
TRAFFIC DESIGN

1. UMUM

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.

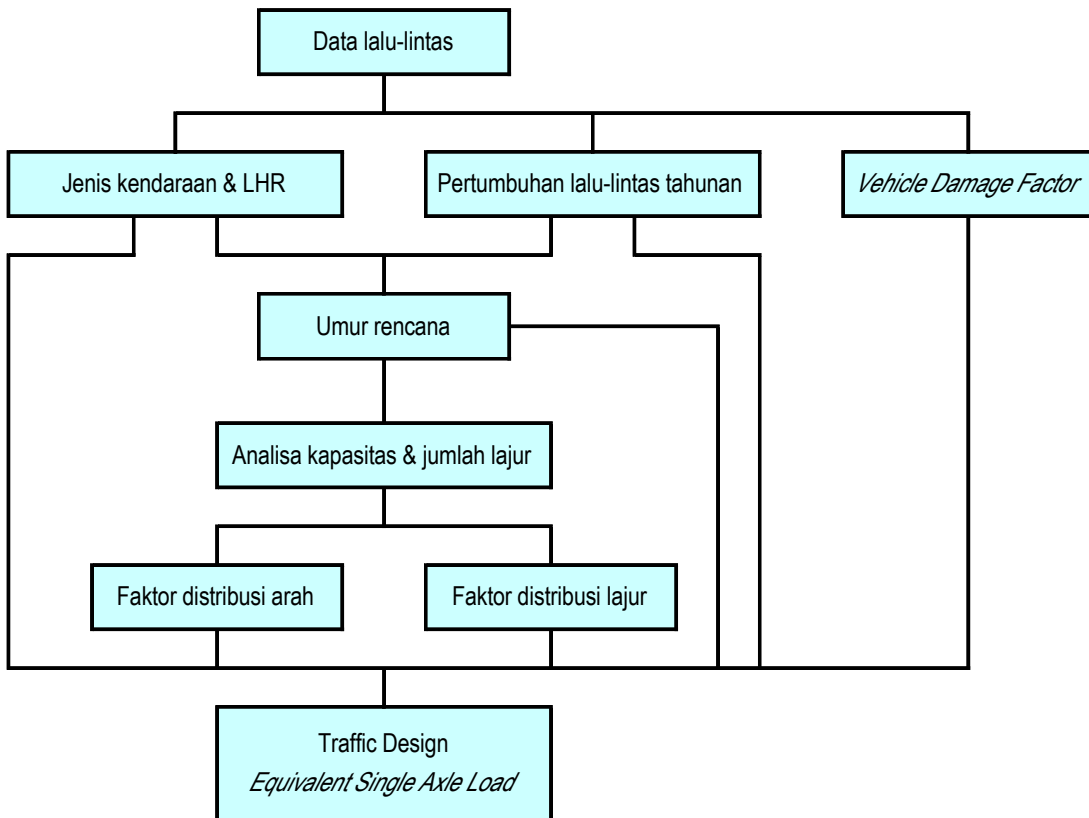
Umur rencana.

Faktor distribusi arah.

Faktor distribusi lajur.

Equivalent Single Axle Load, ESAL selama umur rencana (traffic design).

Bagan alir prosedur *traffic design* untuk perencanaan tebal perkerasan diperlihatkan seperti pada *Gambar 1*.



Gambar 1.

2. JENIS KENDARAAN

Secara umum ciri pengenalan penggolongan kendaraan seperti dibawah ini :

Golongan sedan, jeep, sation wagon, umumnya sebagai kendaraan penumpang orang dengan 4 (2 baris) sampai 6 (3 baris) tempat duduk.

Kecuali Combi, umumnya sebagai kendaraan penumpang umum maksimal 12 tempat duduk seperti mikrolet, angkot, minibus, pick-up yang diberi penutup kanvas / pelat dengan rute dalam kota dan sekitarnya atau angkutan pedesaan.

Truk 2 sumbu (L), umumnya sebagai kendaraan barang, maksimal beban sumbu belakang 3,5 ton dengan bagian belakang sumbu tunggal roda tunggal (STRT).

Bus kecil adalah sebagai kendaraan penumpang umum dengan tempat duduk antara 16 s/d 26 kursi, seperti Kopaja, Metromini, Elf dengan bagian belakang sumbu tunggal roda ganda (STRG) dan panjang kendaraan maksimal 9 m dengan sebutan bus $\frac{3}{4}$: Gol. 5a.

Bus besar adalah sebagai kendaraan penumpang umum dengan tempat duduk antara 30 s/d 50 kursi, seperti bus malam, bus kota, bus antar kota yang berukuran 12 m dan STRG : Golongan 5b.

Truk 2 sumbu (H) adalah sebagai kendaraan barang dengan beban sumbu belakang antara 5 - 10 ton (MST 5, 8, 10 dan STRG) : Golongan 6.

Truk 3 sumbu adalah sebagai kendaraan barang dengan 3 sumbu yang letaknya STRT dan SGRG (sumbu ganda roda ganda) : Golongan 7a.

Truk gandengan adalah sebagai kendaraan no. 6 dan 7 yang diberi gandengan bak truk dan dihubungkan dengan batang segitiga. Disebut juga Full Trailer Truck : Golongan 7b.

Truk semi trailer atau truk tempelan adalah sebagai kendaraan yang terdiri dari kepala truk dengan 2 - 3 sumbu yang dihubungkan secara sendi dengan pelat dan rangka bak yang beroda belakang yang mempunyai 2 atau 3 sumbu pula : Golongan 7c.

Penggolongan lalu-lintas terdapat paling tidak 4 versi yaitu berdasar :

Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 (*Tabel 1.*),

Pedoman Teknis No. Pd.T-19-2004-B Survai pencacahan lalu lintas dengan cara manual (*Tabel 2.*),

Direktorat Jenderal Perhubungan Darat : Panduan batasan maksimum perhitungan JGI (Jumlah berat yang diijinkan) dan JBKI (Jumlah berat kombinasi yang diijinkan) untuk mobil barang, kendaraan khusus, kendaraan penarik berikut kereta tempelan / kereta gandengan Nomor SE.02/AJ.108/DHUD/2008 tanggal 7 Mei 2008 (*Tabel 3.*),

PT. Jasa Marga (Persero) lihat *Tabel 5.4.*

Tabel 1. : Penggolongan kendaraan berdasar MKJI.

No.	Type kendaraan	Golongan
1.	Sedan, jeep, st. wagon	2
2.	Pick-up, combi	3
3.	Truck 2 as (L), micro truck, mobil hantaran	4
4.	Bus kecil	5a
5.	Bus besar	5b
6.	Truck 2 as (H)	6
7.	Truck 3 as	7a
8.	Trailer 4 as, truck gandengan	7b
9.	Truck s. trailer	7c

Tabel 2. : Penggolongan kendaraan berdasar Pd.T-19-2004-B.

No.	Jenis kendaraan yang masuk kelompok ini adalah	Golongan
1.	Sedan, jeep, dan Station Wagon	2
2.	Opelet, Pick-up opelet, Sub-urban, Combi, Minibus	3
3.	Pick-up, Micro Truck dan Mobil hantaran atau Pick-up Box	4
4.	Bus Kecil	5a
5.	Bus Besar	5b
6.	Truk ringan 2 sumbu	6a
7.	Truk sedang 2 sumbu	6b
8.	Truk 3 sumbu	7a
9.	Truk Gandengan	7b
10.	Truk Semi Trailer	7c

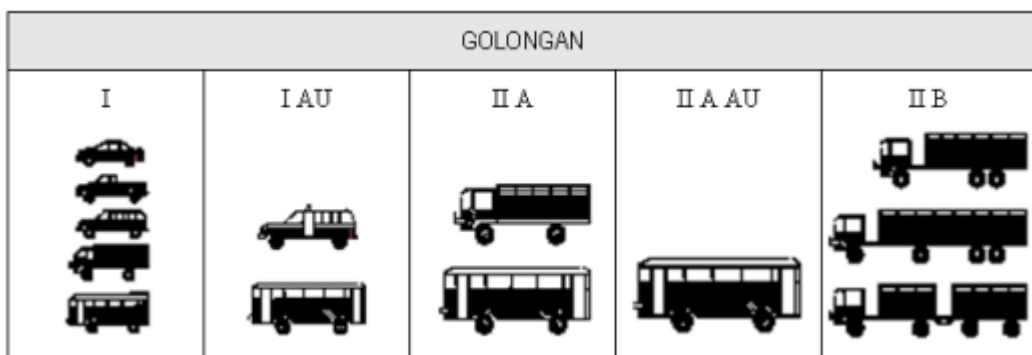
Tabel 3. : Penggolongan kendaraan berdasar Perhubungan Darat (2008)

No.	Type kendaraan & golongan	Konfigurasi sumbu
1	Mobil barang ringan	1.1
2	Truck 2 as	1.2
3	Truck 3 as	11.2
4	Truck 3 as	1.22
5	Truck 4 as	1.1.22
6	Truck 4 as	1.2.22
7.	Truck 4 as	1.2.22
8.	Truck 4 as	1.2+2.2
9.	Truck 5 as	1.1.222
10.	Truck 5 as	1.22+22
11.	Truck 6 as	1.22+22

Tabel 4. : Penggolongan kendaraan berdasar PT. Jasa Marga (Persero).

No.	Golongan kendaraan
1	Golongan 1
2	Golongan 1 au
3	Golongan 2 a
4	Golongan 2 a au
5	Golongan 2 b

Konfigurasi kendaraan berdasar penggolongan dari PT. Jasa Marga (Persero) diperlihatkan seperti pada *Gambar 2*.



Gambar 2. : Penggolongan kendaraan pada jalan tol.

Dari ke-empat versi penggolongan diatas terlihat bahwa jika kita akan melakukan kajian *Vehicle Damage Factor* (VDF) dimana ada perbedaan standar sistem penggolongan tersebut, seringkali tidak begitu mudah untuk analisis lalu-lintas, dapat dilihat dalam *traffic design* nanti yang terkait erat ada hubungan antara Golongan kendaraan – Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR) – Pertumbuhan lalu-lintas – VDF, jika survai lalu-lintas tidak sesuai yang kita inginkan, akan menyulitkan kita yang seharusnya tidak perlu terjadi. Sering terjadi dalam survai lalu-lintas untuk golongan kendaraan yang lain ada tetapi untuk golongan yang lain lagi tidak di-survai, apalagi jika terjadi secara matriks kekeliruan pada survai pencacahan lalu-lintas dan survai beban gandar maka akan memperbesar kesulitan dalam analisis lalu-lintas, ujung-ujungnya hasil kajian lalu-lintas makin tidak akurat.

Seringkali, dalam survai pencacahan lalu-lintas dan survai beban gandar, team survai berjalan sendiri tanpa mengikuti kebutuhan sesuai golongan kendaraan yang ditentukan oleh Pengguna Jasa / Pemberi Tugas. Untuk itu kondisi ini perlu mendapat perhatian dan dihindari.

3. LALU-LINTAS HARIAN RATA-RATA

Volume lalu lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi satu titik pengamatan dalam satu satuan waktu.

Satuan volume lalu lintas yang umum dipergunakan sehubungan dengan penentuan jumlah dan lebar lajur adalah : Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR).

Jumlah lajur dalam desain tebal perkerasan digunakan untuk penentuan faktor distribusi lajur.

Selanjutnya, LHR, pertumbuhan lalu-lintas tahunan, VDF, umur rencana, jumlah lajur, factor distribusi arah, factor distribusi lajur, digunakan untuk perhitungan *Equivalent Single Axle Load* (ESAL).

4. PERTUMBUHAN LALU-LINTAS TAHUNAN

Pertumbuhan lalu-lintas tahunan dianalisis berdasar data lalu-lintas yang lewat di ruas jalan Karawang Barat – Karawang Timur dari tahun 2003 s/d 2008 yang didapat dari PT. Jasa Marga (Persero), dan dari survai primer *traffic counting* diruas jalan tersebut, untuk semua golongan kendaraan.

Output program berupa volume kendaraan per hari dan pertumbuhan lalu lintas di jalan tol (dalam %) diturunkan menjadi lalu lintas sesuai penggolongan kendaraan rencana, dengan periode sesuai tahun perhitungan.

5. VEHICLE DAMAGE FACTOR

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

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

Sifat beban konstruksi perkerasan jalan sebagai berikut :

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

Kapasitas konstruksi perkerasan jalan dalam besaran *sejumlah repetisi (lintasan) beban sumbu roda lalu-lintas* dalam satuan standar axle load yang dikenal dengan satuan *EAL (equivalent axle load)* atau **ESAL (Equivalent Single Axle Load)**. Satuan standar *axle load* adalah *axle load* yang mempunyai daya rusak kepada konstruksi perkerasan sebesar 1. Dan *axle load* yang bernilai daya rusak sebesar 1 tersebut adalah *single axle load* sebesar 18.000 lbs atau 18 kips atau 8,16 ton.

Tercapainya atau terlampauinya batas kapasitas konstruksi (sejumlah repetisi EAL) akan menyebabkan berubahnya konstruksi perkerasan yang semula mantap menjadi tidak mantap. Kondisi tidak mantap tersebut tidak berarti kondisi *failure* ataupun *collapse*. Dengan demikian istilah *failure* atau *collapse* secara teoritis tidak akan (tidak boleh) terjadi karena kondisi mantap adalah kondisi yang masih baik tetapi sudah memerlukan penanganan berupa pelapisan ulang (*overlay*). Kerusakan total (*failure, collapse*) dimungkinkan terjadi di lapangan, menunjukkan bahwa konstruksi perkerasan jalan tersebut telah diperlakukan salah yaitu mengalami keterlambatan dalam penanganan pemeliharaan baik rutin maupun berkala untuk menjaga tidak terjadinya *collapse* atau *failure* dimaksud.

5.1. Formula Vehicle Damage Factor

1. Bina Marga

Mengacu pada buku Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen No. SNI 1732-1989-F dan Manual Perkerasan Jalan dengan alat Benkelman beam No. 01/MN/BM/83.

Bina Marga (MST 10), dimaksudkan *damage factor* didasarkan pada muatan sumbu terberat sebesar 10 ton, yang diijinkan bekerja pada satu sumbu roda belakang, yang umumnya pada jenis kendaraan truk.

Formula ini dapat juga digunakan untuk menghitung VDF jika terjadi *overloading* pada jenis kendaraan truk.

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

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

$$\text{Sumbu tunggal} = \frac{\text{Beban satu sumbu tunggal dalam Kg}^4}{8160}$$
$$\text{Sumbu ganda} = 0,086 \frac{\text{Beban satu sumbu tunggal dalam Kg}^4}{8160}$$

Konfigurasi beban sumbu pada berbagai jenis kendaraan beserta angka ekivalen kendaraan dalam keadaan kosong (min) dan dalam keadaan bermuatan (max) berdasar Manual No. 01/MN/BM/83, dapat dilihat pada *Tabel 5*.

○ RODA TUNGGAL
PADA UJUNG SUMBU

● RODA GANDA PADA
UJUNG SUMBU

Tabel 5. : Konfigurasi beban sumbu.

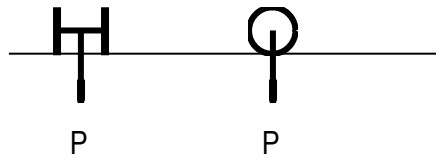
KONFIGURASI SUMBU & TIPE	BERAT KOSONG (ton)	BEBAN MUATAN MAKSIMUM (ton)	BERAT TOTAL MAKSIMUM (ton)	UE 18 KSAKOSONG	UE 18 KSAKOSONG
1,1 HP	1,5	0,5	2,0	0,0001	
1,2 BUS	3	6	9	0,0037	
1,2L TRUK	2,3	6	8,3	0,0013	
1,2H TRUK	4,2	14	18,2	0,0143	
1,22 TRUK	5	20	25	0,0044	
1,2+2,2 TRAILER	6,4	25	31,4	0,0085	
1,2-2 TRAILER	6,2	20	26,2	0,0192	6,1179
1,2-2,2 TRAILER	10	32	42	0,0327	10,1830

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

(MST = Muatan Sumbu Terberat)

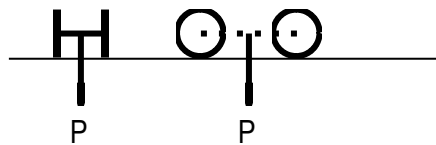
a. Rumus *damage factor single axle*

$$DF_{Sgl} = 1,000 \frac{P}{8,16}^4$$



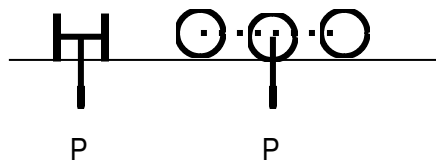
b. Rumus *damage factor tandem axle*

$$DF_{Tdm} = 0,086 \frac{P}{8,16}^4$$



c. Rumus *damage factor triple axle*

$$DF_{Trp} = 0,053 \frac{P}{8,16}^4$$


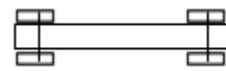

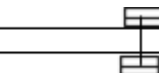

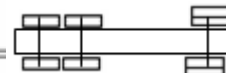


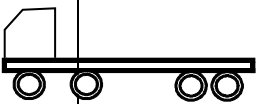
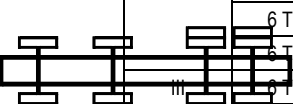
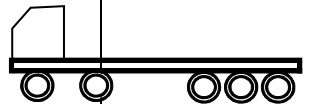
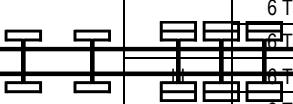

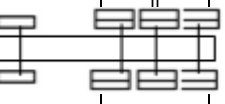


*) Sumber *Majalah Teknik Jalan & Transportasi* No. 101 Juli 2002.


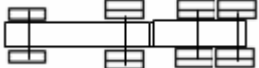



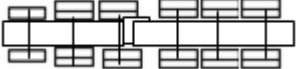
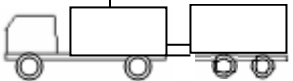
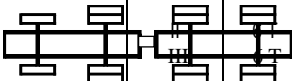
2. Perhubungan Darat

Direktorat Jenderal Perhubungan Darat : Panduan batasan maksimum perhitungan JGI (Jumlah berat yang diijinkan) dan JBKI (Jumlah berat kombinasi yang diijinkan) untuk mobil barang, kendaraan khusus, kendaraan penarik berikut kereta tempelan / kereta gandengan Nomor SE.02/AJ.108/DHUD/2008 tanggal 7 Mei 2008, memberikan ketentuan konfigurasi sumbu seperti pada Tabel 6. & Tabel 7.

Tabel 6. : Hubungan konfigurasi sumbu, MST (Muatan Sumbu Terberat) dan JBI (Jumlah Berat yang di-Ijinkan)

No.	Konfigurasi sumbu	Gambar konfigurasi sumbu		Kelas jalan	MST maksimum					JBI	
		Samping	Atas		Sb I	Sb II	Sb III	Sb IV	Sb V	Max	Keterangan
1				II III	6 T 5 T	6 T 5 T	-	-	-	12 T 10 T	MST < MST MAKSIMAL = KEKUATAN RANCANG SUMBU
2	1.2			II III	6 T 6 T	10 T 8 T	-	-	-	16 T 14 T	MST < MST MAKSIMAL = KEKUATAN RANCANG SUMBU
3	11.2			II III	5 T 5 T	6 T 6 T	10 T 8 T	-	-	21 T 19 T	MST < MST MAKSIMAL = KEKUATAN RANCANG SUMBU
4	1.22			II III	6 T 6 T	9 T 7,5 T	9 T 7,5 T	-	-	24 T 21 T	MST < MST MAKSIMAL = KEKUATAN RANCANG SUMBU
5	1.1.22			II III	6 T	6 T	9 T	9 T	-	30 T	Suspensi Biasa
					6 T	7 T	10 T	10 T	-	33 T	Sb 2,3,4 : Air Bag Suspension
					6 T	7 T	9 T	9 T	-	31 T	Sb 2 : Air Bag Suspension
					6 T	6 T	7,5 T	7,5 T	-	27 T	Suspensi Biasa
					6 T	7 T	8 T	8 T	-	29 T	Sb 2,3,4 : Air Bag Suspension
					6 T	7 T	7,5 T	7,5 T	-	28 T	Sb 2 : Air Bag Suspension
6	1.1.222			II	6 T	6 T	7 T	7 T	7 T	33 T	Suspensi Biasa
					6 T	7 T	8 T	8 T	8 T	37 T	Sb 2,3,4,5 = Air Bag Suspension
					6 T	7 T	7 T	7 T	7 T	34 T	Sb 2 : Air Bag Suspension
					6 T	6 T	6 T	6 T	6 T	30 T	Suspensi Biasa
					6 T	7 T	7 T	7 T	7 T	34 T	Sb 2,3,4,5 = Air Bag Suspension
					6 T	7 T	6 T	6 T	6 T	31 T	Sb 2 : Air Bag Suspension
7	1.222			II	6 T	6 T	7 T	7 T	-	27 T	Suspensi Biasa
					6 T	8 T	8 T	8 T	-	30 T	Sb 2,3,4 : Air Bag Suspension
					6 T	6 T	6 T	6 T	-	24 T	Suspensi Biasa
					6 T	7 T	7 T	7 T	-	27 T	Sb 2,3,4 : Air Bag Suspension

Tabel 7. : Hubungan konfigurasi sumbu, MST (Muatan Sumbu Terberat) dan JBKI (Jumlah Berat Kombinasi yang di-Ijinkan)

No.	Konfigurasi sumbu	Gambar konfigurasi sumbu		Kelas jalan	MST maksimum						JBKI			
		Samping	Atas		Sb I	Sb II	Sb III	Sb IV	Sb V	Sb VI	Max	Keterangan		
						10 T 8 T	9 T 7,5 T	9 T 7,5 T			-	-		
2	1.22-22			II	6 T	9 T	9 T	9 T	9 T			42 T	Suspensi biasa	
				III	6 T	7,5 T	7,5 T	7,5 T	7,5 T		-	36 T		
				II	6 T	10 T	10 T	10 T	10 T		-	46 T		Sumbu 2,3,4,5 menggunakan air bag suspension
III	6 T	8 T	8 T	8 T	8 T		-	38 T	Sumbu 4 dan 5 menggunakan air bag suspension					
II	6 T	9 T	9 T	10 T	10 T		-	44 T	37 T					
3	1.22-222			II	6 T	9 T	9 T	7 T	7 T	7 T		45 T	Suspensi Biasa	
				III	6 T	7,5 T	7,5 T	6 T	6 T	6 T		39 T		
				II	6 T	10 T	10 T	10 T	10 T	10 T		56 T		Sb 2,3,4,5,6 = Air Bag Ssuspension +Steering Axle
				III	6 T	8 T	8 T	8 T	8 T	8 T		46 T		
II	6 T	9 T	9 T	10 T	10 T	10 T		54 T	Sb 1,2,3 =Suspensi Biasa Sb 4,5,6 = Air bag suspension + steering axle					
III	6 T	7,5 T	7,5 T	8 T	8 T	8 T		45 T						
II	6 T	10 T	10 T	10 T	10 T	10 T		56 T	Sb 2,3 : Air Bag Suspension Sb 4,5,6 : Air bag suspension + steering axle					
III	6 T	8 T	8 T	8 T	8 T	8 T		46 T						
4	1.2 + 2.2					10 T 8 T	10 T 8 T	10 T 8 T			-	-	36 T 30 T	-

3. NAASRA

Nilai Angka Ekuivalen Beban Sumbu (E) yang digunakan oleh NAASRA, Australia, dengan formula berikut ini :

Sumbu tunggal, roda tunggal	:	$E = [\text{Beban sumbu tunggal, kg} / 5400]^4$
Sumbu tunggal, roda ganda	:	$E = [\text{Beban sumbu tunggal, kg} / 8200]^4$
Sumbu ganda, roda ganda	:	$E = [\text{Beban sumbu ganda, kg} / 13600]^4$

5.2. Tinjauan khusus VDF

Bila kita perhatikan *damage factor formula* sebagaimana tercantum diatas, dapat ditarik beberapa kesimpulan yang sangat menarik sebagai berikut :

a. Dari formula *single axle* (koefisien 1 dan eksponen 4) :

Bila beban (P) dinaikkan 2 kali lipat, nilai daya rusak akan naik menjadi 16 kali lipat. Ini berarti pula bahwa pelanggaran ketentuan batas muatan hingga 2 kali lipatnya (200 %) akan berakibat peningkatan daya rusak 16 kali lipat.

b. Dari formula *tandem axle* (koefisien 0,086 dan eksponen 4) :

Bila beban (P) dimuatkan pada *tandem axle*, dibandingkan dengan bila dimuatkan pada *single axle* akan terjadi penurunan daya rusak (untuk beban P yang sama) sebesar 91,4 % ($1 - 0,086 = 0,914 = 91,4 \%$).

c. Dari formula *triple axle* (koefisien 0,053 dan eksponen 4) :

Bila beban (P) dimuatkan pada *triple axle*, dibandingkan dengan bila dimuatkan pada *single axle* atau *tandem axle* akan terjadi :

Single ke triple : penurunan daya rusak sebesar 94,7 % ($1 - 0,053 = 0,947 = 94,7 \%$).

Tandem ke triple : penurunan daya rusak sebesar 39,5 % ($0,086 - 0,053 = 0,033 = 0,033 : 0,086 = 39,5 \%$).

Analisis lebih lanjut atas hasil diatas :

Penggunaan *tandem truck* (sebagai pengganti *single truck*) dapat memperpanjang masa pelayanan yang menjadi "jatah" angkutan barang dengan truck sebesar $1 : 0,086 = 1,16$ kali.

Penggunaan *triple truck* sebagai pengganti *tandem truck* (pengganti *single truck* tidak dianalisis karena terlalu "jauh") dapat memperpanjang yang menjadi "jatah" angkutan barang dengan truck sebesar $0,086 : 0,053 = 1,62$ kali.

Dengan asumsi bahwa *payload* ketiga jenis truck tersebut mempunyai besaran perbandingan secara bertingkat pada klasifikasi MST 10 ton sebagai berikut : 1 ($15 - 5,7 = 9,3$ ton) untuk truck tunggal, 1,54 ($23 - 8,69 = 14,31$ ton) untuk *tandem truck*, dan 2,45 ($33 - 10,25 = 22,75$ ton) untuk *triple truck*. Maka dapat diperoleh beberapa hasil analisis sebagai berikut :

- Konversi jenis truk berdasarkan kesetaraan kapasitas muatan (*illegal*) sbb :

- Satu buah *triple truck (semi trailer)* setara dengan 2,45 buah truck tunggal atau 1,6 buah tandem truck. Dalam perhitungan total, pengaruh angka / digit dibelakang koma akan lebih ter-optimalkan.
- Pengaruh perubahan atau perbandingan biaya transport Rp / tonKM untuk tiap jenis truck juga akan berpola serupa yang angka akuratnya masih memerlukan perhitungan yang lebih rinci. Dan biaya transport tersebut juga akan dipengaruhi oleh kondisi jalan yang kontributor utamanya adalah kendaraan jenis truck.
- Dari analisis konversi jenis truck diatas dapat dipetik kesimpulan bahwa pemilihan jenis truck yang salah tidak hanya berdampak pada kecepatan kerusakan jalan (sebagai kerugian Pembina Jalan) tetapi juga kerugian bagi Pengguna Jalan berupa kenaikan biaya transport atau Biaya Operasi Kendaraan BOK (sebagai kerugian masyarakat angkutan barang dengan truck).

5.3. *Vehicle Damage Factor*(VDF) yang digunakan

Nilai-nilai VDF dari referensi berikut ini, untuk jenis kendaraan yang mewakili sama, dapat digunakan untuk parameter nilai VDF dalam perencanaan tebal perkerasan, yang disesuaikan dengan ketentuan dalam perencanaan dan mendapat persetujuan dari Pemberi Tugas.

Bina Marga MST-10 (Muatan Sumbu Terberat 10 ton)
 Perhubungan Darat MST-10 (Muatan Sumbu Terberat 10 ton)
Weight in Motion survey, Cipularang, 2002

Nilai VDF dari referensi (bukan data primer) tersebut diberikan pada Tabel 8. ~10.

1. Bina Marga MST-10

Tabel 8. : *Vehicle damage factor*berdasar Bina Marga MST-10 ton

No.	Type kendaraan & golongan				Nilai VDF
1	Sedan, jeep, st. wagon	2	Gol-1	1.1	0,0005
2	Pick-up, combi	3	Gol-2	1.2	0,1619
3	Truck 2 as (L), micro truck, mobil hantaran	4	Gol-2	1.2L	0,2174
4	Bus kecil	5a	Gol-2	1.2	0,2174
5	Bus besar	5b	Gol-9	1.2	0,3006
6	Truck 2 as (H)	6	Gol-3	1.2H	2,4134
7.	Truck 3 as	7a	Gol-4	1.2.2	2,7416
8.	Trailer 4 as, truck gandengan	7b	Gol-6	1.2+2.2	3,9083
9.	Truck s. trailer 5 as	7c	Gol-8	1.2.2+2.2	4,1546

Nilai VDF pada Tabel 8. tersebut perhitungannya diberikan pada *Lampiran 3*.

2. Perhubungan Darat MST-10

Tabel 9. : VDF berdasar Perhubungan Darat MST-10 ton

No.	Type kendaraan & golongan		Nilai VDF
1	Mobil barang ringan	1.1	0,5846
2	Truck 2 as	1.2	2,5478
3	Truck 3 as	11.2	2,5395
4	Truck 3 as	1.22	2,3285
5	Truck 4 as	1.1.22	3,9374
6	Truck 4 as	1.222	4,2584
7.	Truck 4 as	1.2.22	4,5840
8.	Truck 4 as	1.2+2.2	7,0588
9.	Truck 5 as	1.1.222	4,7999
10.	Truck 5 as	1.22+22	4,3648
11.	Truck 6 as	1.22+22	4,6534

Nilai VDF pada Tabel 9. tersebut perhitungannya diberikan pada *Lampiran 3*.

3. WIM survey, Cipularang, 2002

Tabel 10. : *Vehicle damage factor* berdasar WIM survey, Cipularang, 2002

No.	Type kendaraan & golongan	Nilai VDF
1	Sedan, jeep, st. wagon	0,0010
2	Pick-up, combi	0,0010
3	Truck 2 as (L), micro truck, mobil hantaran	0,2060
4	Bus kecil	0,2060
5	Bus besar	4,4526
6	Truck 2 as (H)	4,4526
7.	Truck 3 as	3,4214
8.	Trailer 4 as, truck gandengan	8,9003
9.	Truck s. trailer 5 as	3,6923

4. Rangkuman *Vehicle Damage Factor*(VDF)

Nilai VDF dari referensi tersebut diatas dirangkum seperti pada Tabel 11.

Tabel 11. : *Vehicle Damage Factor*(VDF) berdasar referensi Bina Marga, HUBDAR 2008, WIM survey Cipularang 2002.

No.	Type kendaraan	Vehicle Damage Factor			
		A	B	C	D
1	Sedan, jeep, st. wagon	0.0005	0.0005	0.0010	0.0006
2	Pick-up, combi	0.1619	0.1619	0.0010	0.1083
3	Truck 2 as (L), micro truck, mobil hantaran	0.2174	0.5846	0.2060	0.3360
4	Bus kecil	0.2174	0.2174	0.2060	0.2136
5	Bus besar	0.3006	0.3006	4.4526	1.6846
6	Truck 2 as (H)	2.4134	2.5478	4.4526	3.1379
7	Truck 3 as	2.7416	2.3285	3.4214	2.8305
8	Trailer 4 as, truck gandengan	3.9083	7.0588	8.9003	6.6225
9	Truck S. Trailer 5 as	4.1546	4.3648	3.6923	4.0705
10	Truck S. Trailer 6 as		4.6534		4.6534

Keterangan :

- A : Bina Marga MST 10 Ton
- B : Perhubungan Darat MST 10 Ton, 2008
- C : WIM survey, Cipularang, 2002
- D : VDF rata-rata

6. UMUR RENCANA

Umur rencana (UR) yang akan digunakan dalam *traffic design* disesuaikan dengan jenis atau fungsi jalan sebagai berikut :

- Perkerasan kaku, *traffic design*-nya untuk : 20 tahun
- Perkerasan lentur, *traffic design*-nya untuk : 10 tahun, kecuali untuk kajian secara khusus.

7. EQUIVALENT SINGLE AXLE LOAD

7.1. Pendataan lalu-lintas

Data yang dibutuhkan untuk perencanaan dari parameter lalu-lintas harian rata-rata, pertumbuhan lalu-lintas tahunan, *vehicle damage factor*, untuk memudahkan dalam analisis, disajikan dalam suatu tabel (lihat *Tabel 12*).

Tabel.12. : Data / parameter Gol. kendaraan, LHR, Pertumbuhan lalu-lintas (g) & VDF.

No.	Jenis kendaraan	Gol.	LHR	g (%)	VDF
1.	Sedan, jeep, dan Station Wagon	2			
2.	Opelet, Pick-up opelet, Sub-urban, Combi, Minibus	3			
3.	Pick-up, Micro Truck dan Mobil hantaran atau Pick-up Box	4			
4.	Bus Kecil	5a			
5.	Bus Besar	5b			
6.	Truk ringan 2 sumbu	6a			
7.	Truk sedang 2 sumbu	6b			
8.	Truk 3 sumbu	7a			
9.	Truk Gandengan	7b			
10.	Truk Semi Trailer	7c			

Keterangan :

Contoh diatas, penggolongan kendaraan mengacu pada Pedoman Teknis No. Pd.T-19-2004-B, dapat disesuaikan dengan ketentuan yang diberikan dalam perencanaan

LHR : Jumlah lalu-lintas harian rata-rata (kendaraan) pada tahun survai / pada tahun terakhir.

g : Pertumbuhan lalu-lintas per tahun (%), disesuaikan dengan tahun periode dalam proyeksi lalu-lintas

VDF : Nilai damage factor

7.2. Faktor distribusi arah dan distribusi lajur

Faktor distribusi arah : $D_D = 0,3 - 0,7$ (AASHTO 1993 hal. II-9).

Faktor distribusi lajur (D_L), mengacu pada Tabel 5.13. (AASHTO 1993 halaman II-9).

Koefisien distribusi arah dan lajur : $C = D_D \times D_L$

Tabel 13. : Faktor distribusi lajur (D_L).

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

$$D_D = 0,50$$

$$D_L = 60 \%$$

$$C = 0,50 \times 0,60 = 0,30$$

7.3. *Equivalent Single Axle Load*

Rumus umum desain traffic (*ESAL = Equivalent Single Axle Load*):

$$W_{18} = \frac{N_n}{N_1} \text{LHR}_j \text{VDF}_j \text{D}_D \text{D}_L 365$$

dimana :

- W_{18} = Traffic design pada lajur lalu-lintas, *Equivalent Single Axle Load*.
 LHR_j = Jumlah lalu-lintas harian rata-rata 2 arah untuk jenis kendaraan j.
 VDF_j = *Vehicle Damage Factor* untuk jenis kendaraan j.
 D_D = Faktor distribusi arah.
 D_L = Faktor distribusi lajur.
 N_1 = Lalu-lintas pada tahun pertama jalan dibuka.
 N_n = Lalu-lintas pada akhir umur rencana.

Lalu-lintas yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan adalah lalu-lintas kumulatif selama umur rencana. Besaran ini didapatkan dengan mengalikan *traffic design* pada jalur rencana selama setahun dengan besaran kenaikan lalu-lintas (*traffic growth*). Secara numerik rumusan lalu-lintas kumulatif ini sebagai berikut :

$$W_t = W_{18} (1 + g)^n$$

dimana :

- W_t = Jumlah beban gandar tunggal standar kumulatif
 W_{18} = Beban gandar standar kumulatif selama 1 tahun.
 n = Umur pelayanan, atau umur rencana UR (tahun).
 g = perkembangan lalu-lintas (%)

8. PARAMETER DAN DATA *TRAFFIC DESIGN*

Parameter dan data yang diperlukan untuk kemudahan dalam perhitungan *traffic design*, disajikan dalam bentuk tabel, seperti contoh pada *Tabel 5.14*.

Tabel 5.14. : Parameter dan data *traffic design*.

No.	Parameter	Satuan	Desain
1.	Lalu-lintas Harian Rata-rata (LHR)	kendaraan	
2.	Pertumbuhan lalu-lintas tahunan (g)	%	
3.	<i>Vehicle Damage Factor</i> (VDF)	-	
4.	Umur Rencana	tahun	
5.	Tahun rencana jalan dibuka	-	
6.	Jumlah lajur	-	
7.	Koefisien distribusi arah dan lajur	-	
8.	<i>Equivalent Single Axle Load</i>	-	