



MODEL ALTERNATIF DARI STRUKTUR PERKERASAN LENTUR DESAIN

Djunaedi Kosasih

RINGKASAN

Metoda desain struktur perkerasan lentur jalan yang saat ini berlaku di Indonesia adalah Metoda Analisa Komponen. Metoda Analisa dengan memanfaatkan model dasar struktur perkerasan yang diadopsi dari metoda AASHTO '72 telah dapat di gunakan selain untuk menentukan desain struktur perkerasan juga untuk menganalisis kondisi struktur perkerasan desain. Namun demikian, model alternatif yang lebih sederhana yang dapat menggambarkan karakteristik struktur perkerasan desain mungkin akan bermanfaat, khususnya dalam membantu menetapkan berbagai skenario struktur perkerasan desain dan dalam mengevaluasi derajat kerusakan struktur perkerasan desain akibat tingkat konservatisme dari desain. Model struktur perkerasan desain alternatif yang diusulkan dalam karya tulis ini didasarkan pada fungsi eksponensial yang menghasilkan struktur perkerasan desain dengan variasi perkiraan beban lalu lintas sekitar 20% pada tingkat konservatisme desain sekitar 30%.

SUMMARY

The flexible pavement design method currently applicable in Indonesia is the Component Analysis Method. This design method with its base model adopted from the AASHTO '72 method has been used not only for designing pavement structure. Yet, a simplified model that can be used to easily describe the characteristics of a designed pavement structure might still be useful, particularly for providing design alternatives and for evaluating the damage factor of a designed pavement structure due to variability in design conservatism. The simplified model proposed in this paper takes the form of an exponential function that effects a design pavement structure with 20% variation of the estimated loading at the design conservatism of around 30%.

I. PENDAHULUAN

Metoda desain struktur perkerasan lentur jalan yang saat ini berlaku di Indonesia adalah Metoda Analisa Komponen (atau yang sering disebut metoda Bina Marga '87) [1]. Metoda Analisa Komponen ini dengan memanfaatkan model dasar struktur perkerasan yang diadopsi dari metoda AASHTO '72 [2] telah dapat digunakan, selain untuk menentukan desain struktur perkerasan, juga untuk menganalisis kondisi struktur perkerasan desain [3].

Setelah struktur perkerasan desain ditetapkan seringkali timbul beberapa pertanyaan yang mungkin tidak dapat langsung terjawab, yaitu :

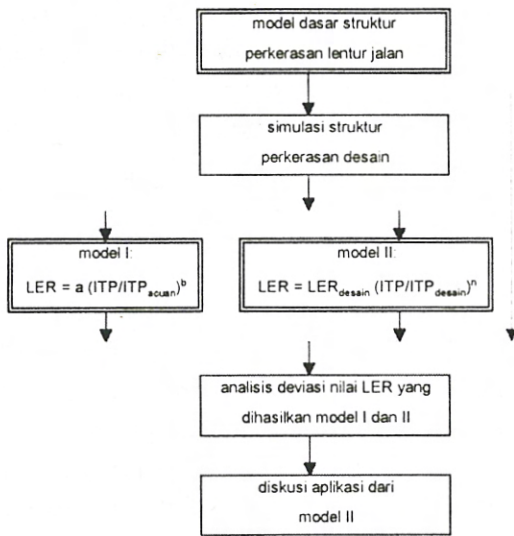
- Bagaimana desain struktur perkerasannya untuk berbagai skenario pembebanan lalu lintas desain ?
- Berapa masa layan struktur perkerasan desain jika nilai struktural dikurangi atau ditambah ?
- Jika dalam proses evaluasi terhadap struktur perkerasan yang ada diketahui bahwa total beban lalu lintas yang telah lewat sampai struktur perkerasan dalam kondisi kritis tidak sesuai dengan yang diperkirakan pada tahapan desain, berapa sebenarnya nilai awal struktural perkerasan tersebut ?

Dengan demikian, model alternatif yang cukup sederhana yang dapat menggambarkan

karakteristik struktur perkerasan desain mungkin akan bermanfaat, khususnya dalam membantu menetapkan berbagai skenario struktur perkerasan desain dan dalam mengevaluasi derajat kerusakan struktur perkerasan desain akibat tingkat konservatisme dari desain.

Karya tulis ini akan menguraikan secara cukup rinci penurunan model struktur perkerasan desain alternatif tersebut dengan tahapan seperti yang terlihat pada Gambar 1.

Gambar 1
PROSEDUR PENURUNAN MODEL
STRUKTUR PERKERASAN DESAIN



II. MODEL STRUKTUR PERKERASAN (METODA BINA MARGA '87)

Model dasar struktur perkerasan lentur jalan yang digunakan untuk Metoda Analisa Komponen (metoda Bina Marga '87) adalah sebagai berikut :

$$\log (LER_{10} \times 3650) = 9,36 \log (ITP + 2,54) - 4,4728 + \frac{\log \left(\frac{IP_0 - IP_1}{4,2 - 1,5} \right)}{138072} + \log \left(\frac{1}{FR} \right) + 1,5996 \log (CBR)$$

$$0,4 + \frac{138072}{(ITP+2,54)^{5,19}}$$

dan

$$ITP_2 = a_1 D_1$$

$$ITP_3 = a_1 D_1 + a_2 D_2$$

$$ITP_4 = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3$$

dimana :

- LER_{10} = Lintas Ekuivalen Rencana (SS/hari), dalam perioda acuan 10 tahun
- ITP = Index Tebal Perkerasan (cm)
- IP_0 = Index Permukaan awal
- IP_1 = Index Permukaan akhir
- FR = Faktor Regional
- CBR = California Bearing Ratio (%)
- a = koefisien kekuatan relatif dari bahan lapis perkerasan
- D_1, D_2, D_3 = tebal lapis perkerasan, berturut-turut untuk lapis permukaan, lapis pondasi dan lapis pondasi bawah (cm)

Dalam proses desain, model dasar struktur perkerasan di atas memerlukan 4 parameter desain (yaitu: LER_{10} , CBR, FR dan ΔIP) untuk menghasilkan nilai ITP. Kemudian, nilai ITP tersebut digunakan untuk menghitung tebal lapisan perkerasan (D) sesuai dengan kualitas bahannya (a) masing-masing. Sedangkan, nilai ITP_2 , nilai ITP_3 dan nilai ITP_4 akan diperoleh dari model dasar struktur perkerasan jika nilai CBR yang digunakan dalam perhitungan adalah berturut-turut nilai CBR lapis pondasi, nilai CBR lapis pondasi bawah dan nilai CBR tanah dasar.

Perhitungan nilai ITP dengan menggunakan model dasar struktur perkerasan pada prinsipnya memerlukan proses iterasi, yang seringkali dianggap kurang praktis, sehingga sebagai gantinya nilai ITP lebih umum ditentukan dengan menggunakan nomogram desain [1].

Penjelasan mengenai berbagai strategi desain struktur perkerasan menurut Metoda Analisa Komponen, yaitu dengan memaksimalkan lapis permukaan, lapis pondasi atau lapis pondasi bawah atau kombinasi dari ketiganya, telah diberikan secara rinci dalam laporan penelitian [3].

III. SIMULASI STRUKTUR PERKERASAN DESAIN

Tabel 1 memberikan rentang nilai parameter desain yang akan diperhitungkan dalam proses penurunan model struktur perkerasan desain alternatif. Rentang nilai ini dipertimbangkan

akan dapat mewakili sebagian besar kondisi desain jalan di Indonesia, baik untuk jalan dengan kondisi lalu lintas tinggi/rendah, untuk kondisi tanah dasar keras/lembek, untuk lokasi jalan normal/khusus, maupun untuk jalan arteri/lokal.

Tabel 1
NILAI PARAMETER DESAIN
UNTUK SIMULASI DESAIN

No	Parameter Desain	Rentang Nilai
1	Lintas Ekuivalen Rencana, LER (SS/hari)	50 - 125000
2	CBR tanah dasar (%)	2 - 20
3	Indeks Permukaan desain, (IP _o -IP _t)	1.0 - 2.5
4	Faktor Regional, FR	0.2 - 5.0

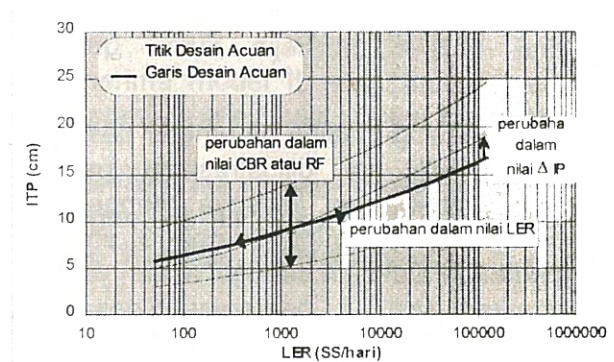
Kombinasi dari rentang nilai parameter desain tersebut menghasilkan 3840 struktur perkerasan desain yang berbeda. Nilai ITP dari struktur perkerasan desain yang dihasilkan telah dihitung dengan menggunakan program PAVEMENT [4].

Gambar 2 memperlihatkan hubungan antara nilai ITP dengan nilai LER untuk keseluruhan 3840 struktur perkerasan desain yang diperoleh. Terlihat, bahwa ada keteraturan yang nyata dari hubungan tersebut. Ini berarti, bahwa dalam suatu proses desain, untuk nilai CBR tanah dasar, Index Permukaan desain (ΔIP) dan nilai FR yang ditetapkan, maka nilai ITP berkorelasi langsung dengan nilai LER.

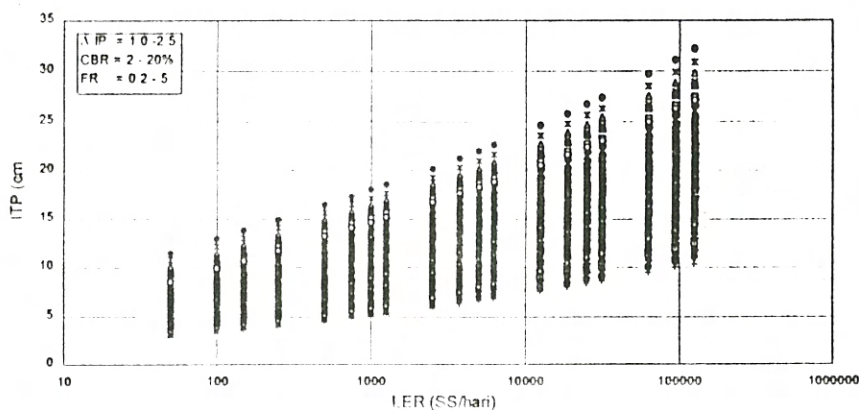
Phenomena ini merupakan sifat penting dari struktur perkerasan yang ada yang akan dikaji lebih jauh pada bagian berikut, dalam usaha untuk menurunkan model struktur perkerasan desain alternatif yang lebih sederhana yang dapat digunakan secara lebih praktis khususnya dalam proses evaluasi struktur perkerasan desain.

Hubungan antara nilai ITP dan nilai LER yang dipresentasikan pada Gambar 2 pada hakekatnya dapat dinyatakan dalam bentuk kurva desain, yang keseluruhannya berjumlah 192 kurva desain. Dengan mengamati model struktur perkerasan dan kurva desain pada Gambar 2 secara lebih seksama, maka nilai ITP sebenarnya dipengaruhi, tidak hanya oleh nilai LER, tetapi juga oleh nilai CBR, nilai RF dan nilai ΔIP .

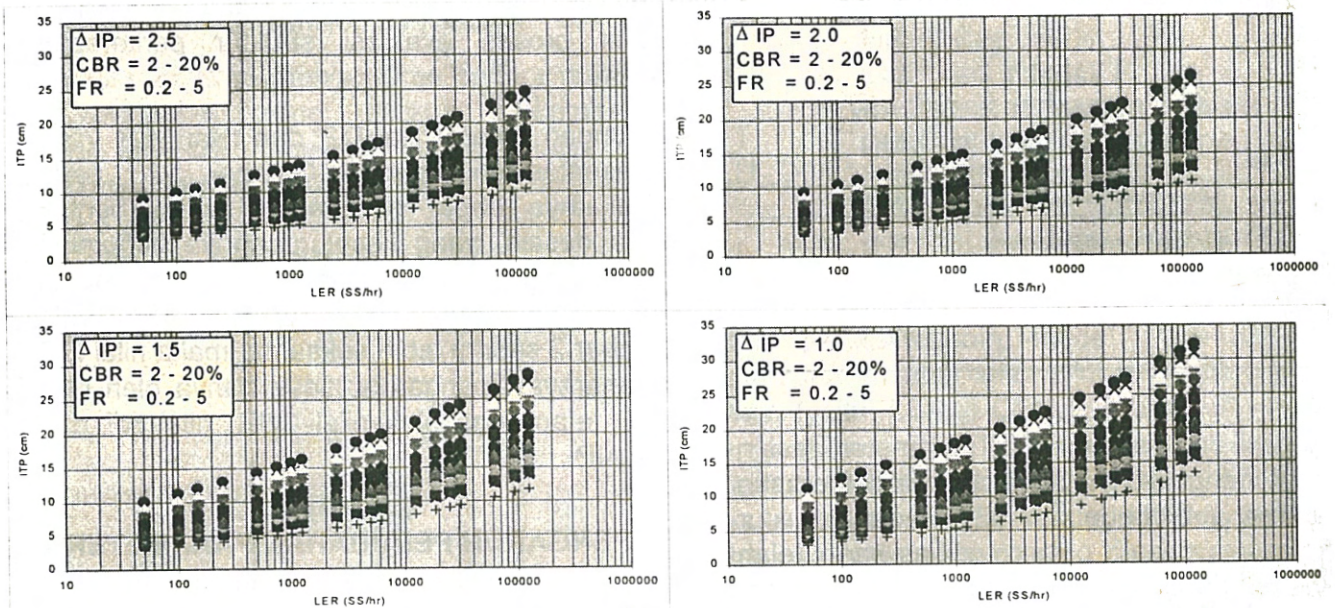
Gambar 3
PENGARUH PERUBAHAN PARAMETER
DESAIN TERHADAP NILAI ITP



Gambar 2
HUBUNGAN ANTARA NILAI ITP DAN NILAI LER UNTUK SEMUA
VARIASI NILAI PARAMETER DESAIN



Gambar 4
HUBUNGAN ANTARA NILAI ITP DAN NILAI LER UNTUK SEMUA VARIASI NILAI
PARAMETER DESAIN YANG DIKELOMPOKKAN BERDASARKAN NILAI ΔIP



Pengaruh dari masing-masing parameter desain terhadap nilai ITP ini diilustrasikan pada Gambar 3. Untuk lebih jelasnya mengenai informasi yang disajikan pada Gambar 3, ambil satu titik pada kurva desain sebagai acuan yang menggambarkan struktur perkerasan desain. Jika nilai LER berubah, maka nilai ITP yang diperlukan akan bergeser mengikuti kurva desain. Sedangkan, jika nilai CBR tanah dasar atau nilai FR berubah, maka kurva desain harus digeser ke atas atau ke bawah sesuai dengan perubahan nilainya; dan jika nilai ΔIP berubah, maka kurva desain harus diputar sebanding dengan perubahan nilainya.

Sejalan dengan karakteristik pengaruh perubahan nilai parameter desain terhadap hubungan antara nilai ITP dan nilai LER, maka kurva desain, jika dikelompokkan berdasarkan nilai ΔIP, akan menjadi lebih teratur (tidak saling berpotongan), seperti terlihat pada Gambar 4.

Kurva desain pada Gambar 3 merupakan dasar untuk penyederhanaan model struktur perkerasan desain alternatif yang akan didiskusikan pada bagian berikut.

IV. MODEL STRUKTUR PERKERASAN DESAIN ALTERNATIF

4.1. Rumusan Model

Sesuai dengan bentuk kurva desain pada Gambar 4, maka model struktur perkerasan desain alternatif dapat dinyatakan secara sederhana dengan menggunakan fungsi eksponensial, sebagai berikut:

Model I :

$$LER = a \left(\frac{ITP}{ITP_{acuan}} \right)^b$$

dimana :

LER = nilai LER yang dapat diterima struktur perkerasan desain pada nilai ITP (SS/hari)

ITP = nilai ITP setelah masa konstruksi yang memperhitungkan perubahan yang mungkin terjadi terhadap nilai parameter desain (cm)

$ITP_{acuán}$ = nilai ITP yang ditetapkan pada nilai $LER_{acuán}$ secara sembarang (cm)

a dan b = konstanta regresi

Akan tetapi, untuk pertimbangan praktis, maka persamaan di atas akan lebih baik jika dinyatakan dalam bentuk yang lebih sederhana lagi, seperti :

Model II :

$$\frac{LER}{LER_{desain}} = \left(\frac{ITP}{ITP_{desain}} \right)^n$$

Pada persamaan ini, model struktur per-kerasan desain alternatif dipaksa untuk tetap memenuhi nilai ITP_{desain} dan LER_{desain} .

Dengan penyederhanaan ini, penyimpangan kurva desain tentunya akan menjadi lebih kecil, khususnya, untuk perubahan yang relatif kecil dari nilai ITP ke nilai ITP_{desain} , dan akan lebih besar untuk perubahan nilai ITP yang relatif besar. Oleh karena itu, model II seharusnya akan lebih memadai untuk keperluan proses evaluasi struktur perkerasan desain.

Sebagai bahan perbandingan, kedua persamaan di atas akan dianalisis pada bagian berikut.

4.2. Perhitungan Konstanta Model

(a) Nilai a dan b - (Model I)

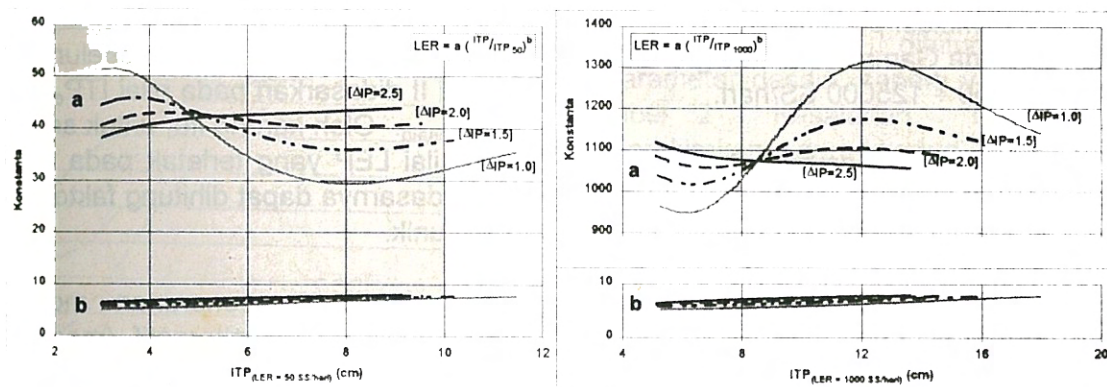
Nilai a dan b dari Model I untuk masing-masing kurva desain dapat dihitung dengan menggunakan teknik regresi linier. Dua nilai LER, yaitu 50 SS/hari dan 1000 SS/hari, ditetapkan secara sembarang dalam karya tulis ini sebagai acuan untuk menghitung berturut-turut nilai ITP_{50} dan ITP_{1000} . Nilai a dan b yang diperoleh diperlihatkan pada Gambar 5 untuk kedua nilai $ITP_{acuán}$ tersebut.

Seperti terlihat pada Gambar 5, nilai a dan b, setelah kurva desain dikelompokkan menurut nilai ΔIP , menjadi teratur.

Nilai a cukup bervariasi, sedangkan nilai b ternyata cukup seragam. Nilai b khususnya, seperti yang diharapkan untuk setiap kurva desain, tidak terpengaruh oleh nilai LER yang ditetapkan sebagai acuan. Hal ini seharusnya cukup untuk dijadikan alasan untuk lebih menerima model II yang hanya memiliki satu konstanta regresi, yaitu faktor pangkat n.

Disamping itu, meskipun nilai a berubah sesuai dengan nilai $LER_{acuán}$ yang ditetapkan, model I yang dihasilkan ternyata serupa.

Gambar 5
KURVA UNTUK MENENTUKAN NILAI a DAN b DARI MODEL I BERDASARKAN NILAI ITP_{50} DAN NILAI ITP_{1000} PADA BERBAGAI NILAI ΔIP



Sebagai contoh, untuk parameter desain: CBR tanah dasar = 5%, FR = 2 dan $\Delta IP = 1.5$, nilai ITP_{50} yang dihasilkan adalah 6.77 cm, sedangkan nilai ITP_{1000} adalah 11.25 cm. Dari Gambar 5, kedua nilai ITP_{acuan} tersebut memberikan nilai a dan nilai b, sebagai berikut:

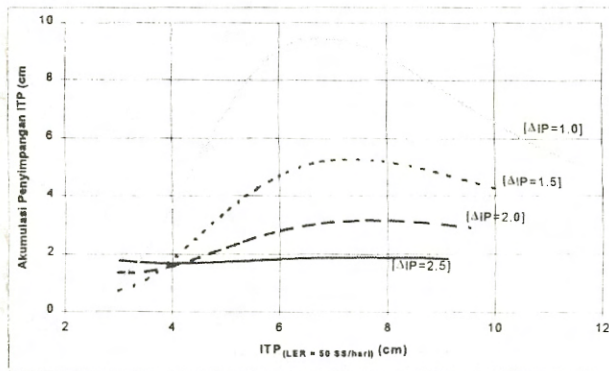
$$ITP_{50} = 6.77 \text{ cm} \rightarrow \begin{aligned} a &= 37.218 \\ b &= 6.771 \end{aligned}$$

$$ITP_{1000} = 11.25 \text{ cm} \rightarrow \begin{aligned} a &= 1166.782 \\ b &= 6.771 \end{aligned}$$

Model I (hubungan antara nilai LER dan ITP) untuk kedua nilai a dan b tersebut adalah:

$$LER \approx 8.850 \times 10^{-5} ITP^{6.771}$$

Gambar 6
NILAI ITP RESIDUAL DARI MODEL I



Untuk mengevaluasi kesesuaian nilai a dan b dari model I yang disajikan pada Gambar 5, maka dilakukan perhitungan penyimpangan nilai ITP antara nilai ITP dari kurva desain dan yang dari model I. Akumulasi penyimpangan nilai ITP yang disajikan pada Gambar 6 dihitung untuk 20 nilai LER antara 50 ÷ 125000 SS/hari.

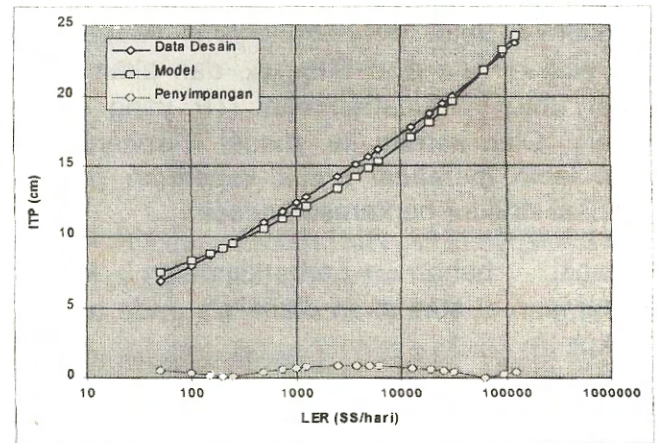
Seperti terlihat pada Gambar 6, besarnya penyimpangan nilai ITP ternyata juga dipengaruhi oleh nilai ΔIP . Untuk nilai $\Delta IP = 2.5$, akumulasi penyimpangan nilai ITP relatif kecil dan cukup seragam. Sedangkan, untuk nilai $\Delta IP = 1.0$, akumulasi penyimpangan nilai ITP cukup besar dan sangat bervariasi tergantung dari nilai ITP_{desain} .

Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai penyimpangan nilai ITP tersebut, maka pada Gambar 7 diperlihatkan (untuk

akumulasi penyimpangan nilai ITP terbesar) kurva desain, model struktur perkerasan desain alternatif (model I), dan kurva penyimpangan nilai ITP yang dihasilkan. Terlihat, bahwa seperti yang telah diungkapkan sebelumnya, model struktur perkerasan desain alternatif ini tidak mengikuti nilai LER_{acuan} atau nilai LER_{desain} sekalipun, sehingga penyimpangan nilai ITP terkecil terjadi pada titik yang sembarang.

Meskipun demikian, dari penyimpangan nilai ITP terbesar yang dihasilkan dapat disimpulkan, bahwa model struktur perkerasan desain alternatif (model I) ini secara umum cukup teliti.

Gambar 7
DISTRIBUSI PENYIMPANGAN NILAI ITP TIPIKAL DARI MODEL I



(b) Faktor Pangkat (n) - (Model II)

Seperti telah diungkapkan sebelumnya, bahwa model II didasarkan pada nilai ITP_{desain} dan nilai LER_{desain} . Oleh karena itu, untuk setiap nilai ITP dan nilai LER yang terletak pada kurva desain pada dasarnya dapat dihitung faktor pangkat (n) yang unik.

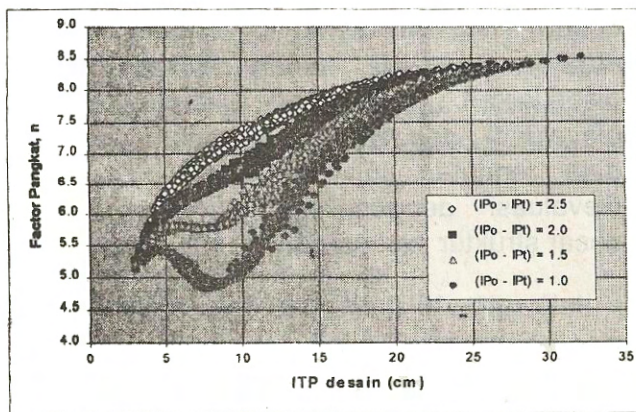
Untuk keperluan penurunan model struktur perkerasan desain alternatif (model II), faktor pangkat (n) rata-rata yang dihitung untuk rentang nilai ITP antara -30% sampai +30% dari nilai ITP_{desain} dipertimbangkan cukup realistis untuk kondisi praktis, dimana struktur perkerasan desain mungkin bervariasi di dalam rentang nilai tersebut.

Gambar 8 memperlihatkan faktor pangkat (n) rata-rata yang dihasilkan untuk setiap nilai ITP_{desain} pada masing-masing kurva desain.

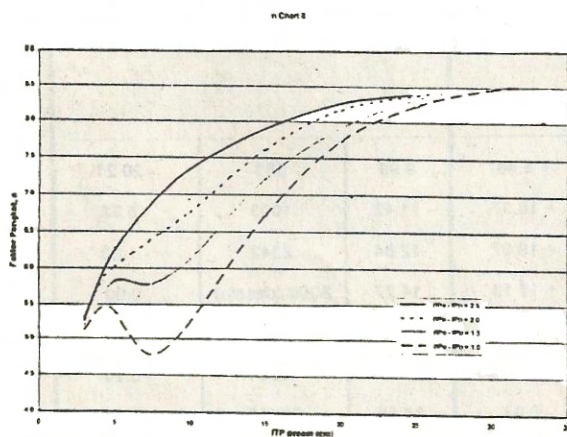
Ternyata faktor pangkat (n) rata-rata ini, meskipun agak bervariasi, juga memberikan pola yang cukup teratur untuk nilai ΔIP yang sudah dikelompokkan.

Gambar 9 memberikan kurva faktor pangkat (n) yang diusulkan untuk proses analisis struktur perkerasan desain. Secara umum, faktor pangkat (n) tidak terlalu berbeda dengan nilai b untuk model I yang diberikan pada Gambar 5.

Gambar 8
FAKTOR PANGKAT (n) DARI MODEL II
UNTUK BERBAGAI NILAI ΔIP



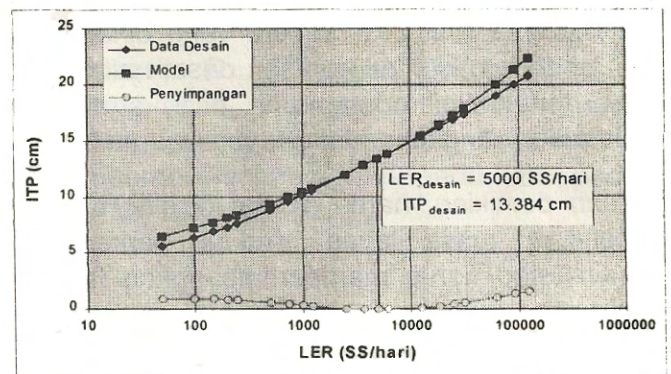
Gambar 9
KURVA UNTUK MENENTUKAN FAKTOR
PANGKAT (n) DARI MODEL II



Pada model struktur perkerasan desain alternatif (model II) ini, faktor pangkat (n) dapat langsung ditentukan berdasarkan nilai ITP_{desain} . Hal ini tentunya akan lebih memudahkan pemakaiannya.

Gambar 10 memperlihatkan kurva penyimpangan nilai ITP yang terjadi, beserta dengan kurva desain dan model struktur perkerasan desain alternatif (model II). Yang menarik di sini adalah bahwa pada titik desain (nilai ITP_{desain} dan LER_{desain}) tidak terjadi penyimpangan. Sedangkan, penyimpangan nilai ITP yang besar terjadi pada nilai LER yang cukup jauh berbeda dengan nilai LER_{desain} . Namun, untuk keperluan analisis struktur perkerasan desain, penyimpangan nilai ITP tersebut seharusnya masih dapat diterima.

Gambar 10
DISTRIBUSI PENYIMPANGAN NILAI ITP
TIPIKAL DARI MODEL II



V. APLIKASI MODEL

- Sebagai contoh aplikasi, pada Tabel 2 diberikan ringkasan perhitungan nilai LER untuk berbagai nilai ITP (yaitu antara -30% \div $+30\%$ dari nilai ITP_{desain}) dimana nilai $LER_{desain} = 5000$ SS/hari dan $ITP_{desain} = 14.27$ cm, yang dihitung berdasarkan parameter desain, seperti yang tertera pada tabel 2. Kesalahan nilai LER yang diperkirakan dari kedua model struktur perkerasan desain alternatif pada nilai ITP $\pm 30\%$ dari nilai ITP_{desain} adalah sekitar 20%.

Sebagai penegasan kembali, penyimpangan nilai ITP dari model II di sekitar nilai ITP_{desain} relatif kecil, sehingga model II ini untuk keperluan analisis struktur perkerasan desain secara praktis dapat dianggap lebih cocok.

- Faktor pangkat (n) dari model desain struktur perkerasan alternatif (model II) adalah berkisar antara $4.7 \div 8.5$. Hal ini menunjukkan bahwa

derajat kerusakan perkerasan akibat kesalahan struktural adalah lebih besar dibandingkan dengan yang diakibatkan oleh pembebanan lalu lintas. (Ingat faktor pangkat (n) = 4 yang digunakan dalam perhitungan faktor ekuivalen terhadap beban sumbu standar).

Untuk contoh aplikasi di atas, dengan faktor pangkat (n) = 7.2, maka penambahan 30% pada nilai struktural perkerasan desain akan meningkatkan masa layan kira-kira sampai 6.6 kali lipat. Sebaliknya, pengurangan 30% dari nilai struktural perkerasan desain akan mengurangi masa layan menjadi hanya sekitar 7.7% saja dari rencana semula.

Dengan kata lain, kesalahan perkiraan beban lalu lintas sampai 20% seperti yang dihasilkan dari model struktur perkerasan desain alternatif tidak terlalu mempengaruhi nilai struktural perkerasan yang diperkirakan.

Namun demikian, harus dicatat di sini, bahwa penetapan masa layan struktur perkerasan desain tetap harus mempertimbangkan faktor-faktor ekonomi.

- Jika diketahui, bahwa di akhir masa layan struktur perkerasan desain total beban lalu lintas yang telah lewat tidak sesuai dengan yang diperkirakan semula pada tahapan desain dulu, maka ada dua kemungkinan penyebab yang dapat terjadi, yaitu nilai ITP tidak sesuai atau kondisi desain (nilai FR dan nilai CBR tanah dasar) tidak sesuai dengan kondisi lapangan yang ada. (lihat Gambar 3)

Jika nilai ITP yang dianggap tidak sesuai, maka model struktur perkerasan desain alternatif dapat dianggap tetap berlaku. Untuk itu, kualitas pelaksanaan konstruksi perkerasan harus ditingkatkan.

Sedangkan, jika kondisi desain tidak sesuai, maka model struktur perkerasan desain alternatif perlu disesuaikan; dan parameter desain yang dalam hal ini adalah nilai FR atau nilai CBR tanah desain harus disesuaikan. Nilai CBR misalnya dapat dievaluasi dengan menggunakan analisis data lendutan [5], dan nilai FR dapat dievaluasi dengan menggunakan model dasar struktur perkerasan.

Tabel 2
PERBANDINGAN ANTARA NILAI LER YANG DIPERKIRAKAN DARI MODEL I DAN II

Model Dasar			Model I			Model II		
ITP (cm)	Δ ITP (%)	LER (SS/hari)	ITP (cm)	LER (SS/hari)	kesalahan (%)	ITP (cm)	LER (SS/hari)	kesalahan (%)
FR = 2.0 Δ IP = 1.5 CBR $\forall d$ = 5.0 %			LER _{acuan} = 1000 SS/hari ITP _{acuan} = 11.25 cm Nilai a = 1167 Nilai b = 6.75			Faktor Pangkat (n) = 7.2		
9.99	- 30%	480	9.99	523	+ 8.96	9.99	383	- 20.21
11.42	- 20%	1100	11.42	1288	+ 18.37	11.42	1003	- 8.82
12.84	- 10%	2380	12.84	2853	+ 19.87	12.84	2342	- 1.60
14.27	-	5000 (desain)	14.27	5809	+ 16.18	14.27	5000 (desain)	0.00
15.70	+ 10%	10080	15.70	11055	+ 9.67	15.70	9931	- 1.48
17.12	+ 20%	19600	17.12	19890	+ 1.48	17.12	18581	- 5.20
18.55	+ 30%	36700	18.55	34141	- 6.97	18.55	33065	- 9.90

VI. PENUTUP

Karya tulis ini telah menguraikan penurunan dan lingkup aplikasi dari model struktur perkerasan desain alternatif yang dapat digunakan untuk menganalisis secara mudah kondisi struktur perkerasan desain. Bentuk model yang diusulkan didasarkan pada fungsi eksponensial (model II) dengan faktor pangkat (n) yang ditentukan hanya berdasarkan nilai ITP_{desain} (Gambar 9). Nilai ITP_{desain} ini harus terlebih dahulu ditentukan dari model dasar struktur perkerasan.

Faktor pangkat (n) untuk rentang nilai ITP yang sering digunakan dalam desain (yaitu antara 8 ÷ 15 cm) adalah 6.5 ÷ 7.6 untuk nilai $\Delta IP = 2$ atau 5.8 ÷ 7.3 untuk $\Delta IP = 1.5$. Faktor pangkat (n) yang cukup tinggi ini memberikan indikasi bahwa derajat kerusakan struktur perkerasan desain yang diakibatkan oleh penurunan nilai struktural adalah lebih besar dibandingkan dengan yang diakibatkan oleh beban lalu lintas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Direktorat Jenderal Bina Marga, "Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metoda Analisa Komponen", No. SKBI - 2.3.26.1987, Indonesia, 1987.
- [2] AASHTO, "AASHTO Interim Guide for Design of Pavement Structures - 1972", Washington D.C., USA, 1981.
- [3] Kosasih D., "Aplikasi Program Komputer dalam Desain Struktur Perkerasan Lentur Jalan", Laporan Penelitian SPP/DPP-ITB, Bandung, 1995.
- [4] Kosasih D., "User's Manual - Program PAVEMENT (version 2.0)", Laboratorium Rekayasa Jalan, Institut Teknologi Bandung, 1996.
- [5] Kosasih D., JS. Younger, B. Sugeng and D. Sudiono, "Development of a Prototype Analytical Overlay Design Method", the proceedings of the 4th BCRA conference, Minneapolis, USA, 1994.
- [6] Kosasih D., "Evaluasi Kondisi Struktural Perkerasan Lentur Jalan dengan Mengaplikasikan Program PAVEMENT", Laporan Pengabdian Kepada Masyarakat, LPM-ITB, 1997.

Penulis :

Dr. Ir. Djunaedi Kosasih, MSc, Staf Pengajar pada Jurusan Teknik Sipil ITB.