

BAB III

LANDASAN TEORI

A. Parameter Desain

1. Beban Lalu lintas

Beban lalu lintas yang diperlukan dalam desain struktur perkerasan jalan adalah jumlah total perulangan beban sumbu standar ekuivalen yang diperkirakan akan lewat pada lajur rencana jalan yang sedang didesain selama masa layan. Berikut adalah tahapan perhitungan beban lalu lintas tersebut.

a. Data Lalu Lintas

Lalu lintas yang menggunakan jalan umumnya merupakan lalu lintas campuran, seperti kendaraan bermotor dan tidak bermotor, kendaraan cepat dan kendaraan lambat, kendaraan kecil dan besar, kendaraan ringan dan berat, kendaraan pribadi dan angkutan (penumpang atau barang), konfigurasi sumbu dan jumlah serta jenis komoditas yang di angkut. Selain itu, kendaraan tersebut juga masih dapat dibedakan lebih jauh menurut sifat pengoperasiannya, seperti maksud perjalanan atau panjang perjalanan. Pengaruh dari masing-masing jenis kendaraan tersebut baik kualitas pelayanan lalu lintas maupun terhadap kerusakan struktur perkerasan tentunya akan berbeda-beda. Kendaraan yang berukuran besar, lambat, dan

sering berhenti akan lebih mengganggu kelancaran lalu lintas, dibandingkan dengan kendaraan yang berukuran kecil, cepat dan sedang melakukan perjalanan jauh. Seperti telah diketahui, besarnya pengaruh tersebut dinyatakan dengan faktor SMP (Satuan Mobil Penumpang). Oleh karena itu, untuk kapasitas lajur jalan, volume lalu lintas dihitung dalam SMP bukan dalam satuan kendaraan.

Sedangkan pengaruh dari berbagai jenis kendaraan terhadap integritas struktur perkerasan lentur lebih ditentukan oleh beban sumbu kendaraan dan lama pembebanan (statis atau dinamis). Kendaraan yang berat dan sedang berhenti akan lebih merusak struktur perkerasan dibandingkan dengan kendaraan yang ringan dan sedang berjalan. .Besarnya pengaruh beban sumbu terhadap terhadap kerusakan perkerasan dinyatakan dengan Faktor Ekuivalen (FE), seperti yang akan di uraikan pada bagian berikut. Namun perlu di tekankan disini bahwa untuk keperluan desain perkerasan, volume lalu lintas harus dihitung dalam satuan kendaraan bukan dalam SMP.

Volume lalu lintas juga bervariasi baik dalam waktu maupun dalam ruang. Variasi dalam waktu dapat terjadi untuk volume lalu lintas menitan dan sejam. Volume jam-an dalam sehari, volume harian dalam seminggu. Volume mingguan dalam sebulan. Volume bulanan dalam setahun dan volume tahunan dalam masa layan perkerasan dan variasi volume lalu lintas

dalam ruang dapat terjadi pada lalu lintas dua arah atau pada masing-masing lajur pada jalan berlajur banyak.

Karakteristik lalu lintas yang beragam tersebut pada dasarnya harus dapat diperkirakan pada saat proses desain. Jenis data lalu lintas yang umumnya diperlukan untuk keperluan desain struktur perkerasan adalah sebagai berikut :

- 1) Volume lalu lintas harian rata-rata dalam setahun.
- 2) Faktor distribusi lalu lintas kedalam lajur rencana.
- 3) Komposisi kendaraan yang dibedakan kedalam jenis mobil penumpang, bis, truk ringan, truk berat, truk gandengan.
- 4) Berat sumbu yang mewakili untuk asing-masing jenis kendaraan.
- 5) Perkiraan tingkat pertumbuhan lalu lintas tahunan selama masa layan.

b. Faktor Ekivalen

Faktor ekivalen (FE) merupakan faktor konversi beban sumbu kendaraan terhadap beban sumbu standar, yang beratnya menurut Metode analisa komponen ditetapkan sebesar 8,16 ton. Nilai FE dapat dihitung apakah dengan rumus dasar AASTHO72 atau dengan rumus pendekatan.

Rumus:

Rumus dasar AASTHO72:

dimana:

FE_{L1} = Faktor Ekuivalen untuk beban sumbu 1

WL_1 = Perulangan beban sumbu L_1 yang dapat diterima oleh perkerasan

$W_{8,16}$ = Perulangan beban sumbu standar (L_1 : 8.16 ton) yang dapat diterima oleh perkerasan

Sedangkan,

$$\log(W_{L1}) = 9,36 \log (ITP + 2,54) + 2,14 + \frac{\log\left(\frac{IP_0 + IP_1}{4,2 - 1,5}\right)}{0,4 + \frac{10,223(L_1 - L_2)^{3,23}}{(ITP = 2,54)^{5,19} L_2^3}} - 4,79 \log(L_1 + L_2) + 4,33 \log(L_2) \dots (3.2)$$

Dimana :

ITP = Index Tebal Perkerasan

IP_0 = Index Permukaan Awal

IP_1 = Index Permukaan Akhir

L_1 = Beban Sumbu Kendaraan (Kips) atau (0,4533 ton)

$L_2 = 1$; Untuk Sumbu Tunggal.

= 2 ; Untuk Sumbu Tandem.

= 3 ; Untuk Sumbu Tripel

Rumus dasar AASTHO72 dapat menghasilkan nilai faktor ekuivalen yang teliti karena tidak hanya ditentukan dari beban kendaraan saja tetapi juga oleh kekuatan struktur perkerasan (ITP) dan kriteria keruntuhan perkerasan (IP). Akan tetapi, rumus dasar AASTHO72 tersebut cukup kompleks untuk diselesaikan selain mengandung unsur iteratif nilai faktor

ekivalen tidak akan dapat ditentukan tanpa mengetahui struktur perkerasan, yang dilain pihak. seharusnya diperoleh dari nilai faktor ekivalen (beban lalu lintas rencana) tersebut. Oleh karena itu, rumus pendekatan yang diturunkan oleh LIDDLE [7] seringkali digunakan dalam praktek desain.

Rumus Pendekatan :

$$FE_L = k \left(\frac{L}{8,16} \right)^4 \dots \dots \dots (3.3)$$

Dimana :

L = beban sumbu kendaraan (ton)

K = 1 : untuk sumbu tunggal

= 0,086 : untuk sumbu tandem

= 0,021 : untuk sumbu triple

Terlihat dari persamaan (3.3), bahwa nilai faktor ekivalen sebenarnya menyatakan derajat kerusakan perkerasan akibat satu beban sumbu kendaraan yang lewat. Sebagai contoh, satu beban sumbu tunggal seberat 8,16 ton di perhitungkan sebesar satu lintasan ekivalen (satu derajat kerusakan); satu beban sumbu tunggal seberat (2x8,16) ton diperhitungkan sebesar 16 lintasan ekivalen; sedangkan, sebaliknya beban sumbu tunggal seberat (1/8,16) hanya diperhitungkan sebesar 1/16 lintasan ekivalen

c. Total Kumulatif Beban Sumbu Standar

Jumlah total perulangan beban sumbu standar ekivalen dapat dihitung dari data lalu lintas dan faktor ekivalen yang telah diuraikan di atas.

$$N = LE_0 (1 + i) \frac{(1+i)^n - 1}{i} \quad 365 \dots \dots \dots (3.4)$$

dan

$$LE_0 = \sum_k (LH_k \cdot C_k \cdot FE_k) \dots \dots \dots (3.5)$$

Dimana:

N = Total Kumulatif beban sumbu standar (SS)

i = Tingkat pertumbuhan lalu lintas rata-rata (%)

n = Masa layan (tahun)

LE₀ = Lintas ekivalen rata-rata (kend/hari)

k = Jenis kendaraan

LHR = Lintas harian rata-rata

C = Koefisien distribusi lajur; Lihat Tabel II-1

FE = Faktor ekivalen untuk msing-masing jenis kendaraan

Sumber : Pelatihan analisis struktur perkerasan jalan ITD

Tabel 3.1. Faktor Distribusi Kendaraan

| Lebar Perkerasan (m) | Jumlah Lajur | Kendaraan Ringan *) | | Kendaraan Berat **) | |
|-------------------------|-----------------|------------------------|--------|------------------------|--------|
| | | 1 Arah | 2 Arah | 1 Arah | 2 Arah |
| $L < 5.50$ | 1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| $5,50 \leq L < 8,25$ | 2 | 0,60 | 0,50 | 0,70 | 0,50 |
| $8,25 \leq L < 11,25$ | 3 | 0,40 | 0,40 | 0,50 | 0,475 |
| $11,25 \leq L < 15,00$ | 4 | - | 0,30 | - | 0,45 |
| $15,00 \leq L < 18,75$ | 5 | - | 0,25 | - | 0,425 |
| $18,75 \leq L < 22,00$ | 6 | - | 0,20 | - | 0,40 |

an: *) Berat total < 5 ton. misalnya mobil penumpang, pick up, mobil hantaran

***) Berat total \geq 5 ton. misalnya bis, truck, traktor, semi trailer, trailer.

Sumber : Pelatihan analisis struktur perkerasan jalan ITB

Dalam Metode analisa komponen, beban lalu lintas kemudian dinyatakan dalam LER (Lintas Ekuivalen Rencana, SS/hari), yaitu lintas ekuivalen harian rata-rata di dalam acuan masa layan 10 tahun (tidak tergantung pada masa layan, n, yang dipakai untuk desain). SS adalah beban sumbu standar, Jadi :

2. Stabilitas Tanah Dasar

Filosofi dari teknik perkerasan lentur adalah bahwa struktur perkerasan didesain untuk dapat menahan dan menyalurkan beban roda kendaraan sedemikian rupa sehingga tegangan yang disalurkan pada lapisan-lapisan perkerasan dan tanah dasar yang ada di bawahnya masih mampu dipikul oleh masing-masing lapisan tersebut sesuai dengan kapasitasnya. Tanah dasar yang umumnya merupakan tanah asli (galian atau timbunan). Yang relative lemah, memiliki peranan yang sangat penting bagi kestabilan sistem perkerasan dan juga nilai ekonomi. Untuk kondisi desain tertentu, makin tinggi stabilitas tanah dasar maka akan makin tipis struktur perkerasan yang diperlukan.

Stabilitas tanah dasar dapat diperoleh dari berbagai percobaan dilapangan dan di laboratorium, seperti misalnya pengujian CBR , Resistance dan Plate bearing. Oleh karena itu untuk penyederhanaan ditetapkan parameter bebas Daya Dukung Tanah (DDT) yang dapat di korelasikan secara empiris dengan berbagai nilai stabilitas tanah dasar. Korelasi nilai DDT dan nilai CBR ditetapkan dalam metode analisa komponen diberikan dalam bentuk nomogram, seperti terlihat pada gambar II-1 adapun persamaannya adalah sebagai berikut:

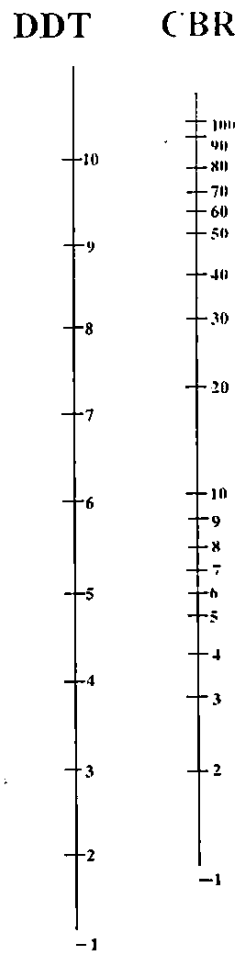
$$DDT = 4,3 \log(CBR) + 1,7 \dots \dots \dots (3.7)$$

Ada berbagai Metode pengujian CBR yang dianal baik yang di laboratorium maupun yang langsung di lapangan. Namun nilai CBR ke 10 % terendah dari

semua nilai CBR yang diamati. Nilai CBR yang relative rendah tersebut dimaksudkan khususnya untuk menjamin keseragaman integritas struktur. Perkerasan pada ruas jalan tersebut dengan kriteria penetapan nilai CBR desain ini, maka metode analisa komponen sebenarnya dapat dikatakan cukup konservatif.

Pendekatan statistic dapat juga digunakan untuk mencari nilai CBR desain. Data CBR yang acak dapat didekati dengan distribusi normal. Sesuai dengan ketentuan dari Metode analisa komponen, maka nilai CBR desain merupakan nilai probabilitas 10% pada sisi kiri kurva distribusi normal, yaitu :

$$CBR_{Desain} = CBR_{rata-rata} - 1,28\sigma \quad (20)$$



Gambar 3.1. korelasi DDT dan CBR

Sumber : SNI 03-1732-1989

Jika data CBR yang di ukur terlalu bervariasi, maka standar deviasi menjadi besar dan nilai CBR desain dapat lebih kecil dari nilai minimum yang di ukur atau bahkan berharga negatif. Hal ini mencerminkan ketidakseragaman kondisi tanah dasar dari ruas jalan yang ditinjau, dan ruas jalan tersebut perlu disegmentasi ulang. *Variabilitas* dari stabilitas tanah dasar ini harus selalu dipertimbangkan dalam menetapkan struktur perkerasan desain.

3. Kualitas Bahan Perkerasan

Sesuai dengan fungsinya, perkerasan jalan harus dibuat dari bahan berkualitas yang lebih baik dari pada tanah dasar yang terletak di bawahnya. Bahan perkerasan umumnya merupakan material yang didatangkan khusus ke lokasi ruas jalan. Seperti telah diketahui, bahwa struktur perkerasan lentur biasanya terdiri dari tiga lapisan, yaitu lapis pondasi bawah, lapis pondasi, dan lapis permukaan. Kualitas bahan untuk masing-masing lapisan tersebut berbeda, dimana makin ke atas permukaan jalan, kualitas bahan perkerasan harus makin baik dan dengan demikian juga akan makin tinggi biayanya.

Dalam Metode analisa, kualitas perkerasan dinyatakan dengan nilai stabilitas marshal (SM) untuk material beraspal, nilai kuat tekan (Kt) untuk material yang distabilisasi dengan semen atau kapur dan nilai CBR atau material tanpa ikatan, seperti terlihat pada table 3.2.

Lapis pondasi bawah pada umumnya terbuat dari agregat alam, seperti batu sungai, batu galian (pitrun) dari sekitar lokasi jalan. Penggunaan bahan lainnya

seperti stabilisasi tanah/agregat alam dengan kapur, semen atau aspal dan juga agregat buatan dari limbah, industry misalnya batu bara dan nikel seringkali dijumpai dalam praktek. Manfaat utama dari lapis pondasi bawah didalam struktur perkerasan adalah untuk menyebarkan tegangan akibat beban ke tanah dasar, mencegah infusi tanah dasar yang sifatnya kohesiv ke dalam struktur perkerasan, menjaga keseimbangan kadar air dari pengaruh cuaca dan sebagai landasan kerja pada saat pembangunan. Stabilitas lapis pondasi bawah dan/atau tanah dasar yang kurang baik dapat menyebabkan terjadinya kerusakan depresi atau gelombang dan alur.

Lapis pondasi pada umumnya terbuat dari batu pecah tanpa ikatan. Jika diinginkan kualitas lapis pondasi yang lebih baik, maka campuran agregat dengan aspal dapat digunakan. Sebaliknya jika agregat suliy diperoleh disekitar lokasi jalan, maka sttabilisasi tanah/agregat alam dengan kapur, semen, atau aspal dapat digunakan. Manfaat utama dari lapis pondasi di dalam struktur perkerasan adalah sebagai pondasi yang kokoh dan seragam untuk lapis permukaan yang ada di atasnya dan untuk menyebarkan tegangan akibat beban kendaraan ke lapis pondasi bawah. Control terhadap kualitas lapis pondasi harus dilakukan secara cermat, karena integritas lapis permukaan khususnya dan struktur perkerasan umumnya sangat ditentukan oleh stabilitas lapis pondasi ini, disamping itu perbaikan lapis pondasi di kemudian hari akan memerlukan biaya

yang sangat tinggi. Kerusakan utama yang biasanya diakibatkan oleh ketidakstabilan lapis pondasi adalah retak dan keriting.

Lapis permukaan mempunyai tiga fungsi utama yaitu untuk memberikan stabilitas yang tinggi sehingga mampu memikul beban roda kendaraan tanpa terjadi deformasi yang berarti, untuk memberikan permukaan jalan yang rata bagi pemakai jalan dan untuk memberikan lapisan pelindung yang kedap air. Lapis permukaan dapat dibuat dari agregat beraspal yang dapat bervariasi dari hanya sekedar lapisan pelaburan aspal sampai dengan LASTON yang memiliki stabilitas yang tinggi. Kualitas lapis permukaan yang kurang baik dapat menyebabkan kerusakan seperti retak, longgok, lubang, dan terkelupas.

Tabel 3.2. Koefisien Kekuatan Relatif

| koefisien kekuatan relatif | | | Kekuatan Bahan | | | jenis lapisan perkerasan |
|----------------------------|------|------|----------------|-----------------------------|------------|-----------------------------------|
| a1 | a2 | a3 | SM(kg) | KT (kg/cm ²) | 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 Aspal Macadam |
| 0.26 | - | - | 340 | - | - | |
| 0.25 | - | - | - | - | - | LAPEN (mekanis) LAPEN (manual) |
| 0,20 | - | - | - | - | - | |
| - | 0,28 | - | 590 | - | - | Laston Atas |
| - | 0,26 | - | 454 | - | - | |
| - | 0,24 | - | 340 | - | - | |
| - | 0,23 | - | - | - | - | LAPEN (mekanis) LAPEN (manual) |
| - | 0,19 | - | - | - | - | |
| - | 0,15 | - | - | 22 | - | Stab.Tanah dgn Semen |
| - | 0,13 | - | - | 18 | - | |
| - | 0,15 | - | - | 22 | - | Stab. Tanah dgn Kapus |
| - | 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/Pitru kelas A |
| - | - | 0,12 | - | - | 50 | Sirtu/Pitru kelas B |
| - | - | 0,11 | - | - | 30 | Sirtu/Pitru kelas C |
| - | - | 0.10 | - | - | 20 | Lempung Kenasiran |

Catatan : Kekuatan tekan stabilisasi tanah dengan semen diperiksa pada hari ke - 7

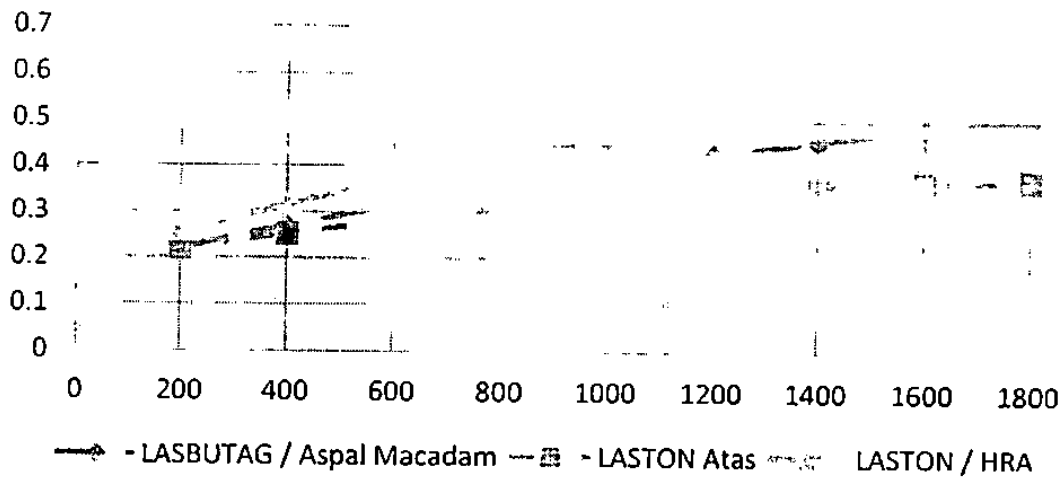
Sumber : SNI 03-1732-1989

Kuat tekan stabilisasi tanah dengan kapus diperiksa pada hari ke - 21

Untuk keperluan proses desain, kekuatan dari masing - masing lapisan perkerasan dinyatakan dengan koefisien kekuatan relative (a_1). Sesuai dengan istilahnya, Koefisien kekuatan relative merupakan nilai kekuatan suatu lapisan perkerasan yang ditentukan secara relative terhadap kekuatan LASTON yang memiliki nilai stabilitas 744 kg dengan nilai a ditetapkan sebesar 0.40. Sebagai contoh, lapisan perkerasan yang memiliki nilai $a = 0,2$ akan memerlukan tebal lapisan dua kali lebih tebal dari pada tebal LASTON.

Nilai a ini pada dasarnya merupakan nilai empiris yang ditentukan dari pengamatan perujudan berbagai struktur perkerasan dengan variasi tebal dan kualitas bahan secara time series. Nilai a untuk berbagai jenis lapisan perkerasan menurut nilai stabilitasnya diberikan pada Tabel 3.2. Hubungan antara nilai a dan nilai stabiliras lapisan perkerasan ini secara grafis, termasuk persamaan yang dimunculkan, diperlihatkan pada Gambar 3.2

Stabilitas Marshal, SM (kg)

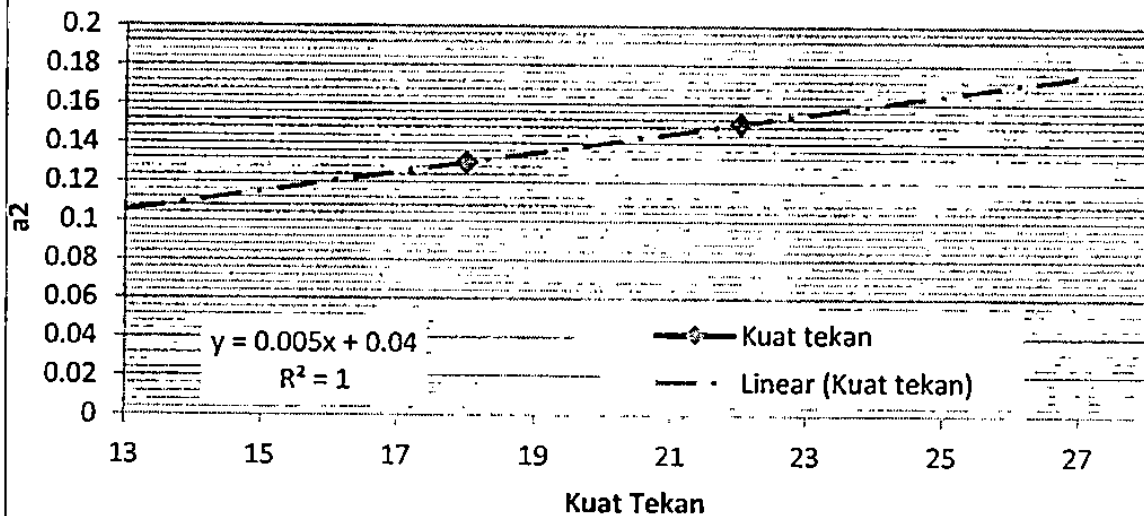


Stabilitas Marshal, SM (kg)

(a) untuk bahan campuran aspal

Sumber : Pelatihan analisis struktur perkerasan jalan ITB

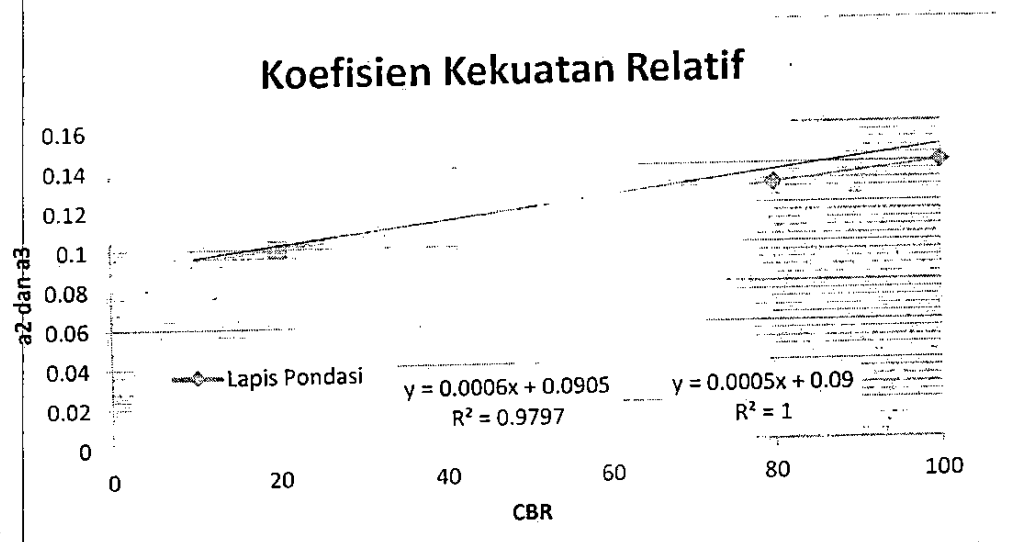
Koefisien Kekuatan Relatif



Kuat tekan, K_1 (kg/cm²)

Gambar 3.2. Hubungan antar koefisien kekuatan relatif dan stabilitas lapisan

Sumber : Pelatihan analisis struktur perkerasan jalan ITB



(c) untuk bahan agregat

Gambar 3.2. Hubungan antara koefisien kekuatan relative dan stabilitas lapisan

Sumber : Pelatihan analisis struktur perkerasan jalan ITB

4. Faktor Lingkungan

Faktor lingkungan, seperti curah hujan, permeabilitas tanah, perlengkapan drainase, geometri jalan, karakteristik pengoperasian kendaraan dan temperature udara, dapat mempengaruhi masa layan struktur perkerasan, meskipun parameter desain lainnya sama. Misalnya, daerah bercurah hujan tinggi, struktur perkerasan dapat lebih cepat rusak dibandingkan dengan struktur perkerasan serupa yang juga memikul beban lalu lintas serupa di daerah bercurah hujan normal.

Besarnya pengaruh faktor lingkungan terhadap struktur perkerasan yang digunakan dalam desain sangat tergantung pada pengalaman. 'engineering judgment' atau mungkin juga didasarkan pada hasil studi empiris yang pernah dilakukan sebelumnya. Dalam Metode Analisis Komponen, faktor lingkungan dinyatakan dengan nilai FR (Faktor Regional), yang merupakan fungsi dari landai jalan, komposisi kendaraan berat dan curah hujan, seperti diperlihatkan pada table II-3. Nilai FR mempunyai rentang antara 0,5 sampai 4,0 di mana FR = 1,0 menyatakan kondisi normal, makin tinggi nilai FR yang digunakan, maka struktur perkerasan desain akan makin konservatif.

Dari Tabel 3.3 terlihat bahwa nilai Faktor Regional untuk desain masih dapat bervariasi di dalam rentang nilai yang diusulkan. Pemilihan apakah nilai tengah, nilai minimum, nilai maksimum atau nilai lainnya dari rentang nilai FR tersebut yang digunakan merupakan keputusan yang harus diambil oleh perencana sesuai dengan tingkat resiko yang menurutnya masih dapat diterima.

Tabel 3.3. Faktor Regional

| | landai jalan I (<6%) | | Landai Jalan II (6 - 10 %) | | Landai Jalan III (>10 %) | |
|----------------------------------|----------------------|-----------|----------------------------|-----------|--------------------------|-----------|
| | % Kendaraan Berat | | % Kendaraan Berat | | % Kendaraan Berat | |
| | ≤ 30 % | > 30 % | ≤ 30 % | > 30 % | ≤ 30 % | > 30 % |
| Curah Hujan I (≤ 900 mm/thn) | 0,5 | 1,0 - 1,5 | 1,0 | 1,5 - 2,0 | 1,5 | 2,0 - 2,5 |
| Curah Hujan II (> 900 mm/thn) | 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 = 30 m) nilai FR ditambah dengan 0,5 ; sedangkan, pada daerah rawa – rawa nilai FR ditambah dengan 1,0.

Sumber : SNI 03-1732-1989

5. Kriteria Keruntuhan

Metode analisa komponen sebagai Metode empiris menetapkan kriteria keruntuhan struktur perkerasan dengan menggunakan Index Permukaan (IP) dengan skala 0 – 5. Nilai 0 menyatakan kondisi jalan yang telah rusak dan menilai 5 untuk jalan yang kondisinya masih sang baik pada saat jalan baru dioperasikan; sedangkan nilai antara menyatakan kondisi jalan diantaranya. Nilai IP pada dasarnya merupakan nilai yang semi obyektif karena di satu pihak nilai IP adalah nilai yang deskriptif menurut penilaian secara umum oleh pemakai jalan terhadap kenyamanan jalan yang dirasakannya, dan pihal lain nilai IP dapat dihitung berdasarkan data kerusakan jalan.

Persamaan empiris nilai IP yang telah diturunkan untuk digunakan pada jalan uji skala penuh AASTHO72 adalah sebagai berikut :

$$PSI = 5,03 - 1,9 \text{ Log}(1+SV) - 0,01 (C+P)^{0,5} - 1,38 RD^2 \dots \dots \dots (3.9)$$

Dimana :

PSI = Present Serviceability Index (nilai IP).

SV = Slope Variance yang menyatakan ketidakrataan permukaan jalan.

C = Cracking (retak) (ft/1000ft²).

P = Patching (tambalan) (ft/1000ft²).

RD = Rut Depth (alur) (inch).

Sumber : Pelatihan analisis struktur perkerasan jalan ITB

Jelaslah, bahwa persamaan (3-9) perlu ditinjau kembali keabsahannya sebelum digunakan tempat lain. Akan tetapi, sampai saat ini mungkin masih belum ada penelitian serupa yang dilakukan di Indonesia yang memberikan hasil yang memadai. Hal ini mungkin disebabkan oleh kondisi jaringan jalan disini yang masih dalam tahap pengembangan dan juga oleh rasa toleransi pengemudi yang cukup besar terhadap kondisi jalan. Untuk sementara, persamaan (3-9) jika diperlukan dapat digunakan.

Dalam proses desain, struktur perkerasan dianggap memiliki nilai IP awal (IP₀) pada saat jalan baru dioperasikan yang nilainya terus menurun sejalan dengan meningkatnya jumlah beban lalu lintas yang lewat sampai nilai IP akhir (IP_t). Tingkat penurunan nilai IP tersebut pada mulanya berjalan relative dengan cepat dan kemudian mengarah ke tingkat penurunan yang hamper konstan. Hal

... mungkin berhubungan dengan proses pemadatan lanjutan oleh beban lalu lintas pada saat – saat awal pengoperasian jalan.

Table 3.4. Index Permukaan

a) Index Permukaan Awal (IPO)

| Jenis Lapis Permukaan | Ipo | roughness *) (mm/km) |
|-----------------------|------------|-------------------------|
| LASTON | $\geq 4,0$ | < 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 |
| LATABUM | 2,9 - 2,5 | |
| BURAS | 2,9 - 2,5 | |
| LATASIR | 2,9 - 2,5 | |
| Jalan Tanah | $\leq 2,4$ | |
| Jalan Kerikil | $\leq 2,4$ | |

Catatan : Alat ukur Roughness yang digunakan adalah tipe 3011 dengan lebar roda 100 mm.

b). Index Permukaan Akhir (IPt).

| LER (SS/hari) | 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 - 2,5 | 2,0 - 2,5 | |
| > 1000 | 2,0 - 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |

Catatan : proyek penunjangan jalan, JAPAT (jalan murah). atau jalan darurat. nilai IPt dapat diambil 1,0.

Sumber : SNI 03-1732-1989

Penentuan nilai IP_0 dalam desai didasarkan pada jenis lapis permukaan yang dipilih dan nilai ketidakrataan permukaan yang mungkin dicapai pada saat jalan dibangun; sedangkan nilai IPt, ditentukan berdasarkan beban lalu lintas dan klasifikasi jalan, seperti terlihat pada Tabel 3.4(b). Pengambilan nilai IP_0 dan IPt dari rentang nilai yang diberikan sepenuhnya diserahkan pada pertimbangan perencana. Makin kecil nilai IP_0 atau mungkin besar nilai IPt maka akan aman struktur perkerasan desain yang diperoleh.

6. Kondisi Struktur perkerasan lama

Kondisi struktur perkerasan lama diperlukan untuk perhitungan tebal lapis tambahan dengan menggunakan Metode Analisa Komponen. Penilaian kondisi struktur perkerasan lama dilakukan dengan mengamati secara visual kondisi dari masing – masing lapisan perkerasan melalui pembongkaran (coring/testpit).

Dengan demikian, Metode desain lapis tambahan ini akan sangat cocok jika

pelapisan tambahan dilakukan dengan teknik konstruksi daur ulang

Table 3.5 memperlihatkan batasan penetapan nilai kondisi lapisan – lapisan perkerasan sesuai dengan kerusakan-keadaan yang diamati. Penetapan nilai kondisi struktur perkerasan lama berdasarkan Tabel 3.5 ini pada prinsipnya bersifat subyektif. Sampel lokasi pengamatan umumnya diambil dalam jumlah yang sangat terbatas mengingat sifatnya yang merusak (*destruktif*) dan biayanya yang relatif mahal. Akan tetapi, pengamatan ini, jika diperlukan, dapat diulangi kembali secara lebih intensif pada saat pelaksanaan pekerjaan pelapisan tambahan, yang tentunya data tambahan tersebut juga dapat dijadikan sebagai control terhadap hasil desain lapis tambah yang telah ditetapkan.

Tabel 3.5. Nilai kondisi perkerasan jalan

| Gambaran kondisi perkerasan | Nilai Kondisi |
|---|---------------|
| 1. Lapis Permukaan | |
| ~ Umumnya tidak retak, hanya sedikit deformasi pada jalur roda | 90 - 100 % |
| ~ Terlihat retak halus, sedikit deformasi pada jalur roda, namun masih tetap stabil | 70 - 90 % |
| ~ Retak sedang, beberapa deformasi pada jalur roda, pada dasarnya masih stabil | 50 - 70 % |
| ~ Retak banyak dan juga deformasi pada jalur roda, terlihat gejala ketidakstabilan | 30 - 50 % |
| 2. Lapis Pondasi | |
| a) Aspal Beton atau Penetrasi Macadam | |
| ~ Umumnya tidak retak | 90 - 100 % |
| ~ Tidak retak halus, namun masih tetap stabil | 70 - 90 % |
| ~ Retak sedang, pada dasarnya masih menunjukkan kestabilan | 50 - 70 % |
| ~ Retak banya, terlihat gejala ketidakstabilan | 30 - 50 % |
| b) Stabilisasi Tanah dengan Semen atau Kapur | |
| ~ Index Plastisitas ≤ 10 | 70 - 100 % |
| c) Macadam atau Batu Pecah | |
| ~ Index plastisitas ≤ 6 | 80 - 100 % |
| 3. Lapis Pondasi Bawah | |
| ~ Index plastisitas ≤ 6 | 90 - 100 % |
| ~ Index plastisitas > 6 | 70 - 90 % |

B. DESAIN KONSTRUKSI LANGSUNG (KL)

1. Penentuan Tebal Lapisan Perkerasan KL

Metode Analisa Komponen untuk mendesain struktur perkerasan lentur jalan (kontruksi langsung) diturunkan dari Metode AASTHO72 [2] setelah disesuaikan seperlunya dengan kondisi perkerasan di Indonesia. Penyesuaian yang diperlukan pada prinsipnya didasarkan atas beberapa pertimbangan umum, seperti perbedaan geografis, tekhn pelaksanaan kontruksi, tingkat pemeliharaan perkerasan, karakteristik jalan dan karakteristik lalu lintas. Tabel 3-6 memberikan ringkasa penyesuaian parameter desain yang digunakan.

Dengan penyesuaian tersebut, 4 (empat) hal pokok yang membedakan hasil desain struktur perkerasan yang diperoleh dari Metode Analisa Komponen dengan yang dari Metode AASTHO72 adalah sebagai berikut :

- a. Dengan penyusuain nilai IP_0 , a_1 dan LER, khususnya untuk struktur perkerasan lapisan permukaan LASTON, Metode Analisa Komponen akan memberikan hasil desain yang lebih konservatif
- b. Penyesuaian nilai IP_0 dan IP_t memungkinkan Metode Analisa Komponen dapat digunakan untuk mendesain struktur perkerasan yang memikul beban lalu lintas ringan
- c. Penyesuaian model perhitungan nilai DDT dalam Metode Analisa Komponen akan memberikan hasil desain yang lebih tipis

- d. Penyesuaian terhadap nilai a_2, a_3 dan FR dalam Metode Analisa Komponen secara prinsipil adalah hanya untuk memberikan pilihan tambahan (seperti untuk kasus material lokal/non standard an kondisi daerah yang ekstrim). Dengan demikian, pengaruhnya terhadap hasil desain lebih merupakan kasus/strategi desain.

Dengan mempertimbangkan penyesuaian yang telah dilakukan, model struktur perkerasan yang digunakan dalam Metode Analisa Komponen adalah sebagai berikut :

$$\text{Log}(\text{LER} \times 3650) = 9,3 \log(\text{ITP} + 2,54) - 3,9892 + \frac{\left(\frac{\text{IP}_0 - \text{IP}_t}{4,2 - 1,5} \right)}{0,4 + \frac{138072}{(\text{ITP} + 2,54)^{5,19}}} = \log \left(\frac{1}{\text{FR}} \right) + 0,372(\text{DDT} - 3) \dots \dots \dots (3.10)$$

Dimana :

LER = Lintasan Ekuivalen Rencana (SS/10thn)

ITP = Index Tebal Perkerasan (cm)

IP₀ = Index Permukaan awal

IP_t = Index Permukaan akhir

FR = Faktor Regional

DD1 Daya Dukung Tanah

Tabel 3.6. Parameter desain pada AASTHO72 dan Analisa Komponen

| No | Parameter Desain | Metode AASTHO72 | Metode Analisa Komponen |
|----|------------------------|---|--|
| 1 | Lapisan Permukaan | AC (LASTON) | LASTON dan lain- lain |
| 2 | IP ₀ | 4,2 | 4,0 ÷ 2,4 |
| 3 | IP _i | 2,5 dan 2,0 | (Max 0,4 untuk LASTON) 2.5 2.0 1.5 dan 1,0 |
| 4 | a ₁ | 0,44 | 0,4 ÷ 0,3 |
| 5 | a ₂ | 0,4 | (max 0,4 untuk LASTON) |
| 6 | a ₃ | 0,11 | 0,12 ÷ 0,14 |
| 7 | LER atau n/3650 | $LE_0 (1 + i) \times \frac{(1+i)^n - 1}{10i}$ | 0,10 ÷ 0,13 |
| 8 | DDT (Lihat Gambar 3.1) | | $\frac{LE_0 + LE_0(1+i)^n}{2} \times \frac{n}{10}$ |
| 9 | FR | 3,71 Log(CBR) + 1,35 | 4,3 log (CBR) + 1,7 |
| | | 0,2 ÷ 5,0 | 0,5 ÷ 5,0 |

Sumber : Pelatihan analisis struktur perkerasan jalan ITB

Pada umumnya, persamaan dasar ini digambarkan dalam bentuk nomograf, seperti terlihat pada gambar 3.4. Nilai ITP dapat diperoleh apakah dari nomograf atau dari persamaan dasar dengan mensubstitusikan semua parameter desain yang

dusah harus ditentukan sebelumnya. Penyelesaian persamaan dasar untuk mendapatkan nilai ITP sebenarnya tidak sederhana karena harus dilakkan dengan cara coba – coba. Dengan cara ini, ketelitian nilai ITP yang diinginkan adalah 0,01 cm

Nilai ITP merupakan parameter tunggal dari struktur perkerasan yang menyatakan tebal dan jenis lapisan perkerasan. Tiga nilai ITP dapat diperoleh, masing – masing berdasarkan nilai DDT dari lapis pondasi, lapis pondasi bawah dan tanah dasar seperti diilustrasikan pada gambar 3.5. Nilai ITP terhadap lapis pondasi dan lapis pondasi bawah dapat dihitung hanya jika stabilitas tersebut dapat dinyatakan dengan nilai CBR. Tebal lapisan perkerasan kemudian diperoleh dari 3 (tiga) persamaan berikut :

$$ITP_2 = a_1 \times D_1$$

$$ITP_3 = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2$$

$$ITP_4 = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 + a_3 \times D_3 \dots\dots\dots(3.11)$$

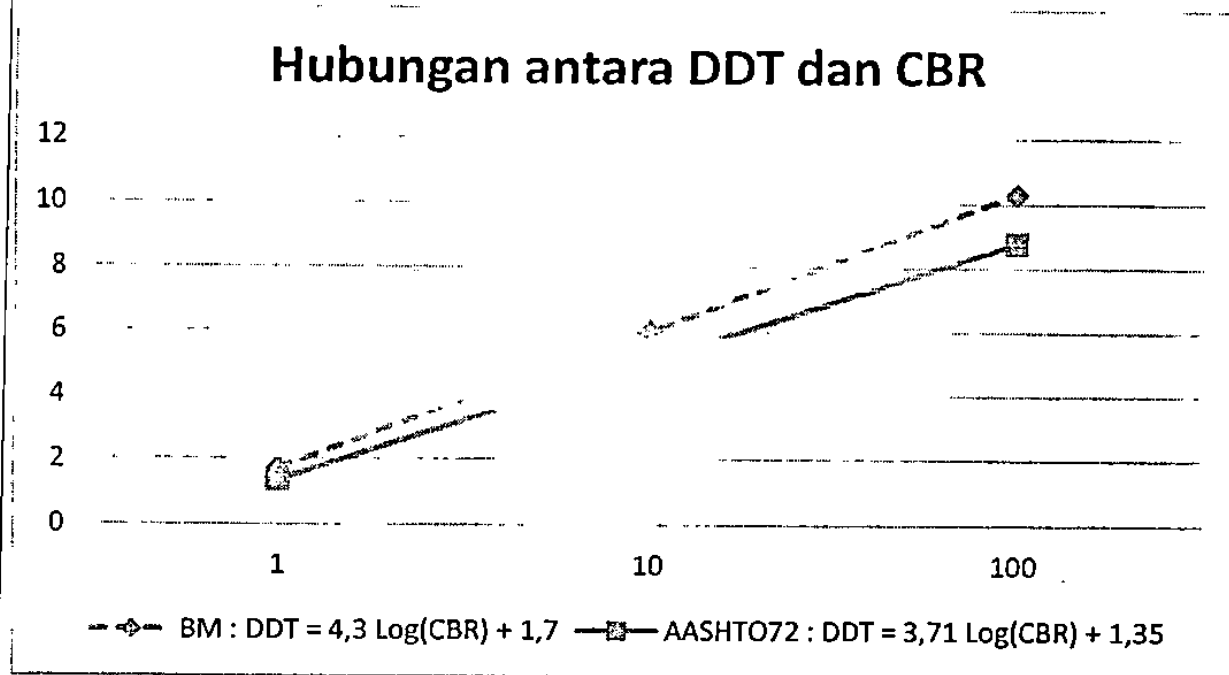
Dimana :

ITP = Index Tebal Perkerasan (cm)

a = KOefisien kekuatan relatif

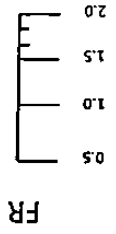
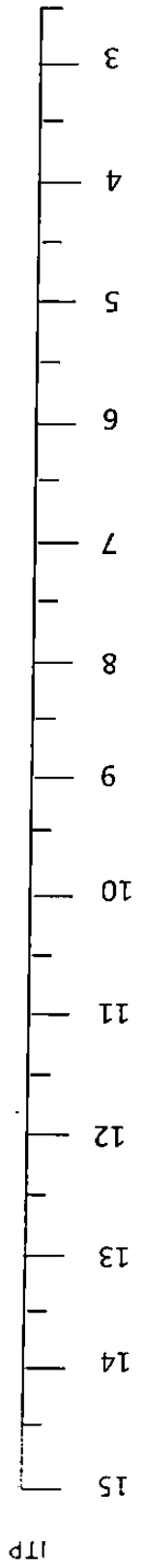
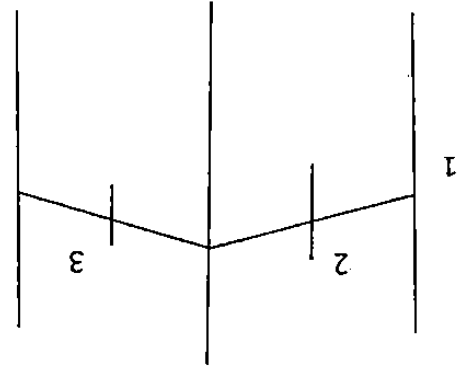
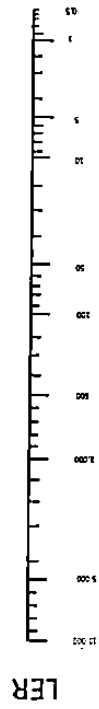
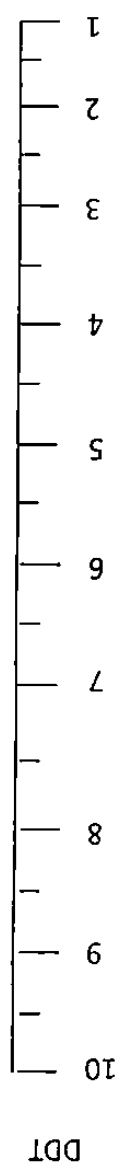
D = Tebal lapisan perkerasan (cm)

1,2 3,4 = Index yang berturut – turut adalah lapis permukaan, lapis pondasi, lapis pondasi bawah, dan tanah dasar



Gambar 3.3. hubungan antara DDT dan CBR menurut Metode AASTHO72 dan Metode Analisa Komponen

Sumber : Pelatihan analisis struktur perkerasan jalan ITB



15
14
13
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3

| | | | |
|----------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Lapis Permukaan $a_1 D_1$ | ITP ₂ | ITP ₃ | ITP ₄ |
| Lapis Pondasi $a_2 D_2$ | DDT ₂ | | |
| Lapis Pondasi Bawah $a_3 D_3$ | | DDT ₃ | |
| Tanah Dasar | | | DDT ₄ |

Gambar 3.5. Tiga nilai ITP menurut tiga nilai DDT yang sesuai

Sumber : Pelatihan analisis struktur perkerasan jalan ITB

Solusi dari persamaan (3.11) mudah dihitung, kerana ketiga persamaan simultan tersebut sangat sederhana. Kemudian, tebal lapisan perkerasan yang diperoleh umumnya dibulatkan ke atas sampai 0,5 cm untuk lapisan permukaan dan 1 cm untuk lapisan pondasi dan lapis bawah.

Tabel 3.7. Persyaratan tebal lapis minimum

| ITP (cm) | Tebal Minimum (cm) | Bahan |
|---|--------------------|--|
| 1. Lapis Permukaan | | |
| < 3,00 | 5,0 | Lapisan Pelindung (Buras/Burtu/Burda) |
| 3,00 ÷ 6,70 | 5,0 | Lapen/Aspal macadam,HRA,Lasbutag,Laston |
| 6,71 ÷ 7,49 | 7,5 | Lapen/Aspal macadam,HRA,Lasbutag,Laston |
| 7,50 ÷ 9,99 | 7,5 | Lasbutag,Laston |
| ≥ 10,00 | 10,0 | Laston |
| 2. Lapis Pondasi | | |
| <3,00 | 15 | Batu pecah,stabilisasi tanah dengan semen atau kapur |
| 3,00 ÷ 7,49 | 20 *) | Batu pecah,stabilisasi tanah dengan semen atau kapur |
| | 10 | laston Atas |
| 7,50 ÷ 9,99 | 20 | Batu pecah,stabilisasi tanah dengan semen atau kapur pondasi Macadam |
| | 15 | Laston Atas |
| 10,00 ÷ 12,44 | 20 | Batu pecah,stabilisasi tanah dengan semen atau kapur pondasi Macadam, Lapen,Laston Atas |
| | 25 | Batu pecah,stabilisasi tanah dengan semen atau kapur pondasi Macadam, Lapen,Laston Atas |
| 3. Lapis Pondasi Bawah | | |
| Untuk setiap nilai ITP, bila digunakan lapis pondasi bawah, tebal minimum 10 cm | | |

Catatan : *) Batas 20 cm tersebut dapat diturunkan menjadi 15 cm untuk lapis pondasi bawah digunakan material berbutir kasar.

Sumber : SNI 03-1732-1989

Namun, untuk memenuhi pertimbangan praktis, maka tebal lapisan perkerasan yang diperoleh tidak boleh lebih tipis dari yang disyaratkan pada

Tabel 3.7. Persyaratan tebal lapisan minimum tersebut semata-mata hanya

didasarkan pada pertimbangan praktis dan besarnya ditentukan berdasarkan nilai ITP_4 .

Dengan persyaratan tebal lapisan minimum tersebut, maka struktur perkerasan dapat dihitung dari persamaan (3.9) untuk 3 (tiga) kondisi sebagai berikut :

- 1) Memaksimumkan tebal lapis permukaan ; disini, tebal lapis pondasi bawah dan tebal lapis pondasi ditetapkan minimum. Sedangkan, tebal lapis permukaan dihitung dari nilai ITP_4 . Tebal lapis permukaan yang diperoleh kemudian harus dikontrol terhadap persyaratan tebal lapisan minimum. Jika tebal yang dihitung lebih tipis dari persyaratan, maka tebal lapis permukaan minimum harus digunakan.
- 2) Memaksimumkan tebal lapis pondasi ; disini, tebal lapis permukaan harus dihitung terlebih dahulu dari nilai ITP_2 dan hasilnya dibandingkan dengan persyaratan minimum jika tebal yang dihitung lebih tebal dari persyaratan minimum, maka tebal lapis permukaan ini dan tebal lapis pondasi bawah minimum (sesuai persyaratan), kemudian dihitung tebal lapis pondasi dari nilai ITP_3 . Tebal lapis pondasi yang diperoleh juga harus dikontrol terhadap persyaratan tebal lapisan minimum. Jika tebal yang dihitung lebih tipis dari persyaratan, maka tebal lapis pondasi minimum harus digunakan.

- 3) Memaksimumkan tebal lapis pondasi bawah. disini, penyelesaian dilakukan secara berurutan dari nilai ITP_2 . Untuk mendapatkan tebal lapis permukaan, dari nilai ITP_3 untuk mendapatkan tebal lapis pondasi dan dari nilai ITP_4 untuk mendapatkan tebal lapis pondasi bawah. Tebal lapisan yang diperoleh pada masing – masing tahapan juga harus dikontrol terhadap persyaratan tebal lapisan minimum.

Perlu ditekankan disini, bahwa apapun strategi desain yang diikuti, apakah dengan memaksimumkan tebal lapis permukaan, memaksimumkan tebal lapis pondasi atau memaksimumkan tebal lapis pondasi bawah. Ketiga nilai ITP yang digunakan untuk perhitungan tebal lapisan perkerasan adalah tetap. Namun, setelah struktur perkerasan desain ditetapkan, ketiga nilai ITP itu mungkin berubah akibat pembulatan dalam penetapan tebal lapisan perkerasan. Untuk itu, ketiga nilai ITP yang sebenarnya ada harus dihitung kembali dengan memasukkan tebal lapisan perkerasan desain pada persamaan (3.9).

Setelah struktur perkerasan desain diperoleh, maka kemampuan dari masing – masing lapisan perkerasan dalam memikul beban lalu lintas (yang dinyatakan dengan %-umur) dapat dihitung dengan mensubstitusikan nilai ITP yang sesuai dan parameter desain lainnya ($IP_0, IPT, FR,$ dan DDT) yang dianggap konstan ke dalam model struktur perkerasan (persamaan 3.9). Nilai %-umur adalah

persentase jumlah beban sambu standar rencana (LER rencana), yang mana dapat dinyatakan dalam persamaan, sebagai berikut :

$$\% - umur = \frac{LER nyata}{LER rencana} \times 100\% \dots \dots \dots (3.12)$$

Nilai %-umur dari struktur perkerasan desain seharusnya sama dengan atau lebih besar dari 100%. Nilai %-umur sebesar 100% menyatakan bahwa lapisan perkerasan diperkirakan akan mampu memikul beban lalu lintas sesuai dengan yang diharapkan dalam proses desaun (posisi kritis). Sebaliknya jika nilai %-umur lebih besar dari pada 100%, maka lapisan perkerasan tersebut dapat dikatakan tidak menentukan hasil desain. Dan jika %-umur lebih kecil dari 100%, maka struktur perkerasan tersebut terlalu tipis untuk dapat memikul beban lalu lintas yang diperkirakan (under design).

Dengan nilai %-umur, maka posisi lapisan – lapisan dalam struktur perkerasan yang dianggap kritis akan dapat diketahui. Bahkan jika diinginkan, maka struktur perkerasan seimbang dapat didesain, yaitu struktur perkerasan dimana ketiga lapisan pendukungnya (lapis pondasi,lapis pondasi bawah dan tanah dasar) adalah kritis. Pada umumnya, struktur perkerasan seimbang dapat diperoleh apakah dengan mengubah tebal lapisan perkerasan atau kualitas bahan yang digunakan. Dengan kata lain, proses desain yang dilakukan untuk

mendapatkan struktur perkerasan seimbang ini merupakan proses iterasi

Perubahan terhadap tebal lapisan dan kualitas bahan perkerasan harus didasarkan pada pertimbangan praktis dan ekonomis yang dimiliki perencana.

Berdasarkan 3 (tiga) nilai ITP dan nilai %-umur, penentuan tebal lapisan perkerasan seharusnya menjadi lebih rasional dan lebih dapat dipertanggungjawabkan. Bahkan, pemilihan strategi desain apakah dengan memaksimalkan tebal lapis permukaan, lapis pondasi atau lapis pondasi bawah dapat dilakukan tidak hanya dengan mempertimbangkan aspek ekonomis semata – mata tetapi juga aspek teknisnya. Misalnya, memaksimalkan tebal lapis permukaan akan lebih tepat jika kualitas lapis pondasi dan lapis pondasi bawah masih diragukan. Sebaliknya, memaksimalkan tebal lapis pondasi atau lapis pondasi bawah mengharuskan kontrol yang ketat terhadap kualitas lapis permukaan.

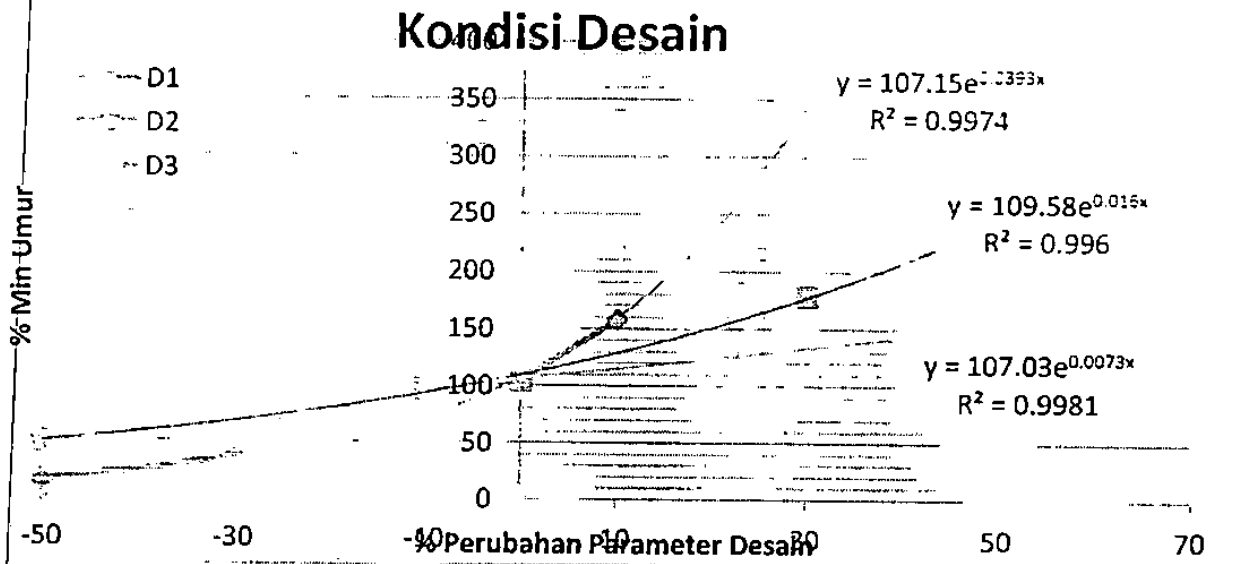
2. Analisa Kepekaan KL

Struktur perkerasan desain yang diperoleh dapat dianalisa lebih lanjut untuk mengetahui kepekaannya terhadap pengaruh dari perubahan nilai – nilai parameter desain. Analisa kepekaan ini sangat diperlukan mengingat parameter desain yang digunakan dalam proses desain struktur perkerasan memiliki tingkat ketidakseragaman yang tinggi. Ada 5 (lima) kelompok parameter desain yang perlu ditinjau, yaitu :

- a. Tebal lapisan perkerasan (D_1, D_2 dan D_3)
- b. Kualitas bahan (a_1, a_2 dan a_3)
- c. Stabilitas tanah dasar (CBR)
- d. Lalu lintas (I dan LE_0)
- e. Asumsi Desain (FR, IP_0 dan IP_t)

Tingkat kepekaan struktur perkerasan desain tersebut dinyatakan dengan nilai %-umur dan posisi kritis. Disini, nilai perubahan parameter desain, dengan menganggap nilai parameter desain lainnya konstan, disubstitusikan ke dalam persamaan (3.8) untuk mendapatkan perkiraan beban lalu lintas yang dapat dipikul oleh struktur perkerasan akibat perubahan parameter tersebut. Nilai %-umur, kemudian dihitung dengan menggunakan persamaan (3.10)

Dengan hasil analisa ini, perencana dapat memperoleh informasi tambahan sebagai dasar pertimbangan untuk memilih struktur perkerasan yang akan diusulkan dan juga dapat menjelaskan konsekwensi dari perubahan nilai parameter desain yang mungkin terjadi baik pada saat proses desain, konstruksi



Gambar 3.6. Kurva tipikal pengaruh perubahan tebal lapis permukaan pada masa layan.

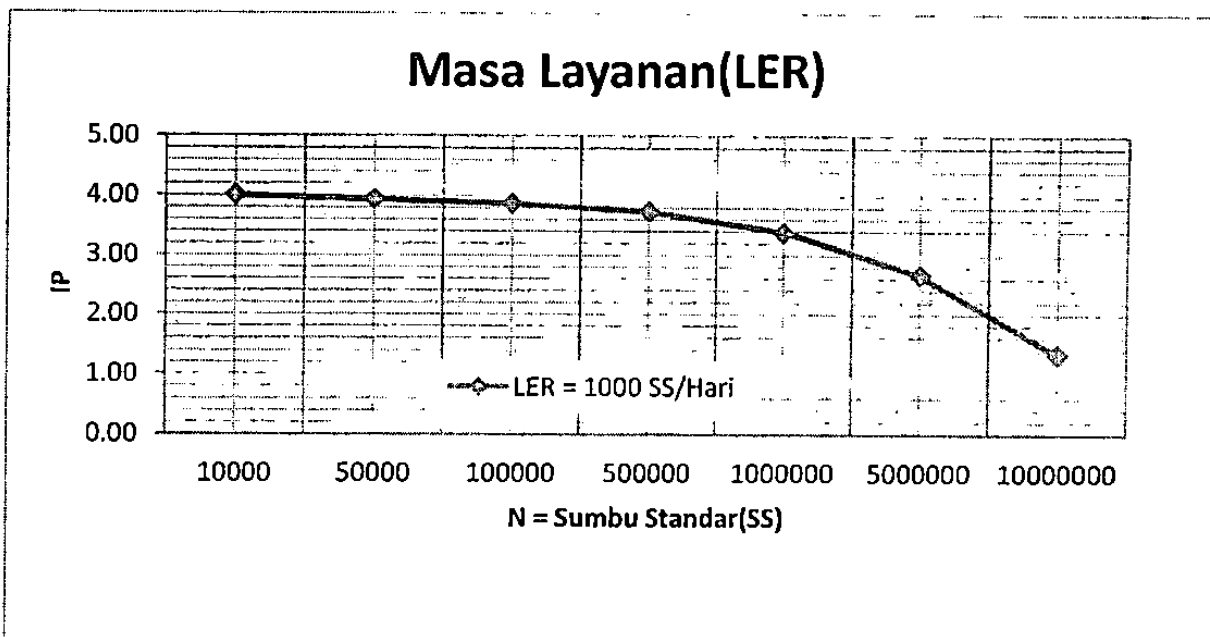
Sumber : Pelatihan analisis struktur perkerasan jalan ITB

Tingkat kepekaan struktur perkerasan desain terhadap perubahan nilai parameter desain akan lebih jelas jika dipresentasikan secara grafis, seperti diilustrasikan pada gambar 3.6

Jika setelah pengaruh dari masing – masing parameter desain terhadap struktur perkerasan desain diketahui dan diinginkan untuk menyesuaikan satu (atau beberapa) nilai parameter desain yang digunakan sebelumnya, maka struktur perkerasan desain perlu dihitung kembali dengan mengulangi proses

3. Kurva Kondisi Struktur Perkerasan KL

Kondisi struktur perkerasan selama masa layan dapat digambarkan dalam bentuk kurva yang merupakan hubungan antara nilai IP (Index Permukaan) dengan Beban lalu lintas (N). nilai N dapat dihitung dari model struktur perkerasan (persamaan 3.8) dengan mensubstitusikan nilai IP yang diinginkan (sebagai nilai IPT), sedangkan nilai parameter desain lainnya dianggap konstan. Dalam proses perhitungan tersebut, hanya nilai ITP_4 yang dipergunakan dan nilainya harus dihitung balik dari struktur perkerasan desain yang diusulkan (lihat persamaan 3-9). Seperti telah dijelaskan sebelumnya, perhitungan balik ini diperlukan sehubungan dengan pembulatan angka yang diambil pada saat penentuan tebal lapisan perkerasan desain



Gambar 3.7. Kurva tipikal hubungan antara Index Permukaan dengan beban lalu

lintas. Sumber : Pelatihan analisis struktur perkerasan jalan ITP

Jelaslah bahwa kurva struktur perkerasan dihasilkan hanya setelah struktur perkerasan desain ditetapkan atau disepakati. Kurva kondisi struktur perkerasan tipikal dapat digambarkan, seperti terlihat pada Gambar 3.7.

Seperti yang diharapkan, maka nilai IP akan menurun dengan bertambahnya pengulangan beban sumbu standar yang lewat. Penurunan nilai IP sesuai dengan kriteria desain adalah dari nilai IP_0 dan IP_t

Dengan diketetahuinya kurva kondisi perkerasan, maka keabsahan dari prosedur desain struktur perkerasan akan dapat dievaluasi. Demikian juga, kebutuhan akan program pengangan jalan dapat ditentukan dengan lebih rasional, namun untuk itu, selama masa layan perkerasan diperlukan pengamatan data beban lalu lintas (nilai N) dan data kondisi perkerasan (nilai IP) secara berkala.

C. Rumus – Rumus Perhitungan Perencanaan

1. Volume Lalu Lintas

a. Laju Harian Rata – Rata Permulaan (LHRP) :

$LHR = (1 + i1)^{n1}$ (3.13)

b. Laju Harian Rata – Rata Akhir (LHRA) :

$LHR = (1 + i2)^{n2}$ (3.14)

2. Perhitungan Angka Ekuivalen (E) Masing – Masing Kendaraan.

Tabel 3.8 Hasil Perhitungan Angka Ekuivalen untuk Masing - Masing Kendaraan.

| perhitungan angka ekuivalen masing masing kendaraan | | |
|---|------------------|-----------------|
| no | jenis kendaraan | angka ekuivalen |
| 1 | kendaraan ringan | 0.0004 |
| 2 | mikro bus | 0.0613 |
| 3 | mikro truk | 0.1593 |
| 4 | truk 2 as | 1.0648 |
| 5 | truck 3 as | 1.0375 |
| 6 | truck 5 as | 1.3195 |

3. Perhitungan LEP, LEA, LET, dan LER

a. LEP (Lintas Ekuivalen Permulaan)

$$\text{Rumus LEP} = \sum_{j=1}^n \text{LHRp} \times C_j \times E_j \dots \dots \dots (3.15)$$

b. LEA (Lintas Ekuivalen Akhir)

$$\text{Rumus LEA} = \sum_{j=1}^n \text{LHRa} \times C_j \times E_j \dots \dots \dots (3.16)$$

c. LET (Lintas Ekuivalen Tengah)

$$\text{Rumus LET} = \frac{\sum \text{LEP} + \sum \text{LEA}}{2}$$

d. LER (Lintas Ekivalen Rencana)

$$\text{Rumus : LER} = \text{LET} \times \frac{\text{UR}}{10} \dots \dots \dots (3.18)$$

dimana :

j = Jenis Kendaraan

C = Koefisien Distribusi Kendaraan

LHR = Lintas Ekivalen Rata – Rata

UR = Umur Rencana

Sumber : Buku Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan

Daya Dengan Metode Analisa Komponen SKPI 2 2 26 1097