

BAB III

LANDASAN TEORI

A. Metode Analisa Komponen

Metode analisa komponen merupakan metode dari hasil modifikasi dari metode AASHTO 1972 revisi 1981. Modifikasi ini dilakukan untuk menyesuaikan menyesuaikan dengan kondisi alam, lingkungan, sifat tanah dasar dan jenis lapisan perkerasan yang umum digunakan di Indonesia. Parameter perencanaan tebal perkerasan lentur Metode Analisa Komponen yaitu:

1. Jumlah jalur dan koefisien distribusi kendaraan (C)

Jalur rencana adalah salah satu jalur lalu lintas dari suatu ruas jalan raya, yang telah direncanakan untuk menampung lalu lintas terbesar. Berdasarkan SKBI-2.3.26.1987 UDC : 625.73 (02), jumlah jalur rencana berdasarkan lebar perkerasan dapat ditentukan dari tabel di bawah ini.

Tabel 3.1 Jumlah Jalur Berdasarkan Lebar Perkerasan

| Lebar Perkerasan (L) | Jumlah Lajur (n) |
|-----------------------------|-------------------------|
| L < 5,50 m | 1 Jalur |
| 5,50 m L < 8,25 m | 2 jalur |
| 8,25 m L < 11,25 m | 3 jalur |
| 11,25 m L < 15,00 m | 4 jalur |
| 15,00 m L < 18,75 m | 5 jalur |
| 18,75 m L < 22,00 m | 6 lajur |

Sumber:(SKBI – 2.3.26. 1987 UDC : 625.73 (02))

Untuk nilai koefisien distribusi kendaraan (C) untuk kendaraan ringan dan berat yang lewat pada jalur rencana ditentukan pada tabel di bawah ini :

Tabel 3.2 Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

| Jumlah Lajur | Kendaraan Ringan* | | Kendaraan Berat** | |
|--------------|-------------------|--------|-------------------|--------|
| | 1 Arah | 2 Arah | 1 Arah | 2 Arah |
| 1 Lajur | 1 | 1,00 | 1 | 1,000 |
| 2 Lajur | 0,60 | 0,50 | 0,70 | 0,500 |
| 3 Lajur | 0,40 | 0,40 | 0,50 | 0,475 |
| 4 Lajur | - | 0,30 | - | 0,450 |
| 5 Lajur | - | 0,25 | - | 0,425 |
| 6 Lajur | - | 0,20 | - | 0,400 |

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

**) Berat total > 5 ton, misalnya bus, truk, traktor, semi trailer, trailer.

Sumber: (SKBI-2.3.26. 1987 UDC : 625.73 (02))

2. Angka Ekuivalen (E) beban sumbu kendaraan

Angka Ekuivalen (E) pada masing-masing golongan beban sumbu setiap kendaraan dapat ditentukan menggunakan rumus dan tabel di bawah ini:

a. Sumbu tunggal

$$E = \left[\frac{B \cdot s_1 \cdot s_2 \cdot t_1 \cdot (K)}{8} \right]^4 \dots\dots\dots(3.1)$$

b. Sumbu ganda

$$E = 0,086 \times \left[\frac{B \cdot s_1 \cdot s_2 \cdot g \cdot (K)}{8} \right]^4 \dots\dots\dots(3.2)$$

c. Sumbu triple

$$E = 0,053 \times \left[\frac{B \cdot s_1 \cdot u \cdot s_2 \cdot t_1 \cdot (K)}{8} \right]^4 \dots\dots\dots(3.3)$$

Tabel 3.3 Angka Ekuivalen (E) Beban Sumbu Kendaraan





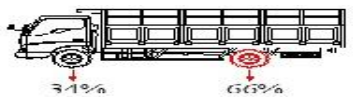

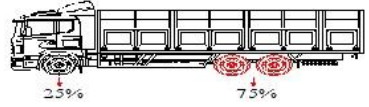
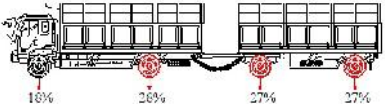
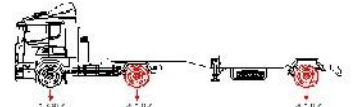

| Beban Sumbu | | Angka Ekuivalen | |
|-------------|-------|-----------------|-------------|
| Kg | Lb | Sumbu Tunggal | Sumbu Ganda |
| 1000 | 2205 | 0,0002 | - |
| 2000 | 4409 | 0,0036 | 0,0003 |
| 3000 | 6614 | 0,0183 | 0,0016 |
| 4000 | 8818 | 0,0577 | 0,0050 |
| 5000 | 11023 | 0,1410 | 0,0121 |
| 6000 | 13228 | 0,2933 | 0,0251 |
| 7000 | 15432 | 0,5415 | 0,0466 |
| 8000 | 17637 | 0,9328 | 0,0794 |
| 8160 | 18000 | 10,000 | 0,0860 |
| 9000 | 19841 | 14,798 | 0,1273 |
| 10000 | 22046 | 22,555 | 0,1940 |
| 11000 | 24251 | 33,022 | 0,2840 |
| 12000 | 26455 | 46,770 | 0,4022 |
| 13000 | 28660 | 64,419 | 0,5540 |
| 14000 | 30864 | 86,477 | 0,7452 |
| 15000 | 33069 | 114,148 | 0,9820 |
| 16000 | 35276 | 147,815 | 12,712 |

Sumber: (SKBI – 2.3.26. 1987 UDC : 625.73 (02))

3. Konfigurasi sumbu beban kendaraan.

Konfigurasi sumbu beban kendaraan dapat dijelaskan secara lengkap pada tabel di bawah ini :

Tabel 3.4 Konfigurasi Beban Sumbu Kendaraan

| Konfigurasi Sumbu Dan Tipe | Berat Kosong (Ton) | Berat Muatan Maksimum (Ton) | Berat Total Maksimum (Ton) | UE 18 KSAL Kosong | UE 18 KSAL Maksimum |  Roda Tunggal pada Ujung Sumbu  Roda Ganda pada Ujung Sumbu |
|----------------------------|--------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------|---------------------|--|
| 1,1 HP | 1,5 | 0,5 | 2,0 | 0,0001 | 0,0005 |  |
| 1,2 Bus | 3 | 6 | 9 | 0,0037 | 0,3006 |  |
| 1,2 L Truk | 2,3 | 6 | 8,3 | 0,0013 | 0,2174 |  |
| 1,2 H Truk | 4,2 | 14 | 18,2 | 0,0143 | 5,0264 |  |
| 1,22 Truk | 5 | 20 | 25 | 0,0044 | 2,7416 |  |
| 1,2 +2,2 Trailer | 6,4 | 25 | 31,4 | 0,0085 | 3,9083 |  |
| 1,2-2 Trailer | 6,2 | 20 | 26,2 | 0,0192 | 6,1179 |  |
| 1,2-2 Trailer | 10 | 32 | 42 | 0,0327 | 10,1830 |  |

Sumber: (Suryawan dalam Hardiyatmo, 2015)

4. Fungsi Jalan.

Berdasarkan fungsi jalan, jalan di Indonesia dapat dibedakan menjadi beberapa macam diantaranya:

- a. Jalan Lokal, adalah jalan yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan dekat, jumlah jalan masuk tidak dibatasi, dan kendaraan yang lewat mempunyai kecepatan yang rendah.
- b. Jalan Kolektor, adalah jalan yang berfungsi melayani angkutan pengumpulan atau pembagian dengan ciri-ciri jumlah jalan masuk dibatasi, perjalanan sedang dan kendaraan yang melewati jalan tersebut mempunyai kecepatan sedang.
- c. Jalan Arteri, adalah jalan yang berfungsi melayani angkutan umum dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna, dan kendaraan yang lewat mempunyai kecepatan tinggi.
- d. Jalan Tol, adalah jalan yang berfungsi melayani angkutan atau lalu lintas bebas hambatan dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, jumlah jalan masuk sangat dibatasi, dan kendaraan yang lewat mempunyai kecepatan sangat tinggi. Biasanya para pemakai jalan tol akan dikenakan biaya tol sesuai dengan jenis kendaraannya.

5. Umur Rencana

Menurut Sukirman (1999), umur rencana adalah jumlah dari saat jalan tersebut dibuka untuk lalu-lintas kendaraan sampai diperlukan suatu perbaikan yang bersifat struktural (sampai diperlukan overlay perkerasan). Selama umur perencanaan tersebut pemeliharaan perkerasan jalan tetap harus dilakukan, seperti pelapisan nonstruktural yang berfungsi sebagai lapisan aus. Umur rencana untuk perkerasan lentur jalan baru umumnya diambil 20 tahun dan untuk peningkatan jalan diambil 10 tahun.

6. Nilai Pertumbuhan Lalu-Lintas

Menurut Sukirman (1999), nilai pertumbuhan lalu-lintas adalah jumlah kendaraan yang memakai jalan bertambah dari tahun ke tahun. Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan lalu-lintas adalah perkembangan daerah, bertambahnya kesejahteraan masyarakat, naiknya kemampuan membeli kendaraan, dan lain sebagainya. Faktor pertumbuhan lalu lintas dinyatakan dalam bentuk persen/tahun.

7. Lalu-Lintas Harian Rata-Rata dan Rumus-Rumus Lintas Ekuivalen

Lalu lintas harian rata-rata (LHR) setiap jenis kendaraan ditentukan pada awal umur rencana yang dihitung untuk dua arah pada jalan tanpa median atau masing-masing arah pada jalan dengan median. Lalu lintas harian rata-rata (LHR) dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{LHR awal UR} = \text{LHR}_0 \times (1+i)^{\text{UR}} \dots\dots\dots(3.4)$$

Dimana :

i = Nilai pertumbuhan lalu lintas.

UR = Lamanya pelaksanaan perkerasan jalan.

LHR_0 = Lalu lintas harian rata-rata sebelum perkerasan dikerjakan.

Untuk menghitung nilai LHR akhir dapat ditentukan dengan rumus :

$$\text{LHR akhir UR} = \text{LHR}_{\text{awalUR}} \times (1+i)^{\text{UR}} \dots\dots\dots(3.5)$$

Dimana :

i = Nilai pertumbuhan lalu lintas.

UR = Lamanya pelaksanaan perkerasan jalan

Lintas ekuivalen permulaan (LEP) dapat dihitung dengan rumus

$$\text{LEP} = \text{LHR}_{\text{awal UR}} \times C \times E \dots\dots\dots(3.6)$$

Dimana :

C = Koefisien kendaraan

E = Angka ekuivalen kendaraan

Lintas ekivalen akhir (LEA) dapat dihitung dengan rumus

$$\text{LEA} = \text{LHR}_{\text{akhir UR}} \times C \times E \quad \dots\dots\dots (3.7)$$

Dimana :

C = Koefisien kendaraan

E = Angka ekivalen kendaraan

Lintas ekivalen tengah (LET) dapat dihitung dengan rumus

$$\text{LET} = \frac{L + L'}{2} \quad \dots\dots\dots (3.8)$$

Lintas ekivalen rencana (LER) dapat dihitung dengan rumus

$$\text{LER} = \text{LET} \times \text{FP} \quad \dots\dots\dots (3.9)$$

Dimana

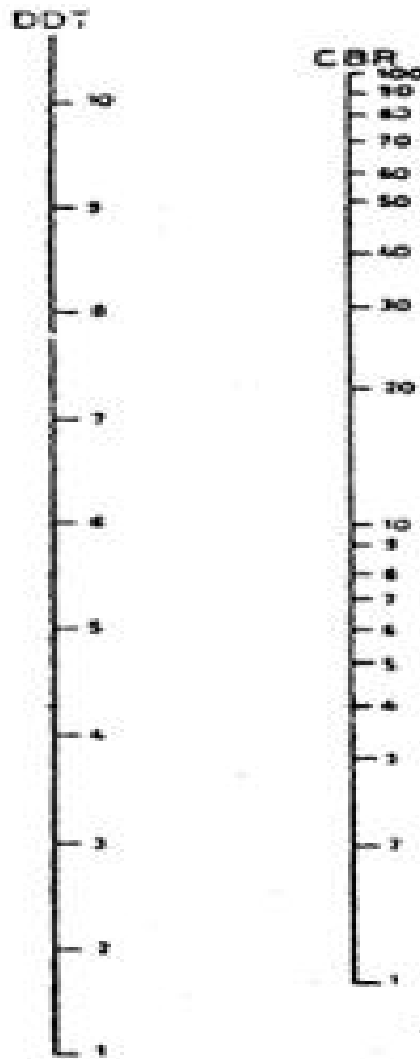
FP = Faktor Penyesuaian

$$\text{FP} = \frac{U}{1} \quad \dots\dots\dots (3.10)$$

8. Daya Dukung Tanah Dasar dan CBR

Harga CBR yang dimaksud disini adalah harga CBR lapangan atau CBR laboratorium. Jika digunakan CBR lapangan maka pengambilan contoh tanah dasar dilakukan dengan tabung (*undisturb*), kemudian direndam dan diperiksa harga CBR-nya. Nilai daya dukung tanah dasar atau DDT menjadi salah satu komponen dalam menentukan tebal perkerasan jalan.

Daya dukung tanah dasar atau DDT ditetapkan berdasarkan grafik korelasi (Gambar 1).



Gambar 3.1 Nomogram Korelasi Antara CBR dan DDT

Sumber: (SKBI – 2.3.26. 1987 UDC : 625.73 (02))

Harga yang mewakili dari sejumlah harga CBR yang dilaporkan ditentukan sebagai berikut :

- a. Ditentukan nilai CBR terendah.
- b. Ditentukan berapa banyak nilai CBR yang sama dan lebih besar dari masing-masing nilai CBR.
- c. Angka jumlah terbanyak dinyatakan sebagai CBR 100% .Jumlah lainnya merupakan presentase dari 100%
- d. Dibuat grafik hubungan antara harga CBR dan prosentase jumlah tadi.
- e. Nilai CBR yang mewakili didapat dari angka 90 %.

9. Faktor Regional

Faktor regional adalah keadaan lapangan mencakup permeabilitas tanah, perlengkapan drainase, bentuk alinyemen serta persentase kendaraan dengan berat 13 ton, dan kendaraan yang berhenti, sedangkan keadaan iklim mencakup curah hujan rata-rata per tahun. Dengan demikian dalam penentuan tebal perkerasan ini, faktor regional hanya dipengaruhi oleh bentuk alinyemen (kelandaian dan tikungan), persentase kendaraan berat dan yang berhenti serta iklim (curah hujan). Untuk perhitungan persentase kendaraan berat dapat menggunakan rumus:

$$\% \text{ Kendaraan Berat} = \frac{L \quad k \quad b}{L \quad k \quad t} \times 100\% \dots\dots\dots(3.11)$$

Tabel 3.5 Faktor Regional

| Curah Hujan | Kelandaian I (<6 %) | | Kelandaian II (6-10 %) | | Kelandaian III (>10 %) | |
|-----------------------|---------------------|---------|------------------------|---------|------------------------|---------|
| | % Kendaraan Berat | | % Kendaraan Berat | | % Kendaraan Berat | |
| | 30% | > 30% | 30% | > 30% | 30% | > 30% |
| Iklm I < 900 mm/tahun | 0,5 | 1,0-1,5 | 1,0 | 1,5-2,0 | 1,5 | 2,0-2,5 |
| Iklm II 900 mm/tahun | 1,5 | 2,0-2,5 | 2,0 | 2,5-3,0 | 2,5 | 3,0-3,5 |

Sumber: (SKBI – 2.3.26. 1987 UDC : 625.73 (02))

10. Indeks Permukaan

Indeks Permukaan adalah nilai yang menyatakan nilai kerataan/kehalusan serta kekokohan permukaan yang bertalian dengan tingkat pelayanan bagi lalu-lintas yang lewat di pengujung umur rencana. Penjelasan mengenai nilai IPT beserta artinya dapat dijelaskan sebagai berikut:

IPT = 1,0: Menyatakan permukaan jalan dalam keadaan rusak berat sehingga sangat mengganggu lalu lintas kendaraan.

IPT = 1,5: Menyatakan tingkat pelayanan terendah yang masih mungkin (jalan tidak terputus).

IPT = 2,0: Menyatakan tingkat pelayanan rendah bagi jalan yang masih mantap

IPT = 2,5: Menyatakan permukaan jalan yang masih cukup stabil dan baik.

Penentuan nilai indeks permukaan (IPT) pada akhir umur rencana, perlu mempertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan dan jumlah lintas ekuivalen rencana (LER). Nilai IP dapat ditentukan pada tabel di bawah ini:

Tabel 3.6 Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IPt)

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

Sumber: (SKBI – 2.3.26. 1987 UDC : 625.73 (02))

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

Penentuan nilai indeks permukaan pada awal umur rencana (IPo) perlu memperhatikan jenis lapis permukaan jalan (kerataan/kehalusan serta kekokohan) pada awal umur rencana. Penentuan indeks permukaan pada awal umur rencana (IPo) dapat ditentukan menurut tabel di bawah ini :

Tabel 3.7 Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana (IPo)

| Jenis Lapis Perkerasan | Ipo | Roughness*) (mm/km) |
|------------------------|---------|---------------------|
| Laston | 4 | 1000 |
| | 3,9-3,5 | > 1000 |
| Lasbutag | 3,9-3,5 | 2000 |
| | 3,4-3,0 | > 2000 |
| HRA | 3,9-3,5 | 2000 |
| | 3,4-3,0 | > 2000 |
| Burda | 3,9-3,5 | < 2000 |
| Burtu | 3,4-3,0 | < 2000 |
| Lapen | 3,4-3,0 | 3000 |
| | 2,9-2,5 | 3000 |
| Lastasbum | 2,9-2,5 | |
| Buras | 2,9-2,5 | |
| Latasir | 2,9-2,5 | |

Tabel 3.7 Lanjutan

| Jenis Lapis Perkerasan | Ipo | Roughness*) (mm/km) |
|-------------------------------|------------|----------------------------|
| Jalan Tanah | 2,4 | |
| Jalan Pasir | 2,4 | |

Sumber: (SKBI – 2.3.26. 1987 UDC : 625.73 (02))

11. Koefisien Kekuatan Relatif

Koefisien kekuatan relatif masing-masing bahan dan kegunaannya sebagai lapis permukaan, pondasi, pondasi bawah, ditentukan secara korelasi sesuai nilai Marshall Test (untuk bahan dengan aspal), kuat tekan (untuk bahan yang distabilisasi dengan semen atau kapur), atau CBR (untuk bahan lapis pondasi bawah). Nilai koefisien kekuatan relatif jenis bahan yang digunakan untuk perkerasan dapat dijelaskan pada tabel berikut :

Tabel 3.8 Koefisien Kekuatan Relatif (a)

| Koefisien Kekuatan Relatif | | | Kekuatan Bahan | | | Jenis Bahan |
|----------------------------|----|----|----------------|------------|---------|---------------|
| a1 | a2 | a3 | MS (Kg) | Kt (Kg/Cm) | CBR (%) | |
| 0,40 | - | - | 744 | - | - | Laston |
| 0,35 | - | - | 590 | - | - | |
| 0,35 | - | - | 454 | - | - | |
| 0,30 | - | - | 340 | - | - | |
| 0,35 | - | - | 744 | - | - | |
| 0,31 | - | - | 590 | - | - | Lasbutag |
| 0,28 | - | - | 454 | - | - | |
| 0,26 | - | - | 340 | - | - | |
| 0,30 | - | - | 340 | - | - | HRA |
| 0,26 | - | - | 340 | - | - | Aspal Makadam |

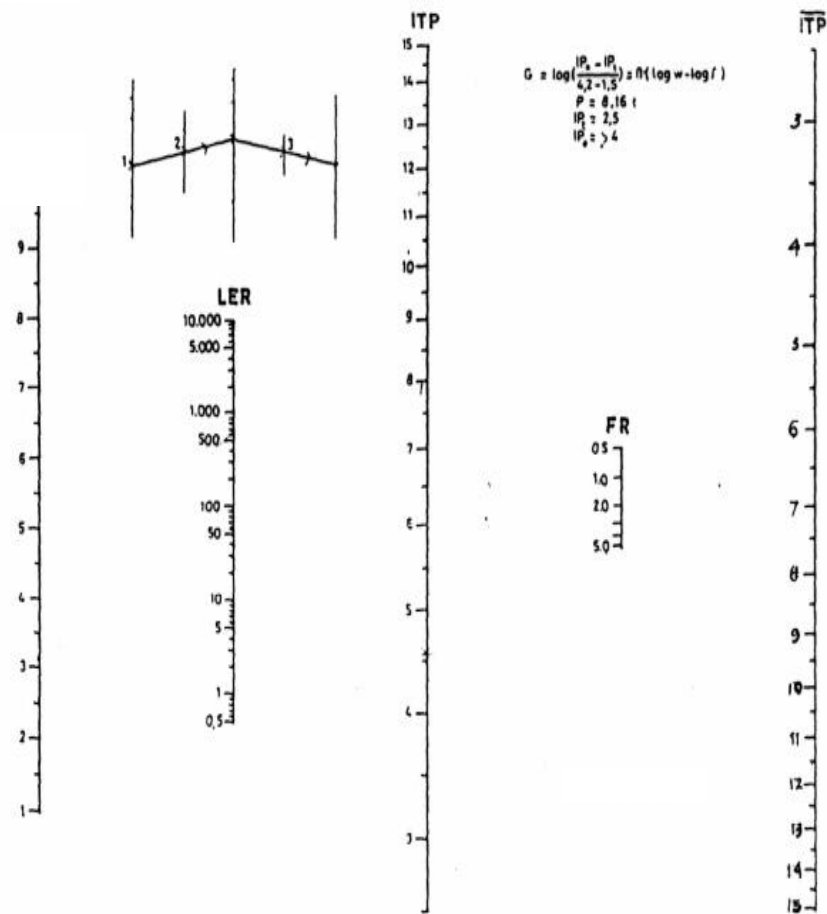
Tabel 3.8 Lanjutan

| Koefisien Kekuatan Relatif | | | Kekuatan Bahan | | | Jenis Bahan |
|----------------------------|------|------|----------------|------------|---------|--------------------------------|
| a1 | a2 | a3 | MS (Kg) | Kt (Kg/Cm) | CBR (%) | |
| 0,25 | - | - | - | - | - | Lapen (Mekanis) |
| 0,20 | - | - | - | - | - | Lapen (Manual) |
| - | 0,28 | - | 590 | - | - | Laston Atas |
| - | 0,26 | - | 454 | - | - | |
| - | 0,24 | - | 340 | - | - | |
| - | 0,23 | - | - | - | - | Lapen (Mekanis) |
| - | 0,19 | - | - | - | - | Lapen (Manual) |
| - | 0,15 | - | - | 22 | - | Stabilisasi Tanah Dengan Semen |
| - | 0,13 | - | - | 18 | - | |
| - | 0,15 | - | - | 22 | - | Stabilisasi Tanah Dengan Kapur |
| - | 0,13 | - | - | 18 | - | |
| - | 0,14 | - | - | - | 100 | Batu Pecah (Kelas A) |
| - | 0,13 | - | - | - | 80 | Batu Pecah (Kelas B) |
| - | 0,12 | - | - | - | 60 | Batu Pecah (Kelas C) |
| - | - | 0,13 | - | - | 70 | Sirtu / Pitrun (Kelas A) |
| - | - | 0,12 | - | - | 50 | Sirtu / Pitrun (Kelas B) |
| - | - | 0,11 | - | - | 30 | Sirtu / Pitrun (Kelas C) |
| - | - | 0,10 | - | - | 20 | Tanah / Lempung Kepasiran |

Sumber: (SKBI – 2.3.26. 1987 UDC : 625.73 (02))

12. Indeks Tebal Perkerasan

Setelah didapatkan nilai - nilai DDT, LER rencana, FR, maka langkah selanjutnya adalah memplotkan nilai – nilai itu dan dihubungkan dengan garis lurus yang mana di ujung garis lurus tersebut akan menunjukkan nilai ITP nya yang disebut dengan nomogram korelasi antara DDT, LER, FR, dan ITP. Adapun contoh nomogram korelasi dapat disajikan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Nomogram Korelasi Antara DDT, LER, FR, dan ITP

Sumber: (SKBI – 2.3.26. 1987 UDC : 625.73 (02))

13. Menghitung Tebal Perkerasan

Untuk menghitung tebal perkerasan dapat menggunakan rumus :

$$\overline{ITP} = a1.D1 + a2.D2 + a3.D3 \quad \dots\dots\dots (3.12)$$

Nilai-nilai a1,a2,a3 didapatkan mengacu pada Tabel 3.8 dan sementara nilai \overline{ITP} dari nomogram korelasi LER, DDT, dan FR pada Gambar 3.2.

14. Batas-Batas Minimum Tebal Lapisan Perkerasan

Untuk menentukan tebal lapis permukaan (D1) dapat menggunakan Tabel 3.9 yang merupakan hubungan antara nilai ITP, dan bahan yang digunakan pada lapisan permukaan.

Tabel 3.9 Batas-Batas Minimum Tebal Lapis Permukaan

| ITP | Tebal Minimum D1 (cm) | Bahan |
|-------------|------------------------------|--|
| < 3,00 | 5 | Lapis Pelindung : Buras,Burtu,Burda |
| 3,00 - 6,70 | 5 | Lapen / Aspal Macadam,HRA,Lasbutag,Laston |
| 6,71 - 7,49 | 7,5 | Lapen / Aspal Macadam,HRA,Lasbutag,Laston |
| 7,50 - 9,99 | 7,75 | Lasbutag,Laston |
| 10 | 10 | Laston |

Sumber: (SKBI – 2.3.26. 1987 UDC : 625.73 (02))

Untuk menentukan tebal lapis pondasi (D2) dapat menggunakan Tabel 3.10 yang merupakan hubungan antara nilai ITP, dan bahan yang digunakan pada lapis pondasi.

Tabel 3.10 Batas-Batas Minimum Tebal Lapis Pondasi

| ITP | Tebal Minimal (cm) | Bahan |
|-------------|---------------------------|---|
| < 3,00 | 15 | Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur |
| 3,00 - 7,49 | 20*) | Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur |
| | 10 | Laston Atas |
| 7,50 - 9,99 | 20 | Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam |
| | 15 | Laston |
| 10 - 12,14 | 20 | Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam, lapen, laston atas |
| 12,25 | 25 | Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam, lapen, laston atas |

Sumber: (SKBI – 2.3.26. 1987 UDC : 625.73 (02))

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

B. Metode Austroads




Metode Austroads merupakan metode perencanaan tebal perkerasan dan overlay yang berasal dari negara Australia. Metode ini awalnya diproduksi pada tahun 1987 sebagai hasil dari tinjauan dari "panduan sementara untuk desain ketebalan perkerasan" dari NAASRA (*National Association of Australian State Road Authorities*). Parameter dan prosedur perancangan tebal perkerasan metode Austroads dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. *Design Traffic*

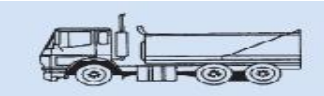


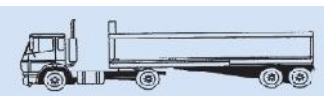




Perkerasan jalan harus cukup lebar dan memiliki geometri yang sesuai agar semua kendaraan bisa menggunakannya dengan aman pada kecepatan yang telah direncanakan. Perkerasan jalan harus cukup kuat untuk melayani kendaraan yang paling berat dan efek akumulasi pada lintasan kendaraan. Lalu-lintas kendaraan terdiri dari beberapa jenis kendaraan dari sepeda motor hingga kendaraan beroda triple.

Untuk semua perkerasan, kinerja hanya dipengaruhi oleh berat kendaraan dari kendaraan komersial saja. Berat dari mobil dan kendaraan komersial ringan tidak diperhatikan sejauh keberadaan mereka tidak terlalu mempengaruhi kapasitas jalan. Untuk penggolongan kendaraan menurut metode Austroads dapat dijelaskan pada tabel berikut:

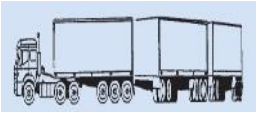
Tabel 3.11 Penggolongan Kendaraan Metode Austroads

| Kelas Kendaraan | Nama Kelas | Gambar Kendaraan |
|------------------------|-----------------------------|---|
| Kelas 1 | <i>Short Vehicle</i> |  |
| Kelas 2 | <i>Short Vehicle Towing</i> |  |
| Kelas 3 | <i>Two Axle Truck</i> |  |

Tabel 3.11 Lanjutan

| Kelas Kendaraan | Nama Kelas | Gambar Kendaraan |
|------------------------|---------------------------------------|---|
| Kelas 4 | <i>Three Axle Truck</i> |  |
| Kelas 5 | <i>Four Axle Truck</i> |  |
| Kelas 6 | <i>Three Axle Articulated Vehicle</i> |  |
| Kelas 7 | <i>Four Axle Articulated Vehicle</i> |  |
| Kelas 8 | <i>Five Axle Articulated Vehicle</i> |  |
| Kelas 9 | <i>Six Axle Articulated Vehicle</i> |  |
| Kelas 10 | <i>B Double</i> |  |
| Kelas 11 | <i>Double Road Train</i> |  |

Tabel 3.11 Lanjutan

| Kelas Kendaraan | Nama Kelas | Gambar Kendaraan |
|-----------------|--------------------------|---|
| Kelas 12 | <i>Triple Road Train</i> |  |

Sumber: (Austroads, 2004)

Komponen yang diperlukan untuk mendesain lalu lintas dengan metode Austroads yaitu :

a. Periode Desain

Periode desain yang dipilih oleh desainer perkerasan adalah rentang waktu yang dipertimbangkan dengan tepat yang dapat berfungsi tanpa adanya perbaikan besar-besaran atau rekonstruksi. Beberapa periode desain yang dianjurkan oleh Austroad yaitu:

- 1.) Perkerasan Lentur = 20-40 Tahun
- 2.) Perkerasan Kaku = 30-40 Tahun

b. Pertumbuhan Lalu-Lintas

Perhitungan pertumbuhan lalu lintas geometrik jalan sepanjang periode desain dibutuhkan jumlah lalu-lintas total selama periode desain yang dapat ditentukan dengan mengalikan total *traffic* pada tahun pertama dengan faktor pertumbuhan yang telah ditentukan oleh Austroads. Nilai faktor pertumbuhan yang dianjurkan Austroads dapat dijelaskan pada tabel berikut:

Tabel 3.12 *Cumulative Growth Factor (GF)*

| Design Periods | Growth Rate (%) | | | | | |
|----------------|-----------------|------|------|-------|-------|-------|
| | 0 | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 |
| 5 | 5 | 5.2 | 5.4 | 5.6 | 5.9 | 6.1 |
| 10 | 10 | 10.9 | 12 | 13.2 | 14.5 | 15.9 |
| 15 | 15 | 17.3 | 20 | 23.3 | 27.2 | 31.8 |
| 20 | 20 | 24.3 | 29.8 | 36.8 | 45.8 | 57.3 |
| 25 | 25 | 32 | 41.6 | 54.9 | 73.1 | 98.3 |
| 30 | 30 | 40.6 | 56.1 | 79.1 | 113.3 | 164.5 |
| 35 | 35 | 50 | 73.7 | 111.4 | 172.3 | 271 |
| 40 | 40 | 60.4 | 95 | 154.8 | 259.1 | 442.6 |

Sumber: (Austroads, 2004)

c. Jumlah ESA (*Equivalent Standart Axles*)

Parameter desain yang dibutuhkan dalam mendesain lalu lintas yaitu jumlah ESA (*Equivalent Standart Axles*). Untuk menentukan nilai ESA, terlebih dahulu menentukan nilai harian rata-rata tahunan ESA (Ne). Nilai Ne dapat dihitung dengan rumus:

$$Ne = AADT \times F \times C \quad \dots\dots\dots (3.13)$$

Dimana :

AADT = *Annual Average Daily Traffic*.

F = Faktor hubungan nilai ESA's per jumlah kendaraan komersial sesuai dengan kelas jalan dan daerah setempat. Nilai F didapat pada tabel 3.14.

C = Persen kendaraan komersial.

Tabel 3.13 Nilai Faktor F

| Kelas Fungsi Jalan | Daerah | | | | | |
|--------------------|-----------------|----------|------------|-------------------|----------|--------------------|
| | New South Wales | Victoria | Queensland | Western Australia | Tasmania | Northern Territory |
| 1 | 1,8 | 1,9 | 1,5 | 1,5 | 1,1 | 1,9 |
| 2 | 2,1 | 1,2 | 1,1 | 2,2 | 1,4 | - |
| 3 | 1,9 | 1,2 | 1,2 | 1,6 | 1,6 | 2,5 |
| 6 | 1,9 | 1,0 | 1,1 | 1,5 | 0,9 | - |
| 7 | 2,7 | 0,9 | 0,9 | 1,2 | 0,7 | - |

Sumber: (National AustStab Guidelines, 1996)

Rumus untuk menentukan nilai ESA yaitu:

$$ESA = NE \times 365 \times GF \dots\dots\dots (3.14)$$

Nilai GF didapat pada tabel 3.12.

2. Perancangan Desain Perkerasan Lentur Baru dengan Prosedur Mekanis Desain Grafis

Aplikasi utama pada panduan ini yaitu menyediakan dasar untuk pengembangan desain grafis pada keadaan tertentu. Pada prosedur ini, ketebalan perkerasan jalan dapat diketahui dengan mencocokkan grafis desain yang sesuai. Parameter input yang dibutuhkan dalam prosedur desain grafis yaitu:

a. Periode Desain

Sebagai contoh pada desain grafis, pembebanan lalu-lintas dinyatakan dengan istilah jumlah Equivalent Standar Axles.

b. Distribusi Beban Lalu-Lintas

Dalam pengembangan contoh desain grafis, anggapan distribusi beban lalu-lintas sudah digunakan.

c. Karakteristik Material

Untuk lapisan permukaan aspal, aspal dengan nilai modulus 3000 mpa diadopsi untuk keseluruhan kategori grafis yang ada dalam perencanaan.

d. Ringkasan Parameter Input

Grafis telah dikembangkan menggunakan prosedur mekanis. Sebelum menggunakan grafis, desainer harus menjamin bahwa mereka menggunakan itu karena sudah memperkirakan rencana desain yang akan digunakan. Untuk grafik desain dapat ditampilkan pada gambar dibawah berikut:

Tabel 3.14 Daftar Jenis Perkerasan yang Termasuk dalam Contoh Grafik Desain.

| Kategori 1 | | | | |
|----------------------------|----------------|---------------|--------------|--|
| | Thickness (mm) | modulus (MPa) | Chart number | |
| Asphalt – 3000 MPa modulus | varying | 30 | EC01 | |
| Granular | varying | 50 | EC02 | |
| Subgrade | | 70 | EC03 | |

| Kategori 2 | | | | |
|---------------------------|----------------|-----------------------|--------------|--|
| | Thickness (mm) | Asphalt modulus (MPa) | Chart number | |
| Asphalt – range of moduli | varying | 1000 | EC04 | |
| Subgrade | | 3000 | EC05 | |
| | | 5000 | EC06 | |

| Kategori 3 | | | | |
|--------------------------------------|----------------|------------------------|------------------------|-------------------------------|
| | Thickness (mm) | Subgrade modulus (MPa) | Pre-cracking Chart No. | Pre & Post cracking Chart No. |
| Asphalt – 3000 MPa modulus | varying | 30 | EC07 | EC08* |
| Cemented material – 2000 MPa modulus | varying | 50 | EC09 | EC10* |
| Subgrade | | 70 | EC11 | EC12* |

Tabel 3.14 Lanjutan

| Kategori 4 | | | | |
|--------------------------------------|----------------|------------------------|------------------------|-------------------------------|
| Cemented material phases | | | | |
| | Thickness (mm) | Subgrade modulus (MPa) | Pre-cracking Chart No. | Pre & Post cracking Chart No. |
| Asphalt – 3000 MPa modulus | varying | 30 | EC13 | EC14* |
| Cemented material – 5000 MPa modulus | varying | 50 | EC15 | EC16* |
| Subgrade | | 70 | EC17 | EC18* |

| Kategori 5 | | | | |
|--------------------------------------|----------------|------------------------|------------------------|-------------------------------|
| Cemented material phases | | | | |
| | Thickness (mm) | Subgrade modulus (MPa) | Pre-cracking Chart No. | Pre & Post cracking Chart No. |
| Asphalt – 3000 MPa modulus | varying | 30 | EC19 | EC20* |
| Granular | 100 | 50 | EC21 | EC22* |
| Cemented material – 5000 MPa modulus | varying | 70 | EC23 | EC24* |
| Subgrade | | | | |

Sumber: (Austroads, 2004)

3. Program KENPAVE

KENPAVE merupakan software desain perencanaan perkerasan yang dikembangkan oleh Dr. Yang H Huang, P.E. Program KENPAVE dapat menganalisis perkerasan lentur dan perkerasan kaku dengan fleksibel dan lebih mudah daripada program lain. Semua yang harus dilakukan untuk menjalankan program KENPAVE adalah memasukan data-data yang diperlukan yaitu sifat karakteristik perkerasan dan material seperti modulus, poisson ratio setiap lintasan, beban roda, tekanan ban, dan koordinat dimana tegangan dan regangan yang diperlukan untuk kita dapatkan (Simanjutak, 2014).

Software ini terbagi dalam empat program yang terpisah dan ditambah dengan beberapa program analisis untuk menunjukkan grafis menurut jenis perkerasannya. Keempat program analisis tersebut dapat dijelaskan pada Tabel 3.15:

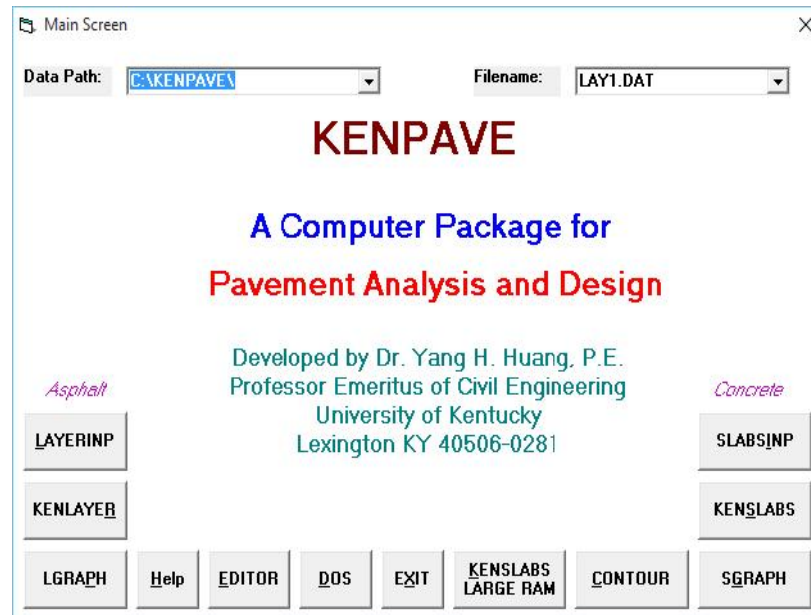
Tabel 3.15 Program Analisis KENPAVE Berdasarkan Jenis Perkerasan

| NO | Program Analisis Perkerasan Lentur | Program Analisis Perkerasan Kaku |
|----|---------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | LAYERINP | SLABSINP |
| 2 | KENLAYER | KENSLABS |

Sumber: (Simanjutak, 2014)

1. Menu-menu pada Program KENPAVE

Program KENPAVE memiliki menu-menu yang digunakan dalam menganalisis dan mendesain perkerasan. Menu-menu pada Program KENPAVE dapat dijelaskan sebagai berikut :



Gambar 3.3 Tampilan Awal KENPAVE.

a. *Data Path*

Data Path yang merupakan direktori tempat penyimpanan data. Nama umum yang digunakan pada direktori adalah *default* C:\KENPAVE\ sebagai mana terdaftar pada proses instalasi. Jika ingin membuat direktori baru untuk menyimpan data file yang dibuat, dapat mengetikkan nama direktori (mis C:\ABC\) di kotak Jalur data. Setelah LAYERINP atau SLABSINP diklik, direktori baru akan dibuat dan muncul sebagai item pertama dalam kotak data path.

Jika ingin membuat file data yang ada selain direktori C:\KENPAVE\, dapat mengetikkan nama direktori. Semua file data dalam direktori tersebut dengan extension. DAT akan ditampilkan dalam menu *Filename* yang berada di sebelah kanan.

b. *Filename*

Pada menu *filename* akan ditampilkan sebuah file baru yang diciptakan oleh LAYERINP atau SLABSINP, kita tidak perlu mengetik nama di kotak *Filename* karena file yang akan dibuat otomatis muncul pada menu *filename*. Semua file data harus memiliki ekstensi DAT. Nama file ditampilkan dalam kotak juga akan digunakan dalam file lain yang dihasilkan selama pelaksanaan KENLAYER atau KENSLABS.

c. *Help*

Pada setiap layar menu terdapat menu HELP yaitu bantuan yang menjelaskan parameter input dan penggunaan yang tepat dari program. Beberapa menu memiliki bantuan menu atau tombol yang harus diklik jika ingin membacanya.

d. *Editor*

EDITOR dapat digunakan untuk memeriksa, mengedit, dan cetak data file. Untuk pengguna pemula dengan pengaturan file data, penggunaan LAYERINP atau SLABINP sebagai editor sangat dianjurkan. Setelah semua analisis yang diinginkan telah selesai, klik EXIT untuk menutup KENPAVE.

e. Layerinp dan Slabsinp

LAYERINP atau SLABSINP digunakan untuk membuat data file sebelum KENLAYER atau KENSLABS dapat dijalankan.

f. Kenlayer dan Kenslabs

KENLAYER atau KENSLABS merupakan program utama untuk analisis perkerasan dan dapat dijalankan hanya setelah file data telah diisi. Program ini akan membaca dari file data telah diisi.

g. LGRAPH dan SGRAPH

LGRAPH atau SGRAPH dapat digunakan untuk menampilkan grafik rencana dan penampang perkerasan dengan beberapa informasi tentang input dan output.

h. *Contour*

Menu ini berguna untuk plot kontur tekanan atau momen dalam arah x atau y. Plot contour adalah untuk perkerasan kaku.

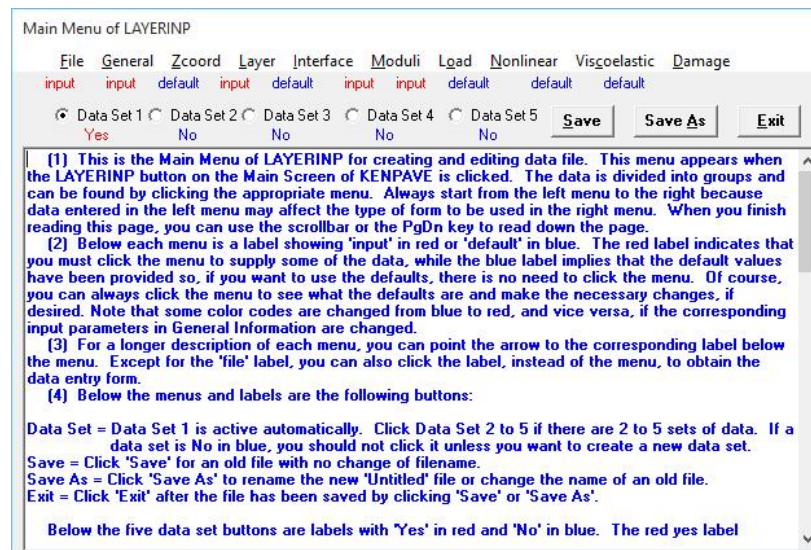
2. Program KENLAYER

Program KENLAYER ini hanya dapat digunakan pada jenis perkerasan lentur. Untuk perkerasan kaku digunakan program KENPAVE bagian KENSLABS. Program KENLAYER digunakan untuk menentukan rasio kerusakan menggunakan model tekanan (*distress models*).

Distress models dalam KENLAYER adalah retak dan deformasi. Distress model dapat digunakan untuk memprediksi umur perkerasan baru dengan mengasumsi konfigurasi perkerasan. Jika reliabilitas atau kemampuan untuk *distress* tertentu lebih kecil dari tingkat minimum yang dibutuhkan, konfigurasi perkerasan perkerasan yang diasumsikan harus diubah.

Dasar dari program KENLAYER ini adalah teori sistem lapis banyak. Teori sistem lapis banyak adalah metode mekanistik dalam perencanaan perkerasan lentur. KENLAYER dapat digunakan pada perilaku tiap lapis yang berbeda, seperti lapis linear, lapis non linear atau viskoelastis. Program ini dapat mengenali empat jenis sumbu roda, yaitu sumbu tunggal roda tunggal, sumbu tunggal roda ganda, sumbu tandem dan sumbu triple.

Program KENLAYER dimulai dengan input data melalui menu LAYERINP pada program KENPAVE. LAYERINP memiliki 11 menu. Setiap menu harus diisi dengan data yang ada. Berikut ini adalah penjelasan dari menu-menu yang ada di dalam LAYERINP:



Gambar 3.4 Tampilan Layar LAYERINP

a. *File*

Menu ini digunakan untuk memulai file yang baru (*New*) dan membuka file yang sudah ada (*Old*).

b. *General*

Menu *General* memiliki beberapa menu yang harus diinput:

- 1) *Title* : Memasukan judul dari analisa
- 2) *MATL* : Memilih tipe dari material.(1) jika lapisan merupakan linear elastis, (2) jika lapisan merupakan non linear elastis, (3) jika lapisan merupakan viskoelastis, (4) jika lapisan merupakan campuran dari ketiga lapisan di atas
- 3) *NDAMA* : Memilih analisa kerusakan (0) jika tidak ada kerusakan analisis, (1) terdapat kerusakan analisis dan ada hasil printout, (2) terdapat kerusakan analisis dan ada hasil printout yang lebih detail.

- 4) DEL : Nilai akurasi hasil analisa. Standar akurasi 0,001.
- 5) NL : Jumlah layer/lapis. Maksimal 19 lapisan.
- 6) NZ : Letak koordinat arah Z yang akan dianalisa
Jika NDAMA=1 atau 2, maka NZ=0 karena program akan menganalisa di koordinat yang mengalami analisa kerusakan.
- 7) NSTD : (1) Untuk vertikal *displacement*, (5) untuk vertikal *displacement* dan nilai tegangan, (9) untuk vertikal *displacement*, nilai tegangan dan nilai regangan.
- 8) NBOND : (1) Jika antar semua lapis saling terikat, (2) jika tiap antar lapisan tidak terikat atau gaya geser diabaikan.
- 9) NUNIT : Satuan yang digunakan. (0) Satuan English, (1) Satuan SI.

General Information of LAYERINP for Set No. 1

TITLE Data percobaan 1

| | |
|---|-------|
| Type of material (1=linear, 2=nonlinear, 3=viscoelastic, 4=combined) (MATL) | 1 |
| Damage analysis (0=no, 1=yes with summary only, 2=yes with detailed printout) (NDAMA) | 0 |
| Number of periods per year (NPY) | 10 |
| Number of load groups (NLG) | 1 |
| Tolerance for numerical integration (DEL) | 0.001 |
| Number of layers (NL) | 4 |
| Number of Z coordinates for analysis (NZ) | 5 |
| Maximum cycles of numerical integration (ICL) | 80 |
| Type of responses (1=displacements only, 5=plus stresses, 9=plus strains) (NSTD) | 9 |
| All layer interfaces bonded (1=yes, 0=if some are frictionless) (NBOND) | 1 |
| Number of layers for bottom tension (NLBT) | 0 |
| Number of layers for top compression (NLTC) | 0 |
| System of units (0=English, 1=SI) (NUNIT) | 1 |

(1) This form appears when the "General" on the Main Menu of LAYERINP is clicked. You can override any of the default values by typing in a new value. You can use the Tab key to move the cursor from one textbox to the next or just click on the textbox before typing. The use of click has the advantage that you don't have to delete the default before typing in the data you want. If you want to read the remaining text, you can use the scrollbar. You can also use the PgDn key after clicking this textbox to make it active.

(2) TITLE (title of run): Any title or comment can be typed on one line. The title should not be longer than 68 characters including spaces. If you make a mistake in typing, use the Del key to erase any typographical errors. When the total length reaches 68, no additional characters can be added. No comma should be used in TITLE. Use colon or semicolon instead.

(3) MATL (types of material): 1 when all layers are linear elastic, 2 when some layers are nonlinear

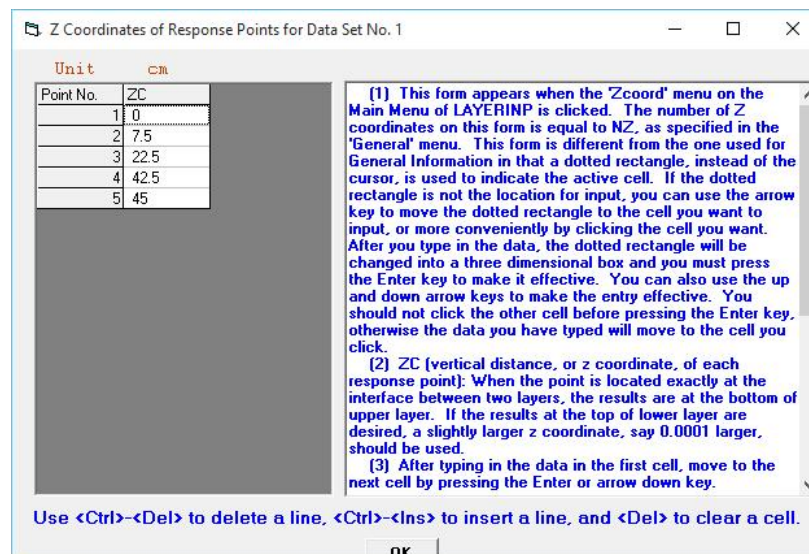
Gambar 3.5 Tampilan Layar *General*

Tabel 3.16 Satuan English dan SI

| Satuan | Satuan English | Satuan SI |
|---------|----------------|-----------|
| Panjang | Inch | Cm |
| Tekanan | Psi | Kpa |
| Modulus | Psi | Kpa |

c. *Zcoord*

Zcoord adalah menu yang digunakan untuk menganalisa lapis perkerasan pada koordinat Z. Jumlah poin yang ada dalam menu ini sama dengan jumlah NZ pada menu general. ZC adalah jarak vertikal atau jarak dalam arah Z yang akan dianalisa program.

Gambar 3.6 Tampilan Layar *Zcoord*

d. *Layer*

Layer adalah menu yang digunakan untuk menginput jumlah lapisan perkerasan. TH adalah tebal tiap layer/lapis. PR adalah *Poisson's Ratio* tiap layer.

Layer Thickness, Poisson's Ratio and Unit Weight for Data Set No. 1

After typing the value in a cell, be sure to press the Enter key to make it effective.

| Layer No. | TH | PR |
|-----------|------------|-----|
| 1 | 7.5 | .35 |
| 2 | 15 | .4 |
| 3 | 20 | .4 |
| 4 | XXXXXXXXXX | .45 |

Use <Ctrl>- to delete a line, <Ctrl>-<Ins> to insert a line, and to clear a cell.

(1) This form appears when the 'Layer' menu on the Main Menu of LAYERINP is clicked. The number of layers on this form is equal to NL, as specified in the 'General' menu. This form is different from the one used for General information in that a dotted rectangle, instead of the cursor, is used to indicate the active cell. If the dotted rectangle is not the location for input, you can use the arrow key to move the dotted rectangle to the cell you want to input, or more conveniently by clicking the cell you want. After you type in the data, the dotted rectangle will be changed into a three dimensional box and you must press the Enter key to make it effective. You can also use the up and down arrow keys to make the entry effective. Note that the dotted rectangle is now in the upper left cell, so you can type in the data right away. If you want to read the remaining text and use the PgDn key, instead of the scrollbar, you

OK

Gambar 3.7 Tampilan Layar *Layer*

e. *Interface*

Menu *interface* ini berkaitan dengan NBIND yang ada dalam menu general. Jika NBOND=1 maka menu *interface* akan default dan tidak dapat dibuka. Jika NBOND=2 maka menu *interface* akan keluar seperti pada gambar dibawah ini.

Type of Interface for Data Set No. 1

| Interface No. | INT |
|---------------|-----|
| 1 | 0 |
| 2 | 0 |
| 3 | 0 |

(1) This form appears when the 'Interface' menu on the Main Menu of LAYERINP is clicked. The number of interfaces on this form is equal to NL - 1, where NL is specified in the 'General' menu.
 (2) INT (condition of each interface): Assign 1 for bonded interface and 0 for frictionless interface.
 (3) After typing in the data in the first cell, move to the next cell by pressing the Enter. After the last cell is filled, be sure to click the Enter key.
 (4) You cannot delete or add a line on this form.
 (5) Upon completion, click the OK button at the lower right corner to return to the Main Menu of LAYERINP.

OK

Gambar 3.8 Tampilan Layar *Interface*

f. *Moduli*

Jumlah periode dalam menu ini sama dengan jumlah NPY dalam menu *general*. Maksimal periode dalam menu ini adalah 12. E adalah modulus elastisitas tiap layer.

Layer Modulus of each period for Data Set No. 1

| | | | | | |
|------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|
| Period1 done | Period2 input | Period3 input | Period4 input | Period5 input | Period6 input |
| Period7 input | Period8 input | Period9 input | Period10 input | | |

[1] This form appears when the 'Moduli' menu on the Main Menu of LAYERINP is clicked. The number of periods on this form is equal to NPY, as specified in the 'General' menu. The 12 buttons on the form indicates that a maximum of 12 periods may be used. However, only the periods being actually specified are marked with the period number on the button.

[2] Below the period button is a label showing 'input' in red, indicating that there are no defaults and you must enter the elastic modulus for each layer. After the data are entered, the letter 'input' will be changed to 'done'.

[3] Now you can click the Period1 button to enter the data. After the data for all periods are entered, as indicated by 'done' under each period button, click OK to return to the Main Menu of LAYERINP.

OK

Gambar 3.9 Tampilan Layar *Moduli*

Layer Moduli for Period No. 1 and Data Set No. 1

| Unit | kPa |
|-----------|---------|
| Layer No. | E |
| 1 | 2800000 |
| 2 | 140000 |
| 3 | 280000 |
| 4 | 35000 |

[1] This form appears when the period button on the Layer Modulus of Each Period is clicked. The number of layers on this form is equal to NL, as specified in the 'General' menu.

[2] E (elastic modulus of each layer): Use as the assumed modulus for the first iteration when the layer is nonlinear. If more convenient, you can enter the modulus in exponential form such as 1.234E5. Assign 0 or any value for viscoelastic layer.

[3] After typing the data in the first cell, move to the next cell by pressing the Enter or arrow down key. After the last cell is filled, be sure to click the Enter key.

[4] You can delete a line, or one layer, by first clicking anywhere on the line to make it active and then press the <Ctrl>- keys. The NL in the 'general' menu will be reduced automatically by 1.

[5] You can add a new line, or one more layer, above any given line by first clicking the cell in the given line to make it active and then press the <Ctrl>-<Ins>. A blank line will appear for you to enter the necessary data. The NL in the 'General' menu will increase automatically by 1. If you want to add a line after the last line, you can change NL in the 'General' menu by adding 1 and a blank line will appear as the last line. Remember that always use the <Ctrl>-<Ins>

Use <Ctrl>- to delete a line, <Ctrl>-<Ins> to insert a line, and to clear a cell.

OK

Gambar 3.10 Tampilan Layar *Moduli For Period*

g. *Load*

Jumlah unit yang ada dalam menu ini sama dengan jumlah NPY dalam menu general. Untuk kolom Load (0) untuk sumbu tunggal roda tunggal, (1) untuk sumbu tunggal roda ganda, (2) untuk sumbu tandem, (3) untuk sumbu triple. Kolom CR adalah radius kontak pembebanan. Kolom CP adalah nilai beban. Kolom YW dan XW merupakan jarak antar roda arah y dan arah x. Jika kolom load = 0, maka kolom YW dan XW = 0. NR adalah jumlah koordinat radial yang dianalisis berdasarkan pada satu roda. NPT adalah jumlah titik koordinat x dan y yang dianalisis berdasarkan pada beberapa roda.

Load Information for Data Set No. 1

Double click anywhere on a line to get auxiliary form for NR or NPT.

| Unit | LOAD | CR | CP | YW | XW | NR or NPT |
|------|------|----|-----|----|----|-----------|
| 1 | 0 | 22 | 539 | 0 | 0 | 5 |

Use <Ctrl>- to delete a line, <Ctrl>-<Ins> to insert a line, and to clear a cell.

(1) This form appears when the 'Load' menu on the Main Menu of LAYERINP is clicked. The number of lines, or load groups, is equal to NLG, as specified in the 'General' menu. Please refer to Figure 3.8 for wheel and axle arrangements.

(2) LOAD (type of loading): Assign 0 for single axle with single tire, 1 for single axle with dual tires, 2 for tandem axles, and 3 for tridem axles.

(3) CR (contact radius of circular loaded ares).

(4) CP (contact pressure on circular loaded ares).

(5) YW (center to center spacing between two dual wheels along the y axis): Assign 0 if there is only one wheel or LOAD = 0.

(6) XW (center to center spacing between two axles along the x axis): Assign 0 if only one axle exists, i.e. LOAD = 0 or 1.

(7) NR (number of radial coordinates to be analyzed under a single wheel, maximum 25): A single

OK

Gambar 3.11 Tampilan Layar *Load*

3. Data Masukan (*Input* Program KENPAVE)

Data yang diperlukan sebagai masukan dalam program KENPAVE adalah data struktur perkerasan yang berkaitan dengan perencanaan tebal perkerasan metode mekanistik teori sistem lapis banyak. Data tersebut antara lain ; modulus elastisitas, poisson ratio, tebal lapisan perkerasan, dan kondisi beban.

4. Data Keluaran (*Output* Program KENPAVE)

Setelah semua data yang diperlukan dimasukkan kedalam program KENPAVE maka program akan menjalankan analisis perkerasan. Setelah dianalisis ,program akan mengeluarkan hasil mengenai tegangan, regangan, dan lendutan. Ada sembilan keluaran dari program ini yaitu *vertical deflection*, *vertical stress*, *major principal stress*, *minor principal stress*, *intermediate principal stress*, *vertical strain*, *major principal strain*, *minor principal strain*, dan *horizontal principal strain*.

4. Analisa Kerusakan Perkerasan

Analisa kerusakan perkerasan jalan yang akan dibahas adalah retak fatik dan rutting. Jenis kerusakan retak fatik dapat dilihat berdasarkan nilai regangan tarik horizontal pada lapis permukaan aspal bagian bawah akibat beban pada permukaan perkerasan. Jenis kerusakan rutting dapat dilihat berdasarkan nilai regangan tekan di bagian atas lapis tanah dasar atau di bawah lapis pondasi bawah.

Dari nilai kedua jenis kerusakan struktur tersebut didapatkan jumlah repetisi beban (N_f) berdasarkan nilai regangan tarik horizontal bagian bawah lapis pondasi bawah atau di atas tanah dasar. Ada beberapa persamaan untuk memprediksi jumlah repetisi beban, salah satunya yaitu persamaan model *The Asphalt Institute* (Simanjutak, 2014).

1. Retak lelah

Kerusakan retak lelah meliputi bentuk perkembangan dari retak dibawah beban berulang dan kegagalan ini ditemukan pada saat permukaan perkerasan tertutup oleh retakan dengan presentase yang tinggi.

Pembebanan ulang yang terjadi terus menerus dapat menyebabkan material menjadi lelah dan dapat menimbulkan *cracking* walaupun tegangan yang terjadi masih dibawah batas *ultimate*-nya. Untuk material perkerasan, beban berulang berasal dari lintasan beban (as) kendaraan yang terjadi secara terus menerus, dengan intensitas yang berbeda-beda dan bergantung kepada jenis kendaraan dan terjadi secara random.

a. Model retak lelah *The Asphalt Institute*

Persamaan retak fatik perkerasan lentur untuk mengetahui jumlah repetisi beban berdasarkan regangan tarik di bawah lapis permukaan adalah sebagai berikut :

$$N_f = 0,0796 \times (\epsilon_t)^{-3,291} \times (E)^{-0,85} \dots\dots\dots (3.15)$$

Dimana :

N_f = Nilai repetisi beban retak lelah

ϵ = Nilai regangan tarik horizontal dibawah lapis permukaan

E_{AC} = Modulus elastis lapis permukaan.

2. Retak alur

Retak alur pada permukaan perkerasan merupakan akumulasi dari semua deformasi plastis yang terjadi, baik dari lapis beraspal, lapis pondasi, dan lapis tanah dasar. Kriteria retak alur merupakan kriteria kedua yang digunakan dalam Metode Analitis–Mekanistik, untuk menyatakan keruntuhan struktur perkerasan akibat beban berulang. Nilai *rutting* maksimum harus dibatasi agar tidak membahayakan pengendara saat melalui lokasi *rutting* tersebut, terutama pada kecepatan tinggi.

Deformasi permanen dapat diketahui setiap lapisan dari struktur, membuat retak alur lebih sulit untuk diprediksi dibandingkan retak lelah. Ukuran–ukuran kegagalan yang ada dimaksudkan untuk alur bahwa dapat ditunjukkan kebanyakan pada suatu struktur perkerasan yang lemah. Pada umumnya dinyatakan dengan istilah regangan vertikal (ϵ_v) yang berada di atas dari lapisan tanah dasar.

a. Model retak alur *The Asphalt Institute*

Persamaan untuk mengetahui jumlah repetisi beban berdasarkan regangan tekan di bawah lapis pondasi bawah adalah sebagai berikut :

$$N_d = 1,365 \times 10^{-9} \times (\epsilon_c)^{-4,477} \dots\dots\dots (3.16)$$

Dimana :

N_d = Nilai repetisi beban retak alur

ϵ_c = Regangan tekan vertikal pada bagian atas lapisan tanah dasar.