

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Metode Analisa Komponen

Untuk merencanakan tebal perkerasan jalan ruas jalan Palbapang–Barongan diperlukan data sebagai berikut:

1. Data Lalu-lintas Harian Rata–rata (LHR)

Data Lalu-lintas Harian Rata–rata jalan Palbapang–Barongan menggunakan data LHR ruas jalan Bakulan–Barongan dikarenakan ruas jalan tersebut memiliki jumlah LHR terbesar diantara ruas jalan lainnya. Berikut adalah Lalu-lintas Harian rata–rata tahun 2015 beserta faktor pertumbuhan masing– masing jenis kendaraan.

Tabel 5.1 LHR dan Pertumbuhan Lalu-lintas 2015

Jenis Kendaraan	LHR 2015(Kend/2 Arah Hari)	i%
Mobil Penumpang	1639	3,5
Opelet,Combi,Minibus (Utilitas 1)	54	3,5
Pick Up,Mobil Hantaran (Utilitas 2)	992	3,5
Bus Kecil	25	3,5
Bus Besar	49	3,5
Truk Ringan 2 As	788	3,5
Truk Berat 2 As	0	3,5
Truk Berat 3 As	16	3,5
Truk Gandeng 4 As	0	3,5
Truk Semi Trailer	4	3,5

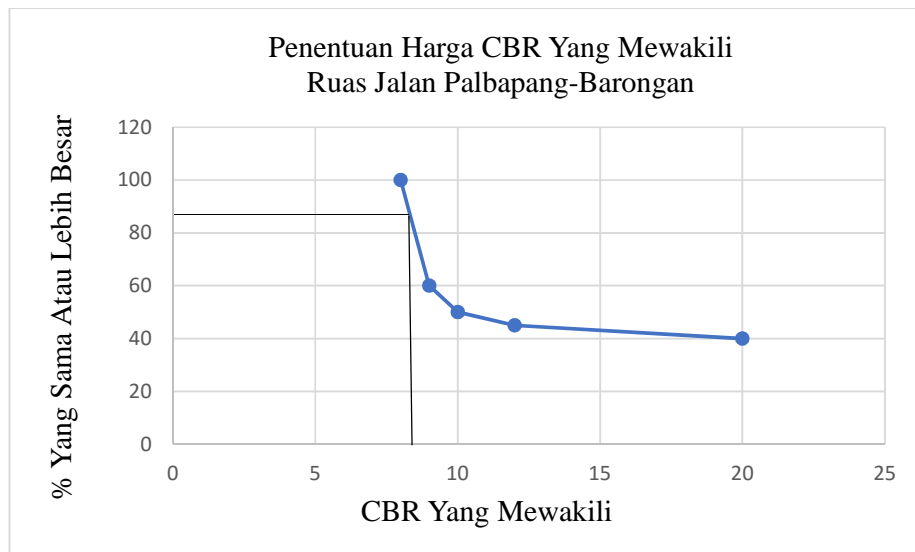
2. CBR Design

Perhitungan presentase kumulatif CBR design dapat disajikan pada tabel berikut :

Tabel 5.2 Presentase Kumulatif CBR

CBR	Jumlah Yang Sama Atau Lebih Besar	Persen (%) Yang Sama Atau Lebih Besar
8	20	$(20/20) \times 100\% = 100$
9	12	$(12/20) \times 100\% = 60$
10	10	$(10/20) \times 100\% = 50$
12	9	$(9/20) \times 100\% = 45$
20	8	$(8/20) \times 100\% = 40$

Berdasarkan Tabel 5.2 dibuat grafik hubungan antara nilai CBR dengan persen yang sama atau lebih besar, seperti pada Gambar 5.1 berikut. Berdasarkan pada grafik tersebut, nilai CBR yang mewakili adalah 8%.



Gambar 5.1 Nilai CBR 90 %

3. LHR Akhir Umur Rencana

Umur rencana pada perkerasan jalan ini adalah 20 tahun. Perhitungan LHR akhir umur rencana dapat disajikan pada tabel berikut :

Tabel 5.3 LHR Akhir Umur Rencana

Jenis Kendaraan	LHR 2015(Kend/2 Arah Hari)	i%	LHR 2035(Kend/2 Arah Hari)	i%
Mobil Penumpang	1639	3,5	2819	2,5
Opelet,Combi,Minibus (Utilitas 1)	54	3,5	93	2,5
Pick Up,Mobil Hantaran (Utilitas 2)	992	3,5	1706	2,5
Bus Kecil	25	3,5	43	2,5
Bus Besar	49	3,5	84	2,5
Truk Ringan 2 As	788	3,5	1355	2,5
Truk Berat 2 As	0	3,5	0	2,5
Truk Berat 3 As	16	3,5	28	2,5
Truk Gandeng 4 As	0	3,5	0	2,5
Truk Semi Trailer	4	3,5	7	2,5

4. Angka Ekuivalen

Perhitungan Angka Ekuivalen kendaraan dapat menggunakan rumus 3.1, 3.2, dan 3.3. Konfigurasi beban sumbu kendaraan dan berat total maksimum kendaraan didapat dari Tabel 3.4 :

- a. Pada jenis kendaraan golongan 2:

Berat total maksimum = 2000 kg

Distribusi beban sumbu depan 50% dan belakang 50%

Angka ekuivalen:

$$E = \left[\frac{5\% \times 2}{8} \right]^4 + \left[\frac{5\% \times 2}{8} \right]^4$$

$$= 0,0023 + 0,0023$$

$$= 0,0046$$

- b. Pada jenis kendaraan golongan 3:

Berat total maksimum = 3500 kg

Distribusi beban sumbu depan 50% dan belakang 50%

Angka ekivalen:

$$\begin{aligned} E &= \left[\frac{5\% \times 3}{8} \right]^4 + \left[\frac{5\% \times 3}{8} \right]^4 \\ &= 0,0021 + 0,0021 \\ &= 0,0042 \end{aligned}$$

- c. Pada jenis kendaraan golongan 4:

Berat total maksimum = 3500 kg

Distribusi beban sumbu depan 34% dan belakang 66%

Angka ekivalen:

$$\begin{aligned} E &= \left[\frac{3\% \times 3}{8} \right]^4 + \left[\frac{6\% \times 3}{8} \right]^4 \\ &= 0,00045 + 0,0064 \\ &= 0,0069 \end{aligned}$$

- d. Pada jenis kendaraan golongan 5a:

Berat total maksimum = 6000 kg

Distribusi beban sumbu depan 34% dan belakang 66%

Angka ekivalen:

$$\begin{aligned} E &= \left[\frac{3\% \times 6}{8} \right]^4 + \left[\frac{6\% \times 6}{8} \right]^4 \\ &= 0,0039 + 0,0555 \\ &= 0,0594 \end{aligned}$$

- e. Pada jenis kendaraan golongan 5b:

Berat total maksimum = 9000 kg

Distribusi beban sumbu depan 34% dan belakang 66%

Angka ekivalen:

$$\begin{aligned} E &= \left[\frac{3\% \times 9}{8} \right]^4 + 0,086 \left[\frac{6\% \times 9}{8} \right]^4 \\ &= 0,0198 + 0,0242 \\ &= 0,044 \end{aligned}$$

f. Pada jenis kendaraan golongan 6a:

Berat total maksimum = 8300 kg

Distribusi beban sumbu depan 34% dan belakang 66%

Angka ekivalen:

$$\begin{aligned} E &= \left[\frac{3\% \times 8}{8} \right]^4 + 0,086 \left[\frac{6\% \times 8}{8} \right]^4 \\ &= 0,0143 + 0,01747 \\ &= 0,03177 \end{aligned}$$

g. Pada jenis kendaraan golongan 6b:

Berat total maksimum = 18200 kg

Distribusi beban sumbu depan 34% dan belakang 66%

Angka ekivalen:

$$\begin{aligned} E &= \left[\frac{3\% \times 1}{8} \right]^4 + 0,086 \left[\frac{6\% \times 1}{8} \right]^4 \\ &= 0,3307 + 0,4038 \\ &= 0,7345 \end{aligned}$$

h. Pada jenis kendaraan golongan 7a:

Berat total maksimum = 25000 kg

Distribusi beban sumbu depan 25%, belakang 37,5% dan belakang 37,5%

Angka ekivalen:

$$\begin{aligned} E &= \left[\frac{2\% \times 2}{8} \right]^4 + 0,086 \\ &\left[\frac{3,5\% \times 2}{8} \right]^4 + 0,086 \left[\frac{3,5\% \times 2}{8} \right]^4 \\ &= 0,3442 + 0,1498 + 0,1498 \\ &= 0,6438 \end{aligned}$$

Perhitungan Angka Ekivalen kendaraan dapat menggunakan rumus 3.1, 3.2, dan 3.3. Konfigurasi beban sumbu

i. Pada jenis kendaraan golongan 7b:

Berat total maksimum = 31400 kg

Distribusi beban sumbu depan 18%, belakang 28%, belakang 27%, dan belakang 27%

Angka ekivalen:

$$\begin{aligned} E &= \left[\frac{1\% \times 3}{8}\right]^4 + 0,086 \left[\frac{2\% \times 3}{8}\right]^4 + 0,086 \left[\frac{2\% \times 3}{8}\right]^4 + 0,086 \left[\frac{2\% \times 3}{8}\right]^4 \\ &= 0,2302 + 0,1159 + 0,1002 + 0,1002 \\ &= 0,5464 \end{aligned}$$

j. Pada jenis kendaraan golongan 7c:

Berat total maksimum = 42000 kg

Distribusi beban sumbu depan 18%, belakang 28%, belakang 27%, dan belakang 27%

Angka ekivalen:

$$\begin{aligned} E &= \left[\frac{1\% \times 4}{8}\right]^4 + 0,086 \left[\frac{2\% \times 4}{8}\right]^4 + 0,086 \left[\frac{2\% \times 4}{8}\right]^4 + 0,086 \left[\frac{2\% \times 4}{8}\right]^4 \\ &= 0,7368 + 0,3710 + 0,3208 + 0,3208 \\ &= 1,7492 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan Angka Ekivalen kendaraan dapat disajikan pada Tabel 3.5 :

Tabel 5.4 Angka Ekuivalen

Jenis Kendaraan	Beban Sumbu (Kips)	Faktor Beban Ekuivalen				E Total
		Depan		Belakang		
Mobil Penumpang	2,2-2,2	0,00023		0,00023		0,00045
Opelet,Combi,Minibus (Utilitas 1)	3,85-3,85	0,0021		0,0021		0,0042
Pick Up,Mobil Hantaran (Utilitas 2)	2,62-5,1	0,00045		0,0064		0,0069
Bus Kecil	4,5-8,7	0,0039		0,055		0,0594
Bus Besar	6,73-13,07	0,0198		0,02415		0,04392
Truk Ringan 2 As	6,21-12,05	0,0143		0,01747		0,03177
Truk Berat 2 As	13,61-24,43	0,3307		0,4038		0,7345
Truk Berat 3 As	13,75-20,63- 20,63	0,3442	0,1498	0,1498		0,6438
Truk Gandeng 4 As	12,44-19,34- 18,65-18,65	0,2302	0,1159	0,1002	0,1002	0,5464
Truk Semi Trailer	16,63-25,87- 24,95-24,95	0,7368	0,3710	0,3208	0,3208	1,7492

5. Lintas Ekivalen Permulaan (LEP) dan Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

Menentukan nilai LEP dan LEA dengan menggunakan rumus 3.6 dan rumus 3.7. Nilai LEP dan LEA disajikan pada tabel berikut:

Tabel 5.5 Lintas Ekivalen Permulaan (LEP) dan Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

Jenis Kendaraan	LHR		C	E	LEP (2015)	LEA (2035)	LET	LER
	2015	2035						
Mobil Penumpang	1639	2819	0,5	0,00045	0,369	0,634	28,84	57,67
Opelet,Combi,Minibus (Utilitas 1)	54	93	0,5	0,0042	0,113	0,195		
Pick Up,Mobil Hantaran (Utilitas 2)	992	1706	0,5	0,0069	3,422	5,887		
Bus Kecil	25	43	0,5	0,0594	0,743	1,277		
Bus Besar	49	84	0,5	0,04392	1,076	1,850		
Truk Ringan 2 As	788	1355	0,5	0,03177	12,518	21,533		
Truk Berat 2 As	0	0	0,5	0,7345	0	0		
Truk Berat 3 As	16	28	0,5	0,6438	5,192	0		
Truk Gandeng 4 As	0	0	0,5	0,5465	0	0		
Truk Semi Trailer	4	7	0,5	1,7492	3,4984	0		
					Total LEP	26,931		
					Total LEA		30,742	

6. Lintas Ekivalen Tengah (LET)

Menentukan nilai LET dapat menggunakan rumus 3.8 seperti berikut:

$$\begin{aligned} \text{LET} &= \frac{2,9 + 3,7}{2} \\ &= 28,84 \end{aligned}$$

7. Lintas Ekivalen Rencana (LER)

Menentukan nilai LET dapat menggunakan rumus 3.9 seperti berikut:

$$\text{LER} = \text{LET} \times \text{FP}$$

Dimana:

$$\begin{aligned} \text{FP} &= \frac{U}{1} \\ &= \frac{2}{1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LER} &= 28,84 \times \left(\frac{2}{1}\right) \\ &= 57,67 \end{aligned}$$

8. Faktor Regional (FR)

Menentukan nilai Faktor Regional (FR) terlebih dahulu menghitung presentase kendaraan berat. Perhitungan presentase kendaraan berat dapat menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} \% \text{ Kendaraan Berat} &= \frac{L_k}{L_k} \frac{b}{t_k} \times 100\% \\ &= \frac{8}{3} \times 100\% \\ &= 24,727 \% \end{aligned}$$

Kemudian melihat iklim curah hujan di daerah tersebut yaitu 138 mm/tahun dan kelandaian jalan sebesar 0,468%, dengan nilai curah hujan, kelandaian dan presentase kendaraan beratnya maka mengacu pada Tabel 3.5, maka nilai FR = 0,5.

9. Indeks Permukaan Awal Umur Rencana (IPo)

Menentukan nilai IPo dengan cara melihat bahan perkerasan pada lapis permukaannya kemudian mengacu pada Tabel 3.7 lapis permukaan perkerasan pada pembangunan ruas jalan Palbapang–Barongan menggunakan bahan lapis aspal beton (Laston AC), sehingga direncanakan menggunakan nilai $IPo \geq 4$

10. Indeks Permukaan Akhir (IPt)

Menentukan nilai IPt perlu memperhatikan beberapa faktor seperti nilai LER dan kelas jalan. Mengacu pada tabel 3.6, ruas jalan Palbapang–Barongan dalam klasifikasi kelas jalan kolektor dengan nilai LER = 57,67, sehingga didapatkan IPt = 2.

11. Daya Dukung Tanah (DDT)

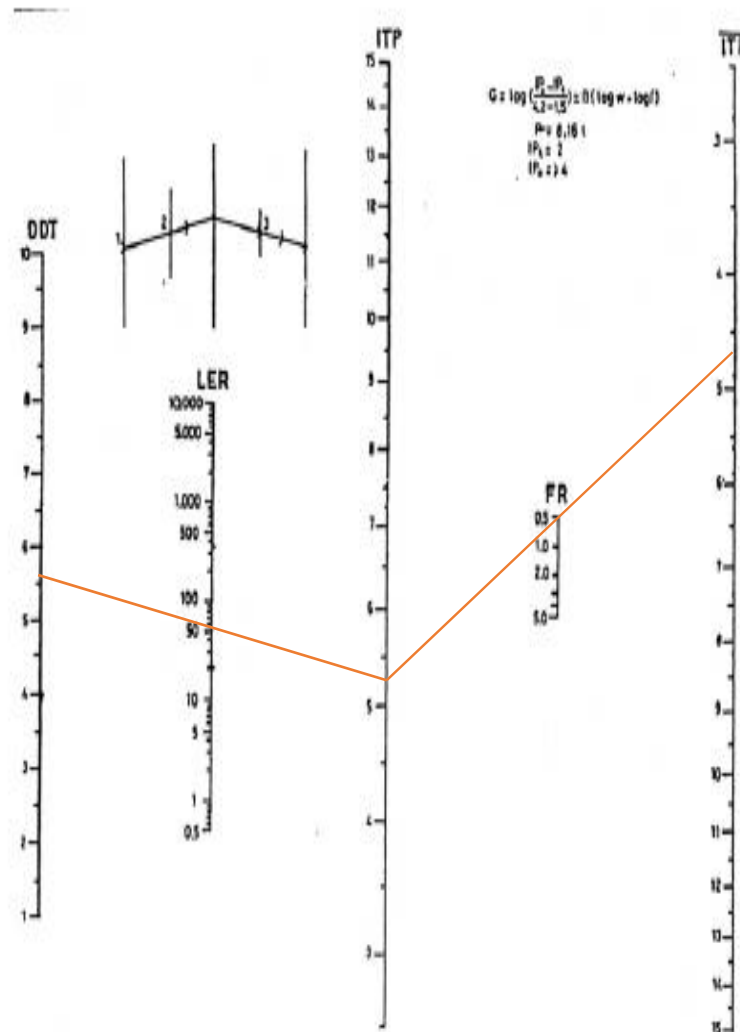
Nilai daya dukung tanah ditetapkan dengan grafik korelasi antara nilai CBR dengan DDT dengan mengacu pada gambar 3.1 atau dapat ditentukan juga dengan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} DDT &= 4,3 \text{ Log CBR Design} + 1,7 \\ &= 5,58 \end{aligned}$$

12. Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

$$\begin{aligned} IPT &= 2,0 \text{ dan } IPo = 4 \\ DDT &= 5,58 \\ LER &= 57,67 \\ FR &= 0,5 \end{aligned}$$

Dengan memplotkan DDT, LER, \overline{FR} pada nomogram korelasi antara DDT, LER, FR, dan ITP, diperoleh nilai $\overline{ITP} = 4,8$.



Gambar 5.2 Hasil Plotting Nomogram Korelasi Antara DDT, LER, FR, dan ITP

13. Tebal Perkerasan

Menghitung tebal perkerasan dapat menggunakan rumus 3.11 dengan nilai $\overline{ITP} = 4,8$. Adapun nilai koefisien kekuatan bahan relatif (a) mengacu pada tabel 3.8.

Lapis permukaan Laston AC $a_1 = 0,4$

Lapis pondasi atas Laston Atas $a_2 = 0,24$

Lapis pondasi bawah Sirtu kelas A $a_3 = 0,13$

Berdasarkan pada tabel 3.10 dan 3.11 tentang batas – batas tebal lapis permukaan dan pondasi, maka:

D1 = Minimum 5 cm, diambil 5 cm

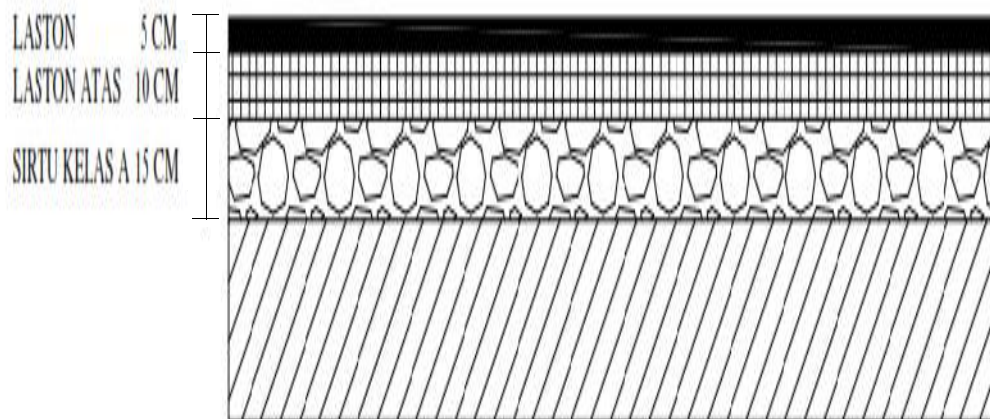
D2 = Minimum 10 cm, diambil 10 cm

Untuk nilai D3 dapat dihitung dengan rumus :

$$\overline{ITP} = a_1.D_1 + a_2.D_2 + a_3.D_3$$

$$4,8 = 0,4(5) + 0,24(10) + 0,13 (D_3)$$

$$D_3 = 3,08 \text{ cm} \approx 15 \text{ cm}$$



CBR 8%

Gambar 5.3 Tebal Perkerasan Metode
Analisa Komponen

B. Metode Austroads

Perencanaan tebal perkerasan jalan ruas jalan Palbapang–Barongan diperlukan data sebagai berikut :

1. Perhitungan Lalu-lintas Rencana

Data yang digunakan yaitu lalul-intas harian rata-rata tahunan (AADT = *Annual Average Daily Traffic*) dan persen kendaraan komersial.

Tabel 5.6 LHR 2015 dan LHR 2035

Jenis Kendaraan	LHR 2015	i%	LHR 2035	i%
Mobil Penumpang	1639	3,5	2819	2,5
Opelet,Combi,Minibus (Utilitas 1)	54	3,5	93	2,5
Pick Up,Mobil Hantaran (Utilitas 2)	992	3,5	1706	2,5
Bus Kecil	25	3,5	43	2,5
Bus Besar	49	3,5	84	2,5
Truk Ringan 2 As	788	3,5	1355	2,5
Truk Berat 2 As	0	3,5	0	2,5
Truk Berat 3 As	16	3,5	28	2,5
Truk Gandeng 4 As	0	3,5	0	2,5
Truk Semi Trailer	4	3,5	7	2,5

2. Perencanaan Tebal Perkerasan

Dalam perencanaan tebal perkerasan metode Austroads dibutuhkan perhitungan % kendaraan komersial dan perhitungan nilai NE. Perhitungan % kendaraan komersial dan perhitungan nilai NE dapat dihitung menggunakan rumus:

a. Perhitungan % Kendaraan Komersial

$$\begin{aligned} C(\%) &= \frac{J_u}{L} \frac{K}{k} \frac{K_t}{t_t} \times 100\% \\ &= \frac{1}{3} \times 100\% \\ &= 54,05\% \end{aligned}$$

b. Perhitungan NE

Dalam perhitungan nilai NE dibutuhkan tiga parameter yaitu nilai AADT, F, dan c. Nilai AADT didapatkan dari total LHR tahun 2015 pada ruas Jalan Bakulan – Barongan yaitu 3567 kendaraan per hari. Nilai F didapatkan pada Tabel 3.14 dengan menentukan kelas fungsi jalan, yaitu kelas jalan 3. Alasan ruas Jalan Bakulan–Barongan termasuk kelas jalan 3 karena jalan ini menghubungkan area perkotaan ke area pedesaan. Kemudian dikorelasikan dengan daerah di Australia yang terletak paling utara, yaitu Northern Territory, sehingga didapatkan nilai F = 2,5

$$\begin{aligned} Ne &= AADT \times F \times C \\ &= 3567 \times 2,5 \times (54,05/100) \\ &= 4820 \end{aligned}$$

c. Perhitungan ESA

Dalam perhitungan ESA, tentukan terlebih dahulu nilai *Growth Factor* menggunakan Tabel 3.14. Dengan periode desain selama 20

tahun dan nilai pertumbuhan lalu lintas sebesar 3,5%. Dengan perhitungan interpolasi, maka didapatkan nilai GF sebesar 28,43%

$$\begin{aligned}
 \text{ESA} &= \text{NE} \times 365 \times \text{GF} \\
 &= 4820 \times 365 \times 28,43 \\
 &= 50016899 \\
 &= 5 \times 10^7
 \end{aligned}$$

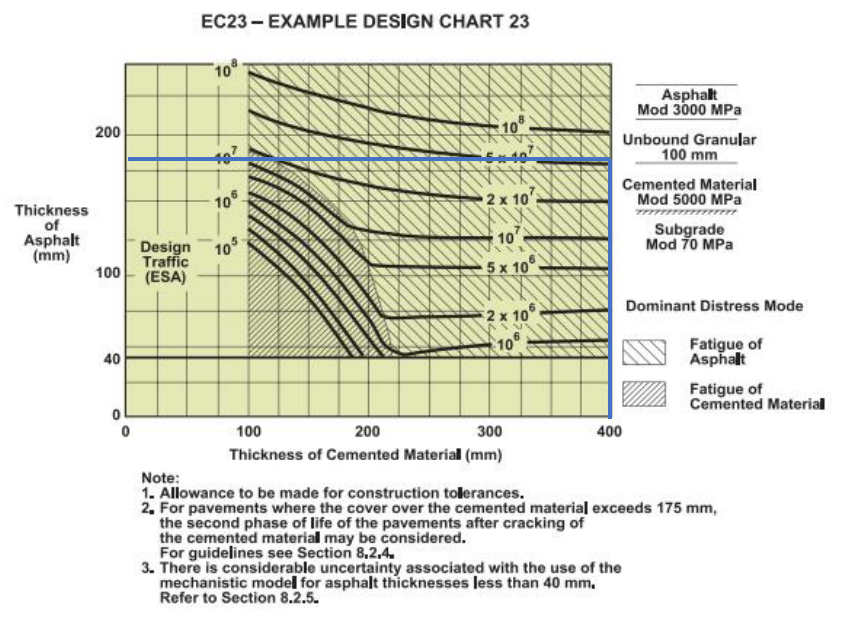
3. Perhitungan Lapis Perkerasan

Untuk menghitung lapis perkerasan, digunakan *design chart* kategori 5 yang terdiri dari 4 lapis seperti pada gambar 3.5. Dengan nilai CBR sebesar 8%, dan nilai ESAs sebesar 5×10^7 , maka digunakan chart EC23 (*design chart* kategori 5) untuk menentukan tebal lapis perkerasannya, sehingga diperoleh nilai ketebalan sebagai berikut :

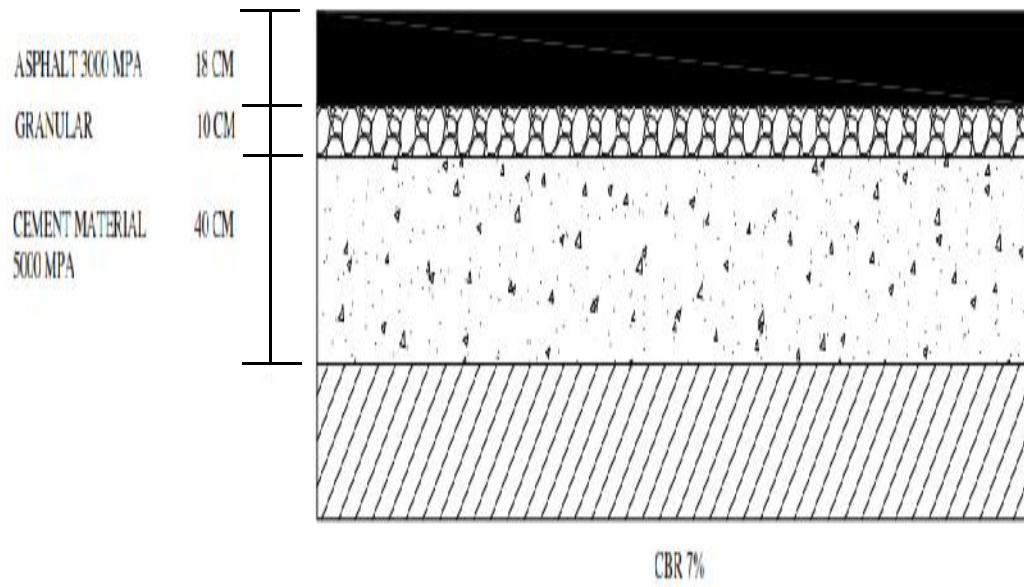
D1 = Lapis aspal 3000 Mpa dengan ketebalan 18 cm

D2 = Material *granular* dengan ketebalan 10 cm

D3 = Material semen 5000 mpa dengan ketebalan 40 cm



Gambar 5.4 *Design Chart* Penentuan Nilai Tebal Perkerasan Jalan



Gambar 5.5 Tebal Perkerasan Metode
Austroads

C. Evaluasi Tebal Lapis Perkerasan Menggunakan Program KENPAVE

Setelah didapat tebal perkerasan dengan perhitungan metode Analisa Komponen dan metode Austroads, tebal perkerasan dievaluasi menggunakan program KENPAVE pada bagian KENLAYER. Data pendukung untuk menjalankan program KENPAVE dimasukan dan diolah sehingga dihasilkan nilai tegangan, regangan, dan lendutan. Nilai regangan tarik horizontal yang digunakan untuk menghitung retak lelah terletak di bawah lapis permukaan, nilai regangan tekan vertikal yang digunakan untuk menghitung retak alur terletak di bawah lapis pondasi bawah. Nilai repetisi beban N_f dapat dihitung menggunakan rumus 3.15. Nilai repetisi beban N_d dapat dihitung menggunakan rumus 3.16.

1. Rincian Tebal Perkerasan Metode Analisa Komponen

Tebal perkerasan metode Analisa Komponen yang direncanakan terdiri dari 4 lapis. Nilai E didapat dari grafik perkiraan koefisien kekuatan relatif dari AASHTOO. Susunan lapis perkerasannya dapat dijelaskan pada tabel berikut:

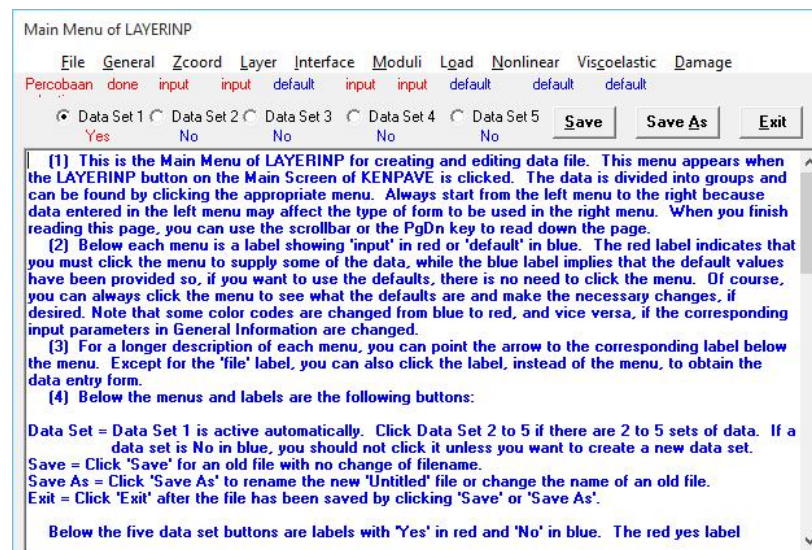
Tabel 5.7 Data Perencanaan Tebal Perkerasan
Metode Analisa Komponen

Lapis Perkerasan	E (Kpa)	μ	Tebal Perkerasan (Cm)
Lapis Permukaan	2553000	0,35	5
Lapis Pondasi Atas	966000	0,35	10
Lapis Pondasi Bawah	131000	0,4	15
Tanah Dasar	82800	0,45	∞

2. Perhitungan Evaluasi dengan Program KENPAVE

Langkah–langkah evaluasi tebal perkerasan metode Analisa Komponen menggunakan program KENPAVE adalah sebagai berikut:

- a. Masuk ke menu utama program KENPAVE.
- b. Pilih menu LAYERINP, kemudian pilih menu *file* lalu pilih *new* untuk memulai pekerjaan baru.



Gambar 5.6 Tampilan Menu Layerinp

- c. Pada menu *General* isi nilai–nilai sesuai dengan data yang ada.
- d. Pada menu *Zcoord* nilai yang diisi adalah analisa perkerasan arah vertikal. Tentukan nilai koordinat arah vertikal yang akan dianalisa kerusakannya.
- e. Pada menu *Layer* nilai yang diisi adalah tebal perkerasan dan nilai *poisson ratio* dari masing–masing lapisan perkerasan.

General Information of LAYERINP for Set No. 1

TITLE Percobaan ke dua Analisa Komponen

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 detatiled printout)	(NDAMA)	0
Number of periods per year	(NPY)	1
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)	7
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=S)	(NUNIT)	1

OK

(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 5.7 Tampilan Menu *General*

Z Coordinates of Response Points for Data Set No. 1

Unit cm

Point No.	ZC
1	0
2	5
3	5.01
4	15
5	15.01
6	35
7	35.01

(1) This form appears when the 'Zcoord' menu on the Main Menu of LAYERINP is clicked. The number of Z coordinates on this form is equal to NZ, 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. You should not click the other cell before pressing the Enter key, otherwise the data you have typed will move to the cell you click.

(2) ZC (vertical distance, or z coordinate, of each response point): When the point is located exactly at the interface between two layers, the results are at the bottom of upper layer. If the results at the top of lower layer are desired, a slightly larger z coordinate, say 0.0001 larger, should be used.

(3) After typing in the data in the first cell, move to the next cell by pressing the Enter or arrow down key.

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

OK

Gambar 5.8 Tampilan Menu *Zcoord*

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.

Unit cm kN/m³

Layer No.	TH	PR
1	5	.35
2	10	.35
3	15	.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 5.9 Tampilan Menu *Layer*

- f. Pada menu *Moduli* nilai yang diisi adalah nilai modulus elastisitas masing-masing lapisan perkerasan

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

Unit kPa

Layer No.	E
1	2553000
2	966000
3	131100
4	82800

(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 5.10 Tampilan Menu *Moduli*

- g. Menu *Load* diisi dengan data yang ada seperti di gambar. Untuk mengisi koordinat *response point* X dan Y dapat dilakukan dengan klik 2 kali kolom NR or NPT kemudian isi ukuran *tire spacing*.

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	2	9.26	910.8	30.48	131.064	9

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 areas).
 (4) CP (contact pressure on circular loaded areas).
 (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 5.11 Tampilan Menu *Load*

X and Y Coordinates of Response Points for Load Group No. 1 and Data Set No. 1

Point No.	XPT	YPT
1	0	0
2	0	9.26
3	0	65.63
4	0	32.77
5	32.77	9.26
6	32.77	65.53
7	0	65.53
8	65.53	9.26
9	65.53	65.53

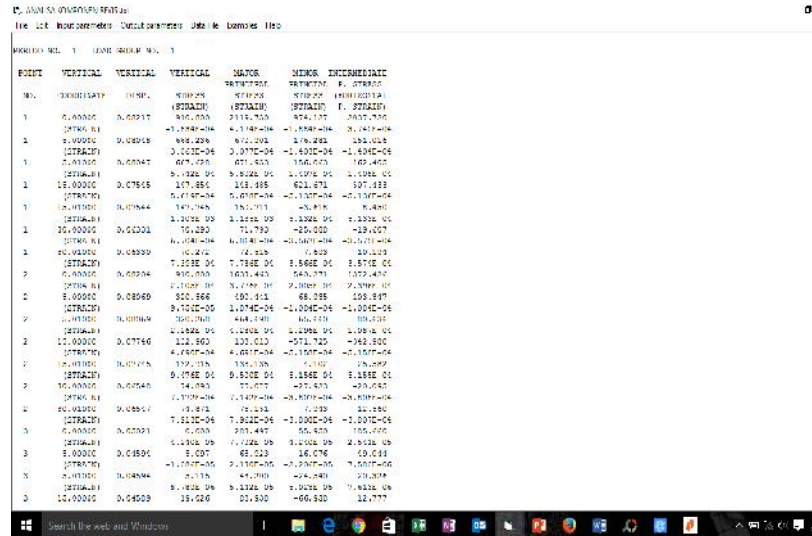
Use <Ctrl>- to delete a line, <Ctrl>-<Ins> to insert a line, and to clear a cell.

(1) This auxiliary form appears automatically when NPT of a given load is typed on the main form. If NPT was specified previously, you can also enter this auxiliary form by double clicking the main form anywhere on the given load group, instead of retyping NPT to enter this auxiliary form.
 (2) XPT (x coordinates of points to be analyzed).
 (3) YPT (y coordinates of points to be analyzed).
 (4) After typing the data in a cell, be sure to press the Enter key to make it effective.
 (5) You can delete a line, or one of the points, by first clicking anywhere on the line to make it active and then press the <Ctrl>- keys. The NPT in the main form will be reduced automatically by 1.
 (6) You can add a new line, or one more point, 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 NPT in the main form will increase automatically by 1. If you want to add a line after the last line, you can change NPT in the main form by adding 1 and a blank line will appear as the last line. Remember that always use the <Ctrl>-<Ins> keys to add a line unless the line to be added is the last line. By so doing, you don't have to retype any of the existing lines.
 (7) After completing this form, click OK to return to the

OK

Gambar 5.12 Tampilan *X and Y Coordinates of Response Points*

Setelah semua data diisi dan disimpan, selanjutnya kembali ke menu utama program KENPAVE. Pilih menu KENLAYER sehingga data dijalankan oleh program dan didapat nilai tegangan dan regangan. Hasil akhir dari program ini kemudian dibuka melalui menu editor pada tampilan awal program KENPAVE. Hasilnya adalah sebagai berikut :



NO.	COORDINATE	DEPTH	VERTICAL STRAIN	VERTICAL STRESS	MINOR STRAIN	MINOR STRESS	INCORPORATE
1	0,00000	0,00017	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
2	0,00000	0,00000	-1,294E-04	4,174E-04	-1,294E-04	4,174E-04	0,00000
3	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
4	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
5	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
6	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
7	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
8	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
9	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
10	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
11	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
12	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
13	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
14	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
15	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000

Gambar 5.13 Tampilan *Output* Program KENPAVE

Dari data di atas diperoleh nilai regangan tarik di bawah lapis permukaan (*minor principal strain*) sebesar 0,0001663 dan regangan tekan di bawah pondasi bawah (*vertical strain*) sebesar 0,0007913. Untuk menentukan jumlah repetisi beban dengan analisa retak fatik model *The Asphalt Institute* dapat menggunakan persamaan 3.15, sedangkan untuk menentukan jumlah repetisi beban dengan analisa rutting model *The Asphalt Institute* dapat menggunakan persamaan 3.16. Hasil dari analisa retak fatik dan analisa rutting dapat dijelaskan pada tabel berikut :

Tabel 5.8 Nilai Regangan Tarik Horizontal dan Regangan Tekan Vertikal Tebal Perkerasan Metode Analisa Komponen

Nilai Regangan Tarik Horizontal KENPAVE Terbesar (Nf)	Nilai Regangan Tekan Vertikal KENPAVE Terbesar (Nd)	Analisa <i>The Asphalt Institute</i>	
0,0001663	0,0007913	Nf (Retak Lelah)	735081,1392
		Nd (Retak Alur)	105016,9141

Tabel 5.9 Hasil Evaluasi Retak Lelah Tebal Perkerasan Metode Analisa Komponen dengan KENPAVE

Beban Lalu Lintas Rencana	Repetisi Beban Retak Lelah <i>The Aspalt Institute</i>	Analisa Beban Lalu Lintas
640000	735081,1392	Memenuhi

Tabel 5.10 Hasil Evaluasi Retak Alur Tebal Perkerasan Metode Analisa Komponen dengan KENPAVE

Beban Lalu Lintas Rencana	Repetisi Beban Retak Alur <i>The Aspalt Institute</i>	Analisa Beban Lalu Lintas
640000	105016,9141	Tidak Memenuhi

3. Rincian Tebal Perkerasan Metode Austroads

Tebal perkerasan metode Austroads yang direncanakan terdiri dari 4 lapis. Nilai E didapat dari grafik perkiraan koefisien kekuatan relatif dari AASHTOO. Susunan lapis perkerasannya dapat dijelaskan pada tabel berikut :

Tabel 5.11 Data Perencanaan Tebal Perkerasan
Metode Austroads

Lapis Perkerasan	E (Kpa)	μ	Tebal Perkerasan (Cm)
Lapis Permukaan	3000000	0,35	18
Lapis Granular	193200	0,4	10
Lapis Semen	5000000	0,2	40
Tanah Dasar	82800	0,45	∞

4. Perhitungan Evaluasi dengan Program KENPAVE

Langkah–langkah evaluasi tebal perkerasan metode Austroads menggunakan program KENPAVE adalah sebagai berikut :

- a. Masuk ke menu utama program KENPAVE.
- b. Pilih menu LAYERINP, kemudian pilih menu *file* lalu pilih *new* untuk memulai pekerjaan baru.
- c. Pada menu *General* isi nilai–nilai sesuai dengan data yang ada. Pada menu *Zcoord* nilai yang diisi adalah analisa perkerasan arah vertikal. Tentukan nilai koordinat arah vertikal yang akan dianalisa kerusakannya.
- d. Pada menu *Layer* nilai yang diisi adalah tebal perkerasan dan nilai *poisson ratio* dari masing–masing lapisan perkerasan.

General Information of LAYERINP for Set No. 1

TITLE Tebal Perkerasan Austroroads percobaan 1 CTB 40 Cm

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)	1
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)	7
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)	1
Number of layers for top compression	(NLTC)	1
System of units (0=English, 1=SI)	(NUNIT)	1

OK

(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 5.14 Tampilan Menu *General*

Z Coordinates of Response Points for Data Set No. 1

Unit cm

Point No.	ZC
1	0
2	18
3	18.01
4	28
5	28.01
6	68
7	68.01

(1) This form appears when the 'Zcoord' menu on the Main Menu of LAYERINP is clicked. The number of Z coordinates on this form is equal to NZ, 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. You should not click the other cell before pressing the Enter key, otherwise the data you have typed will move to the cell you click.

(2) ZC (vertical distance, or z coordinate, of each response point): When the point is located exactly at the interface between two layers, the results are at the bottom of upper layer. If the results at the top of lower layer are desired, a slightly larger z coordinate, say 0.0001 larger, should be used.

(3) After typing in the data in the first cell, move to the next cell by pressing the Enter or arrow down key.

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

OK

Gambar 5.15 Tampilan Menu *Zcoord*

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.

Unit cm kN/m³

Layer No.	TH	PR
1	18	.35
2	10	.4
3	40	.2
4	XXXXXXXXXX	0

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 5.16 Tampilan Menu *Layer*

- f. Pada menu *Moduli* nilai yang diisi adalah nilai modulus elastisitas masing-masing lapisan perkerasan

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

Unit kPa

Layer No.	E
1	3000000
2	193200
3	5000000
4	70000

(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.

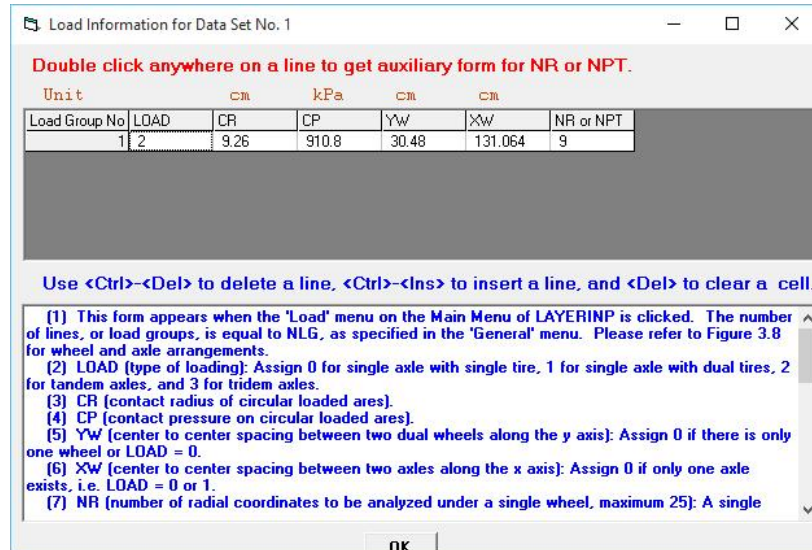
(5) You can add a new line, or one more layer, above any given line by first clicking the cell in the given line to make it active and then press the <Ctrl>-<Ins>. A blank line will appear for you to enter the necessary data. The NL in the 'General' menu will increase automatically by 1. If you want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

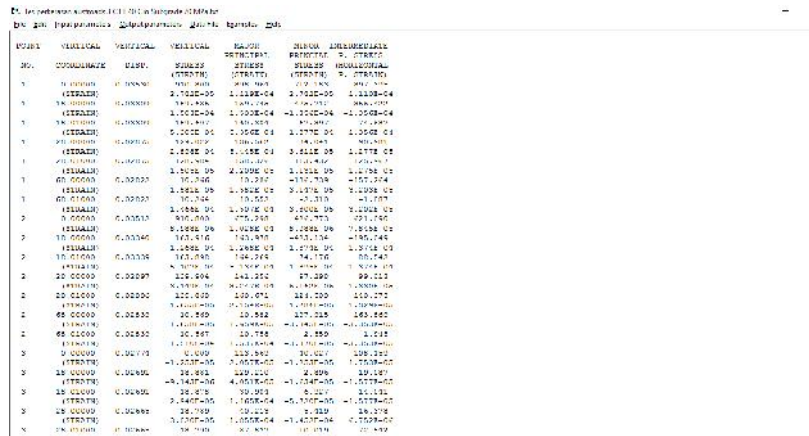
Gambar 5.17 Tampilan Menu *Moduli*

- g. Menu *Load* diisi dengan data yang ada seperti di gambar. Untuk mengisi koordinat *response point* X dan Y dapat dilakukan dengan klik 2 kali kolom NR or NPT kemudian isi ukuran *tire spacing*.



Gambar 5.18 Tampilan Menu *Load*

Setelah semua data diisi dan disimpan, selanjutnya kembali ke menu utama program KENPAVE. Pilih menu KENLAYER sehingga data dijalankan oleh program dan didapat nilai tegangan dan regangan. Hasil akhir dari program ini kemudian dibuka melalui menu editor pada tampilan awal program KENPAVE. Hasilnya adalah sebagai berikut :



Gambar 5.19 Tampilan *Output* Program KENPAVE

Dari data di atas diperoleh nilai regangan tarik di bawah lapis permukaan (*minor principal strain*) sebesar 0,0001395 dan regangan tekan di bawah pondasi bawah (*vertical strain*) sebesar 0,000151. Untuk menentukan jumlah repetisi beban dengan analisa retak fatik model *The Asphalt Institute* dapat menggunakan persamaan 3.15, sedangkan untuk menentukan jumlah repetisi beban dengan analisa rutting model *The Asphalt Institute* dapat menggunakan persamaan 3.16. Hasil dari analisa retak fatik dan analisa rutting dapat dijelaskan pada tabel berikut:

Tabel 5.12 Nilai Regangan Tarik Horizontal dan Regangan Tekan Vertikal Tebal Perkerasan Metode Austroads

Nilai Regangan Tarik Horizontal KENPAVE Terbesar	Nilai Regangan Tekan Vertikal KENPAVE Terbesar	Analisa <i>The Asphalt Institute</i>	
0,0001395	0,000151	Nf (Retak Lelah)	1141978,162
		Nd (Retak Alur)	174523075,8

Tabel 5.13 Hasil Evaluasi Retak Lelah Tebal Perkerasan Metode Austroads dengan KENPAVE

Beban Lalu Lintas Rencana	Repetisi Beban Retak Lelah <i>The Aspalt Institute</i>	Analisa Beban Lalu Lintas
640000	1141978,162	Memenuhi

Tabel 5.14 Hasil Evaluasi Retak Alur Tebal Perkerasan Metode Austroads dengan KENPAVE

Beban Lalu Lintas Rencana	Repetisi Beban Retak Alur <i>The Aspalt Institute</i>	Analisa Beban Lalu Lintas
640000	174523075,8	Memenuhi