

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Metode Analisa Komponen Bina Marga 1983

Dalam merencanakan tebal perkerasan jalan ruas jalan Maospati – Sukomoro ada data yang diperlukan sebagai berikut :

1. Data perencanaan

Data perencanaan dalam merencanakan tebal perkerasan jalan Maospati – Sukomoro diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga kabupaten Magetan sebagai berikut :

- a. Umur rencana = 20 tahun
- b. Angka pertumbuhan Lalu-Lintas = 5,9 %
- c. Kriteria jalan = Jalan baru
- d. Jenis jalan = 4 jalur 2 arah

2. Data (LHR) Lalu-lintas Harian Rata-rata

Data lalu-lintas harian rata-rata adalah volume lalu lintas dua arah yang melalui suatu titik rata-rata dalam satu hari, biasanya dihitung sepanjang tahun. Data LHR yang digunakan dalam ruas Maospati – Sukomoro adalah menggunakan data lalu-lintas harian rata-rata pada tahun 2017. Berikut ini adalah data lalu-lintas harian rata-rata pada tahun 2017 dengan faktor pertumbuhan masing-masing jenis kendaraan.

Tabel 4.1 Data LHR dan pertumbuhan Lalu-lintas 2017

Jenis kendaraan	LHR 2017 (kend/2 arah hari)	i%
Mobil penumpang (2 Ton)	6112	5,9 %
Mobil pickup (box) (3,5 Ton)	702	5,9 %
Angkutan umum non busAngkot (3,5 Ton)	133	5,9 %
Bus sedang (6 Ton)	69	5,9 %

Tabel 4.1 (Lanjutan)

Bus Besar (9 Ton)	45	5,9 %
Truk sedang 2 sumbu (8,3 Ton)	539	5,9 %
Truk besar 2 sumbu (18,2 Ton)	23	5,9 %
Truk besar 3 sumbu (25 Ton)	14	5,9 %
Truk gandeng (31,4 Ton)	3	5,9 %
Truk semi trailer (42 ton)	2	5,9 %

### 3. LHR akhir umur rencana

Umur rencana pada perkerasan jalan Maospati – Sukomoro adalah 20 tahun. Dari data pada Tabel 4.1 pada tahun 2017 bisa dihitung nilai LHR akhir umur rencana pada tahun 2037 dengan menggunakan persamaan 2.5 berikut ini contoh perhitungan LHR akhir umur rencana untuk kendaraan mobil pickup 3,5 Ton :

$$\begin{aligned}
 LHR_{20} &= LHR_0 \times (1 + i)^{UR} \\
 &= 702 \times (1 + 0,059)^{20} \\
 &= 2209 \text{ kendaraan}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan seluruh jenis kendaraan hasil LHR akhir umur rencana 2037 akan disajikan pada Tabel 4.2 berikut ini :

Tabel 4.2 LHR akhir umur rencana

NO	Jenis kendaraan	LHR Kendaraan
1	Mobil penumpang (2 Ton)	19235
2	Mobil pickup box (3,5 Ton)	2209
3	Angkutan umum non bus angkot (3,5 Ton)	418
4	Bus sedang (6 Ton)	217
5	Bus besar (9 Ton)	141
6	Truk sedang 2 sumbu (8,3 Ton)	1696

Tabel 4.2 (lanjutan)

7	Truk besar 2 sumbu (18,2 Ton)	72
8	Truk besar 3 sumbu (25 Ton)	44
9	Truk gandeng (31,4 Ton)	9
10	Truk semi trailer (42 Ton)	6

### 3. CBR

Berdasarkan data yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum kabupaten Magetan untuk ruas jalan ruas Maospati – Sukomoro nilai CBR yang diperoleh adalah 6%.

### 4. Angka Ekivalen

Untuk menghitung angka ekivalen kendaraan bisa menggunakan pada rumus 2.1, 2.2, dan, 2.3. Dari data sekunder yang didapat diketahui jenis kendaraan yang melewati ruas jalan Maospati – Sukomoro adalah Mobil penumpang (2 Ton), Mobil Pickup (box) (3,5 Ton), Angkatan umum non bus angkot (3,5 Ton), Bus sedang (6Ton), Bus besar (9 Ton), truk sedang 2 sumbu (8,3 Ton), Truk besar 2 sumbu (18,2 Ton), Truk besar 3 sumbu (25 Tahun), Truk gandeng (31,4 Ton), Truk semi trailer (42 Ton). Distribusi Konfigurasi beban sumbu kendaraan dan berat total maksimum dapat dilihat pada Tabel 2.8 atau bisa menggunakan persamaan sebagai berikut ini :

- a. Angka ekivalen mobil penumpang 2 ton (Gol.2) dengan distribusi beban sumbu depan 50% dan sumbu belakang 50 % angka ekivalen :

$$\begin{aligned}
 E &= \left[ \frac{50\% \times 2}{8,16} \right]^4 + \left[ \frac{50\% \times 2}{8,16} \right]^4 \\
 &= 0,0002 + 0,0002 \\
 &= 0,0004
 \end{aligned}$$

- b. Angka ekivalen mobil hantaran pickup box 3,5 ton (Gol.3) dengan distribusi beban sumbu depan 50% dan sumbu belakang 50% angka ekivalen :

$$\begin{aligned}
 E &= \left[ \frac{50\% \times 3,5}{8,16} \right]^4 + \left[ \frac{50\% \times 3,5}{8,16} \right]^4 \\
 &= 0,0021 + 0,0021 \\
 &= 0,0042
 \end{aligned}$$

- c. Angka ekivalen angkutan umum non bus 3,5 ton (Gol.4) dengan distribusi beban sumbu depan 34% dan sumbu belakang 66% angka ekivalen :

$$\begin{aligned}
 E &= \left[ \frac{34\% \times 3,5}{8,16} \right]^4 + \left[ \frac{66\% \times 3,5}{8,16} \right]^4 \\
 &= 0,00045 + 0,00642 \\
 &= 0,0069
 \end{aligned}$$

- d. Angka ekivalen Bus sedang 6 ton (Gol.5a) dengan distribusi beban sumbu depan 34% dan sumbu belakang 66% angka ekivalen :

$$\begin{aligned}
 E &= \left[ \frac{34\% \times 6}{8,16} \right]^4 + \left[ \frac{66\% \times 6}{8,16} \right]^4 \\
 &= 0,0039 + 0,0554 \\
 &= 0,0593
 \end{aligned}$$

- e. Angka ekivalen bus besar 2 sumbu 9 ton (Gol.5b) dengan distribusi beban sumbu depan 34% dan sumbu belakang 66% angka ekivalen :

$$\begin{aligned}
 E &= \left[ \frac{34\% \times 9}{8,16} \right]^4 + 0,086 \left[ \frac{66\% \times 9}{8,16} \right]^4 \\
 &= 0,0197 + 0,0241 \\
 &= 0,0438
 \end{aligned}$$

- f. Angka ekivalen truk sedang 8,3 ton (Gol.6a) dengan distribusi beban sumbu depan 34% dan sumbu belakang 66% angka ekivalen :

$$\begin{aligned}
 E &= \left[ \frac{34\% \times 8,3}{8,16} \right]^4 + \left[ \frac{66\% \times 8,3}{8,16} \right]^4 \\
 &= 0,0143 + 0,2031 \\
 &= 0,2174
 \end{aligned}$$

- g. Angka ekivalen truk sedang 18,2 ton (Gol.6b) dengan distribusi beban sumbu depan 34% dan sumbu belakang 66% angka ekivalen :

$$\begin{aligned}
 E &= \left[ \frac{34\% \times 18,2}{8,16} \right]^4 + \left[ \frac{66\% \times 18,2}{8,16} \right]^4 \\
 &= 0,3307 + 4,6957 \\
 &= 5,0264
 \end{aligned}$$

- h. Angka ekivalen truk besar 3 sumbu 25 ton (Gol.7a) dengan distribusi beban sumbu depan 25%, belakang 75% angka ekivalen :

$$\begin{aligned}
 E &= \left[ \frac{25\% \times 25}{8,16} \right]^4 + 0,086 \left[ \frac{75\% \times 25}{8,16} \right]^4 \\
 &= 0,3441 + 2,3974 \\
 &= 2,7415
 \end{aligned}$$

- i. Angka ekivalen truk gandeng 31,4 ton (Gol.7b) dengan distribusi beban sumbu depan 18%, belakang 28%, belakang 27%, dan belakang 27% angka ekivalen :

$$E = \left[ \frac{18\% \times 31,4}{8,16} \right]^4 + \left[ \frac{28\% \times 31,4}{8,16} \right]^4 + \left[ \frac{27\% \times 31,4}{8,16} \right]^4 + \left[ \frac{27\% \times 31,4}{8,16} \right]^4$$

$$= 0,2302 + 1,3476 + 1,1652 + 1,1652 = 3,9083$$

- j. Angka ekivalen truk semi trailer 42 ton (Gol.7c) dengan distribusi beban sumbu depan 18%, belakang 28%, belakang 54% angka ekivalen :

$$E = \left[ \frac{18\% \times 42}{8,16} \right]^4 + \left[ \frac{28\% \times 42}{8,16} \right]^4 + 0,086 \left[ \frac{54\% \times 42}{8,16} \right]^4$$

$$= 0,7368 + 4,3139 + 5,1322$$

$$= 10,1829$$

Berikut ini adalah hasil nilai angka ekivalen (E) dari semua jenis kendaraan dapat dilihat pada Tabel 4.3 :

Tabel 4.3 Angka Ekivalen dari semua jenis kendaraan (E)

NO	Jenis kendaraan	Angka Ekivalen (E)
1	Mobil penumpang 2 ton (Gol 2)	0,00045
2	Mobil hantaran pickup (Gol 3)	0,0042
3	Angkutan umum non bus (Gol 4)	0,0069
4	Bus sedang 6 ton (Gol 5.a)	0,0593
5	Bus besar 9 ton (Gol 5.b)	0,0438
6	Truk sedang 8,3 ton (Gol 6.a)	0,2174
7	Truk sedang 18,2 ton (Gol 6.b)	5,0264
8	Truk besar 25 ton (Gol 7.a)	2,7415
9	Truk gandeng 31,4 ton (Gol 7.b)	3,9083
10	Truk Semi trailer 42 ton (Gol 7.c)	10,1829

## 5. Lintas Ekivalen Kendaraan

Untuk menghitung Lintas Ekivalen permulaan (LEP) dan Lintas Ekivalen Akhir (LEA) bisa menggunakan dari data Koefisien distribusi kendaraan (C), LHR akhir umur rencana, dan angka Ekivalen (E).

Berikut ini adalah contoh untuk perhitungan nilai LEP dan LEA untuk kendaraan jenis Mobil pickup 3,5 ton menggunakan persamaan rumus pada 2.6 dan 2.7.

$$\begin{aligned} \text{LEP} &= \text{LHR}_0 \times C \times E \\ &= 702 \times 0,45 \times 0,0042 \\ &= 1,3268 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{LEA} &= \text{LHR}_{20} \times 0,45 \times 0,0042 \\ &= 2209 \times 0,45 \times 0,0042 \\ &= 4,1756 \end{aligned}$$

Berikut ini adalah hasil perhitungan LEP dan LEA untuk semua jenis kendaraan yang akan ditampilkan pada Tabel 4.4 berikut ini :

Tabel 4.4 Hasil perhitungan LEP dan LEA

NO	Jenis kendaraan	LEP	LEA
1	Mobil penumpang 2 ton (Gol 2)	1,2376	3,8950
2	Mobil hantaran Pickup (Gol 3)	1,3268	4,1756
3	Angkutan umum non bus (Gol 4)	0,4140	1,3029
4	Bus sedang 6 Ton (Gol 5.a)	1,8502	5,8228
5	Bus Besar 9 Ton (Gol 5.b)	0,8804	2,7707
6	Truk sedang 8,3 Ton (Gol 6.a)	52,6978	165,8484
7	Truk sedang 18,2 Ton (Gol 6.b)	51,2693	161,3528
8	Truk besar 25 Ton (Gol 7.a)	17,2715	54,3561
9	Truk Gandeng 31,4 Ton (Gol 7.b)	5,2762	16,6051
10	Truk semi trailer 42 Ton (Gol 7.c)	7,6372	24,0354
Jumlah		139,8608	440,1647

#### 6. LET ( Lintas Ekivalen Tengah)

Nilai LEP dan nilai LEA sudah didapatkan maka dapat mencari nilai Lintas Ekivalen Tengah (LET) dengan persamaan 2.8 sebagai berikut ini :

$$\begin{aligned} \text{LET} &= \frac{\sum \text{LEP} + \sum \text{LEA}}{2} \\ &= \frac{139,8608 + 440,1647}{2} \end{aligned}$$

$$= 290,0128$$

#### 7. LER (Lintas Ekivalen Rencana)

Nilai LET sudah diketahui kemudian mencari nilai LER (Lintas Ekivalen Rencana) dengan persamaan rumus 2.9 berikut ini :

$$\begin{aligned} \text{LER} &= \text{LET} \times \text{FP} \\ &= 290,0128 \times \frac{20}{10} \\ &= 580,0255 \end{aligned}$$

#### 8. Faktor Regional

Untuk faktor regional yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum kabupaten Magetan ialah  $\text{FR} = 1$ .

#### 9. Indeks Permukaan

##### a. Indeks permukaan pada awal umur rencana (IPo)

rencana lapis permukaan menggunakan Laston MS 590, sehingga berdasarkan Tabel 2.11 diperoleh nilai IPo 3,5 – 3,9.

##### b. Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (Ipt)

untuk menentukan nilai Ipt ada beberapa faktor yang harus diperhatikan yaitu nilai LER dan kelas jalan. Pada ruas jalan Maospati – Sukomoro jalan tersebut merupakan jalan Arteri / jalan kelas 2 dan nilai LER yang sudah diperoleh yaitu 580,0255 sehingga berdasarkan Tabel 2.10 diperoleh nilai Ipt 2,5.

#### 10. Daya Dukung Tanah

Pada ruas jalan Maospati – Sukomoro nilai CBR yang diperoleh adalah 6%. Untuk mencari nilai Daya Dukung Tanah menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{DDT} &= 4,3 \text{ Log CBR} + 1,7 \\ &= 4,3 \text{ Log } 6 + 1,7 \\ &= 5,05 \end{aligned}$$

#### 11. Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Untuk mencari Indeks Tebal Perkerasan dapat ditentukan dengan memasukkan data data yang kemudian diplotkan kedalam nomogram. Data data tersebut antara lain yaitu :

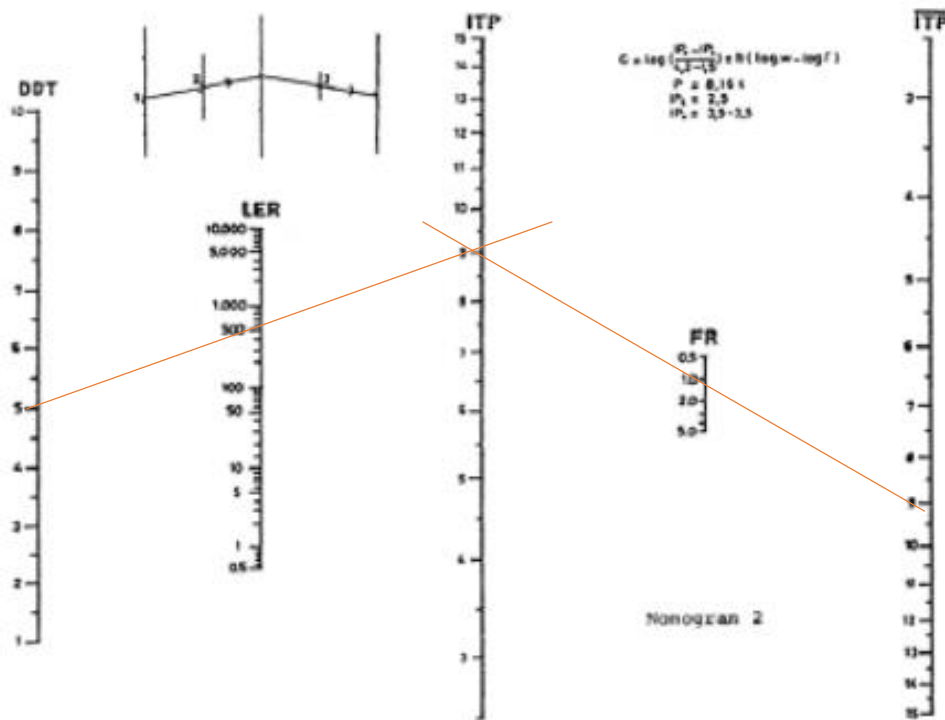
$$\begin{aligned} \text{IPt} &= 2,5 \\ \text{IPo} &= 3,5 - 3,9 \end{aligned}$$

$$\text{DDT} = 5,05$$

$$\text{FR} = 1$$

$$\text{LER} = 580,0255 \text{ dibulatkan } 580$$

Selanjutnya dari IPO 3,5 – 3,9 maka dapat diperoleh menggunakan nomogram 2 dengan hasil berikut ini :



Gambar 4.1 Nomogram 2 nilai Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Berdasarkan nomogram 2 diatas didapatkan nilai ITP sebesar 9,1.

## 12. Tebal perkerasan

Untuk menghitung tebal perkerasan dapat menggunakan rumus 2.11 dengan nilai  $\text{ITP} = 9,1$ . Berikut nilai koefisien kekuatan relatif ( $a$ ) yang mengacu pada Tabel 2.12.

Lapis permukaan Laston Ms 590  $a_1 = 0,35$

Lapis stabilitas tanah dengan kapur  $a_2 = 0,15$

Lapis pondasi bawah sirtu/Pitrun (kelas A)  $a_3 = 0,13$

Berdasarkan Tabel 2.12 dengan nilai ITP 9,1 maka :

D1 = minimum 7,5 cm, dipilih 7,5 cm

D2 = minimum 20 cm, dipilih 20 cm



Untuk nilai D3 bisa dihitung menggunakan rumus :

$$ITP = a_1.D_1+a_2.D_2+a_3.D_3$$

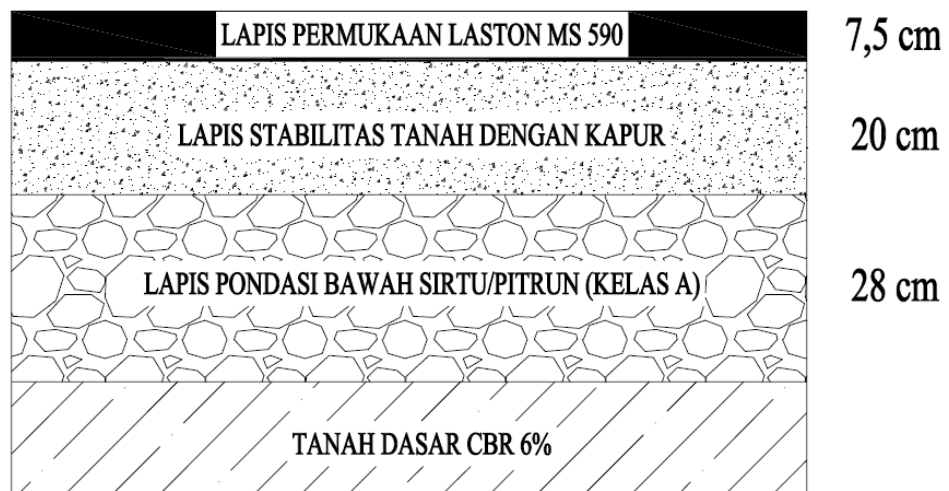
$$9,1 = 0,35 \times 7,5 + 0,15 \times 20 + 0,13 \times D_3$$

$$9,1 = 2,625 + 3 + 0,13 D_3$$

$$9,1 - 2,625 - 3 = 0,13 D_3$$

$$3,475 = 0,13 D_3$$

$$D_3 = 26,731 \sim 28 \text{ cm}$$



Gambar 4.2 Tebal perkerasan metode Analisa Komponen Bina Marga 1987

#### 4.2. Metode *AUSTROADS*

Untuk menghitung perencanaan tebal perkerasan Jalan Maospati – Sukomoro di kabupaten Magetan Jawa Timur ada beberapa data yang diperlukan sebagai berikut :

##### 1. Perhitungan Lalu lintas rencana

Untuk perhitungan lalu – lintas rencana data yang diperlukan yaitu data lalu – lintas harian rata – rata tahunan (AADT = *Annual Average Daily Traffic*) dan persen kendaraan komersial.

Tabel 4.5 LHR 2017 dan LHR 2037

Jenis kendaraan	LHR 2017	i%	LHR 2037
Mobil penumpang 2 ton (Gol 2)	6112	5,9 %	19235
Mobil hantaran Pickup (Gol 3)	702	5,9 %	2209
Angkutan umum non bus (Gol 4)	133	5,9 %	418
Bus sedang 6 Ton (Gol 5.a)	69	5,9 %	217
Bus Besar 9 Ton (Gol 5.b)	45	5,9 %	141
Truk sedang 8,3 Ton (Gol 6.a)	539	5,9 %	1696
Truk sedang 18,2 Ton (Gol 6.b)	23	5,9 %	72
Truk besar 25 Ton (Gol 7.a)	14	5,9 %	44
Truk Gandeng 31,4 Ton (Gol 7.b)	3	5,9 %	9
Truk semi trailer 42 Ton (Gol 7.c)	2	5,9 %	6

##### 2. Perencanaan tebal perkerasan

Untuk merencanakan tebal perkerasan dengan metode *AUSTROADS* membutuhkan data perhitungan nilai NE dan perhitungan % kendaraan

komersial. Rumus yang digunakan untuk perhitungan % kendaraan komersial dan perhitungan nilai NE adalah sebagai berikut :

a. Perhitungan % kendaraan komersial

$$\begin{aligned} C\% &= \frac{\text{jumlah kendaraan komersil}}{\text{jumlah total kendaraan}} \times 100\% \\ &= \frac{1530}{7642} \times 100\% \\ &= 20,02\% \end{aligned}$$

b. Perhitungan Nilai NE

Ada tiga parameter yang dibutuhkan dalam perhitungan nilai NE yaitu adalah nilai AADT (*Annual Average Daily Traffic*), nilai F, dan nilai C. Untuk nilai AADT (*Annual Average Daily Traffic*) diperoleh dari jumlah total LHR tahun 2017 pada ruas jalan Maospati – Sukomoro, jumlah total LHR tahun 2017 adalah 7642 kendaraan per hari. Untuk mencari nilai F dilihat pada Tabel 2.17. berdasarkan fungsi jalan Maospati – Sukomoro adalah kelas jalan 2 karena jalan ini menghubungkan antara kabupaten Magetan dengan kabupaten Madiun. Untuk mencari nilai F Ruas jalan Maospati – Sukomoro Kemudian dikorelasikan dengan melihat Tabel 2.19 dan Tabel 2.20 dengan masing-masing melihat kota Madiun Jawa Timur yang mempunyai suhu temperatur perkerasan rata-rata 36,3°C dan melihat Western Australia tepatnya dikota Meekhatarra yang juga sama mempunyai suhu temperatur perkerasan rata-rata 36,3°C. Mengacu pada Tabel 2.17 daerah Western Australia dengan jalan kelas 2 sehingga mendapat nilai F= 2,2.

$$\begin{aligned} Ne &= AADT \times F \times C \\ &= 7642 \times 2,2 \times (20,02/100) \\ &= 3366 \end{aligned}$$

c. Perhitungan ESA

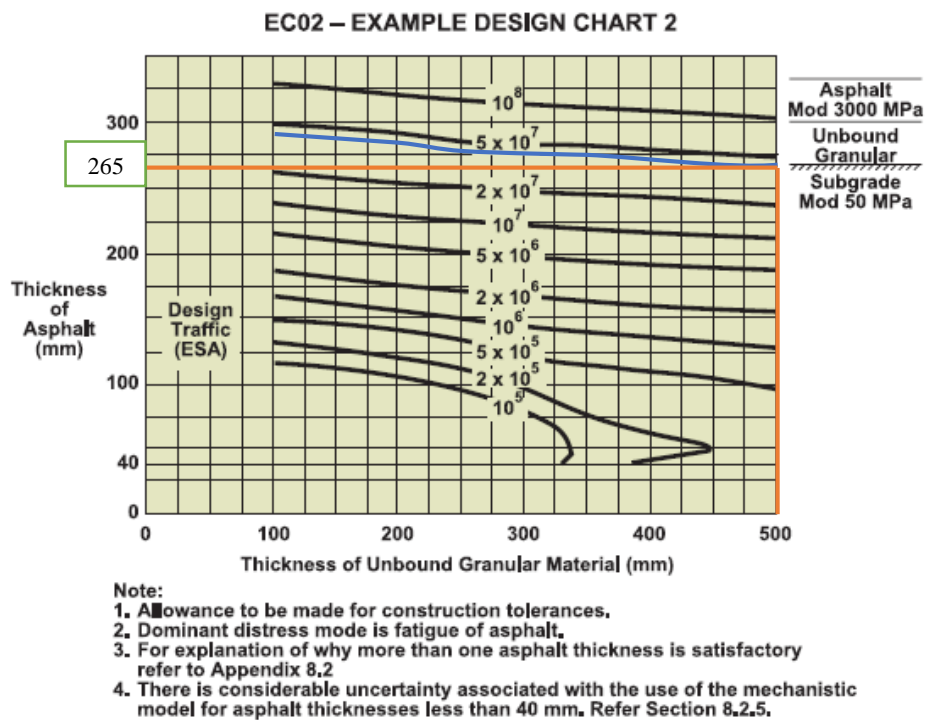
Untuk menentukan nilai ESA langkah pertama menentukan nilai *Growth Factor* menggunakan Tabel 2.16. Dengan nilai pertumbuhan lalu lintas sebesar 5,9 % dan periode desain selama 20 tahun. Dengan perhitungan interpolasi, maka diperoleh Nilai GF sebesar 36,45 %.

$$\begin{aligned}
 \text{ESA} &= \text{NE} \times 365 \times \text{GF} \\
 &= 3366 \times 365 \times 36,45 \\
 &= 44.782.105,5 \\
 &= 4,47 \times 10^7
 \end{aligned}$$

### 3. Perhitungan Lapis perkerasan

Dalam menghitung lapis perkerasan, digunakan *design chart* kategori 1 yang terdiri dari 3 lapis seperti pada Tabel 2.21. Dengan nilai CBR sebesar 6 % dan nilai ESA sebesar  $4,47 \times 10^7$ , sehingga menggunakan *design chart* kategori 1 EC02.

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



Gambar 4.3 *Design Chart* penentuan Nilai Tebal perkerasan  
 Dari Grafik diatas sehingga diperoleh nilai ketebalan sebagai berikut :  
 D1 = Lapis aspal 3000 Mpa dengan ketebalan 26,5 cm  
 D2 = Material *granular* dengan ketebalan 50 cm



Gambar 4.4 Tebal perkerasan metode *AUSTROADS*

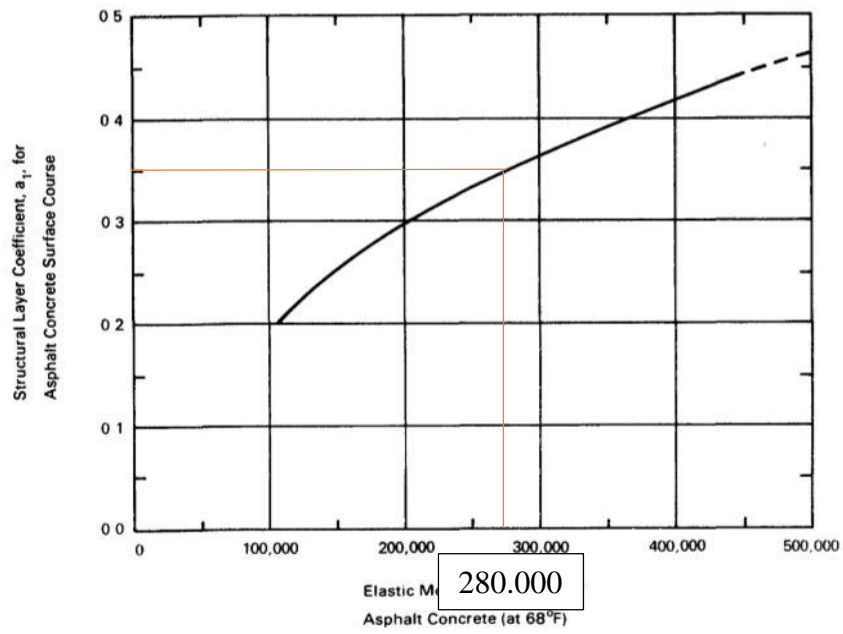
### 4.3. Evaluasi tebal perkerasan dengan program *Kenpave*

Sesudah mendapatkan tebal perkerasan dengan metode Analisa Komponen Bina Marga 1987 dan Metode *Austroroads*, kemudian tebal perkerasan dievaluasi menggunakan program *Kenpave* pada bagian KENLAYER. Data yang dihasilkan program *kenpave* adalah nilai tegangan, regangan, dan lendutan.

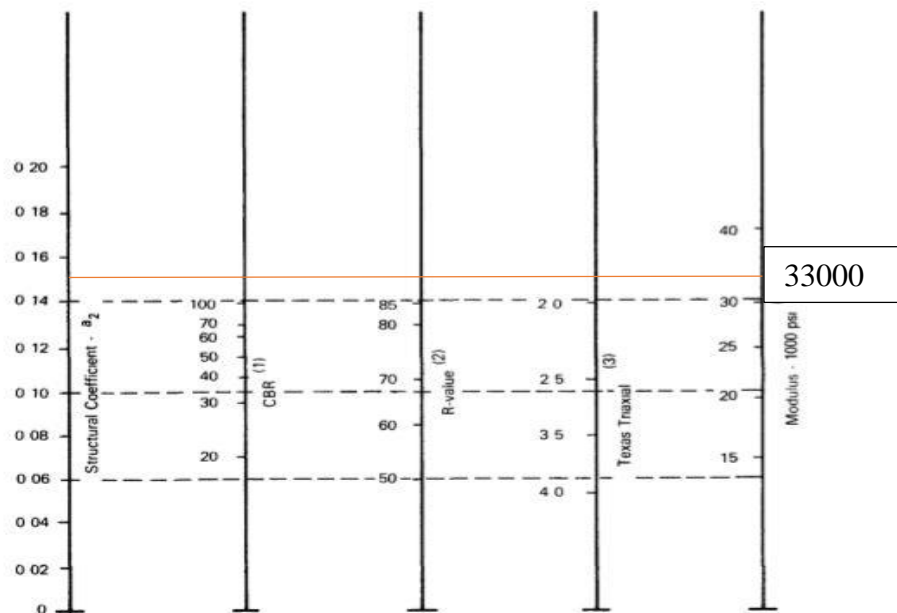
#### 4.3.1 Rincian Tebal Perkerasan Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987

- a. Parameter tebal perkerasan jalan menggunakan Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987

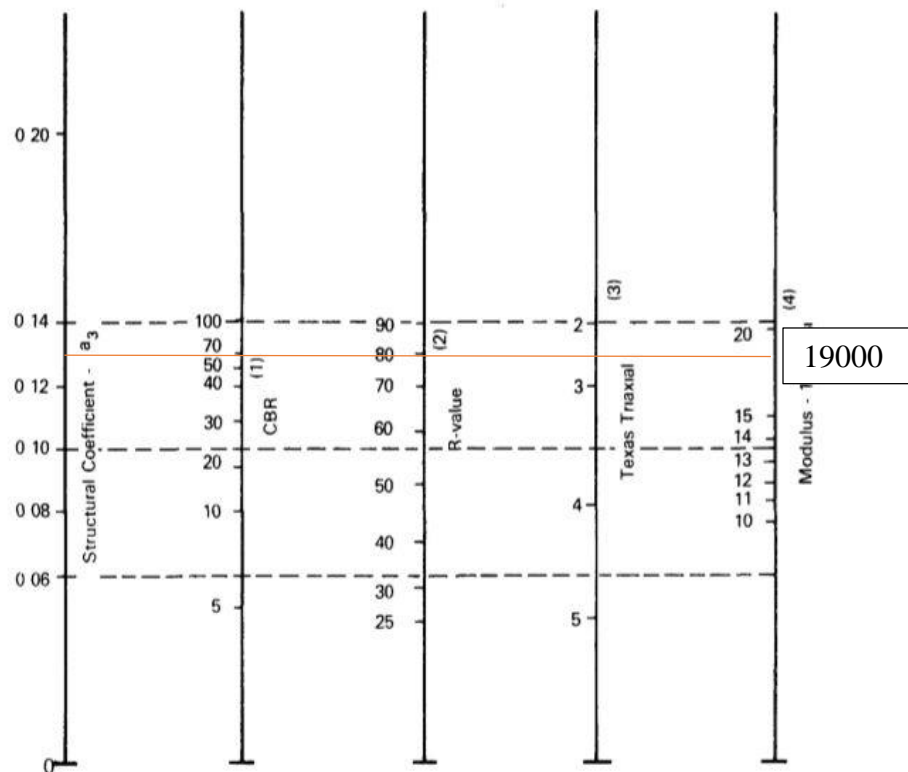
Tebal perkerasan jalan dengan Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987 yang direncanakan terdiri dari 4 lapis. Nilai  $\mu$  (*poisson ratio*) diperoleh dari Tabel 2.23 dan nilai E (*Modulus elastisitas*) diperoleh dengan metode AASHTO yang akan dijelaskan pada Gambar 4.5 sampai Gambar 4.7 dibawah ini. Nilai  $\mu$  (*poisson ratio*) dan nilai E digunakan sebagai parameter yang dibutuhkan dalam evaluasi tebal perkerasan. Untuk mencari nilai modulus elastisitas dapat dilihat pada Gambar 4.5 sampai 4.7 berikut ini :



Gambar 4.5 Modulus elastisitas  $a_1$



Gambar 4.6 Modulus elastisitas  $a_2$



Gambar 4.7 Modulus elastisitas a3

Tabel 4.6 Parameter tebal perkerasan Metode Analisa Komponen

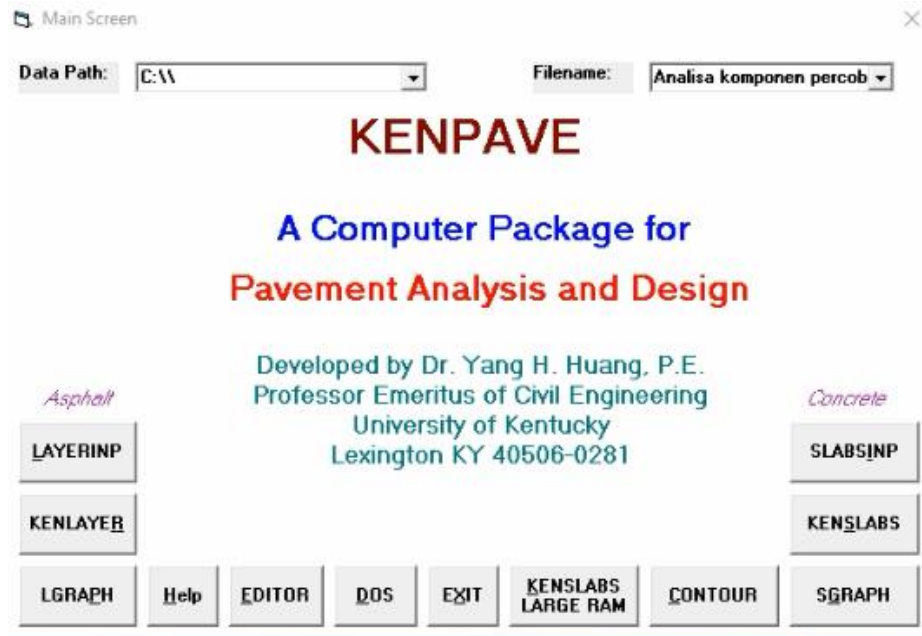
Lapis	Parameter		Tebal
	E	Poisson Ratio	
Lapis Permukaan (Laston Ms 590)	1.929.200 Kpa	0,40	7,5 cm
Lapis pondasi atas (Lapis stabilitas tanah dengan kapur)	227.370 Kpa	0,40	20 cm
Lapis pondasi bawah (Sirtu/pitrun kelas A)	130.910 Kpa	0,40	28 cm
Tanah dasar	MR = 1500 × CBR 6 = 9000 PSi = 62010 KPa	0,45	-

Catatan 1 psi = 6,89 Kpa

b. Evaluasi tebal perkerasan dengan program *kenpave*

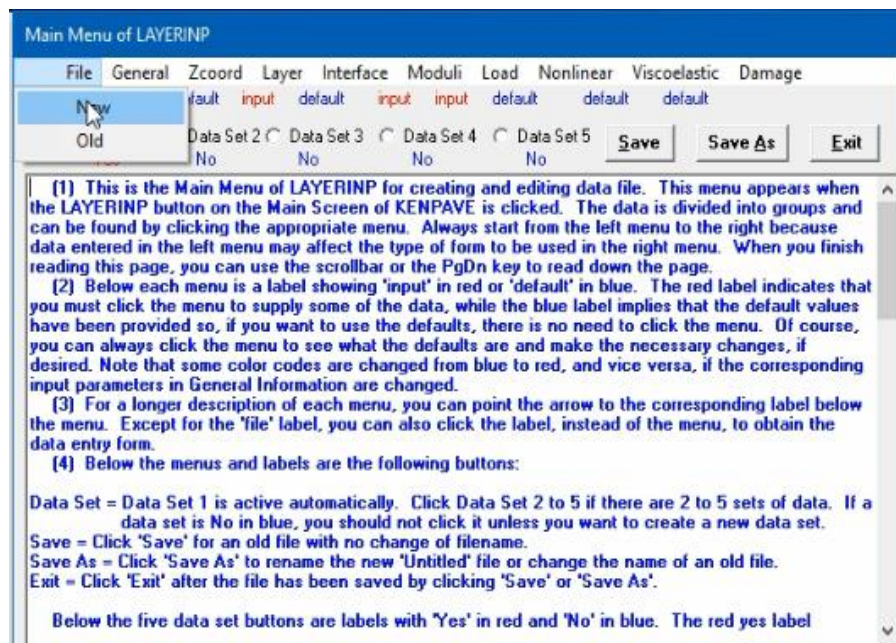
Berikut ini akan dijelaskan langkah – langkah evaluasi tebal perkerasan Metode Analisa komponen Bina Marga 1987 menggunakan program *Kenpave* :

1. Masuk menu utama program *Kenpave*



Gambar 4.8 Tampilan awal program *Kenpave*

2. Pilih menu LAYERINP lalu pilih menu *file*, kemudian pilih *new* untuk memulai pekerjaan baru.



Gambar 4.9 Tampilan membuat lembar kerja baru



3. Kemudian pilih menu *General* ketik judul pada Title, setelah memberi judul pekerjaan kemudian diisi dengan nilai – nilai sesuai data yang ada.

General Information of LAYERINP for Set No. 1

TITLE bina marga

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)	6
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

(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 4.10 Tampilan data masukan pada menu *General*

4. Kemudian pilih menu *Zcoord* dan masukkan data yang akan diisi seperti data ketebalan arah vertical yang nantinya akan dianalisa oleh program *kenpave*.

Z Coordinates of Response Points for Data Set No. 1

Unit cm

Point No.	ZC
1	0
2	7.5
3	7.51
4	27.5
5	55.5
6	55.51

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.

(4) You can delete a line, or one coordinate point, by first clicking anywhere on the line to make it active and then press the <Ctrl>-<Del> keys. The NZ in the 'General' menu will be reduced automatically by 1.

(5) You can add a new line, or one coordinate 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 NZ in the 'General' menu will increase automatically by 1. If you want to add a line after the last line, you can change NZ in the 'General' menu 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.

(6) Upon completion, click the OK button at the lower right corner to return to the Main Menu of LAYERINP.

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

Gambar 4.11 Tampilan data masukan pada menu *Zcoord*

5. Setelah mengisi menu *zcoord* kemudian pilih menu *Layer*, pada menu *Layer* diisi dengan nilai *Poisson ratio* dan tebal perkerasan dari tiap lapisan.

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/m<sup>3</sup>

Layer No.	TH	PR
1	7.5	0.40
2	20	0.40
3	28	0.40
4	XXXXXXXXXX	0.45

Use <Ctrl>-<Del> to delete a line, <Ctrl>-<Ins> to insert a line, and <Del> 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 4.12 Tampilan data masukan menu layer

6. Menu Moduli nilai yang diisikan ialah nilai modulus elastisitas pada setiap lapisan.

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

Unit      kPa

Layer No.	E
1	1929200
2	227370
3	130910
4	62010

(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>-<Del> keys. The NL in the 'general' menu will be reduced automatically by 1.

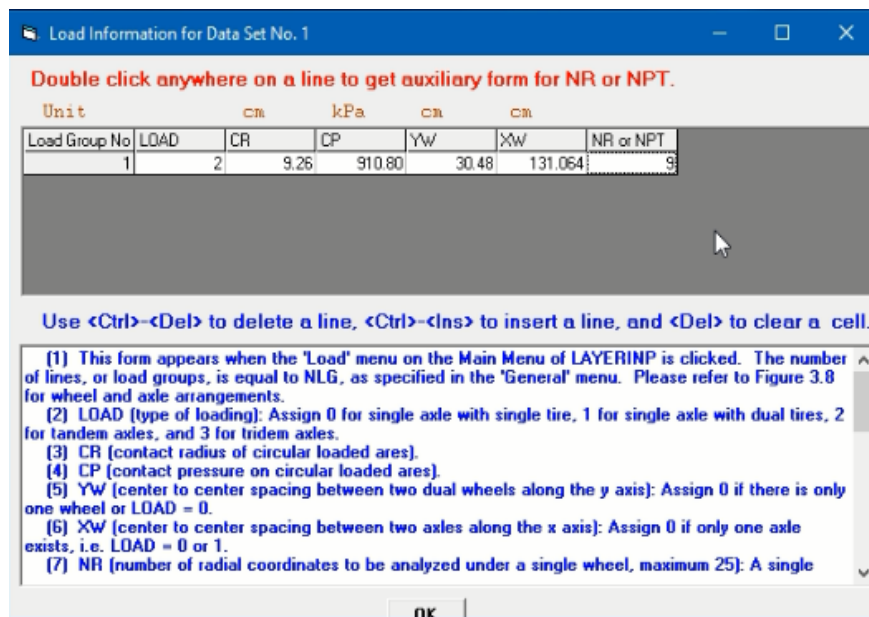
(5) You can add a new line, or one more layer, above any given line by first clicking the cell in the given line to make it active and then press the <Ctrl>-<Ins>. A blank line will appear for you to enter the necessary data. The NL in the 'General' menu will increase automatically by 1. If you want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

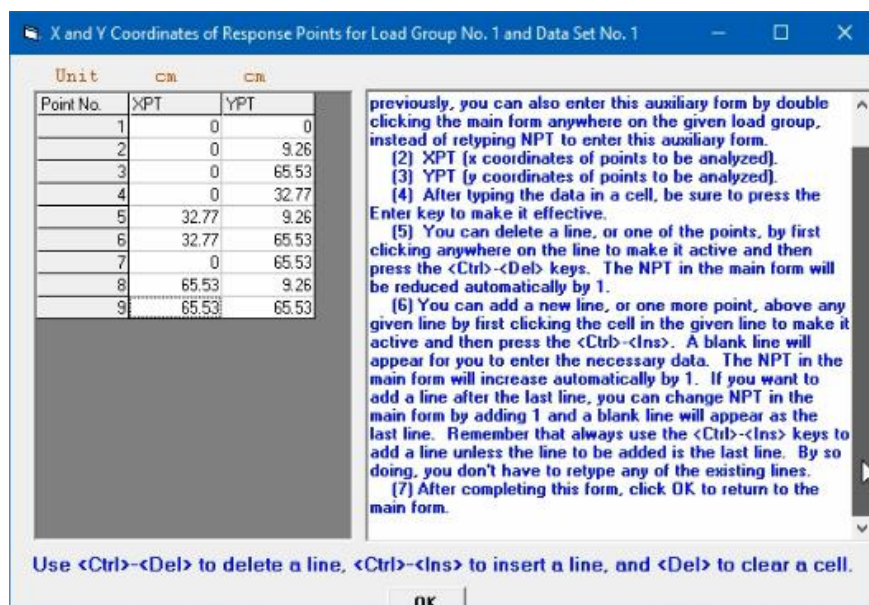
OK

Gambar 4.13 Tampilan data masukan menu Moduli

7. Selanjutnya adalah menginput data beban pada menu load, data yang dimasukkan diperoleh berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Putri,2014) yang bisa dilihat pada lampiran 4 dengan memilih jenis kendaraan truk semi trailer roda ganda sebagai asumsi kendaraan terberat untuk kolom nilai NPT or NR diisi dengan jumlah penulangan yang diinginkan yaitu 9. Kemudian klik dua kali pada NR or NPT lalu isi jarak spasi roda pada kolom XPT dan YPT lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar berikut ini :

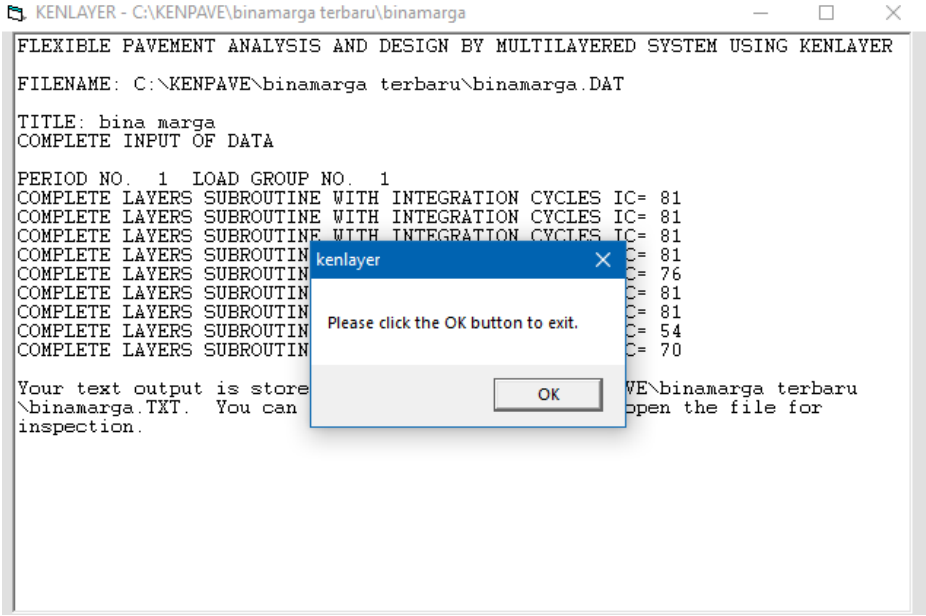


Gambar 4.14 Data masukan menu load

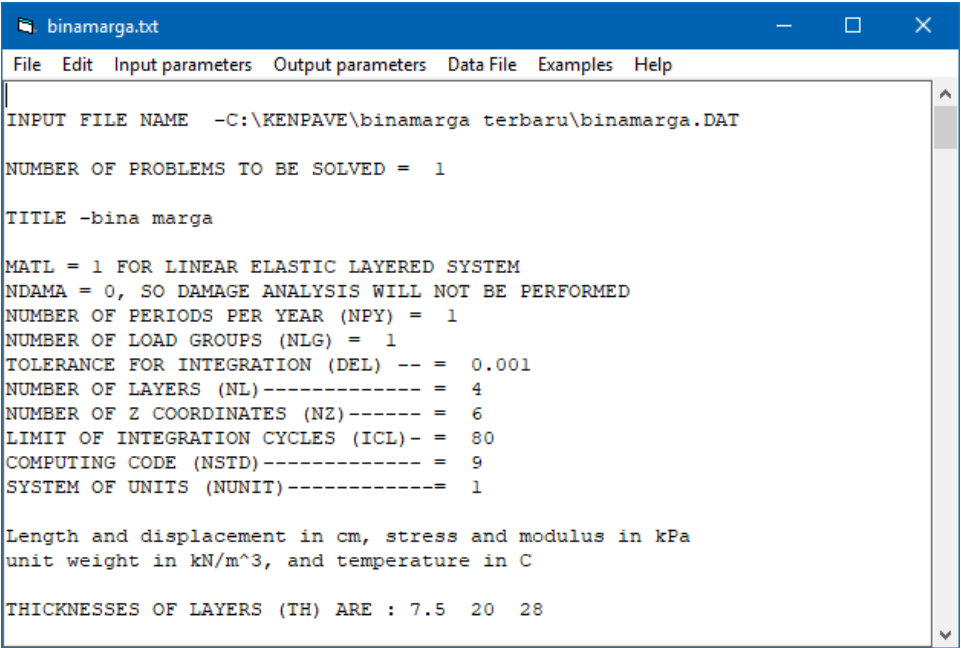


Gambar 4.15 Data masukan koordinat X dan Y

8. Selanjutnya jika data - data sudah terisi dengan lengkap langkah berikutnya melakukan penyimpanan dengan mengklik menu *save* kemudian klik *exit*. Kemudian kembali ke menu awal klik *Kenlayer* untuk melakukan *running* program. Berikut ini cek hasil output program di menu editor :



Gambar 4.16 Tampilan menu *kenlayer*



Gambar 4.17 Tampilan menu editor

9. Hasil output analisis *Kenlayer* adalah nilai tegangan dan regangan yang terjadi pada perkerasan jalan. Hasil nilai regangan dan tegangan pada menu *kenlayer* bisa dilihat pada Tabel 4.7 berikut ini :

Tabel 4.7 Hasil perhitungan *Kenlayer* metode Analisa Komponen

<i>Point</i>	<i>Vertical coordinat</i>	<i>Vertical Stress (Strain)</i>	<i>Horizontal Stress (Strain)</i>
1	0	910.8	1850.329
	(STRAIN)	-4.01E-04	4.12E-04
1	7.5	382.959	-1145.936
	(STRAIN)	7.12E-04	-5.33E-04
1	7.51	382.647	87.818
	(STRAIN)	1.41E-03	-5.32E-04
1	27.5	98.171	-45.442
	(STRAIN)	6.13E-04	-3.66E-04
1	55.5	34.454	-25.227
	(STRAIN)	4.21E-04	-2.40E-04
1	55.51	34.447	3.079
	(STRAIN)	5.12E-04	-2.40E-04
2	0	910.8	1386.084
	(STRAIN)	-3.45E-04	2.81E-04
2	7.5	267.175	-213.127
	(STRAIN)	3.66E-04	-4.74E-04
2	7.51	267.066	114.557
	(STRAIN)	8.50E-04	-4.75E-04
2	27.5	104.091	-42.957
	(STRAIN)	6.47E-04	-3.93E-04
2	55.5	36.664	-27.288
	(STRAIN)	4.54E-04	-2.57E-04
2	55.51	36.655	3.095
	(STRAIN)	5.52E-04	-2.57E-04
3	0	0	185.002
	(STRAIN)	-6.19E-05	3.19E-05
3	7.5	4.814	17.339
	(STRAIN)	-3.62E-05	-2.72E-05
3	7.51	4.84	4.895
	(STRAIN)	-2.73E-05	-2.73E-05
3	27.5	17.862	-6.972
	(STRAIN)	7.04E-05	-1.22E-04
3	55.5	17.351	-5.807
	(STRAIN)	1.71E-04	-1.43E-04

Tabel 4.7 (Lanjutan)

3	55.51	17.35	2.807
	(STRAIN)	2.08E-04	-1.43E-04
4	0	910.8	1788.923
	(STRAIN)	-3.89E-04	3.97E-04
4	7.5	370.556	-1116.282
	(STRAIN)	6.91E-04	-5.16E-04
4	7.51	370.274	75.903
	(STRAIN)	1.36E-03	-5.16E-04
4	27.5	94.448	-44.259
	(STRAIN)	5.89E-04	-3.54E-04
4	55.5	33.639	-24.43
	(STRAIN)	4.09E-04	-2.34E-04
4	55.51	33.632	3.072
	(STRAIN)	4.97E-04	-2.34E-04
5	0	0	280.794
	(STRAIN)	-9.13E-05	5.19E-05
5	7.5	7.856	62.781
	(STRAIN)	-5.57E-05	-1.67E-05
5	7.51	7.867	12.05
	(STRAIN)	-4.14E-05	-1.68E-05
5	27.5	28.645	-2.951
	(STRAIN)	1.25E-04	-1.75E-04
5	55.5	25.512	-4.991
	(STRAIN)	2.70E-04	-2.28E-04
5	55.51	25.508	7.573
	(STRAIN)	3.28E-04	-2.28E-04
6	0	0	142.082
	(STRAIN)	-4.62E-05	1.73E-05
6	7.5	0.852	33.346
	(STRAIN)	-2.64E-05	-2.55E-05
6	7.51	0.856	4.675
	(STRAIN)	-2.49E-05	-2.56E-05
6	27.5	9.534	0.405
	(STRAIN)	1.86E-05	-1.16E-04
6	55.5	14.34	-0.821
	(STRAIN)	1.19E-04	-1.15E-04
6	55.51	14.34	5.668
	(STRAIN)	1.45E-04	-1.15E-04
7	0	0	185.002
	(STRAIN)	-6.19E-05	3.19E-05

Tabel 4.7 (Lanjutan)

7	7.5	4.814	17.339
	(STRAIN)	-3.62E-05	-2.72E-05
7	7.51	4.84	4.895
	(STRAIN)	-2.73E-05	-2.73E-05
7	27.5	17.862	-6.972
	(STRAIN)	7.04E-05	-1.22E-04
7	55.5	17.351	-5.807
	(STRAIN)	1.71E-04	-1.43E-04
7	55.51	17.35	2.807
	(STRAIN)	2.08E-04	-1.43E-04
8	0	0	149.643
	(STRAIN)	-5.36E-05	2.40E-05
8	7.5	0.791	47.228
	(STRAIN)	-3.00E-05	3.69E-06
8	7.51	0.794	6.368
	(STRAIN)	-2.85E-05	3.63E-06
8	27.5	9.548	9.697
	(STRAIN)	1.20E-05	-1.12E-04
8	55.5	17.528	10.281
	(STRAIN)	1.46E-04	-1.95E-04
8	55.51	17.527	12.882
	(STRAIN)	1.77E-04	-1.95E-04
9	0	0	116.282
	(STRAIN)	-3.69E-05	2.65E-05
9	7.5	0.69	42.822
	(STRAIN)	-1.91E-05	1.07E-05
9	7.51	0.692	6.551
	(STRAIN)	-1.79E-05	1.07E-05
9	27.5	5.963	12.537
	(STRAIN)	-1.74E-07	-2.17E-05
9	55.5	11.656	5.432
	(STRAIN)	7.81E-05	-6.64E-05
9	55.51	11.658	8.11
	(STRAIN)	9.45E-05	-6.64E-05

Tabel 4.8 Hasil perhitungan *Kenlayer*

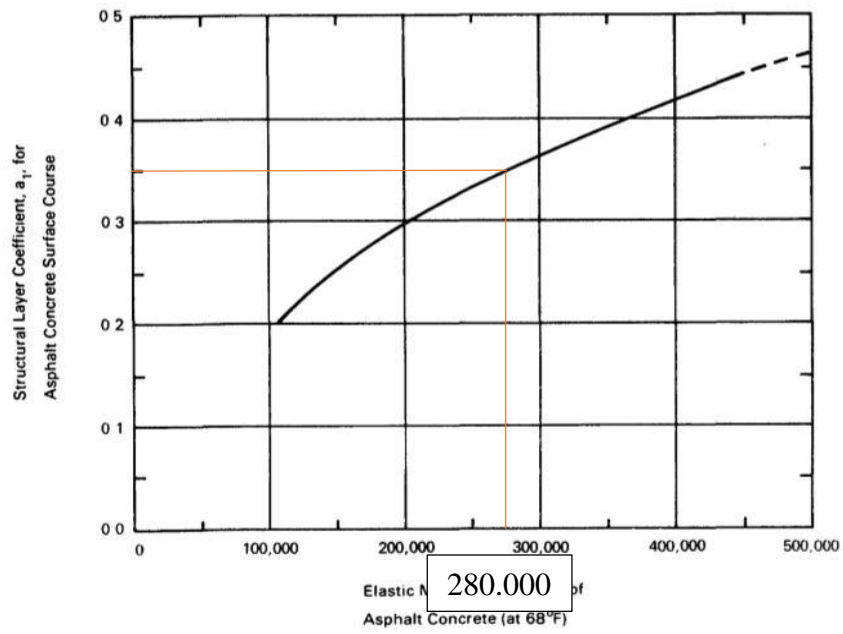
<i>Poin</i>	<i>Vertical Strain (<math>\epsilon_c</math>)</i> Koordinat (55,51)	<i>Horizontal strain (<math>\epsilon_t</math>)</i> Koordinat (7,51)
1	0,000512	0,000532
2	0,000552	0,000475
3	0,000208	0,0000273
4	0,000497	0,000516
5	0,000328	0,0000168
6	0,000145	0,0000256
7	0,000208	0,0000273
8	0,000177	0,00000363
9	0,0000945	0,0000107
Max	0,000552	0,000532

#### 4.3.2 Rincian Tebal Perkerasan Metode *AUSTROADS*

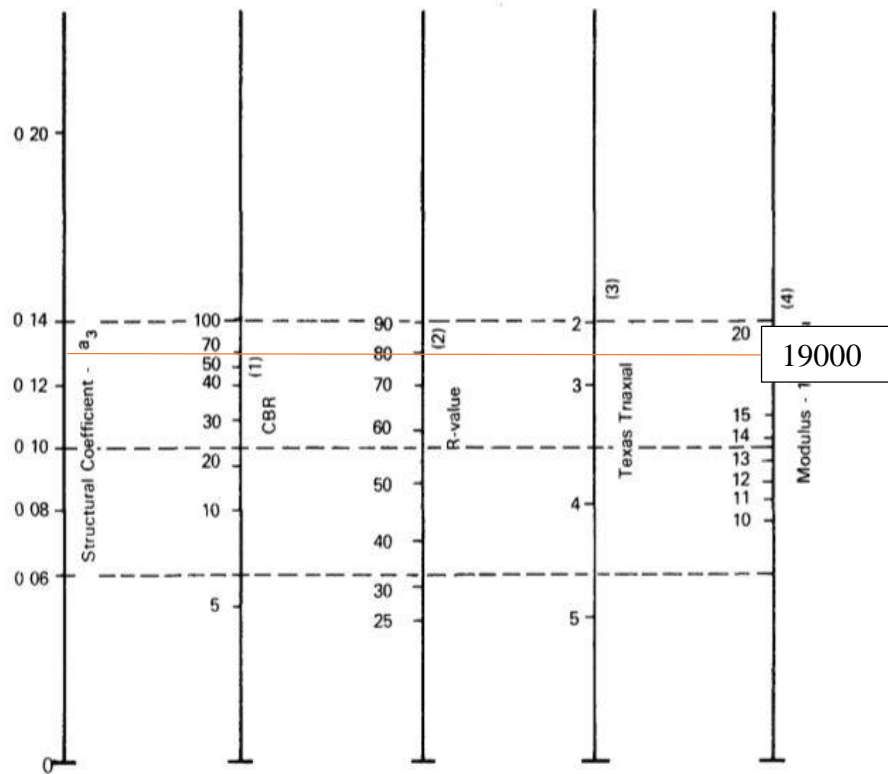
##### a. Parameter tebal perkerasan jalan menggunakan Metode *AUSTROADS*

Tebal perkerasan jalan dengan metode *AUSTROADS* yang direncanakan terdiri dari 3 lapis. Nilai  $\mu$  (*poisson ratio*) diperoleh dari Tabel 2.23 dan nilai E (*Modulus elastisitas*) diperoleh dengan metode AASHTO yang akan di jelaskan pada Gambar 4.18 dan 4.19. Nilai  $\mu$  (*poisson ratio*) dan nilai E (*Modulus elastisitas*) sebagai parameter yang dibutuhkan dalam evaluasi tebal perkerasan. Untuk mencari nilai Modulus elastisitas dapat dilihat pada Gambar 4.19 sampai Gambar 4.21 berikut ini :





Gambar 4.18 Modulus elastisitas  $a_1$



Gambar 4.19 Modulus elastisitas  $a_3$

Tabel 4.9 Parameter tebal perkerasan Metode *AUSTROADS*

Lapis	Parameter		Tebal
	E	Poisson Ratio	
Lapis Permukaan (Laston Ms 590)	1.929.200 Kpa	0,40	26,5 cm
Lapis pondasi bawah (Sirtu/pitrun kelas A)	130.910 Kpa	0,40	50 cm
Tanah dasar	MR = 1500 × CBR 6 = 9000 PSi = 62010 KPa	0,45	-

Catatan 1 psi = 6,89 Kpa

b. Evaluasi tebal perkerasan dengan program *kenpave*

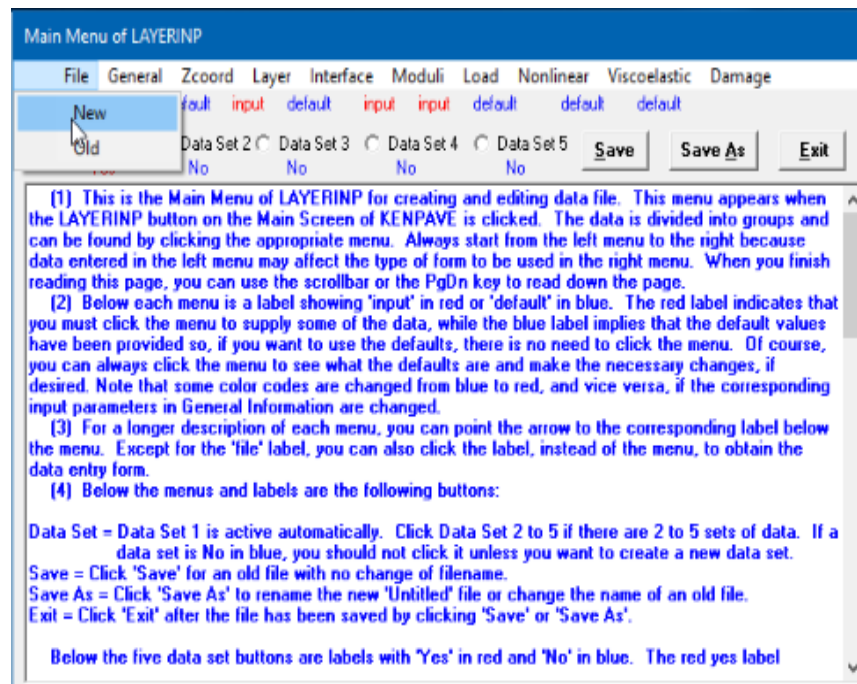
Berikut ini akan dijelaskan langkah – langkah evaluasi tebal perkerasan Metode *AUSTROADS* menggunakan program *Kenpave* :

1. Masuk menu utama program *Kenpave*



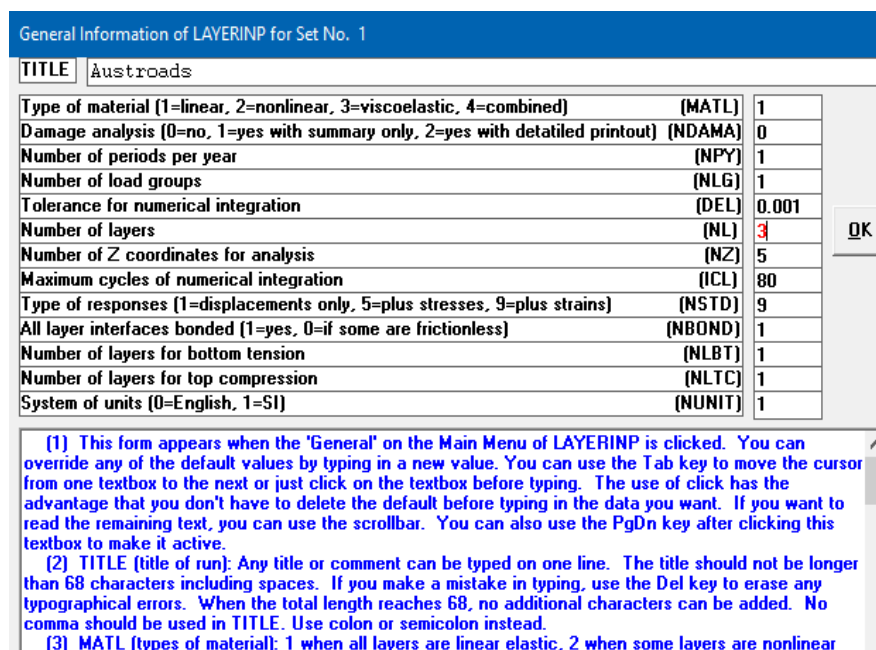
Gambar 4.20 Tampilan awal program *Kenpave*

2. Pilih menu LAYERINP lalu pilih menu *file*, kemudian pilih *new* untuk memulai pekerjaan baru.



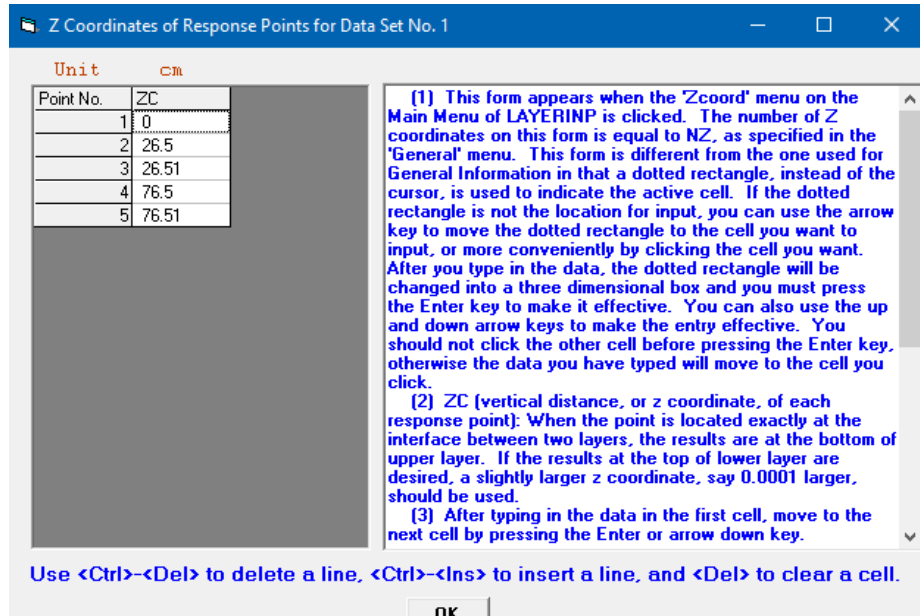
Gambar 4.21 Tampilan membuat lembar kerja baru

3. Kemudian pilih menu *General* ketik judul pada Title, setelah memberi judul pekerjaan kemudian diisi dengan nilai – nilai sesuai data yang ada.



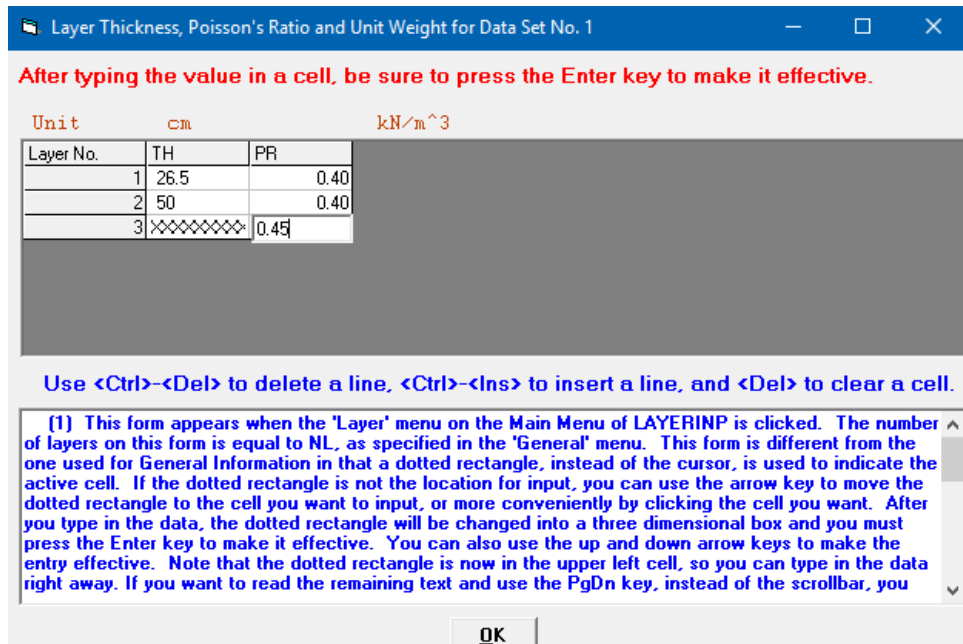
Gambar 4.22 Tampilan data masukan pada menu *General*

4. Kemudian pilih menu *Zcoord* dan masukkan data yang akan diisi seperti data ketebalan arah vertical yang nantinya akan dianalisa oleh program *kenpave*.



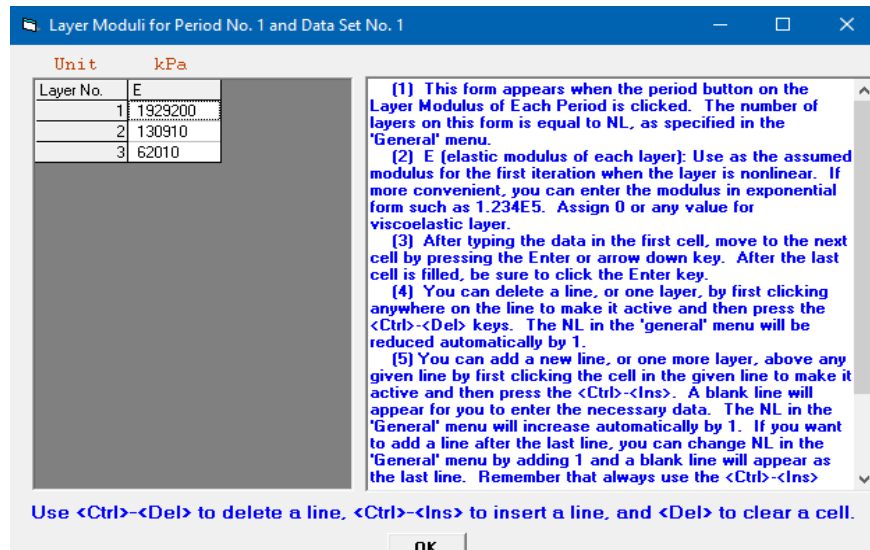
Gambar 4.23 Tampilan data masukan pada menu *Zcoord*

5. Setelah mengisi menu *Zcoord* kemudian pilih menu *Layer*, pada menu *Layer* diisi dengan nilai *Poisson ratio* dan tebal perkerasan dari tiap lapisan.



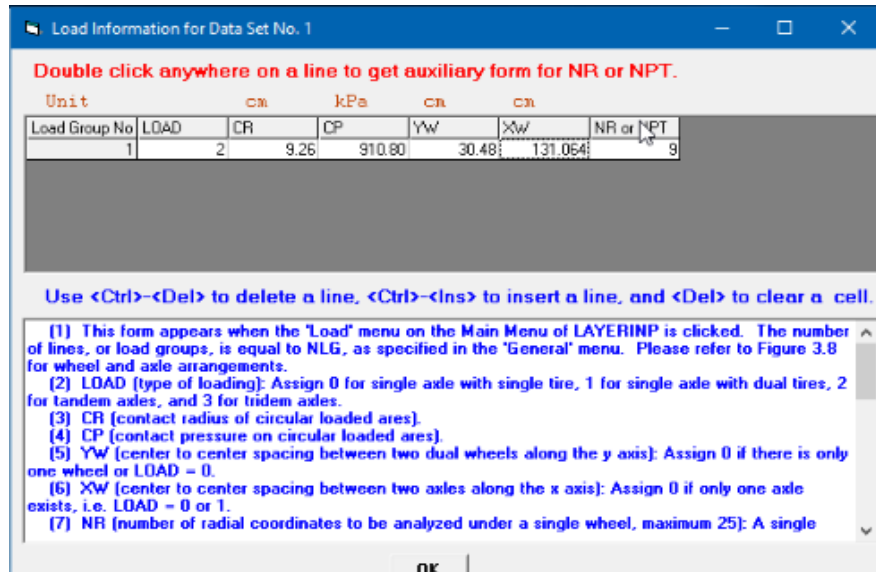
Gambar 4.24 Tampilan data masukan menu layer

6. Menu Moduli nilai yang diisikan ialah nilai modulus elastisitas pada setiap lapisan.

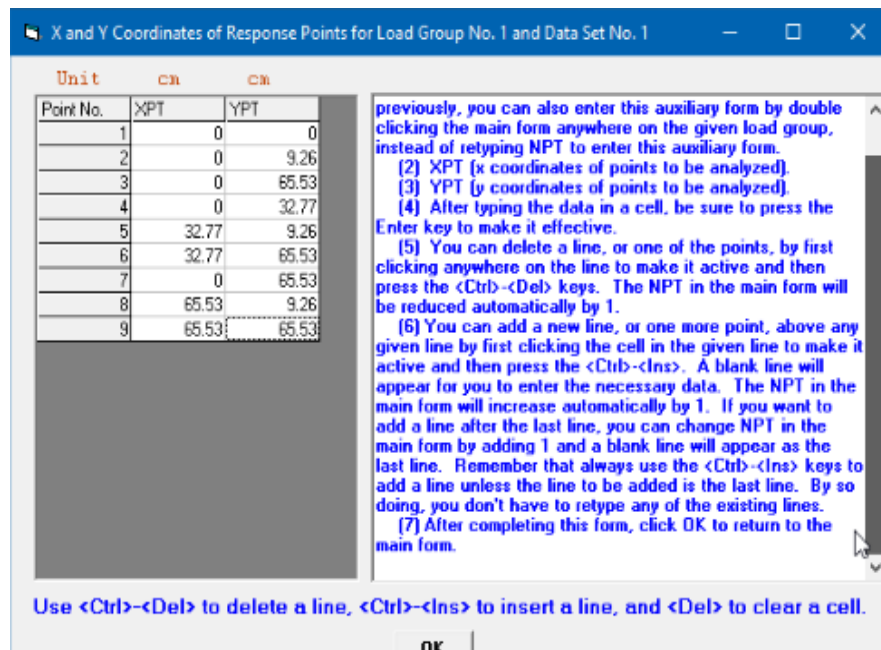


Gambar 4.25 Tampilan data masukan menu Moduli

7. Selanjutnya adalah menginput data beban pada menu load, data yang dimasukkan diperoleh berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Putri,2014) yang bisa dilihat pada lampiran 4 dengan memilih jenis kendaraan truk semi trailer roda ganda sebagai asumsi kendaraan terberat untuk kolom nilai NPT or NR diisi dengan jumlah penulangan yang diinginkan yaitu 9. Kemudian klik dua kali pada NR or NPT lalu isi jarak spasi roda pada kolom XPT dan YPT lebih jelasnya bisa dilihat pada gambar berikut ini :

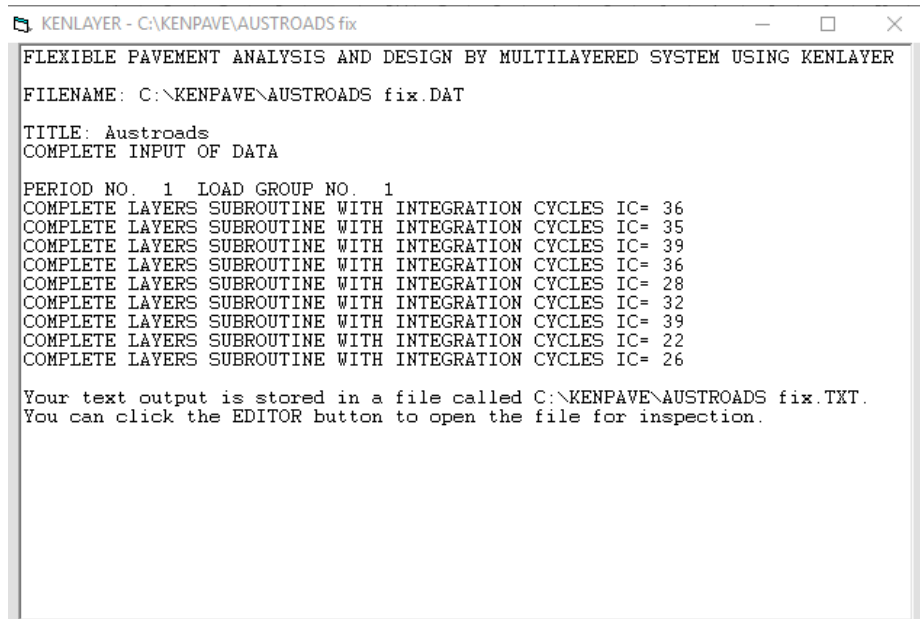


Gambar 4.26 Data masukan menu load

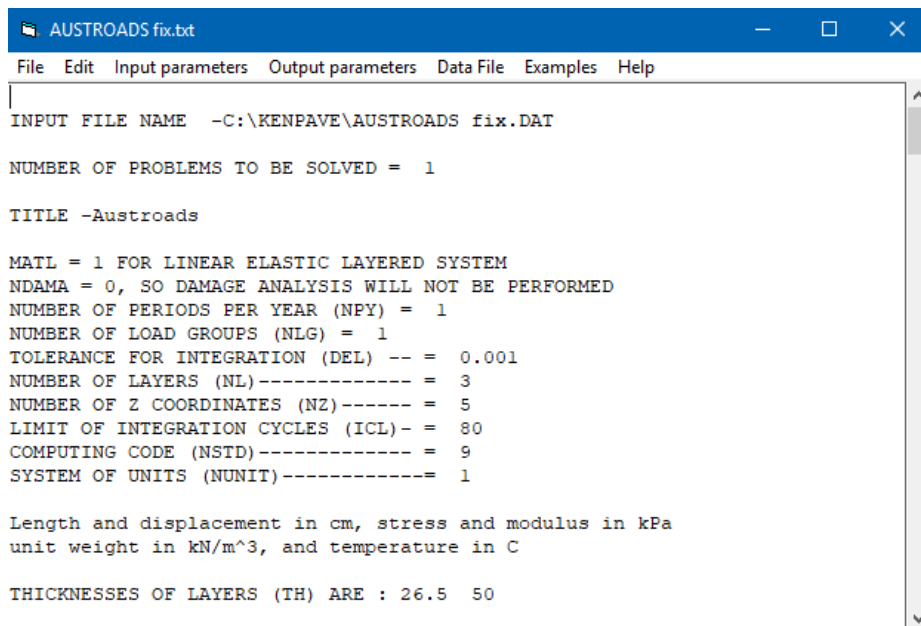


Gambar 4.27 Data masukan koordinat X dan Y

8. Selanjutnya jika data - data sudah terisi dengan lengkap langkah berikutnya melakukan penyimpanan dengan mengeklik menu *save* kemudian klik *exit*. Kemudian kembali ke menu awal klik *Kenlayer* untuk melakukan *running* program. Berikut ini cek hasil output program di menu editor.



Gambar 4.28 Tampilan menu *kenlayer*



Gambar 4.29 Tampilan menu editor

9. Hasil output analisis *Kenlayer* adalah nilai tegangan dan regangan yang terjadi pada perkerasan jalan. Hasil nilai regangan dan tegangan pada menu *kenlayer* bisa dilihat pada Tabel 4.10 berikut ini :

Tabel 4.10 Hasil perhitungan *Kenlayer* metode *AUSTROADS*

<i>Point</i>	<i>Vertical Coordinat</i>	<i>Vertical Stress (Strain)</i>	<i>Horizontal Stress (Strain)</i>
1	0	910.8	548.214
	(STRAIN)	-9.68E-05	1.16E-04
1	26.5	55.114	-402.394
	(STRAIN)	2.05E-04	-1.60E-04
1	26.51	55.093	5.385
	(STRAIN)	3.88E-04	-1.60E-04
1	76.5	17.113	-9.072
	(STRAIN)	1.96E-04	-1.23E-04
1	76.51	17.111	3.067
	(STRAIN)	2.38E-04	-1.23E-04
2	0	910.8	584.372
	(STRAIN)	-1.08E-04	1.26E-04
2	26.5	56.757	-396.269
	(STRAIN)	2.07E-04	-1.68E-04
2	26.51	56.74	8.257
	(STRAIN)	3.95E-04	-1.68E-04
2	76.5	17.618	-9.455
	(STRAIN)	2.03E-04	-1.27E-04
2	76.51	17.616	3.111
	(STRAIN)	2.47E-04	-1.27E-04
3	0	0	189.516
	(STRAIN)	-5.72E-05	4.25E-05
3	26.5	18.49	-17.288
	(STRAIN)	3.57E-05	-6.23E-05
3	26.51	18.491	3.832
	(STRAIN)	9.72E-05	-6.23E-05
3	76.5	12.544	-5.286
	(STRAIN)	1.31E-04	-9.51E-05
3	76.51	12.543	2.623
	(STRAIN)	1.59E-04	-9.51E-05
4	0	910.8	554.898
	(STRAIN)	-9.82E-05	1.17E-04
4	26.5	53.535	-386.621
	(STRAIN)	1.97E-04	-1.56E-04
4	26.51	53.515	4.752
	(STRAIN)	3.75E-04	-1.56E-04
4	76.5	16.925	-8.928
	(STRAIN)	1.93E-04	-1.21E-04



Tabel 4.10 (Lanjutan)

4	76.51	16.924	3.051
	(STRAIN)	2.35E-04	-1.21E-04
5	0	0	269.784
	(STRAIN)	-8.21E-05	5.87E-05
5	26.5	27.73	-38.532
	(STRAIN)	6.06E-05	-9.57E-05
5	26.51	27.725	10.165
	(STRAIN)	1.53E-04	-9.57E-05
5	76.5	16.977	-6.047
	(STRAIN)	1.87E-04	-1.30E-04
5	76.51	16.975	4.72
	(STRAIN)	2.27E-04	-1.30E-04
6	0	0	157.414
	(STRAIN)	-4.91E-05	3.68E-05
6	26.5	14.213	0.493
	(STRAIN)	1.74E-05	-5.41E-05
6	26.51	14.215	6.497
	(STRAIN)	6.47E-05	-5.41E-05
6	76.5	12.61	-4.267
	(STRAIN)	1.27E-04	-6.87E-05
6	76.51	12.61	3.725
	(STRAIN)	1.54E-04	-6.87E-05
7	0	0	189.516
	(STRAIN)	-5.72E-05	4.25E-05
7	26.5	18.49	-17.288
	(STRAIN)	3.57E-05	-6.23E-05
7	26.51	18.491	3.832
	(STRAIN)	9.72E-05	-6.23E-05
7	76.5	12.544	-5.286
	(STRAIN)	1.31E-04	-9.51E-05
7	76.51	12.543	2.623
	(STRAIN)	1.59E-04	-9.51E-05
8	0	0	169.224
	(STRAIN)	-5.78E-05	3.71E-05
8	26.5	17.535	17.55
	(STRAIN)	2.12E-05	-7.33E-05
8	26.51	17.541	14.583
	(STRAIN)	7.95E-05	-7.33E-05
8	76.5	15.793	-3.116
	(STRAIN)	1.66E-04	-1.28E-04

Tabel 4.10 (Lanjutan)

8	76.51	15.792	5.616
(STRAIN)		2.02E-04	-1.28E-04
9	0	0	130.617
(STRAIN)		-4.21E-05	3.29E-05
9	26.5	10.995	12.628
(STRAIN)		5.90E-06	-1.96E-05
9	26.51	10.992	8.402
(STRAIN)		4.24E-05	-1.96E-05
9	76.5	12.142	-2.651
(STRAIN)		1.18E-04	-7.07E-05
9	76.51	12.141	4.297
(STRAIN)		1.43E-04	-7.07E-05

Tabel 4.11 Hasil perhitungan *Kenlayer*

<i>Poin</i>	<i>Vertical Strain (<math>\epsilon_c</math>)</i>	<i>Horizontal strain (<math>\epsilon_t</math>)</i>
	<b>Koordinat (76,51)</b>	<b>Koordinat (26,51)</b>
1	0,000238	0,000160
2	0,000247	0,000168
3	0,000159	0,0000623
4	0,000235	0,000156
5	0,000227	0,0000957
6	0,000154	0,0000541
7	0,000159	0,0000623
8	0,000202	0,0000733
9	0,000143	0,0000196
Max	0,000247	0,000168

#### 4.4. Analisa kerusakan metode *The Asphalt Institute*

Hasil output program *Kenpave* langkah berikutnya dilakukan analisis menggunakan nilai  $N_d$  (*Rutting*) retak alur dan  $N_f$  (*fatigue cracking*) retak lelah dari persamaan analisa kerusakan metode *The Asphalt Institute*. Dilakukannya dengan metode *The Asphalt Institute* untuk mendapatkan jumlah repetisi beban kendaraan berdasarkan nilai dari regangan dan tegangan, nilai yang digunakan adalah nilai *vertical strain* dan nilai *horizontal strain* yang diperoleh dari output

program *kenpave*. Berikut ini perhitungan nilai Nd (*Rutting*) retak alur dan Nf (*fatigue cracking*) pada metode Analisa komponen Bina Marga 1987 dan Metode *AUSTROADS*.

a. Analisa kerusakan jalan pada metode Analisa Komponen Bina Marga 1987

1) Perhitungan Nd (*rutting*) retak alur

Untuk menentukan jumlah repetisi beban dengan analisa (*rutting*) retak alur metode *The Asphalt Institute* dapat menggunakan persamaan 2.14.

$$\begin{aligned} Nd &= 1,365 \times 10^{-9} \times (\epsilon_c)^{-4,477} \\ &= 1,365 \times 10^{-9} \times (0,000552)^{-4,477} \\ &= 526.588,54 \text{ ESAL} \end{aligned}$$

2) Perhitungan NF (*Fatigue cracking*) retak lelah

Untuk menentukan jumlah repetisi beban dengan analisa *fatigue cracking* metode *The Asphalt Institute* dapat menggunakan persamaan 2.15.

$$\begin{aligned} Nf &= 0,0796 \times (\epsilon_t)^{-3,291} \times (E)^{-0,85} \\ &= 0,0796 \times (0,000532)^{-3,291} \times (1.929.200)^{-0,85} \\ &= 21.546,03 \text{ ESAL} \end{aligned}$$

b. Analisa kerusakan jalan pada metode *AUSTROADS*

1) Perhitungan Nd (*rutting*) retak alur

Untuk menentukan jumlah repetisi beban dengan analisa (*rutting*) retak alur metode *The Asphalt Institute* dapat menggunakan persamaan 2.14.

$$\begin{aligned} Nd &= 1,365 \times 10^{-9} \times (\epsilon_c)^{-4,477} \\ &= 1,365 \times 10^{-9} \times (0,000247)^{-4,477} \\ &= 19.276.509,28 \text{ ESAL} \end{aligned}$$

2) Perhitungan NF (*Fatigue cracking*) retak lelah

Untuk menentukan jumlah repetisi beban dengan analisa *fatigue cracking* metode *The Asphalt Institute* dapat menggunakan persamaan 2.15.

$$\begin{aligned} Nf &= 0,0796 \times (\epsilon_t)^{-3,291} \times (E)^{-0,85} \\ &= 0,0796 \times (0,000168)^{-3,291} \times (1.929.200)^{-0,85} \\ &= 956.862,55 \text{ ESAL} \end{aligned}$$

#### 4.4.1 Mencari nilai repetisi beban rencana (Nr)

Mencari nilai repetisi beban rencana (Nr)

$$\begin{aligned} \text{CESA} &= \Sigma m \times 365 \times E \times C \times N \\ N &= \frac{1}{2} [1 + (1+r)^n + 2(1+r) \frac{(1+r)^{n-1} - 1}{r}] \\ &= \frac{1}{2} [1 + (1+0,059)^{20} + 2(1+0,059) \frac{(1+0,059)^{20-1} - 1}{0,059}] \\ &= 37,5 \end{aligned}$$

Mobil penumpang (2 Ton) Gol 2

$$\begin{aligned} \text{CESA} &= \Sigma m \times 365 \times E \times C \times N \\ &= 6112 \times 365 \times 0,00045 \times 0,45 \times 37,5 \\ &= 16.940,75 \text{ ESAL} \end{aligned}$$

Mobil pickup (3,5 Ton) Gol 3

$$\begin{aligned} \text{CESA} &= \Sigma m \times 365 \times E \times C \times N \\ &= 702 \times 365 \times 0,0042 \times 0,45 \times 37,5 \\ &= 18.160,30 \text{ ESAL} \end{aligned}$$

Angkutan Umum non bus (3,5 Ton) Gol 4

$$\begin{aligned} \text{CESA} &= \Sigma m \times 365 \times E \times C \times N \\ &= 133 \times 365 \times 0,0069 \times 0,45 \times 37,5 \\ &= 5.652,46 \text{ ESAL} \end{aligned}$$

Bus sedang (6 Ton) Gol 5.a

$$\begin{aligned} \text{CESA} &= \Sigma m \times 365 \times E \times C \times N \\ &= 69 \times 365 \times 0,0593 \times 0,45 \times 37,5 \\ &= 25.202,32 \text{ ESAL} \end{aligned}$$

Bus Besar (9 Ton) Gol 5.b

$$\begin{aligned} \text{CESA} &= \Sigma m \times 365 \times E \times C \times N \\ &= 45 \times 365 \times 0,0438 \times 0,45 \times 37,5 \\ &= 12.140,13 \text{ ESAL} \end{aligned}$$

Truk sedang (8,3 Ton) Gol 6.a

$$\begin{aligned} \text{CESA} &= \Sigma m \times 365 \times E \times C \times N \\ &= 539 \times 365 \times 0,2174 \times 0,45 \times 37,5 \\ &= 721.746,94 \text{ ESAL} \end{aligned}$$

Truk sedang (18,2 Ton) Gol 6.b

$$\begin{aligned} \text{CESA} &= \Sigma m \times 365 \times E \times C \times N \\ &= 23 \times 365 \times 5,0264 \times 0,45 \times 37,5 \\ &= 712.068,10 \text{ ESAL} \end{aligned}$$

Truk besar (25 Ton) Gol 7.a

$$\begin{aligned} \text{CESA} &= \Sigma m \times 365 \times E \times C \times N \\ &= 14 \times 365 \times 2,7415 \times 0,45 \times 37,5 \\ &= 236.402,97 \text{ ESAL} \end{aligned}$$

Truk Gandeng (31,4 Ton) Gol 7.b

$$\begin{aligned} \text{CESA} &= \Sigma m \times 365 \times E \times C \times N \\ &= 3 \times 365 \times 3,9083 \times 0,45 \times 37,5 \\ &= 72.218,06 \text{ ESAL} \end{aligned}$$

Truk Semi trailer (42 Ton) Gol 7.c

$$\begin{aligned} \text{CESA} &= \Sigma m \times 365 \times E \times C \times N \\ &= 2 \times 365 \times 10,1829 \times 0,45 \times 37,5 \\ &= 125.440,60 \text{ ESAL} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CESA total} &= 16.940,75 + 18160,30 + 5.652,46 + 25.202,32 \\ &\quad + 12.140,13 + 721.746,94 + 712.068,10 + \\ &\quad \quad \quad 236.402,97 + 72.218,06 + 125.440,60 \\ &= 1.945.972,63 \text{ ESAL} \end{aligned}$$

#### 4.4.2 Hasil analisis kerusakan Metode Analisa komponen Bina Marga 1987

Tabel 4.12 Nilai regangan tekan *Vertical* dan nilai regangan tarik *Horizontal* tebal perkerasan Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987

Nilai regangan tekan <i>vertical Kenpave</i> terbesar	Nilai regangan tarik <i>Horizontal Kenpave</i> terbesar	Analisa kerusakan menggunakan Metode <i>The Asphalt Institute</i>	
0,000552	0,000532	Nd	526.588,54
		Nf	21.546,03

Tabel 4.13 Hasil evaluasi retak lelah (Nf) tebal perkerasan Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987 dengan program *Kenpave*

<b>Beban lalu lintas rencana</b>	<b>Analisa kerusakan menggunakan Metode <i>The Asphalt Institute</i></b>	<b>Analisa beban lalu lintas</b>
1.945.972,63	21.546,03	Tidak Memenuhi

Tabel 4.14 Hasil evaluasi retak alur (Nd) tebal perkerasan Metode Analisa Komponen Bina Marga 1987 dengan program *Kenpave*

<b>Beban lalu lintas rencana</b>	<b>Analisa kerusakan menggunakan Metode <i>The Asphalt Institute</i></b>	<b>Analisa beban lalu lintas</b>
1.945.972,63	526.588,54	Tidak Memenuhi

#### 4.4.3 Hasil analisis kerusakan Metode *AUSTROADS*

Tabel 4.15 Nilai regangan tekan *Vertical* dan nilai regangan tarik *Horizontal* tebal perkerasan Metode *AUSTROADS*

<b>Nilai regangan tekan <i>Vertical Kenpave</i> terbesar</b>	<b>Nilai regangan tarik <i>Horizontal Kenpave</i> terbesar</b>	<b>Analisa kerusakan menggunakan Metode <i>The Asphalt Institute</i></b>
0,000247	0,000168	Nd 19.276.509,28
		Nf 956.862,55

Tabel 4.16 Hasil evaluasi retak lelah (Nf) tebal perkerasan Metode *AUSTROADS* dengan program *Kenpave*

<b>Beban lalu lintas rencana</b>	<b>Analisa kerusakan menggunakan Metode <i>The Asphalt Institute</i></b>	<b>Analisa beban lalu lintas</b>
1.945.972,63	956.862,55	Tidak Memenuhi

Tabel 4.17 Hasil evaluasi retak alur (Nd) tebal perkerasan Metode *AUSTROADS* dengan program *Kenpave*

<b>Beban lalu lintas rencana</b>	<b>Analisa kerusakan menggunakan Metode <i>The Asphalt Institute</i></b>	<b>Analisa beban lalu lintas</b>
1.945.972,63	19.276.509,28	Memenuhi

#### **4.5. Pembahasan nilai retak lelah (Nf) dan nilai retak alur (Nd)**

##### **4.5.1 Hasil pembahasan nilai retak lelah (Nf)**

Hasil analisa beban lalu lintas pada metode Analisa Komponen Bina Marga 1987 menunjukkan bahwa nilai retak lelah (Nf) sebesar 21.546,03 lebih kecil dari beban lalu lintas rencana (Nr) yaitu sebesar 1.945.972,63. Sedangkan untuk metode *AUSTROADS* nilai retak lelah (Nf) sebesar 956.862,55 lebih kecil dari beban lalu lintas rencana (Nr) yaitu sebesar 1.945.972,63. Sehingga dapat disimpulkan metode Analisa komponen Bina Marga 1987 dan metode *AUSTROADS* untuk nilai retak lelah (Nf) tebal perkerasannya tidak mampu menahan beban lalu lintas yang sudah direncanakan.

##### **4.5.2 Hasil pembahasan nilai retak alur (Nd)**

Hasil analisa beban lalu lintas pada metode Analisa Komponen Bina Marga 1987 menunjukkan bahwa nilai retak alur (Nd) sebesar 526.588,54 lebih kecil dari beban lalu lintas rencana (Nr) yaitu sebesar 1.945.972,63. Sedangkan untuk metode *AUSTROADS* nilai retak alur (Nd) sebesar 19.276.509,28 lebih besar dari beban lalu lintas rencana (Nr) yaitu sebesar 1.945.972,63. Sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk nilai retak alur (Nd) tebal perkerasannya tidak mampu menahan beban lalu lintas yang sudah direncanakan. sedangkan metode *AUSTROADS* untuk nilai retak alur (Nd) tebal perkerasannya mampu menahan beban lalu lintas yang sudah direncanakan.