

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Metode Analisa Komponen

Sebagai komponen perancangan tebal lapis perkerasan proyek ruas jalan Gumenter-Kabuaran yang memerlukan data sebagai berikut.

a. Data Lalu-lintas Harian Rata-rata

Data lalu-lintas harian rata-rata pada ruas proyek jalan Gumenter-Kabuaran termasuk padat. LHR yang padat pada jalan tersebut dipicu dengan adanya tempat-tempat strategis seperti sekolah dan balai desa, serta merupakan jalur distribusi material tanah (*borrow area*) untuk proyek jalan rel *double track* Kutoarjo-Kroya. Pada penelitian ini, data diperoleh dari CV. Adhi Jaya selaku konsultan perencanaan. Berikut merupakan data lalu-lintas harian rata-rata tahun 2018 beserta faktor pertumbuhan masing-masing jenis kendaraan.

Tabel 4.1 LHR 2018 (Data Survey Lalu-Lintas 2018)

Jenis Kendaraan	LHR (Kend/2 Arah)	Pertumbuhan Lalulintas, i %
Sedan, Jeep, Station Wagon	155	5
Pick Up	105	5
<i>Micro Bus</i> , <i>Micro Truck</i>	136	5
Bus Kecil	14	5
Bus Besar	0	5
Truk Berat 2 As	0	5
Truk Berat 3 As	0	5
Truk Gandeng 4 As	0	5

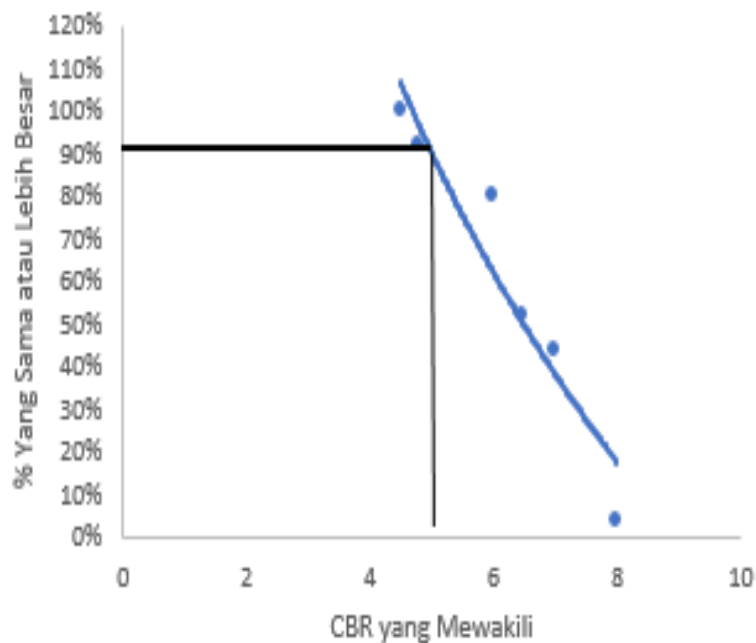
b. CBR Rencana atau *Design*

Pada perhitungan CBR rencana dilakukan metode grafis yang telah ditetapkan oleh Bina Marga dengan cara pengambilan sampel yang diambil pada Sta. 0+000 sampai Sta. 2+240. Berikut data CBR yang telah dilakukan.

Tabel 4.2 Persentase CBR Kumulatif (Data CBR Konsultan Perencana)

CBR	Jumlah yang Sama atau Lebih Besar	Persen yang Sama atau Lebih Besar
4,5	25	100 %
4,8	23	92 %
6	20	80 %
6,5	13	52 %
7	11	44 %
8	1	4 %

Dari data CBR yang telah didapat, dibuat grafik hubungan antara nilai CBR rencana dengan persen yang sama atau lebih besar.



Gambar 4.1 Grafik Nilai CBR 90 %

Berdasarkan grafik Gambar 4.1, diketahui bahwa nilai CBR 90 % sebagai nilai CBR yang mewakili perhitungan yakni 5 %.

c. LHR Akhir Umur Rencana

LHR ini dapat ditentukan berdasarkan Rumus 2.4. Berdasarkan rumus tersebut, didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 4.3 LHR Akhir Umur Rencana (Data Survey Lalu-Lintas 2018)

No.	Jenis Kendaraan	LHR 2018 (Kend/2 Arah Hari)	LHR 2037 (Kend/2 Arah Hari)
1	Sedan, Jeep, Station Wagon	155	412
2	Pick Up	105	279
3	<i>Micro Bus, Micro Truck</i>	136	361
4	Bus Kecil	14	38
5	Bus Besar	0	0
6	Truk Berat 2 As	0	0
7	Truk Berat 3 As	0	0
8	Truk Gandeng 4 As	0	0

d. Angka Ekuivalen

Pada perhitungan angka ekuivalen kendaraan dapat menggunakan Persamaan 2.1, 2.2, 2.3. Konfigurasi beban sumbu kendaraan dan berat total maksimum kendaraan berdasarkan Tabel 2.4.

1) Kendaraan jenis mobil penumpang, sedan, Jeep, Station Wagon:

Berat total maksimum = 2000 Kg

Distribusi beban = Sumbu depan 50 % dan belakang 50 %

Angka Ekuivalen,

$$E = \left[\frac{\text{Beban satu sumbu dalam kg}}{8160} \right]^4$$

$$E = \left[\frac{2000 \times 0,5}{8160} \right]^4 + \left[\frac{2000 \times 0,5}{8160} \right]^4$$

$$E = 0,00023 + 0,00023$$

$$E = 0,00046$$

2) Kendaraan jenis *Pick Up*:

Berat total maksimum = 3500 Kg

Distribusi beban = Sumbu depan 50 % dan belakang 50 %

Angka Ekuivalen,

$$E = \left[\frac{\text{Beban satu sumbu dalam kg}}{8160} \right]^4$$

$$E = \left[\frac{3500 \times 0,5}{8160} \right]^4 + \left[\frac{3500 \times 0,5}{8160} \right]^4$$

$$E = 0,0021 + 0,0021$$

$$E = 0,0042$$

3) Kendaraan jenis *Micro Bus, Micro Truck*:

Berat total maksimum = 8300 Kg

Distribusi beban = Sumbu depan 34 % dan belakang 66 %

Angka Ekuivalen,

$$E = \left[\frac{\text{Beban satu sumbu dalam kg}}{8160} \right]^4$$

$$E = \left[\frac{8300 \times 0,34}{8160} \right]^4 + \left[\frac{8300 \times 0,66}{8160} \right]^4$$

$$E = 0,0143 + 0,2031$$

$$E = 0,2174$$

Tabel 4.4 Angka Ekuivalen

No.	Jenis Kendaraan	Beban Maksimum Kendaraan (Ton)	Faktor Beban Ekuivalen		E Total
			Depan	Belakang	
1	Sedan, Jeep, Station Wagon	2	0,00023	0,00023	0,00046
2	Pick Up	3,5	0,0021	0,0021	0,0042
3	<i>Micro Bus, Micro Truck</i>	8,3	0,0143	0,2031	0,2174
4	Bus Kecil	8,3	0,0143	0,2031	0,2174
5	Bus Besar	-	-	-	-

Tabel 4.4 Lanjutan

No.	Jenis Kendaraan	Beban Maksimum Kendaraan (Ton)	Faktor Beban		E Total
			Ekivalen Depan	Belakang	
6	Truk Berat 2 As	-	-	-	-
7	Truk Berat 3 As	-	-	-	-
8	Truk Gandeng 4 As	-	-	-	-

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

Untuk menentukan nilai lintas ekivalen permulaan (LEP) dan lintas ekivalen akhir (LEA), dapat menggunakan Persamaan 2.6 dan Persamaan 2.7.

Tabel 4.5 Nilai LEP dan LEA

Jenis Kendaraan	LHR		C	E	LEP	LEA
	2018	2037			2018	2037
Sedan, Jeep, Station Wagon	155	412	0,5	0,00046	0,036	0,095
Pick Up	105	278	0,5	0,00420	0,221	0,583
<i>Micro Bus, Micro Truck</i>	136	360	0,5	0,21740	14,783	39,128
Bus Kecil	14	38	0,5	0,21740	1,522	4,134
Bus Besar	0	0	0,5	-	-	-
Truk Berat 2 As	0	0	0,5	-	-	-
Truk Berat 3 As	0	0	0,5	-	-	-
Truk Gandenga 4 As	0	0	0,5	-	-	-
Total	410	1090			16,562	43,940

f. Lintas Ekuivalen Tengah (LET)

Untuk menentukan nilai lintas ekuivalen tengah, dapat menggunakan Persamaan 2.8 seperti berikut:

$$\begin{aligned} \text{LET} &= \frac{\text{LEP} + \text{LEA}}{2} \\ &= \frac{16,562 + 43,940}{2} \\ &= 30,25 \end{aligned}$$

g. Lintas Ekuivalen Rencana (LER)

Mengitung lintas ekuivalen rencana dapat menggunakan Persamaan 2.9 seperti berikut.

$$\begin{aligned} \text{LER} &= \text{LET} \times \text{FP} \\ \text{LER} &= 30,25 \times \left(\frac{20}{10}\right) \\ \text{LER} &= 60,5 \end{aligned}$$

h. Faktor Regional (FR)

Untuk menentukan nilai faktor regional (FR) terlebih dahulu menghitung persentase kendaraan berat. Perhitungan persentase kendaraan berat dapat menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} \% \text{ Kendaraan Berat} &= \frac{\text{Berat kendaraan berat (Ton)}}{\text{Berat kendaraan total (Ton)}} \times 100 \% \\ &= \frac{150}{410} \times 100 \% \\ &= 36,6 \% \end{aligned}$$

Kemudian setelah menghitung faktor regional, selanjutnya melihat beberapa faktor lain, seperti curah hujan di daerah Kutowinangun yang diambil dari stasiun hujan terdekat yakni stasiun Pejengkolan sebesar < 900 mm dan kelandaian jalan sebesar < 6 % di daerah tersebut. Maka didapatkan nilai FR sebesar 1.

Tabel 4.6 Curah Hujan Tahunan (<http://pusdataru.jatengprov.go.id/>, 2017)

Tahun	Rata-rata (mm/thn)
2009	161
2010	337

Tabel 4.6 Lanjutan

Tahun	Rata-rata (mm/thn)
2011	221
2012	183
2013	241
2014	228
2015	194

i. Indeks Permulaan Umur Rencana (IPo)

Untuk penentuan nilai IPo dengan cara memperhatikan bahan perkerasan dan *Roughness* pada lapis permukaan, kemudian berdasarkan nilai IPo pada Tabel 2.7 lapis permukaan perkerasan. Pembangunan ruas jalan Gumenter-Kabuaran menggunakan bahan lapis aspal LASTON serta *Roughness* > 1000. Dari Tabel 2.7 IPo direncanakan menggunakan nilai $IPo \geq 3,9 - 3,5$.

j. Indeks Permukaan Akhir (IPt)

Untuk menentukan nilai IPt, perlu memperhatikan beberapa faktor seperti LER dan kelas jalan. Berdasarkan Tabel 2.6, ruas jalan Gumenter-Kabuaran termasuk dalam klasifikasi kelas jalan kolektor dengan nilai LER = 60,5 sehingga didapatkan nilai IPt = 1,5.

k. Daya Dukung Tanah (DDT)

Nilai dari daya dukung tanah ditetapkan dengan grafik kolerasi antara nilai CBR dengan DDT yang mengacu pada Gambar 2.1 atau didapatkan berdasarkan rumus :

$$\begin{aligned}
 DDT &= 4,3 \text{ Log CBR} + 1,7 \\
 &= 4,3 \text{ Log } (5) + 1,7 \\
 &= 4,71
 \end{aligned}$$

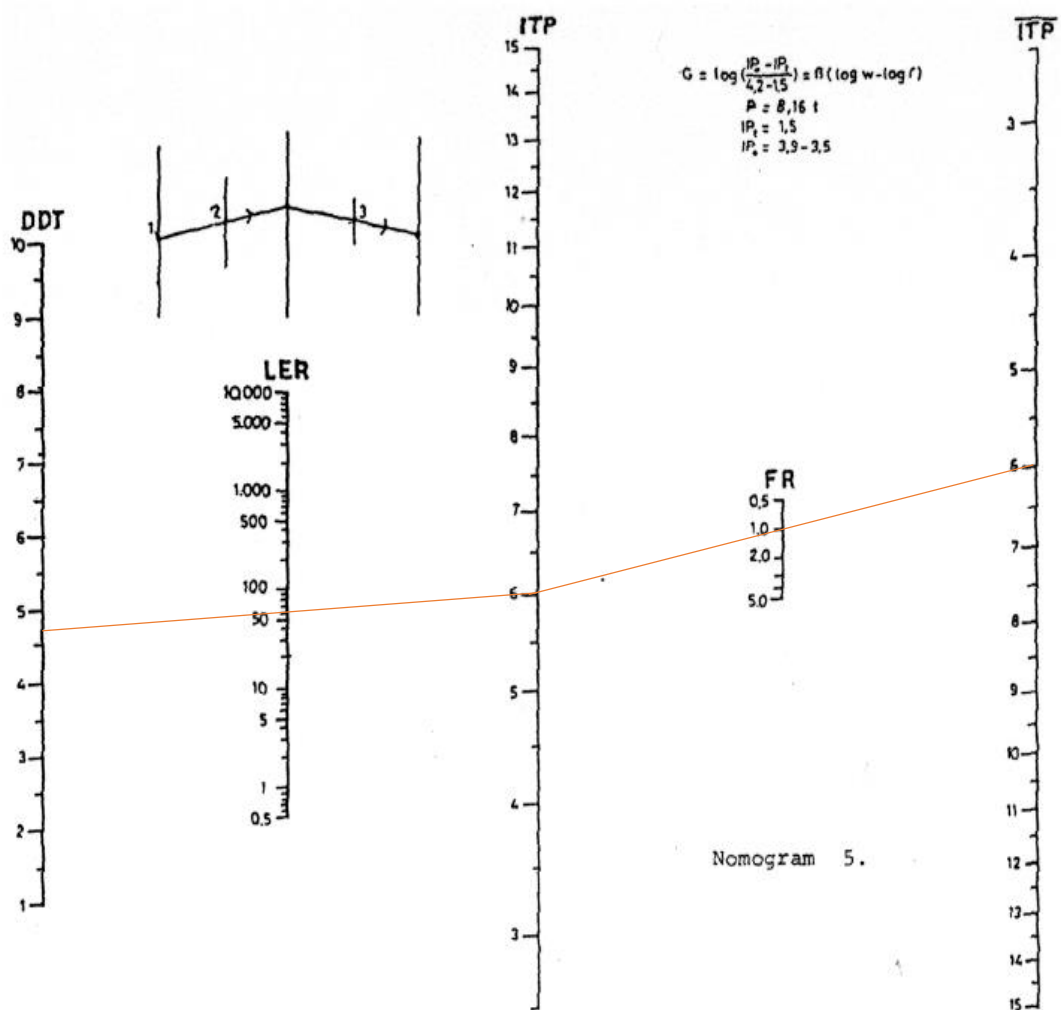
1. Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

$$IP_t = 1,5 \text{ dan } IP_o = 3,5-3,9$$

$$DDT = 4,71$$

$$LER = 60,5$$

$$FR = 1$$



Gambar 4.2 Hasil *plotting* nomogram kolerasi antara DDT, LED, FR dan ITP.

m. Tebal Perkerasan

Untuk menghitung tebal perkerasan dapat menggunakan Persamaan 2.12 dengan nilai $ITP = 6$. Nilai koefisien kekuatan bahan relatif (a) mengacu pada Tabel 2.8.

$$\text{Lapis permukaan Laston} \quad a_1 = 0,3$$

$$\text{Lapis Pondasi atas Laston Atas} \quad a_2 = 0,24$$

$$\text{Lapis pondasi bawah Sirtu kelas B} \quad a_3 = 0,12$$

Sesuai dengan Tabel 2.9 dan Tabel 2.10 tentang batas-batas tebal lapis permukaan dan pondasi berdasarkan nilai ITP, maka :

D1 = Minimum 7,5 cm, digunakan 7,5 cm

D2 = Minimum 10 cm, digunakan 10 cm

Untuk nilai D3 dihitung menggunakan Persamaan:

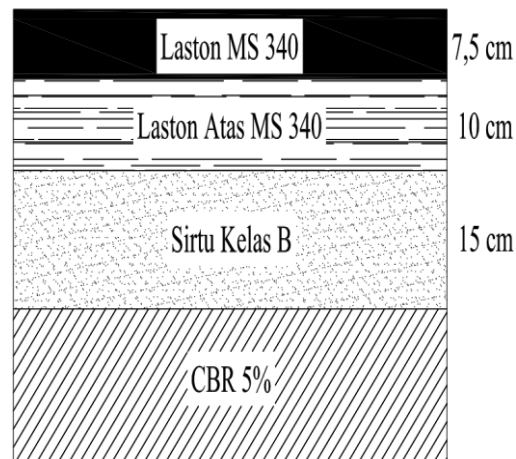
$$ITP = a_1.D_1 + a_2.D_2 + a_3.D_3$$

$$6 = 0,3.7,5 + 0,24.10 + 0,12.D_3$$

$$D_3 = \frac{6 - (0,3 \cdot 7,5 + 0,24 \cdot 10)}{0,12}$$

$$D_3 = 11,25$$

$$D_3 = 15 \text{ cm}$$



Gambar 4.3 Hasil Perancangan Tebal Perkerasan Metode Analisa Komponen

4.2. Metode Austroads

Perancangan tebal perkerasan jalan menggunakan metode Austroads berdasarkan data dari metode Analisa Komponen. Data tersebut meliputi karakteristik material yang digunakan, kondisi lingkungan dan sifat tanah dasar yang sesuai dengan keadaan yang ada di Indonesia.

a. Perhitungan Lalu-lintas Rencana

Data yang digunakan dalam perhitungan ialah lalu-lintas harian rata-rata tahunan (AADT = *Annual Average Daily Traffic*) dan persen kendaraan komersial.

Tabel 4.7 LHR 2015 dan LHR 2035

Jenis Kendaraan	LHR 2017	i %	LHR 2037
	(Kend/2 Arah Hari)		(Kend/2 Arah Hari)
Sedan, Jeep, Station Wagon	155	5	412
Pick Up	105	5	279
<i>Micro Bus, Micro Truck</i>	136	5	361
Bus Kecil	14	5	38
Bus Besar	0	5	0
Truk Berat 2 As	0	5	0
Truk Berat 3 As	0	5	0
Truk Gandeng 4 As	0	5	0
Jumlah	410		1090

b. Perancangan Tebal Perkerasan

Dalam perancangan tebal perkerasan Metode Austroads membutuhkan perhitungan % kendaraan komersial dan perhitungan nilai NE. Perhitungan % kendaraan komersial dan perhitungan nilai dari NE dapat dihitung menggunakan persamaan:

1) Perhitungan % Kendaraan Komersial

$$\begin{aligned}
 C (\%) &= \frac{\text{Jumlah Kendaraan Komersil}}{\text{Jumlah Total Kendaraan}} \times 100 \% \\
 C &= \frac{(105+136+14)}{410} \times 100 \% \\
 C &= 62,2 \%
 \end{aligned}$$

2) Perhitungan NE

Dalam perhitungan nilai untuk NE, membutuhkan tiga parameter, yaitu nilai AADT, F dan C. Nilai AADT diperoleh dari total LHR tahun 2018 pada ruas jalan Kabuaran - Gumenter yaitu 410 kendaraan perhari. Nilai F diperoleh pada Tabel 2.14 dengan menentukan kelas dari fungsi jalan, yaitu

kelas jalan 3. Alasan ruas jalan Kabuaran - Gumenter termasuk kelas 3, karena jalan ini merupakan jalan yang menghubungkan kota kecamatan Kabuaran dengan Kecamatan Gumenter dan beberapa kecamatan lain yang merupakan kota penting (*Importan*) yang ada di Kabupaten Kebumen. Kemudian dikorelasikan dengan daerah *Northern Territory* di Australia bagian paling utara, karena berdasarkan Tabel 2.15 *Northern Territory* memiliki suhu perkerasan yang mirip dengan Suhu Perkerasan Rerata Tahunan yang ada di Jawa Tengah, sehingga diperoleh nilai $F = 2,5$.

$$\begin{aligned} NE &= AADT \times F \times C \\ &= 410 \times 2,5 \times 62,2/100 \\ &= 637,6 \end{aligned}$$

3) Perhitungan ESA's

Dalam perhitungan nilai ESA's, terlebih dahulu menentukan nilai *Growth Factor* menggunakan Tabel 2.12. Dengan periode desain selama 20 tahun dan nilai pertumbuhan lalu lintas sebesar 5 %. Dengan perhitungan interpolasi, maka diperoleh nilai GF sebesar 33,3 %.

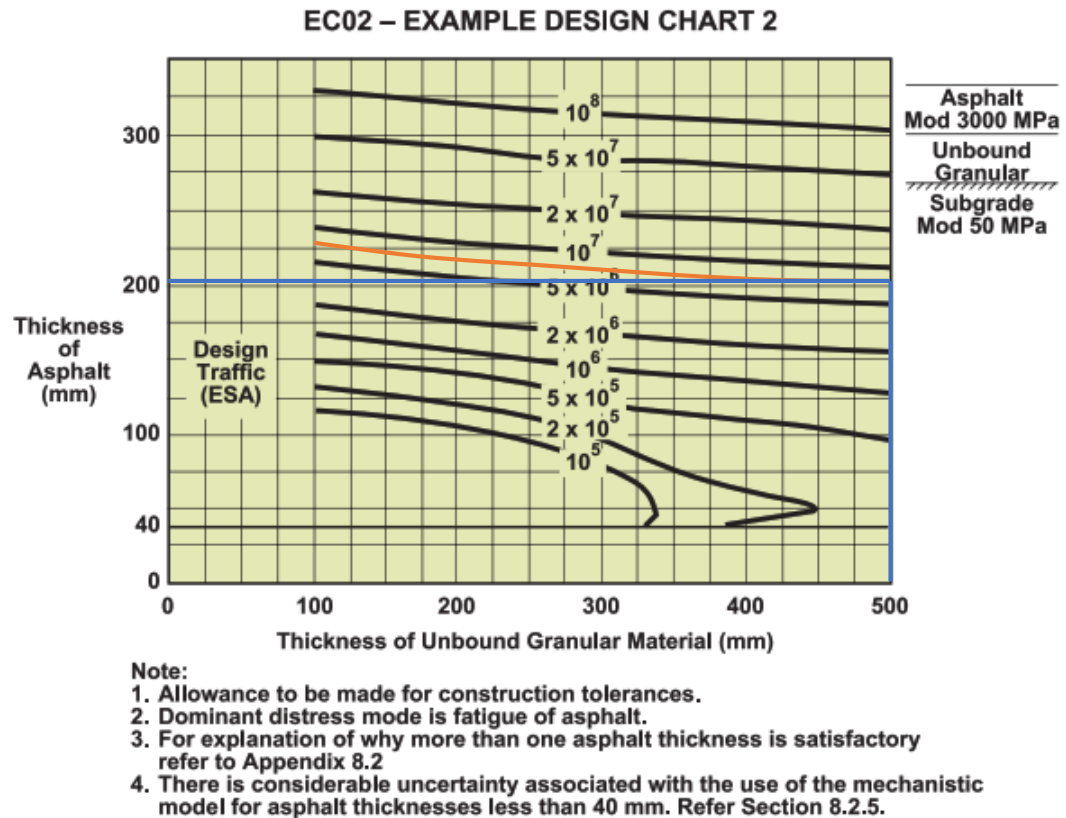
$$\begin{aligned} \text{ESA's} &= NE \times 365 \times GF \\ &= 637,6 \times 365 \times 33,3\% \\ &= 7749709,2 \\ &= 7,75 \times 10^6 \end{aligned}$$

c. Perhitungan Lapis Perkerasan

Untuk menghitung lapis perkerasan, digunakan *desain chart* kategori 1 yang terdiri dari 3 lapis perkerasan seperti pada Tabel 2.14. Dengan nilai CBR sebesar 5 % atau Modulus Ressilien sebesar 51,5 MPa dan nilai ESA's sebesar $7,75 \times 10^6$, maka digunakanlah *chart* EC02 untuk menentukan tebal lapis perkerasannya. Tahap memperoleh nilai ketebalan sebagai berikut berdasarkan desain grafis :

- 1) Menentukan *Design Traffic* (ESA) pada *Desain Chart* sesuai nilai ESA's yang diperoleh.

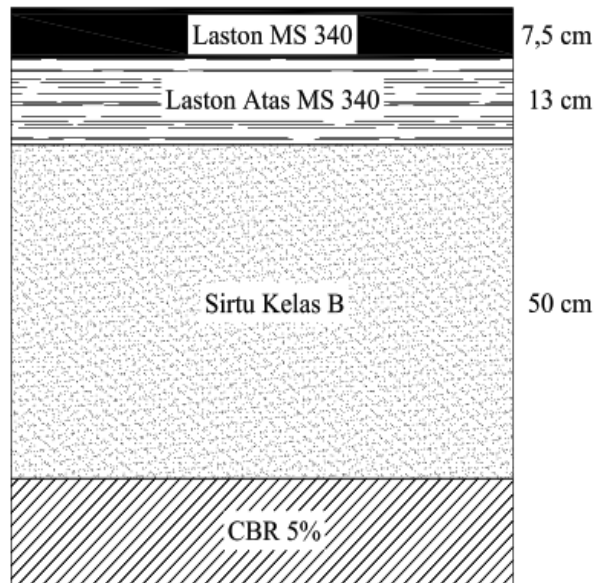
- 2) Berdasarkan letak *Design Traffic* (ESA/ garis merah), tebal perkerasan tidak boleh kurang dari 200 mm, maka dipilih tebal perkerasan paling kecil sebesar 205 mm.
- 3) Maka diperoleh tebal *Unbound Granular* sebesar 500 mm.



Gambar 4.4 *Desain Chart* Penentuan Nilai Perkerasan Jalan

D1 = Lapis Aspal 3000 MPa dengan tebal 20,5 cm

D2 = Material *Granular* dengan tebal 50 cm



Gambar 4.5 Hasil Perancangan Tebal Perkerasan Metode Austroads

Untuk mempermudah perbandingan dan analisis tiap metode, maka jenis lapis perkerasan berdasarkan Metode Austroads ini menggunakan jenis lapis perkerasan yang sama dengan Metode Analisa Komponen.

4.3. Evaluasi Tebal Lapis Perkerasan

Setelah memperoleh tebal perkerasan dengan perhitungan metode Analisa Komponen dan metode Austroads, selanjutnya tebal perkerasan dievaluasi menggunakan program *Kenpave* pada bagian menu *Kenlayer*.

4.3.1. Evaluasi Kerusakan Jalan

- a. Mencari nilai repetisi beban rencanan (Nr).

$$\begin{aligned}
 \text{CESA} &= \sum m \times 365 \times E \times C \times N \\
 N &= \frac{1}{2} \left[1 + (1+r)^n + 2(1+r) \frac{(1+r)^{n-1} - 1}{r} \right] \\
 &= \frac{1}{2} \left[1 + (1+0,05)^{20} + 2(1+0,05) \frac{(1+0,05)^{20-1} - 1}{0,05} \right] \\
 &= 33,89
 \end{aligned}$$

- b. Mobil Penumpang, Sedan, dan Jeep

$$\begin{aligned}
 \text{CESA} &= \sum m \times 365 \times E \times C \times N \\
 &= 155 \times 365 \times 0,00046 \times 0,5 \times 33,89 \\
 &= 440,99 \text{ ESAL}
 \end{aligned}$$

c. Pick up

$$\begin{aligned} \text{CESA} &= \sum m \times 365 \times E \times C \times N \\ &= 105 \times 365 \times 0,0042 \times 0,5 \times 33,89 \\ &= 2.727,55 \text{ ESAL} \end{aligned}$$

d. Micro Truck, Mikro Bus

$$\begin{aligned} \text{CESA} &= \sum m \times 365 \times E \times C \times N \\ &= 136 \times 365 \times 0,2174 \times 0,5 \times 33,89 \\ &= 182.865,97 \text{ ESAL} \end{aligned}$$

e. Bus Kecil

$$\begin{aligned} \text{CESA} &= \sum m \times 365 \times E \times C \times N \\ &= 14 \times 365 \times 0,2174 \times 0,5 \times 33,89 \\ &= 18.824,44 \text{ ESAL} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f. CESA total} &= 440,99 + 2.727,55 + 182.865,97 + 18.824,44 \\ &= 204.858,95 \text{ ESAL} \end{aligned}$$

4.3.2. Rincian Tebal Perkerasan Metode Analisa Komponen

a. Parameter Tebal Perkerasan Jalan Metode Analisa Komponen

Tebal perkerasan jalan dengan metode Analisa Komponen terdiri dari 4 lapis. Nilai E dan μ (*Poisson's Ratio*) sebagai parameter yang dibutuhkan dalam evaluasi tebal perkerasan.

Tabel 4.8 Parameter Tebal Perkerasan Metode Analisa Komponen

Lapis	Parameter	Nilai	Tebal(cm)
Lapis Permukaan	E	1.380.000 kpa	7,5
	<i>Poisson' Ratio</i>	0,4	
Lapis Pondasi Atas	E	1.794.000 kpa	10
	<i>Poisson' Ratio</i>	0,4	
Lapis Pondasi Bawah	E	117.300 kpa	15
	<i>Poisson' Ratio</i>	0,35	
Subgrade	E	50.000 kpa	∞
	<i>Poisson' Ratio</i>	0,45	

b. Evaluasi Tebal Perkerasan

Adapun langkah-langkah evaluasi tebal perkerasan Metode Analisa Komponen menggunakan Program *Kenpave* sebagai berikut: