

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Perhitungan Tebal Perkerasan Metode Bina Marga 2013

Perencanaan Tebal perkerasan

a. Umur Rencana

Perencanaan perkerasan jalan sesuai dengan data yaitu 20 tahun

b. Analisis volume lalu lintas

Tabel 4.1 Data LHR Jalan Bantul

No	Jenis Kendaraan	Jumlah
1	Mobil Penumpang	1008
2	Opelet, Combi, Minibus	1435
3	<i>Pickup</i> , Mobil hantaran	530
4	Bus kecil golongan 5a	67
5	Bus besar golongan 5b	24
6	Truk ringan 2as golongan 6a	66
7	Truk berat 2as golongan 6b	176
8	Truk berat 3as golongan 7a	7
9	Truk semi trailer golongan 7c	2

c. Faktor pertumbuhan lalu lintas

Berdasarkan data yang diperoleh sebesar 5 %. Dari persamaan 2.1 didapatkan persentasi pertumbuhan lalu lintas pada umur 20 tahun sebesar 33.066.

d. Faktor distribusi lajur

Menentukan distribusi lajur (D_L) menggunakan Tabel 2.3. Dari tabel tersebut didapatkan nilai distribusi lajur sebesar 80%.

e. Menghitung nilai *Cumulatif Equivalent Single Axle Load* (CESA)

Merupakan jumlah kumulatif beban sumbu desain selama umur rencana. Menghitung nilai CESA dapat menggunakan persamaan 2.2, 2.3.

f. *Traffic Multiplier* (TM)

Nilai TM menentukan pembebanan berlebih berkisar 1,8 – 2. Penelitian ini menggunakan $TM = 2$.

g. Menghitung CESA₅

Menentukan nilai CESA₅ perkerasan lentur, CESA₄ harus dikalikan dengan nilai TM. Seperti Persamaan 2.5.

Tabel 4.2 Hasil perhitungan ESA, CESA₄, CESA₅

Jenis Kendaraan	Konf. Sumbu	VDF	LHR	ESA	CESA ₄	CESA ₅
Mobil Penumpang	1.1	-	1008	-	-	-
Opelet, Combi, Minibus	1.1	-	1435	-	-	-
<i>Pickup</i> , Mobil hantaran	1.1	-	530	-	-	-
Bus kecil gol. 5a	1.2	0,3	67	20,1	242588,709	485177,418
Bus besar gol. 5b	1.2	1,0	24	24	289658,16	579316,32
Truk sedang 2as gol. 6a	1.2	0,3	66	19,8	238967,982	477935,964
Truk berat 2as gol. 6b	1.2	0,9	176	158,4	1911743,856	3823487,712
Truk berat 3as gol. 7a	1.22	28,9	7	202,3	2441576,907	4883153,814
Truk semi trailer gol. 7c	1.2-2.2	13,6	2	27,2	328279,248	656558,496
Jumlah					5452814,862	10905629,72

h. CBR tanah dasar

Pada ruas Jalan Bantul – Weden mempunyai nilai CBR 7,47% pada tanah dasar atau 6% lebih sehingga tidak diperlukan peningkatan tanah dasar karena kondisi tersebut sudah sangat bagus. Menentukan desain solusi pondasi jalan minimum seperti dalam Tabel 2.5.

Tabel 4.3 Desain solusi pondasi jalan minimum (Bina Marga, 2013)

CBR tanah dasar 1 atau Tanah dasar 100% MDD, dipadatkan rendaman 4 hari	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Prosedur desain pondasi	Deskripsi struktur pondasi	Lalu lintas lajur desain umur rencana 40 tahun (juta CESA ₅)		
				<2	2 – 4	>4
				Tebal peningkatan tabah dasar minimum (mm)		
>6	SG6	A	Perbaikan tanah dasar meliputi	Tidak perlu peningkatan		
5	SG5		bahan stabilitas	100		
4	SG4		kapur atau timbunan	100	150	200
3	SG3		pilihan(pemadatan	150	200	300
2.5	SG2.5		berlapis ≤200 mm tebal lapis)	175	250	350
Tanah ekspansif (potential swell >5%)		AE		400	500	600
<2.5 (DCP insitu)	SG1 aluvial jenuh Tipikal CBR awal ≤1.5 % dibawah lapis permukaan keras	B	Lapis penopang capping Atau lapis penopang dan geogrid	1000	1100	1200
Perkerasan lentur alluvial kering		C1	Perbaikan tanah dasar atau timbunan dengan rendaman CBR ≥ 5 dalam 3 lapis	400	500	600
Perkerasan kaku pada tanah alluvial kepadatan rendah kering		C2	Perbaikan tanah dasar atau timbunan dengan rendaman CBR ≥ 5 dengan per lapis <300mm	1000	1100	1200
Tanah gambut dengan HRS atau perkerasan DBST		D	Lapis penopang berbutir	1000	1250	1500

Dari tabel tersebut didapatkan:

- 1) CBR tanah dasar : 7,47%
- 2) Kelas kekuatan tanah dasar : SG6
- 3) Prosedur desain pondasi : A
- 4) Tebal peningkatan tanah dasar : Tidak perlu

i. Menentukan struktur perkerasan

Menentukan struktur perkerasan jalan dapat melihat Tabel 2.7 pemilihan struktur perkerasan jalan. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai ESA 20 tahun sebesar $10,9 \times 10^6$.

Tabel 4.4 Pemilihan struktur perkerasan (Bina Marga, 2013)

Struktur Perkerasan	Desain	ESA 20 tahun (juta)				
		(pangkat 4 kecuali disebutkan lain)				
		0 – 0.5	0.1 – 4	4 – 10	10 – 30	>30
Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat	4			2	2	2
Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah (desa dan daerah perkotaan)	4A		1.2			
AC WC modifikasi atau SMA dengan CTB (pangkat 5)	3				2	
AC dengan CTB (pangkat 5)				2		
AC tebal ≥ 100 m dengan lapis pondasi berbutir (pangkat 5)	3A			1.2		
AC tipis atau HRS diatas lapis pondasi berbutir	3		1.2			
Burda atu Burtu dengan LPA Kelas A atau Kerikil Alam	Tabel	3	3			
Lapis Pondasi Tanah Semen (<i>Soil Cement</i>)	Tabel	1	1			
Perkerasan tanpa penutup	Tabel	1				

j. Menentukan tebal lapis perkerasan lentur

Menentukan tebal lapis perkerasan dapat melihat Tabel 2.8 tentang desain perkerasan lentur menggunakan bagan desain 3.

Tabel 4.5 Desain perkerasan lentur (Bina Marga, 2013)

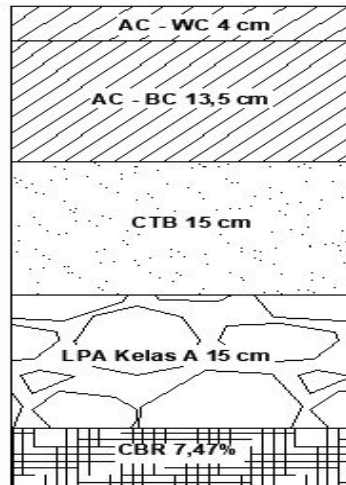
	Struktur Perkerasan							
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
	Lihat Desain 5 dan 6				Lihat Bagan Desain 4 untuk opsi lebih murah			
Pengulangan beban sumbu desain 20 tahun di lajur rencana (pangkat5)(10^6 CESA ⁵)	< 0.5	0.5-2	2 - 4	4-30	30-50	50 - 100	100 - 200	200-500
Jenis permukaan berpegikat	HRS SS atau penmac	HRS (6)		AC _c atau AC _f			AC _c	
Jenis Lapis pondasi atas dan pondasi bawah	Lapis pondasi berbutir A			Cemen Treated Base (CTB)				
	Ketebalan Lapis Perkerasan (mm)							
	HRS WC	30	30	30				
	HRS Base	35	35	35				
	AC WC				40	40	40	50
Lapis beraspal	AC BC				135	155	185	220
	CTB				150	150	150	150
atau LPA kelas A	LPA kelas A	150	250	250	150	150	150	150
LPA kelas A, LPA kelas B atau kerikil alam atau lapis distaabilisasi dengan CBR > 10%		150	125	125				

Dari bagan desain perkerasan diatas, diperoleh hasil perkerasan menggunakan metode Bina Marga 2013 seperti Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Tebal lapis perkerasan

Lapis Perkerasan	Tebal Perkerasan (mm)
AC – WC	40
AC – BC	135
CTB	150
LPA kelas A	150

Untuk tebal lapis perkerasan dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1Tebal perkerasan metode Bina Marga 2013

4.2. Perhitungan Tebal Perkerasan Metode AASHTO 1993

a. Umur rencana

Umur rencana perkerasan sesuai data sekunder yang didapatkan yaitu 20 tahun.

b. LHR

Data LHR didapatkan dari Dinas terkait P2JN D.I. Yogyakarta. Seperti dapat dilihat Tabel 4.7.

Tabel 4.7 LHR

No	Jenis Kendaraan	Jumlah
1	Mobil Penumpang	1008
2	Opelet, Combi, Minibus	1435
3	<i>Pickup</i> , Mobil hantaran	530
4	Bus kecil golongan 5a	67
5	Bus besar golongan 5b	24
6	Truk sedang 2as golongan 6a	66
7	Truk berat 2as golongan 6b	176
8	Truk berat 3as golongan 7a	7
9	Truk semi trailer golongan 7c	2
Jumlah		3315

c. Pertumbuhan lalu lintas

Berdasarkan data yang diperoleh pertumbuhan lalu lintas sebesar 5%.

d. Distribusi lajur dan arah

Secara umum nilai D_D sebesar 0.5, dan nilai D_L 2 lajur 2 arah diperoleh seperti pada Tabel 2.11 sebesar 100%.

e. CBR (*California Bearing Ratio*)

Nilai CBR tanah dasar pada ruas Jalan Bantul – Weden sebesar 7,47%.

Karena nilai diatas 6% maka tanah dasar sudah bagus.

f. Modulus resilien

Didapatkan dari persamaan 2.13.

$$\begin{aligned} MR &= 1500 \times CBR \\ &= 1500 \times 7,47 \\ &= 11205 \end{aligned}$$

g. Reliabilitas (R)

Fungsi jalan adalah kolektor antar kota sehingga berdasarkan Tabel 2.14 tingkat reliabilitas = 75% - 99%. Diambil 80%.

h. Simpangan baku (S_o)

Dari nilai reliabilitas = 80% sehingga sesuai Tabel 2.14 maka didapatkan $Z_R = -0,841$ dan nilai $S_o = 0,44$.

i. Angka ekivalen

Menentukan angka ekivalen masing-masing kendaraan.

Tabel 4.8 Angka ekivalen tiap kendaraan

Tipe kendaraan	Angka ekivalen		Angka ekivalen total
	Depan	Belakang	
Mobil Penumpang (2 ton)	0,000118	0,000118	0,000236
Opelet, Combi, Minibus (3,5 ton)	0,011031	0,011031	0,022062
<i>Pickup</i> , Mobil hantaran (3,5 ton)	0,011031	0,011031	0,022062
Bus kecil golongan 5a (6 ton)	0,020367	0,055466	0,075833
Bus besar golongan 5b (9 ton)	0,103112	0,280792	0,383904
Truk sedang 2as golongan 6a (8,3 ton)	0,074585	0,203182	0,277767
Truk berat 2as golongan 6b (18,2 ton)	1,724353	4,695703	6,420056
Truk berat 3as golongan 7a (25 ton)	1,794506	3,484612	5,279118
Truk semi trailer golongan 7c (31,4 ton)	1,200145	3,678157	4,878302

k. Nilai indeks pelayanan (Δ PSI)

Menentukan indeks nilai pelayanan awal (P_o) dan indeks pelayanan akhir (P_t) sesuai fungsi jalan dan kegunaannya:

Fungsi jalan = Kolektor

Nilai P_o = 4,2 (Rekomendasi AASHTO 1993)

Nilai P_t = 2,5

Δ PSI = $P_o - P_t$ = 4,2 - 2,5
= 1,7

l. Koefisien drainase (m)

Kualitas drainase yang digunakan berdasarkan kondisi di ruas jalan tersebut adalah baik dengan waktu struktur perkerasan waktu dalam keadaan basah sebesar 20%. Sehingga didapatkan nilai koefisien drainase (m) adalah 1,00. Berdasarkan Tabel 2.16.

m. Koefisien lapisan

Menentukan koefisien lapisan dapat menggunakan Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Koefisien lapisan (SNI, 1989)

Koefisien lapisan			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a1	a2	a3	MS(kg)	Kt (kg/cm)	CBR (%)	
0,40	-	-	744	-	-	Laston
0,35	-	-	590	-	-	
0,32	-	-	454	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	
0,35	-	-	744	-	-	Lasbutag
0,31	-	-	590	-	-	
0,28	-	-	454	-	-	
0,26	-	-	340	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	HRA
0,26	-	-	340	-	-	Aspal Macadam
0,25	-	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
0,20	-	-	-	-	-	Lapen (manual)
	0,28	-	590	-	-	
	0,26	-	454	-	-	Laston atas
	0,24	-	340	-	-	
	0,23	-	-	-	-	Lapen (mekanis)
	0,19	-	-	-	-	Lapen (manual)
	0,15	-	-	22	-	Stabilisasi tanah semen
	0,13	-	-	18	-	
	0,15	-	-	22	-	Stabilisasi tanah kapur
	0,13	-	-	18	-	
	0,14	-	-	-	100	Batu pecah (kelas A)
	0,13	-	-	-	80	Batu pecah (kelas B)

Tabel 4.11 Koefisien lapisan (Lanjutan)

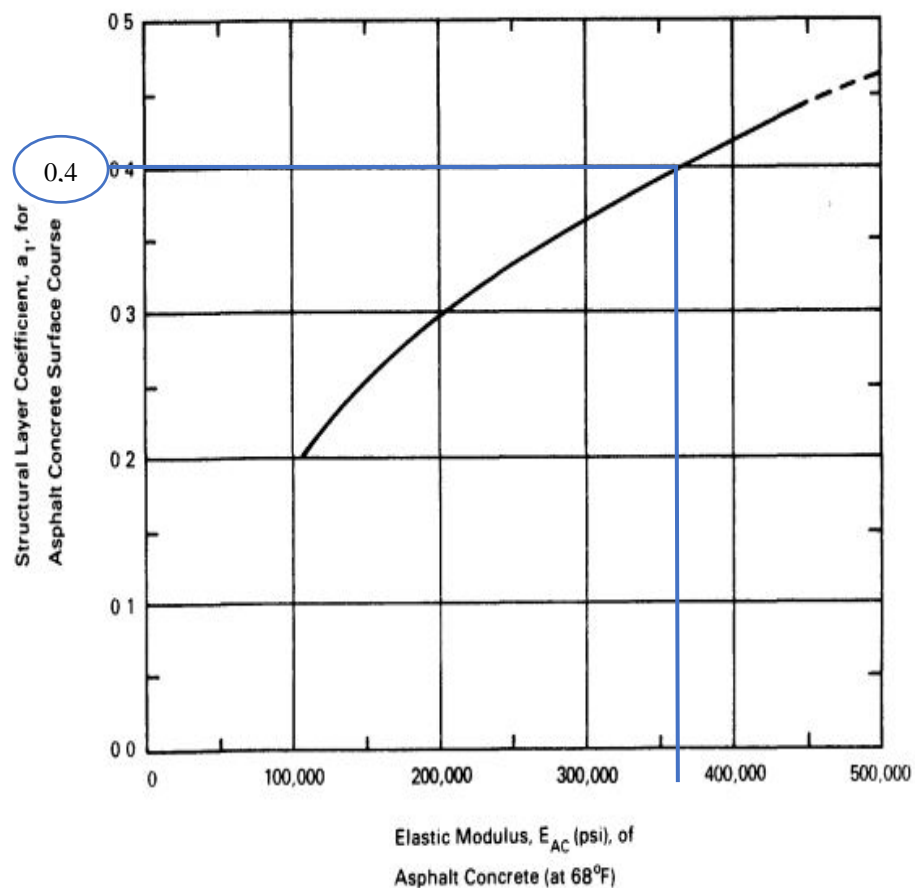
0,12	-	-	-	60	Batu pecah (kelas C)
-	0,13	-	-	70	Sirtu/pitrun (kelas A)
-	0,12	-	-	50	Sirtu/pitrun (kelas B)
-	0,11	-	-	30	Sirtu/pitrun (kelas C)
-	0,10	-	-	20	Tanah/lempung berpasir

Dari tabel diperoleh nilai komposisi koefisien lapisan sebagai berikut:

- 1) $a_1 = 0,40$ (Laston).
- 2) $a_2 = 0,14$ (Batu pecah kelas A).
- 3) $a_3 = 0,13$ (Sirtu/pitrun kelas A).

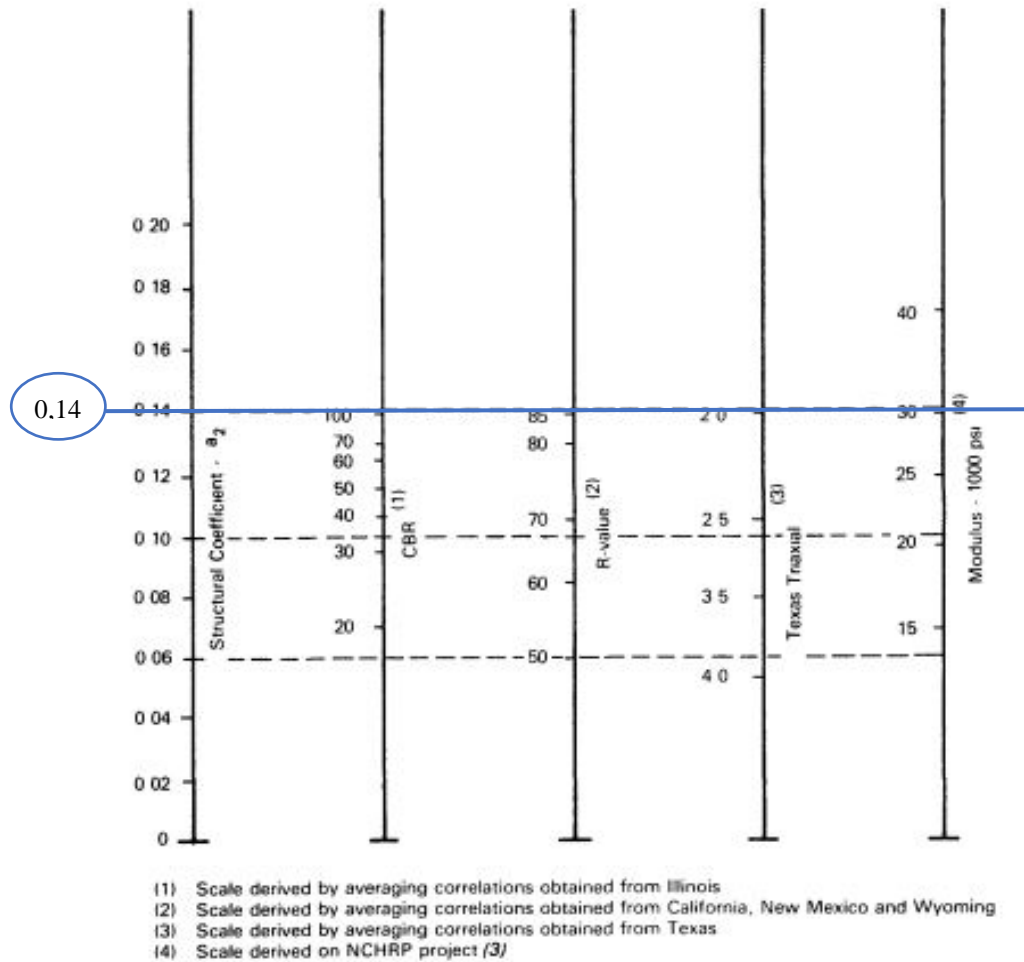
n. Modulus elastisitas

Nilai modulus elastisitas untuk setiap lapisan permukaan perkerasan dapat ditentukan menggunakan nomogram. Untuk lapisan a_1 dapat dilihat pada Gambar 4.2.



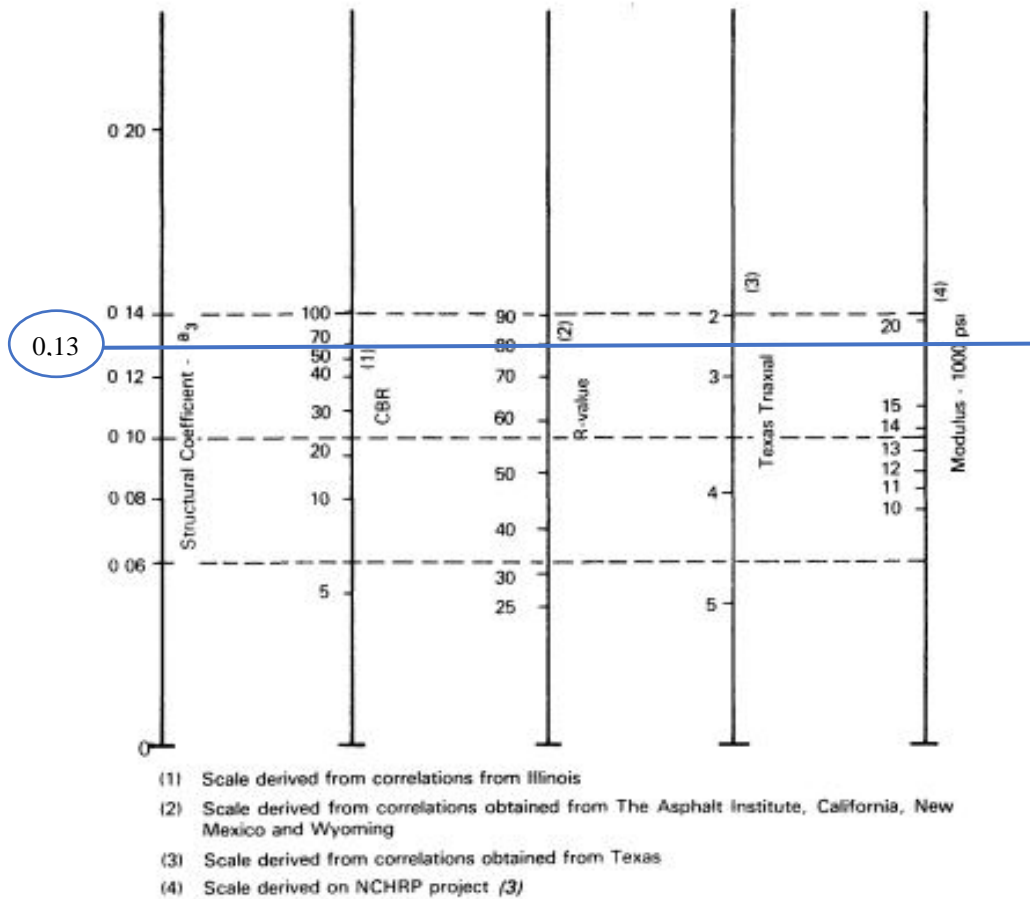
Gambar 4.2 Nomogram untuk koefisien lapis permukaan (a_1)

Untuk menentukan modulus elastisitas pada koefisien layer a2 terdapat pilihan jenis material bahan antara material berbutir, *cement treated base* (CTB), dan material beraspal (ATB). Untuk menentukan nilai pada a2 menggunakan nomogram seperti pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Nomogram untuk koefisien lapis pondasi berbutir (a_2)

Menentukan modulus elastisitas pada koefisien layer a3 dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Nomogram untuk koefisien lapis pondasi bawah dengan material berbutir (a_3)

o. *Structural Number (SN)*

Parameter penentuan nilai SN dapat dilihat pada Tabel 4.12. Dalam menentukan nilai SN menggunakan nomogram yang dapat dilihat pada Gambar 4.5.

Berdasarkan Nomogram untuk mencari nilai SN didapatkan hasil:

$$SN1 = 2,8$$

$$SN2 = 3,4$$

$$SN3 = 3,9$$

Tabel 4.12 Parameter menentukan nilai SN

No	Parameter	Nilai
1	Reliabilitas	$R = 80\%$
2	Simpangan Baku Keseluruhan	$S_o = 0,44$
3	Lintas Ekvivalen Selama Umur Rencana	$W_{18t} = 9.914.294,989$
5	Modulus Resilien elastis	$E_{SG} = 11.205 \text{ Psi}$ $E_{SB} = 18.000 \text{ Psi}$ $E_B = 30.000 \text{ Psi}$ $E_{AC} = 360.000 \text{ Psi}$
6	Indeks Pelayanan	$\Delta PSi = 1,7$
7	Faktor Drainase	$M = 1,00$
8	Koefisien Relatif Lapisan	$a_1 = 0,4 \ a_2 = 0,14 \ a_3 = 0,13$

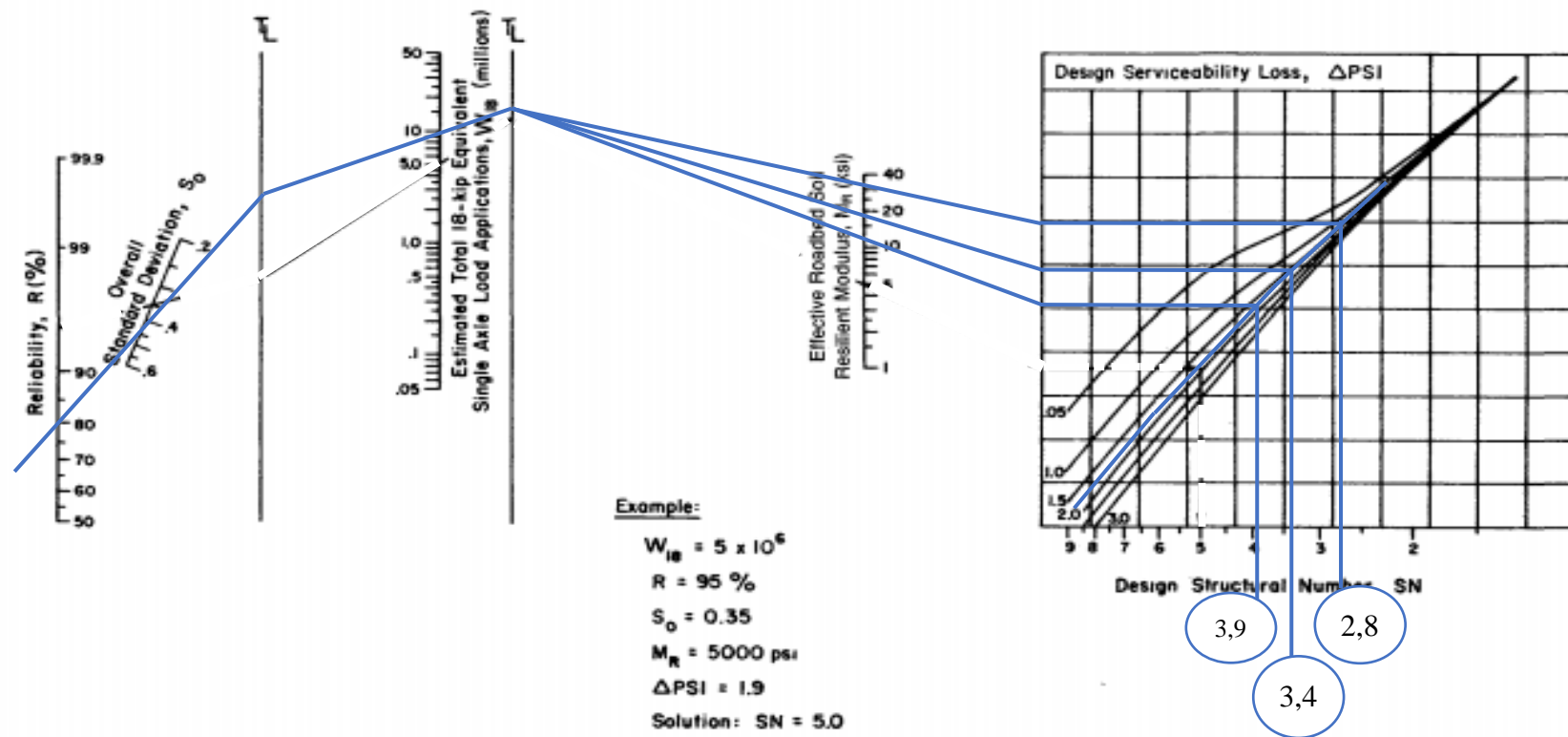


Figure 3.1. Design Chart for Flexible Pavements Based on Using Mean Values for Each Input

Gambar 4.5 Nomogram untuk Nilai SN

p. Tebal lapis perkerasan

Menentukan tebal lapis perkerasan berdasarkan hasil Gambar 4.5 dapat menggunakan persamaan 2.22.

a. Lapis permukaan (Laston MS 744)

Diketahui nilai SN1 = 2,8

$$D_1 \geq \frac{SN1}{a_1}$$

$$D_1 \geq \frac{2,8}{0,4}$$

$$D_1 \geq 7 \text{ Inch} = 17,78 \text{ cm} = 18 \text{ cm}$$

b. Lapis pondasi atas (Batu pecah kelas A)

Diketahui nilai SN2 = 3,4

$$D_2 \geq \frac{SN2 - (a_1 \times D_1)}{a_2 \times m_2}$$

$$D_2 \geq \frac{3,4 - (0,4 \times \frac{18}{2,54})}{0,14 \times 1,0}$$

$$D_2 \geq 4 \text{ Inch} = 10,16 \text{ cm} = 11 \text{ cm}$$

c. Lapis pondasi bawah (Sirtu Kelas A)

Diketahui nilai SN3 = 3,9

$$D_3 \geq \frac{SN3 - a_1.D_1 + a_2.m_2.D_2}{a_3 \times m_3}$$

$$D_3 \geq \frac{3,9 - (0,4 \cdot \frac{18}{2,54}) + (0,14 \cdot 1,0 \cdot \frac{11}{2,54})}{0,13 \times 1,0}$$

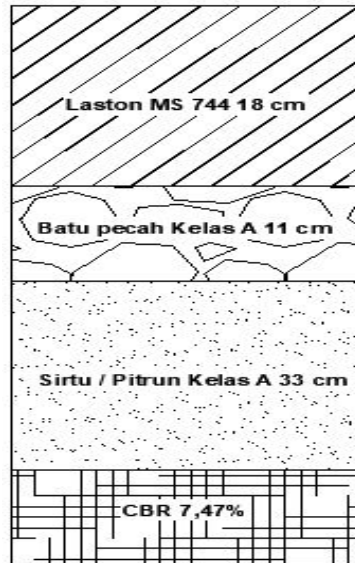
$$D_3 \geq 12,85 \text{ Inch} = 32,66 \text{ cm} = 33 \text{ cm}$$

q. Berdasarkan hasil diatas didapatkan nilai tebal lapis perkerasan menggunakan Metode AASHTO 1993 dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Tebal tiap lapis perkerasan menggunakan Metode AASHTO 1993

Lapisan	Bahan	Tebal Lapisan
Lapisan Permukaan	Laston MS 744	18 cm
Lapisan Pondasi Atas	Batu pecah Kelas A	11 cm
Lapisan Pondasi Bawah	Sirtu/pitrun Kelas A	33 cm
Tanah Dasar	CBR 7,47%	-

Untuk tebal perkerasan dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Tebal perkerasan metode ASHTO 1993

4.3. Analisis Tebal Perkerasan Dengan Program *Kenpave*

Berdasarkan hasil nilai tebal perkerasan dengan Metode Bina Marga 2013 dan Metode AASHTO 1993, tebal perkerasan tersebut dievaluasi menggunakan program *kenpave* pada bagian KENLAYER. Data yang dihasilkan adalah nilai tegangan, regangan, dan lendutan.

1.3.1 Analisis Tebal Perkerasan Metode Bina Marga 2013

a. Parameter tebal perkerasan Metode Bina Marga 2013

Tebal perkerasan menggunakan metode Bina Marga 2013 direncanakan terdiri dari 4 lapis. Data yang diperlukan berdasarkan nilai bahan dan hasil tebal perkerasan dapat dilihat pada Tabel 4.14 berikut.

Tabel 4.14 Parameter Tebal Perkerasan Metode Bina Marga 2013

Lapis Perkerasan	Modulus elastisitas, E (kPa)	<i>Poisson ratio</i> , μ	Tebal perkerasan (cm)
<i>Surface</i>	1200000	0,40	17,5
<i>Base</i>	500000	0,35	15
<i>Sub base</i>	206700	0,40	15
<i>Subgrade</i>	74700	0,45	-

b. Analisis tebal perkerasan dengan program *Kenpave*

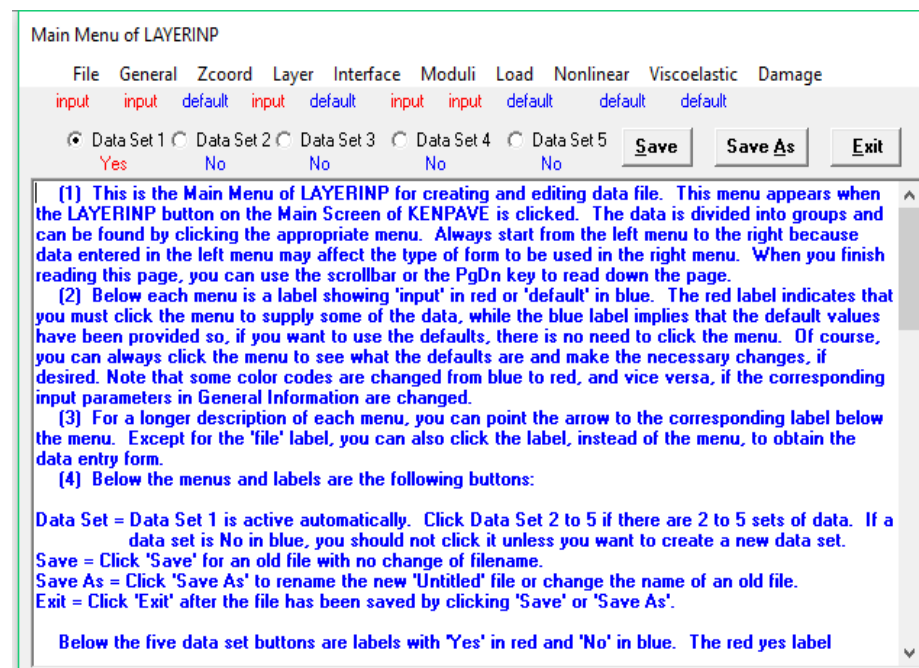
Langkah evaluasi tebal perkerasan metode Bina Marga 2013 menggunakan program *kenpave* sebagai berikut:

- 1) Menu utama program *Kenpave*.



Gambar 4.7 Tampilan awal program *kenpave*

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



Gambar 4.8 Tampilan menu LAYERINP

- 3) Pilih menu *general* isi judul pada *Title*, kemudian memasukan nilai – nilai sesuai data.

General Information of LAYERINP for Set No. 1

TITLE	Bina Marga 2013	
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 4.9 Tampilan masukan data pada menu *general*

- 4) Pada menu *Zcoord* masukan data ketebalan arah vertikal yang akan dianalisa oleh program.

Z Coordinates of Response Points for Data Set No. 1

Point No.	ZC
1	0
2	17.5
3	17.51
4	32.5
5	47.5
6	47.51

(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.

Gambar 4.10 Tampilan masukan data *Zcoord*

- 5) Kemudian pilih menu *Layer* yang akan diisi dengan nilai *poisson ratio* tiap lapisan dan tebal perkerasannya.

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	17.5	.4
2	15	.35
3	15	.4
4	15	.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 4.11 Tampilan data masukan *Layer*

- 6) Menu *Moduli* yang diisi adalah nilai modulus elastisitas setiap lapisan.

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

Unit kPa

Layer No.	E
1	1200000
2	500000
3	206700
4	74700

(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 4.12 Tampilan masukan data *Moduli*

- 7) Pada menu *Load*, data yang dimasukkan berdasarkan penelitian sebelumnya (Putri, 2014) dengan memilih jenis kendaraan truk semi trailer roda ganda sebagai asumsi kendaraan terberat, untuk nilai NPT or NR diisi sesuai

keinginan yaitu 6. Kemudian klik dua kali pada NR or NPT lalu isi jarak spasi roda pada kolom XPT dan YPT.

Load Information for Data Set No. 1

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

Unit		cm	kPa	cm	cm	
Load Group No	LOAD	CR	CP	YW	XW	NR or NPT
1	2	11	550	30.48	131.064	6

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).

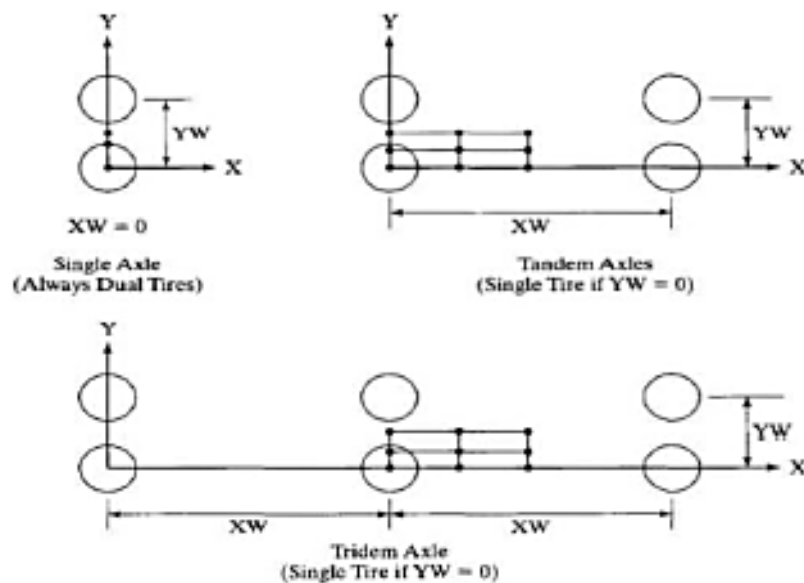
(5) YW (center to center spacing between two dual wheels along the y axis): Assign 0 if there is only one wheel or LOAD = 0.

(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

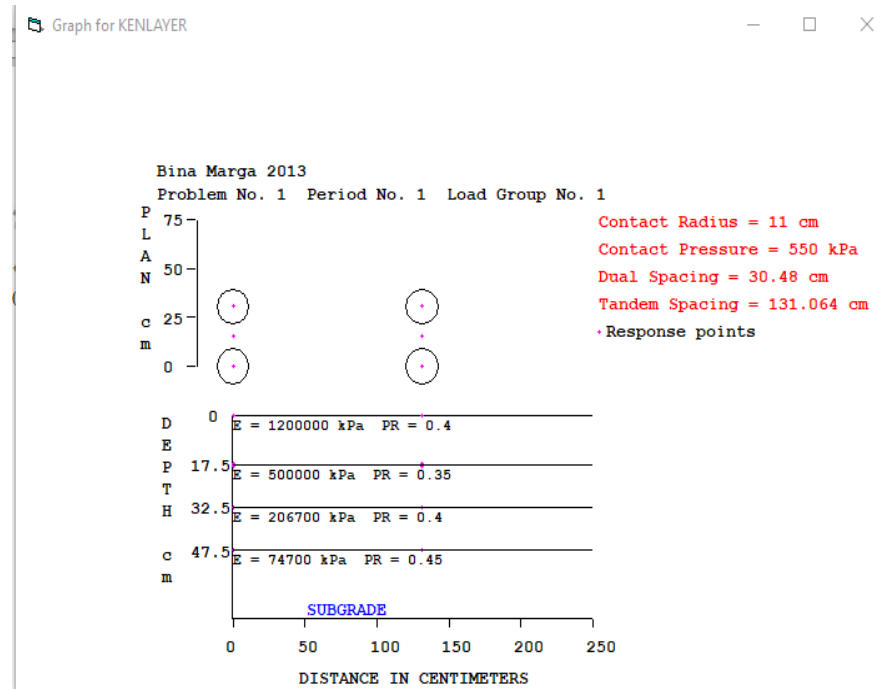
OK

Gambar 4.13 Tampilan masukan menu *Load*



Gambar 4.14 Koordinat YW dan XW

8) Setelah data sudah terisi lengkap kemudian dilakukan *running* program.



Gambar 4.15 Grafik analisis tebal perkerasan menggunakan metode Bina Marga 2013

- 9) Hasil output analisis KENLAYER merupakan nilai tegangan dan regangan yang terjadi pada perkerasan jalan dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Hasil analisis KENLAYER

No	Vertical Coordinates	Vertical Stress (Strain)	Horizontal Stress (Strain)
1	0	550	771,875
	(STRAIN)	-0,000221	0,0001852
1	17.5	157,704	-135,556
	(STRAIN)	0,000235	-0,0001556
1	17.51	157,578	-10,741
	(STRAIN)	0,0003361	-0,0001556
1	32.5	51,375	-77,352
	(STRAIN)	0,0002157	-0,0001547
1	47.5	28,18	-30.904
	(STRAIN)	0,0002586	-0,0001568
1	47.51	28,174	3,25

Tabel 4.16 Hasil analisis KENLAYER (Lanjutan)

	(STRAIN)	0,0003386	-0,0001568
2	0	0	494,467
	(STRAIN)	-0,0000941	0,0001365
2	17.5	124,606	-44,642
	(STRAIN)	0,0001708	-0,000157
2	17.51	124,551	20,546
	(STRAIN)	0,0002541	-0,0001569
2	32.5	54,423	-81,391
	(STRAIN)	0,0002302	-0,0001651
2	47.5	62,767	-33,999
	(STRAIN)	0,0002817	-0,0001683
2	47.51	30,105	3,178
	(STRAIN)	0,0003684	-0,0001682
3	0	550	771,875
	(STRAIN)	-0,000221	0,0001852
3	17.5	157,704	-135,556
	(STRAIN)	0,0003361	-0,0001556
3	17.51	157,578	-10,741
	(STRAIN)	0,0003361	-0,0001555
3	32.5	51,375	-77,352
	(STRAIN)	0,0002157	-0,0001547
3	47.5	28,18	-30,904
	(STRAIN)	0,0002586	-0,0001568
3	47.51	28,174	3,25
	(STRAIN)	0,0003386	-0,0001568
4	0	550	771,961
	(STRAIN)	-0,0000221	0,0001852
4	17.5	157,704	-135,556
	(STRAIN)	0,0003361	-0,0001556

Tabel 4.17 Hasil analisis KENLAYER (Lanjutan)

4	17.51	157,578	-10,741
	(STRAIN)	0,0003361	-0,0001555
4	32.5	51,375	-77,352
	(STRAIN)	0,0002157	-0,0001547
4	47.5	28,18	-30.904
	(STRAIN)	0,0002586	-0,0001568
4	47.51	28,174	3,25
	(STRAIN)	0,0003386	-0,0001568
5	0	0	494,466
	(STRAIN)	0,0000941	-0,0001365
5	17.5	124,606	-44,642
	(STRAIN)	0,0001708	-0,000157
5	17.51	124,606	20,546
	(STRAIN)	0,0002541	-0,0001569
5	32.5	54,423	-81,391
	(STRAIN)	0,0002302	-0,0001651
5	47.5	30,112	-33,999
	(STRAIN)	0,0002817	-0,0001683
5	47.51	30,105	3,178
	(STRAIN)	0,0003684	-0,0001682
6	0	550	771,961
	(STRAIN)	0,0000221	0,0001852
6	17.5	157,704	-135,556
	(STRAIN)	0,0002345	-0,0001556
6	17.51	157,578	-10,741
	(STRAIN)	0,0003361	0,0001555
6	32.5	51,375	-77,352
	(STRAIN)	0,0002157	-0,0001547
6	47.5	28,18	-30.904

Tabel 4.18 Hasil analisis KENLAYER (Lanjutan)

	(STRAIN)	0,0002586	-0,0001568
6	47.51	28,174	3,25
	(STRAIN)	0,0003386	-0,0001568

Tabel 4.19 Rekapitulasi hasil analisis *Kenpave*

No	Vertical Stress (Strain) kedalaman 47,51 cm	Horizontal Stress (Strain) kedalaman 17,51 cm
1	0,0003386	-0,0001555
2	0,0003684	-0,0001569
3	0,0003386	-0,0001555
4	0,0003386	-0,0001555
5	0,0003684	-0,0001569
6	0,0003386	-0,0001555

1.3.2 Analisis Tebal Perkerasan Metode AASHTO 1993

a. Parameter tebal perkerasan Metode AASHTO 1993

Tebal perkerasan menggunakan metode AASHTO 1993 direncanakan terdiri dari 4 lapis. Data yang diperlukan berdasarkan nilai bahan dan hasil tebal perkerasan dapat dilihat pada Tabel 4.20 berikut.

Tabel 4.20 Parameter Tebal Perkerasan AASHTO 1993

Lapis	Parameter		Tebal
	E	Poisson Ratio	
Lapis Permukaan (Laston Ms 744)	2480400 kPa	0,40	18 cm
Lapis pondasi atas (Batu pecah Kelas A)	206700 kPa	0,40	11 cm
Lapis pondasi bawah (Sirtu/pitrun kelas A)	124020 kPa	0,40	33 cm
Tanah dasar	MR = $1500 \times \text{CBR}$ 7,47 = 11205 PSi = 77202,45 kPa	0,45	-

Catatan 1 Psi = 6,89 Kpa.

b. Analisis tebal perkerasan dengan program *Kenpave*

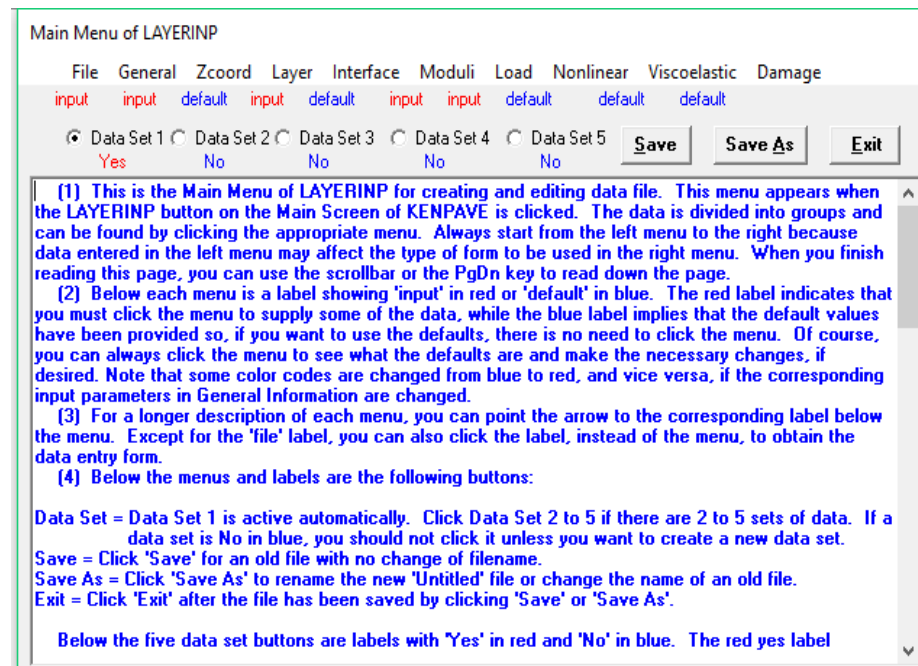
Langkah evaluasi tebal perkerasan metode AASHTO 1993 menggunakan program *kenpave* sebagai berikut:

- 1) Menu utama program *Kenpave*.



Gambar 4.16 Tampilan awal program *kenpave*

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



Gambar 4.17 Tampilan menu LAYERINP

- 3) Pilih menu *general* isi judul pada *Title*, kemudian memasukan nilai – nilai sesuai data.

General Information of LAYERINP for Set No. 1

TITLE AASHTO 1993

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

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 4.18 Tampilan masukan data pada menu *general*

- 4) Pada menu *Zcoord* masukan data ketebalan arah vertikal yang akan dianalisa oleh program.

Z Coordinates of Response Points for Data Set No. 1

Unit cm

Point No.	ZC
1	0
2	18
3	18.01
4	29
5	62
6	62.01

[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 4.19 Tampilan masukan data *Zcoord*

- 5) Kemudian pilih menu *Layer* yang akan diisi dengan nilai *poisson ratio* tiap lapisan dan tebal perkerasannya.

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	.4
2	11	.4
3	33	.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 4.20 Tampilan data masukan *Layer*

- 6) Menu *Moduli* yang diisikan adalah nilai modulus elastisitas setiap lapisan.

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

Unit kPa

Layer No.	E
1	2480400
2	206700
3	124020
4	77202

(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 4.21 Tampilan masukan data *Moduli*

- 7) Pada menu *Load*, data yang dimasukkan berdasarkan penelitian sebelumnya (Putri, 2014) dengan memilih jenis kendaraan truk semi trailer roda ganda sebagai asumsi kendaraan terberat, untuk nilai NPT or NR diisi sesuai keinginan yaitu 6. Kemudian klik dua kali pada NR or NPT lalu isi jarak spasi roda pada kolom XPT dan YPT.

Load Information for Data Set No. 1

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

Unit		cm	kPa	cm	cm	
Load Group No	LOAD	CR	CP	YW	XW	NR or NPT
1	2	11	550	30.48	131.064	6

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).

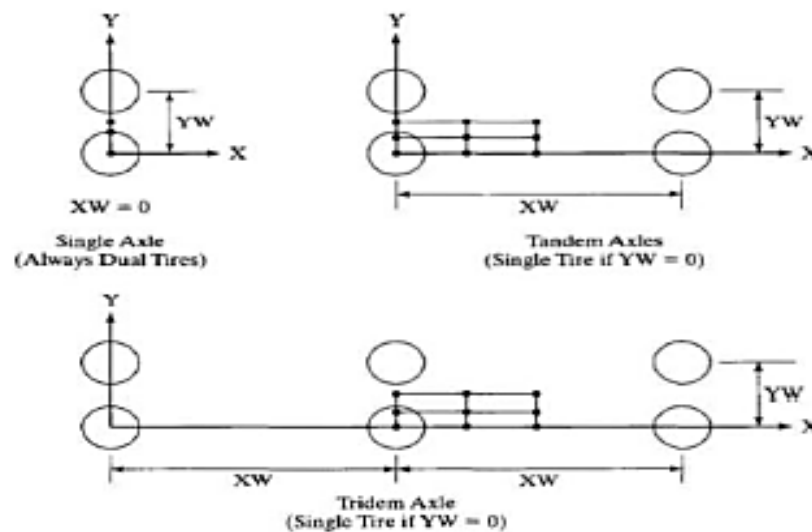
(4) CP (contact pressure on circular loaded ares).

(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.

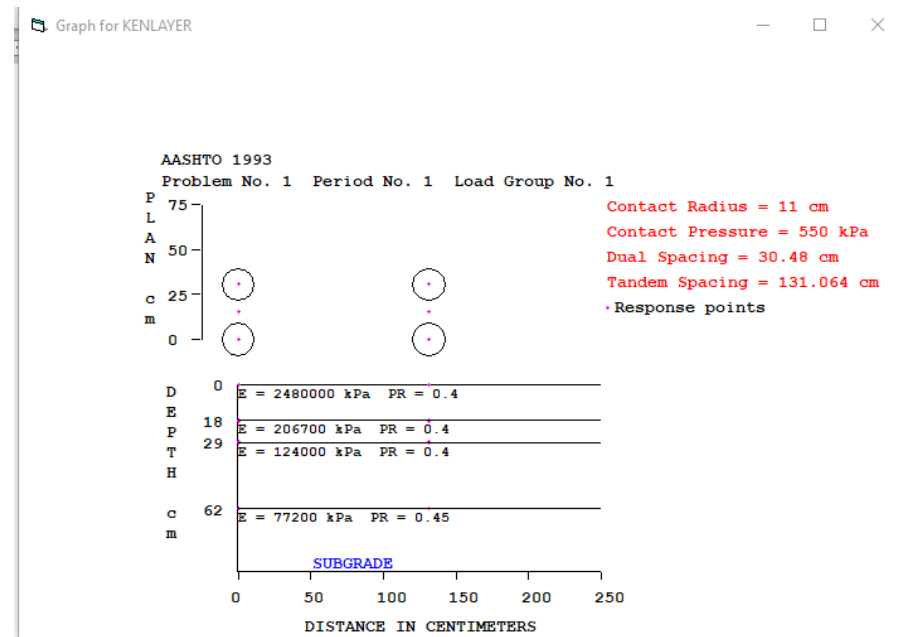
(7) NR (number of radial coordinates to be analyzed under a single wheel, maximum 25): A single

OK

Gambar 4.22 Tampilan masukan menu *Load*

Gambar 4.23 Koordinat YW dan XW

- 8) Setelah data sudah terisi lengkap kemudian dilakukan *running* program.



Gambar 4.24 Grafik analisis tebal perkerasan menggunakan metode AASHTO 1993

- 9) Hasil output analisis KENLAYER merupakan nilai tegangan dan regangan yang terjadi pada perkerasan jalan dapat dilihat pada Tabel 4.21

Tabel 4.21 Tabel Hasil analisis KENLAYER

No	Vertical Coordinates	Vertical Stress (Strain)	Horizontal Stress (Strain)
1	0	550	748,621
	(STRAIN)	-0,0001225	0,0001291
1	18	79,49	-531.118
	(STRAIN)	0,0002172	-0,0001763
1	18.01	79,447	1.882
	(STRAIN)	0,0003816	-0,0001763
1	29	48,454	-16.627
	(STRAIN)	0,0003013	-0,0001579
1	62	21,583	-6.033
	(STRAIN)	0,0002203	-0,0001216
1	62.01	21,58	3.564
	(STRAIN)	0,0002443	-0,0001216

Tabel 4.22 Tabel Hasil analisis KENLAYER (Lanjutan)

2	0	0	678,131
	(STRAIN)	-0,0001343	0,0001224
2	18	75,057	-418,655
	(STRAIN)	0,0001933	-0,0001834
2	18.01	75,032	-10,95
	(STRAIN)	0,0003486	-0,0001834
2	29	51,69	-16.605
	(STRAIN)	0,0003223	-0,000168
2	62	22,679	-6,497
	(STRAIN)	0,0002341	-0,0001294
2	62.01	22,676	-3,64
	(STRAIN)	0,00026	-0,0001294
3	0	550	748,621
	(STRAIN)	-0,0001225	0,0001291
3	18	79,49	-531,118
	(STRAIN)	0,0002172	-0,0001763
3	18.01	79,447	-1,882
	(STRAIN)	0,0003816	-0,0001763
3	29	48,454	-16.627
	(STRAIN)	0,0003013	-0,0001579
3	62	21,583	-6.033
	(STRAIN)	0,0002203	-0,0001216
3	62.01	21,58	3,564
	(STRAIN)	0,0002443	-0,0001216
4	0	550	748,621
	(STRAIN)	-0,0001225	0,0001291
4	18	79,49	-531,118
	(STRAIN)	0,0002172	-0,0001763
4	18.01	79,447	1,882

Tabel 4.23 Hasil analisis KENLAYER (Lanjutan)

	(STRAIN)	0,0003816	-0,0001763
4	29	48,454	-16,627
	(STRAIN)	0,0003013	-0,0001579
4	62	21,583	-6.033
	(STRAIN)	0,0002203	-0,0001216
4	62.01	21,58	3,564
	(STRAIN)	0,0002443	-0,0001216
5	0	0	678.129
	(STRAIN)	-0,0001343	0,0001216
5	18	75,057	-418,655
	(STRAIN)	0,0001933	-0,0001834
5	18.01	75,032	10,95
	(STRAIN)	0,0003486	-0,0001834
5	29	51,69	-16,605
	(STRAIN)	0,0003223	-0,000168
5	62	22,679	-6,497
	(STRAIN)	0,0002341	-0,0001294
5	62.01	22,675	3,64
	(STRAIN)	0,00026	-0,0001294
6	0	550	748,621
	(STRAIN)	-0,0001225	0,0001291
6	18	79,49	-551,118
	(STRAIN)	0,0002172	-0,0001763
6	18.01	79,447	-1,882
	(STRAIN)	0,0003816	-0,0001763
6	29	48,454	-16,627
	(STRAIN)	0,0003031	-0,0001579
6	62	21,583	-6.033
	(STRAIN)	0,0002203	-0,0001216
6	62.01	21,58	3,564

Tabel 4.24 Hasil analisis KENLAYER (Lanjutan)

(STRAIN)	0,0002443	-0,0001216
----------	-----------	------------

Tabel 4.25 Rekapitulasi hasil analisis *Kenpave*

No	Vertical Stress (Strain) kedalaman 62,01 cm	Horizontal Stress (Strain) kedalaman 18,01 cm
1	0,0002443	-0,0001763
2	0,00026	-0,0001834
3	0,0002443	-0,0001763
4	0,0002443	-0,0001763
5	0,00026	-0,0001834
6	0,0002443	-0,0001763

1.4. Analisa Kerusakan Metode *Asphalt Institute*

Setelah didapatkan hasil output program *kenpave* dapat dilakukan analisis menggunakan nilai N_d (*Rutting*) retak alur dan N_f (*fatigue cracking*) retak leleh dari persamaan analisa kerusakan metode *Asphalt Institute*.

a. Bina Marga 2013

1. Retak leleh (*Fatigue Cracking*)

Untuk menganalisis *fatigue cracking* menggunakan metode *Asphalt Institute* dapat menggunakan persamaan 2.25.

$$N_f = 0,0796 \times (\epsilon_t)^{-3,291} \times (E)^{-0,854}$$

$$N_f = 0,0796 \times (0,0001569)^{-3,291} \times (1.200.000)^{-0,854}$$

$$N_f = 1.696.278,573 \text{ ESAL}$$

2. Retak alur (*Rutting*)

Untuk menghitung *rutting* menggunakan metode *Asphalt Institute* digunakan persamaan 2.26.

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

$$N_d = 1,365 \times 10^{-9} \times (0,0003684)^{-4,477}$$

$$N_d = 3.218.990,58 \text{ ESAL}$$

Tabel 4.26 Regangan Tarik Horizontal dan Regangan Tekan Vertikal Metode

Bina Marga 2013

Regangan Tarik Horizontal <i>Kenpave</i> Terbesar	Regangan Tekan Vertikal <i>Kenpave</i> Terbesar	Analisa Kerusakan Menggunakan <i>Asphalt Institute</i>	
-0,0001569	0,0003684	Nf	1.696.278,573
		Nd	3.218.990,58

Tabel 4.27 Hasil evaluasi retak lelah metode Bina Marga 2013 dengan *Kenpave*

Beban Lalu-lintas Rencana	Analisa Kerusakan Menggunakan <i>Asphalt Institute</i>	Analisa Beban Lalu-lintas
10.905.629,72	1.696.278,573	Tidak Memenuhi

Tabel 4.28 Hasil evaluasi retak alur metode Bina Marga 2013 dengan *Kenpave*

Beban Lalu-lintas Rencana	Analisa Kerusakan Menggunakan <i>Asphalt Institute</i>	Analisa Beban Lalu-lintas
10.905.629,72	3.218.990,58	Tidak Memenuhi

b. AASHTO 1993

1. Retak lelah (*Fatigue Cracking*)

Untuk menganalisis *fatigue cracking* menggunakan metode *Asphalt Institute* dapat menggunakan persamaan 2.25.

$$N_f = 0,0796 \times (\epsilon_t)^{-3,291} \times (E)^{-0,854}$$

$$N_f = 0,0796 \times (0,0001834)^{-3,291} \times (2480400)^{-0,854}$$

$$N_f = 5.45.939,25 \text{ ESAL}$$

2. Retak alur (*Rutting*)

Untuk menghitung *rutting* menggunakan metode *Asphalt Institute* digunakan persamaan 2.26.

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

$$N_d = 1,365 \times 10^{-9} \times (0,00026)^{-4,477}$$

$$N_d = 15.321.347,84 \text{ ESAL}$$

Tabel 4.29 Regangan Tarik Horizontal dan Regangan Tekan Vertikal Metode AASHTO 1993

Regangan Tarik Horizontal <i>Kenpave</i> Terbesar	Regangan Tekan Vertikal <i>Kenpave</i> Terbesar	Analisa Kerusakan Menggunakan <i>Asphalt Institute</i>	
-0,0001834	0,00026	Nf	5.45.939,25
		Nd	15.321.347,84

Tabel 4.30 Hasil evaluasi retak leleh metode AASHTO 1993 dengan *Kenpave*

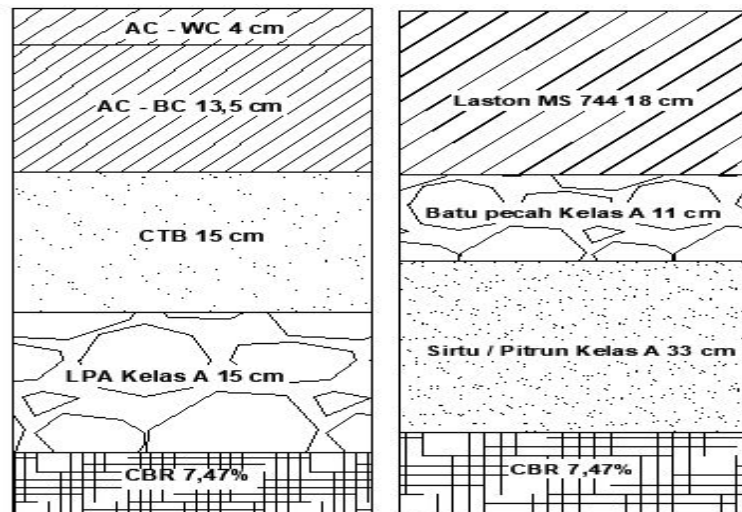
Beban Lalu-lintas Rencana	Analisa Kerusakan Menggunakan <i>Asphalt Institute</i>	Analisa Beban Lalu-lintas
9.914.294,989	545939,25	Tidak Memenuhi

Tabel 4.31 Hasil evaluasi retak alur metode AASHTO 1993 dengan *Kenpave*

Beban Lalu-lintas Rencana	Analisa Kerusakan Menggunakan <i>Asphalt Institute</i>	Analisa Beban Lalu-lintas
9.914.294,989	15.321.347,84	Memenuhi

1.5. Hasil Analisis

Hasil perhitungan yang diperoleh dari metode Bina Marga 2013 dan Metode AASHTO 1993 didapatkan perbedaan ketebalan lapisan dan material seperti pada Gambar 4.25.



Gambar 4.25 Perbedaan tebal perkerasan dari Metode Bina Marga 2013 dan Metode AASHTO 1993

Berdasarkan hasil analisis kerusakan yang telah dilakukan menggunakan metode Bina Marga 2013 memiliki nilai untuk retak lelah (Nf) sebesar 1.696.278,573 ESAL lebih kecil dari nilai beban rencana (Nr) sebesar 10.905.629,72 ESAL dan untuk retak alur (Nd) sebesar 3.218.990,58 ESAL lebih kecil dari nilai beban rencana (Nr) 10.905.629,72 ESAL, sedangkan pada metode AASHTO memiliki nilai retak lelah (Nf) sebesar 545939,25 ESAL dan hanya retak alur (Nd) sebesar 15.321.347,84 ESAL yang lebih besar dari nilai beban rencana (Nr) sebesar 9.914.294.989 ESAL.

Nilai retak lelah (Nf) yang lebih kecil dari nilai beban rencana (Nr) maka lapisan permukaan tersebut tidak mampu menahan beban berulang lalu lintas di atasnya yang merupakan akibat regangan tarik horizontal dibawah lapis permukaan akibat beban sehingga akan mengalami retakan dan kemudian berkembang menjadi retakan berpola kulit buaya yang saling berhubungan maka diperlukan perawatan pada jalan tersebut seperti pelapisan ulang (*overlay*) tersebut sehingga dapat tercapainya umur rencana jalan tersebut.

Nilai retak alur (Nd) yang lebih kecil dari nilai beban rencana (Nr) maka lapis permukaan aspal akan mengalami deformasi penurunan arah memanjang akibat tekan vertikal pada lapisan diatas tanah dasar akibat beban berlebih atau kondisi material yang tidak sesuai sehingga diperlukannya perawatan perkerasan ulang total atau perubahan jenis perkerasan jika dirasa belum mampu menahan beban tersebut. Jika nilai retak lelah kecil dan retak alur besar maka jalan tetap akan mengalami kerusakan tanpa perawatan sehingga diperlukan perkerasan yang mampu menahan beban rencana agar jalan tersebut tetap berfungsi optimal dan dapat mencapai umur rencana untuk mendapat kondisi jalan yang seragam

Perencanaan dengan beban lalu lintas rencana jumlah repetisi beban Nf dan Nd lebih kecil dari beban lalu lintas maka tebal perkerasan yang direncanakan tidak mampu menahan beban lalu lintas, maka perlu adanya penanggulangan lebih lanjut (Dinata dkk., 2017).

Behiry (2012) menyatakan nilai modulus elastisitas lapis permukaan aspal berpengaruh terhadap kerusakan *rutting* dan *fatigue cracking*.