	Nomogram Indeks Tebal Perkerasan (ITP).....	140
Lampiran 10	Form Traffic Counting.....	141

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan sebagai prasarana transportasi dibuat untuk menyalurkan berbagai moda transport yang bergerak dari asal ke tujuannya. Jalan menjadi pilihan yang efisien sebagai prasarana pengangkutan barang. Moda transportasi seperti mobil penumpang, bus, dan truk, merupakan alat untuk melakukan perpindahan orang dan barang. Dalam kaitan ini, jalan direncanakan untuk menyalurkan aliran kendaraan dari berbagai klasifikasi kendaraan sesuai fungsinya. [Iskandar, Hikmat]

Pilihan ini tentu berpengaruh terhadap beban lalu lintas di jalan dan mempercepat tingkat kerusakan jalan, ditambah lagi adanya muatan yang melebihi batas maksimal. Indikasi kerusakan jalan banyak dituduhkan kepada penyebab utamanya yaitu overloading khususnya kendaraan-kendaraan berat. Muatan melebihi batas maksimal (tonase) pada kendaraan besar sudah lama dibahas menjadi salah satu penyebab kerusakan jalan. Anehnya tidak semua masyarakat mempercayai kebenaran yang dianggap isu tersebut. Bahkan sebagian masyarakat menilai isu penyebab rusaknya jalan itu sebagai upaya pemerintah untuk menutupi kelemahan kinerja departemen terkait.

Yang dimaksud dengan overload pada kendaraan yaitu besar beban yang diangkut oleh kendaraan tidak sesuai dengan jumlah sumbu kendaraan. Sebagai contoh, truk ringan dengan berat kosong 2,5 ton dapat dimuati sampai mencapai berat maksimum yang diijinkan sebesar 8,0 ton. Jika beratnya melebihi berat maksimum yang diijinkan misalnya 9 ton maka truk tersebut mengalami overload. Namun beban 9 ton tadi tidak akan mengalami overload pada truk yang mempunyai berat kosong 4,2 ton dan dapat dimuati sampai mencapai berat maksimum yang diijinkan sebesar 18,2 ton.

Pada perencanaan perkerasan, beban lalu lintas yang paling diperhitungkan adalah beban sumbu kendaraan dan jumlah repetisi dari sumbu kendaraan yang mampu dipikul oleh perkerasan. Di jalan raya pada umumnya ditemukan banyak

variasi beban kendaraan, misalnya kendaraan yang tidak bermuatan, sebagian atau terisi penuh muatan, dan kendaraan dengan beban berlebih. Kendaraan dengan beban berlebih ini yang menjadi masalah, karena secara langsung mempengaruhi struktur perkerasan jalan, yaitu menyebabkan kerusakan pada struktur jalan. Beban berlebih inilah yang harus dikontrol.

Namun secara ekonomi dalam skala mikro, kelebihan muatan angkutan barang oleh pelaku bisnis angkutan barang dianggap sebagai suatu efisiensi dalam manajemen mata rantai distribusi barang (*supply chain management*), karena dapat menghemat biaya operasional kendaraan meski dengan konsekuensi mempercepat kerusakan kendaraan dan juga jalan raya. Namun masalahnya adalah apakah keuntungan tersebut dapat menutupi kerugian, yaitu besarnya biaya yang harus dikeluarkan pemerintah untuk melakukan perbaikan jalan atau tidak. Namun dalam makalah skripsi ini tidak dibahas hal mengenai biaya.

Saat ini masih banyak masalah yang terjadi pada perkerasan jalan, misalnya kelelahan (*fatigue resistance*), kerusakan perkerasan akibat berkurangnya kekokohan jalan seperti retak (*cracking*), lendutan sepanjang lintasan kendaraan (*rutting*), bergelombang, dan berlubang. Salah satu solusi untuk masalah tersebut adalah dengan membuat struktur perkerasan jalan yang baik, kokoh, dan sesuai dengan kriteria yang sebenarnya dan juga dengan meningkatkan kualitas perkerasan jalan. Namun tidak hanya sampai disitu saja, pada kenyataannya kendaraan yang melintas bermuatan lebih dari beban yang direncanakan pada pembuatan jalan tersebut. Sehingga jalan menjadi cepat rusak permasalahannya bukan terletak pada struktur perkerasannya yang kurang kokoh namun pada perilaku pengguna jalan tersebut.

Indeks Permukaan (IP) adalah suatu angka yang dipergunakan untuk menyatakan kerataan/ kehalusan serta kekokohan permukaan jalan yang bertalian dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat. Jadi, Indeks permukaan digunakan sebagai tolak ukur kondisi permukaan jalan dalam sebuah perencanaan dari awal perencanaan (IP0) sampai akhir umur pelayanan jalan (IPt). Daerah studi meliputi jalur pergerakan barang di daerah Jl. Sulawesi, Tanjung Priuk, Jakarta Utara. Dimana jalan ini merupakan daerah pelabuhan yang sering dilewati kendaraan angkutan barang untuk menuju kapal pengangkut barang. Jalan ini

merupakan jalan dengan tingkat mobilitas yang cukup tinggi. Ketika indeks permukaan sudah mencapai batas pelayanan jalan (IPt) sebelum umur jalan berakhir, secara periodik ruas jalan tersebut perlu diberi lapis tambah, sehingga diharapkan dapat memperlancar akses lalu lintas.

Secara normatif, sesuai dengan amanat UU bahwa kelebihan muatan angkutan barang adalah melanggar UU No. 14 /1992 tentang LLAJ Pasal 7 ayat (2), dan PP No. 43/1993 tentang Prasarana dan Lalu Lintas Pasal 11. Ketentuan tersebut bertujuan untuk melindungi pengguna jalan dari resiko kecelakaan, serta melindungi dan menjaga jalan agar umur efektif tercapai, sehingga pelanggaran kelebihan muatan harus dilakukan penindakan secara tegas.

Namun jika diberlakukan larangan kelebihan muatan akan membawa dampak yang memungkinkan dapat merugikan banyak pihak, antara lain :

- a. Operator angkutan barang, karena peningkatan biaya operasional kendaraan.
- b. Pemerintah, karena terjadi peningkatan volume penggunaan BBM.
- c. Masyarakat, karena dapat menyebabkan peningkatan harga barang secara agregat sehingga memicu terjadinya inflasi, peningkatan volume lalu lintas angkutan barang di jalan, dan peningkatan waktu perjalanan karena peningkatan kepadatan lalu lintas.

1.2 Tujuan

Makalah Skripsi ini bertujuan untuk melakukan simulasi terhadap komposisi kendaraan berat dengan volume lalu lintas yang sama yaitu dengan cara mengurangi volume kendaraan truk yang paling kecil (truk 2as) dan menambah volume kendaraan jenis truk di atas 2as. Hal ini dilakukan pada saat terjadi *overload* dan tanpa *overload*. Sehingga dapat diketahui nilai sensitifitas kendaraan terhadap kerusakan konstruksi jalan lentur yang berpengaruh pada umur perkerasan.

1.3 Manfaat

Dengan melakukan simulasi dapat diketahui hubungan antara berbagai jenis kombinasi kendaraan menurut konfigurasi sumbunya dengan angka ekivalen

yang menunjukkan umur perkerasan jalan. Semakin tinggi angka ekivalen maka akan semakin cepat merusak struktur jalan.

1.4 Batasan Penelitian

Adapun batasan masalah dan yang akan dibahas dalam skripsi ini yaitu :

- a. Pengaruh beban berlebih terhadap umur perkerasan jalan lentur
- b. Pengaruh pengurangan jumlah truk dengan konfigurasi sumbu terkecil dan penambahan jumlah truk dengan konfigurasi sumbu yang lebih besar dengan volume lalu lintas yang sama terhadap umur perkerasan jalan lentur.
- c. Lokasi yang ditinjau ada di tiga tempat yaitu di ruas jalan Tol Jakarta-Cikampek (km.39), jalur pantura di ruas jalan Bypass Jomin Cikampek dan Jalan Raya Cibinong di ruas jalan Mayor Oking Bogor.
- d. Metode yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan yaitu dengan menggunakan Metode Bina Marga
- e. Data lalu lintas yang dipakai untuk perhitungan simulasi yaitu pada ruas jalan Raya Cibinong.
- f. Mencari umur perkerasan pada setiap simulasi dengan indeks tebal perkerasan (ITP) yang sama.

1.5 Sistematika Pembahasan

Sistematika pembahasan laporan Skripsi ini meliputi :

BAB I PENDAHULUAN

Membahas tentang latar belakang, tujuan, manfaat, batasan penelitian, metodologi penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Membahas tentang pendahuluan, perkerasan jalan lentur, jenis-jenis kerusakan pada perkerasan jalan lentur, beban struktur jalan, parameter perencanaan struktur perkerasan dan metode-metode perencanaan struktur jalan.

BAB III METODOLOGI

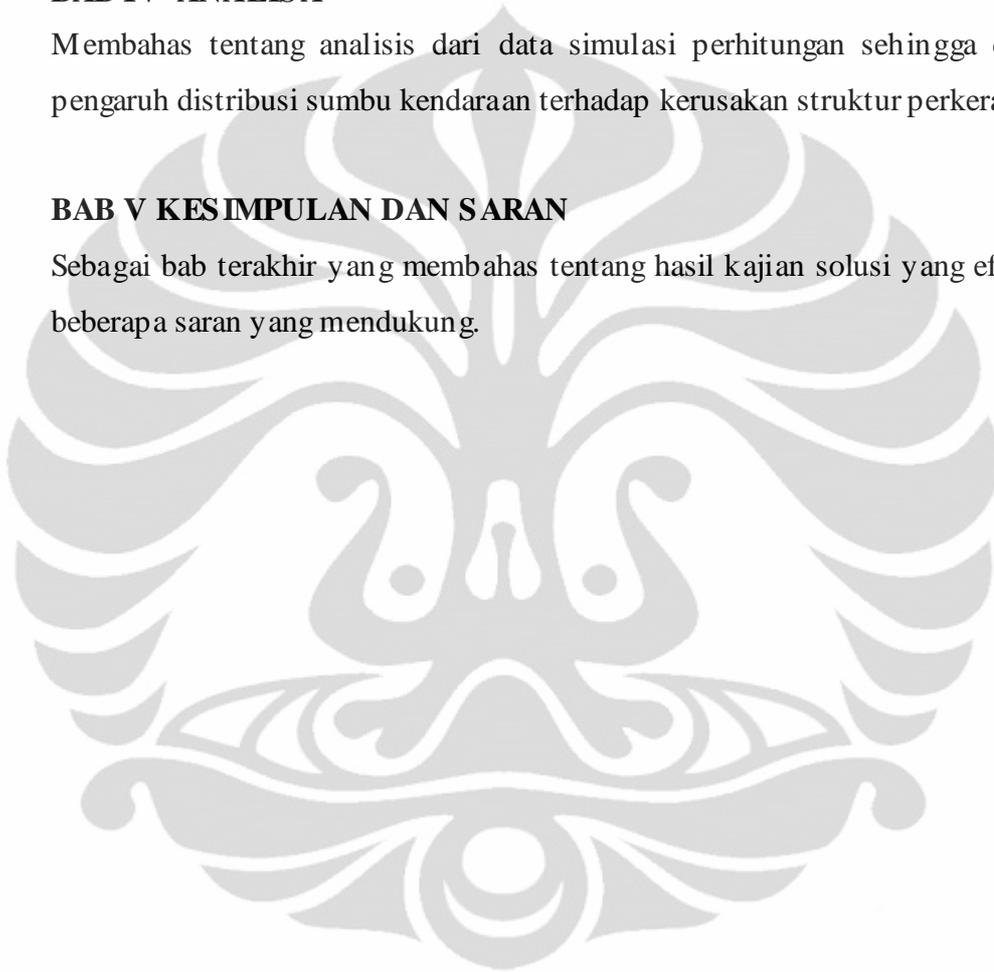
Membahas tentang metodologi pengumpulan data, perencanaan, perhitungan dan analisa dari distribusi beban terhadap sumbu kendaraan dan dampaknya pada kerusakan struktur perkerasan sehingga dapat diketahui umur perkerasan jalan.

BAB IV ANALISA

Membahas tentang analisis dari data simulasi perhitungan sehingga diketahui pengaruh distribusi sumbu kendaraan terhadap kerusakan struktur perkerasan.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Sebagai bab terakhir yang membahas tentang hasil kajian solusi yang efektif dan beberapa saran yang mendukung.



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pendahuluan

Perkerasan jalan adalah suatu konstruksi jalan yang diperuntukan bagi jalur lalu lintas yang umumnya terdiri dari tanah dasar, lapisan pondasi bawah, lapisan pondasi atas dan lapisan permukaan. Pada umumnya ada tiga jenis konstruksi perkerasan jalan, yaitu :

- Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

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

- Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

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

- Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*)

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

Tabel 2.1 Keuntungan dan Kerugian Lapisan Perkerasan Lentur dan Kaku

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

Sumber : Konstruksi Perkerasan Jalan (Overlay) Hand Out I

2.2. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

2.2.1. Lapisan Perkerasan Lentur

Perkerasan lentur pada umumnya digunakan untuk jalur lalu lintas dengan lalu lintas utama kendaraan penumpang, jalan perkotaan dengan sistem utilitas yang kurang baik dan terletak di bawah perkerasan jalan, untuk perkerasan bahu jalan, atau perkerasan dengan konstruksi bertahap.

Keuntungan menggunakan perkerasan lentur adalah :

1. dapat digunakan pada daerah dengan perbedaan penurunan (*differential settlement*) terbatas;
2. mudah diperbaiki;
3. penambahan lapisan perkerasan dapat dilakukan kapan saja;
4. memiliki tahanan gesek yang baik;
5. warna perkerasan memberikan kesan yang tidak menyilaukan bagi pemakai jalan;
6. dapat dilaksanakan bertahap, terutama pada kondisi biaya pembangunan terbatas.

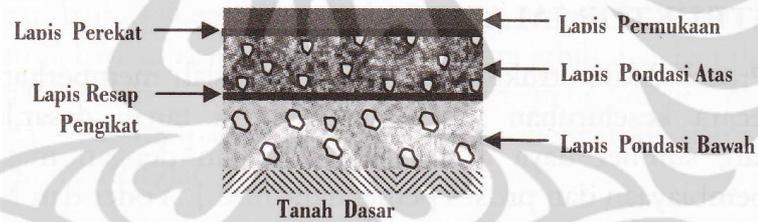
Kerugian menggunakan perkerasan lentur adalah :

1. tebal total struktur perkerasan lebih tebal dari perkerasan kaku;
2. kelenturan dan sifat kohesi berkurang seiring waktu;
3. waktu pelayanan sampai membutuhkan pemeliharaan lebih cepat daripada perkerasan kaku;
4. tidak baik digunakan jika sering di genang air;
5. membutuhkan agregat lebih banyak.

Struktur perkerasan lentur dibangun dari beberapa lapisan yang makin ke bawah memiliki daya dukung yang semakin jelek, yaitu :

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

[Sukirman, S., 2006].



Gambar 2.1 Struktur Lapis Perkerasan Lentur

Sumber : [Sukirman, S., 1992]

2.2.1.1. Lapisan Permukaan (*Surface Course*)

Lapis permukaan struktur perkerasan lentur terdiri atas campuran mineral agregat dan bahan pengikat yang ditempatkan sebagai lapisan paling atas dan biasanya terletak di atas lapis pondasi, yang fungsi utamanya sebagai:

1. lapis penahan beban vertikal dari kendaraan (beban roda), sehingga harus memiliki stabilitas tinggi selama masa pelayanan;
2. lapis aus (*wearing course*) karena menerima gesekan dan getaran roda dari kendaraan yang mengerem;
3. lapis kedap air, sehingga air hujan tidak meresap ke lapisan bawah yang dapat menyebabkan rusaknya konstruksi perkerasan jalan;

4. lapis yang menyebarkan beban ke lapisan pondasi.

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

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

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

[Sukirman, S., 2006].

2.2.1.2. Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*)

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

1. bagian struktur perkerasan yang menahan gaya vertikal dari beban kendaraan dan menyebarkannya ke lapisan di bawahnya;
2. lapis peresapan untuk lapisan pondasi bawah;
3. bantalan atau perletakan lapis permukaan.

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

yang distabilisasi dengan semen, aspal, pozzolan atau kapur dapat digunakan sebagai lapisan pondasi.

Jenis lapisan pondasi yang umum dipergunakan di Indonesia antara lain:

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

[Sukirman, S., 2006].

2.2.1.3. Lapisan Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

Lapis perkerasan yang terletak di antara lapis pondasi atas dan tanah dasar dinamakan lapisan pondasi bawah (*subbase*). Lapis pondasi bawah berfungsi sebagai:

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

5. Lapisan filter untuk mencegah partikel – partikel halus dari tanah dasar naik ke lapisan pondasi.

[Sukirman, S., 2006].

2.2.1.4. Lapisan Tanah Dasar (*Subgrade*)

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

1. permukaan tanah asli, adalah lapisan tanah dasar yang merupakan muka tanah asli di lokasi jalan tersebut. Pada umumnya lapisan tanah dasar ini disiapkan hanya dengan membersihkan dan memadatkan lapisan atas setebal 30 – 50 cm dari muka tanah dimana elevasi struktur perkerasan direncanakan untuk diletakkan;
2. permukaan tanah timbunan, adalah lapisan tanah dasar yang lokasinya terletak di atas muka tanah asli. Hal ini berkaitan dengan perencanaan alinemen vertikalnya. Persiapan permukaan tanah timbunan perlu memperhatikan tingkat kepadatan yang diharapkan;
3. permukaan tanah galian, adalah lapisan tanah dasar yang lokasinya terletak di bawah muka tanah asli, sesuai dengan perencanaan alinemen vertikalnya. Dalam kelompok ini termasuk pula penggantian tanah asli setebal 50 – 100 cm akibat daya dukung tanah asli yang kurang baik. Persiapan permukaan tanah galian perlu memperhatikan tingkat kepadatan yang diharapkan.

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

1. daya dukung tanah dasar berpotensi mengakibatkan perubahan bentuk tetap dan rusaknya struktur perkerasan jalan secara menyeluruh;

2. sifat mengembang dan menyusut untuk jenis tanah yang memiliki sifat plastisitas, dimana akibat perubahan kadar air berakibat terjadinya retak dan atau perubahan bentuk. Faktor drainase dan kadar air pada proses pemadatan tanah dasar sangat menentukan tingkat kerusakan yang mungkin terjadi;
3. perbedaan daya dukung tanah akibat perbedaan jenis tanah. Penelitian yang seksama akan jenis dan sifat tanah dasar di sepanjang jalan dapat mengurangi akibat tidak meratanya daya dukung tanah dasar;
4. perbedaan penurunan (*differential settlement*) akibat terdapatnya lapisan tanah lunak di bawah lapisan tanah dasar. Penyelidikan jenis dan karakteristik lapisan tanah yang terletak di bawah lapisan tanah dasar sangat membantu mengatasi masalah ini;
5. kondisi geologi yang dapat berakibat terjadinya patahan, geseran dari lapisan lempengan bumi perlu diteliti dengan seksama terutama pada tahap penentuan trase jalan.
6. Kondisi Geologi di sekitar trase di sekitar lapisan tanah dasar di atas tanah galian perlu diteliti dengan seksama, termasuk kestabilan lereng dan rembesan air yang mungkin diakibatkan oleh dilakukannya galian.

[Sukirman, S., 2006].

2.2.2. Jenis Kerusakan pada Perkerasan Lentur

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

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

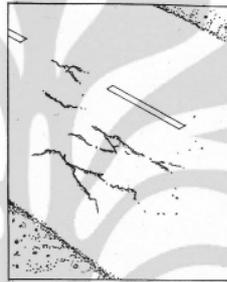
[Sukirman, S., 1992].

2.2.2.1. Retak (Cracking)

Retak yang terjadi pada lapisan permukaan jalan dapat dibedakan atas :

1. Retak halus (*hair cracking*)

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



Gambar 2.2 Retak Halus (*Hair Cracks*)

Sumber : [Sukirman, S., 1992]

2. Retak kulit buaya (*alligator crack*)

Lebar celah lebih besar atau sama dengan 3 mm. Saling berangkai membentuk serangkaian kotak-kotak kecil yang menyerupai kulit buaya. Retak ini disebabkan oleh bahan perkerasan yang kurang baik, pelapukan permukaan, tanah dasar atau bagian perkerasan di bawah lapis permukaan kurang stabil, atau bahan lapis pondasi dalam keadaan jenuh air (air tanah naik).

Umumnya daerah dimana terjadi retak kulit buaya tidak luas. Jika daerah dimana terjadi retak kulit buaya luas, mungkin hal ini disebabkan oleh repetisi beban lalu lintas yang melampaui beban yang dapat dipikul oleh lapisan permukaan tersebut.



Gambar 2.3 Retak Kulit Buaya

Sumber : training.ce.washington.edu 7 Flexible Pavement Distress

3. Retak pinggir (*edge crack*)

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



Gambar 2.4 Retak Pinggir

Sumber : training.ce.washington.edu 7 Flexible Pavement Distress

4. Retak refleksi (*reflection cracks*)

Retak memanjang, melintang, diagonal, atau membentuk kotak. Terjadi pada lapis tambahan (*overlay*) yang menggambarkan pola retakan di bawahnya. Retak refleksi dapat terjadi jika retak pada perkerasan lama tidak diperbaiki secara baik sebelum pekerjaan *overlay* dilakukan. Retak refleksi dapat pula terjadi jika terjadi gerakan vertikal/ horizontal di bawah lapis tambahan sebagai akibat perubahan kadar air pada jenis tanah yang ekspansip.



Gambar 2.5 Retak Refleksi

Sumber : training.ce.washington.edu 7 Flexible Pavement Distress

5. Retak susut (*shrinkage cracks*)

Retak yang saling bersambungan membentuk kotak-kotak besar dengan sudut tajam. Retak disebabkan oleh perubahan volume pada lapisan permukaan yang

memakai aspal dengan penetrasi rendah, atau perubahan volume pada lapisan pondasi dan tanah dasar.



Gambar 2.6 Retak Susut

Sumber : training.ce.washington.edu 7 Flexible Pavement Distress

6. Retak selip (*slippage cracks*)

Retak yang bentuknya melengkung seperti bulan sabit. Hal ini terjadi disebabkan oleh kurang baiknya ikatan antara lapis permukaan dan lapis di bawahnya. Kurang baiknya ikatan dapat disebabkan oleh adanya debu, minyak, air atau benda nonadhesif lainnya, atau akibat tidak diberinya tact coat sebagai bahan pengikat di antara kedua lapisan. Retak selipun dapat terjadi akibat terlalu banyaknya pasir dalam campuran lapisan permukaan, atau kurang baiknya pemadatan lapis permukaan.



Gambar 2.7 Retak Selip

Sumber : [Sukirman, S., 1992]

2.2.2.2. Distorsi (*Distortion*)

Distorsi/ perubahan bentuk dapat terjadi akibat lemahnya tanah dasar, pemadatan yang kurang pada lapis pondasi, sehingga terjadi tambahan pemadatan akibat beban lalu lintas. Sebelum perbaikan dilakukan sebaiknya ditentukan terlebih dahulu jenis dan penyebab distorsi yang terjadi. Dengan demikian dapat ditentukan jenis penanganan yang tepat. Distorsi dapat dibedakan atas:

1. Alur (*ruts*)

Yang terjadi pada lintasan roda sejajar dengan as jalan. Alur dapat merupakan tempat menggenangnya air hujan yang jatuh di atas permukaan jalan, mengurangi tingkat kenyamanan, dan akhirnya dapat timbul retak - retak. Terjadinya alur disebabkan oleh lapis perkerasan yang kurang padat, dengan demikian terjadi tambahan pemadatan akibat repetisi beban lalu lintas pada lintasan roda. Campuran aspal dengan stabilitas rendah dapat pula menimbulkan deformasi plastis.



Gambar 2.8 Alur

Sumber : training.ce.washington.edu 7 Flexible Pavement Distress

2. Keriting (*corrugation*)

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



Gambar 2.9 Keriting (*Corrugation*)

Sumber : training.ce.washington.edu 7 Flexible Pavement Distress

3. Sungkur (*shoving*)

Deformasi plastis yang terjadi setempat, di tempat kendaraan yang sering berhenti, kelandaian curam, dan tikungan tajam. Kerusakan dapat terjadi dengan/ tanpa retak. Penyebab kerusakan sama dengan kerusakan keriting.

4. Amblas (*grade depressions*)

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



Gambar 2.10 Amblas (*grade depressions*)

Sumber : training.ce.washington.edu 7 Flexible Pavement Distress

2.2.2.3. Cacat permukaan (*Disintegration*)

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

1. Lubang (*potholes*)

Berupa mangkuk, ukuran bervariasi dari kecil sampai besar. Lubang-lubang ini menampung dan meresapkan air ke dalam lapis permukaan yang menyebabkan semakin parahnya kerusakan jalan. Lubang dapat terjadi akibat :

- a. campuran material lapis permukaan jelek, seperti :
 - kadar aspal rendah, sehingga film aspal tipis dan mudah lepas
 - agregat kotor sehingga ikatan antara aspal dan agregat tidak baik.
 - temperatur campuran tidak memenuhi persyaratan.
- b. Iapis permukaan tipis sehingga ikatan aspal dan agregat mudah lepas akibat pengaruh cuaca.

- c. Sistem drainase jelek, sehingga air banyak yang meresap dan mengumpul dalam lapis perkerasan.
- d. Retak-retak yang terjadi tidak segera ditangani sehingga air meresap masuk dan mengakibatkan terjadinya lubang-lubang kecil.



Gambar 2.11 Lubang (*Potholes*)

Sumber : training.ce.washington.edu 7 Flexible Pavement Distress

2. Pelepasan butir (*raveling*)

Dapat terjadi secara meluas dan mempunyai efek serta disebabkan oleh hal yang sama dengan lubang.



Gambar 2.12 Pelepasan Butir (*Raveling*)

Sumber : training.ce.washington.edu 7 Flexible Pavement Distress

3. Pengelupasan lapisan permukaan (*stripping*)

Dapat disebabkan oleh kurangnya ikatan antara lapis permukaan dan lapis dibawahnya, atau terlalu tipisnya lapis permukaan.



Gambar 2.13 Stripping

Sumber : training.ce.washington.edu 7 Flexible Pavement Distress

2.2.2.4. Pengausan (*Polished Aggregate*)

Dampak yang diakibatkan oleh pengausan yaitu permukaan jalan menjadi licin, sehingga membahayakan kendaraan. Pengausan terjadi karena agregat berasal dari material yang tidak tahan aus terhadap roda kendaraan, atau agregat yang dipergunakan berbentuk bulat dan licin, tidak berbentuk cubical.



Gambar 2.14 Pengausan Setelah Pemakaian 5 Tahun

Sumber : training.ce.washington.edu 7 Flexible Pavement Distress

2.2.2.5. Kegemukan (*Bleeding or Flushing*)

Kerusakan ini mengakibatkan permukaan jalan menjadi licin. Pada temperatur tinggi aspal menjadi lunak dan akan terjadi jejak roda. Berbahaya bagi kendaraan. Kegemukan (*bleeding*) dapat disebabkan pemakaian kadar aspal yang tinggi pada campuran aspal, pemakaian terlalu banyak aspal pada pekerjaan prime coat atau tack coat.



Gambar 2.15 Kegemukan (*Bleeding or Flushing*)

Sumber : training.ce.washington.edu 7 Flexible Pavement Distress

2.3. Beban pada Struktur Jalan

Beban lalu lintas merupakan beban kendaraan yang dilimpahkan ke perkerasan jalan melalui kontak antara ban dan muka jalan. Beban lalu lintas ini merupakan beban dinamis yang selalu terjadi secara berulang. Beban lalu lintas dinyatakan dalam akumulasi repetisi beban sumbu standar selama umur rencana ($CESA = Cumulative Equivalent Single Axle$) yang dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti distribusi kendaraan ke masing-masing lajur, berat kendaraan,

ukuran ban, tekanan ban, pertumbuhan lalu lintas, beban sumbu masing-masing kendaraan dan umur rencana.

Besarnya beban lalu lintas dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti :

1. konfigurasi sumbu dan roda kendaraan
2. roda kendaraan
3. beban sumbu kendaraan
4. survei timbang
5. repetisi lintas sumbu standar
6. beban lalulintas pada lajur rencana.

Pemahaman menyeluruh tentang beban kendaraan yang merupakan repetisi beban dinamis sangat mempengaruhi hasil perencanaan tebal perkerasan jalan dan kekokohan jalan selama masa pelayanan [Sukirman, S., 2006].

2.3.1. Jenis Kendaraan

Kendaraan atau angkutan adalah alat transportasi, baik yang digerakkan oleh mesin maupun oleh makhluk hidup. Kendaraan menurut fungsinya terdiri dari kendaraan ringan (angkutan penumpang) dan kendaraan berat (angkutan barang) dengan berbagai ukuran. Dua hal yang sering dipakai sebagai dasar perencanaan jalan, yaitu dimensi kendaraan dan berat kendaraan.

UU No.14/1992 tentang lalu-lintas beserta PP No.43/1993 dan PP No.44/1993, mengatur kriteria klasifikasi sarana transportasi darat (kendaraan) yang sesuai dengan prasarannya (jalan). Pengaturan ini, selanjutnya dimasukkan kembali ke dalam Rancangan Undang – Undang Lalu Lintas dan Angkutan Darat (dipublikasikan 10 Oktober 2006), yang berkaitan dengan pengaturan kelas jalan, fungsi jalan, dimensi maksimum dan Muatan Sumbu Terberat (MST) kendaraan (Tabel 2.2). Dimana, MST adalah jumlah tekanan maksimum roda – roda pada suatu sumbu yang menekan jalan. Sementara itu, untuk pengaturan MST Truk Peti kemas, tergantung kepada konfigurasi sumbu terberatnya, masih diatur sesuai dengan KM Perhubungan No.74-1990 (Tabel 2.3).

Tabel 2.2 Kelas dan Fungsi Jalan (PP no.43-1993, pasal 11)

No.	Kelas Jalan	Fungsi Jalan	Dimensi Kendaraan (maksimum)			MST, ton
			Lebar, mm	Panjang, mm	Tinggi, mm (PP no.44-1993, pasal 115)	
1	I	Arteri	2.500	18.000	4.200mm dan $\leq 1,7x$ lebar kendaraan	> 10,0
2	II	Arteri	2.500	18.000		$\leq 10,0$
3	IIIA	Arteri atau Kolektor	2.500	18.000		$\leq 8,0$
4	IIIB	Kolektor	2.500	12.000		$\leq 8,0$
5	IIIC	Lokal	2.100	9.000		$\leq 8,0$

Tabel 2.3 MST untuk Truk Angkutan Peti Kemas (KM Perhubungan No.74-1990, pasal 9)

No	Konfigurasi As dan Roda Truk	MST, ton	Catatan	
1	Sumbu Tunggal	Roda Tunggal	Tidak diatur ijin untuk beroperasi pada fungsi jalan atau kelas jalan tertentu.	
		Roda Ganda		6,0
2	Sumbu Ganda (Tandem)	Roda Ganda		10,0
		Roda Ganda		18,0
3	Sumbu Tiga (Tripel)	Roda Ganda		20,0

Truk angkutan peti kemas pada umumnya berupa truk tempelan yang beroperasi di jalan-jalan arterial dengan MST maksimum 10 ton. Baik untuk sumbu tunggal, sumbu ganda, maupun sumbu tiga, pembatasan beban as total maksimumnya tidak lebih besar dari jika dihitung per sumbunya 10 ton sesuai dengan aturan yang ada. Dengan pembatasan ini, beban maksimum truk tempelan (semi-trailer) T1.2-22 dapat sampai 34 ton, T1.22-22 sampai 42 ton, dan T1.22-222 sampai 44 ton.

MST Jalan kelas I lebih besar dari 10 ton (kecuali diatur lebih lanjut), berarti tidak ada pembatasan beban as kendaraan, kecuali untuk angkutan peti kemas yang diatur lebih lanjut oleh PP No.74-1990, pasal 9. Sesuai UU No.15-2005 tentang jalan tol, mengklasifikasikan berdasarkan fungsi jalan bahwa jalan tol paling rendah berfungsi Kolektor dengan MST 8 ton dan ini bukan jalan kelas I, kecuali tanpa pembatasan MST.

MST Jalan Kelas II lebih kecil atau sama dengan 10ton, sehingga jika diketahui terdapat kendaraan – kendaraan angkutan dengan berat as >10 ton, maka dia *Overload* kecuali angkutan peti kemas. MST Jalan Kelas IIIA, IIIB, dan IIIC adalah ≤ 8 ton, ini berkaitan dengan jalur-jalur jalan yang menghubungkan sentra distribusi ke sentra lokal yang diangkut oleh kendaraan yang lebih kecil dimensinya dengan panjang maksimum 12 meter. Dalam kaitannya dengan kelas jalan, ada beberapa hal yang terkait dengan sistem angkutan jalan :

- Perubahan kelas jalan seyogianya dilengkapi terminal yang berfungsi mengubah beban kendaraan sesuai dengan kelasnya. Perubahan kelas jalan yang tidak dilengkapi tempat untuk perubahan beban kendaraan, cenderung menyebabkan terjadinya *overloading* terhadap jalan kelas di bawahnya, misal perubahan dari Kelas II ke kelas III.
- Disamping itu, perubahan dimensi kendaraan pengangkut di jalan kelas IIIB ke kelas IIIA dan dari jalan Kelas IIIC ke Kelas IIIB menuntut perubahan geometri, karena perubahan dimensi kendaraan yang diijinkan beroperasi. Hal ini berkaitan dengan lebar jalan, radius tikungan di ruas-ruas jalan, dan belokan di persimpangan.
- Semua ini terkait dengan sistem transportasi nasional khususnya darat secara keseluruhan yang harus sesuai dengan tuntutan kebutuhan (*demand*) agar terwujud perpindahan orang dan barang secara aman, cepat, murah, dan nyaman.

Selain itu ada ketentuan yang berkaitan dengan kendaraan angkutan barang yang disebut dengan jumlah berat yang diijinkan disingkat JBI. JBI adalah berat maksimum kendaraan bermotor berikut muatannya yang diizinkan berdasarkan kelas jalan yang dilalui. Jumlah berat yang diijinkan semakin besar kalau jumlah sumbu kendaraan semakin banyak. Atau dapat diformulasikan :

$$\mathbf{JBI = BK + G + L} \dots\dots\dots (2.1)$$

dimana : BK= berat kosong kendaraan

G = berat orang (yang diijinkan)

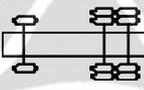
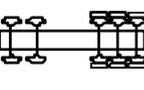
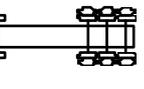
L = berat muatan (yang diijinkan).

JBI ditetapkan oleh Pemerintah dengan pertimbangan daya dukung kelas jalan terendah yang dilalui, kekuatan ban, kekuatan rancangan sumbu sebagai

upaya peningkatan umur jalan dan kendaraan serta aspek keselamatan di jalan. Sementara itu Jumlah Berat Bruto (JBB) ditetapkan oleh pabrikan sesuai dengan kekuatan rancangan sumbu, sehingga konsekuensi logisnya JBI tidak melebihi JBB.

Pada tabel berikut ditunjukkan JBI untuk jalan Kelas II dan Kelas III dengan muatan sumbu terberat 10 ton dan untuk jalan dengan muatan sumbu terberat 8 ton untuk berbagai konfigurasi sumbu kendaraan.

Tabel 2.4 Hubungan Konfigurasi Sumbu, Kelas Jalan, MST (Muatan Sumbu Terberat) dan JBI (Jumlah Berat yang Dizinkan)

No	Konfigurasi Sumbu	Gambar Konfigurasi Sumbu		Kelas Jalan	MST Maksimal (Ton)						JBI Max (Ton)	
		Samping	Atas		Sb I	Sb II	Sb III	Sb IV	Sb V	Sb VI		
1	1.1			II	6	6						12
				III	5	5						10
2	1.2			II	6	10						16
				III	6	8						14
3	1.1.2			II	5	6	10					21
				III	5	6	8					19
4	1.2.2			II	6	9	9					24
				III	6	7.5	7.5					21
5	1.1.2.2			II	6	6	9	9				30
					6	7	10	10				33
					6	7	9	6				31
				III	6	6	7.5	7.5				27
					6	7	8	8				29
					6	7	7.5	7.5				28
6	1.1.2.2.2			II	6	6	7	7	7			33
					6	7	8	8	8			37
					6	7	7	7	7			34
				III	6	6	6	6	6			30
					6	7	7	7	7			34
					6	7	6	6	6			31
7	1.2.2.2			II	6	7	7	7				27
					6	8	8	8				30
				III	6	6	6	6				24
					6	7	7	7				27

Sumber : Departemen Perhubungan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat 2008

Tabel 2.5 Hubungan Konfigurasi Sumbu, Kelas Jalan, MST (Muatan Sumbu Terberat) dan JBKI (Jumlah Berat Kombinasi yang Diizinkan) untuk Kendaraan Penarik dan Kereta Tempelan

No	Konfigurasi Sumbu	Gambar Konfigurasi Sumbu		Kelas Jalan	MST Maksimal (Ton)						JBK Max (Ton)
		Samping	Atas		Sb I	Sb II	Sb III	Sb IV	Sb V	Sb VI	
1	1.2-22			II	6	10	9	9			34
				III	6	8	7,5	7,5			29
2	1.22-22			II	6	9	9	9	9		42
				III	6	7,5	7,5	7,5	7,5		36
				II	6	10	10	10	10		46
				III	6	8	8	8	8		38
				II	6	9	9	10	10		44
				III	6	7,5	7,5	8	8		37
3	1.22-222			II	6	9	9	7	7	7	45
				III	6	7,5	7,5	6	6	6	39
				II	6	10	10	10	10	10	56
				III	6	8	8	8	8	8	46
				II	6	9	9	10	10	10	54
				III	6	7,5	7,5	8	8	8	46
				II	6	10	10	10	10	10	56
4	1.2+2.2			II	6	10	10	10			36
				III	6	8	8	8			30

Sumber : Departemen Perhubungan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat 2008

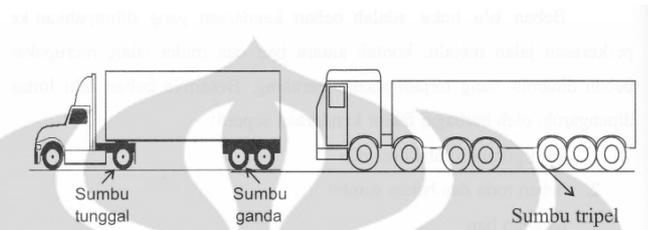
2.3.2. Konfigurasi Sumbu

Setiap kendaraan memiliki minimal dua sumbu, yaitu sumbu depan disebut juga sumbu kendali, dan sumbu roda belakang atau sumbu penahan beban. Masing-masing ujung sumbu dilengkapi dengan satu atau dua roda. Perkembangan angkutan barang seperti pengangkut kontainer, hasil produksi, peralatan konstruksi, mengakibatkan saat ini terdapat berbagai jenis kendaraan yang memiliki sumbu lebih dari dua.

Berdasarkan konfigurasi sumbu dan jumlah roda yang dimiliki di ujung-ujung sumbu, maka sumbu kendaraan dibedakan atas :

1. sumbu tunggal roda tunggal

2. sumbu tunggal roda ganda
3. sumbu ganda roda tunggal
4. sumbu ganda/ tandem roda ganda
5. sumbu tripel roda ganda



Gambar 2.16 Berbagai Konfigurasi Sumbu Kendaraan

Sumber : Sukirman, S., 2006.

Berbagai jenis kendaraan memiliki konfigurasi sumbu dan roda kendaraan yang berbeda-beda, sehingga mengakibatkan terdapat berbagai kode angka seperti:

1. untuk konfigurasi dengan sumbu depan dan belakang berupa sumbu tunggal roda tunggal memakai kode 1.1;
2. untuk konfigurasi dengan sumbu depan berupa sumbu tunggal roda tunggal dan sumbu belakang berupa sumbu tunggal roda ganda memakai kode 1.2;
3. untuk konfigurasi dengan sumbu depan berupa sumbu tunggal roda tunggal dan sumbu belakang berupa sumbu ganda roda ganda memakai kode 1.22;
4. untuk konfigurasi dengan sumbu depan berupa sumbu tunggal roda tunggal dan sumbu belakang berupa sumbu ganda roda ganda, dengan kereta tambahan (gandeng) memiliki sumbu depan dan belakang berupa sumbu tunggal roda tunggal memakai 1.22+1.1.

Kendaraan komersial bersumbu kaku		Kendaraan komersial gandengan/trailer	
	1.1		1.1-1
	1.2		1.1-11
	1.11		1.1-22
	1.22		1.2-1
	11.11		1.2-11
	11.2		1.2-2
	11.22		1.2-22
	+1.1		1.22-2
	+1.2		1.22-22
	+2.2		1.22-111 1.22-222

Gambar 2.17 Berbagai Konfigurasi Sumbu dan Lambangnya
 Sumber : Sukirman, S., 2006

2.3.3. Roda Kendaraan

Beban kendaraan dilimpahkan ke perkerasan jalan melalui bidang kontak antara ban dan muka jalan yang untuk perencanaan tebal perkerasan sering kali diasumsikan berbentuk lingkaran dengan radius sama dengan lebar ban. Radius bidang kontak ditentukan oleh ukuran dan tekanan ban.

$$a = \sqrt{\frac{P}{p\pi}} \dots\dots\dots (2.2)$$

atau $P = \pi p a^2$

dengan:

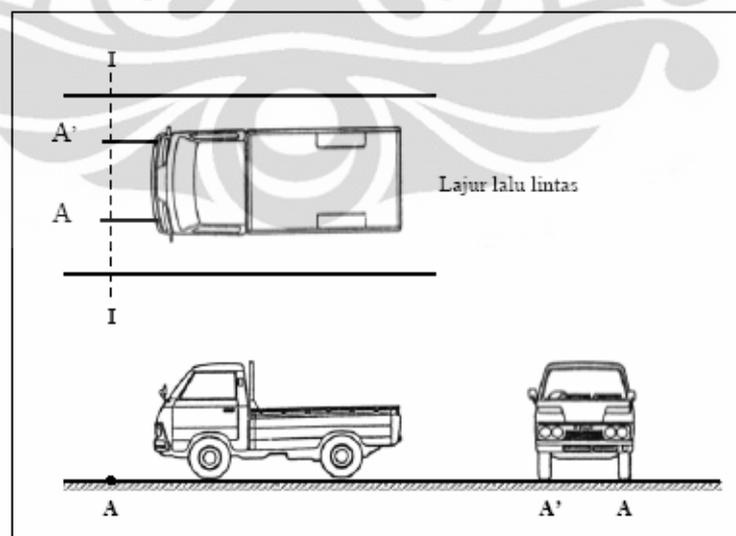
- a = radius bidang kontak
- P = beban roda
- p = tekanan ban

Dari Rumus 2.2 dapat dilihat bahwa ukuran ban dan beban roda mempengaruhi besarnya tekanan ban [Sukirman, S., 2006].

2.3.4. Beban Sumbu Kendaraan

Beban kendaraan dilimpahkan melalui roda kendaraan yang terjadi berulang kali selama masa pelayanan jalan disebut sebagai repetisi beban lalulintas. Dari Gambar 2.5 terlihat bahwa titik A menerima beban kendaraan melalui bidang kontakannya sebanyak 2 kali, yaitu akibat lintasan roda depan dan roda belakang. A terletak pada lajur lintasan kendaraan bersamaan dengan A'. Berarti pada saat yang bersamaan titik A' pun akan menerima beban yang sama. Beban tersebut berupa beban roda yang besarnya setengah dari beban sumbu kendaraan.

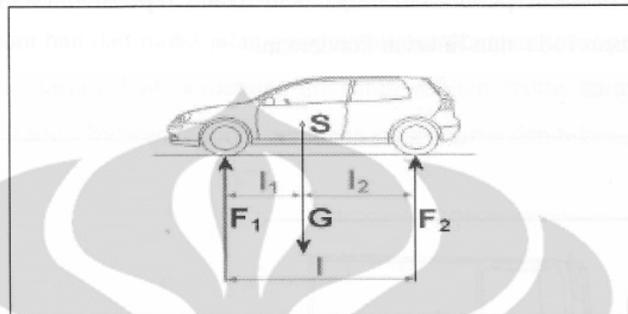
Perkerasan jalan pada penampang I-I menerima beban berulang sebanyak lintasan sumbu kendaraan. Jika kendaraan memiliki dua sumbu maka repetisi beban pada penampang I-I adalah dua kali, dan jika memiliki 3 sumbu maka repetisi beban adalah 3 kali. Jadi, repetisi beban yang diakibatkan oleh satu kendaraan sama dengan jumlah sumbunya. Oleh karena itu repetisi beban untuk perencanaan perkerasan dinyatakan dalam repetisi lintasan sumbu, bukan lintasan roda atau lintasan kendaraan [Sukirman, S., 2006].



Gambar 2.18 Pelimpahan Beban Kendaraan ke Perkerasan Jalan

Sumber : Sukirman, S., 2006

Sesuai desain kendaraannya, maka setiap kendaraan memiliki letak titik berat yang berbeda. Besarnya beban kendaraan yang didistribusikan ke sumbu-sumbunya dipengaruhi oleh letak titik berat kendaraan tersebut. Dengan demikian setiap jenis kendaraan mempunyai distribusi beban yang berbeda-beda.



Gambar 2.19 Distribusi Beban Kendaraan ke Setiap Sumbu

Sumber : Sukirman, S., 2006

Berat total kendaraan G didistribusikan ke sumbu depan F_1 dan sumbu belakang F_2 . Jika letaknya titik berat kendaraan seperti pada Gambar 2.

Dari Gambar 2. diperoleh :

$$F_1 = G \cdot l_2 / l$$

$$F_2 = G \cdot l_1 / l \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

dimana :

G = berat kendaraan

F_1 = beban sumbu depan

F_2 = beban sumbu belakang

l = jarak antar kedua sumbu

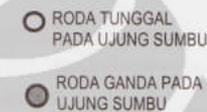
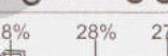
l_1 = jarak antar titik berat kendaraan dan sumbu depan

l_2 = jarak antar titik berat kendaraan dan sumbu belakang

Setiap jenis kendaraan yang sama dapat saja mempunyai beban sumbu yang berbeda, karena muatan dari kendaraan tersebut berbeda-beda. Sebagai contoh, truk ringan dengan berat kosong 2,5 ton dapat dimuati sampai mencapai berat maksimum yang diijinkan sebesar 8,0 ton.

Untuk perencanaan tebal perkerasan jalan sepantasnyalah beban yang diperhitungkan adalah beban yang mungkin terjadi selama masa pelayanan jalan

atau umur rencana jalan. Beban lalulintas rencana tidak selalu sama dengan beban maksimum. Perencanaan berdasarkan beban maksimum akan menghasilkan tebal perkerasan yang tidak ekonomis, tetapi perencanaan berdasarkan beban yang lebih kecil dari beban rata-rata yang digunakan akan menyebabkan konstruksi perkerasan cepat rusak sebelum masa pelayanan habis. Pertimbangan yang bijaksana berdasarkan data beban kendaraan di lokasi atau sekitar lokasi, dan pertimbangan faktor pertumbuhan beban dan volume lalulintas yang mungkin terjadi, sangat tepat untuk dilakukan.

KONFIGURASI SUMBU & TIPE	BERAT KOSONG (ton)	BEBAN MUATAN MAKSIMUM (ton)	BERAT TOTAL MAKSIMUM (ton)	UE 18 KSA		
				KOSONG	MAKSIMUM	
1,1 HP	1,5	0,5	2,0	0,0001	0,0005	 50% 50%
1,2 BUS	3	6	9	0,0037	0,3006	 34% 66%
1,2L TRUK	2,3	6	8,3	0,0013	0,2174	 34% 66%
1,2H TRUK	4,2	14	18,2	0,0143	5,0264	 34% 66%
1,22 TRUK	5	20	25	0,0044	2,7416	 25% 75%
1,2+2,2 TRAILER	6,4	25	31,4	0,0085	3,9083	 18% 28% 27% 27%
1,2-2 TRAILER	6,2	20	26,2	0,0192	6,1179	 18% 41% 41%
1,2-2,2 TRAILER	10	32	42	0,0327	10,1830	 18% 28% 54% 27%

Gambar 2.20 Konfigurasi Beban Sumbu

Sumber : Suryawan, Ari., 2005

2.3.5. Beban Lalu Lintas pada Lajur Rencana

Repetisi lalu lintas kendaraan dinyatakan dengan menggunakan parameter volume lalu lintas, persatuan kendaraan/hari/2 arah atau kendaraan/hari/1 arah. Data volume lalu lintas dalam satuan kendaraan/hari tidak mencerminkan repetisi beban lalu lintas yang diterima oleh struktur perkerasan jalan di satu lokasi. Struktur perkerasan jalan dengan volume 5000 kendaraan/hari/2 arah pada jalan 2 lajur 2 arah menerima repetisi beban yang lebih berat dibandingkan pada jalan 4 lajur 2 arah.

Salah satu lajur pada jalan 2 lajur 2 arah, atau lajur paling kiri dari salah satu arah lalu lintas pada jalan 4 lajur 2 arah menerima beban dan repetisi beban yang lebih berat dibandingkan dengan lajur yang lain. Lajur tersebut disebut lajur rencana, yaitu lajur lalu lintas yang menerima beban berulang (repetisi beban) lebih sering dan dengan komposisi beban kendaraan yang lebih berat [Sukirman., S., 2006].

Penentuan repetisi dan beban lalu lintas pada lajur rencana perlu memperhatikan nilai volume, dan distribusi berbagai jenis kendaraan setiap lajur. Sesuai dengan lamanya waktu pengamatan, volume lalu lintas dapat dibedakan atas :

- a. Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR) adalah volume lalu lintas rata-rata untuk beberapa hari pengamatan. Satuan yang digunakan adalah kendaraan/hari/2arah, untuk jalan dua arah tidak terpisah (tanpa median) atau kendaraan/hari/1arah untuk jalan satu arah atau dua arah terpisah (dengan median).
- b. Lalu lintas Harian Rata-rata Tahunan (LHRT) adalah volume lalu lintas rata-rata harian yang diperoleh dari pengamatan terus menerus sepanjang satu tahun penuh.

Rumus untuk menentukan repetisi beban ke lajur rencana berbagai jenis konfigurasi sumbu adalah sebagai berikut:

$$Q = \sum LHR_i \dots\dots\dots (2.4)$$

atau

$$Q = \sum LHR_i \times C_i \dots\dots\dots (2.5)$$

dengan:

Q = repetisis beban ke lajur rencana, kendaraan/hari/lajur

C_i = koefisien distribusi arus lalu lintas ke lajur rencana untuk jenis kendaraan i

$LHRT_i$ = lalulintas harian rata-rata tahunan untuk jenis kendaraan i

LHR_i = lalulintas harian rata-rata untuk jenis kendaraan i

2.4. Parameter Perencanaan Struktur Perkerasan

2.4.1. Beban Lalu Lintas

A. Jumlah Lajur dan Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalulintas dari suatu ruas jalan, yang menampung lalu lintas terbesar [Pd. T-05-2005-B, 2005]. Jika jalan tidak memiliki tanda batas lajur, maka jumlah lajur ditentukan dari lebar perkerasan sesuai dengan Tabel 2.1.

Tabel 2.6 Jumlah Lajur Berdasarkan Lebar Perkerasan

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

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2005

Koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan kendaraan berat yang melewati lajur rencana ditentukan sesuai Tabel 2.5.

Tabel 2.7 Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Jumlah Lajur	Kendaraan ringan*		Kendaraan berat**	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1	1	1	1	1
2	0,6	0,5	0,7	0,5
3	0,4	0,4	0,5	0,475
4	-	0,3	-	0,45
5	-	0,25	-	0,425
6	-	0,2	-	0,4
Keterangan : *)Mobil Penumpang **)Truk dan Bus				

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum, 2005

B. Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan

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

Angka ekuivalen (E) masing-masing golongan beban sumbu (setiap kendaraan) ditentukan menurut rumus daftar di bawah ini :

- $Angka\ ekuivalen\ sumbu\ tunggal = \left(\frac{beban\ satu\ sumbu\ tunggal\ (kg)}{8160} \right)^4 \dots\dots\dots(2.6)$

- $Angka\ ekuivalen\ sumbu\ ganda = 0,086 \left(\frac{beban\ satu\ sumbu\ ganda\ (kg)}{8160} \right)^4 \dots\dots(2.7)$

- $Angka\ ekuivalen\ sumbu\ triple = 0,021 \left(\frac{beban\ satu\ sumbu\ ganda\ (kg)}{8160} \right)^4 \dots\dots(2.8)$

C. Lalu Lintas Harian Rata – Rata (LHR) dan Rumus – Rumus Lintas Ekuivalen

- Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR) adalah jumlah rata-rata lalu lintas kendaraan bermotor beroda empat (4) atau lebih yang dicatat selama 24 jam sehari untuk kedua jurusan. Setiap jenis kendaraan ditentukan pada awal umur rencana yang dihitung untuk dua arah pada jalan tanpa median atau masing-masing arah pada jalan dengan median.
- Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP) adalah jumlah lintas ekuivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lb) pada jalur rencana yang diduga terjadi pada permulaan umur rencana. LEP dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j \dots\dots\dots(2.9)$$

dimana : j = jenis kendaraan

- Lintas Ekuivalen Akhir (LEA) adalah jumlah lintas ekuivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lb) pada jalur rencana yang diduga terjadi pada akhir umur rencana. LEA dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR_j(1+i)^{UR} \times C_j \times E_j$$

$$LEA = LEP(1+i)^{UR} \dots\dots\dots (2.10)$$

dimana : i = perkembangan lalu lintas

j = jenis kendaraan

- Lintas Ekivalen Tengah (LET) adalah jumlah lintas ekivalen harian rata-rata dari sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lb) pada jalur rencana pada pertengahan umur rencana. LET dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2} \dots\dots\dots (2.11)$$

- Lintas Ekivalen Rencana (LER) adalah suatu besaran yang dipakai dalam nomogram penetapan tebal perkerasan untuk menyatakan jumlah lintas ekivalen sumbu tunggal seberat 8,16 ton (18.000 lb) pada jalur rencana. LER dihitug dengan rumus sebagai berikut :

$$LER = LET \times FP \dots\dots\dots (2.12)$$

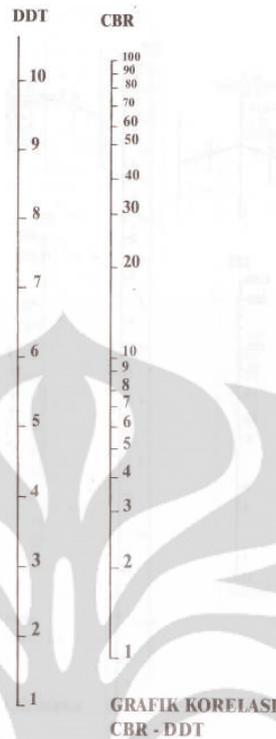
dimana : FP = Faktor Penyesuaian

$$FP = \frac{UR}{10}$$

UR (Umur Rencana) yaitu jumlah waktu dalam tahun dihitung sejak jalan tersebut mulai dibuka sampai saat diperlukan perbaikan berat atau dianggap perlu untuk diberi lapis permukaan yang baru.

2.4.2. Lapisan Tanah Dasar (Subgrade)

Lapisan tanah dasar merupakan permukaan tanah semula atau permukaan galian atau permukaan tanah timbunan, yang dipadatkan dan merupakan permukaan dasar untuk perletakan bagian-bagian perkerasan lainnya. Lapisan tanah dasar ini dipengaruhi oleh nilai Daya Dukung Tanah dasarnya (DDT). Daya Dukung Tanah Dasar (DDT) adalah suatu skala yang dipakai dalam nomogram penetapan tebal perkerasan untuk menyatakan kekuatan tanah dasar. DDT ditetapkan berdasarkan grafik korelasi DDT dan CBR (*California Bearing ratio*) (Gambar 2.23). Harga CBR dapat merupakan harga CBR lapangan atau CBR laboratorium.



Gambar 2.21 Korelasi DDT dan CBR

Catatan : Hubungan nilai CBR dengan garis mendatar ke sebelah kiri diperoleh nilai DDT

Sumber : Hendarsin, Shirley L. 2000.

Jika digunakan CBR lapangan (insitu) maka pengambilan contoh tanah dasar dilakukan dengan tabung (*undisturb*), kemudian direndam dan diperiksa harga CBR-nya. Dapat juga mengukur langsung di lapangan ketika musim hujan atau direndam. CBR lapangan biasanya digunakan untuk perencanaan lapis tambahan (*overlay*), jika untuk perencanaan jalan baru metoda ini sangat tidak praktis karena memerlukan banyak waktu dan biaya yang mahal.

CBR laboratorium biasanya dipakai untuk perencanaan pembangunan jalan baru. Harga yang mewakili dari sejumlah harga CBR yang dilaporkan, ditentukan sebagai berikut :

- a. Tentukan 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 tadi

e. Nilai CBR yang mewakili adalah yang didapat dari angka persentase 90% [Hendarsin, Shirley L. 2000].

2.4.3. Faktor Lingkungan

Keadaan lapangan mencakup permeabilitas tanah, perlengkapan drainase, bentuk alinyemen serta persentase kendaraan dengan berat ≥ 13 ton, dan kendaraan yang berhenti, sedangkan keadaan iklim mencakup curah hujan rata – rata per tahun. Faktor lingkungan dipengaruhi oleh Faktor Regional (FR), yaitu faktor koreksi karena adanya perbedaan kondisi dengan kondisi percobaan AASHTO Road Test dan disesuaikan dengan keadaan di Indonesia.

Tabel. 2.8 Faktor Regional (FR)

	Kelandaian I ($< 6\%$)		Kelandaian II ($6 - 10\%$)		Kelandaian III ($> 10\%$)	
	% kendaraan berat					
	$\leq 30\%$	$> 30\%$	$\leq 30\%$	$> 30\%$	$\leq 30\%$	$> 30\%$
Iklim I < 900 mm/th	0,5	1,0 – 1,5	1,0	1,5 – 2,0	1,5	2,0 – 2,5
Iklim I > 900 mm/th	1,5	2,0 – 2,5	2,0	2,5 – 3,0	2,5	3,0 – 3,5

Catatan : Pada bagian – bagian jalan tertentu, seperti persimpangan, pemberhentian atau tikungan tajam (jari-jari 30m) FR ditambah dengan 0,5. Pada daerah rawa – rawa FR ditambah dengan 1,0.

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum. 1987.

2.4.4. Permukaan Jalan

Pada permukaan jalan harus diketahui nilai Indeks Permukaan (IP). Nilai Indeks Permukaan ini menyatakan nilai kerataan/ kehalusan serta kekokohan permukaan yang berhubungan dengan tingkat pelayanan bagi lalu lintas yang lewat.

Tabel 2.9 Indeks Permukaan pada Akhir Usia Rencana (IPt)

LER *)	Klasifikasi Jalan			
	Lokal	Kolektor	Arteri	Tol
< 10	1,0 – 1,5	1,5	1,5 – 2,0	-
10 – 100	1,5	1,5 – 2,0	2,0	-
100 – 1000	1,5 – 2,0	2,0	2,0 – 2,5	-
> 1000	-	2,0 – 2,5	2,5	2,5

*) LER dalam satuan angka ekivalen 8,16 ton beban sumbu tunggal

Catatan : Pada proyek – proyek penunjang jalan, JAPAT/ Jalan Murah, atau jalan darurat maka IPt dapat diambil 1,0.

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum. 1987.

Adapun beberapa nilai IP beserta artinya yaitu :

IPt = 1,0 : menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu lintas kendaraan

IPt = 1,5 : adalah tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus)

IPt = 2,0 : adalah tingkat pelayanan terendah bagi jalan yang masih mantap

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

Dalam menentukan indeks permukaan pada awal umur rencana (IPo) perlu diperhatikan jenis lapis permukaan jalan (kerataan/ kehalusan serta kekokohan) pada awal umur rencana.

Tabel 2.10 Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (IPO)

Jenis Lapis Perkerasan	IPO	Roughness *) (mm/km)
LASTON	≥ 4	≤ 1000
	3,9 – 3,5	> 1000
LASBUTAG	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
HRA	3,9 – 3,5	≤ 2000
	3,4 – 3,0	> 2000
BURDA	3,9 – 3,5	< 2000
BURTU	3,4 – 3,0	< 2000
LAPEN	3,4 – 3,0	≤ 3000
	2,9 – 2,5	> 3000
LATASBUM	2,9 – 2,5	
BURAS	2,9 – 2,5	
LATASIR	2,9 – 2,5	
JALAN TANAH	$\leq 2,4$	
JALAN KERIKIL	$\leq 2,4$	

*) Alat pengukur *roughness* yang dipakai adalah *roughometer* NAASRA, yang dipasang pada kendaraan standar Datsun 1500 station wagon, dengan kecepatan kendaraan ± 32 km/jam.

Gerakan sumbu belakang dalam arah vertikal dipindahkan pada alat *roughometer* melalui kabel yang dipasang di tengah – tengah sumbu belakang kendaraan, yang selanjutnya dipindahkan kepada *counter* melalui "flexible drive".

Setiap putaran *counter* adalah sama dengan 15,2 mm gerakan vertikal antara sumbu belakang dan body kendaraan. Alat pengukur *roughness* type lain dapat digunakan dengan mengkalibrasikan hasil yang diperoleh terhadap *roughometer* NAASRA.

(SKBI 2.3.26.1987 / SNI 03-1732-1989)

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum. 1987.

Pengertian dari jenis lapis perkerasan di atas yaitu :

- a. Lapis Aspal Beton (LASTON) adalah suatu lapisan pada konstruksi jalan yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, filler dan aspal keras, yang dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu.

- b. Lapis Asbuton Campuran Dingin (LASBUTAG) adalah campuran yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, asbuton, bahan peremaja dan filler (bila diperlukan) yang dicampur, dihampar dan dipadatkan secara dingin.
- c. Hot Rolled Asphalt (HRA) merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran antara agregat bergradasi timpang, filler dan aspal keras dengan perbandingan tertentu, yang dicampur dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu.
- d. Laburan Batu Dua Lapis (BURDA) merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal ditaburi agregat yang dikerjakan dua kali secara berurutan. Tebal maksimum 35 mm.
- e. Laburan Batu Satu Lapis (BURTU) merupakan lapis penutup yang terdiri dari lapisan aspal yang ditaburi dengan satu lapis agregat bergradasi seragam. Tebal maksimum 20 mm.
- f. Lapis Penetrasi Macadam (LAPEN) merupakan suatu lapis perkerasan yang terdiri dari agregat pokok dengan agregat pengunci bergradasi terbuka dan seragam yang diikat oleh aspal keras dengan cara disemprotkan di atasnya dan dipadatkan lapis demi lapis dan apabila akan digunakan sebagai lapis permukaan perlu diberi laburan aspal dengan batu penutup.
- g. Lapis Tipis Asbuton Murni (LATASBUM) merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran asbuton dan bahan pelunak dengan perbandingan tertentu yang dicampur secara dingin dengan tebal padat maksimum 1 cm.
- h. Laban Aspal (BURAS) merupakan lapis penutup terdiri dari lapisan aspal taburan pasir dengan ukuran butir maksimum 9,6 mm atau 3/8 inch.
- i. Laspis Tipis Aspal Pasir (LATASIR) merupakan lapis penutup yang terdiri dari campuran pasir dan aspal keras yang dicampur, dihampar dan dipadatkan dalam keadaan panas pada suhu tertentu.

[Departemen Pekerjaan Umum. 1987].

2.4.5. Karakteristik Bahan

Suatu bahan mempunyai nilai koefisien kekuatan relatif (a). Koefisien kekuatan relatif (a) masing – masing bahan dan kegunaannya sebagai lapis permukaan, pondasi, pondasi bawah, ditentukan secara korelasi sesuai nilai

Marshall Test (untuk bahan dengan aspal), kuat tekan (untuk bahan yang distabilisasi dengan semen atau kapur), atau CBR (untuk bahan lapis pondasi bawah).

Jika alat Marshall Test tidak tersedia, maka kekuatan (stabilitas) bahan beraspal bila diukur dengan cara lain seperti *Hveem Test*, *Hubbard Field*, dan *Smith Triaksial*.

Tabel 2.11 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS (kg)	Kt (kg/cm)	CBR (%)	
0,40	-	-	744	-	-	LASTON
0,35	-	-	590	-	-	
0,32	-	-	454	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	
0,35	-	-	744	-	-	LASBUTAG
0,31	-	-	590	-	-	
0,28	-	-	454	-	-	
0,26	-	-	340	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	HRA
0,26	-	-	340	-	-	ASPAL MACADAM
0,25	-	-	-	-	-	LAPEN (mekanis)
0,20	-	-	-	-	-	LAPEN (manual)
-	0,28	-	590	-	-	LASTON Atas
-	0,26	-	454	-	-	
-	0,24	-	340	-	-	
-	0,23	-	-	-	-	LAPEN (mekanis)
-	0,19	-	-	-	-	LAPEN (manual)
-	0,15	-	-	22	-	Stabilitas tanah dengan semen
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,15	-	-	22	-	Stabilitas tanah dengan kapur
-	0,13	-	-	18	-	
-	0,14	-	-	-	100	Batu pecah (kelas A)
-	0,13	-	-	-	80	Batu pecah (kelas B)
-	0,12	-	-	-	60	Batu pecah (kelas C)
-	-	0,13	-	-	70	SIRTU/ Pitrun (kelas A)
-	-	0,12	-	-	50	SIRTU/ Pitrun (kelas B)
-	-	0,11	-	-	30	SIRTU/ Pitrun (kelas C)
-	-	0,10	-	-	20	Tanah/ Lempung kepasiran

Catatan : Kuat tekan stabilitas tanah dengan semen diperiksa pada hari ke-7.

Kuat tekan stabilitas tanah dengan kapur diperiksa pada hari ke-21.

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum. 1987.

Tabel 2.12 Batas-Batas Minimum Tebal Lapis Perkerasan

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
1. Lapis Permukaan :		
< 3	5	Lapis pelindung : (BURAS/ BURTU/ BURDA)
3 - 6.7	5	LAPEN/ Aspal Macadam, HRA, LASBUTAG, LASTON
6.71- 7.49	7.5	LAPEN/ Aspal Macadam, HRA, LASBUTAG, LASTON
7.5 - 9.99	7.5	LASBUTAG, LASTON
≥ 10	10	LASTON
2. Lapis Pondasi Atas :		
< 3	15	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur
3 - 7.49	20*)	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur
7.5 - 9.99	10	LASTON Atas
	20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam
10 - 12.14	15	LASTON Atas
	20	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam, LAPEN, LASTON Atas
≥ 12.25	25	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam, LAPEN, LASTON Atas
*) batas 20 cm tersebut dapat diturunkan menjadi 15 cm bila untuk pondasi bawah digunakan material berbutir kasar..		
3. Lapis Pondasi Bawah :		
Untuk setiap nilai ITP bila digunakan pondasi bawah, tebal minimum adalah 10 cm		

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum. 1987.

2.5. Metode – Metode Perencanaan Struktur Jalan

2.5.1. Umum

Pendekatan metoda untuk perkerasan lentur acuan Bina Marga (Indonesia) adalah metoda pertama, dalam hal ini, perancangan struktur perkerasan pada dasarnya menentukan tebal lapisan perkerasan yang mempunyai sifat-sifat mekanis yang telah ditetapkan sedemikian sehingga menjamin bahwa tegangan-tegangan dan regangan-regangan pada semua tingkatan yang terjadi karena beban lalu lintas, pada batas-batas yang dapat ditahan dengan aman oleh bahan tersebut. Metoda perancangan didasarkan pada prosedur desain empiris, seperti misalnya Metoda CBR.

- Persyaratan Rancangan Dasar untuk Jalan Baru

Ada 3 (tiga) langkah utama yang harus diikuti dalam perancangan perkerasan jalan baru, yaitu :

- a. hitunglah jumlah beban lalu lintas berdasarkan konfigurasi beban sumbu standar yang akan melalui jalan tersebut.
- b. hitung kekuatan daya dukung tanah dasar.
- c. pertimbangkan a. dan b. pilihlah kombinasi yang paling ekonomis untuk bahan-bahan perkerasan serta ketebalan lapisan yang akan mencukupi pelayanan selama umur rencana dengan hanya melakukan pemeliharaan rutin saja.

- Persyaratan Rancangan Dasar untuk Peningkatan Jalan

Untuk perkuatan atau rekonstruksi perkerasan-perkerasan yang ada, diambil pendekatan yang sama. Akan tetapi adalah dimungkinkan, untuk melakukan review desain dengan data ditempat pada saat perkerasan jalan akan dilaksanakan, dengan menyederhanakan kembali rancangan semula, yang mungkin rancangannya sudah berselang lama dari masa pelaksanaan.

- i) Perhitungan lalu lintas dapat diambil dari lalu lintas yang ada dan prakiraan pertumbuhan lalu lintas tahunan, selama 10 tahun.

- ii) CBR tanah dasar review, dapat ditentukan dilapangan dengan cara menggali lubang uji pada sekitar perkerasan yang ada, dan melakukan uji Penetrometer Kerucut Dinamik (DCP).

[Sukirman, Silvia. 1992].

2.5.2. Metode Group Index

Metoda ini dikembangkan oleh Public Roads Administration (PRA) - USA, didasarkan pada klasifikasi kelompok tanah, diturunkan dari pengalaman desain terdahulu. Model desain struktur perkerasan terutama dikhususkan untuk perkerasan dengan LPA (Lapis Pondasi Atas) dan LPB (Lapis Pondasi Bawah) yang menggunakan agregat atau tanah.

Nilai Group Index, dihitung berdasarkan rumus dibawah ini :

$$\text{Group Index} = 0,2 a + 0,005 a.c + 0,01 b.d \quad \dots\dots\dots (2.13)$$

dimana :

a = sebagian dari prosentase material yang lolos saringan no. 200, yang lebih besar 35% dan tidak lebih besar dari 75%, yang dinyatakan sebagai bilangan positif, bulat antara 0 - 20.

b = sebagian dari prosentase material yang lolos saringan no. 200, yang lebih besar dari 15% dan tidak lebih dari 55% dinyatakan sebagai bilangan positif, bulat antara 0 - 40.

c = sebagian dari batas cair yang lebih besar dari 40% dan tidak lebih dari 60% dinyatakan sebagai bilangan positif, bulat antara 0-20.

d = sebagian dari indeks plastis yang lebih besar dari 10% dan tidak lebih besar dari 30%, dinyatakan sebagai bilangan positif, bulat antara 0-20.

Rentang nilai group index yang berlaku adalah 0 sampai 20.

Kekurangan metoda ini adalah :

- Gambaran angka group index, tidak mencerminkan perilaku tanah dasar, dalam menerima beban lalu lintas.
- Berat maupun komposisi kendaraan dan konfigurasinya tidak disinggung sama sekali, padahal faktor-faktor ini sangat menentukan kerusakan perkerasan.

- Tidak memperhitungkan komposisi lapisan perkerasan dan kualitasnya.
- Tidak memperhitungkan faktor lingkungan (temperatur, curah hujan, dan geometrik jalan).
- Patameter kerusakan struktur perkerasan tidak terukur.

Sebaiknya, metoda ini hanya digunakan pada analisa pendekatan saja. [Sukirman, Silvia. 1992].

2.5.3. Metoda CBR

Metoda ini paling banyak dipakai untuk perencanaan perkerasan lentur. Pada awalnya dikembangkan oleh California kemudian baru ditindaklanjuti oleh US Army umumnya diadopsi oleh banyak negara di dunia. Metoda ini didasarkan hasil empiris oleh California State Highway Department, USA; dengan mengacu pada nilai CBR (California Bearing Ratio).

Pemeriksaan CBR, dalam hal ini, dilakukan terhadap tanah dasar, dapat dilakukan di laboratorium atau di lapangan. Nilai CBR adalah perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan terhadap bahan standar, dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama.

Di laboratorium contoh tanah dimasukkan ke dalam silinder logam (mold), diameter 15,24 cm dan tinggi 17,78 cm, dan dilakukan penumbukan dengan alat tumbuk sebagaimana pemeriksaan pemadatan. Sesudah penumbukan (standard atau modified) cetakan ini ditempatkan pada mesin penetrasi kapasitas 4,45 ton dengan kecepatan penetrasi sebesar 1,27 mmf menit. Pembacaan pembebanan dilakukan pada serangkaian penetrasi mulai dari 0,0125" sampai 0,50".

Bilamana disyaratkan contoh dalam kondisi rendaman (soaked), contoh di dalam silinder logam direndam selama 96 jam, baru dilakukan test. Nilai CBR dinyatakan dalam prosentase beban yang menyebabkan penetrasi 2,5 mm atau 5 mm terhadap beban standar.

Tabel 2.13 Nilai CBR yang dinyatakan dalam Beban Standar

Penetrasi	Beban Standar untuk Perbandingan
0,10 inchi (2,54 mm)	1000 lbs/ in ² (70,3 kg/ cm ²)
0,20 inchi (5,08 mm)	1500 lbs/ in ² (105,4 kg/ cm ²)

Model desain struktur perkerasan berdasarkan metoda CBR diturunkan dari persamaan berikut ini :

$$t = (23,11 \log N + 14,4) \left\{ \sqrt{A \left(0,0841 - 1,1562 \left(\log \frac{CBR}{Pe} \right) - 0,6414 \left(\log \frac{CBR}{Pe} \right)^2 - 0,4730 \left(\log \frac{CBR}{Pe} \right)^3 \right)} \right\} \dots (2.14)$$

dimana :

t = tebal struktur perkerasan

N = beban sumbu standar kumulatif (SS)

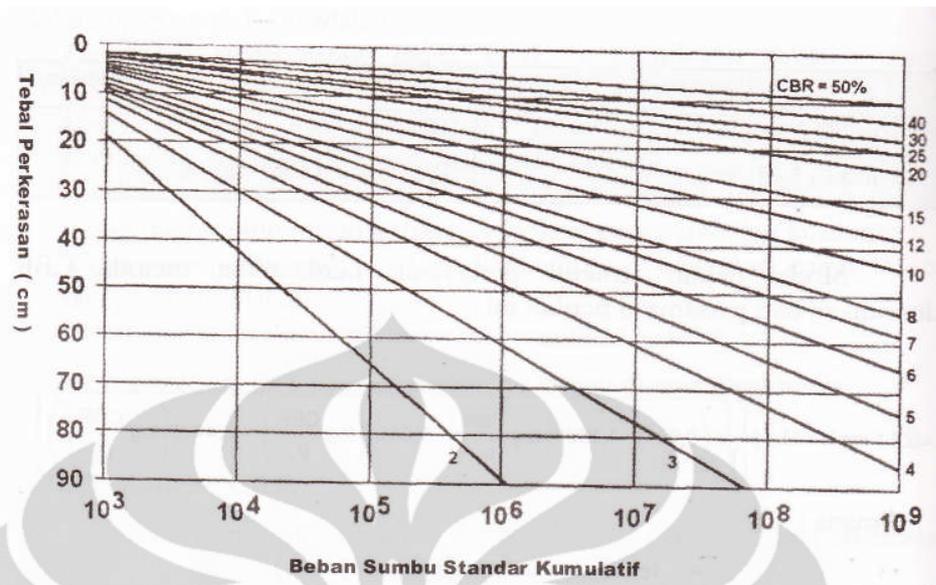
A = luas bidang kontak lingkaran dari suatu roda kendaraan pada sumbu standar (inchi²)

Pe = tekanan roda akibat beban (psi) ESWL (Equivalent Single Wheel Load) pada bidang kontak A yang memberikan reaksi struktural seperti tegangan, regangan atau deformasi yang sama pada tanah dasar atau struktur perkerasan.

CBR = indikator kekuatan tanah dasar (%).

Untuk suatu nilai CBR tanah dasar, persamaan di atas akan mendapatkan hasil berupa ketebalan struktur perkerasan total, yaitu tebal iapis permukaan, LPA dan LPB ($t_{perm} + t_{LPA} + t_{LPB}$). Sedangkan nilai CBR lapis pondasi bawah akan memberikan tebal lapisan permukaan dan lapis pondasi atas ($t_{perm} + t_{LPA}$). Demikian pula nilai CBR lapis pondasi atas akan mendapatkan hasil tebal lapis permukaan (t_{perm}).

Dari hasil pengeliminasian dari ketiga hasil tersebut akan didapatkan tebal masing-masing dari elemen struktur perkerasan, yaitu t_{perm} , t_{LPA} dan t_{LPB} . Hasil turunan dari persamaan di atas, dijabarkan dalam bentuk grafik (Gambar 2.22), sehingga proses perhitungan menjadi lebih mudah dan singkat.



Gambar 2.22 Grafik untuk Penentuan Tebal Perkerasan
(Metoda CBR – US Army Corps Engineer)

Sumber : Sukirman, Silvia. 1992.

Keuntungan metoda CBR ini adalah :

- digunakan di mana-mana oleh banyak negara
- prosedur cukup mudah
- dapat dilaksanakan di laboratorium maupun di lapangan
- kekuatan lapis perkerasan lama dapat dievaluasi
- sudah memperhitungkan berat kendaraan, konfigurasi kendaraan dan konfigurasi sumbu
- dapat menghasilkan komposisi lapisan perkerasan dan kualitas bahannya.

Kerugian metoda CBR ini adalah :

- pemeriksaan sangat spesifik untuk bahan yang bersangkutan, juga tujuan untuk apa test ini dilakukan
- bila hasil terdahulu harus diikuti, prosedur test harus benar-benar tidak menyimpang dari test lama
- tidak memberikan hasil yang akurat, bila ada material kasar
- hasil yang didapat sangat sensitif terhadap perubahan kepadatan
- metoda tidak memperhitungkan faktor lingkungan
- parameter kerusakan struktur perkerasan tidak dapat langsung diketahui.

[Sukirman, Silvia. 1992].

2.5.4. Metoda Analisa Komponen - Bina Marga (SNI-1732-1989 F)

Historis desain perkerasan jalan di Indonesia, adalah sebelum tahun 1974, belum ada metoda standar perancangan perkerasan yang baku. Waktu itu masih menggunakan metoda LN, antara lain dari *US Army Corp of Engineers (USACE)*, *Asphalt Institute*, AASHO dan lain-lain.

Baru pada periode 1974 - 1983, Bina Marga mengeluarkan aturan Perancangan Perkerasan No. 04/PD/BM/1974, yang mengadopsi AASHO 1972 dan *Asphalt Institute* 1970. Kemudian pada periode 1983 – 1987 diperbaharui menjadi perancangan berdasarkan buku standar 01/PD/B/1983, yang merupakan pengembangan dari standar 04/PD/MIB/1974.

Kemudian pada periode 1983 - sekarang, menggunakan standar SNI 1732-1989-F, yang merupakan standar perancangan perkerasan dalam skala nasional yang berlaku di seluruh Indonesia. Disini akan dibahas rancangan yang terakhir, yang pada dasarnya adalah hasil pengembangan - pengembangan dari standar - standar sebelumnya.

Metoda Bina Marga 1987, lebih dikenai sebagai Metoda Analisa Komponen, seperti disebutkan di atas adalah mengadopsi AASHO 1972, dengan pertimbangan :

- Kebutuhan mendesak akan perlunya metoda resmi,
- banyak kendala untuk melakukan penelitian sendiri, antara lain : biaya yang mahal, kelangkaan para peneliti dan memerlukan waktu yang lama,
- cara AASHTO paling lengkap penjelasannya,
- cara AASHTO paling mudah untuk dimodifikasi.

Untuk menentukan tebal perkerasan dengan cara Bina Marga telah dijelaskan sebelumnya pada parameter perencanaan tebal perkerasan. [Sukirman, Silvia. 1992].

2.5.5. Metoda AAshto – 1993

Data dan parameter lalu lintas yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan meliputi :

- Jenis kendaraan
- Volume lalu lintas harian rata – rata
- Pertumbuhan lalu lintas tahunan
- Damage factor
- Umur rencana
- Faktor distribusi arah
- Faktor distribusi lajur
- Equivalent Single Axle Load, ESAL selama umur rencana

Faktor distribusi arah : $D_D = 0,3 - 0,7$ dan umumnya diambil 0,5 (AASHTO 1993)

Faktor distribusi lajur (D_L), mengacu pada tabel 2.10

Tabel 2.14 Faktor Distribusi Lajur (D_L)

Jumlah lajur setiap arah	D_L (%)
1	100
2	80 – 100
3	60 – 80
4	50 - 75

Sumber : Sukirman, Silvia. 1992

Rumus umum desain traffic (ESAL)

$$W_{18} = \sum_{N1}^{Nn} LHR_j \times DF_j \times D_A \times D_L \times 365 \dots\dots\dots (2.15)$$

dimana :

W_{18} = Traffic design pada lajur lalu lintas, (ESAL)

JHR_j = Jumlah lalu lintas harian rata-rata 2 arah untuk jenis kendaraan j

DF_j = Damage Factor untuk jenis kendaraan j

D_A = Faktor distribusi arah

D_L = Faktor distribusi lajur

$N1$ = Lalu lintas pada tahun pertama jalan dibuka

N_n = Lalu lintas pada akhir umur rencana

Persamaan dasar struktur perkerasan lentur menurut Metoda AASHTO 1972 adalah sebagai berikut :

$$\log W_t^{18} = 9,36 \log (ITP + 1) - 0,20 + \frac{\log \left(\frac{4,2 - Pt}{4,2 - 1,5} \right)}{0,40 + \frac{1094}{(ITP + 1)^{5,19}}} + \log \left(\frac{1}{FR} \right) + 0,372(S - 3,0) \dots\dots\dots (2.16)$$

dimana : W_t^{18} = beban sumbu standar total (ESA)

ITP = indeks tebal perkerasan atau *Structural Number* (in)

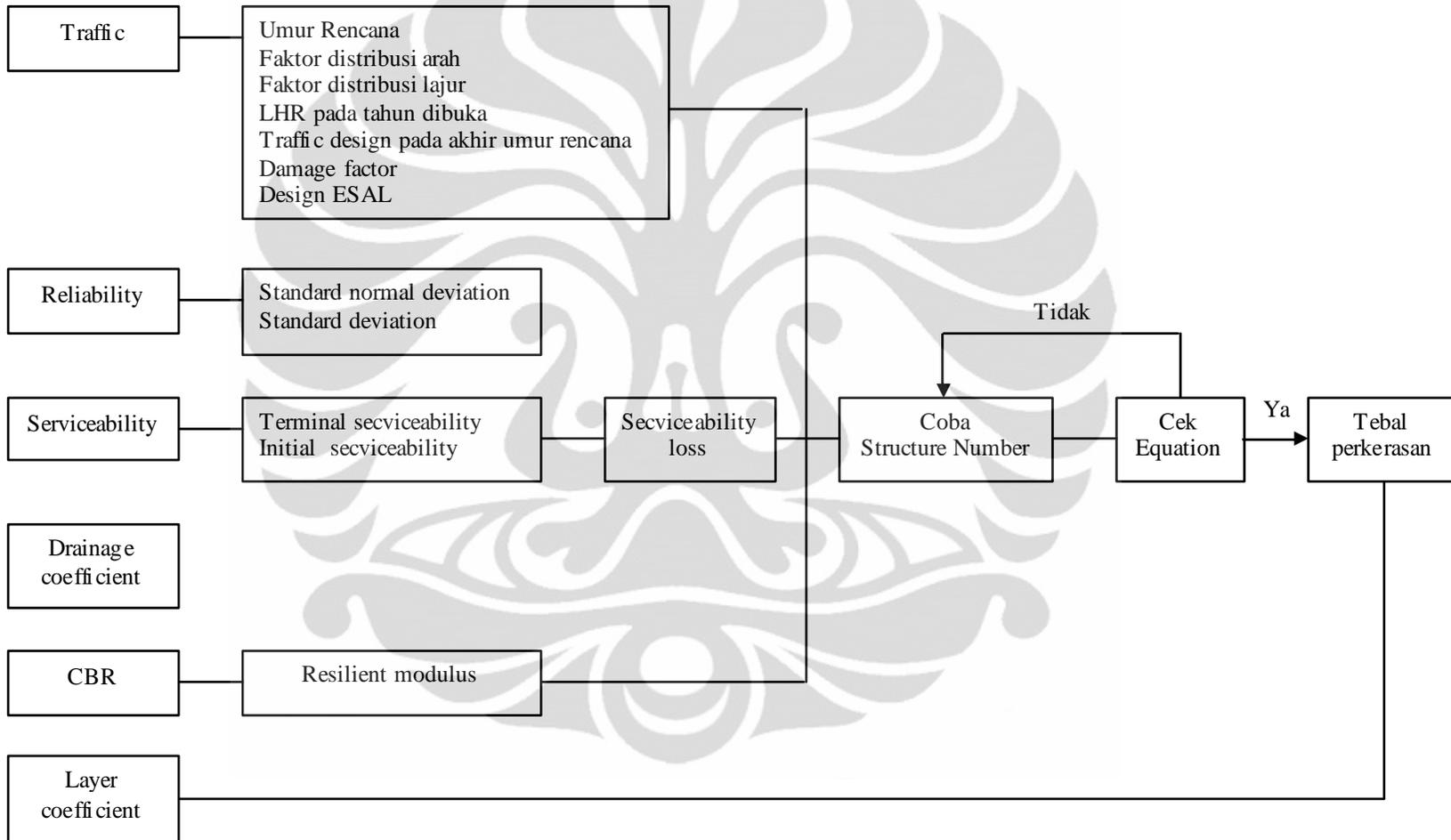
Pt = terminal PSI (*Present Serviceability Index*) – IP (Indeks Permukaan)

FR = factor regional (*Regional Factor* = R)

S = *soil support value*

[Sukirman, Silvia. 1992].

Bagan Alir Prosedur Perencanaan Flexible Pavement dengan Metode AASHTO



Gambar 2.24 Bagan Alir Prosedur Perencanaan Flexible Pavement dengan Metode AASHTO

Sumber : Departemen Pekerjaan Umum

2.5.6. Metoda Road Note 31 (RDS)

Metode ini dikeluarkan oleh TRRL khusus untuk perencanaan tebal perkerasan lentur di negara – negara beriklim subtropis dan tropis.

Standar dari sistem perencanaan untuk pekerjaan jalan (*Roadwork Design System*), di Bina Marga sejak tahun 1983, mulai digunakan untuk pekerjaan Peningkatan Jalan (*Betterment*). RDS dikembangkan untuk penggunaannya dengan suatu komputer sederhana pada program *spreadsheet Symphony*.

Data yang diperlukan untuk keperluan perhitungan tebal perkerasan untuk pelapisan ulang dan jalan baru/ pelebaran jalan, diperlukan data sebagai berikut :

- a. Untuk pelapisan ulang (*overlay*)
 - Data lalu lintas (ESA)
 - Data lendutan perkerasan jalan (Benkleman Beam Test)
 - Data kerataan permukaan jalan (*Roughness/ RCI*)
 - Data lebar perkerasan jalan (*pavement*)
 - Bentuk kemiringan jalan / gambar rencana (2%)
- a. Untuk jalan baru (*widening*)
 - Data lalu lintas (ESA)
 - Data kekuatan tanah dasar (CBR test)
 - Data Ekuivalen Gravel bahan lapis jalan

[Sukirman, Silvia. 1992].

BAB 3

METODOLOGI

3.1. Metode Kerja

Metoda yang digunakan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini adalah :

a. Tahap studi lapangan :

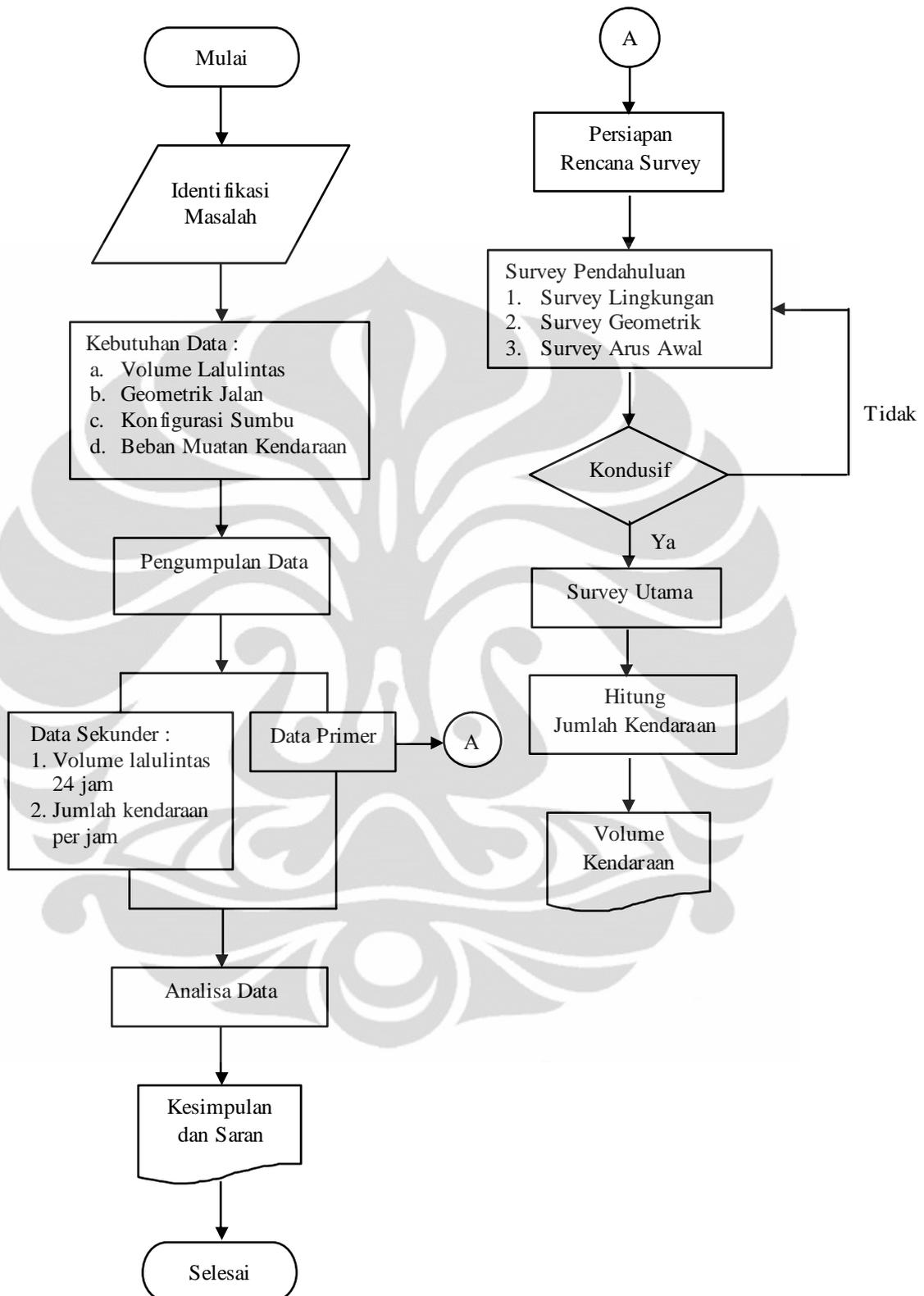
- Pengumpulan data dan foto lokasi
- Pengamatan lapangan

b. Tahap studi literatur

Meliputi studi pustaka yang dapat digunakan sebagai dasar teori dan acuan dalam penulisan tugas akhir dan menganalisa hasil data.

c. Tahap penulisan dan konsultasi

Meliputi proses penulisan tugas akhir dan bimbingan/ konsultasi dengan dosen pembimbing



Gambar 3.1 Diagram Alir Metode Kerja

3.2. Penjelasan Diagram Alir

3.2.1. Teknik Pengumpulan Data

Data terdiri dari data primer dan data sekunder. Data sekunder adalah data-data yang diperoleh dari instansi-instansi yang terkait, seperti Dinas Perhubungan, Dinas Tata Kota dan PU Bina Marga. Data sekunder yang dibutuhkan meliputi :

1. Beban muatan kendaraan
2. Konfigurasi sumbu kendaraan
3. Volume lalu lintas sebagai pembanding dengan data primer.

Data Primer merupakan data yang didapat dari objek pengamatan secara langsung di lapangan dan didapat dengan cara melakukan *traffic counting* dan survey wawancara. Data primer yang dibutuhkan meliputi :

1. Volume lalu lintas
2. Data geometrik jalan
3. Questioner

Studi lokasi untuk memperoleh data primer terletak di tiga tempat yaitu ruas jalan Tol Jakarta-Cikampek (km.39), jalur pantura di ruas jalan Bypass Jomin Cikampek dan Jalan Raya Cibinong di ruas jalan Mayor Oking Bogor.

Metode pengumpulan data yang digunakan menggunakan dua metode yaitu survey pendahuluan dan survey utama.

3.2.2. Persiapan Survey

Sebelum melakukan survey terlebih dahulu dilakukan persiapan-persiapan, agar data yang diperlukan dapat diperoleh secara lengkap dan terperinci dengan baik. Persiapan awal yang dilakukan sebelum melakukan survey yaitu mempersiapkan alat dan bahan sehingga memberikan kemudahan dalam pelaksanaan survey. Alat yang dibutuhkan seperti *counter* dan alat tulis. Bahan yang dibutuhkan berupa formulir survey untuk melakukan *traffic counting*. Contoh formulir survey dapat dilihat pada lembar lampiran.

3.2.3. Survey Pendahuluan

Survey ini merupakan tahap awal dari penelitian permasalahan yang terjadi di sepanjang jalan Sulawesi. Survey ini bertujuan untuk mengetahui kondisi

daerah yang ditinjau, agar dapat diperoleh data yang akurat secara lengkap dan untuk dianalisa lebih lanjut serta dijadikan sebagai bahan pertimbangan untuk survey utama. Survey ini meliputi survey kondisi lingkungan, survey arus awal dan survey geometrik.

A. Kondisi Lingkungan

Kondisi lingkungan berpengaruh terhadap kenyamanan suatu kondisi lalu lintas. Oleh karena itu survey kondisi lingkungan merupakan langkah awal yang harus dilakukan karena permasalahan lalu lintas yang mungkin terjadi awalnya dari kondisi lingkungan. Kondisi lingkungan yang kita tinjau yaitu berupa kondisi tempat dan tingkah laku para pemakai jalan. Hasil dari survey ini yaitu berupa dokumentasi dari lokasi yang ditinjau.

B. Survey Geometrik

Survey geometrik dilakukan untuk mengetahui kondisi geometrik jalan karena data tersebut akan digunakan sebagai input dalam analisa perhitungan. Metode pelaksanaan survey ini secara manual dengan menggunakan meteran dan peta udara. Survey geometrik ini mencakup : pengukuran panjang jalan, lebar badan jalan, lebar bahu jalan, dimensi drainase dan lebar trotoar.

C. Survey Arus Awal

Survey ini dilakukan untuk mengetahui informasi tentang arus yang terjadi di Jalan Sulawesi serta untuk menentukan jam puncak sebagai patokan untuk pelaksanaan survey utama.

Peralatan yang digunakan dalam survey ini adalah stop watch untuk ketetapan waktu, counter untuk menghitung jumlah kendaraan dan formulir survey untuk mempermudah dalam pengisian data.

Setelah data didapat, kemudian data tersebut dikalkulasikan untuk kemudian dihitung jumlah arus total. Untuk mengetahui bagaimana kondisi arus di setiap titik macet tersebut, maka data yang telah dikalkulasikan dalam jumlah terbesar itu menunjukkan jam puncak yang akan menjadi patokan untuk melakukan survey utama. Selain itu informasi arus macet dilakukan dengan cara wawancara penduduk sekitar.

Setelah dilakukan survey pendahuluan, jika hasilnya kondusif maka dapat dilanjutkan untuk survey utama. Tapi jika hasilnya tidak kondusif maka harus mencari lagi lokasi survey yang kondusif.

3.2.4. Survey Utama

Setelah memperoleh data dari survey pendahuluan, kemudian dilanjutkan dengan melakukan survey utama. Survey utama ini meliputi survey arus lalu lintas berdasarkan jenis kendaraannya.

Data volume lalu lintas merupakan data primer yang diperoleh dari hasil survey volume lalu lintas di lapangan. Survey volume lalu lintas dilakukan selama satu hari untuk tiap ruas jalan dan dilakukan pada hari kerja. Hasil survey dianggap mewakili volume lalu lintas untuk semua ruas jalan yang dilalui kendaraan dengan beban gandar berlebih.

Adapun metode survey yang dilakukan :

1. Pembagian posisi survey kepada setiap surveyor yang dipimpin oleh satu koordinator. Koordinator juga mempunyai tugas menandai saat mulai dan berakhirnya periode perhitungan arus.
2. Pembagian formulir kepada setiap surveyor.
3. Pelaksanaan *traffic counting* di ruas jalan yang telah ditentukan.
4. Perhitungan survey dilakukan selama 12 jam.
5. Pada akhir survey masing-masing kendaraan dijumlah menurut jenis konfigurasi sumbunya.

3.2.5. Metode Perhitungan

Setelah mendapatkan data-data yang dibutuhkan, langkah berikutnya adalah mengolah data-data tersebut sehingga dapat dipergunakan sebagai data untuk melakukan simulasi terhadap jumlah jenis kendaraan berdasarkan konfigurasi sumbunya.

Dari data yang didapat, pertama-tama data yang diolah adalah data volume lalu lintas. Dari data yang diperoleh, kendaraan dikelompokkan ke dalam 13 jenis kelompok kendaraan menurut konfigurasi sumbu kendaraan. Dari hasil

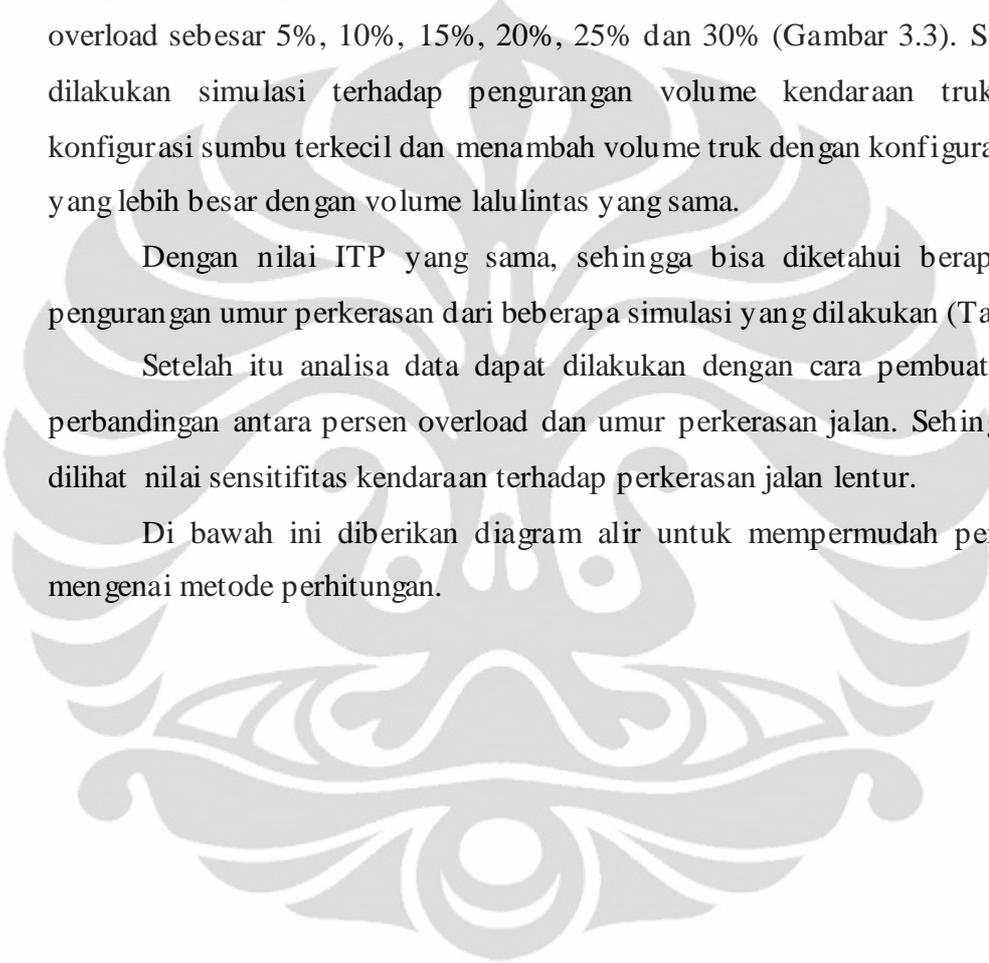
pengelompokan data volume lalu lintas, diperoleh data LHR sebagai masukan analisis data lalu lintas.

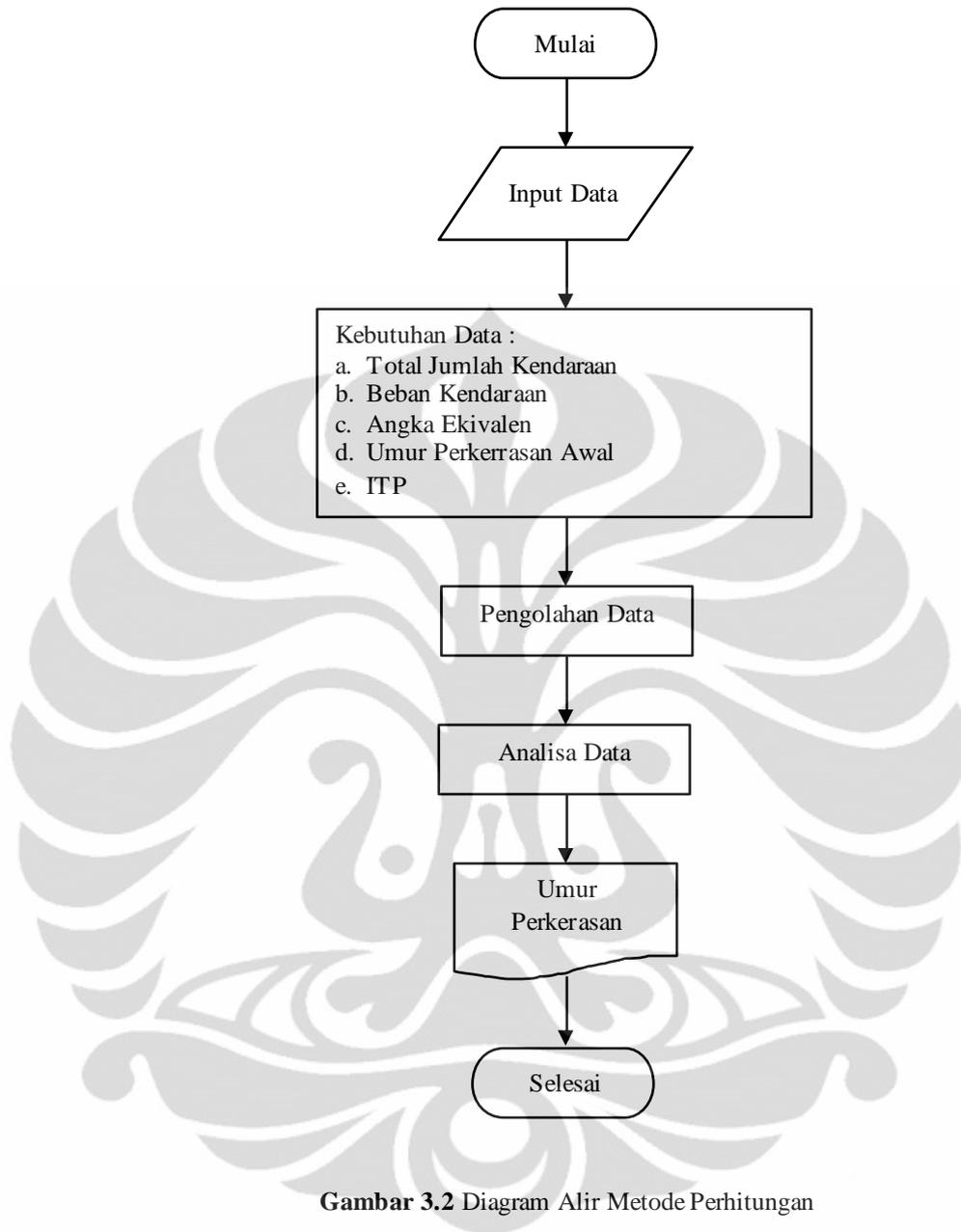
Setelah diperoleh volume lalu lintas, kemudian menentukan umur rencana perkerasan dan hitung Indeks Tebal Perkerasannya (ITP). Dari data sekunder yang didapat mengenai Muatan Sumbu Terberat (MST) kendaraan, bisa ditentukan berapa beban yang diterima oleh ruas jalan tersebut. Kemudian dimisalkan terjadi overload sebesar 5%, 10%, 15%, 20%, 25% dan 30% (Gambar 3.3). Setelah itu dilakukan simulasi terhadap pengurangan volume kendaraan truk dengan konfigurasi sumbu terkecil dan menambah volume truk dengan konfigurasi sumbu yang lebih besar dengan volume lalu lintas yang sama.

Dengan nilai ITP yang sama, sehingga bisa diketahui berapa persen pengurangan umur perkerasan dari beberapa simulasi yang dilakukan (Tabel 3.1).

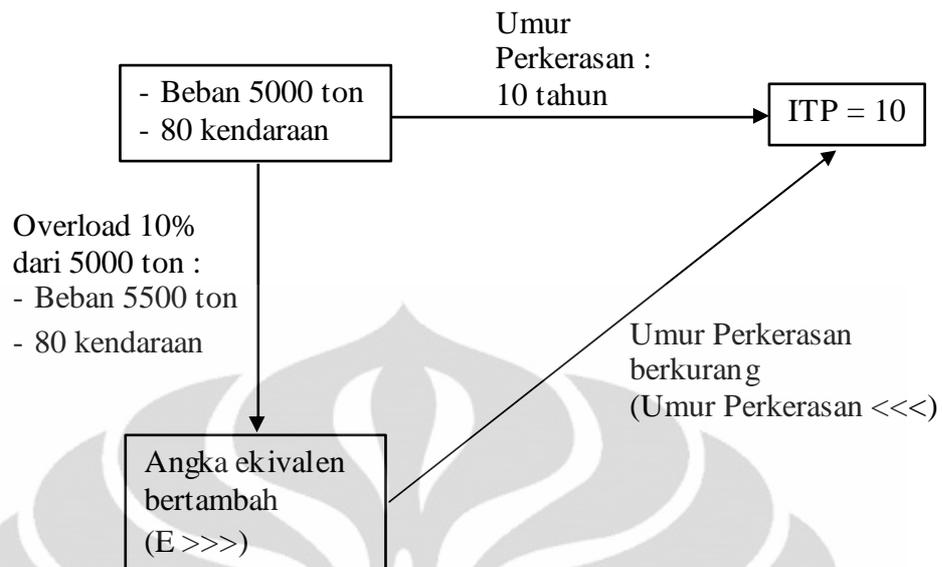
Setelah itu analisa data dapat dilakukan dengan cara pembuatan grafik perbandingan antara persen overload dan umur perkerasan jalan. Sehingga dapat dilihat nilai sensitifitas kendaraan terhadap perkerasan jalan lentur.

Di bawah ini diberikan diagram alir untuk mempermudah pemahaman mengenai metode perhitungan.

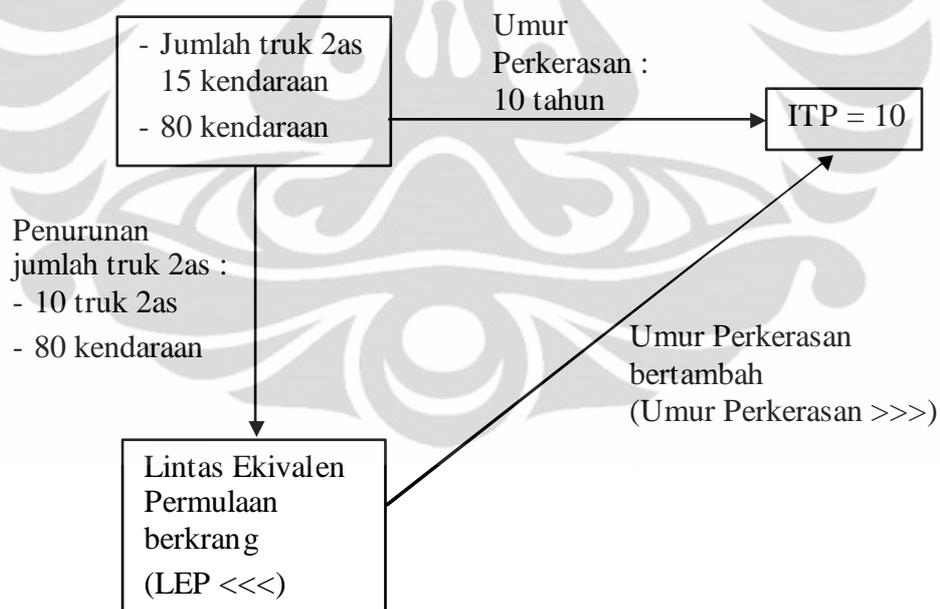




Gambar 3.2 Diagram Alir Metode Perhitungan



Gambar 3.3 Skema Pengolahan Data Overload



Gambar 3.4 Skema Pengolahan Data Pengurangan Jumlah Truk dengan Konfigurasi Sumbu Terkecil

Tabel 3.1 Contoh Simulasi Penambahan Beban (Overload)

Jenis Kendaraan	LHR	Jumlah Beban (ton)	Jumlah Beban Setelah Terjadi Overload (ton)					
			5%	10 %	15%	20 %	25%	30 %
2 as	30							
3 as	20							
4 as	15							
5 as	10							
6 as	5							
Jumlah	80							

Tabel 3.2 Contoh Simulasi Pengurangan Jumlah Truk dengan Konfigurasi Sumbu Terkecil

Jenis Kendaraan	LHR	Penurunan LHR truk 2as		
		1,5x tonase	2x tonase	4x tonase
2 as	30			
3 as	20			
4 as	15			
5 as	10			
6 as	5			
Jumlah	80			

3.3. Survey Lalulintas

3.3.1. Lokasi Survey

Survey dilakukan di tiga tempat yang berbeda, hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan data yang representative. Lokasi survey yang dipilih harus mempunyai komposisi lalulintas yang sering dilewati oleh kendaraan berat, tetapi bukan berarti kendaraan berat yang lebih dominan dibandingkan dengan kendaraan ringan. Lokasi yang dipilih yaitu :

- a. Tol Jakarta – Cikampek (Km 39)
- b. Bypass Jomin, Cikampek, Jalur Pantura
- c. Jl.Mayor Oking, Cibinong, Bogor

Dari ketiga data yang diperoleh dari tiap-tiap lokasi diambil jumlah volume lalu lintas yang terbesar. Setelah didapat data volume lalu lintas selama 12 jam, jika pola dari volume lalu lintas itu sudah bisa diketahui, selanjutnya bisa diperkirakan volume lalu lintas untuk 24 jam.

3.3.2. Waktu Survey

Survey dilakukan di waktu hari kerja selama 12 jam. Hal ini dimaksudkan agar didapatkan volume kendaraan dalam keadaan normal. Berikut waktu survey yang telah dilakukan di tiga tempat :

- a. Rabu, 4 Agustus 2010 dari jam 09.00 - 21.00. Lokasi survey di Tol Jakarta-Cikampek (km 39)
- b. Kamis, 5 Agustus 2010 dari jam 08.00 - 20.00. Lokasi survey di Bypass Jomin, Cikampek, Jalur Pantura
- c. Senin, 9 Agustus 2010 dari jam 09.00 - 21.00. Lokasi survey di Jalan Mayor Oking, Cibinong, Bogor.

3.3.3. Jenis-jenis Kendaraan

Jenis kendaraan yang dicatat ada 13 jenis kendaraan berdasarkan konfigurasi sumbu yang diperoleh dari departemen perhubungan, diantaranya :

1. MP (1.1)
2. Bus kecil (1.1)
3. Bus Besar (1.2)
4. Truk 2as (1.2)
5. Truk 3as (1.1.2)
6. Truk 3as (1.22)
7. Truk 4as (1.1.22)
8. Truk 4as (1.222)
9. Truk 4as (1.2 - 22)
10. Truk 4as (1.2 + 2.2)
11. Truk 5as (1.1.222)
12. Truk 5as (1.22 - 22)
13. Truk 6as (1.22 - 222)

3.3.4. Pembagian Tugas Survey

Pembagian tugas survey sebelum dimulainya survey sangat penting agar ketika tiba di tempat team surveyor bisa langsung melakukan survey dan pencatatan volume kendaraan menjadi jelas. Berikut diberikan tabel pembagian tugas untuk team surveyor. Form survey dapat dilihat pada lampiran.

3.4. Hasil Survey 12 jam

3.4.1. Tol Jakarta – Cikampek

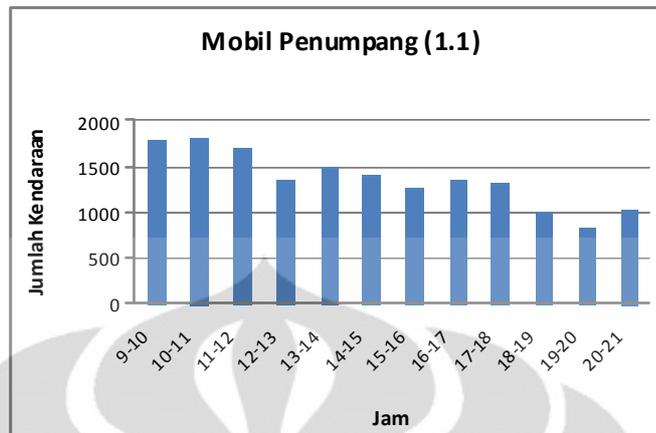
Team survey tiba di tempat pada pukul 08.00, hal pertama yang dilakukan adalah mencari tempat yang nyaman untuk melakukan survey selama 12jam. Tempat yang dipilih adalah di tempat peristirahatan pada km.39 di sebuah masjid yang menghadap langsung ke jalan tol.



Gambar 3.5 Kondisi Traffic Counting di Tol Jakarta-Cikampek

Berikut dijelaskan melalui diagram batang mengenai volume lalu lintas Tol Jakarta-Cikampek selama 12jam.

A. Mobil Penumpang (1.1)

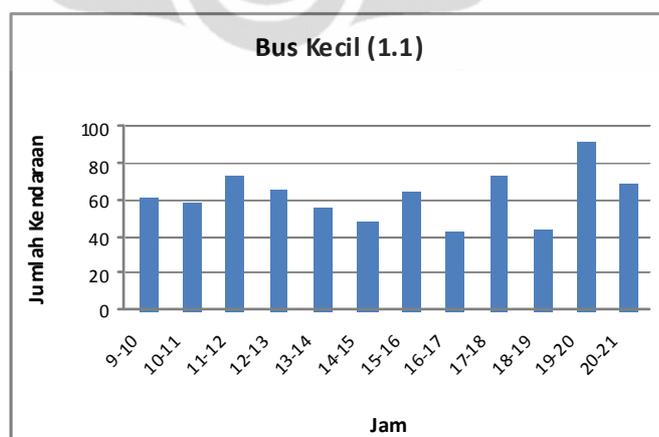


Gambar 3.6 Diagram Batang Volume 12jam Mobil Penumpang (1.1) Tol Jakarta-Cikampek

Mobil penumpang mempunyai volume lebih besar dibandingkan dengan jenis kendaraan lainnya. Dari diagram batang di atas dapat dilihat terjadi jam puncak pada jam 09.00 – 12.00. Jam sedang terjadi dari jam 12.00 – 18.00 dan jam rendah terjadi pada jam 18.00 – 21.00

Untuk mendapatkan volume lalu lintas selama 24 jam yaitu dengan cara mencari rata-rata per jam pada jam puncak selama enam jam kemudian dikalikan dengan 18 jam. Jam puncak selama enam jam terjadi pada jam 09.00-15.00 jadi volume kendaraan untuk mobil penumpang selama 24jam yang didapat sebanyak 28.851 buah kendaraan.

B. Bus Kecil (1.1)

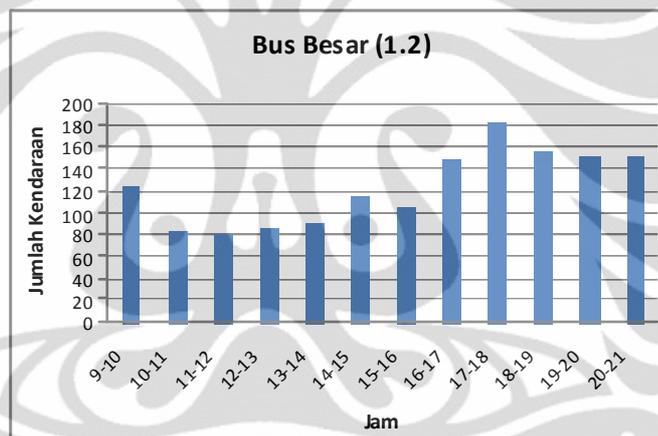


Gambar 3.7 Diagram Batang Volume 12jam Bus Kecil (1.1) Tol Jakarta-Cikampek

Jumlah kendaraan bus kecil tidak sebanyak jumlah mobil penumpang. Karena pola diagram yang berfluktuasi sehingga tidak dapat diketahui dengan pasti jam puncak, jam sedang dan jam rendahnya. Tetapi Dari diagram batang dapat dilihat untuk bus kecil volume terbesar terjadi pada jam 19.00-20.00 sebanyak 93 buah kendaraan.

Untuk mendapatkan volume lalu lintas selama 24 jam yaitu dengan cara mencari rata-rata per jam pada jam puncak selama enam jam kemudian dikalikan dengan 18 jam. Jam puncak selama enam jam terjadi pada jam 15.00-21.00 jadi volume kendaraan untuk bus kecil selama 24jam yang didapat sebanyak 1.170 buah kendaraan.

C. Bus Besar (1.2)

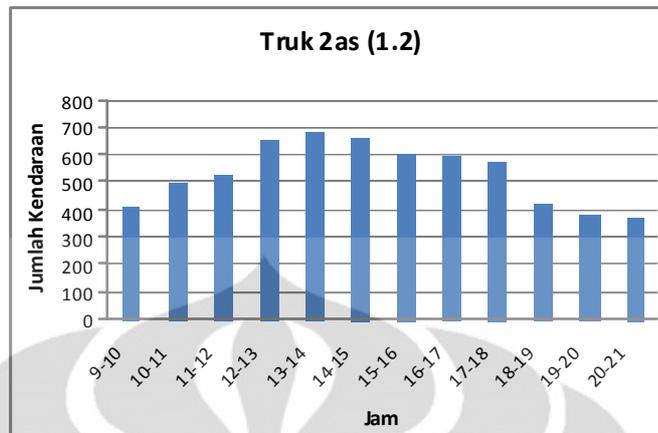


Gambar 3.8 Diagram Batang Volume 12jam Bus Besar (1.2) Tol Jakarta-Cikampek

Jumlah kendaraan bus besar lebih banyak dari jumlah kendaraan bus kecil. Untuk bus besar terjadi jam puncak pada jam 17.00 – 18.00, jam sedang pada jam 09.00 – 10.00, 16.00 – 17.00 dan 18.00 – 21.00 sedangkan jam rendah terjadi pada jam 10.00 – 16.00.

Untuk mendapatkan volume lalu lintas selama 24 jam yaitu dengan cara mencari rata-rata per jam pada jam puncak selama enam jam kemudian dikalikan dengan 18 jam. Jam puncak selama enam jam terjadi pada jam 15.00-21.00 jadi volume kendaraan untuk bus besar selama 24jam yang didapat sebanyak 2.709 buah kendaraan.

D. Truk 2as (1.2)

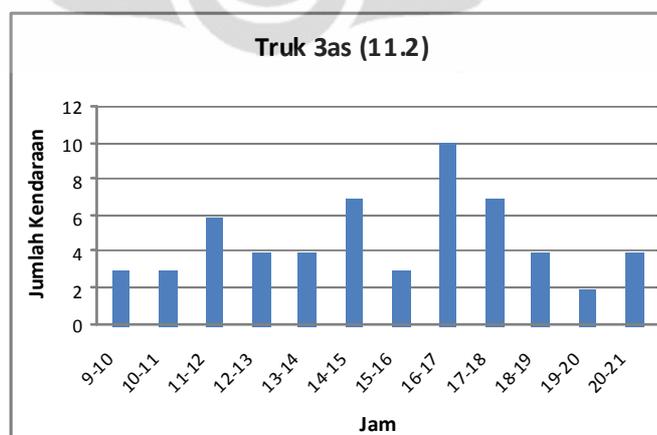


Gambar 3.9 Diagram Batang Volume 12jam Truk 2as (1.2) Tol Jakarta-Cikampek

Untuk kendaraan jenis truk, truk 2as (1.2) mempunyai volume kendaraan lebih banyak dibanding dengan truk-truk lainnya. Dari diagram batang di atas dapat dilihat terjadi jam puncak pada jam 12.00 – 15.00, jam sedang terjadi dari jam 15.00 – 18.00 dan jam rendah terjadi pada jam 18.00 – 12.00

Untuk mendapatkan volume lalu lintas selama 24 jam yaitu dengan cara mencari rata-rata per jam pada jam puncak selama enam jam kemudian dikalikan dengan 18 jam. Jam puncak selama enam jam terjadi pada jam 12.00-18.00 jadi volume kendaraan untuk tuk 2as selama 24jam yang didapat sebanyak 11.421 buah kendaraan.

E. Truk 3as (11.2)

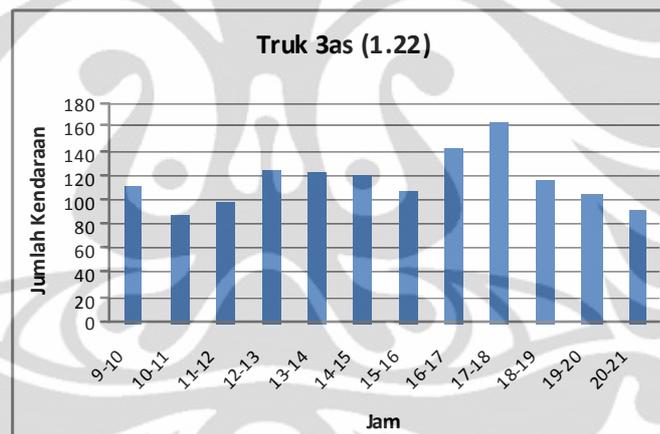


Gambar 3.10 Diagram Batang Volume 12jam Truk 3as (11.2) Tol Jakarta-Cikampek

Jumlah kendaraan truk 3as (11.2) tidak banyak. Bisa dilihat pada diagram batang, jumlah kendaraan tiap jamnya sedikit, bisa dikatakan jarang untuk jenis truk ini. Dari diagram batang di atas dapat dilihat terjadi jam puncak pada jam 16.00 – 17.00, jam sedang terjadi dari jam 11.00 – 12.00, 14.00 – 15.00 dan 17.00 – 18.00 kemudian jam rendah terjadi pada jam 09.00 – 11.00, 12.00 – 14.00, 15.00 – 16.00 dan 18.00 – 21.00.

Untuk mendapatkan volume lalulintas selama 24 jam yaitu dengan cara mencari rata-rata per jam pada jam puncak selama enam jam kemudian dikalikan dengan 18 jam. Jam puncak selama enam jam terjadi pada jam 13.00-19.00 jadi volume kendaraan untuk truk 3as (11.2) selama 24jam yang didapat sebanyak 105 buah kendaraan.

F. Truk 3as (1.22)



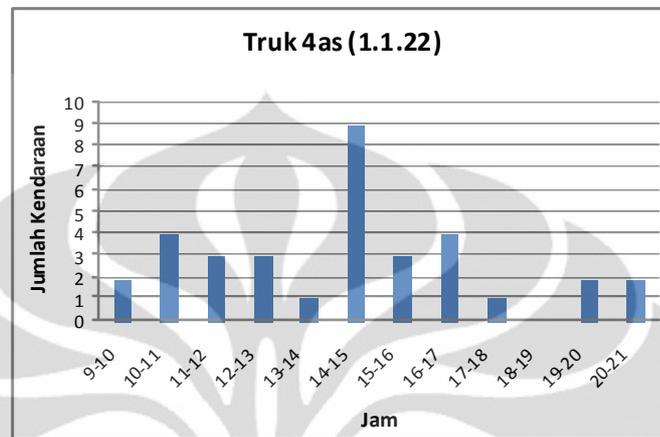
Gambar 3.11 Diagram Batang Volume 12jam Truk 3as (1.22) Tol Jakarta-Cikampek

Jumlah kendaraan truk 3as dengan konfigurasi sumbu 1.22 lebih banyak dibanding jumlah kendaraan truk 3as dengan konfigurasi sumbu 11.2. Karena pola diagram yang berfluktuasi sehingga tidak dapat diketahui dengan pasti jam puncak, jam sedang dan jam rendahnya. Tetapi Dari diagram batang dapat dilihat untuk 3as (1.22) volume terbesar terjadi pada jam 17.00-18.00 sebanyak 167 buah kendaraan.

Untuk mendapatkan volume lalulintas selama 24 jam yaitu dengan cara mencari rata-rata per jam pada jam puncak selama enam jam kemudian dikalikan dengan 18 jam. Jam puncak selama enam jam terjadi pada jam 12.00-18.00 jadi

volume kendaraan untuk truk 3as (1.22) selama 24jam yang didapat sebanyak 2.376 buah kendaraan.

G. Truk 4as (1.1.22)

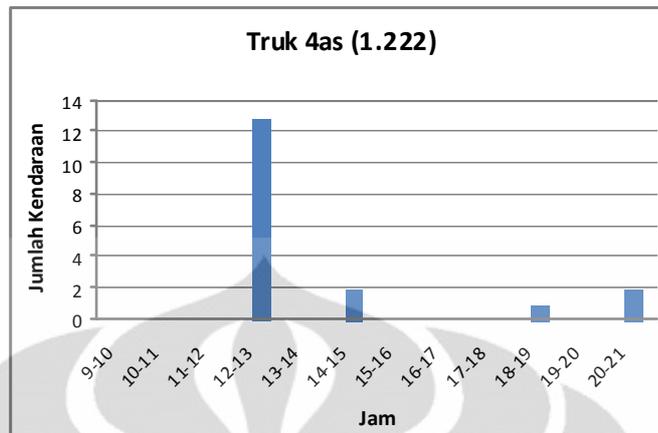


Gambar 3.12 Diagram Batang Volume 12jam Truk 4as (1.1.22) Tol Jakarta-Cikampek

Untuk kendaraan jenis truk 4as, jenis truk 4as (1.1.22) mempunyai volume kendaraan lebih sedikit dibanding dengan jenis truk 4as lainnya. Karena pola diagram yang berfluktuasi sehingga tidak dapat diketahui dengan pasti jam puncak, jam sedang dan jam rendahnya. Tetapi Dari diagram batang dapat dilihat untuk truk 4as (1.1.22) volume terbesar terjadi pada jam 14.00-15.00 sebanyak 9 buah kendaraan.

Untuk mendapatkan volume lalu lintas selama 24 jam yaitu dengan cara mencari rata-rata per jam pada jam puncak selama enam jam kemudian dikalikan dengan 18 jam. Jam puncak selama enam jam terjadi pada jam 11.00-17.00 jadi volume kendaraan untuk truk 4as (1.1.22) selama 24jam yang didapat sebanyak 69 buah kendaraan.

H. Truk 4as (1.222)

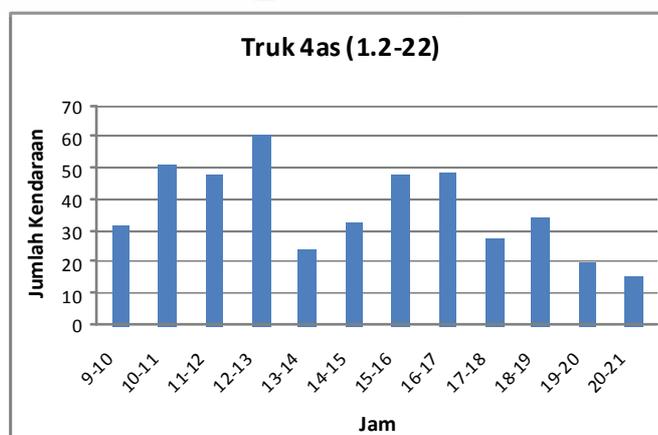


Gambar 3.13 Diagram Batang Volume 12jam Truk 4as (1.222) Tol Jakarta-Cikampek

Jenis kendaraan truk 4as (1.222) tidak setiap jam ada. Karena pola diagram yang berfluktuasi sehingga tidak dapat diketahui dengan pasti jam puncak, jam sedang dan jam rendahnya. Tetapi Dari diagram batang dapat dilihat untuk truk 4as (1.222) volume terbesar terjadi pada jam 12.00-13.00 sebanyak 13 buah kendaraan.

Untuk mendapatkan volume lalu lintas selama 24 jam yaitu dengan cara mencari rata-rata per jam pada jam puncak selama enam jam kemudian dikalikan dengan 18 jam. Jam puncak selama enam jam terjadi pada jam 12.00-18.00 jadi volume kendaraan untuk truk 4as (1.222) selama 24jam yang didapat sebanyak 45 buah kendaraan.

I. Truk 4as (1.2 - 22)

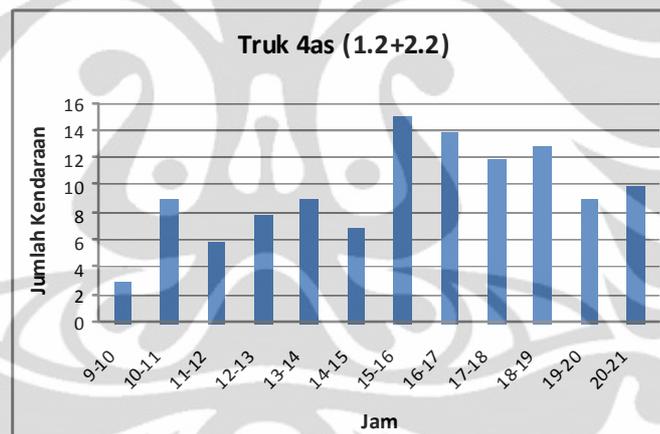


Gambar 3.14 Diagram Batang Volume 12jam Truk 4as (1.2-22) Tol Jakarta-Cikampek

Untuk kendaraan jenis truk 4as, jenis truk 4as (1.2-22) mempunyai volume kendaraan lebih banyak dibanding dengan jenis truk 4as lainnya. Karena pola diagram yang berfluktuasi sehingga tidak dapat diketahui dengan pasti jam puncak, jam sedang dan jam rendahnya. Tetapi Dari diagram batang dapat dilihat untuk truk 4as (1.2 - 22) volume terbesar terjadi pada jam 12.00-13.00 sebanyak 61 buah kendaraan.

Untuk mendapatkan volume lalu lintas selama 24 jam yaitu dengan cara mencari rata-rata per jam pada jam puncak selama enam jam kemudian dikalikan dengan 18 jam. Jam puncak selama enam jam terjadi pada jam 10.00-16.00 jadi volume kendaraan untuk truk 4as (1.2 - 22) selama 24jam yang didapat sebanyak 801 buah kendaraan.

J. Truk 4as (1.2 + 2.2)

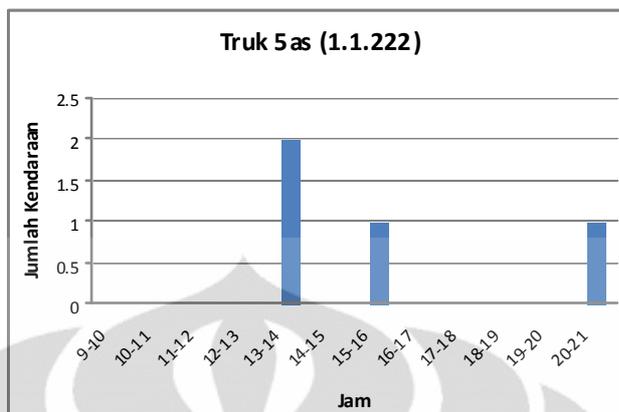


Gambar 3.15 Diagram Batang Volume 12jam Truk 4as (1.2+2.2) Tol Jakarta-Cikampek

Karena pola diagram yang berfluktuasi sehingga tidak dapat diketahui dengan pasti jam puncak, jam sedang dan jam rendahnya. Tetapi Dari diagram batang dapat dilihat untuk truk 4as (1.2 + 2.2) volume terbesar terjadi pada jam 15.00-16.00 sebanyak 15 buah kendaraan.

Untuk mendapatkan volume lalu lintas selama 24 jam yaitu dengan cara mencari rata-rata per jam pada jam puncak selama enam jam kemudian dikalikan dengan 18 jam. Jam puncak selama enam jam terjadi pada jam 13.00-19.00 jadi volume kendaraan untuk truk 4as (1.2 + 2.2) selama 24jam yang didapat sebanyak 210 buah kendaraan.

K. Truk 5as (1.1.222)

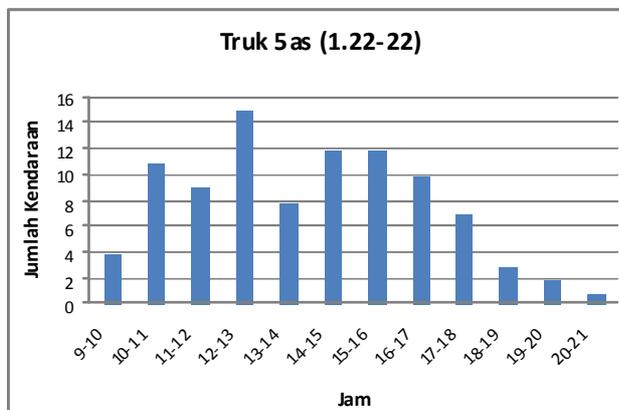


Gambar 3.16 Diagram Batang Volume 12jam Truk 5as (1.1.222) Tol Jakarta-Cikampek

Jumlah kendaraan truk 5as (1.1.222) lebih sedikit dibanding jumlah kendaraan truk 5as (1.22-22) dan bisa dikatakan volumenya sangat sedikit dan tidak setiap jam ada. Karena pola diagram yang berfluktuasi sehingga tidak dapat diketahui dengan pasti jam puncak, jam sedang dan jam rendahnya. Tetapi Dari diagram batang dapat dilihat untuk truk 5as (1.1.222) volume terbesar terjadi pada jam 13.00 – 14.00 sebanyak 2 buah kendaraan.

Untuk mendapatkan volume lalu lintas selama 24 jam yaitu dengan cara mencari rata-rata per jam pada jam puncak selama enam jam kemudian dikalikan dengan 18 jam. Jam puncak selama enam jam terjadi pada jam 13.00-19.00 jadi volume kendaraan untuk truk 5as (1.1.222) selama 24jam yang didapat sebanyak 9 buah kendaraan.

L. Truk 5as (1.22 – 22)

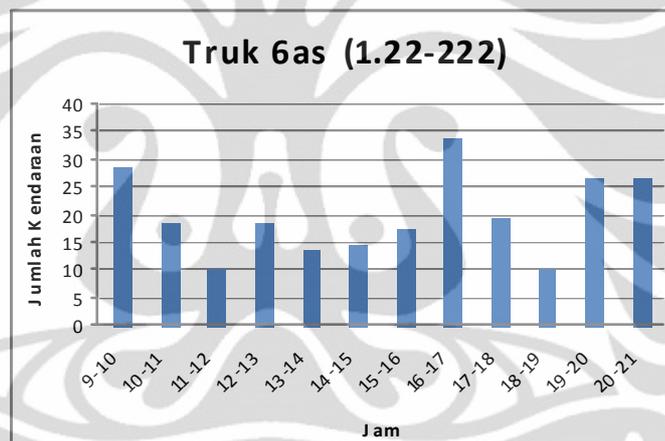


Gambar 3.17 Diagram Batang Volume 12jam Truk 5as (1.22-22) Tol Jakarta-Cikampek

Jumlah kendaraan truk 5as (1.22-22) lebih banyak dibanding jumlah kendaraan truk 5as (1.1.222). Dari diagram batang di atas dapat dilihat terjadi jam puncak pada jam 12.00 – 13.00, jam sedang terjadi dari jam 10.00 – 12.00 dan 13.00 – 18.00 kemudian jam rendah terjadi pada jam 09.00 – 10.00 dan 18.00 – 21.00.

Untuk mendapatkan volume lalu lintas selama 24 jam yaitu dengan cara mencari rata-rata per jam pada jam puncak selama enam jam kemudian dikalikan dengan 18 jam. Jam puncak selama enam jam terjadi pada jam 10.00-16.00 jadi volume kendaraan untuk truk 5as (1.22-22) selama 24jam yang didapat sebanyak 201 buah kendaraan.

M. Truk 6as (1.22 – 222)



Gambar 3.18 Diagram Batang Volume 12jam Truk 6as (1.22-222) Tol Jakarta-Cikampek

Karena pola diagram yang berfluktuasi sehingga tidak dapat diketahui dengan pasti jam puncak, jam sedang dan jam rendahnya. Tetapi Dari diagram batang dapat dilihat untuk truk 6as (1.22-222) volume terbesar terjadi pada jam 16.00 – 17.00 sebanyak 34 buah kendaraan.

Untuk mendapatkan volume lalu lintas selama 24 jam yaitu dengan cara mencari rata-rata per jam pada jam puncak selama enam jam kemudian dikalikan dengan 18 jam. Jam puncak selama enam jam terjadi pada jam 15.00-21.00 jadi volume kendaraan untuk truk 6as (1.22-222) selama 24jam yang didapat sebanyak 411 buah kendaraan.

3.4.2. Bypass Jomin, Cikampek, Jalur Pantura

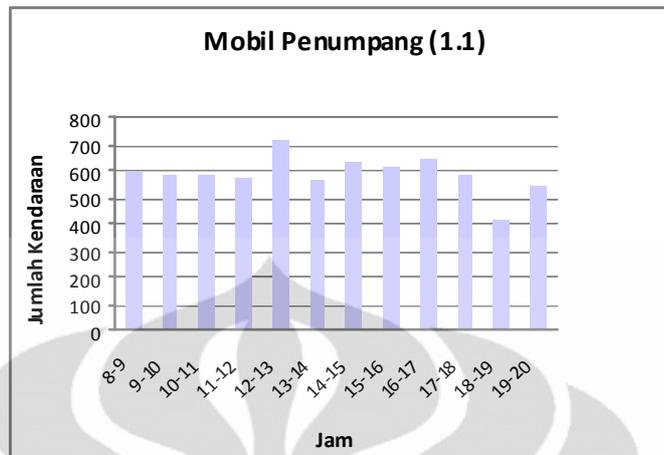
Team survey tiba di tempat pada pukul 07.40, hal pertama yang dilakukan adalah mencari tempat yang nyaman untuk melakukan survey selama 12jam. Tempat yang dipilih adalah di tempat perbelanjaan yang menghadap langsung ke jalan.



Gambar 3.19 Kondisi Traffic Counting di Cikampek

Berikut dijelaskan melalui diagram batang mengenai volume lalu lintas Cikampek selama 12jam.

A. Mobil Penumpang (1.1)

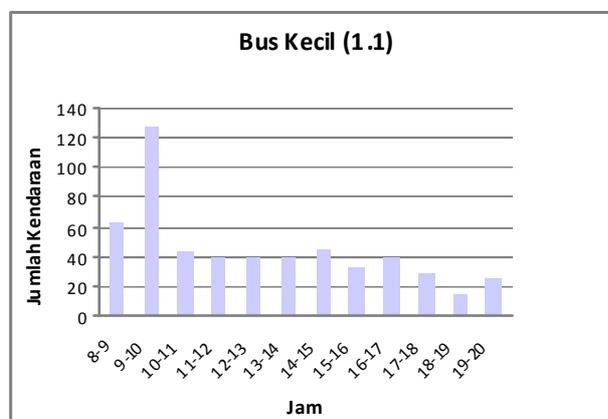


Gambar3.20 Diagram Batang Volume 12jam Mobil Penumpang (1.1) Cikampek

Mobil penumpang mempunyai volume lebih besar dibandingkan dengan jenis kendaraan lainnya. Karena pola diagram yang berfluktuasi sehingga tidak dapat diketahui dengan pasti jam puncak, jam sedang dan jam rendahnya. Tetapi Dari diagram batang dapat dilihat untuk mobil penumpang volume terbesar terjadi pada jam 12.00 – 13.00 sebanyak 712 buah kendaraan.

Untuk mendapatkan volume lalu lintas selama 24 jam yaitu dengan cara mencari rata-rata per jam pada jam puncak selama enam jam kemudian dikalikan dengan 18 jam. Jam puncak selama enam jam terjadi pada jam 12.00-18.00 jadi volume kendaraan untuk truk mobil penumpang selama 24jam yang didapat sebanyak 11.271 buah kendaraan.

B. Bus Kecil (1.1)

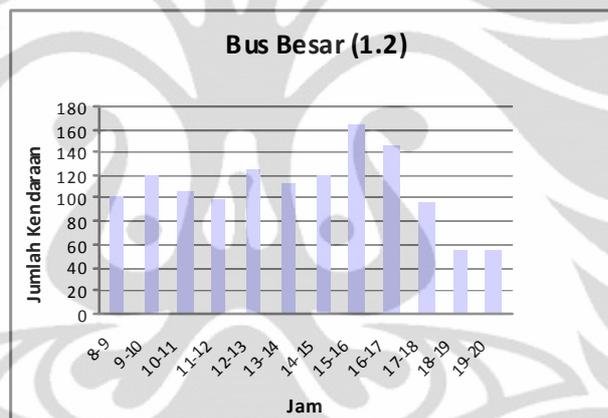


Gambar3.21 Diagram Batang Volume 12jam Bus Kecil (1.1) Cikampek

Jumlah kendaraan bus kecil tidak sebanyak jumlah mobil penumpang dan lebih sedikit juga jika dibandingkan dengan volume kendaraan bus besar. Dari diagram batang dapat dilihat untuk bus kecil jam puncaknya terjadi pada jam 09.00-10.00 dan jam sedang terjadi pada jam 08.00 – 09.00 kemudian dilanjutkan pada jam 10.00 – 20.00.

Untuk mendapatkan volume lalu lintas selama 24 jam yaitu dengan cara mencari rata-rata per jam pada jam puncak selama enam jam kemudian dikalikan dengan 18 jam. Jam puncak selama enam jam terjadi pada jam 08.00-14.00 jadi volume kendaraan untuk bus kecil selama 24jam yang didapat sebanyak 1.062 buah kendaraan.

C. Bus Besar (1.2)

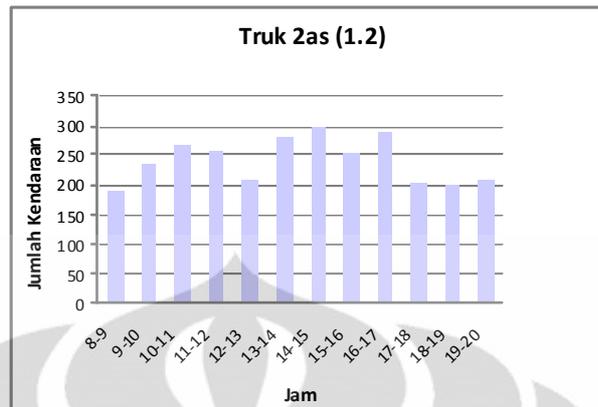


Gambar3.22 Diagram Batang Volume 12jam Bus Besar (1.2) Cikampek

Jumlah kendaraan bus besar (1.2) lebih banyak jika dibanding dengan volume kendaraan bus kecil (1.1). Karena pola diagram yang berfluktuasi sehingga tidak dapat diketahui dengan pasti jam puncak, jam sedang dan jam rendahnya. Tetapi Dari diagram batang dapat dilihat untuk bus besar volume terbesar terjadi pada jam 15.00 - 16.00 sebanyak 164 buah kendaraan.

Untuk mendapatkan volume lalu lintas selama 24 jam yaitu dengan cara mencari rata-rata per jam pada jam puncak selama enam jam kemudian dikalikan dengan 18 jam. Jam puncak selama enam jam terjadi pada jam 11.00-17.00 jadi volume kendaraan untuk bus besar selama 24jam yang didapat sebanyak 2.292 buah kendaraan.

D. Truk 2as (1.2)

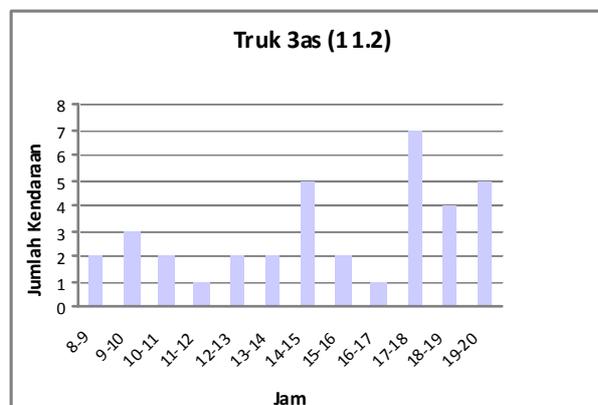


Gambar 3.23 Diagram Batang Volume 12jam Truk 2as (1.2) Cikampek

Untuk kendaraan jenis truk, truk 2as (1.2) mempunyai volume kendaraan lebih banyak dibanding dengan jenis truk lainnya. Karena pola diagram yang berfluktuasi sehingga tidak dapat diketahui dengan pasti jam puncak, jam sedang dan jam rendahnya. Tetapi Dari diagram batang dapat dilihat untuk truk 2as volume terbesar terjadi pada jam 14.00 - 15.00 sebanyak 299 buah kendaraan. Perbedaan volume tiap jamnya tidak terlalu besar dan hampir sama.

Untuk mendapatkan volume lalu lintas selama 24 jam yaitu dengan cara mencari rata-rata per jam pada jam puncak selama enam jam kemudian dikalikan dengan 18 jam. Jam puncak selama enam jam terjadi pada jam 09.00-15.00 jadi volume kendaraan untuk truk 2as selama 24jam yang didapat sebanyak 4.761 buah kendaraan.

E. Truk 3as (11.2)

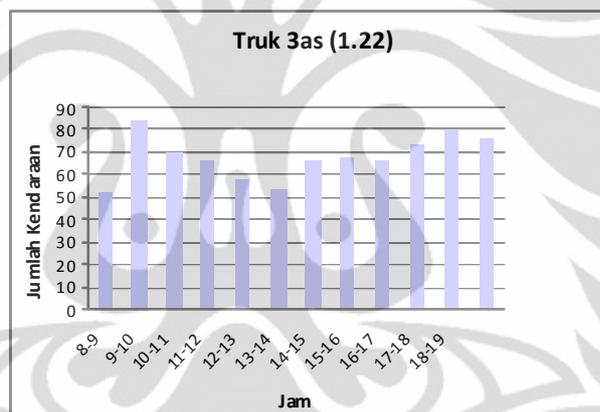


Gambar 3.24 Diagram Batang Volume 12jam Truk 3as (11.2) Cikampek

Volume truk 3as (11.2) lebih sedikit dibanding dengan volume truk 3as (1.22). Karena pola diagram yang berfluktuasi sehingga tidak dapat diketahui dengan pasti jam puncak, jam sedang dan jam rendahnya. Tetapi Dari diagram batang dapat dilihat untuk truk 3as (11.2) volume terbesar terjadi pada jam 17.00 – 18.00 sebanyak 7 buah kendaraan.

Untuk mendapatkan volume lalu lintas selama 24 jam yaitu dengan cara mencari rata-rata per jam pada jam puncak selama enam jam kemudian dikalikan dengan 18 jam. Jam puncak selama enam jam terjadi pada jam 14.00-20.00 jadi volume kendaraan untuk 3as (11.2) selama 24jam yang didapat sebanyak 72 buah kendaraan.

F. Truk 3as (1.22)



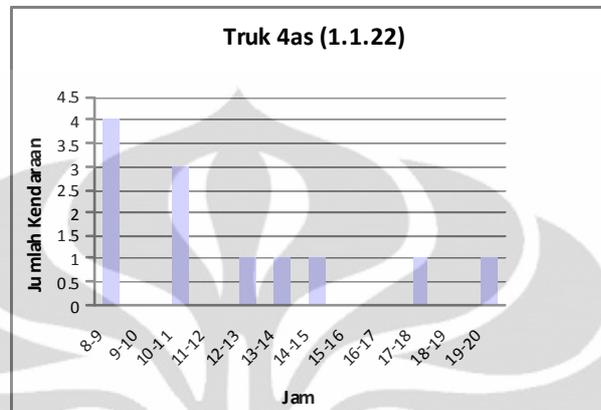
Gambar 3.25 Diagram Batang Volume 12jam Truk 3as (1.22) Cikampek

Volume truk 3as (1.22) lebih banyak dibanding dengan volume truk 3as (11.2). Hampir tiap jam volumenya hampir sama dan perbedaannya tidak terlalu jauh. Karena pola diagram yang berfluktuasi sehingga tidak dapat diketahui dengan pasti jam puncak, jam sedang dan jam rendahnya. Tetapi Dari diagram batang dapat dilihat untuk truk 3as (1.22) volume terbesar terjadi pada jam 09.00 – 10.00 sebanyak 84 buah kendaraan.

Untuk mendapatkan volume lalu lintas selama 24 jam yaitu dengan cara mencari rata-rata per jam pada jam puncak selama enam jam kemudian dikalikan dengan 18 jam. Jam puncak selama enam jam terjadi pada jam 08.00-14.00 jadi

volume kendaraan untuk 3as (1.22) selama 24jam yang didapat sebanyak 1.188 buah kendaraan.

G. Truk 4as (1.1.22)

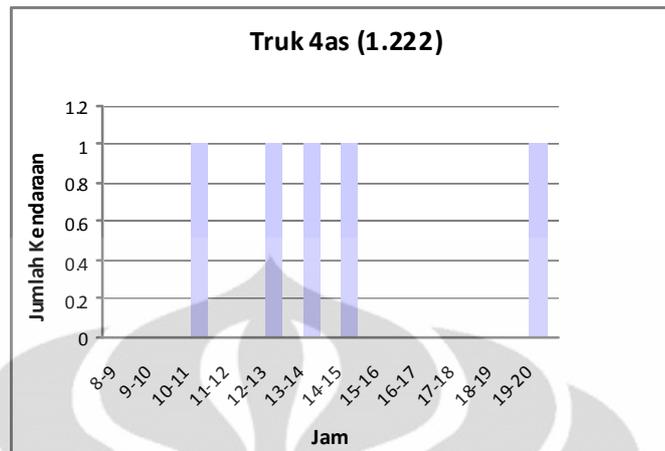


Gambar 3.26 Diagram Batang Volume 12jam Truk 4as (1.1.22) Cikampek

Volume kendaraan untuk jenis truk 4as (1.1.22) tidak terlalu banyak dan bisa dikatakan jarang bahkan tidak tiap jam ada. Karena pola diagram yang berfluktuasi sehingga tidak dapat diketahui dengan pasti jam puncak, jam sedang dan jam rendahnya. Tetapi Dari diagram batang dapat dilihat untuk truk 4as (1.1.22) volume terbesar terjadi pada jam 08.00 – 09.00 sebanyak 4 buah kendaraan.

Untuk mendapatkan volume lalu lintas selama 24 jam yaitu dengan cara mencari rata-rata per jam pada jam puncak selama enam jam kemudian dikalikan dengan 18 jam. Jam puncak selama enam jam terjadi pada jam 08.00-14.00 jadi volume kendaraan untuk 4as (1.1.22) selama 24jam yang didapat sebanyak 27 buah kendaraan.

H. Truk 4as (1.222)

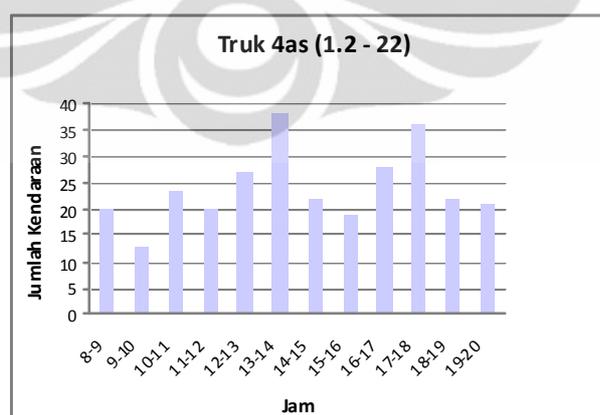


Gambar 3.27 Diagram Batang Volume 12jam Truk 4as (1.222) Cikampek

Volume kendaraan untuk jenis truk 4as (1.222) sangat sedikit dan tidak tiap jam ada. Volumennya hanya 1 buah kendaraan pada tiap jamnya.

Untuk mendapatkan volume lalu lintas selama 24 jam yaitu dengan cara mencari rata-rata per jam pada jam puncak selama enam jam kemudian dikalikan dengan 18 jam. Jam puncak selama enam jam terjadi pada jam 10.00-16.00 jadi volume kendaraan untuk 4as (1.222) selama 24jam yang didapat sebanyak 12 buah kendaraan.

I. Truk 4as (1.2-22)



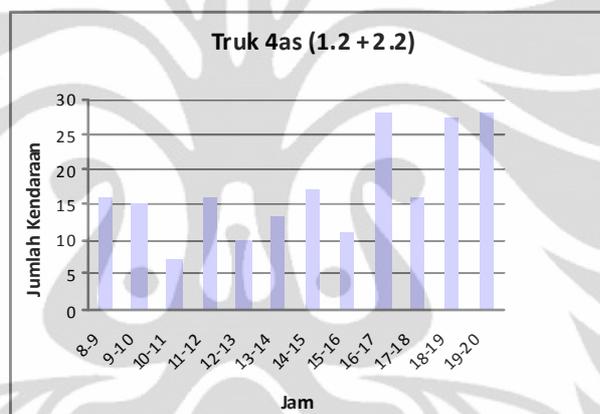
Gambar 3.28 Diagram Batang Volume 12jam Truk 4as (1.2-22) Cikampek

Untuk jenis truk 4as, truk 4as dengan konfigurasi sumbu 1.2 – 22 (truk gandeng) mempunyai volume lebih besar dibanding dengan jenis truk 4as lainnya.

Karena pola diagram yang berfluktuasi sehingga tidak dapat diketahui dengan pasti jam puncak, jam sedang dan jam rendahnya. Tetapi Dari diagram batang dapat dilihat untuk truk 4as (1.2-22) volume terbesar terjadi pada jam 13.00 – 14.00 sebanyak 38 buah kendaraan.

Untuk mendapatkan volume lalulintas selama 24 jam yaitu dengan cara mencari rata-rata per jam pada jam puncak selama enam jam kemudian dikalikan dengan 18 jam. Jam puncak selama enam jam terjadi pada jam 12.00-18.00 jadi volume kendaraan untuk 4as (1.2-22) selama 24jam yang didapat sebanyak 510 buah kendaraan.

J. Truk 4as (1.2+2.2)

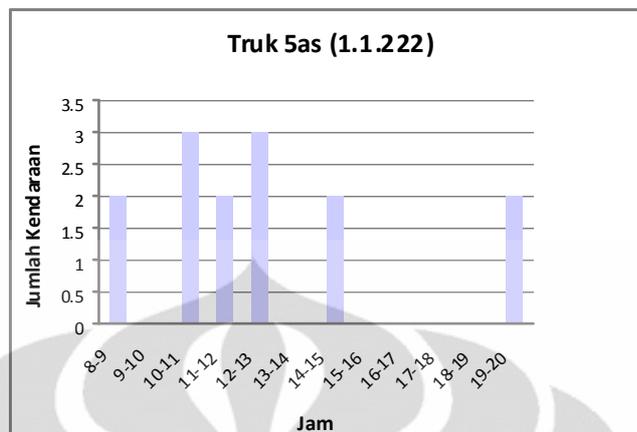


Gambar 3.29 Diagram Batang Volume 12jam Truk 4as (1.2+2.2) Cikampek

Karena pola diagram yang berfluktuasi sehingga tidak dapat diketahui dengan pasti jam puncak, jam sedang dan jam rendahnya. Tetapi Dari diagram batang dapat dilihat untuk truk 4as (1.2+2.2) volume terbesar terjadi pada jam 16.00 – 17.00 sebanyak 28 buah kendaraan.

Untuk mendapatkan volume lalulintas selama 24 jam yaitu dengan cara mencari rata-rata per jam pada jam puncak selama enam jam kemudian dikalikan dengan 18 jam. Jam puncak selama enam jam terjadi pada jam 14.00-20.00 jadi volume kendaraan untuk 4as (1.2+2.2) selama 24jam yang didapat sebanyak 381 buah kendaraan.

K. Truk 5as (1.1.222)

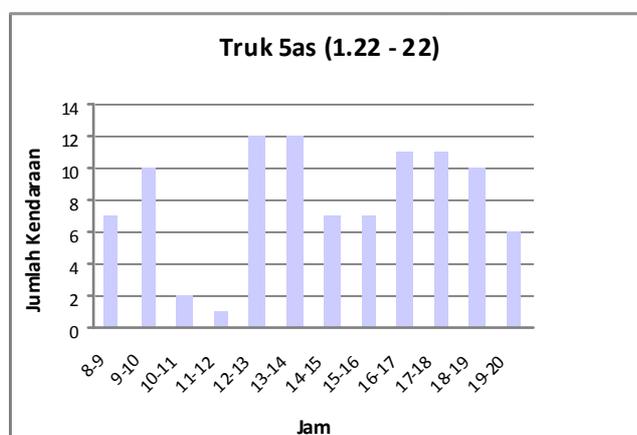


Gambar 3.30 Diagram Batang Volume 12jam Truk 5as (1.1.222) Cikampek

Jumlah truk 5as (1.1.222) keberadaannya sangat jarang di lapangan, bahkan tidak setiap jam ada. Volumennya hanya mencapai 1 – 3 buah kendaraan. Dan volumenya lebih sedikit dibanding dengan truk 5as (1.1.222). Dari diagram batang di atas bisa dilihat volume terbanyak terjadi pada jam 10.00 – 11.00 dan 12.00 – 13.00 sebanyak 3 buah kendaraan.

Untuk mendapatkan volume lalu lintas selama 24 jam yaitu dengan cara mencari rata-rata per jam pada jam puncak selama enam jam kemudian dikalikan dengan 18 jam. Jam puncak selama enam jam terjadi pada jam 08.00-14.00 jadi volume kendaraan untuk 5as (1.1.222) selama 24jam yang didapat sebanyak 30 buah kendaraan.

L. Truk 5as (1.22-22)

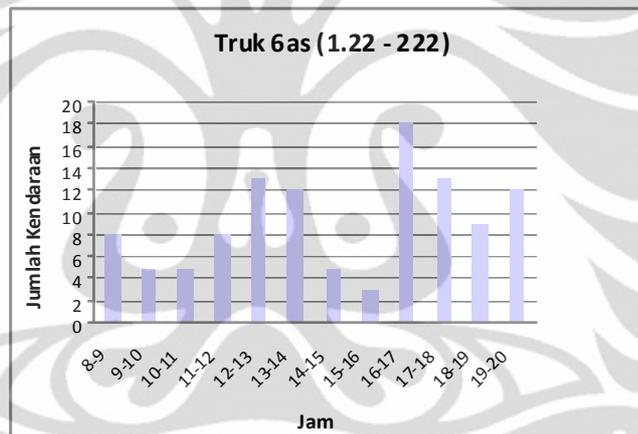


Gambar 3.31 Diagram Batang Volume 12jam Truk 5as (1.22-22) Cikampek

Jumlah truk 5as (1.22-22) volumenya lebih banyak dibandingkan dengan truk 5as (1.1.222). Karena pola diagram yang berfluktuasi sehingga tidak dapat diketahui dengan pasti jam puncak, jam sedang dan jam rendahnya. Tetapi Dari diagram batang dapat dilihat untuk truk 5as (1.22-22) volume terbesar terjadi pada jam 12.00 – 14.00 sebanyak 12 buah kendaraan.

Untuk mendapatkan volume lalu lintas selama 24 jam yaitu dengan cara mencari rata-rata per jam pada jam puncak selama enam jam kemudian dikalikan dengan 18 jam. Jam puncak selama enam jam terjadi pada jam 08.00-14.00 jadi volume kendaraan untuk 5as (1.22-22) selama 24jam yang didapat sebanyak 180 buah kendaraan.

M. Truk 6as (1.22-222)



Gambar 3.32 Diagram Batang Volume 12jam Truk 6as (1.22-222) Cikampek

Karena pola diagram yang berfluktuasi sehingga tidak dapat diketahui dengan pasti jam puncak, jam sedang dan jam rendahnya. Tetapi Dari diagram batang dapat dilihat untuk truk 6as (1.22-222) volume terbesar terjadi pada jam 16.00 – 17.00 sebanyak 18 buah kendaraan.

Untuk mendapatkan volume lalu lintas selama 24 jam yaitu dengan cara mencari rata-rata per jam pada jam puncak selama enam jam kemudian dikalikan dengan 18 jam. Jam puncak selama enam jam terjadi pada jam 14.00-20.00 jadi volume kendaraan untuk 6as (1.22-222) selama 24jam yang didapat sebanyak 192 buah kendaraan.

3.4.3. Jalan Mayor Oking, Cibinong, Bogor

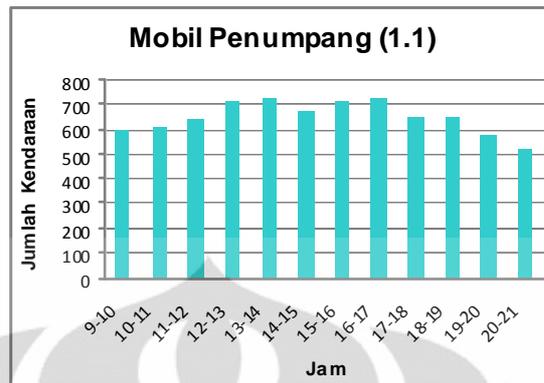
Team survey tiba di tempat pada pukul 07.30, hal pertama yang dilakukan adalah mencari tempat yang nyaman untuk melakukan survey selama 12jam. Tempat yang dipilih adalah di sebuah masjid yang menghadap langsung ke jalan.



Gambar 3.33 Kondisi Traffic Counting di Cibinong

Berikut dijelaskan melalui diagram batang mengenai volume lalulintas Cibinong selama 12jam.

A. Mobil Penumpang (1.1)

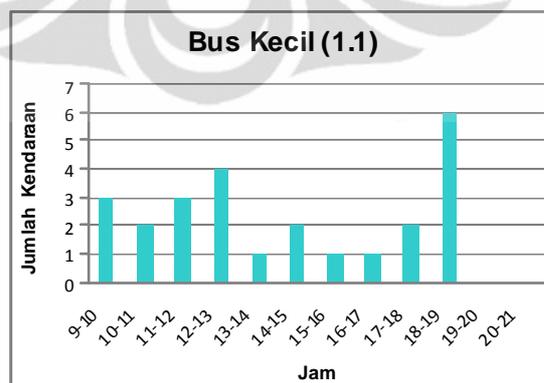


Gambar 3.34 Diagram Batang Volume 12jam Mobil Penumpang (1.1) Cibinong

Mobil penumpang mempunyai volume lebih besar dibandingkan dengan jenis kendaraan lainnya. Dari diagram batang di atas dapat dilihat hampir tiap jam volume kendaraan jenis mobil penumpang ini tinggi, namun volume tertinggi berada pada jam 13.00 – 14.00 sebanyak 718 buah kendaraan.

Untuk mendapatkan volume lalu lintas selama 24 jam yaitu dengan cara mencari rata-rata per jam pada jam puncak selama enam jam kemudian dikalikan dengan 18 jam. Jam puncak selama enam jam terjadi pada jam 12.00-18.00 jadi volume kendaraan untuk mobil penumpang selama 24jam yang didapat sebanyak 12.522 buah kendaraan.

B. Bus Kecil (1.1)



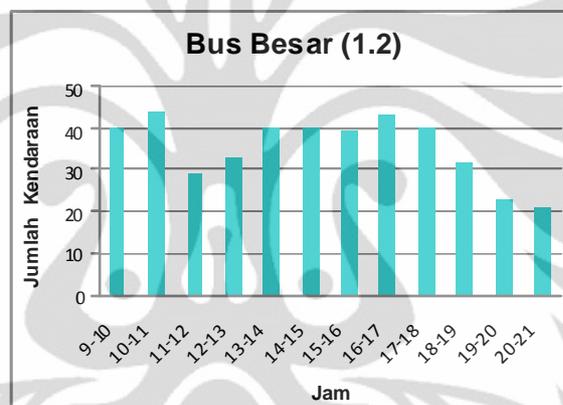
Gambar 3.35 Diagram Batang Volume 12jam Bus Kecil (1.1) Cibinong

Jumlah kendaraan bus kecil tidak sebanyak jumlah mobil penumpang dan lebih sedikit juga jika dibandingkan dengan volume kendaraan bus besar. Karena

pola diagram yang berfluktuasi sehingga tidak dapat diketahui dengan pasti jam puncak, jam sedang dan jam rendahnya. Tetapi Dari diagram batang dapat dilihat untuk bus kecil volume terbesar terjadi pada jam 18.00-19.00 sebanyak 6 buah kendaraan.

Untuk mendapatkan volume lalu lintas selama 24 jam yaitu dengan cara mencari rata-rata per jam pada jam puncak selama enam jam kemudian dikalikan dengan 18 jam. Jam puncak selama enam jam terjadi pada jam 13.00-19.00 jadi volume kendaraan untuk bus kecil selama 24jam yang didapat sebanyak 39 buah kendaraan.

C. Bus Besar (1.2)

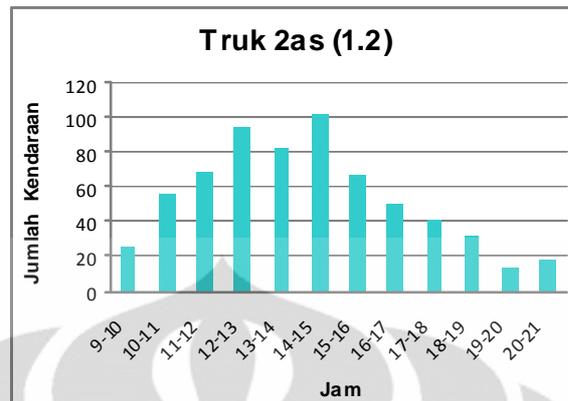


Gambar 3.36 Diagram Batang Volume 12jam Bus Besar (1.2) Cibinong

Jumlah kendaraan bus besar (1.2) lebih banyak jika dibanding dengan volume kendaraan bus kecil (1.1). Karena pola diagram yang berfluktuasi sehingga tidak dapat diketahui dengan pasti jam puncak, jam sedang dan jam rendahnya. Tetapi Dari diagram batang dapat dilihat untuk bus besar volume terbesar terjadi pada jam 10.00 - 11.00 sebanyak 44 buah kendaraan.

Untuk mendapatkan volume lalu lintas selama 24 jam yaitu dengan cara mencari rata-rata per jam pada jam puncak selama enam jam kemudian dikalikan dengan 18 jam. Jam puncak selama enam jam terjadi pada jam 09.00-15.00 jadi volume kendaraan untuk bus besar selama 24jam yang didapat sebanyak 678 buah kendaraan.

D. Truk 2as (1.2)

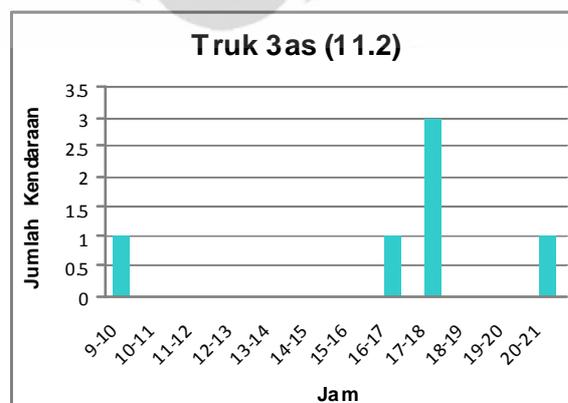


Gambar 3.37 Diagram Batang Volume 12jam Truk 2as (1.2) Cibinong

Untuk kendaraan jenis truk, truk 2as (1.2) mempunyai volume kendaraan lebih banyak dibanding dengan jenis truk lainnya. Karena pola diagram yang berfluktuasi sehingga tidak dapat diketahui dengan pasti jam puncak, jam sedang dan jam rendahnya. Tetapi Dari diagram batang dapat dilihat untuk bus besar volume terbesar terjadi pada jam 14.00 - 15.00 sebanyak 103 buah kendaraan.

Untuk mendapatkan volume lalu lintas selama 24 jam yaitu dengan cara mencari rata-rata per jam pada jam puncak selama enam jam kemudian dikalikan dengan 18 jam. Jam puncak selama enam jam terjadi pada jam 10.00-16.00 jadi volume kendaraan untuk truk 2as selama 24jam yang didapat sebanyak 1.413 buah kendaraan.

E. Truk 3as (11.2)

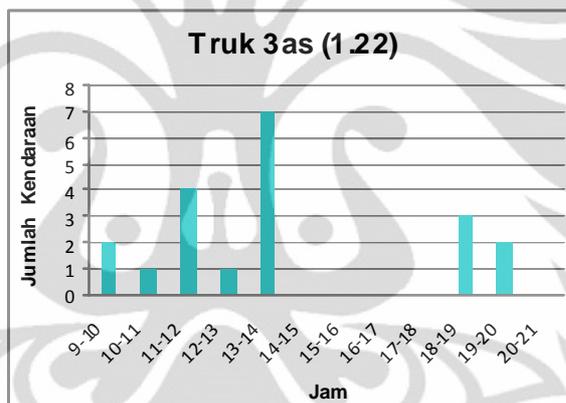


Gambar 3.38 Diagram Batang Volume 12jam Truk 3as (11.2) Cibinong

Volume truk 3as (11.2) lebih sedikit dibanding dengan volume truk 3as (1.22) walaupun perbedaannya tidak terlalu jauh. Jumlah truk 3as (11.2) bisa dikatakan jarang bahkan ada di jam-jam tertentu yang tidak ada sama sekali. Dari grafik batang di atas dapat dilihat volume terbesar terjadi pada jam 17.00 – 18.00 sebanyak 3 buah kendaraan.

Untuk mendapatkan volume lalu lintas selama 24 jam yaitu dengan cara mencari rata-rata per jam pada jam puncak selama enam jam kemudian dikalikan dengan 18 jam. Jam puncak selama enam jam terjadi pada jam 15.00-21.00 jadi volume kendaraan untuk truk 3as (11.2) selama 24jam yang didapat sebanyak 15 buah kendaraan.

F. Truk 3as (1.22)

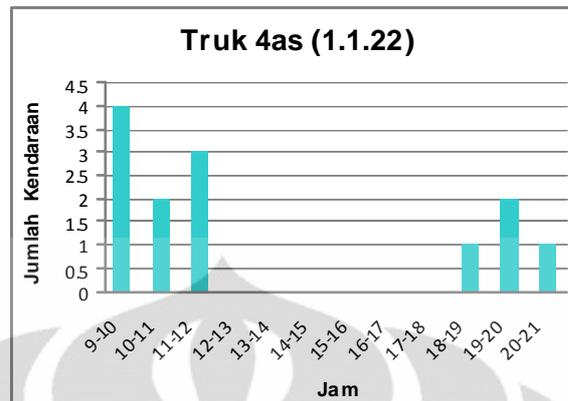


Gambar 3.39 Diagram Batang Volume 12jam Truk 3as (1.22) Cibinong

Volume truk 3as (1.22) lebih banyak dibanding dengan volume truk 3as (11.2) walaupun perbedaannya tidak terlalu jauh. Jumlah truk 3as (1.22) bisa dikatakan jarang tiap jamnya bahkan ada di jam-jam tertentu yang tidak ada sama sekali. Dari grafik batang di atas dapat dilihat volume terbesar terjadi pada jam 13.00 – 14.00 sebanyak 7 buah kendaraan.

Untuk mendapatkan volume lalu lintas selama 24 jam yaitu dengan cara mencari rata-rata per jam pada jam puncak selama enam jam kemudian dikalikan dengan 18 jam. Jam puncak selama enam jam terjadi pada jam 09.00-15.00 jadi volume kendaraan untuk truk 3as (1.22) selama 24jam yang didapat sebanyak 45 buah kendaraan.

G. Truk 4as (1.1.22)

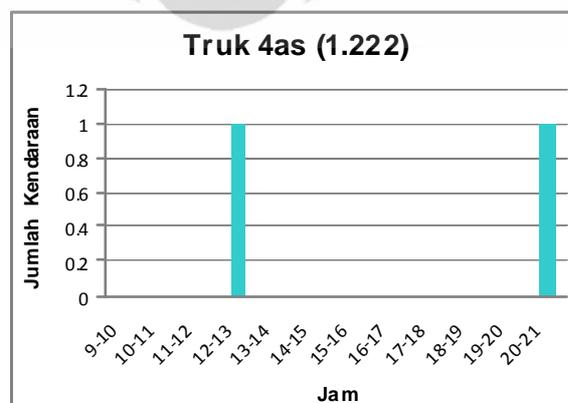


Gambar 3.40 Diagram Batang Volume 12jam Truk 4as (1.1.22) Cibinong

Volume kendaraan untuk jenis truk 4as (1.1.22) tidak terlalu banyak dan bisa dikatakan jarang. Karena pola diagram yang berfluktuasi sehingga tidak dapat diketahui dengan pasti jam puncak, jam sedang dan jam rendahnya. Tetapi Dari diagram batang dapat dilihat untuk truk 4as (1.1.22) volume terbesar terjadi pada jam 09.00 – 10.00 sebanyak 4 buah kendaraan.

Untuk mendapatkan volume lalu lintas selama 24 jam yaitu dengan cara mencari rata-rata per jam pada jam puncak selama enam jam kemudian dikalikan dengan 18 jam. Jam puncak selama enam jam terjadi pada jam 09.00-15.00 jadi volume kendaraan untuk truk 4as (1.1.22) selama 24jam yang didapat sebanyak 27 buah kendaraan.

H. Truk 4as (1.222)

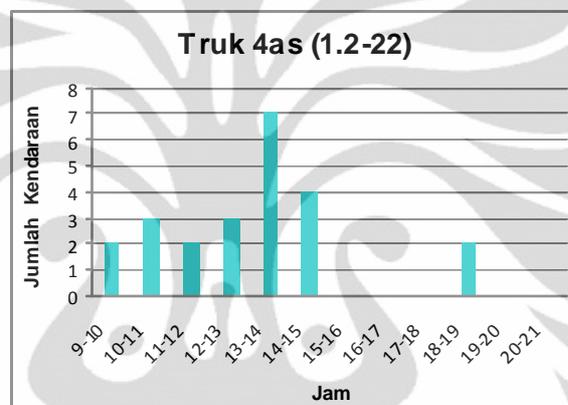


Gambar 3.41 Diagram Batang Volume 12jam Truk 4as (1.222) Cibinong

Jumlah truk 4as (1.222) bisa dikatakan jarang tiap jamnya bahkan hanya ada di jam-jam tertentu. Dari diagram batang di atas dapat dilihat truk 4as hanya ada di jam 12.00 dan jam 20.00 sebanyak 1 buah kendaraan.

Untuk mendapatkan volume lalu lintas selama 24 jam yaitu dengan cara mencari rata-rata per jam pada jam puncak selama enam jam kemudian dikalikan dengan 18 jam. Jam puncak selama enam jam terjadi pada jam 12.00-18.00 jadi volume kendaraan untuk truk 4as (1.222) selama 24jam yang didapat sebanyak 3 buah kendaraan.

I. Truk 4as (1.2 – 22)

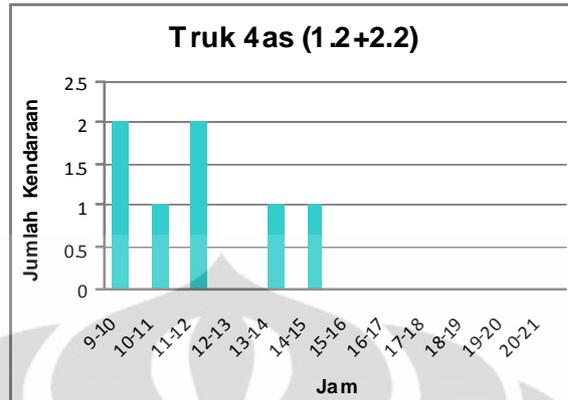


Gambar 3.42 Diagram Batang Volume 12jam Truk 4as (1.2-22) Cibinong

Untuk jenis truk 4as, truk 4as dengan konfigurasi sumbu 1.2 – 22 (truk gandeng) mempunyai volume lebih besar dibanding dengan jenis truk 4as lainnya. Volume tertinggi berada pada jam 13.00 – 14.00 sebanyak 7 buah kendaraan.

Untuk mendapatkan volume lalu lintas selama 24 jam yaitu dengan cara mencari rata-rata per jam pada jam puncak selama enam jam kemudian dikalikan dengan 18 jam. Jam puncak selama enam jam terjadi pada jam 09.00-15.00 jadi volume kendaraan untuk truk 4as (1.2-22) selama 24jam yang didapat sebanyak 63 buah kendaraan.

J. Truk 4as (1.2+2.2)

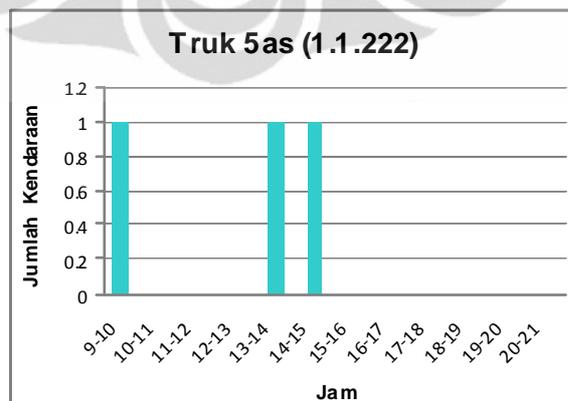


Gambar 3.43 Diagram Batang Volume 12jam Truk 4as (1.2+2.2) Cibinong

Jumlah truk 4as (1.2+2.2) bisa dikatakan jarang tiap jamnya bahkan ada di jam-jam tertentu yang tidak ada sama sekali. Dari grafik batang di atas dapat dilihat volume untuk jenis kendaraan truk 4as (1.2+2.2) hampir sama yaitu antara 1 – 2 buah jenis kendaraan.

Untuk mendapatkan volume lalu lintas selama 24 jam yaitu dengan cara mencari rata-rata per jam pada jam puncak selama enam jam kemudian dikalikan dengan 18 jam. Jam puncak selama enam jam terjadi pada jam 09.00-15.00 jadi volume kendaraan untuk truk 4as (1.2+2.2) selama 24jam yang didapat sebanyak 21 buah kendaraan.

K. Truk 5as (1.1.222)

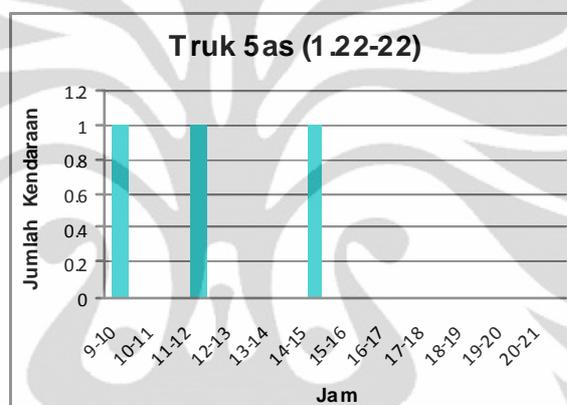


Gambar 3.44 Diagram Batang Volume 12jam Truk 5as (1.1.222) Cibinong

Jumlah truk 5as (1.1.222) keberadaannya sangat jarang di lapangan, bahkan tidak setiap jam ada. Volumanya hanya mencapai 1 buah kendaraan per jam.

Untuk mendapatkan volume lalu lintas selama 24 jam yaitu dengan cara mencari rata-rata per jam pada jam puncak selama enam jam kemudian dikalikan dengan 18 jam. Jam puncak selama enam jam terjadi pada jam 09.00-15.00 jadi volume kendaraan untuk truk 5as (1.1.222) selama 24jam yang didapat sebanyak 9 buah kendaraan.

L. Truk 5as (1.22 – 22)

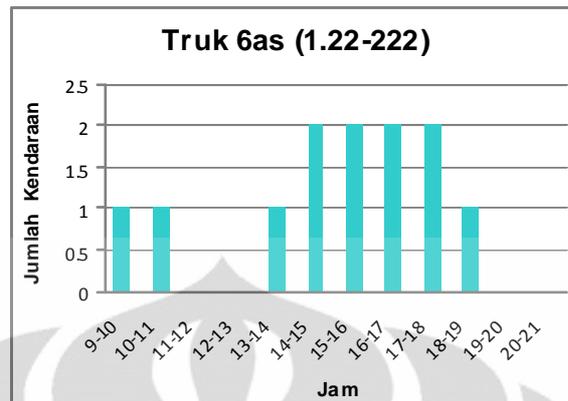


Gambar 3.45 Diagram Batang Volume 12jam Truk 5as (1.22-22) Cibinong

Jumlah truk 5as (1.22-22) keberadaannya sangat jarang di lapangan, bahkan tidak setiap jam ada. Volumanya hanya mencapai 1 buah kendaraan per jam. Volumanya sama dengan jenis truk 5as (1.1.222).

Untuk mendapatkan volume lalu lintas selama 24 jam yaitu dengan cara mencari rata-rata per jam pada jam puncak selama enam jam kemudian dikalikan dengan 18 jam. Jam puncak selama enam jam terjadi pada jam 09.00-15.00 jadi volume kendaraan untuk truk 5as (1.22-22) selama 24jam yang didapat sebanyak 9 buah kendaraan.

M. Truk 6as (1.22 – 222)



Gambar 3.46 Diagram Batang Volume 12jam Truk 6as (1.22-222) Cibinong

Jumlah truk 6as (1.22–222) tidak banyak hanya mencapai 1 – 2 buah kendaraan.

Untuk mendapatkan volume lalu lintas selama 24 jam yaitu dengan cara mencari rata-rata per jam pada jam puncak selama enam jam kemudian dikalikan dengan 18 jam. Jam puncak selama enam jam terjadi pada jam 13.00-19.00 jadi volume kendaraan untuk truk 6as (1.22–222) selama 24jam yang didapat sebanyak 30 buah kendaraan.

3.5. Volume Lalu lintas

3.5.1. Volume Lalu lintas Per Arah

Untuk mendapatkan volume lalu lintas per arah selama 24jam yaitu dengan cara mengambil nilai rata-rata pada jam puncak selama 6jam kemudian dikalikan dengan 18jam. Volume lalu lintas diambil untuk satu arah selama 12jam survey.

3.5.1.1. Tol Jakarta – Cikampek

Untuk menghitung Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR) pada ruas jalan Tol Jakarta-Cikampek ini hanya dihitung untuk satu arah saja karena tipe jalan untuk ruas jalan ini adalah 6 lajur 2 arah terbagi (6/2 B). Pada ruas jalan Tol Jakarta-Cikampek hanya dilakukan survey ke arah Cikampek saja, tidak dilakukan survey lalu lintas ke arah Jakarta dikarenakan faktor tempat survey yang tidak memungkinkan. Namun setelah dilihat dari data sekunder yang diperoleh dari Jasamarga, LHR arah ke Cikampek dan LRH arah ke Jakarta perbedaannya tidak

terlalu jauh dan lebih besar LHR yang ke arah Cikampek. Jadi diambil LHR yang arah ke Cikampek.

Tabel 3.3 Volume Lalulintas Per Arah Ruas Jalan Tol Jakarta – Cikampek (km.39)

No.	Jenis Kendaraan	LHR (buah kendaraan)
1	MP (1.1)	28.851
2	Bus kecil (1.1)	1.170
3	Bus Besar (1.2)	2.709
4	Truk 2as (1.2)	11.421
5	Truk 3as (1.2)	105
6	Truk 3as (1.22)	2.376
7	Truk 4as (1.1.22)	69
8	Truk 4as (1.222)	45
9	Truk 4as (1.2 - 22)	801
10	Truk 4as (1.2 + 2.2)	210
11	Truk 5as (1.1.222)	9
12	Truk 5as (1.22 - 22)	201
13	Truk 6as (1.22 - 222)	411
Total		48.378

3.5.1.2. Byass Jomin, Cikampek, Jalur Pantura

Untuk menghitung Lalulintas Harian Rata-rata (LHR) pada ruas jalan Cikampek ini dihitung untuk kedua arah karena tipe jalan untuk ruas jalan Cikampek adalah 2 lajur 2 arah tak terbagi (4/2 TB).

Tabel 3.4 Volume Lalulintas 2 Arah Ruas Jalan Cikampek

No.	Jenis Kendaraan	LHR (buah kendaraan)
1	MP (1.1)	11.271
2	Bus kecil (1.1)	1.062
3	Bus Besar (1.2)	2.292
4	Truk 2as (1.2)	4.761
5	Truk 3as (1.2)	72
6	Truk 3as (1.22)	1.188
7	Truk 4as (1.1.22)	27
8	Truk 4as (1.222)	12
9	Truk 4as (1.2 - 22)	510
10	Truk 4as (1.2 + 2.2)	381
11	Truk 5as (1.1.222)	30
12	Truk 5as (1.22 - 22)	180
13	Truk 6as (1.22 - 222)	192
Total		21.978

3.5.1.3. Jalan Mayor Oking, Cibinong, Bogor

Untuk menghitung LHR pada ruas jalan Cibinong ini hanya dihitung untuk satu arah saja karena tipe jalan untuk ruas jalan Cibinong adalah 4 lajur 2 arah terbagi (4/2 B). Dan LHR yang diambil adalah arah ke Bogor karena LHR nya lebih besar dibanding arah ke Citeureup.

Tabel 3.5 LHR arah Citeureup - Bogor

LHR Arah Bogor		
No.	Jenis Kendaraan	LHR (buah kendaraan)
1	MP (1.1)	12.522
2	Bus kecil (1.1)	39
3	Bus Besar (1.2)	678
4	Truk 2as (1.2)	1.413
5	Truk 3as (1.2)	15
6	Truk 3as (1.22)	45
7	Truk 4as (1.1,22)	27
8	Truk 4as (1.222)	3
9	Truk 4as (1.2 - 22)	63
10	Truk 4as (1.2 + 2.2)	21
11	Truk 5as (1.1,222)	9
12	Truk 5as (1.22 - 22)	9
13	Truk 6as (1.22 - 222)	30
Total		14.874

Tabel 3.6 LHR arah Bogor - Citeureup

LHR Arah Bogor		
No.	Jenis Kendaraan	LHR (buah kendaraan)
1	MP (1.1)	11.592
2	Bus kecil (1.1)	93
3	Bus Besar (1.2)	489
4	Truk 2as (1.2)	933
5	Truk 3as (1.2)	87
6	Truk 3as (1.22)	24
7	Truk 4as (1.1,22)	27
8	Truk 4as (1.222)	18
9	Truk 4as (1.2 - 22)	30
10	Truk 4as (1.2 + 2.2)	9
11	Truk 5as (1.1,222)	6
12	Truk 5as (1.22 - 22)	21
13	Truk 6as (1.22 - 222)	3
Total		13.332

3.5.2. Volume Lalulintas Per Lajur

Untuk mendapatkan volume lalulintas per lajur yaitu dengan cara mengalikan volume lalulintas per arah dengan koefisien distribusi kendaraan (C) seperti yang telah dibahas pada BAB II tentang Parameter Perencanaan Struktur Perkerasan (Tabel 2.6).

3.5.2.1. Tol Jakarta – Cikampek

Tipe jalan untuk ruas jalan Tol Jakarta – Cikampek adalah 6 lajur 2 arah terbagi (6/2 B

Tabel 3.7 Volume Lalulintas Per Lajur Tol Jakarta-Cikampek (km.39)

No.	Jenis Kendaraan	Volume Per Arah (buah kendaraan)	Volume Per Lajur	
			Kend.Ringan (C = 0,4)	Kend.Berat (C = 0,5)
1	MP (1.1)	28.851	11.540,40	
2	Bus kecil (1.1)	1.170		585,00
3	Bus Besar (1.2)	2.709		1.354,50
4	Truk 2as (1.2)	11.421		5.710,50
5	Truk 3as (1.2)	105		52,50
6	Truk 3as (1.22)	2.376		1.188,00
7	Truk 4as (1.1.22)	69		34,50
8	Truk 4as (1.222)	45		22,50
9	Truk 4as (1.2 - 22)	801		400,50
10	Truk 4as (1.2 + 2.2)	210		105,00
11	Truk 5as (1.1.222)	9		4,50
12	Truk 5as (1.22 - 22)	201		100,50
13	Truk 6as (1.22 - 222)	411		205,50

3.5.2.2. Bypass Jomin, Cikampek, Jalur Pantura

Tipe jalan untuk ruas jalan Bypass Jomin adalah 2 lajur 2 arah tak terbagi (2/2 TB).

Tabel 3.8 Volume Lalulintas per Lajur (Bypass Jomin, Cikampek, Jalur Pantura)

No.	Jenis Kendaraan	Volume 2 Arah (buah kendaraan)	Volume Per Lajur	
			Kend.Ringan (C = 0,5)	Kend.Berat (C = 0,5)
1	MP (1.1)	11.271	5.635,5	
2	Bus kecil (1.1)	1.062		531,0
3	Bus Besar (1.2)	2.292		1.146,0
4	Truk 2as (1.2)	4.761		2.380,5
5	Truk 3as (1.1.2)	72		36,0
6	Truk 3as (1.22)	1.188		594,0
7	Truk 4as (1.1.22)	27		13,5
8	Truk 4as (1.222)	12		6,0
9	Truk 4as (1.2 - 22)	510		255,0
10	Truk 4as (1.2 + 2.2)	381		190,5
11	Truk 5as (1.1.222)	30		15,0
12	Truk 5as (1.22 - 22)	180		90,0
13	Truk 6as (1.22 - 222)	192		96,0

3.5.2.3. Jl.Mayor Oking, Cibinong, Bogor

Tipe jalan untuk ruas jalan Jl.Mayor Oking adalah 4 lajur 2 arah terbagi (4/2 B).

Tabel 3.9 Volume Lalulintas Per Lajur (Jl.Mayor Oking, arah Citeureup-Bogor)

No.	Jenis Kendaraan	Volume Per Arah (buah kendaraan)	Volume Per Lajur	
			Kend.Ringan (C = 0,6)	Kend.Berat (C = 0,7)
1	MP (1.1)	12.522	7.513,2	
2	Bus kecil (1.1)	39		27,3
3	Bus Besar (1.2)	678		474,6
4	Truk 2as (1.2)	1.413		989,1
5	Truk 3as (1.1.2)	15		10,5
6	Truk 3as (1.2.2)	45		31,5
7	Truk 4as (1.1.2.2)	27		18,9
8	Truk 4as (1.2.2.2)	3		2,1
9	Truk 4as (1.2 - 2.2)	63		44,1
10	Truk 4as (1.2 + 2.2)	21		14,7
11	Truk 5as (1.1.2.2.2)	9		6,3
12	Truk 5as (1.2.2 - 2.2)	9		6,3
13	Truk 6as (1.2.2 - 2.2.2)	30		21,0

3.6. Data Sekunder, Lalulintas Harian Rata-Rata (LHR) berdasarkan Data Jasamarga

Data sekunder diperlukan untuk menjadi pembanding dengan data yang diperoleh dengan cara melakukan traffic counting selama 12jam. Karena volume lalulintas yang ada hanya selama 12jam dan pola grafik yang berfluktuasi sehingga sulit untuk menentukan volume kendaraan untuk 12jam berikutnya, maka diperlukan data volume lalulintas untuk 12jam berikutnya guna memperoleh volume lalulintas selama 24jam yang akan digunakan sebagai LHR (Lalulintas Harian Rata-Rata) untuk pengolahan data.

Data sekunder yang diperoleh yaitu untuk ruas Jalan Tol Jakarta-Cikampek, sehingga untuk perhitungan tebal perkerasan dipakai LHR dari data sekunder karena LHR dari data primer dan data sekunder hasilnya mendekati,

yaitu untuk LHR primer sebanyak 49.141 buah kendaraan dan LHR sekunder sebanyak 50.822 buah kendaraan.

Tabel 3.10 Volume Lalulintas Per Jam pada Gerbang Tol Cibitung dan Nilai Koefisien

Jam	Vol. LL / Jam		Total	Koef.
	Gerbang 1	Gerbang 2		
00.00 - 01.00	248	109	357	0,011
01.00 - 02.00	169	44	213	0,007
02.00 - 03.00	245	24	269	0,009
03.00 - 04.00	183	21	204	0,007
04.00 - 05.00	385	44	429	0,014
05.00 - 06.00	752	149	901	0,029
06.00 - 07.00	608	296	904	0,029
07.00 - 08.00	507	401	908	0,029
08.00 - 09.00	579	579	1.158	0,037
09.00 - 10.00	806	672	1.478	0,047
10.00 - 11.00	959	843	1.802	0,058
11.00 - 12.00	1.063	988	2.051	0,066
12.00 - 13.00	968	890	1.858	0,060
13.00 - 14.00	837	689	1.526	0,049
14.00 - 15.00	826	1.089	1.915	0,061
15.00 - 16.00	769	1.152	1.921	0,062
16.00 - 17.00	797	1.239	2.036	0,065
17.00 - 18.00	868	1.603	2.471	0,079
18.00 - 19.00	727	1.724	2.451	0,079
19.00 - 20.00	766	1.055	1.821	0,058
20.00 - 21.00	668	889	1.557	0,050
21.00 - 22.00	661	682	1.343	0,043
22.00 - 23.00	509	417	926	0,030
23.00 - 24.00	390	314	704	0,023
	15.290	15.913	31.203	1

Sumber : PT Jasa Marga (Persero) Tbk

Tabel 3.11 Volume Lalulintas Harian Tiap Golongan Kendaraan Ruas Jalan Tol Jakarta-Cikampek (km.39) Bulan Agustus 2010

Golongan	Volume Lalulintas
I	35.912
II	9.394
III	3.227
IV	1.382
V	907
Total	50.822

Sumber : PT Jasa Marga (Persero) Tbk

Data pada tabel di atas merupakan LHR (Lalulintas Harian Rata-Rata) pada ruas jalan Cikunir Timur – Karawang Barat (km.39). Data tersebut diperoleh dengan cara statistik dan tidak diketahui volume per jam nya. Volume per jam yang diperoleh yaitu pada gerbang Cibitung. Sehingga untuk mendapatkan volume lalulintas per jam untuk tiap golongan pada ruas Jalan Tol Jakarta-Cikampek (km.39) dilakukan dengan cara mengalikan nilai koefisien dari volume lalulintas per jam pada gerbang Tol Cibitung dengan volume lalulintas harian pada ruas Jalan Tol Jakarta-Cikampek (km.39)

Tabel 3.12 Volume Kendaraan Per Jam Tiap Golongan Pada Km. 39

Jam	Koef.	Golongan				
		I	II	III	IV	V
		35912	9394	3227	1382	907
00.00 - 01.00	0.011	410.877	107.479	36.921	15.812	10.377
01.00 - 02.00	0.007	245.145	64.126	22.028	9.434	6.191
02.00 - 03.00	0.009	309.596	80.985	27.820	11.914	7.819
03.00 - 04.00	0.007	234.787	61.416	21.098	9.035	5.930
04.00 - 05.00	0.014	493.743	129.155	44.367	19.001	12.470
05.00 - 06.00	0.029	1036.974	271.256	93.181	39.906	26.190
06.00 - 07.00	0.029	1040.427	272.159	93.491	40.039	26.277
07.00 - 08.00	0.029	1045.031	273.363	93.905	40.216	26.393
08.00 - 09.00	0.037	1332.760	348.628	119.760	51.289	33.660
09.00 - 10.00	0.047	1701.052	444.968	152.854	65.462	42.962
10.00 - 11.00	0.058	2073.949	542.512	186.362	79.812	52.380
11.00 - 12.00	0.066	2360.527	617.476	212.113	90.840	59.618
12.00 - 13.00	0.060	2138.400	559.371	192.154	82.292	54.008
13.00 - 14.00	0.049	1756.296	459.419	157.818	67.587	44.357
14.00 - 15.00	0.061	2204.002	576.531	198.048	84.817	55.665
15.00 - 16.00	0.062	2210.908	578.338	198.669	85.082	55.839
16.00 - 17.00	0.065	2343.263	612.960	210.562	90.176	59.182
17.00 - 18.00	0.079	2843.911	743.921	255.550	109.442	71.826
18.00 - 19.00	0.079	2820.893	737.900	253.481	108.556	71.245
19.00 - 20.00	0.058	2095.816	548.232	188.327	80.653	52.932
20.00 - 21.00	0.050	1791.975	468.752	161.024	68.960	45.258
21.00 - 22.00	0.043	1545.679	404.325	138.892	59.482	39.038
22.00 - 23.00	0.030	1065.747	278.782	95.766	41.013	26.917
23.00 - 24.00	0.023	810.244	211.947	72.807	31.181	20.464
	Total	35912	9394	3227	1382	907

Setelah diketahui volume per jam untuk tiap golongan kemudian dicari volume untuk tiap jenis kendaraan berdasarkan konfigurasi sumbunya dengan cara menggolongkan tiap jenis kendaraan berdasarkan konfigurasi sumbunya ke dalam

jenis kendaraan berdasarkan golongannya, kemudian dicari koefisiennya dan dikalikan dengan volume kendaraan harian yang berdasarkan golongan. Berikut Tabel hasil perhitungannya.

Tabel 3.13 Volume Kendaraan Selama 24 Jam Untuk Golongan I

No.	Jenis Kend Golongan I	Vol Kend 12 Jam	Koefisien	Vol Kend 24 Jam
1	Mobil Penumpang	16.481	0,956	34.333
2	Bus Kecil	758	0,044	1.579
Total		17.239		

Tabel 3.14 Volume Kendaraan Selama 24 Jam Untuk Golongan II

No.	Jenis Kend Golongan II	Vol Kend 12 Jam	Koefisien	Vol Kend 24 Jam
1	Bus Besar (1.2)	1.489	0,188	1.763
2	Truk 2 as (1.2)	6.446	0,812	7.631
Total		7.935		

Tabel 3.15 Volume Kendaraan Selama 24 Jam Untuk Golongan III

No.	Jenis Kend Golongan III	Vol Kend 12 Jam	Koefisien	Vol Kend 24 Jam
1	Truk 3 as (11.2)	57	0,039	125
2	Truk 3 as (1.22)	1.414	0,961	3.102
Total		1.471		

Tabel 3.16 Volume Kendaraan Selama 24 Jam Untuk Golongan IV

No.	Jenis Kend Golongan IV	Vol Kend 12 Jam	Koefisien	Vol Kend 24 Jam
1	Truk 4 as (1.1.22)	34	0,055	77
2	Truk 4 as (1.222)	18	0,029	41
3	Truk 4 as (1.2 - 22)	447	0,728	1.006
4	Truk 4 as (1.2 + 2.2)	115	0,187	259
Total		614		

Tabel 3.17 Volume Kendaraan Selama 24 Jam Untuk Golongan V

No.	Jenis Kend Golongan V	Vol Kend 12 Jam	Koefisien	Vol Kend 24 Jam
2	Truk 5 as (1.1.222)	4	0,012	11
3	Truk 5 as (1.22 - 22)	94	0,275	249
4	Truk 6 as (1.22 - 222)	244	0,713	647
Total		342		

Tabel 3.18 Total Volume Kendaraan Selama 24 Jam

No.	Jenis Kendaraan	Volume Kendaraan Selama 24 Jam
1	Mobil Penumpang	34.333
2	Bus Kecil	1.579
3	Bus Besar	1.763
4	Truk 2 as (1.2)	7.631
5	Truk 3 as (1.1.2)	125
6	Truk 3 as (1.22)	3.102
7	Truk 4 as (1.1.22)	77
8	Truk 4 as (1.222)	41
9	Truk 4 as (1.2 - 22)	1.006
10	Truk 4 as (1.2 + 2.2)	259
11	Truk 5 as (1.1.222)	11
12	Truk 5 as (1.22 - 22)	249
13	Truk 6 as (1.22 - 222)	647
Total		50.822

3.7. Perhitungan Tebal Perkerasan dan Simulasi

Berikut adalah langkah-langkah dalam pengolahan data :

1. Menghitung tebal perkerasan dengan beban sumbu normal dan umur perkerasan 10 tahun
2. Dengan tebal perkerasan yang sama pada langkah 1 kemudia dicari penurunan umur perkerasan setelah terjadi overload beban sumbu sebesar 5%, 10%, 15%, 20%, 25% dan 30%
3. Menghitung umur perkerasan setelah dilakukan simulasi terhadap komposisi kendaraan berat dengan volume lalulintas yang sama yaitu dengan cara mengurangi volume kendaraan truk yang paling kecil (2as dan jika telah habis voleme truk 2as maka dilakukan pengurangan volume untuk 3as) dan menambah volume kendaraan jenis truk lainnya. Skenario pertama yaitu dengan cara menambah jumlah tonase sebesar 1,5 kali dari tonase awal. Skenario kedua yaitu dengan cara menambah jumlah tonase sebesar 2 kali dari tonase awal dan skenario ketiga dengan cara menambah jumlah tonase sebesar 4 kali dari tonase awal.

3.7.1. Jalan Tol Jakarta-Cikampek

A. Data

Peranan Jalan	: Jalan Arteri
Tipe Jalan	: 6 lajur 2 arah terbagi(6/2 B)→ 3 lajur 1 arah
Usia Rencana (UR)	: 10 tahun
Rencana Jenis Perkerasan	: Lentur (Flexible)
CBR	: 5,0% → DDT = 4,7 (Gambar 2.21)
Kondisi/ Iklim Setempat	: Curah Hujan Rata-Rata 750 mm per tahun
Kelandaian Rata-Rata	: 6%
Angka Pertumbuhan Lalulintas (i)	: 7% per tahun

B. Jumlah LHR pada awal (LHR₀)

No.	Jenis Kendaraan	LHR (buah kend.)	Beban Sumbu (ton)						Jumlah (ton)
			Sb I	Sb II	Sb III	Sb IV	Sb V	Sb VI	
1	MP (1.1)	28.851	1	1					2
2	Bus kecil (1.1)	1.170	3	6					9
3	Bus Besar (1.2)	2.709	6	10					16
4	Truk 2as (1.2)	11.421	6	10					16
5	Truk 3as (1.1.2)	105	5	6	10				21
6	Truk 3as (1.2.2)	2.376	6	9	9				24
7	Truk 4as (1.1.2.2)	69	6	7	10	10			33
8	Truk 4as (1.2.2.2)	45	6	8	8	8			30
9	Truk 4as (1.2 - 2.2)	801	6	10	9	9			34
10	Truk 4as (1.2 + 2.2)	210	6	10	10	10			36
11	Truk 5as (1.1.2.2.2)	9	6	7	8	8	8		37
12	Truk 5as (1.2.2 - 2.2)	201	6	10	10	10	10		46
13	Truk 6as (1.2.2 - 2.2.2)	411	6	10	10	10	10	10	56
	Total	48.378							360

Catatan : Muatan sumbu diambil dari Tabel 2.4 JBI untuk Jalan Kelas II dan Kelas III

C. Lalulintas Rencana

❖ Angka Ekuivalen (E) Masing-Masing Kendaraan

$$\text{Angka ekuivalen sumbu tunggal} = \left(\frac{\text{beban satu sumbu tunggal (kg)}}{8160} \right)^4$$

$$\text{Angka ekuivalen sumbu ganda} = 0,086 \left(\frac{\text{beban satu sumbu ganda (kg)}}{8160} \right)^4$$

$$\text{Angka ekuivalen sumbu triple} = 0,021 \left(\frac{\text{beban satu sumbu ganda (kg)}}{8160} \right)^4$$

No.	Jenis Kendaraan	E				Σ E
		Sb.1	Sb.2	Sb.3	Sb.4	
1	MP (1.1)	0.0002	0.0002			0.0005
2	Bus kecil (1.1)	0.0183	0.2923			0.3106
3	Bus Besar (1.2)	0.2923	2.2555			2.5478
4	Truk 2as (1.2)	0.2923	2.2555			2.5478
5	Truk 3as (11.2)	0.2840	2.2555			2.5395
6	Truk 3as (1.22)	0.2923	2.0362			2.3285
7	Truk 4as (1.1.22)	0.2923	0.5415	3.1035		3.9374
8	Truk 4as (1.222)	0.2923	1.5715			1.8638
9	Truk 4as (1.2 - 22)	0.2923	2.2555	2.0362		4.5840
10	Truk 4as (1.2 + 2.2)	0.2923	2.2555	2.2555	2.2555	7.0588
11	Truk 5as (1.1.222)	0.2923	0.5415	1.5715		2.4053
12	Truk 5as (1.22 - 22)	0.2923	3.1035	3.1035		6.4994
13	Truk 6as (1.22 - 222)	0.2923	3.1035	3.8366		7.2324

❖ Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP)

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j^x C_j^x E_j$$

No.	Jenis Kendaraan	LHR	C	E	
1	MP (1.1)	28,851	0.4	0.0005	5.206
2	Bus kecil (1.1)	1,170	0.5	0.3106	181.689
3	Bus Besar (1.2)	2,709	0.5	2.5478	3450.985
4	Truk 2as (1.2)	11,421	0.5	2.5478	14549.169
5	Truk 3as (11.2)	105	0.5	2.5395	133.322
6	Truk 3as (1.22)	2,376	0.5	2.3285	2766.312
7	Truk 4as (1.1.22)	69	0.5	3.9374	135.840
8	Truk 4as (1.222)	45	0.5	1.8638	41.935
9	Truk 4as (1.2 - 22)	801	0.5	4.5840	1835.903
10	Truk 4as (1.2 + 2.2)	210	0.5	7.0588	741.169
11	Truk 5as (1.1.222)	9	0.5	2.4053	10.824
12	Truk 5as (1.22 - 22)	201	0.5	6.4994	653.189
13	Truk 6as (1.22 - 222)	411	0.5	7.2324	1486.264
				LEP	25991.808

❖ Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)

$$LEA = LEP(1+i)^{UR}$$

$$LEA = 25991.808(1+7\%)^0 = 51129.820$$

❖ Lintas Ekuivalen Tengah (LET)

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2}$$

$$LET = \frac{25991.808 + 51129.82}{2} = 38560.81$$

❖ Lintas Ekuivalen rencana (LER)

$$FP = \frac{UR}{10} \quad ; \quad FP = \frac{10}{10} = 1$$

$$LER = LET \times FP \quad ; \quad LER = 38560.81 \times 1 = 38560.81$$

Catatan : Karena nilai LER di atas 10000 sehingga tidak dapat dihitung ITP nya dengan cara metode analisa komponen, maka data ini tidak dipakai untuk melakukan perhitungan simulasi.

3.7.2. Bypass Jomin, Cikampek, Jalur Pantura

A. Data

Peranan Jalan	: Jalan Arteri
Tipe Jalan	: 2 lajur 2arah tak terbagi(2/2 TB)
Usia Rencana (UR)	: 10 tahun
Rencana Jenis Perkerasan	: Lentur (Flexible)
CBR	: 5.0% → DDT = 4.7 (Gambar 2.21)
Kondisi/ Iklim Setempat	: Curah Hujan Rata-Rata 750 mm per tahun
Kelandaian Rata-Rata	: 6%
Angka Pertumbuhan Lalulintas (i)	: 7% per tahun

B. Jumlah LHR pada awal (LHRo)

No.	Jenis Kendaraan	LHR (buah kend.)	Beban Sumbu (ton)						Jumlah (ton)
			Sb I	Sb II	Sb III	Sb IV	Sb V	Sb VI	
1	MP (1.1)	11.271	1	1					2
2	Bus kecil (1.1)	1.062	3	6					9
3	Bus Besar (1.2)	2.292	6	10					16
4	Truk 2as (1.2)	4.761	6	10					16
5	Truk 3as (1.1.2)	72	5	6	10				21
6	Truk 3as (1.2.2)	1.188	6	9	9				24
7	Truk 4as (1.1.2.2)	27	6	7	10	10			33
8	Truk 4as (1.2.2.2)	12	6	8	8	8			30
9	Truk 4as (1.2 - 2.2)	510	6	10	9	9			34
10	Truk 4as (1.2 + 2.2)	381	6	10	10	10			36
11	Truk 5as (1.1.2.2.2)	30	6	7	8	8	8		37
12	Truk 5as (1.2.2 - 2.2)	180	6	10	10	10	10		46
13	Truk 6as (1.2.2 - 2.2.2)	192	6	10	10	10	10	10	56
Total		21.978							360

Catatan : Muatan sumbu diambil dari Tabel 2.4 JBI untuk Jalan Kelas II dan Kelas III

C. Lalulintas Rencana

❖ Angka Ekuivalen (E) Masing-Masing Kendaraan

$$\text{Angka ekuivalen sumbu tunggal} = \left(\frac{\text{beban satu sumbu tunggal (kg)}}{8160} \right)^4$$

$$\text{Angka ekuivalen sumbu ganda} = 0,086 \left(\frac{\text{beban satu sumbu ganda (kg)}}{8160} \right)^4$$

$$\text{Angka ekuivalen sumbu triple} = 0,021 \left(\frac{\text{beban satu sumbu ganda (kg)}}{8160} \right)^4$$

No.	Jenis Kendaraan	E				Σ E
		Sb.1	Sb.2	Sb.3	Sb.4	
1	MP (1.1)	0.0002	0.0002			0.0005
2	Bus kecil (1.1)	0.0183	0.2923			0.3106
3	Bus Besar (1.2)	0.2923	2.2555			2.5478
4	Truk 2as (1.2)	0.2923	2.2555			2.5478
5	Truk 3as (1.1.2)	0.2840	2.2555			2.5395
6	Truk 3as (1.2.2)	0.2923	2.0362			2.3285
7	Truk 4as (1.1.2.2)	0.2923	0.5415	3.1035		3.9374
8	Truk 4as (1.2.2.2)	0.2923	1.5715			1.8638
9	Truk 4as (1.2 - 2.2)	0.2923	2.2555	2.0362		4.5840
10	Truk 4as (1.2 + 2.2)	0.2923	2.2555	2.2555	2.2555	7.0588
11	Truk 5as (1.1.2.2.2)	0.2923	0.5415	1.5715		2.4053

12	Truk 5as (1.22 - 22)	0.2923	3.1035	3.1035		6.4994
13	Truk 6as (1.22 - 222)	0.2923	3.1035	3.8366		7.2324

❖ Lintas Ekvivalen Permulaan (LEP)

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j^x C_j^x E_j$$

No.	Jenis Kendaraan	LHR	C	E	
1	MP (1.1)	11,271	0.5	0.0005	2.542
2	Bus kecil (1.1)	1,062	0.5	0.3106	164.918
3	Bus Besar (1.2)	2,292	0.5	2.5478	2919.770
4	Truk 2as (1.2)	4,761	0.5	2.5478	6065.020
5	Truk 3as (1.2)	72	0.5	2.5395	91.421
6	Truk 3as (1.22)	1,188	0.5	2.3285	1383.156
7	Truk 4as (1.1.22)	27	0.5	3.9374	53.155
8	Truk 4as (1.222)	12	0.5	1.8638	11.183
9	Truk 4as (1.2 - 22)	510	0.5	4.5840	1168.927
10	Truk 4as (1.2 + 2.2)	381	0.5	7.0588	1344.693
11	Truk 5as (1.1.222)	30	0.5	2.4053	36.080
12	Truk 5as (1.22 - 22)	180	0.5	6.4994	584.946
13	Truk 6as (1.22 - 222)	192	0.5	7.2324	694.313
				LEP	14520.123

❖ Lintas Ekvivalen Akhir (LEA)

$$LEA = LEP(1+i)^{UR}$$

$$LEA = 14520.123(1+7\%)^{10} = 28563.280$$

❖ Lintas Ekvivalen Tengah (LET)

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2}$$

$$LET = \frac{14520.123 + 28563.28}{2} = 21541.7$$

❖ Lintas Ekvivalen rencana (LER)

$$FP = \frac{UR}{10} \quad ; \quad FP = \frac{10}{10} = 1$$

$$LER = LET \times FP \quad ; \quad LER = 21541.7 \times 1 = 21541.7$$

Catatan : Karena nilai LER di atas 10000 sehingga tidak dapat dihitung ITP nya dengan cara metode analisa komponen, maka data ini tidak dipakai untuk melakukan perhitungan simulasi.

3.7.3. Jalan Mayor Oking, Cibinong, Bogor

A. Data

Peranan Jalan : Jalan Arteri
 Tipe Jalan : 4 lajur 2arah terbagi (4/2 B) → 2 lajur 1arah
 Usia Rencana (UR) : 10 tahun
 Rencana Jenis Perkerasan : Lentur (Flexible)
 CBR : 5.0% → DDT = 4.7 (Gambar 2.21)
 Kondisi/ Iklim Setempat : Curah Hujan Rata-Rata 750 mm per tahun
 Kelandaian Rata-Rata : 6%
 Angka Pertumbuhan Lalulintas (i) : 7% per tahun

B. Jumlah LHR pada awal (LHR_o)

No.	Jenis Kendaraan	LHR (buah kend.)	Beban Sumbu (ton)						Jumlah (ton)
			Sb I	Sb II	Sb III	Sb IV	Sb V	Sb VI	
1	MP (1.1)	12.522	1	1					2
2	Bus kecil (1.1)	39	3	6					9
3	Bus Besar (1.2)	678	6	10					16
4	Truk 2as (1.2)	1.413	6	10					16
5	Truk 3as (11.2)	15	5	6	10				21
6	Truk 3as (1.22)	45	6	9	9				24
7	Truk 4as (1.1.22)	27	6	7	10	10			33
8	Truk 4as (1.222)	3	6	8	8	8			30
9	Truk 4as (1.2 - 22)	63	6	10	9	9			34
10	Truk 4as (1.2 + 2.2)	21	6	10	10	10			36
11	Truk 5as (1.1.222)	9	6	7	8	8	8		37
12	Truk 5as (1.22 - 22)	9	6	10	10	10	10		46
13	Truk 6as (1.22 - 222)	30	6	10	10	10	10	10	56
	Total	14.874							360

Catatan : Muatan sumbu diambil dari Tabel 2.4 JBI untuk Jalan Kelas II dan Kelas III

C. Lalulintas Rencana

❖ Angka Ekivalen (E) Masing-Masing Kendaraan

$$\text{Angka ekivalen sumbu tunggal} = \left(\frac{\text{beban satu sumbu tunggal (kg)}}{8160} \right)^4$$

$$\text{Angka ekivalen sumbu ganda} = 0,086 \left(\frac{\text{beban satu sumbu ganda (kg)}}{8160} \right)^4$$

$$\text{Angka ekivalen sumbu triple} = 0,021 \left(\frac{\text{beban satu sumbu ganda (kg)}}{8160} \right)^4$$

No.	Jenis Kendaraan	E				Σ E
		Sb.1	Sb.2	Sb.3	Sb.4	
1	MP (1.1)	0.0002	0.0002			0.0005
2	Bus kecil (1.1)	0.0183	0.2923			0.3106
3	Bus Besar (1.2)	0.2923	2.2555			2.5478
4	Truk 2as (1.2)	0.2923	2.2555			2.5478
5	Truk 3as (11.2)	0.2840	2.2555			2.5395
6	Truk 3as (1.22)	0.2923	2.0362			2.3285
7	Truk 4as (1.1.22)	0.2923	0.5415	3.1035		3.9374
8	Truk 4as (1.222)	0.2923	1.5715			1.8638
9	Truk 4as (1.2 - 22)	0.2923	2.2555	2.0362		4.5840
10	Truk 4as (1.2 + 2.2)	0.2923	2.2555	2.2555	2.2555	7.0588
11	Truk 5as (1.1.222)	0.2923	0.5415	1.5715		2.4053
12	Truk 5as (1.22 - 22)	0.2923	3.1035	3.1035		6.4994
13	Truk 6as (1.22 - 222)	0.2923	3.1035	3.8366		7.2324

❖ Lintas Ekivalen Permulaan (LEP)

$$LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j^x C_j^x E_j$$

No.	Jenis Kendaraan	LHR	C	E	
1	MP (1.1)	12,522	0.6	0.0005	3.389
2	Bus kecil (1.1)	39	0.7	0.3106	8.479
3	Bus Besar (1.2)	678	0.7	2.5478	1209.182
4	Truk 2as (1.2)	1,413	0.7	2.5478	2520.022
5	Truk 3as (11.2)	15	0.7	2.5395	26.664
6	Truk 3as (1.22)	45	0.7	2.3285	73.349
7	Truk 4as (1.1.22)	27	0.7	3.9374	74.417
8	Truk 4as (1.222)	3	0.7	1.8638	3.914
9	Truk 4as (1.2 - 22)	63	0.7	4.5840	202.156
10	Truk 4as (1.2 + 2.2)	21	0.7	7.0588	103.764
11	Truk 5as (1.1.222)	9	0.7	2.4053	15.153
12	Truk 5as (1.22 - 22)	9	0.7	6.4994	40.946
13	Truk 6as (1.22 - 222)	30	0.7	7.2324	151.881
				LEP	4433.316

❖ Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)

$$LEA = LEP(1+i)^{UR}$$

$$LEA = 4433.316(1+7\%)^{10} = 8721.004$$

❖ Lintas Ekuivalen Tengah (LET)

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2}$$

$$LET = \frac{4433.316 + 8721.004}{2} = 6675,16$$

❖ Lintas Ekuivalen rencana (LER)

$$FP = \frac{UR}{10} \quad ; \quad FP = \frac{10}{10} = 1$$

$$LER = LET \times FP \quad ; \quad LER = 6675,16 \times 1 = 6675.16$$

D. Tebal Lapisan Perkerasan

❖ Faktor Regional

% Kendaraan berat =

$$\frac{130 + 1458 + 1878 + 80 + 64 + 56 + 22 + 2 + 22 + 14 + 20 + 26}{33938} \times 100 = 11.32\%$$

Faktor Regional (FR) = 1 (tabel 2.7 Faktor Regional (FR))

❖ Indeks Permukaan

$$\begin{array}{l} \text{Roughness} \leq 1000 \text{ mm/km} \rightarrow I_{po} \geq 4 \\ \rightarrow I_{pt} = 2,5 \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{Roughness} \leq 1000 \text{ mm/km} \\ \rightarrow I_{po} \geq 4 \\ \rightarrow I_{pt} = 2,5 \end{array}} \right\} \text{Nomogram 1}$$

Catatan : I_{po} (Tabel 2.9 Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (I_{po}))

I_{pt} (Tabel 2.8 Indeks Permukaan pada Akhir Usia Rencana (I_{pt}))

❖ Indeks Tebal Perkerasan :

$$\overline{ITP} = 13 \text{ (Lampiran : Nomogram 1)}$$

E. Susunan Lapisan Perkerasan

- Lapis permukaan (a1) : Laston : a = 0,32
- Lapis podasi atas (a2) : Batu pecah kelas B : a = 0,13
- Lapis pondasi bawah (a3) : Sirtu kelas B : a = 0,12

Catatan : Koefisien kekuatan relatif (a) dari Tabel 2.10 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

$$D1_{\min} = 15 \text{ cm}$$

$$D2_{\min} = 35 \text{ cm}$$

$$\overline{ITP} = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot D_3$$

$$13 = 0,32 \cdot 15 + 0,13 \cdot 35 + 0,12 \cdot D_3$$

$$\rightarrow D_3 = 30 \text{ cm}$$

Setelah didapat tebal perkerasan dengan umur perkerasan selama 10 tahun dan dengan muatan sumbu normal, kemudian dengan langkah yang sama seperti yang telah dijelaskan di atas dilakukan simulasi untuk mendapatkan umur perkerasan dengan muatan sumbu lebih dari batas maksimum.

Langkah berikutnya yaitu melakukan skenario terhadap komposisi kendaraan berat dengan volume lalu lintas yang sama dengan cara menambah jumlah tonase sebanyak 1,5 kali (skenario 2), 2 kali (skenario 3) dan 4 kali (skenario 4) dari jumlah tonase awal. Berikut adalah tabel perhitungan komposisi kendaraan :

Tabel 3.19 Perhitungan Simulasi Pengurangan Volume Kendaraan Truk dengan Konfigurasi Sumbu Terkecil dan Dialihkan ke Truk dengan Konfigurasi Sumbu yang Lebih Besar

No.	Jenis Kendaraan	Beban Sumbu (ton)						Jumlah (ton)	SKENARIO 1			
		Sb I	Sb II	Sb III	Sb IV	Sb V	Sb VI		LHR Existing	Tonase Existing	%Tonase Existing	%jml kend Existing
1	MP (1.1)	1	1					2				
2	Bus kecil (1.1)	3	6					9				
3	Bus Besar (1.2)	6	10					16				
4	Truk 2as (1.2)	6	10					16	1,413	22,608	75%	86.42%
5	Truk 3as (1.1.2)	5	6	10				21	15	315	1%	0.92%
6	Truk 3as (1.2.2)	6	9	9				24	45	1,080	4%	2.75%
7	Truk 4as (1.1.2.2)	6	7	10	10			33	27	891	3%	1.65%
8	Truk 4as (1.2.2.2)	6	8	8	8			30	3	90	0%	0.18%
9	Truk 4as (1.2 - 2.2)	6	10	9	9			34	63	2,142	7%	3.85%
10	Truk 4as (1.2 + 2.2)	6	10	10	10			36	21	756	2%	1.28%
11	Truk 5as (1.1.2.2.2)	6	7	8	8	8		37	9	333	1%	0.55%
12	Truk 5as (1.2.2 - 2.2)	6	10	10	10	10		46	9	414	1%	0.55%
13	Truk 6as (1.2.2 - 2.2.2)	6	10	10	10	10	10	56	30	1,680	6%	1.83%
Total								360	1,635	30,309	100%	100%

No.	Jenis Kendaraan	Skenario 2 = 1,5 x				Skenario 3 = 2x			
		%Tonase	Tonase	LHR	% jml kend	%Tonase	Tonase	LHR	% jml kend
1	MP (1.1)								
2	Bus kecil (1.1)								
3	Bus Besar (1.2)								
4	Truk 2as (1.2)	62%	18757.5	1172	78%	49%	14907	932	68%
5	Truk 3as (1.1.2)	2%	472.5	23	1%	2%	630	30	2%
6	Truk 3as (1.2.2)	5%	1620	68	4%	7%	2160	90	7%
7	Truk 4as (1.1.2.2)	4%	1336.5	41	3%	6%	1782	54	4%
8	Truk 4as (1.2.2.2)	0%	135	5	0%	1%	180	6	0%
9	Truk 4as (1.2 - 2.2)	11%	3213	95	6%	14%	4284	126	9%
10	Truk 4as (1.2 + 2.2)	4%	1134	32	2%	5%	1512	42	3%
11	Truk 5as (1.1.2.2.2)	2%	499.5	14	1%	2%	666	18	1%
12	Truk 5as (1.2.2 - 2.2)	2%	621	14	1%	3%	828	18	1%
13	Truk 6as (1.2.2 - 2.2.2)	8%	2520	45	3%	11%	3360	60	4%
	Total	100%	30309	1505	100%	100%	30309	1367	100%

Skenario 2 = 4x					
No.	Jenis Kendaraan	%Tonase	Tonase	LHR	% jml kend
	1	MP (1.1)			
2	Bus kecil (1.1)				
3	Bus Besar (1.2)				
4	Truk 2as (1.2)	0%	0	0	0%
5	Truk 3as (1.2)	3%	765	36	4%
6	Truk 3as (1.22)	14%	4320	180	21%
7	Truk 4as (1.1.22)	12%	3564	108	12%
8	Truk 4as (1.222)	1%	360	12	1%
9	Truk 4as (1.2 - 22)	28%	8568	252	29%
10	Truk 4as (1.2 + 2.2)	10%	3024	84	10%
11	Truk 5as (1.1.222)	4%	1332	36	4%
12	Truk 5as (1.22 - 22)	5%	1656	36	4%
13	Truk 6as (1.22 - 222)	22%	6720	120	14%
Total		100%	30309	864	100%

Catatan Skenario 1 :

Tonase = Jumlah beban (ton) x LHR

% Tonase = Tonase eksisting / total tonase

% jumlah kendaraan = LHR / Total LHR

Catatan scenario 2,3 dan 4 :

% Tonase(3as-6as) = % Tonase eksisting x skenario (1,5 ; 2 ; 4)

Tonase = % tonase x tonase eksisting

LHR = tonase / jumlah beban (ton)

%jumlah kendaraan = LHR /Total LHR

Dengan melakukan langkah perhitungan tebal perkerasan seperti yang telah dijelaskan di atas, didapat kenaikan umur perkerasan pada setiap skenario.

Setelah didapat hasil dari pengolahan data skenario 1, skenario 2, skenario 3 dan skenario 4, keempat grafik tersebut digabung agar terlihat perbedaannya.



BAB 4

ANALISA

4.1. Perhitungan Tebal Perkerasan

Menghitung tebal perkerasan dengan metode Binamarga atau Analisa Komponen ini mempunyai keterbatasan, yaitu jika didapat nilai Lintas Ekuivalen Rencana (LER) di atas 10.000 maka perhitungan tidak dapat dilanjutkan karena nilai LER pada nomogram hanya mencapai nilai maksimum yaitu 10.000.

Maka simulasi ini hanya dilakukan pada Jalan Raya Cibinong karena nilai LER nya masih di bawah 10.000, yaitu 6.675,16. Untuk ruas Jalan Tol Jakarta-Cikampek diperoleh nilai LER yaitu 38.560,81 dan untuk ruas Jalan Cikampek diperoleh nilai LER 21.541,7. Dengan data-data sebagai berikut :

1. Daya Dukung Tanah (DDT) = 4,7
2. Lintas Ekuivalen Rencana (LER) 6.675,16
3. Faktor Regional (FR) = 1

kemudian diplot ke nomogram 1 (lampiran) maka didapat nilai ITP yaitu 13 dengan tebal lapis permukaan 15cm, lapis pondasi atas 35cm dan lapis pondasi bawah 30cm.

4.2. Umur Perkerasan

Direncanakan Umur Rencana (UR) perkerasan jalan lentur untuk ruas Jalan Raya Cibinong yaitu 10 tahun karena jika umur rencana lebih dari 10 tahun, misalnya 15 tahun maka nilai Lintas Ekuivalen Rencana (LER) tidak masuk ke dalam nomogram.

4.3. Penurunan Umur Perkerasan dengan Komposisi Lalulintas Eksisting (Skenario 1)

Dengan disimulasikan terjadinya overload terhadap beban sumbu kendaraan tanpa adanya pengurangan volume kendaraan jenis truk dengan konfigurasi sumbu terkecil, maka nilai ekuivalen akan semakin bertambah sehingga

mengakibatkan menurunnya umur perkerasan jalan lentur. Semakin besar nilai overload maka semakin berkurang umur perkerasannya.

4.3.1. Kondisi Normal, Tanpa Muatan Berlebih

Dengan direncanakan umur perkerasan jalan lentur selama 10 tahun dan dengan volume lalu lintas sebanyak 14.874 buah kendaraan dengan komposisi lalu lintas sebagai berikut :

- | | |
|----------------------|---------------------------|
| 1. MP (1.1) | 8. Truk 4as (1.222) |
| 2. Bus kecil (1.1) | 9. Truk 4as (1.2 - 22) |
| 3. Bus Besar (1.2) | 10. Truk 4as (1.2 + 2.2) |
| 4. Truk 2as (1.2) | 11. Truk 5as (1.1.222) |
| 5. Truk 3as (1.1.2) | 12. Truk 5as (1.22 - 22) |
| 6. Truk 3as (1.22) | 13. Truk 6as (1.22 - 222) |
| 7. Truk 4as (1.1.22) | |

menghasilkan tebal perkerasan dengan lapis permukaan 15cm, lapis pondasi atas 35cm dan lapis pondasi bawah 30cm. Dengan nilai LER 6.675,16 dan ITP 13.

4.3.2. Overload 5%

Dengan overload sebesar 5% dan dengan nilai ITP yang sama maka terjadi penurunan umur perkerasan dari 10 tahun menjadi 9,03 tahun. Berarti dengan penambahan beban sebesar 5% akan menurunkan umur perkerasan sebesar 10%.

4.3.3. Overload 10%

Dengan overload sebesar 10% dan dengan nilai ITP yang sama maka terjadi penurunan umur perkerasan dari 10 tahun menjadi 8,12 tahun. Berarti dengan penambahan beban sebesar 10% akan menurunkan umur perkerasan sebesar 19%.

4.3.4. Overload 15%

Dengan overload sebesar 15% dan dengan nilai ITP yang sama maka terjadi penurunan umur perkerasan dari 10 tahun menjadi 7,29 tahun. Berarti dengan penambahan beban sebesar 15% akan menurunkan umur perkerasan sebesar 27%.

4.3.5. Overload 20%

Dengan overload sebesar 20% dan dengan nilai ITP yang sama maka terjadi penurunan umur perkerasan dari 10 tahun menjadi 6,53 tahun. Berarti dengan nambahan beban sebesar 20% akan menurunkan umur perkerasan sebesar 35%.

4.3.6. Overload 25%

Dengan overload sebesar 25% dan dengan nilai ITP yang sama maka terjadi penurunan umur perkerasan dari 10 tahun menjadi 5,84 tahun. Berarti dengan nambahan beban sebesar 25% akan menurunkan umur perkerasan sebesar 42%.

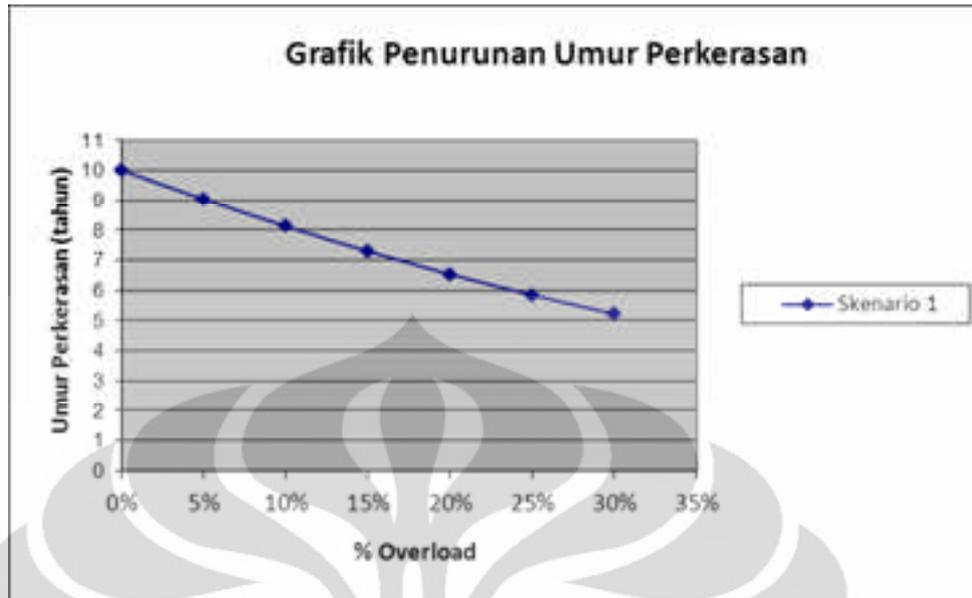
4.3.7. Overload 30%

Dengan overload sebesar 30% dan dengan nilai ITP yang sama maka terjadi penurunan umur perkerasan dari 10 tahun menjadi 5,22 tahun. Berarti dengan nambahan beban sebesar 30% akan menurunkan umur perkerasan sebesar 48%.

Berikut diberikan tabel penurunan umur perkerasan jalan lentur pada skenario 1 dengan enam jenis overload.

Tabel 4.1 Penurunan Umur Perkerasan Jalan Lentur Skenario 1

	Nomal	Overload					
	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
Beban (ton)	360	377	393	410	427	443	460
Jumlah Kendaraan (buah kendaraan)	14.874	14.874	14.874	14.874	14.874	14.874	14.874
ITP	13	13	13	13	13	13	13
Umur Perkerasan(thn)	10	9,03	8,12	7,29	6,53	5,84	5,22
Penurunan UR (%)	0%	10%	19%	27%	35%	42%	48%
Selisih UR		10%	9%	8%	8%	7%	6%



Gambar 4.1 Grafik Penurunan Umur Perkerasan Skenario 1

4.4. Pengalihan Muatan Truk 2as ke Truk Lebih Besar dari 2as sebesar 1,5 kali (Skenario 2)

Dengan disimulasikan terjadinya overload terhadap beban sumbu kendaraan dan dengan adanya pengurangan volume kendaraan jenis truk dengan konfigurasi sumbu terkecil, yaitu dengan cara mengalikan nilai tonase sebanyak 1,5 kali dari nilai tonase pada skenario 1, nilai ekuivalen akan semakin bertambah seiring dengan bertambahnya nilai overload sehingga mengakibatkan menurunnya umur perkerasan jalan lentur.

Namun dengan mengurangi volume truk 2as dan mengalihkannya ke truk yang lebih besar maka umur perkerasan jalan lentur akan lebih besar dibandingkan dengan umur perkerasan jalan lentur pada skenario 1.

4.4.1. Kondisi Normal, Tanpa Muatan Berlebih

Dengan mengurangi jumlah truk 2as sebesar 17% dan menambah jumlah truk di atas 2as sebesar 50% akan berpengaruh pada nilai LER yang lebih kecil sehingga nilai ITP juga semakin kecil, dengan tebal perkerasan yang sama akan mengakibatkan umur perkerasan akan lebih lama. Dengan demikian kondisi ini akan menambah umur perkerasan sebesar 1% yaitu dari 10 tahun menjadi 10,13 tahun.

4.4.2. Overload 5%

Dengan overload sebesar 5% dan mengurangi jumlah truk 2as sebesar 17% kemudian menambah jumlah truk di atas 2as sebesar 50% maka akan berpengaruh pada nilai LER yang lebih kecil sehingga nilai ITP juga semakin kecil, dengan tebal perkerasan yang sama hal ini mengakibatkan umur perkerasan akan lebih lama. Dengan demikian kondisi ini akan menambah umur perkerasan sebesar 1% yaitu dari 9,03 tahun menjadi 9,16 tahun.

4.4.3. Overload 10%

Dengan overload sebesar 10% dan mengurangi jumlah truk 2as sebesar 17% kemudian menambah jumlah truk di atas 2as sebesar 50% maka akan berpengaruh pada nilai LER yang lebih kecil sehingga nilai ITP juga semakin kecil, dengan tebal perkerasan yang sama hal ini mengakibatkan umur perkerasan akan lebih lama. Dengan demikian kondisi ini akan menambah umur perkerasan sebesar 2% yaitu dari 8,12 tahun menjadi 8,25 tahun.

4.4.4. Overload 15%

Dengan overload sebesar 15% dan mengurangi jumlah truk 2as sebesar 17% kemudian menambah jumlah truk di atas 2as sebesar 50% maka akan berpengaruh pada nilai LER yang lebih kecil sehingga nilai ITP juga semakin kecil, dengan tebal perkerasan yang sama hal ini mengakibatkan umur perkerasan akan lebih lama. Dengan demikian kondisi ini akan menambah umur perkerasan sebesar 2% yaitu dari 7,29 tahun menjadi 7,41 tahun.

4.4.5. Overload 20%

Dengan overload sebesar 20% dan mengurangi jumlah truk 2as sebesar 17% kemudian menambah jumlah truk di atas 2as sebesar 50% maka akan berpengaruh pada nilai LER yang lebih kecil sehingga nilai ITP juga semakin kecil, dengan tebal perkerasan yang sama hal ini mengakibatkan umur perkerasan akan lebih lama. Dengan demikian kondisi ini akan menambah umur perkerasan sebesar 2% yaitu dari 6,53 tahun menjadi 6,65 tahun.

4.4.6. Overload 25%

Dengan overload sebesar 25% dan mengurangi jumlah truk 2as sebesar 17% kemudian menambah jumlah truk di atas 2as sebesar 50% maka akan berpengaruh pada nilai LER yang lebih kecil sehingga nilai ITP juga semakin kecil, dengan tebal perkerasan yang sama hal ini mengakibatkan umur perkerasan akan lebih lama. Dengan demikian kondisi ini akan menambah umur perkerasan sebesar 2% yaitu dari 5,84 tahun menjadi 5,95 tahun.

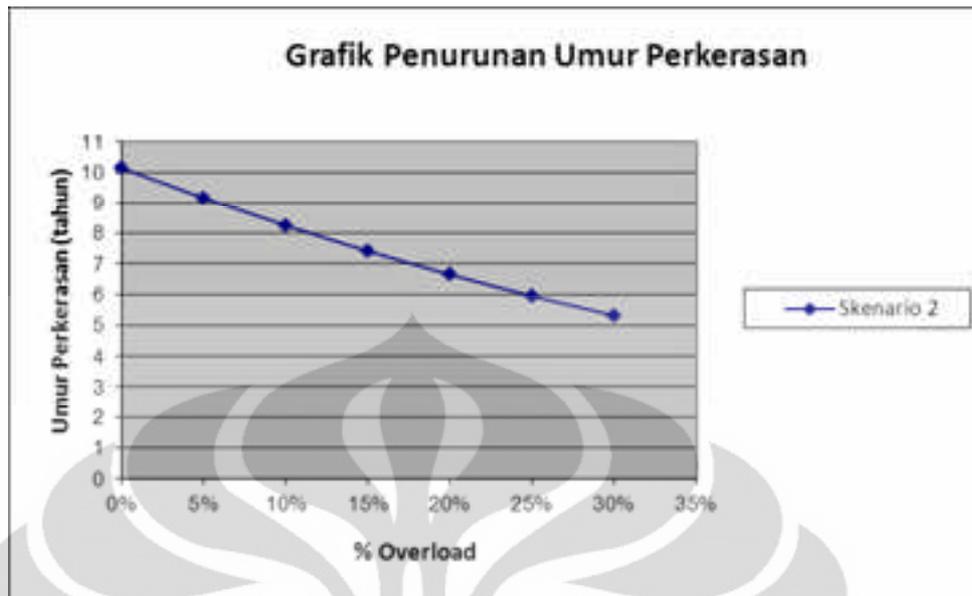
4.4.7. Overload 30%

Dengan overload sebesar 30% dan mengurangi jumlah truk 2as sebesar 17% kemudian menambah jumlah truk di atas 2as sebesar 50% maka akan berpengaruh pada nilai LER yang lebih kecil sehingga nilai ITP juga semakin kecil, dengan tebal perkerasan yang sama hal ini mengakibatkan umur perkerasan akan lebih lama. Dengan demikian kondisi ini akan menambah umur perkerasan sebesar 2% yaitu dari 5,22 tahun menjadi 5,32 tahun.

Berikut diberikan tabel penurunan umur perkerasan jalan lentur pada skenario 2 dengan enam jenis overload.

Tabel 4.2 Penurunan Umur Perkerasan Jalan Lentur Skenario 2

	Nomal	Overload					
	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
Beban (ton)	360	377	393	410	427	443	460
Jumlah Kendaraan (buah kendaraan)	14.744	14.744	14.744	14.744	14.744	14.744	14.744
ITP	13	13	13	13	13	13	13
Umur Perkerasan(thn)	10,13	9,16	8,25	7,41	6,65	5,95	5,32
Penurunan UR (%)	0%	10%	19%	27%	34%	41%	47%
Selisih UR		10%	9%	8%	8%	7%	6%



Gambar 4.2 Grafik Penurunan Umur Perkerasan Jalan Lentur Skenario 2

4.5. Pengalihan Muatan Truk 2as ke Truk Lebih Besar dari 2as sebesar 2 kali (Skenario 3)

Dengan disimulasikan terjadinya overload terhadap beban sumbu kendaraan dengan adanya pengurangan volume kendaraan jenis truk dengan konfigurasi sumbu terkecil, yaitu dengan cara mengalikan nilai tonase sebanyak 2 kali dari nilai tonase pada skenario 1, nilai ekuivalen akan semakin bertambah seiring dengan bertambahnya nilai overload sehingga mengakibatkan menurunnya umur perkerasan jalan lentur.

Namun dengan mengurangi volume truk 2as dan mengalihkannya ke truk yang lebih besar maka umur perkerasan jalan lentur akan lebih besar dibandingkan dengan umur perkerasan jalan lentur pada skenario 1 dan skenario 2.

4.5.1. Kondisi Normal, Tanpa Muatan Berlebih

Dengan mengurangi jumlah truk 2as sebesar 34% dan menambah jumlah truk di atas 2as sebesar 100% akan berpengaruh pada nilai LER yang lebih kecil sehingga nilai ITP juga semakin kecil, dengan tebal perkerasan yang sama akan mengakibatkan umur perkerasan akan lebih lama. Dengan demikian kondisi ini

dan akan menambah umur perkerasan sebesar 3% yaitu dari 10 tahun menjadi 10,26 tahun.

4.5.2. Overload 5%

Dengan overload sebesar 5% dan mengurangi jumlah truk 2as sebesar 34% kemudian menambah jumlah truk di atas 2as sebesar 100% maka akan berpengaruh pada nilai LER yang lebih kecil sehingga nilai ITP juga semakin kecil, dengan tebal perkerasan yang sama hal ini mengakibatkan umur perkerasan akan lebih lama. Dengan demikian kondisi ini akan menambah umur perkerasan sebesar 3% yaitu dari 9,03 tahun menjadi 9,29 tahun.

4.5.3. Overload 10%

Dengan overload sebesar 10% dan mengurangi jumlah truk 2as sebesar 34% kemudian menambah jumlah truk di atas 2as sebesar 100% maka akan berpengaruh pada nilai LER yang lebih kecil sehingga nilai ITP juga semakin kecil, dengan tebal perkerasan yang sama hal ini mengakibatkan umur perkerasan akan lebih lama. Dengan demikian kondisi ini akan menambah umur perkerasan sebesar 3% yaitu dari 8,12 tahun menjadi 8,38 tahun.

4.5.4. Overload 15%

Dengan overload sebesar 15% dan mengurangi jumlah truk 2as sebesar 34% kemudian menambah jumlah truk di atas 2as sebesar 100% maka akan berpengaruh pada nilai LER yang lebih kecil sehingga nilai ITP juga semakin kecil, dengan tebal perkerasan yang sama hal ini mengakibatkan umur perkerasan akan lebih lama. Dengan demikian kondisi ini akan menambah umur perkerasan sebesar 3% yaitu dari 7,29 tahun menjadi 7,54 tahun.

4.5.5. Overload 20%

Dengan overload sebesar 20% dan mengurangi jumlah truk 2as sebesar 34% kemudian menambah jumlah truk di atas 2as sebesar 100% maka akan berpengaruh pada nilai LER yang lebih kecil sehingga nilai ITP juga semakin kecil, dengan tebal perkerasan yang sama hal ini mengakibatkan umur perkerasan

akan lebih lama. Dengan demikian kondisi ini akan menambah umur perkerasan sebesar 4% yaitu dari 6,53 tahun menjadi 6,76 tahun.

4.5.6. Overload 25%

Dengan overload sebesar 25% dan mengurangi jumlah truk 2as sebesar 34% kemudian menambah jumlah truk di atas 2as sebesar 100% maka akan berpengaruh pada nilai LER yang lebih kecil sehingga nilai ITP juga semakin kecil, dengan tebal perkerasan yang sama hal ini mengakibatkan umur perkerasan akan lebih lama. Dengan demikian kondisi ini akan menambah umur perkerasan sebesar 4% yaitu dari 5,84 tahun menjadi 6,06 tahun.

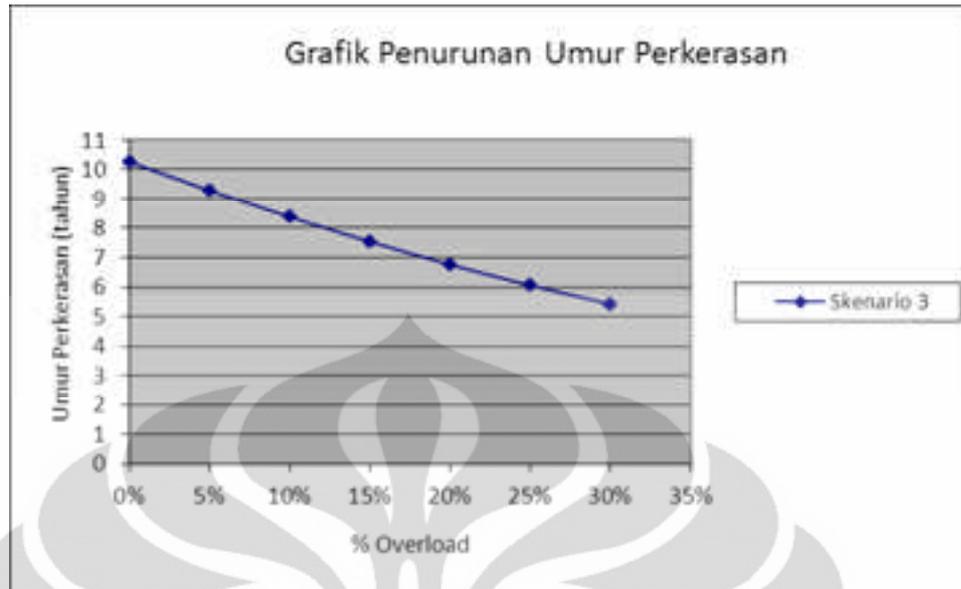
4.5.7. Overload 30%

Dengan overload sebesar 30% dan mengurangi jumlah truk 2as sebesar 34% kemudian menambah jumlah truk di atas 2as sebesar 100% maka akan berpengaruh pada nilai LER yang lebih kecil sehingga nilai ITP juga semakin kecil, dengan tebal perkerasan yang sama hal ini mengakibatkan umur perkerasan akan lebih lama. Dengan demikian kondisi ini akan menambah umur perkerasan sebesar 4% yaitu dari 5,22 tahun menjadi 5,43 tahun.

Berikut diberikan tabel penurunan umur perkerasan jalan lentur pada skenario 3 dengan enam jenis overload.

Tabel 4.3 Penurunan Umur Perkerasan Jalan Lentur Skenario 3

	Nomal	Overload					
	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
Beban (ton)	360	377	393	410	427	443	460
Jumlah Kendaraan (buah kendaraan)	14.615	14.615	14.615	14.615	14.615	14.615	14.615
ITP	13	13	13	13	13	13	13
Umur Perkerasan (thn)	10,26	9,29	8,38	7,54	6,76	6,06	5,43
Penurunan UR (%)	0%	9%	18%	27%	34%	41%	47%
Selisih UR		8%	8%	7%	7%	7%	6%



Gambar 4.3. Grafik Penurunan Umur Perkerasan Jalan Lentur Skenario 3

4.6. Pengalihan Muatan Truk 2as ke Truk Lebih Besar dari 2as sebesar 4 kali (Skenario 4)

Dengan disimulasikan terjadinya overload terhadap beban sumbu kendaraan dengan adanya pengurangan volume kendaraan jenis truk dengan konfigurasi sumbu terkecil, yaitu dengan cara mengalikan nilai tonase sebanyak 4 kali dari nilai tonase pada skenario 1, nilai ekuivalen akan semakin bertambah seiring dengan bertambahnya nilai overload sehingga mengakibatkan menurunnya umur perkerasan jalan lentur.

Namun dengan mengurangi volume truk 2as kemudian mengalihkannya ke truk yang lebih besar maka umur perkerasan jalan lentur akan lebih besar dibandingkan dengan umur perkerasan jalan lentur pada skenario 1, skenario 2 dan skenario 3.

4.6.1. Kondisi Normal, Tanpa Muatan Berlebih

Dengan mengurangi jumlah truk 2as sebesar 100%, yang artinya menghilangkan truk 2as dan menambah jumlah truk di atas 2as sebesar 300% dan truk 3as dengan konfigurasi sumbu 11.2 sebesar 143% akan berpengaruh pada nilai LER yang lebih kecil sehingga nilai ITP juga semakin kecil, dengan tebal perkerasan yang sama akan mengakibatkan umur perkerasan akan lebih lama.

Dengan demikian kondisi ini dan akan menambah umur perkerasan sebesar 8% yaitu dari 10 tahun menjadi 10,82 tahun.

4.6.2. Overload 5%

Dengan overload sebesar 5% dan mengurangi jumlah truk 2as sebesar 100%, yang artinya menghilangkan truk 2as dan menambah jumlah truk di atas 2as sebesar 300% dan truk 3as dengan konfigurasi sumbu 11.2 sebesar 143% akan berpengaruh pada nilai LER yang lebih kecil sehingga nilai ITP juga semakin kecil, dengan tebal perkerasan yang sama akan mengakibatkan umur perkerasan akan lebih lama. Dengan demikian kondisi ini dan akan menambah umur perkerasan sebesar 9% yaitu dari 9,03 tahun menjadi 9,84 tahun.

4.6.3. Overload 10%

Dengan overload sebesar 10% dan mengurangi jumlah truk 2as sebesar 100%, yang artinya menghilangkan truk 2as dan menambah jumlah truk di atas 2as sebesar 300% dan truk 3as dengan konfigurasi sumbu 11.2 sebesar 143% akan berpengaruh pada nilai LER yang lebih kecil sehingga nilai ITP juga semakin kecil, dengan tebal perkerasan yang sama akan mengakibatkan umur perkerasan akan lebih lama. Dengan demikian kondisi ini dan akan menambah umur perkerasan sebesar 10% yaitu dari 8,12 tahun menjadi 8,92 tahun.

4.6.4. Overload 15%

Dengan overload sebesar 15% dan mengurangi jumlah truk 2as sebesar 100%, yang artinya menghilangkan truk 2as dan menambah jumlah truk di atas 2as sebesar 300% dan truk 3as dengan konfigurasi sumbu 11.2 sebesar 143% akan berpengaruh pada nilai LER yang lebih kecil sehingga nilai ITP juga semakin kecil, dengan tebal perkerasan yang sama akan mengakibatkan umur perkerasan akan lebih lama. Dengan demikian kondisi ini dan akan menambah umur perkerasan sebesar 11% yaitu dari 7,29 tahun menjadi 8,06 tahun.

4.6.5. Overload 20%

Dengan overload sebesar 20% dan mengurangi jumlah truk 2as sebesar 100%, yang artinya menghilangkan truk 2as dan menambah jumlah truk di atas 2as sebesar 300% dan truk 3as dengan konfigurasi sumbu 11.2 sebesar 143% akan berpengaruh pada nilai LER yang lebih kecil sehingga nilai ITP juga semakin kecil, dengan tebal perkerasan yang sama akan mengakibatkan umur perkerasan akan lebih lama. Dengan demikian kondisi ini dan akan menambah umur perkerasan sebesar 11% yaitu dari 6,53 tahun menjadi 7,26 tahun.

4.6.6. Overload 25%

Dengan overload sebesar 25% dan mengurangi jumlah truk 2as sebesar 100%, yang artinya menghilangkan truk 2as dan menambah jumlah truk di atas 2as sebesar 300% dan truk 3as dengan konfigurasi sumbu 11.2 sebesar 143% akan berpengaruh pada nilai LER yang lebih kecil sehingga nilai ITP juga semakin kecil, dengan tebal perkerasan yang sama akan mengakibatkan umur perkerasan akan lebih lama. Dengan demikian kondisi ini dan akan menambah umur perkerasan sebesar 12% yaitu dari 5,84 tahun menjadi 6,53 tahun.

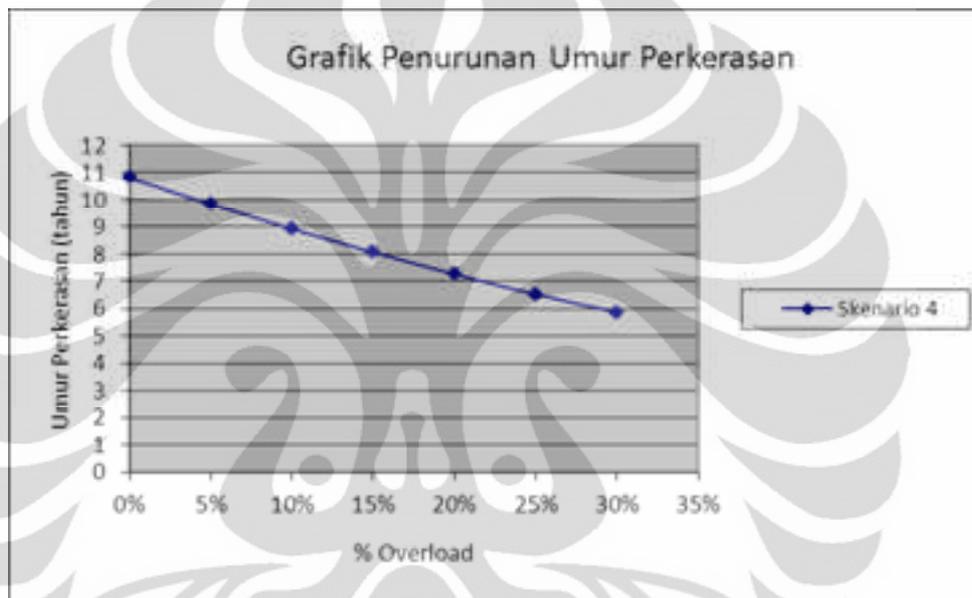
4.6.7. Overload 30%

Dengan overload sebesar 30% dan mengurangi jumlah truk 2as sebesar 100%, yang artinya menghilangkan truk 2as dan menambah jumlah truk di atas 2as sebesar 300% dan truk 3as dengan konfigurasi sumbu 11.2 sebesar 143% akan berpengaruh pada nilai LER yang lebih kecil sehingga nilai ITP juga semakin kecil, dengan tebal perkerasan yang sama akan mengakibatkan umur perkerasan akan lebih lama. Dengan demikian kondisi ini dan akan menambah umur perkerasan sebesar 12% yaitu dari 5,22 tahun menjadi 5,87 tahun.

Berikut diberikan tabel penurunan umur perkerasan jalan lentur pada skenario 4 dengan enam jenis overload.

Tabel 4.4 Penurunan Umur Perkerasan Jalan Lentur Skenario 4

	Nomal	Overload					
	0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%
Beban (ton)	360	377	393	410	427	443	460
Jumlah Kendaraan (buah kendaraan)	14.103	14.103	14.103	14.103	14.103	14.103	14.103
ITP	13	13	13	13	13	13	13
Umur Perkerasan(thn)	10,82	9,84	8,92	8,06	7,26	6,53	5,87
Penurunan UR (%)	0%	9%	18%	26%	33%	40%	46%
Selisih UR		9%	9%	8%	7%	7%	6%

**Gambar 4.4** Grafik Penurunan Umur Perkerasan Jalan Lentur Skenario 4

Berikut diberikan tabel perbandingan umur perkerasan skenario 1, skenario 2, skenario 3 dan skenario 4.

Tabel 4.5 Perbandingan Umur Perkerasan

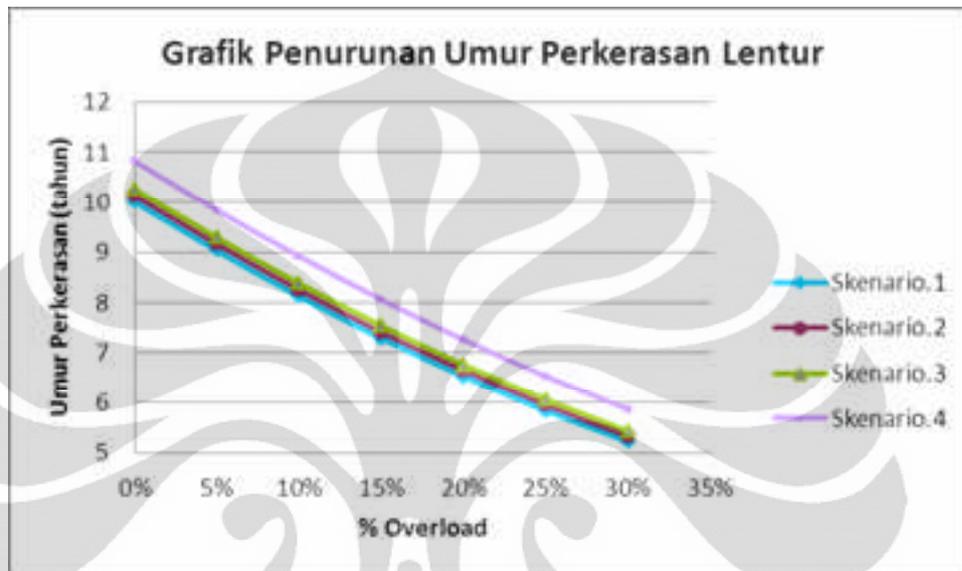
	Skenario			
	1	2	3	4
	Umur Perkerasan (tahun)			
Overload 0%	10,00	10,13	10,26	10,82
Kenaikan Umur Perkerasan	0%	-1%	-3%	-8%
Selisih UR		-1%	-1%	-6%
Overload 5%	9,03	9,16	9,29	9,84
Kenaikan Umur Perkerasan	0%	-1%	-3%	-9%
Selisih UR		-1%	-1%	-6%
Overload 10%	8,12	8,25	8,38	8,92
Kenaikan Umur Perkerasan	0%	-2%	-3%	-10%
Selisih UR		-2%	-2%	-7%
Overload 15%	7,29	7,41	7,54	8,06
Kenaikan Umur Perkerasan	0%	-2%	-3%	-11%
Selisih UR		-2%	-2%	-7%
Overload 20%	6,53	6,65	6,76	7,26
Kenaikan Umur Perkerasan	0%	-2%	-4%	-11%
Selisih UR		-2%	-2%	-8%
Overload 25%	5,84	5,95	6,06	6,53
Kenaikan Umur Perkerasan	0%	-2%	-4%	-12%
Selisih UR		-2%	-2%	-8%
Overload 30%	5,22	5,32	5,43	5,87
Kenaikan Umur Perkerasan	0%	-2%	-4%	-12%
Selisih UR		-2%	-2%	-8%

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa terjadi kenaikan umur perkerasan pada setiap skenario. Pada Skenario 1 dengan komposisi lalu lintas normal (tanpa pengurangan truk 2as) dengan umur rencana perkerasan jalan lentur selama 10 tahun, jika diberi beban berlebih sebesar 5%, 10%, 15%, 20%, 25% dan 35% maka akan terjadi penurunan umur perkerasan sampai 5,22 tahun.

Pada Skenario 2 dengan mengurangi volume truk 2as sebesar 1,5 kali dan dialihkan ke volume di atas 2as, akan terjadi kenaikan umur perkerasan dari 10 tahun menjadi 10,13 tahun (1%) dan sampai akhirnya setelah diberi beban berlebih sebesar 30%, dari 5,22 tahun menjadi 5,32 tahun (2%).

Pada Skenario 3 dengan mengurangi volume truk 2as sebesar 2 kali dan dialihkan ke volume di atas 2as, akan terjadi kenaikan umur perkerasan dari 10 tahun menjadi 10,26 tahun (3%) dan sampai akhirnya setelah diberi beban berlebih sebesar 30%, dari 5,22 tahun menjadi 5,43 tahun (4%).

Pada Skenario 4 dengan mengurangi volume truk 2as sebesar 4 kali dan dialihkan ke volume di atas 2as, akan terjadi kenaikan umur perkerasan dari 10 tahun menjadi 10,82 tahun (8%) dan sampai akhirnya setelah diberi beban berlebih, sebesar 30%, dari 5,22 tahun menjadi 5,87 tahun (12%).



Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Umur Perkerasan Jalan Lentur Skenario 1, Skenario 2, Skenario 3 dan Skenario 4

Dari grafik di atas dapat dilihat, semakin besar overload semakin menurun umur perkerasannya. Namun dengan mengurangi komposisi kendaraan truk 2as dan dialihkan ke kendaraan truk yang konfigurasi sumbunya lebih besar dari 2as maka akan menambah umur perkerasan. Skenario 2 dengan jumlah truk 2as lebih sedikit dibanding skenario 1, posisi grafiknya berada di atas grafik skenario 1. Skenario 3 dengan jumlah truk 2as lebih sedikit dari skenario 1 dan 2, posisi grafiknya berada di atas grafik skenario 1 dan 2. Dan Skenario 4 dengan menghilangkan truk 2as dan jumlah truk 3as lebih sedikit dari skenario 1, 2 dan 3, posisi grafiknya berada di atas grafik skenario 1, 2 dan 3.

4.7. Tonase Tahun Ke-10

Diperhitungkan volume lalu lintas dan besar tonase di tahun ke-10 untuk ruas Jalan Raya Cibinong adalah sebagai berikut :

Tabel 4.6 Volume Lalu lintas dan Tonase di Tahun Ke-10

No.	Jenis Kendaraan	LHR (buah kendaraan)	Jumlah (ton)	Tonase
1	MP (1.1)	24.633	2	49.265,34
2	Bus kecil (1.1)	77	9	690,47
3	Bus Besar (1.2)	1.334	16	21.339,66
4	Truk 2as (1.2)	2.780	16	44.473,36
5	Truk 3as (1.1.2)	30	21	619,65
6	Truk 3as (1.2.2)	89	24	2.124,52
7	Truk 4as (1.1.2.2)	53	33	1.752,73
8	Truk 4as (1.2.2.2)	6	30	177,04
9	Truk 4as (1.2 - 2.2)	124	34	4.213,64
10	Truk 4as (1.2 + 2.2)	41	36	1.487,17
11	Truk 5as (1.1.2.2.2)	18	37	655,06
12	Truk 5as (1.2.2 - 2.2)	18	46	814,40
13	Truk 6as (1.2.2 - 2.2.2)	59	56	3.304,81
Total		29.259	360	130.918

Pada tahun rencana besar volume lalu lintas sebesar 14.874 buah kendaraan dan besar tonase sebesar 66.552 Ton. Jadi, di tahun ke-10 terjadi peningkatan volume lalu lintas dan besar tonase sebesar 96,72 %

BAB 5

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Setelah dilakukan perhitungan terhadap empat jenis skenario, maka dapat disimpulkan :

1. Perhitungan perencanaan tebal perkerasan jalan lentur dengan lalulintas yang tinggi tidak dapat dihitung dengan menggunakan metode analisa komponen (Bina Marga) karena keterbatasan nilai Lintas Ekuivalen rencana (LER) pada nomogram.
2. Penambahan muatan berlebih terhadap kendaraan akan mengurangi umur rencana perkerasan sehingga jalan akan cepat rusak.
3. Bila terjadi pengalihan truk 2as ke truk di atas 2as maka akan berdampak terhadap penambahan umur perkerasan sehingga jalan akan semakin awet.
4. Penambahan jumlah tonase sebesar 1,5kali (skenario 2) akan menyusutkan jumlah truk 2as sebesar 17%. Penambahan jumlah tonase sebesar 2kali (skenario 3) akan menyusutkan jumlah truk 2as sebesar 34%. Dan penambahan jumlah tonase sebesar 4kali (skenario 4) akan menyusutkan jumlah truk 2as sebesar 100%.
5. Jika beban yang dibawa oleh pengguna kendaraan melebihi batas maksimum sumbu terberat, sebaiknya menggunakan kendaraan dengan sumbu yang lebih besar agar dapat mengurangi tingkat kerusakan jalan yang dapat menurunkan umur perkerasan jalan lentur.

5.2. Saran

Setelah dilakukan perhitungan terhadap perencanaan tebal perkerasan jalan lentur maka disarankan untuk melakukan perhitungan dengan metode lain agar dapat dihitung perencanaan tebal perkerasan jalan lentur dengan umur rencana di atas 10 tahun. Karena dengan menggunakan metode Bina Marga mempunyai keterbatasan pada nomogram. Jadi, metode Bina Marga tidak dapat menghitung perencanaan tebal perkerasan jalan lentur dengan lalulintas tinggi.

DAFTAR REFERENSI

- Croney, David dan Paul Croney. 1991. *The Design and Performance of Road Pavements Second Edition*. UK : McGraw-Hill International Limited.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1987. *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen*. Jakarta : Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum
- Direktur Jenderal Perhubungan Darat. 2008. *Panduan Batasan Maksimum Perhitungan JBI (Jumlah Berat yang Diizinkan) dan JBKI (Jumlah Berat Kombinasi yang Diizinkan) untuk Mobil Barang, Kendaraan Khusus, Kendaraan Penarik berikut Kereta Tempelan/ Kereta Gandengan*. Jakarta : Departemen Perhubungan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat
- E.J.Yoder; M.W.Witczak. 1975. *Principles of Pavement Design*. Canada : John Wiley & Sons, Inc.
- Hendarsin, Shirley L. 2000. *Perencanaan Teknik Jalan Raya*. Bandung : Politeknik Negeri Bandung
- Huang, Yang.H. 1993. *Pavement Analysis and Design*. New Jersey : Prentice-Hall, Inc.
- Iskandar, Hikmat. *Volume Lalu-Lintas Rencana Untuk Geometrik dan Perkerasan Jalan*. Bandung : Puslitbang Jalan dan Jembatan.
- Jumlah Berat yang Diizinkan*. 2010. <http://www.id.wikipedia.org.htm>
- Kusuma, Yusmiati. 2007. *Konstruksi Perkerasan Jalan (Overlay) Hand Out I*. Bandung : Politeknik Negeri Bandung.
- Pusat Pengolahan Data (PUSDATA) Departemen Pekerjaan Umum Republik Indonesia. 2008. *Overload Kendaraan Sebabkan Kerusakan Jalan*. <http://www.pu.go.id>
- Sukirman, Silvia. 2006. *Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur*. Bandung : Institut Teknologi Nasional.
- Sukirman, Silvia. 1992. *Pekerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung : Nova.
- Suryawan, Ari. 2005. *Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (Rigid Pavement)*. Jakarta : Beta Offset.
- Training.ce.washington.edu. 2009. 7 *Flexible Pavement Distress*. www.google.com



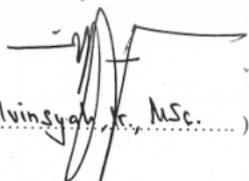
LAMPIRAN 1
FORMULIR PENDAFTARAN JUDUL SEMINAR SKRIPSI

FORMULIR PENDAFTARAN JUDUL SEMINAR SKRIPSI

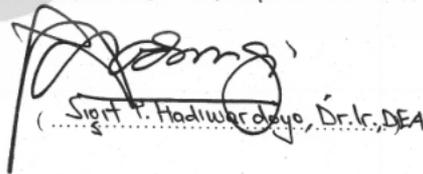
1. Nama Mahasiswa : Garlina Srirahayu
(Sesuai dengan Nama yang di Ijazah)
2. NPM : 0806369354
3. Tempat / Tgl. Lahir : Tasikmalaya / 30 Januari 1986
4. Telephone / E-mail : (021) / Hp : 085221686845
5. Alamat Tempat Tinggal : Jl. Patrakomala Dalam no. 26
Bandung
6. Program Studi : SI Reguler Teknik Sipil / Teknik Lingkungan SI Ekstensi
7. Jumlah SKS : 40
(Yg Sudah diambil)
8. Kekhususan
(Lingkari Sesuai Peminatan): Struktur (Teknologi Bahan, Analisis, Design) *) / Geoteknik /
MK/MP/Keairan/Lingkungan Transportasi
9. Judul Seminar : Pengaruh Distribusi Sumbu Kendaraan
Terhadap Kerusakan Struktur Perkerasan
- Pembimbing 1 : Dr. Ir. Sirot P. Hadiwardoyo, DEA
- Pembimbing 2 :
10. Waktu Pelaksanaan Semester (Ganjil / Genapi *) tahun akademik 2010 / 2011..

Depok, 17, Februari, 2010

Mengetahui,
Ketua Kelompok Ilmu


(Alvin Syah, Ir., M.Sc.)

Pembimbing I Skripsi,


(Sirot P. Hadiwardoyo, Dr. Ir., DEA)

Pembimbing II Skripsi,

(.....)

Keterangan :

*) Coret Yang Tidak Perlu.

❖ Formulir ini harus di serahkan ke sekretariat (Dian) selambat-lambatnya **akhir September**, untuk pendaftaran semester Ganjil dan **akhir Januari** untuk pendaftaran semester Genap.



LAMPIRAN 2
FORMULIR PEMANTAUAN PELAKSANAAN SEMINAR



FORMULIR PEMANTAUAN PELAKSANAAN SEMINAR

1. Nama Mahasiswa : Garlina Srirahayu
2. NPM : 0806369354
3. Program Studi/Kekhususan : S1 Ekstensi Teknik Sipil / Transportasi
4. Telp. Yang dapat dihubungi : 085221686845
5. Judul Seminar : Pola Distribusi Beban Gandar pada Angkutan Berat terhadap Dampak Kerusakan Dini pada Struktur Perkerasan Lentur akibat Muatan Berlelah
6. Pembimbing 1 : Dr. Ir. Sieit P. Hadiwardoyo, DEA
- Pembimbing 2 :
7. Waktu Pelaksanaan : Semester Ganjil/ Genap *) Tahun Akademik 2010 - 2011

Keterangan :

- * Coret yang tidak perlu
- * Kepada Mahasiswa yang sedang mengambil Seminar, minimal harus melaksanakan 6x (Enam kali) pertemuan dengan dosen pembimbing.

Formulir ini harus diserahkan ke Sekretariat (Dian) sebagai syarat pendaftaran maju sidang Seminar

Catatan Pertemuan dengan Dosen Pembimbing :

No Urut	Tgl Pertemuan	Materi Yang Dibahas	Paraf Dosen Pembimbing
1	4/3 2010	Perbaiki bab I	P
2	11/3 2010	Seapkan pustaka	P
3	28/3 2010	Perbaiki semua bab II	P
4	5/4 2010	Seapkan metode logi	P
5	12/4 2010	Perbaiki isi bab III	P
6	9/6 2010	Perbaiki diagram alir	P
7	10/6 2010	Seapkan diagram alir pembahasan	P
8	17/6 2010	Seapkan materi seminar	P



LAMPIRAN 3
FORM PERSETUJUAN UJIAN SEMINAR SKRIPSI



Form B

Form Persetujuan Ujian Seminar /Skripsi//Thesis

Kepada Yth,
Ketua Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Indonesia
di Depok

Bersama ini disampaikan bahwa, mahasiswa :

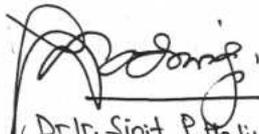
1. Nama : Garlina Srirahayu
(HP) : (085221686845)
2. NPM : 0806369354
3. Program*) : ~~SI Regular /PSTL/PPSE/S2 Reg/S2 Khusus~~
4. Judul Seminar Skripsi / ~~Skripsi/Seminar Thesis/Thesis*~~ :
Pola Distribusi Beban Bandar pada Angkutan Berat terhadap Dampak Kerusakan Dini pada Struktur Perkerasan Lentur Akibat Muatan Berlebih

Disetujui untuk diajukan dalam ujian Seminar Skripsi/~~Skripsi/Seminar Thesis/Thesis*~~ Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Depok, 21 Juni 2010

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


(Dr. Ir. Sigit P. Hadiwardoyo)/DEA

(_____)

*) Coret yang tidak perlu



LAMPPIRAN 4
FORMULIR PEMANTAUAN PELAKSANAAN SKRIPSI



FORMULIR PEMANTAUAN PELAKSANAAN TESIS / SKRIPSI

4. Nama Mahasiswa : Garlina Srirahayu
 5. N P M : 0806369354
 6. Program Studi/Kekhususan : S1 Ekstensi Teknik Sipil / Transportasi
 4. Telp. Yang dapat dihubungi : 085221686845
 6. Topik Seminar / SKRIPSI : Pola Distribusi Beban Landar pada Angkutan Berat terhadap Dampak Kerusakan Diri pada Struktur Perkerasan Lentur akibat Muatan Berlebih
 6. Pembimbing 1 : Dr. Ir. Sigit P. Hadiwardoyo, DEA
 Pembimbing 2 :
 8. Waktu Pelaksanaan : Semester Ganjil / Genap *) Tahun Akademik 2010 - 2011

Keterangan :

- Coret yang tidak perlu
- Kepada Mahasiswa yang sedang mengambil Seminar atau Tesis, minimal harus melaksanakan 8x (delapan kali) pertemuan dengan dosen pembimbing.

Formulir ini harus diserahkan ke Sekretariat (Dian) sebagai syarat pendaftaran maju sidang Seminar

Catatan Pertemuan dengan Dosen Pembimbing :

No Urut	Tgl Pertemuan	Materi Yang Dibahas	Paraf Dosen Pembimbing
1.	7/10	Perbaiki perhit. LHR	
2	14/10	Cek data 24 jam	
3.	18/10	Buat grafik data v. narasinya	
4.	25/10	Buat perhit LHR	
5.	1/11	Lanjutkan perhit dari lasmarga	
6.	19/11	Hitung vd. LL untuk simulasi	
7.	8/12	Buat simulasi beban distribusi kendaraan	
8	13/12	Perbaiki % kead. berat	



FORMULIR PEMANTAUAN PELAKSANAAN TESIS / SKRIPSI

4. Nama Mahasiswa : Garlina Srirahayu
5. N P M : 0206349354
6. Program Studi/Kekhususan : SI Ekstensif Teknik Sipil / Transportasi
4. Teip. Yang dapat dihubungi : 085221626895
6. Topik Seminar / SKRIPSI : Pola Distribusi Beban Sandar pada Angkutan Berat terhadap Dampak Kerusakan Dini pada Struktur Perkerasan Lentur akibat Muatan Berlebih
6. Pembimbing 1 : Dr. Ir. Sigit P. Hadiwardoyo, DEA
- Pembimbing 2 :
8. Waktu Pelaksanaan : Semester Ganjil / Genap*) Tahun Akademik 2010-2011.

Keterangan :

- * Coret yang tidak perlu
- * Kepada Mahasiswa yang sedang mengambil Seminar atau Tesis, minimal harus melaksanakan 8x (delapan kali) pertemuan dengan dosen pembimbing.

Formulir ini harus diserahkan ke Sekretariat (Dian) sebagai syarat pendaftaran maju sidang Seminar
Catatan Pertemuan dengan Dosen Pembimbing :

No Urut	Tgl Pertemuan	Materi Yang Dibahas	Paraf Dosen Pembimbing
9	12/12 '10	Buat simulasi 29. 4x normal	
10	20/12 '10	Sempurnakan Bab 4 dan Buat Kesimpulan	



LAMPIRAN 5
FORM PERSETUJUAN UJIAN SKRIPSI



Form Persetujuan Ujian Seminar /Skripsi//Thesis

Kepada Yth,
Ketua Departemen Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Indonesia
di Depok

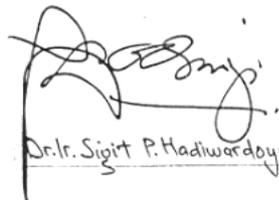
Bersama ini disampaikan bahwa, mahasiswa :

1. Nama : Garlina Srirahayu (085221626845)
(HP)
2. NPM : 0806369359
3. Program*) : ~~S1 Regular /PSTL/PPSE/S2 Reg/S2 Khusus~~
4. ~~Judul Seminar Skripsi / Skripsi/Seminar Thesis/Thesis*) :~~
Pola Distribusi Beban Gandar pada Angkutan Berat terhadap Dampak Kerusakan
Dini pada Struktur Perkerasan Lentur akibat Muatan Berlebih.

Disetujui untuk diajukan dalam ujian Seminar Skripsi/Skripsi
(Seminar Thesis/Thesis*) Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Indonesia.

Depok, 29 Desember 2010

Dosen Pembimbing I


Dr. Ir. Sigit P. Hadiwardoyo, DEA

Dosen Pembimbing II

(_____)

*) Coret yang tidak perlu



LAMPIRAN 6
SURAT PERMOHONAN IZIN PERMINTAAN DATA SKRIPSI
PT. JASAMARGA (PERSERO)



**UNIVERSITAS INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK**

KAMPUS BARU U.I. DEPOK 16424

Dekanat : (021) 7863504, 7863505, Fax. 7270050

PPSTD : (021) 7270011, 7863311, Fax. 7863503

Pusat Administrasi dan Humas : (021) 78888430, 78887861, 78849046, Fax. PAF 7863507, Fax. Humas 78888076

Nomor : MH-04.02 (Surat Pengantar Mahasiswa)/ 1020/PT.02.FT.01/1/2010
Lamp : ---
Hal : Permohonan Izin Permintaan Data Untuk Skripsi

Kepada Yth,
PT. Jasamarga (Persero)
Cabang Jakarta – Cikampek
Jl. Teuku Umar, Sepanjang Jaya Bekasi
17114

Dengan hormat,

Dalam rangka penyusunan Skripsi, mahasiswa kami membutuhkan data dari tempat yang Bapak/Ibu pimpin. Untuk itu kami mohon kesediaan Bapak/Ibu kiranya kepada mahasiswa kami diizinkan untuk melakukan wawancara guna mendapatkan data yang terkait dengan penelitian.

Berikut kami sampaikan nama mahasiswa yang bersangkutan :

No	Nama Mahasiswa	NPM	Fakultas / Departemen
1.	Andri Suryadi Putra	0806369146	Teknik/ Teknik Sipil
2.	Garlina Srirahayu	0806369354	Teknik/ Teknik Sipil
3.	Kartika Ahdiyanthi	0806369474	Teknik/ Teknik Sipil

Agar tujuan penelitian tersebut mendapatkan hasil dan nilai seperti yang diharapkan, kami mohon pula bimbingan dan pengarahan Bapak/Ibu, baik dari segi teknik & administrasi kepada mahasiswa tersebut.

Demikian atas perhatian, bantuan kesempatan dan kerjasama yang diberikan, kami ucapkan terima kasih.

Depok, 23 Oktober 2010

Departemen Teknik Sipil FTUI



Prof. Dr. Irwan Katili

NIP. 19581113 198602 1 001



LAMPIRAN 7
DATA SEKUNDER (PT. JASAMARGA)
LALULINTAS HARIAN RATA-RATA PADA RUAS JALAN
TOL CABANG JAKARTA-CIKAMPEK



**LAMPIRAN 8
DATA SEKUNDER (PT. JASAMARGA)
VOLUME LALULINTAS PER JAM GERBANG TOL
CIBITUNG**

PT. JASA MARGA (Persero) Tbk
 Cabang : Jakarta Cikampek
 Gerbang : Cibitung 1
 Rentang Waktu : 01 Nop 2010 00:00:00 s/d 01 Nop 2010 23:59:59
 Durasi : 60 Menit

Volume Lalu Lintas Per Jam

No	Waktu	Masuk			Total	Total
		1	3	5		
01/11/10	00:00:00 - 01/11/10 01:00:00	243	0	0	243	243
01/11/10	01:00:00 - 01/11/10 02:00:00	169	0	0	169	169
01/11/10	02:00:00 - 01/11/10 03:00:00	245	0	0	245	245
01/11/10	03:00:00 - 01/11/10 04:00:00	48	135	0	183	183
01/11/10	04:00:00 - 01/11/10 05:00:00	0	385	0	385	385
01/11/10	05:00:00 - 01/11/10 06:00:00	343	409	0	752	752
01/11/10	06:00:00 - 01/11/10 07:00:00	412	196	0	608	608
01/11/10	07:00:00 - 01/11/10 08:00:00	300	207	0	507	507
01/11/10	08:00:00 - 01/11/10 09:00:00	303	271	0	574	574
01/11/10	09:00:00 - 01/11/10 10:00:00	405	401	0	806	806
01/11/10	10:00:00 - 01/11/10 11:00:00	477	482	0	959	959
01/11/10	11:00:00 - 01/11/10 12:00:00	510	553	0	1.063	1.063
01/11/10	12:00:00 - 01/11/10 13:00:00	483	485	0	968	968
01/11/10	13:00:00 - 01/11/10 14:00:00	421	416	0	837	837
01/11/10	14:00:00 - 01/11/10 15:00:00	409	417	0	826	826
01/11/10	15:00:00 - 01/11/10 16:00:00	380	389	0	769	769
01/11/10	16:00:00 - 01/11/10 17:00:00	404	393	0	797	797

PT. JASA MARGA (Persero) Tbk
 Cabang : Jakarta Cikampek
 Gerbang : Cibitung 1
 Rentang Waktu : 01 Nop 2010 00:00:00 s/d 01 Nop 2010 23:59:59
 Durasi : 60 Menit

Volume Lalu Lintas Per Jam

				Masuk			Total	Total
				1	3	5		
01/11/10	17:00:00	01/11/10	18:00:00	430	438	0	868	868
01/11/10	18:00:00	01/11/10	19:00:00	370	367	0	727	727
01/11/10	19:00:00	01/11/10	20:00:00	309	267	0	766	766
01/11/10	20:00:00	01/11/10	21:00:00	327	341	0	668	668
01/11/10	21:00:00	01/11/10	22:00:00	308	323	0	631	631
01/11/10	22:00:00	01/11/10	23:00:00	253	246	0	509	509
01/11/10	23:00:00	01/11/10	23:59:59	367	23	0	390	390
Total				3.050	7.234	0	15.290	15.290

PT. JASA MARGA (Persero) Tbk
 Cabang : Jakarta Cikampek
 Gerbang : Cibitung 2
 Rentang Waktu : 01 Nop 2010 00:00:00 s/d 01 Nop 2010 23:59:59
 Durasi : 60 Menit

Volume Lalu Lintas Per Jam

		Masuk			Total
		7	9	11	
01/11/10 00:00:00	01/11/10 01:00:00	0	109	0	109
01/11/10 01:00:00	01/11/10 02:00:00	0	44	0	44
01/11/10 02:00:00	01/11/10 03:00:00	0	24	0	24
01/11/10 03:00:00	01/11/10 04:00:00	0	21	0	21
01/11/10 04:00:00	01/11/10 05:00:00	0	44	0	44
01/11/10 05:00:00	01/11/10 06:00:00	0	149	0	149
01/11/10 06:00:00	01/11/10 07:00:00	0	18	278	296
01/11/10 07:00:00	01/11/10 08:00:00	0	0	401	401
01/11/10 08:00:00	01/11/10 09:00:00	0	90	493	579
01/11/10 09:00:00	01/11/10 10:00:00	0	303	339	672
01/11/10 10:00:00	01/11/10 11:00:00	0	459	384	843
01/11/10 11:00:00	01/11/10 12:00:00	0	518	470	988
01/11/10 12:00:00	01/11/10 13:00:00	0	445	445	890
01/11/10 13:00:00	01/11/10 14:00:00	0	364	325	689
01/11/10 14:00:00	01/11/10 15:00:00	0	561	528	1.089
01/11/10 15:00:00	01/11/10 16:00:00	0	534	503	1.152
01/11/10 16:00:00	01/11/10 17:00:00	0	62	613	1.239

PT. CASA MARGA (Persero) Tbk
 Cabang : Jakarta Cikampek
 Gerbang : Cibitung 2
 Rentang Waktu : 01 Nop 2010 00:00:00 s/d 01 Nop 2010 23:59:59
 Durasi : 60 Menit

Volume Lalu Lintas Per Jam

No	Waktu	Masuk	Masuk			Total
			7	9	11	
01/11/10	17:00:00	01/11/10 18:00:00	393	308	621	1.603
01/11/10	18:00:00	01/11/10 19:00:00	44	914	633	1.724
01/11/10	19:00:00	01/11/10 20:00:00	0	533	533	1.055
01/11/10	20:00:00	01/11/10 21:00:00	0	444	444	889
01/11/10	21:00:00	01/11/10 22:00:00	0	389	389	882
01/11/10	22:00:00	01/11/10 23:00:00	0	227	196	417
01/11/10	23:00:00	01/11/10 23:59:59	0	121	193	314
Total			637	7.036	7.746	15.913

PT. JASA MARGA (Persero) Tbk
 Cabang : Jakarta Cikampek
 Gerbang : Cibitung 1
 Rentang Waktu : 31 Okt 2010 00:00:00 s/d 31 Okt 2010 23:59:59
 Durasi : 60 Menit

Volume Lalu Lintas Per Jam

		Arah			Total	
		1	3	5	Total	
31/10/10 00:00:00	31/10/10 01:00:00	0	284	0	284	284
31/10/10 01:00:00	31/10/10 02:00:00	0	197	0	197	197
31/10/10 02:00:00	31/10/10 03:00:00	18	169	0	187	187
31/10/10 03:00:00	31/10/10 04:00:00	166	0	0	166	166
31/10/10 04:00:00	31/10/10 05:00:00	228	0	0	228	228
31/10/10 05:00:00	31/10/10 06:00:00	212	134	0	346	346
31/10/10 06:00:00	31/10/10 07:00:00	198	196	0	394	394
31/10/10 07:00:00	31/10/10 08:00:00	251	237	0	488	488
31/10/10 08:00:00	31/10/10 09:00:00	316	277	0	593	593
31/10/10 09:00:00	31/10/10 10:00:00	344	336	0	680	680
31/10/10 10:00:00	31/10/10 11:00:00	366	338	0	704	704
31/10/10 11:00:00	31/10/10 12:00:00	345	334	0	679	679
31/10/10 12:00:00	31/10/10 13:00:00	313	322	0	635	635
31/10/10 13:00:00	31/10/10 14:00:00	334	315	0	649	649
31/10/10 14:00:00	31/10/10 15:00:00	385	347	0	732	732
31/10/10 15:00:00	31/10/10 16:00:00	334	325	0	659	659
31/10/10 16:00:00	31/10/10 17:00:00	368	333	0	701	701

PT. JASA MARGA (Persero) Tbk
 Cabang : Jakarta Cikampek
 Gerbang : Cibitung 1
 Rentang Waktu : 31 Okt 2010 00:00:00 s/d 31 Okt 2010 23:59:59
 Durasi : 60 Menit

Volume Lalu Lintas Per Jam

			Masuk			Total	Total
			1	2	5		
31/10/10 17:00:00	31/10/10 18:00:00		328	342	0	670	670
31/10/10 18:00:00	31/10/10 19:00:00		303	290	0	593	593
31/10/10 19:00:00	31/10/10 20:00:00		327	273	0	600	600
31/10/10 20:00:00	31/10/10 21:00:00		198	346	0	544	544
31/10/10 21:00:00	31/10/10 22:00:00		231	211	0	442	442
31/10/10 22:00:00	31/10/10 23:00:00		202	175	0	377	377
31/10/10 23:00:00	31/10/10 23:59:59		62	204	0	266	266
Total			5,029	6,026	0	11,054	11,054

PT. CASA MARGA (Persero) Tbk
 Cabang : Jakarta Cikampek
 Gerbang : Cibitung 2
 Rentang Waktu : 31 Okt 2010 00:00:00 s/d 31 Okt 2010 23:59:59
 Durasi : 60 Menit

Volume Lalu Lintas Per Jam

		Masuk			Total	
		7	9	11		
31/10/10 00:00:00	31/10/10 01:00:00	0	50	112	162	162
31/10/10 01:00:00	31/10/10 02:00:00	0	0	104	104	104
31/10/10 02:00:00	31/10/10 03:00:00	0	0	49	49	49
31/10/10 03:00:00	31/10/10 04:00:00	0	6	13	19	19
31/10/10 04:00:00	31/10/10 05:00:00	0	39	0	39	39
31/10/10 05:00:00	31/10/10 06:00:00	0	54	0	54	54
31/10/10 06:00:00	31/10/10 07:00:00	0	29	67	96	96
31/10/10 07:00:00	31/10/10 08:00:00	0	0	150	150	150
31/10/10 08:00:00	31/10/10 09:00:00	0	0	211	211	211
31/10/10 09:00:00	31/10/10 10:00:00	0	0	233	233	233
31/10/10 10:00:00	31/10/10 11:00:00	0	0	167	167	167
31/10/10 11:00:00	31/10/10 12:00:00	0	0	178	178	178
31/10/10 12:00:00	31/10/10 13:00:00	0	0	165	165	165
31/10/10 13:00:00	31/10/10 14:00:00	0	0	187	187	187
31/10/10 14:00:00	31/10/10 15:00:00	0	107	121	228	228
31/10/10 15:00:00	31/10/10 16:00:00	0	220	0	220	220
31/10/10 16:00:00	31/10/10 17:00:00	0	267	0	267	267

PT. JASA MARGA (Persero) Tbk
 Cabang : Jakarta Cikampek
 Gerbang : Cibitung 2
 Rentang Waktu : 31 Okt 2010 00:00:00 s/d 31 Okt 2010 23:59:59
 Durasi : 60 Menit

Volume Lalu Lintas Per Jam

Tanggal	Waktu	Masuk			Total
		7	9	11	
31/10/10	17:00:00 - 31/10/10 18:00:00	0	300	0	300
31/10/10	18:00:00 - 31/10/10 19:00:00	0	299	0	299
31/10/10	19:00:00 - 31/10/10 20:00:00	0	172	0	172
31/10/10	20:00:00 - 31/10/10 21:00:00	0	161	0	161
31/10/10	21:00:00 - 31/10/10 22:00:00	0	116	0	116
31/10/10	22:00:00 - 31/10/10 23:00:00	0	79	0	79
31/10/10	23:00:00 - 31/10/10 23:59:59	0	102	0	102
Total		0	1,307	1,757	3,064

PT. JASA MARGA (Persero) Tbk
 Cabang : Jakarta Cikampek
 Gerbang : Cibitung 1
 Rentang Waktu : 27 Okt 2010 00:00:00 s/d 27 Okt 2010 23:59:59
 Durasi : 60 Menit

Volume Lalu Lintas Per Jam

		Arah			Total	
		1	3	5	Total	
27/10/10 00:00:00	27/10/10 01:00:00	0	265	0	265	265
27/10/10 01:00:00	27/10/10 02:00:00	5	219	0	219	219
27/10/10 02:00:00	27/10/10 03:00:00	7	176	0	183	183
27/10/10 03:00:00	27/10/10 04:00:00	213	0	0	213	213
27/10/10 04:00:00	27/10/10 05:00:00	375	17	0	392	392
27/10/10 05:00:00	27/10/10 06:00:00	312	300	0	612	612
27/10/10 06:00:00	27/10/10 07:00:00	410	409	0	819	819
27/10/10 07:00:00	27/10/10 08:00:00	301	279	0	580	580
27/10/10 08:00:00	27/10/10 09:00:00	294	296	0	590	590
27/10/10 09:00:00	27/10/10 10:00:00	444	453	0	897	897
27/10/10 10:00:00	27/10/10 11:00:00	438	553	0	1.041	1.041
27/10/10 11:00:00	27/10/10 12:00:00	460	536	0	996	996
27/10/10 12:00:00	27/10/10 13:00:00	509	543	0	1.052	1.052
27/10/10 13:00:00	27/10/10 14:00:00	412	455	0	867	867
27/10/10 14:00:00	27/10/10 15:00:00	473	457	0	875	875
27/10/10 15:00:00	27/10/10 16:00:00	373	335	0	708	708
27/10/10 16:00:00	27/10/10 17:00:00	335	355	0	700	700

PT. JASA MARGA (Persero) Tbk
 Cabang : Jakarta Cikampek
 Gerbang : Cibitung 1
 Rentang Waktu : 27 Okt 2010 00:00:00 s/d 27 Okt 2010 23:59:59
 Durasi : 60 Menit

Volume Lalu Lintas Per Jam

			Masuk			Total	Total	
			1	0	0			
27/10/10	17:00:00	27/10/10	18:00:00	417	427	0	844	844
27/10/10	18:00:00	27/10/10	19:00:00	380	411	0	791	791
27/10/10	19:00:00	27/10/10	20:00:00	361	330	0	741	741
27/10/10	20:00:00	27/10/10	21:00:00	349	326	0	674	674
27/10/10	21:00:00	27/10/10	22:00:00	309	316	0	624	624
27/10/10	22:00:00	27/10/10	23:00:00	257	236	0	495	495
27/10/10	23:00:00	27/10/10	23:59:59	405	9	0	414	414
Total				7.000	7.792	0	15.002	15.002

PT. JASA MARGA (Persero) Tbk
 Cabang : Jakarta Cikampek
 Gerbang : Cibitung 2
 Rentang Waktu : 27 Okt 2010 00:00:00 s/d 27 Okt 2010 23:59:59
 Durasi : 60 Menit

Volume Lalu Lintas Per Jam

		Masuk			Total	
		7	9	11	Total	
27/10/10 00:00:00	27/10/10 01:00:00	0	167	243	410	410
27/10/10 01:00:00	27/10/10 02:00:00	0	213	0	213	213
27/10/10 02:00:00	27/10/10 03:00:00	0	159	0	159	159
27/10/10 03:00:00	27/10/10 04:00:00	0	12	66	78	78
27/10/10 04:00:00	27/10/10 05:00:00	0	0	105	105	105
27/10/10 05:00:00	27/10/10 06:00:00	0	0	202	202	202
27/10/10 06:00:00	27/10/10 07:00:00	0	0	383	383	383
27/10/10 07:00:00	27/10/10 08:00:00	0	0	440	440	440
27/10/10 08:00:00	27/10/10 09:00:00	0	104	604	708	708
27/10/10 09:00:00	27/10/10 10:00:00	0	389	373	762	762
27/10/10 10:00:00	27/10/10 11:00:00	0	408	505	913	913
27/10/10 11:00:00	27/10/10 12:00:00	0	551	515	1,066	1,066
27/10/10 12:00:00	27/10/10 13:00:00	0	485	473	958	958
27/10/10 13:00:00	27/10/10 14:00:00	0	393	359	752	752
27/10/10 14:00:00	27/10/10 15:00:00	0	541	553	1,094	1,094
27/10/10 15:00:00	27/10/10 16:00:00	0	570	556	1,126	1,126
27/10/10 16:00:00	27/10/10 17:00:00	0	582	601	1,183	1,183

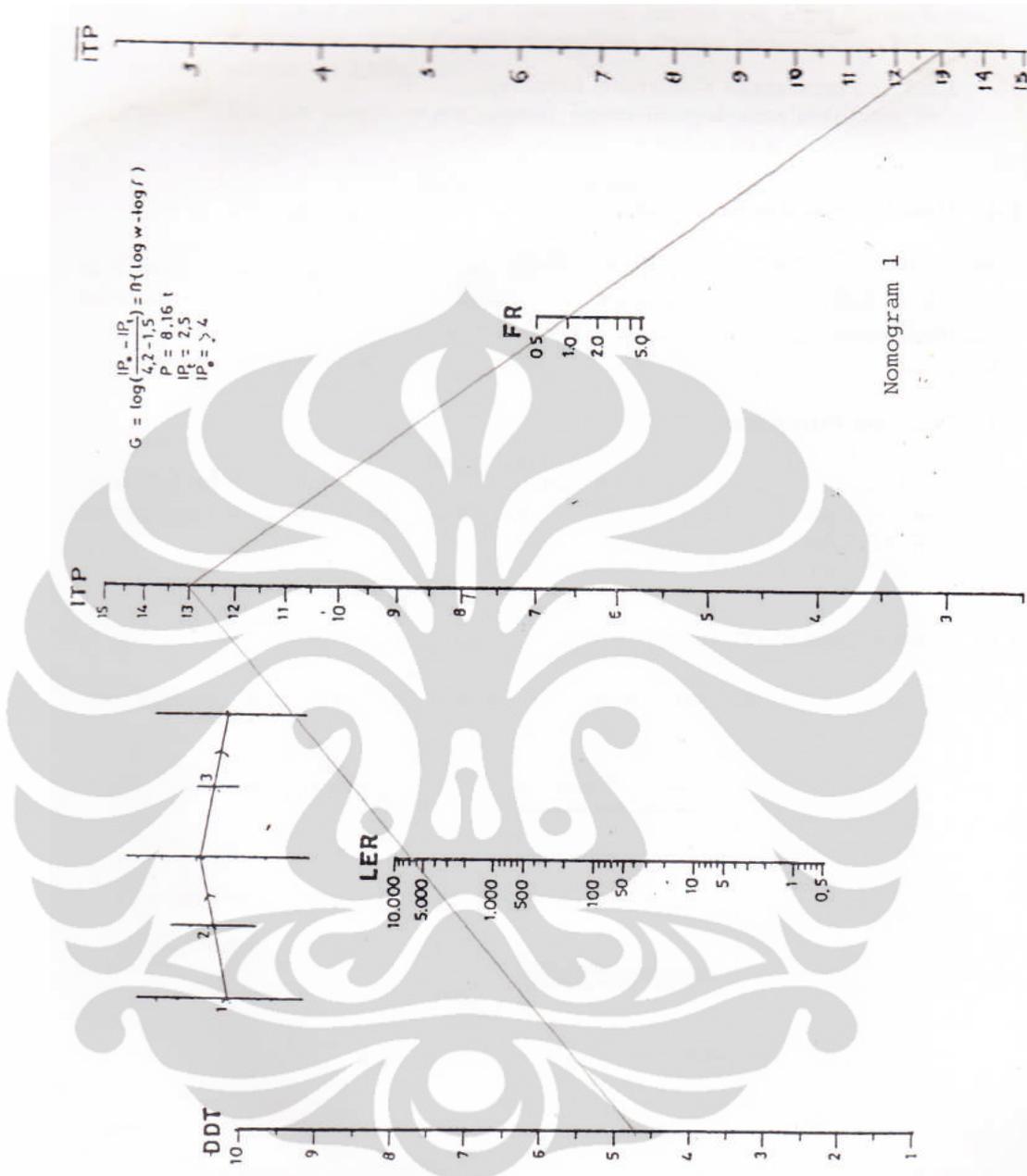
PT. JASA MARGA (Persero) Tbk
 Cabang : Jakarta Cikampek
 Gerbang : Cibitung 2
 Rentang Waktu : 27 Okt 2010 00:00:00 s/d 27 Okt 2010 23:59:59
 Durasi : 60 Menit

Volume Lalu Lintas Per Jam

	Masuk			Total	Total
	7	9	11		
27/10/10 17:00:00	451	610	613	1.674	1.674
27/10/10 18:00:00	415	609	619	1.643	1.643
27/10/10 19:00:00	0	476	471	947	947
27/10/10 20:00:00	0	431	422	853	853
27/10/10 21:00:00	0	330	305	635	635
27/10/10 22:00:00	0	144	232	376	376
27/10/10 23:00:00	0	32	257	289	289
Total	866	7.211	6.927	17.004	17.004



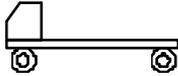
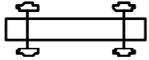
LAMPIRAN 9
NOMOGRAM INDEKS TEBAL PERKERASAN (ITP)



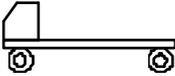
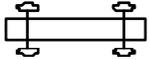
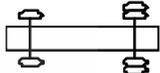
Sumber : Departemen Pekerjaan Umum



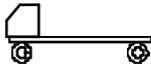
**LAMPIRAN 10
FORM TRAFFIC COUNTING**

<u>SURVEY LALU LINTAS</u>		Gambar Konfigurasi Sumbu	
		Samping	Atas
Survey hari/tanggal	:	(1.1)	(1.1)
Nama Petugas Pencatat	:		
Lokasi Survey	:		
Arah lalu lintas	:		
Lembar ke	:		

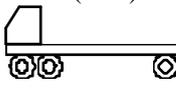
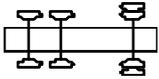
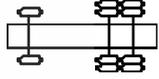
Jam	Jenis Kendaraan	Jam	Jenis Kendaraan
	Mobil Penumpang (1.1)		Mobil Penumpang (1.1)
6 - 7		12 - 13	
muatan normal		muatan normal	
6 - 7		12 - 13	
muatan berlebih		muatan berlebih	
7 - 8		13 - 14	
muatan normal		muatan normal	
7 - 8		13 - 14	
muatan berlebih		muatan berlebih	
8 - 9		14 - 15	
muatan normal		muatan normal	
8 - 9		14 - 15	
muatan berlebih		muatan berlebih	
9 - 10		15 - 16 s	
muatan normal		muatan normal	
9 - 10		15 - 16	
muatan berlebih		muatan berlebih	
10 - 11		16 - 17	
muatan normal		muatan normal	
10 - 11		16 - 17	
muatan berlebih		muatan berlebih	
11 - 12		17 - 18	
muatan normal		muatan normal	
11 - 12		17 - 18	
muatan berlebih		muatan berlebih	

<u>SURVEY LALU LINTAS</u>		Gambar Konfigurasi Sumbu	
		Samping	Atas
Survey hari/tanggal	:	(1.1)	(1.1)
Nama Petugas Pencatat	:		
Lokasi Survey	:	(1.2)	(1.2)
Arah lalu lintas	:		
Lembar ke	:		

Jam	Jenis Kendaraan		Jam	Jenis Kendaraan	
	Bus Kecil (1.1)	Bus Besar (1.2)		Bus Kecil (1.1)	Bus Besar (1.2)
6 - 7 normal			12 - 13 normal		
6 - 7 berlebih			12 - 13 berlebih		
7 - 8 normal			13 - 1 normal		
7 - 8 berlebih			13 - 14 berlebih		
8 - 9 normal			14 - 15 normal		
8 - 9 berlebih			14 - 15 berlebih		
9 - 10 normal			15 - 16 normal		
9 - 10 berlebih			15 - 16 berlebih		
10 - 11 normal			16 - 17 normal		
10 - 11 berlebih			16 - 17 berlebih		
11 - 12 normal			17 - 18 normal		
11 - 12 berlebih			17 - 18 berlebih		

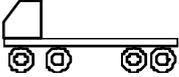
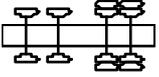
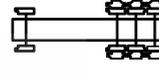
<u>SURVEY LALU LINTAS</u>	Gambar Konfigurasi Sumbu	
	Samping	Atas
	Survey hari/tanggal : Nama Petugas Pencatat : Lokasi Survey : Arah lalu lintas : Lembar ke :	(1.2) 

Jam	Jenis Kendaraan	Jam	Jenis Kendaraan
	Truk 2as (1.2)		Truk 2as (1.2)
6 - 7 muatan normal		12 - 13 muatan normal	
6 - 7 muatan berlebih		12 - 13 muatan berlebih	
7 - 8 muatan normal		13 - 14 muatan normal	
7 - 8 muatan berlebih		13 - 14 muatan berlebih	
8 - 9 muatan normal		14 - 15 muatan normal	
8 - 9 muatan berlebih		14 - 15 muatan berlebih	
9 - 10 muatan normal		15 - 16 muatan normal	
9 - 10 muatan berlebih		15 - 16 muatan berlebih	
10 - 11 muatan normal		16 - 17 muatan normal	
10 - 11 muatan berlebih		16 - 17 muatan berlebih	
11 - 12 muatan normal		17 - 18 muatan normal	
11 - 12 muatan berlebih		17 - 18 muatan berlebih	

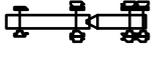
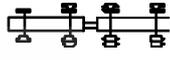
<u>SURVEY LALU LINTAS</u>	Gambar Konfigurasi Sumbu	
	Samping	Atas
	(11.2)	(11.2)
		
(1.22)	(1.22)	
		

Survey hari/tanggal :
 Nama Petugas Pencatat :
 Lokasi Survey :
 Arah lalu lintas :
 Lembar ke :

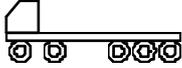
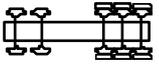
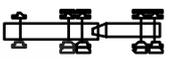
Jam	Jenis Kendaraan		Jam	Jenis Kendaraan	
	Truk 3as (11.2)	Truk 3as (1.22)		Truk 3as (11.2)	Truk 3as (1.22)
6 - 7 normal			12 - 13 normal		
6 - 7 berlebih			12 - 13 berlebih		
7 - 8 normal			13 - 1 normal		
7 - 8 berlebih			13 - 14 berlebih		
8 - 9 normal			14 - 15 normal		
8 - 9 berlebih			14 - 15 berlebih		
9 - 10 normal			15 - 16 normal		
9 - 10 berlebih			15 - 16 berlebih		
10 - 11 normal			16 - 17 normal		
10 - 11 berlebih			16 - 17 berlebih		
11 - 12 normal			17 - 18 normal		
11 - 12 berlebih			17 - 18 berlebih		

<u>SURVEY LALU LINTAS</u>		Gambar Konfigurasi Sumbu	
		Samping	Atas
Survey hari/tanggal	:	(1.1.22) 	(1.1.22) 
Nama Petugas Pencatat	:	(1.222) 	(1.222) 
Lokasi Survey	:		
Arah lalu lintas	:		
Lembar ke	:		

Jam	Jenis Kendaraan		Jam	Jenis Kendaraan	
	Truk 4as (1.1.22)	Truk 4as (1.222)		Truk 4as (1.1.22)	Truk 4as (1.222)
6 - 7 normal			12 - 13 normal		
6 - 7 berlebih			12 - 13 berlebih		
7 - 8 normal			13 - 1 normal		
7 - 8 berlebih			13 - 14 berlebih		
8 - 9 normal			14 - 15 normal		
8 - 9 berlebih			14 - 15 berlebih		
9 - 10 normal			15 - 16 normal		
9 - 10 berlebih			15 - 16 berlebih		
10 - 11 normal			16 - 17 normal		
10 - 11 berlebih			16 - 17 berlebih		
11 - 12 normal			17 - 18 normal		
11 - 12 berlebih			17 - 18 berlebih		

<u>SURVEY LALU LINTAS</u>		Gambar Konfigurasi Sumbu	
		Samping	Atas
Survey hari/tanggal	:	(1.2-22) 	(1.2-22) 
Nama Petugas Pencatat	:	(1.2+2.2) 	(1.2+2.2) 
Lokasi Survey	:		
Arah lalu lintas	:		
Lembar ke	:		

Jam	Jenis Kendaraan		Jam	Jenis Kendaraan	
	Truk 4as (1.2 - 22)	Truk 4as (1.2+2.2)		Truk 4as (1.2-22)	Truk 4as (1.2+2.2)
6 - 7 normal			12 - 13 normal		
6 - 7 berlebih			12 - 13 berlebih		
7 - 8 normal			13 - 1 normal		
7 - 8 berlebih			13 - 14 berlebih		
8 - 9 normal			14 - 15 normal		
8 - 9 berlebih			14 - 15 berlebih		
9 - 10 normal			15 - 16 normal		
9 - 10 berlebih			15 - 16 berlebih		
10 - 11 normal			16 - 17 normal		
10 - 11 berlebih			16 - 17 berlebih		
11 - 12 normal			17 - 18 normal		
11 - 12 berlebih			17 - 18 berlebih		

<u>SURVEY LALU LINTAS</u>		Gambar Konfigurasi Sumbu	
		Samping	Atas
Survey hari/tanggal	:	(1.1.222) 	(1.1.222) 
Nama Petugas Pencatat	:	(1.22-22) 	(1.22-22) 
Lokasi Survey	:		
Arah lalu lintas	:		
Lembar ke	:		

Jam	Jenis Kendaraan		Jam	Jenis Kendaraan	
	Truk 5as (1.1.222)	Truk 5as (1.22-22)		Truk 5as (1.1.222)	Truk 5as (1.22-22)
6 - 7 normal			12 - 13 normal		
6 - 7 berlebih			12 - 13 berlebih		
7 - 8 normal			13 - 1 normal		
7 - 8 berlebih			13 - 14 berlebih		
8 - 9 normal			14 - 15 normal		
8 - 9 berlebih			14 - 15 berlebih		
9 - 10 normal			15 - 16 normal		
9 - 10 berlebih			15 - 16 berlebih		
10 - 11 normal			16 - 17 normal		
10 - 11 berlebih			16 - 17 berlebih		
11 - 12 normal			17 - 18 normal		
11 - 12 berlebih			17 - 18 berlebih		

<u>SURVEY LALU LINTAS</u>		Gambar Konfigurasi Sumbu	
		Samping	Atas
Survey hari/tanggal	:	(1.22-222)	(1.22-222)
Nama Petugas Pencatat	:		
Lokasi Survey	:		
Arah lalu lintas	:		
Lembar ke	:		

Jam	Jenis Kendaraan	Jam	Jenis Kendaraan
	Truk 6as (1.22-222)		Truk 6as (1.22-222)
6 - 7		12 - 13	
muatan normal		muatan normal	
6 - 7		12 - 13	
muatan berlebih		muatan berlebih	
7 - 8		13 - 14	
muatan normal		muatan normal	
7 - 8		13 - 14	
muatan berlebih		muatan berlebih	
8 - 9		14 - 15	
muatan normal		muatan normal	
8 - 9		14 - 15	
muatan berlebih		muatan berlebih	
9 - 10		15 - 16	
muatan normal		muatan normal	
9 - 10		15 - 16	
muatan berlebih		muatan berlebih	
10 - 11		16 - 17	
muatan normal		muatan normal	
10 - 11		16 - 17	
muatan berlebih		muatan berlebih	
11 - 12		17 - 18	
muatan normal		muatan normal	
11 - 12		17 - 18	
muatan berlebih		muatan berlebih	