

Vol. 4, No. 1, Januari 2007

ISSN 1693 - 6833

Jurnal Teknik Sipil

DAFTAR ISI

CONSISTENT STRUT-AND-TIP MODELING FOR FULL SCALE TESTING OF THREE DEEP BEAMS WITH AND WITHOUT OPENING
Oleh : Harianto Hardjasaputra 1-8

PENGARUH KELEBIHAN MUATAN TERHADAP TINGKAT KERUSAKAN JALAN
Oleh : Gatot Rusbintardjo 9-15

TARIKAN PERJALANAN DARI KENDARAAN PRIBADI DAN KENDARAAN NIAGA KE PUSAT PERBELANJAAN
Oleh : Fransiskus Mintar Ferry Sihontang 17-22

PREDICTING THE RELIABILITY OF ELASTIC MODULUS USING LATIN HYPERCUBE SAMPLING SIMULATION
Oleh : Yosafat Aji Pranata 23-28

DETERMINATION OF ELASTICITY MODULI OF SANDSTONE BASED ON THE EFFECTIVE MEDIUM APPROXIMATION
Oleh : Jack Widjajakusuma 29-36

PERLUNYA PEMBELAJARAN BAJA COLD-FORMED DALAM KURIKULUM KONSTRUKSI BAJA DI INDONESIA
Oleh : Wiryanto Dewobroto, Sahari Besari, Bambang Suryoatmono 37-46



Jurnal Teknik Sipil

Vol. 4

No. 1

Hlm. 1-46

Karawaci
Januari 2007

ISSN
1693 - 6833

Diterbitkan oleh Jurusan Teknik Sipil & Magister Teknik Sipil
Fakultas Desain dan Teknik Perencanaan
Universitas Pelita Harapan

Pengaruh Kelebihan Muatan Terhadap Tingkat Kerusakan Jalan

Gatot Rusbintardjo

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik UNISSULA, Semarang

Email : gatotrusbintardjo@yahoo.co.uk

ABSTRAK : *Kelebihan muatan adalah fenomena yang banyak terjadi di Negara – Negara berkembang tidak terkecuali di Indonesia. Hampir semua jalan nasional dan jalan provinsi di Indonesia dalam kondisi rusak dalam kategori rusak berat atau parah. Meskipun tidak merupakan satu – satunya penyebab, tetapi kelebihan muatan merupakan factor yang dominant bagi penyebab kerusakan jalan. Beban lalu-lintas adalah fungsi dominan pada perencanaan perkerasan jalan, sebab fungsi utama perkerasan jalan adalah menahan beban lalu-lintas atau kendaraan. Beban lalu-lintas meliputi volume (frekuensi) lalu-lintas dan beban kendaraan (intensitas). Volume lalu-lintas yang secara akumulasi menunjukkan jumlah beban berulang, adalah fungsi waktu pelayanan jalan. Sementara berat beban sumbu kendaraan intensitasnya tergantung pada berat sumbu kendaraan, konfigurasi sumbu, dan konfigurasi roda. Meskipun beban lalu-lintas merupakan fungsi dominan penyebab kerusakan jalan, dalam tulisan ini juga akan dianalisa factor-faktor yang lain penyebab kerusakan jalan seperti karakteristik material perkerasan, sub-grade mana lapisan perkerasan jalan berada dan criteria kegagalan perkerasan. Hasil analisis yang disajikan secara grafis dan table menunjukkan angka yang sangat mengejutkan dan menggelisahkan, khususnya truck sumbu tunggal. Kelebihan muatan sampai 50% truck sumbu tunggal akan menyebabkan tingkat kerusakan jalan sampai dengan lima kalinya atau 500%.*

KATA KUNCI : kelebihan muatan, kerusakan jalan, PERLU DIHENTIKAN

ABSTRACT : *Over loaded is a phenomenon which much occur in many developing countries not excepted in Indonesia. Almost all national and provincial roads in Indonesia have a worst condition and in a damage category. Even though is not the only reason of road deterioration, but dominantly over loaded is the reason of road damages. Traffic load is dominant function on pavement design because the main function of pavement is to resist traffic load. Traffic load are mentioned include volume (frequency) of traffic and weight of vehicle load (intensity). Traffic volume which accumulatively show the number of load repetition, is function of service of time. While weight of vehicle axle load in which it intensity depend on weight of axle load, axle configuration, and wheel configuration. Even thought traffic load is dominant function caused of road deterioration, in this paper also be analyzed the other factors of road damages, such as characteristic of pavement's materials, Sub-grade where the pavement laid on, and the criteria of pavement failure. The result of the analyzed which shown graphically and in form of table is very alarming, especially for truck with single axle. Over loaded up 50% of single axle truck will caused road damage up to five times or 500%*

KEY WORDS : over load, road deterioration, NEED TO BE STOPED

1. PENDAHULUAN

Kondisi jalan di Indonesia baik jalan nasional, provinsi maupun jalan kabupaten/kota akhir-akhir ini banyak dikeluhkan oleh masyarakat pengguna jalan bahkan sampai menjadi perhatian Presiden karena rusak parah dengan presentase yang cukup besar. Kondisi jalan yang rusak atau tidak baik tentunya akan menyebabkan biaya operasi kendaraan yang tinggi yang pada gilirannya menjadi penyebab tingginya biaya ekonomi. Segala upaya perbaikan jalan telah dilakukan oleh pemerintah lewat instansi yang berwenang yaitu Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum. Akan tetapi upaya-upaya perbaikan, meskipun telah menggunakan bahan-bahan perkerasan jalan yang berkualitas dan pelaksanaan yang baik, tidak akan ada artinya jika beban lalu lintas, terutama truck-truck pengangkut barang, yang dijadikan dasar perencanaan ketebalan perkerasan jalan, tidak terkontrol dan melampaui ketentuan yang ada. Pengendalian terhadap muatan truck angkutan telah dilakukan dengan difungsikannya jembatan timbang. Akan tetapi fungsi jembatan timbang lebih banyak untuk mencari pendapatan daerah dengan cara menarik retribusi atau denda atas kelebihan muatan daripada mengendalikan kelebihan muatan.

Di Bandung, Dinas Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Raya (DLLAJR) dari delapan provinsi yaitu provinsi Lampung, Banten, DKI, Jawa Barat, Jawa Tengah, DI Jogjakarta, Jawa Timur dan Bali pada tanggal 26 April 2006 mengadakan kesepakatan/ketetapan bersama yang memberikan toleransi kelebihan muatan pada truck angkutan barang sebesar 90% (berlaku dari 18 Mei sampai dengan 17 Juli 2006), kemudian 80% (berlaku mulai dari 18 Juli sampai dengan 17 September 2006), dan selanjutnya 70% (berlaku mulai dari 18 September 2006 dan seterusnya). Tidak dijelaskan apa yang mendasari dikeluarkannya kesepakatan / ketetapan tersebut, namun kelihatannya dibuat semata-mata hanya dari sudut pendapatan daerah saja, dan hanya melihat data kelebihan muatan yang selama ini telah terjadi atau telah berlangsung. Jika melihat dari besarnya toleransi kelebihan muatan yang diizinkan, maka pengaruh atas kerusakan jalan yang terjadi apabila terjadi kelebihan muatan seperti tidak dipertimbangkan.

2. Masalah

Meskipun bukan satu-satunya penyebab kerusakan jalan, tetapi beban kendaraan / lalu lintas merupakan faktor dominan penyebab kerusakan jalan, karena perkerasan jalan dirancang sebagai penerima beban kendaraan. Terlebih lagi adalah truck dengan roda sumbu tunggal, yang masih banyak dipakai saat ini, pengaruh tekanannya terhadap lapis perkerasan jalan akan sangat besar dibandingkan dengan truk-truk yang menggunakan sumbu roda ganda atau bahkan triple. Ketetapan bersama kedelapan DLLAJR tersebut di atas sama sekali tidak menyebutkan batasan atau toleransi kelebihan muatan, khususnya pada truck bersumbu tunggal inilah yang akan dikaji di dalam makala ini.

3. Faktor Pengaruh Kerusakan Jalan

Faktor yang mempengaruhi tingkat kerusakan struktur lapis perkerasan jalan sering ditumpukan pada muatan lebih, meskipun tidak salah, perlu dicermati unsure-unsur terkait secara cukup lengkap dan proporsional sebelum diambil kesimpulan. Secara umum faktor-faktor yang mempengaruhi kerusakan perkerasan jalan dapat dideskripsikan sebagai berikut :

1. Beban lalu lintas (kelebihan beban sumbu kendaraan dan frekuensi lalu lintas)
2. Tegangan pada lapis permukaan jalan (akibat tingginya tekanan ban sehingga bidang kontak dengan permukaan jalan menjadi kecil, akibatnya tekanan pada perkerasan menjadi besar)

3. Karakteristik bahan lapis struktur perkerasan jalan (kualitas/mutu yang dinyatakan dalam angka kekuatan relatifnya), dan kecukupan tebalnya untuk masing-masing lapis terpasang)
4. Tanah dasar struktur lapis perkerasan daya dukung tanah dan perubahannya akibat perubahan kadar air yang dinyatakan dalam factor regional atau factor lingkungan)
5. Kriteria keruntuhan dalam perancangan.

3.1. Beban lalu lintas

Beban lalu lintas merupakan fungsi yang dominan karena fungsi lapis perkerasan adalah menahan langsung beban lalu lintas. Beban lalu lintas yang dimaksud mencakup volume atau frekuensi lalu lintas dan berat serta beban atau intensitas kendaraan. Volume yang secara akumulatif menunjukkan jumlah perulangan pembebanan merupakan fungsi dari waktu (rentang waktu pelayanan). Berat beban sumbu lalu lintas intensitasnya tergantung pada berat beban sumbu, konfigurasi sumbu dan konfigurasi roda kendaraan.

Sebagai ilustrasi, pada Metode Empirik Bina Marga Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen (PPTPIJAK) SKBI 2.3.26.1987, UDC: 625.73(02) [4]. Beban lalu lintas dinyatakan dalam besaran Lintas Ekuivalen Rencana (LER) atau secara akumulatif selama umur pelayanan yang direncanakan, dinyatakan LER kumulatif (N).

Di mana:

$$N_i \quad \quad \quad (1)$$

$$(2)$$

di mana : N = Lintas ekuivalen rencana akumulasi selama umur pelayanan

LER = Lintas ekuivalen rencana harian (ESAL)

LHR = volume kendaraan rata-rata harian (kendaraan/hari)

AE = Angka ekuivalen sumbu = $\delta (BS/8.16)^4$

C = koefisien distribusi lajur

D = koefisien distribusi arah

g = factor pertumbuhan lalu lintas per tahun dalam %

subskrip o = pada awal umur rencana

subskrip n = pada akhir umur rencana

subskrip i = jenis kendaraan dari mobil penumpang (mp) sampai truck trailer (tr)

δ = 1 untuk sumbu tunggal; 0.086 untuk sumbu ganda dan 0.053 untuk sumbu triple.

BS = beban sumbu standar setara dengan 8,164 ton

Sehingga dari rumus di atas terlihat semakin besar jumlah volume lalu lintas kendaraan yang lewat. Semakin tinggi tingkat kerusakan jalan yang ditimbulkan. Demikian pula, semakin besar beban sumbunya akan semakin besar juga tingkat kerusakan yang diakibatkannya.

3.2. Tekanan ban kendaraan

Tekanan ban sangat mempengaruhi tegangan yang terjadi pada permukaan struktur lapis perkerasan di bawah bidang kontak roda. Semakin tinggi tekanan ban kendaraan, akan semakin tinggi pula tegangan yang terjadi pada lapis perkerasan, atau dengan kata lain, semakin tinggi kualitas lapis perkerasan yang diperlukan untuk mendukung beban yang ada, walaupun besar beban sumbunya sama.

Hubungan antara tekanan ban dengan tegangan pada permukaan perkerasan jalan dinyatakan sebagai berikut :

Hubungan antara Stabilitas Marshall (SM) lapis perkerasan campuran aspal dengan Unconfided Comprassion Strenght (UCS) menurut Indra Surya B Mochtar, *Simposium II FSTPT, 1999* [1] adalah sebagai berikut:

$$UCS_{AC} = 0,0084 \times SM \text{ (kg)} \rightarrow \text{untuk aspal beton (Asphaltic Concrete)} \\ (3)$$

$$UCS_{HRS} = 0,0091 \times SM \text{ (kg)} \rightarrow \text{untuk Laston (Hot Rolled Sheet)} \\ (4)$$

$$UCS_{AVR} = 0,0088 \times SM \text{ (kg)} \rightarrow \text{untuk harga rata-ratanya} \\ (5)$$

Hubungan antara stabilitas Marshall (SM) dengan tekanan ban (p_0)

$$SM \text{ (kg)} = 10 p_0 \text{ (psi)} \rightarrow$$

dengan asumsi kekuatan geser yang menentukan ($F_{k_{geser}} : F_{k_{rutting}} = 1 : 3,10$)

4. Karakteristik Bahan lapis perkerasan

4.3 Aspek Kekuatan (kualitas bahan)

Karakteristik bahan lapis perkerasan (kekuatan, kekakuan, kelenturan) sangat berpengaruh terhadap kinerja lapis tersebut dalam merespon beban lalu lintas yang bekerja. Makin tinggi mutu kekuatan bahan makin tinggi pula kemampuan merespon beban yang ada. Kemampuan bahan lapis perkerasan merespon beban lalu lintas dipresentasikan kedalam Koefisien kekuatan Relatif : $\dagger i = f(\text{CBR})$ bahan berbutir.

Sebagai contoh rumus Koefisien Kekuatan Relatif adalah yang dikembangkan oleh pelatihan Analisis Struktur Perkerasan Jalan LPM-ITB 1997 [3] dari [4] :

$$a_1 = -3,72 \times 10^{-0,8} SM^2 + 3,04 \times 10^{-0,4} SM + 0,20 \quad \square \text{ untuk lapis aspal beton}$$

$$a_2 = -1,42 \times 10^{-0,2} (\log \text{ CBR})^2 - 1,00 \times 10^{-0,1} (\log \text{ CBR}) + 0,15 \quad \square \text{ untuk pondasi atas}$$

$$a_3 = -7,40 \times 10^{-0,3} (\log \text{ CBR})^2 - 9,68 \times 10^{-0,3} (\log \text{ CBR}) + 0,08 \quad \square \text{ untuk pondasi bawah}$$

4.4 Aspek Ketebalan

Kesalahan atau penyimpangan pada pelaksanaan sering terjadi sehingga ketebalan yang direncanakan tidak tercapai. Ketebalan salah satu lapis perkerasan jelas akan mempengaruhi kinerja lapis perkerasan dari yang direncanakan maka akan semakin tinggi kinerja lapis perkerasan merespon beban.

Ketebalan di lapangan dinyatakan dalam D_1 , D_2 , dan D_3 . Prosentase perubahan kualitas bahan lapis perkerasan.

5. Karakteristik Tanah Dasar (Aspek Kekuatan/kualitas bahan)

Perubahan kondisi tanah dasar sangat berpengaruh terhadap kinerja lapis perkerasannya. Makin kecil kemampuan atau daya dukung tanah dasar yang ada akan semakin lemah kemampuan lapis perkerasan merespon beban yang ada, dan sebaliknya. Kekuatan atau daya dukung tanah dasar direpresentasikan dalam nilai CBR atau Daya Dukung Tanah (DDT). Sebagai contoh besaran rumusan DDT adalah sebagai berikut:

$$DDT_r = DDT_{rata}^2 + \beta\sigma$$

(6)

$$DDT_i = 4,30 \log (CBR) + 1,70 \text{ (PPTPLJAK 1987 [1])}$$

(7)

$$= 3,71 \log (CBR) + 1,35 \text{ (AASHTO 1981 [4])}$$

(8)

di mana :

$\beta = 2,00$ pada tingkat kepercayaan (level of confidence) 98%

= 1,67 pada tingkat kepercayaan 95% dan

= 1,28 pada tingkat kepercayaan 90%

σ = standar deviasi dari nilai DDT

5.5 pengaruh Lingkungan (factor regional)

kondisi tanah dasar sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang secara spesifik dipengaruhi oleh perubahan kadar air. Semakin jenuh atau semakin kurang kadar airnya dari kondisi optimum, daya dukungnya akan semakin kecil. Pada lapis pondasi juga terjadi hal sedemikian.

5.6 Kriteria Keruntuhan yang digunakan

Deformasi permanen (deformasi plastis) merupakan gejala keruntuhan lapis perkerasan akibat dilampauinya regangan lelah (dicapainya retak lelah) pada bagian lapis perkerasan beraspal atau dan akibat dilampauinya regangan kompresif vertical pada besaran $\mu\epsilon$ tersebut diatas, sering pula dinyatakan dalam parameter Indeks permukaan (IP) yang merupakan fungsi tingkat kerusakan jalan dalam bentuk tingkat keretakan, lubang, tingkat kerataan, dan dalamnya alur deformasi permanen (pada Metode Empirik Bina Marga).

$$IP = 5,03 - 1,9 \log (1+SV) - 0,01 (C+P)^{0,5} - 1,38 RD^2 \rightarrow \text{AASHTO"81.....}$$

(9)

IP = Indeks permukaan

- SV = Slope Variance yang menyatakan ketidakrataan permukaan jalan
- C = Retak (cracking) (ft/1000 ft²)
- RD = Dalamnya alur deformasi plastis (inch)

6. Indeks Tebal Perkerasan

Indeks tebal perkerasan (ITP) merupakan variable tak bebas yang menunjukkan kebutuhan tebal lapis perkerasan yang sekaligus menunjukkan kinerja lapis perkerasan yang dipengaruhi oleh variable bebas tersebut diatas yaitu lalu lintas dan intensitas beban, kualitas dan dimensi lapis perkerasan, tanah dasar dan factor lingkungan, serta criteria keruntuhan. Rumusan matematis [4] hubungan tersebut selengkapnyanya dinyatakan sebagai berikut :

$$\text{Log (LER x 3650)} = 9,36 \log (\text{ITP}/2,54+1,0) - 0,20 + \dots\dots\dots (10)$$

di mana :

- LER = (LEP+LEA)/2
- LEP = $\sum \text{LHR}_{0i} \times \text{AE}_i \times \text{C}_i \times \text{D}$
- LEA = $\sum \text{LHR}_{ni} \times \text{AE}_i \times \text{C}_i \times \text{D}$
- $\text{LHR}_{ni} = \text{LHR}_{0i} (1 + r_i)^n$
- IP = $5,03 - 1,9 \log (1 + \text{SV}) - 0,01 (\text{C}+\text{P})^{0,5} - 1,38 \text{RD}^2$
- DDT = $4,30 \log (\text{CBR}) + 1,70$
- $\text{ITP}_0 = \sum a_i \times \text{D}_i = (a_1 + \text{D}_1) + (a_2 + \text{D}_2) + (a_3 + \text{D}_3)$

7. Analisis Sensivitasa

Dengan pendekatan formulasi yang samatersebut di atas, tingkat kerusakan jalan juga dapat didekati dengan satu fungsi dan hubungan variabel yang dinyatakan sebagai berikut:

$$f_K = f(\text{AE}, \text{Vol}, \text{psi}/\text{SM}, a_i \text{D}_i, \text{DDT}, \text{FR}) \dots\dots\dots (11)$$

di mana :

- f_K = tingkat kerusakan jalan
- AE angka ekivalen (tingkat kerusakan akibat beban sumbu)
- Vol. Volume/frekuensi kendaraan
- psi tekanan roda/ ban kendaraan
- SM Stabilitas Marshall (tingkat kualitas lapis perkerasan beraspal)
- a_i angka kekuatan relative (kualitas bahan lapis perkerasan)
- D_i tebal masing-masing lapis perkerasan
- DDT daya dukung tanah

Pemodelan kerusakan tersebut sulit dilakukan mengingat tidak adanya data dan pengamatan empiris historik yang cukup memadai. Yang dapat dilakukan adalah analisis sensitivitas untuk mengetahui seberapa besar tingkat kontribusi masing-masing variable yang terkait terhadap kerusakan lapis perkerasan jalan apabila suatu variabel pengaruh berubah menurut prosentase tertentu. Ke Sembilan variable tersebut yaitu:

1. Pengaruh % perubahan kualitas dan ketebalan lapis permukaan jalan terhadap tingkat kerusakan lapis perkerasan ($a_1 - N$)

2. Pengaruh % perubahan kualitas dan ketebalan lapis pondasi atas jalan terhadap kerusakan yang ditimbulkan pada lapis perkerasan ($a_2 - N$)
3. Pengaruh % perubahan kualitas dan ketebalan lapis pondasi bawah jalan terhadap kerusakan yang ditimbulkan pada lapis perkerasan ($a_3 - N$)
4. Pengaruh % perubahan kelebihan beban sumbu tunggal kendaraan terhadap tingkat kerusakan lapis perkerasan ($N_{st} - N$)
5. Pengaruh % perubahan kelebihan beban sumbu tunggal kendaraan terhadap tingkat kerusakan lapis perkerasan ($N_{sg} - N$)
6. Pengaruh % perubahan kelebihan beban sumbu tunggal kendaraan terhadap tingkat kerusakan lapis perkerasan ($N_{str} - N$)
7. Pengaruh % perubahan kelebihan tekanan ban/roda terhadap kerusakan lapis perkerasan/kebutuhan stabilitas Marshall lapis perkerasan ($\psi - N$)
8. Pengaruh % perubahan penurunan daya dukung tanah terhadap tingkat kerusakan lapis perkerasan ($DDT - N$)
9. Pengaruh % perubahan faktor lingkungan (factor regional) terhadap tingkat kerusakan lapis perkerasan yang ditimbulkan ($FR - N$)

Gambar 1. Chart Variabel Analisis Sensitivitas

Variable	Relative strength of vehicle axle load						Tyre Pressure	Bearing Cap. Soil	Regional Factor
	Surface	Base	Subbase	Single	Dual	Triple			
%	a1	a2	a3	SNsa	SNda	SNtra	psi	BCS	FR
40	6.03	3.00	4.18	0.03	0.92	0.95	0.14	5.71	0.62
45	5.15	2.73	3.69	0.04	0.92	0.95	0.17	4.94	0.65
50	4.4	2.48	3.26	0.06	0.92	0.95	0.20	4.27	0.67
55	3.77	2.26	2.88	0.09	0.92	0.95	0.24	3.69	0.69
60	3.23	2.06	2.55	0.13	0.93	0.95	0.28	3.19	0.71
65	2.78	1.88	2.26	0.18	0.93	0.96	0.34	2.76	0.74
70	2.39	1.71	2.01	0.24	0.93	0.96	0.40	2.39	0.77
75	2.06	1.56	1.78	0.32	0.94	0.96	0.47	2.07	0.80
80	1.78	1.43	1.59	0.41	0.95	0.97	0.55	1.79	0.83
85	1.54	1.31	1.41	0.52	0.96	0.97	0.64	1.55	0.87
90	1.33	1.19	1.26	0.66	0.97	0.98	0.75	1.34	0.91
95	1.15	1.09	1.12	0.81	0.98	0.99	0.87	1.10	0.95
100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
105	0.87	0.92	0.89	1.22	1.02	1.01	1.15	0.86	1.05
110	0.76	0.84	0.80	1.46	1.04	1.02	1.31	0.75	1.11
115	0.65	0.77	0.71	1.75	1.06	1.04	1.49	0.65	1.18
120	0.58	0.71	0.64	2.07	1.09	1.06	1.68	0.56	1.25
125	0.50	0.65	0.57	2.44	1.12	1.08	1.89	0.48	1.33
130	0.44	0.60	0.51	2.86	1.16	1.10	2.11	0.42	1.43
135	0.39	0.55	0.46	3.32	1.20	1.12	2.34	0.36	1.54
140	0.34	0.50	0.42	3.84	1.24	1.15	2.57	0.31	1.67
145	0.30	0.46	0.37	4.42	1.29	1.18	2.81	0.27	1.82
150	0.28	0.43	0.34	5.06	1.35	1.22	3.05	0.23	2.00
155	0.23	0.39	0.30	5.77	1.41	1.25	3.28	0.20	2.22
160	0.20	0.36	0.27	6.55	1.48	1.29	3.51	0.18	2.50
165	0.17	0.33	0.24	7.30	1.55	1.33	3.74	0.16	2.78

8. Pembahasan Hasil Analisis

Dari Gambar 1. Dan Tabel 1. dapat disimpulkan :

1. Secara umum pengaruh kerusakan lapis perkerasan jalan dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok besar yaitu :
 - a. Akibat lalu lintas (kelebihan beban dan volume lalu lintas (N_{st} , N_{sg} , dan N_{str}), dan kelebihan tekanan ban (psi)
 - b. Akibat kesalahan desain dan pelaksanaan konstruksi, misalnya tidak dipenuhinya mutu (a_1 , a_2 , a_3 , DDT, FR) dan tidak dipenuhinya ketebalan lapis perkerasan sesuai yang direncanakan (D_1 , D_2 , D_3)
2. Pengaruh kelebihan beban sumbu tunggal N_{st} menunjukkan variabel yang berpengaruh secara eksponensial tertinggi terhadap tingkat kerusakan jalan. (misal dengan

- kelebihan 50% beban sumbu tunggal, tingkat kerusakan yang ditimbulkan mencapai 5 kalinya atau 500%)
3. Pengaruh penurunan kualitas a_1 atau tebal lapis permukaan aspal beton D1 menunjukkan peringkat pengaruh kedua (contoh pada penurunan 50% pengaruh kerusakannya menunjukkan 440%)
 4. Peringkat pengaruh berikutnya adalah penurunan dukung tanah dasar (**DDT**), tekanan ban (**psi**), mutu/tebal lapis pondasi bawah (a_3), lapis pondasi atas (a_2), faktor lingkungan (**FR**), beban sumbu tandem (N_{sg}), dan beban sumbu triple (N_{str}).
 5. Pengaruh ganda dapat saja terjadi misalnya kelebihan beban sumbu dan tekanan ban sekaligus, yang tentunya berdampak multiplikatif terhadap tingkat kerusakan perkerasan jalan. Demikian pula akibat kurang dipenuhinya spesifikasi akibat buruknya mutu pelaksanaan akan berdampak menurunnya kinerja lapis perkerasan (meningkatkan tingkat kerusakan yang terjadi).

9. Analisa Kasus Nyata

Kasus nyata diambil dari kasus ruas jalan propinsi Godong – Demak (25 km sebelah timur Semarang).

Jalan direncanakan dengan Muatan Sumbu Terberat (MST) 8 ton, standar MST jalan propinsi Bina Marga. Struktur perkerasan jalan berupa Lapis Pondasi Bawah (LPB) Madakam, Lapis Pondasi Atas (LPA) agregat klas B, dan Lapis permukaan berupa Lapis Penetrasi (Lapen) 10 cm, terletak di atas tanah lempung *expansive* yang berdaya dukung rendah, dengan CBR kurang dari 4%.

Karena jalan Semarang – Demak sering mengalami kemacetan, maka banyak kendaraan berat dari arah Timur berbelok ke ruas jalan Demak – Godong untuk menuju Semarang. Kendaraan berat yang dimaksud adalah truk-truk tronton dengan roda dua sumbu di belakang dengan berat total (berat kendaraan + muatan) antara 30 – 35 ton.

Dengan berat tar-rata 32,5 ton maka beban yang diterima roda ganda dibagian belakang sesuai dengan ketentuan adalah $75\% \times \text{berat} = 24 \text{ ton}$, sehingga tekanan masing-masing sumbu adalah 12 ton atau lebih 4 ton (50%) dari MST rencana 8 ton. Akibatnya terjadi kerusakan perkerasan jalan berdasarkan analisa sensitivitas di atas dengan kelebihan muatan sampai 150%. Angka kekuatan relative lapis permukaan jalan turun dari 1 menjadi 0,26, sedangkan LPA dari 1 menjadi 0,43 dan LPB dari 1 menjadi 0,34. Kerusakan nyata adalah berupa penurunan (deformasi plastis) dan akhirnya kerusakan total pada perkerasan jalan.

10. Kesimpulan dan Saran

Untuk mencegah terjadinya kerusakan dini pada perkerasan jalan perlu dilakukan beberapa hal sebagai berikut :

1. Perancangan tebal lapis perkerasan jalan hendaknya mengantisipasi kemungkinan timbulnya kerusakan dini yang terjadi akibat kesalahan pengoperasian lalu lintas angkutan jalan

2. Pengendalian kualitas pada saat pelaksanaan konstruksi untuk menjamin dipenuhinya spesifikasi teknis yang dituntut
3. Perlunya pengendalian muatan lebih dengan pengendalian batas muatan angkutan barang pada khususnya.
4. Kebijakan multi-axle perlu dipertimbangkan, mengingat rasio perbedaan pengaruh beban sumbu tunggal : beban sumbu ganda : beban sumbu triple lebih kurang 29 : 6 : 7 adalah sangat signifikan.
5. Ketetapan bersama DLLAJR 8 propinsi perlu ditinjau kembali dengan memperhatikan beban sumbu.

11. Daftar Pustaka :

Indra Surya B.M., Simposium-II FSTPT, 1999

Ketetapan bersama 8 Dinas LLAJR Propinsi, yaitu propinsi Lampung, semua Propinsi di Jawa dan Propinsi Bali tanggal 26 April 2006 tentang Toleransi kelebihan Muatan pada truck angkutan barang,

LPM-ITB, "Pelatihan Analisis Struktur Perkerasan Jalan, 1997".

SKBI-2.3.26. 1987 UDC: 625.73 (02). Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen. – Lampiran no.12 Keputusan Menteri Perkerasan Umum No. 378/KPTS/1987 tanggal 31 Agustus 1987

William D.O.P.(1987). "Road Deterioration and Maintenance Effects – Models for Planning and Management", The Highway Design and Maintenance Standards Series _ a World Bank Publication.