

BAB V

ANALISA MASALAH

5.1. Analisa Pertumbuhan Lalulintas

Dalam hal ini penyusun mengambil jumlah pemilikan kendaraan di Kabupaten Sleman untuk perhitungan tingkat pertumbuhan lalulintas. Adapun perhitungan pertumbuhan lalulintas dengan cara regresi seperti pada tabel 5.1 berikut ini.

Tabel 5.1. Kepemilikan Kendaraan di Kabupaten Sleman

Golongan	1	2	3	Jumlah	SMP
1994	12950	1410	5118	19472	29708
1995	13925	1510	5503	20938	34967

Sumber data : Biro Pusat Statistik Propinsi D.I. Yogyakarta

Keterangan :

1. Mobil penumpang dan Sepeda motor
2. Bus
3. Truk 2 (dua) sumbu

Tabel 5.2. Perhitungan secara regresi

Tahun	X_i	Y_i	$X_i \cdot Y_i$	X_i^2
1994	1	29708	29708	1
1995	2	34967	69928	4
Σ	3	64672	99636	5

$$a = \frac{(\Sigma Y_i) \cdot (\Sigma X_i^2) - (\Sigma X_i) \cdot (\Sigma X_i \cdot Y_i)}{n \cdot (\Sigma X_i^2) - (\Sigma X_i)^2}$$

$$a = \frac{64672 \cdot 5 - 3 \cdot 99636}{2 \cdot 5 - 3^2} = 24452$$

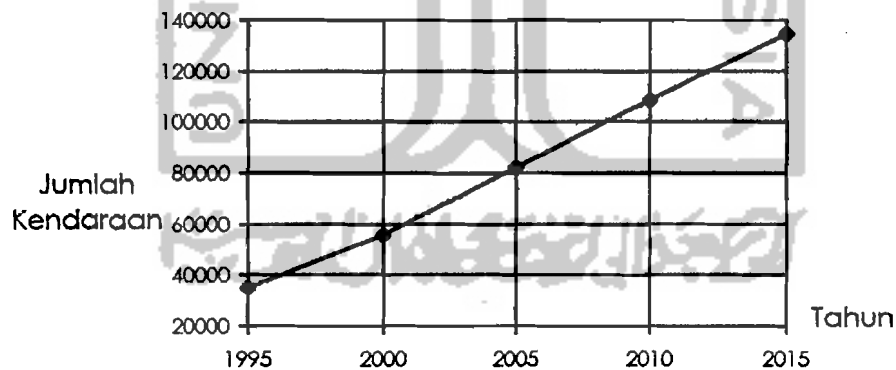
$$b = \frac{n(\sum X_i \cdot Y_i) - (\sum X_i) \cdot (\sum Y_i)}{n \cdot (\sum X_i^2) - (\sum X_i)^2}$$

$$b = \frac{2 \cdot 99636 - 3 \cdot 64672}{2 \cdot 5 - 3^2} = 5256$$

$$Y = 24452 + 5256 X$$

Tabel 5.3. Perhitungan Kepemilikan Kendaraan Secara Regresi Linier sampai 2015

Tahun	X (tahun)	Y (jumlah kepemilikan kendaraan)
1994	1	29708
1995	2	34964
2000	6	55988
2005	11	82268
2010	16	108548
2015	21	134828



Gambar 5.1 Grafik kepemilikan kendaraan

Untuk menghitung tingkat pertumbuhan kepemilikan kendaraan di daerah Sleman digunakan rumus bunga berganda, yaitu :

$$P_n = P_0 (1 + i)^n$$

dengan, P_0 = jumlah kendaraan awal tahun (1994)

P_n = jumlah kendaraan tahun akhir (2015)

i = tingkat pertumbuhan

n = jumlah tahun

Dari rumus di atas dapat ditulis :

$$i = \sqrt[n]{\frac{P_n}{P_0}} - 1$$

$$i = \sqrt[21]{\frac{134828}{29708}} - 1 = 0,0746 \cdot 100 \% = 7,46 \%$$

Jumlah kepemilikan kendaraan di wilayah Kabupaten Sleman tidak menjamin semuanya melintasi jalan Kentungan - Besi, sehingga tingkat pertumbuhan sebesar 7,46 % tidak bisa dijadikan patokan, jadi hanya sebagai pembandingan.

Dari hasil wawancara penyusun dengan berbagai pihak, seperti Dinas PU Propinsi DI Yogyakarta, bahwa pertumbuhan lalu lintas pada ruas jalan Kentungan - Besi berkisar antara 7 - 10 % , karena ruas jalan Kentungan - Besi sangat dipengaruhi oleh kondisi arus lalu lintas dari Yogyakarta, disamping itu merupakan jalan penghubung ke kawasan wisata Kaliurang juga ke kompleks perumahan dan lembaga pendidikan.

Dengan pertimbangan kesimpulan dan keterangan maka penyusun mengasumsikan pertumbuhan lalu lintas pada ruas jalan Kentungan-Besi adalah 7 % yang selanjutnya akan dipergunakan sebagai dasar perencanaan.

5.2. Analisa Geometrik Jalan

1. Keadaan fisik dan topografi daerah

Berdasarkan spesifikasi Bina Marga dalam buku Perencanaan Geometrik Jalan Raya No. 13/1970 [2, p. 6] maka ruas jalan Kentungan - Besi ini tergolong bermedan datar meskipun ada bagian jalan yang menaik, namun pada umumnya tergolong pada medan yang datar, disamping karena kelandaiannya tidak lebih dari 9,9 %. Kondisi perkerasan jalannya pada umumnya masih dalam keadaan baik, namun di beberapa tempat terdapat jalan yang bergelombang, hal ini dapat mengurangi tingkat keamanan dan kenyamanan dalam berkendara.

Daerah yang dilalui jalan ini sebagian besar merupakan daerah perumahan dan perkampungan, disamping itu juga terdapat beberapa pasar, perkantoran, kompleks militer, sekolah, tempat pelayanan kesehatan, pertanian dan sebagian kecil terdapat daerah industri.

2. Lalulintas

Lalulintas yang melewati ruas jalan Kentungan - Besi ini terdiri dari sepeda motor, mobil penumpang baik yang melayani penumpang umum atau pribadi, bus, truk 2 as, dan kendaraan tidak bermotor (sepeda).

3. Klasifikasi jalan.

Berdasarkan jumlah lalulintas harian rata-rata pada bulan pebruari 1995, kendaraan yang melewati ruas jalan ini (kendaraan bermotor) mencapai 1120 kendaraan dalam 2 arah, berarti jalan ini termasuk jalan kelas III yang mempunyai ketetapan lalulintas harian rata-rata (dalam SMP) kurang dari 1500 kendaraan.

Berdasarkan lebar lajur, maka ruas jalan Kentungan - Besi ini termasuk dalam jalan sekunder kelas jalan II C yang mempunyai lebar lajur 2,75 meter.

4. Penampang Melintang

Lebar perkerasan jalan Kentungan - Besi rata-rata 5,50 meter, berarti lebar lajunya adalah 2,75 meter dengan lereng melintang normal. Sementara itu lebar truk normal 2,25 meter bahkan ada yang 2,50 meter, hal ini tentu akan menimbulkan kesulitan lalu lintas apabila lebar lajur yang ada pada saat ini tetap dipertahankan.

5.3. Kelengkapan jalan

Dalam konstruksi jalan raya, sangat diperlukan sekali kelengkapan jalan yang berfungsi untuk menunjang dan meningkatkan efektifitas penggunaan jalan, keamanan, ketertiban dan kenyamanan berlalu lintas.

Adapun kelengkapan jalan meliputi beberapa hal, antara lain marka jalan, rambu-rambu lalu lintas dan pengaman tepi.

1. Marka Jalan

Ruas jalan Kentungan - Besi yang mempunyai lebar perkerasan rata-rata 5,5 meter terasa begitu sempit saat kendaraan berpapasan atau bila hendak melakukan gerakan menyiap, terutama kendaraan-kendaraan besar seperti truk dan bus.

Menurut pengamatan penyusun, di beberapa tempat pada ruas jalan ini kurangnya terdapat marka jalan yang seharusnya ada, seperti pada daerah pasar, sekolah, kompleks perumahan, atau tempat lain yang menimbulkan keramaian pada

waktu tertentu, seharusnya dibuat garis penyeberangan (Zebra Cross), sehingga orang yang akan menyeberang bisa melakukannya dengan rasa aman. Disamping itu juga pada ruas jalan ini belum atau tidak ada garis pemisah lajur sehingga kurang memberi ketegasan kepada pengemudi mengenai batas lajur yang dipergunakan, sehingga akan mengurangi keamanan dan kenyamanan dalam berlalulintas.

3. Rambu-rambu lalulintas

Ruas jalan Kentungan - Besi dapat digolongkan kedalam medan yang datar dan lurus yang seharusnya dipasang rambu-rambu peringatan, agar pengemudi tidak terlena dalam memacu kendaraannya. Hal tersebut penyusun temukan di beberapa tempat bahwa kurangnya rambu-rambu lalulintas yang terdapat disepanjang ruas jalan ini, misalnya mendekati pasar, sekolahan, atau pertigaan serta rambu-rambu yang lainnya.

4. Pengaman tepi

Disamping marka jalan serta rambu-rambu lalulintas, penyusun juga mengamati kelengkapan jalan yang lain yaitu pengaman tepi. Pada umumnya ruas jalan Kentungan - Besi belum adanya pengaman tepi, walaupun misalnya ada belum memenuhi persyaratan keamanan.

Pengaman tepi ini berfungsi untuk menghindari jangan sampai kendaraan keluar dari badan jalan.

5.4. Analisa Tingkat Pelayanan

Seperti yang telah disebutkan pada bab terdahulu, bahwa dalam menghitung tingkat pelayanan suatu jalan dipergunakan metode dari HCM (Highway Capacity Manual) tahun 1985. Begitu juga halnya dengan perhitungan tingkat pelayanan jalan Kentungan - Besi. Kondisi ideal untuk jalan 2 "lane" (4 lajur) tidak dibatasi oleh geometrik jalan, arus lalu lintas atau kondisi lingkungan (HCM 1985).

Kondisi ideal tersebut meliputi :

1. Kecepatan rencana (V_r) \geq 60 mph
2. Lebar jalan \geq 12 ft (3,6 meter)
3. Lebar bersih bahu jalan \geq 6 ft (1,8 m)
4. Tidak terdapat gangguan lalu lintas lain pada jalan
5. Didalam arus lalu lintas semuanya mobil penumpang
6. Prosentase distribusi kendaraan 50/50
7. Kondisi medan datar

Kapasitas jalan 2 "lane" untuk luar kota yang ideal adalah 2800 kendaraan/jam. Batas kapasitas terendah harus lebih besar dari 2000 kendaraan/jam. Distribusi arah lalu lintas yang diidentifikasi adalah : 50/50, 50/45, 60/40, 70/30 dan 80/20.

Dari HCM dapat diturunkan rumus tingkat pelayanan sebagai berikut :

$$SF = 2800 \times (v/c) \times f_d \times f_w \times f_{Hv}$$

Dengan catatan :

Konstanta distribusi kendaraan : $50/50 = 2800$

$60/40 = 2650$

$70/30 = 2500$

$80/20 = 2100$

5.4.1. Tingkat Pelayanan Jalan Kentungan - Besi tahun 1995

Berdasarkan rumus di atas dapat dihitung tingkat pelayanan jalan Kentungan - Besi pada saat sekarang yang kami hitung berdasarkan data sekunder dari Dinas PU Propinsi DI Yogyakarta, dengan data sebagai berikut :

- Lalulintas dua arah lajur dengan distribusi 60/40
- Lebar lajur 2,75 meter = 9,02 ft
- Prosentase kendaraan yang tidak melewati jalan ini (percent no passing zone) = 0
- Lebar kebebasan samping = 2 m = 6,56 ft
- Volume jam puncak = 2108 SMP
- Dari tabel 8-1 HCM tahun 1985 (Lampiran 13), didapat :
 - v/c = 0,15 untuk "Level Of Service" (LOS) A
 - = 0,27 untuk LOS B
 - = 0,43 untuk LOS C
 - = 0,64 untuk LOS D
 - = 1,00 untuk LOS E
 - = >1,00 untuk LOS F

- Untuk distribusi jalan 60/40, dari tabel 8-4 HCM tahun 1985 (Lampiran 13) diperoleh faktor distribusi (f_d) = 0,94
- Untuk kebebasan samping = 6,56 ft, maka dari tabel 8-5 HCM tahun 1985 (Lampiran 13) diperoleh faktor kebebasan samping (f_w) :

0,70 untuk LOS A - D ; 0,76 untuk LOS E

- Dari tabel 8-6 HCM tahun 1985 (Lampiran 14) diperoleh faktor perbandingan :
- Kendaraan penumpang terhadap truk :

E_t = 2,0 untuk LOS A
 = 2,2 untuk LOS B dan C
 = 2,0 untuk LOS D dan E

- Kendaraan wisata terhadap truk :

E_r = 2,2 untuk LOS A
 = 2,5 untuk LOS B dan C
 = 1,6 untuk LOS D dan E

- Kendaraan bus terhadap truk :

E_b = 1,8 untuk LOS A
 = 2,0 untuk LOS B dan C
 = 1,6 untuk LOS D dan E

- Faktor pengaruh jenis aliran lalu lintas :

$$P_t = \frac{67}{2108} = 0,0318 \text{ (truk)} ; \quad P_r = 0,00 \text{ (kendaraan wisata)}$$

$$P_b = \frac{48}{2108} = 0,0228 \text{ (bus)}$$

$$f_{HV} = 1 / [1 + Pt (Et-1) + Pr (Er-1) + Pb (Eb-1)]$$

$$f_{HV} \text{ (LOS A)} = 1 / [1 + 0,0318 (2-1) + 0,00 (2,2-1) + 0,0228 (1,8-1)]$$

$$= 0,9523$$

$$f_{HV} \text{ (LOS B,C)} = 1 / [1 + 0,0318 (2,2-1) + 0,00 (2,5-1) + 0,0228 (2-1)]$$

$$= 0,9425$$

$$f_{HV} \text{ (LOS D,E)} = 1 / [1 + 0,0318 (2-1) + 0,00 (1,6-1) + 0,0228 (1,6 - 1)]$$

$$= 0,9565$$

$$SF = 2650 \times (v/c) \times fd \times fw \times fHv$$

$$SF_A = 2650 \times 0,15 \times 0,94 \times 0,70 \times 0,9523$$

$$= 249,0788 \text{ Vph}$$

$$SF_B = 2650 \times 0,27 \times 0,94 \times 0,70 \times 0,9425$$

$$= 443,7281 \text{ Vph}$$

$$SF_C = 2650 \times 0,43 \times 0,94 \times 0,70 \times 0,9425$$

$$= 706,6780 \text{ Vph}$$

$$SF_D = 2650 \times 0,64 \times 0,94 \times 0,70 \times 0,9565$$

$$= 1067,4234 \text{ Vph}$$

$$SF_E = 2650 \times 1,00 \times 0,94 \times 0,76 \times 0,9565$$

$$= 1810,8075 \text{ Vph}$$

$$v = \frac{V}{PHF}$$

dengan : v = angka alir untuk periode 15 menit dari jam sibuk

PHF = faktor jam sibuk ; V = volume jam sibuk

Dari data diperoleh : $V = 2108 \text{ SMP}$

$$V \cdot \frac{1}{4} JP = \frac{1}{4} \cdot 2108 = 527 \text{ SMP}$$

Dari tabel 8 - 3, HCM '85 (lampiran 15) didapat faktor jam sibuk :

$$PHF = 0,91$$

$$\text{maka : } v = \frac{2108}{0,91} = 2316,4835 \text{ vph}$$

$$\begin{aligned} v / SF &= 2316,4835 / 1810,8075 \quad (\text{SF diambil yang terbesar} = SF_E) \\ &= 1,2792 > 1 \end{aligned}$$

- Berdasarkan dari perbandingan antara v dan SF tersebut di atas, maka ruas jalan Kentungan - Besi ini mempunyai tingkat pelayanan F pada jam sibuk.

5.4.2. Analisa Tingkat Pelayanan Jalan Kentungan - Besi hingga tahun 2015

Dengan perkiraan angka pertumbuhan lalulintas $(i) = 7\%$ pada ruas jalan Kentungan - Besi, maka jumlah lalulintas harian rata-rata (LHR) hingga 20 tahun mendatang dapat diperhitungkan berdasarkan data lalulintas harian rata-rata (LHR) pada bulan pebruari 1995 yang merupakan data sekunder seperti pada tabel 5.4 berikut ini.

Tabel 5.4. LHR bulan Pebruari 1995

Jenis Kendaraan	LHR 24 jam (smp)
Mobil Penumpang	500
Bus	30
Truk	35
Sepeda motor	456
Sepeda	99
Jumlah	1120

Pertumbuhan lalulintas $(i) = 7\%$ per tahun

Tabel 5.5. Perhitungan LHR hingga tahun 2015

Tahun	$LHR_n = LHR_o (1 + i)^n$		Tahun	$LHR_n = LHR_o (1 + i)^n$	
	Kend. bermotor	Kend. tak bermotor		Kend. bermotor	Kend. tak bermotor
1995	1021	99	2006	2149	208
1996	1092	106	2007	2299	223
1997	1169	113	2008	2466	239
1998	1251	121	2009	2632	255
1999	1338	130	2010	2817	273
2000	1431	139	2011	3014	292
2001	1531	149	2012	3224	313
2002	1639	159	2013	3450	335
2003	1754	170	2014	3692	358
2004	1877	182	2015	3951	383
2005	2008	195			

Selanjutnya akan ditinjau volume jam sibuk hingga tahun 2015 berdasarkan volume jam sibuk pada tahun 1995 dan pertumbuhan lalulintas seperti pada tabel 5.6 berikut ini :

Tabel 5.6. Perhitungan volume jam sibuk dan "LOS" hingga tahun 2015

Tahun	$V_n = V_o(1+i)^n$	PHF	"LOS"
1995	2108	0,91	F
1996	2255	0,91	F
1997	2413	0,92	F
1998	2582	0,92	F
1999	2763	0,92	F
2000	2956	0,92	F
2001	3163	0,92	F
2002	3384	0,93	F
2003	3625	0,93	F
2004	3875	0,93	F
2005	4146	0,93	F
2006	4437	0,94	F
2007	4747	0,94	F
2008	5079	0,94	F
2009	5435	0,94	F
2010	5816	0,94	F
2011	6223	0,95	F
2012	6658	0,95	F
2013	7124	0,95	F
2014	7623	0,96	F
2015	8157	0,96	F

Dari tabel 5.5 dan 5.6 dapat disimpulkan bahwa :

1. Pada pada tahun 2001 ruas jalan kentungan - Besi telah berubah menjadi jalan kelas II B (LHR = 1500 - 8000) dengan ketentuan kendaraan tak bermotor tidak diperhitungkan.

Ketentuan lain untuk jalan kelas II B pada daerah datar diantaranya adalah :

- Kecepatan rencana = 80 km/jam
- Lebar daerah penguasaan = 30 meter (minimum)
- Lebar perkerasan = 2 x 3,5 meter
- Lereng melintang perkerasan = 2 %
- Lebar bahu jalan = 3,0 meter
- Lereng melintang bahu jalan = 6 %
- Landai maksimum = 5 %

2. Tingkat pelayanan ruas jalan Kentungan - Besi pada tahun 1995 adalah "F".

Tingkat pelayanan "F" dianggap arus lalu lintas sering tertahan dan kemacetan sering terjadi pada waktu yang cukup lama. Oleh karena jalan tersebut harus ditingkatkan.

5.4.3. Tingkat Pelayanan yang masih layak pada ruas jalan Kentungan - Besi

Pada saat ini ruas jalan Kentungan - Besi mempunyai tingkat pelayanan "F", mengingat tingkat pelayanan "F" yang menunjukkan arus yang tidak stabil, tidak dapat ditentukan hanya dari kecepatan perjalanan saja, sering terjadi kemacetan,

sehingga tingkat pelayanan sudah tidak layak lagi. Oleh karena itu penyusun mengambil tingkat pelayanan "C" sebagai standart peningkatan jalan.

Adapun rumus perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$V_n = V_{1995} (1 + i)^n$$

dengan : V_n = Volume jam sibuk pada tahun ke n

V_{1995} = Volume jam sibuk pada tahun 1995

i = Prosentase pertumbuhan lalu lintas setiap tahun

n = Jumlah tahun

Rumus tersebut dapat diturunkan lagi sebagai berikut :

$$(1 + i)^n = V_n / V_{1995}$$

$$V_n = SF_c \cdot PHF$$

$$n = \frac{\text{Log} \left[\frac{SF_c \cdot PHF}{V_{1995}} \right]}{\text{Log} (1 + i)}$$

Kemudian perhitungan tinjauan dari ruas jalan Kentungan - Besi yang layak, seperti pada tabel 5.7 dan 5.8 berikut ini :

Tabel 5.7. Tinjauan ruas jalan yang akan ditingkatkan

Ruas jalan	V_{1995}	PHF	SF_c (Vph)	i (%)
Kentungan-Besi	2108	0,91	706,6780	7

Tabel 5.8. Tinjauan ruas jalan harus ditingkatkan

$n = \frac{\text{Log} \left[\frac{SF_c \cdot PHF}{V_{1995}} \right]}{\text{Log} (1 + i)}$	Sudah harus ditingkatkan pada tahun
- 17 tahun	sebelum tahun 1995

Dilihat dari tabel 5.8 maka ruas jalan Kentungan - Besi sudah harus ditingkatkan sebelum tahun 1995, dalam perhitungan selanjutnya penyusun mengambil waktu 6 tahun setelah tahun 1995 (2001) ruas jalan Kentungan - Besi perlu ditingkatkan sehubungan dengan berubahnya klas jalan pada tahun 2001 (seperti pada tabel 5.5)

5.5. Perhitungan Jumlah Lajur

Dilihat dari data perhitungan tingkat pelayanan jalan seperti yang telah diuraikan sebelumnya, maka ruas jalan Kentungan - Besi untuk masa 20 tahun yang akan datang sudah tidak layak lagi, oleh karena itu perlu dianalisa lajur jalan yang ada untuk mendapatkan jumlah lajur yang sesuai dan memenuhi tingkat pelayanan jalan yang bersangkutan hingga 20 tahun mendatang.

Berdasarkan HCM tahun 1985 hal 7-16 untuk menghitung jumlah lajur satu arah memberikan rumus sebagai berikut :

$$N = SF/[C \times (V/C) \times f_w \times f_{HV} \times f_E \times f_p]$$

$$SF = DDHV/PHF$$

$$DDHF = AADT \times K \times D$$

N = Jumlah lajur untuk satu arah

AADT = Lalulintas harian rata-rata tiap tahun (vph)

DDHV = Volume jam perencanaan tiap jam (vph)

SF = Volume lalulintas yang dapat ditampung (vph)

K = Prosentase AADT terhadap jam sibuk

D = Prosentase distribusi kendaraan pada jam sibuk

- V/C = Ratio volume dengan kapasitas lalulintas yang menggambarkan Karakteristik dari tingkat pelayanan (LOS)
- f_w = Faktor penyesuaian terhadap lebar lajur atau kebebasan samping (Lampiran 16, tabel 7-2, HCM 1985, lane undivided)
- F_E = Faktor penyesuaian terhadap lingkungan dan tipe dari lajur lalulintas (Lampiran 16, tabel 7-10, HCM 1985, rural undivided)
- f_p = Faktor karakteristik pengemudi (Lampiran 16, tabel 7-11, HCM 1985, reguler user)
- C = Kapasitas kendaraan per lajur untuk lalulintas berlajur banyak dengan suatu kecepatan rencana (HCM 1985, hal 7-7)
- E_r, E_B, E_R = Tabel 7-3 HCM 1985 (lampiran 16)
- P_r = Prosentase truk untuk LHR dasar (tahun 1995)
- P_B = Prosentase bus terhadap LHR dasar
- P_R = Prosentase mobil rekreasi terhadap LHR dasar

Tabel 5.9. Prosentase lalulintas pada aliran puncak tahun 2001

Ruas jalan	Jam sibuk	Kentungan - Besi	Besi - Kentungan	D (%)
Kentungan-Besi	06.15 - 07.15	1158	950	54

Tabel 5.10. Prosentase jumlah kendaraan terhadap LHR

Golongan kendaraan	LHR 24 jam tahun 1995	%
1. Sepeda motor	824	39,09
2. Mobil penumpang	975	46,25
3. Bus	48	2,28
4. Truk	67	3,18
5. Sepeda	194	9,2
	2108	100

$$\begin{aligned}
 i &= 7\% \\
 K &= 0,09 \text{ (HCM, p. 7-19)} \\
 D &= 54\% \\
 PHF &= 0,92 \text{ (tabel 8-3, lampiran 15)} \\
 AADT &= 2108 (1 + 0,07)^{20} = 8157,2948 \text{ Vph} \\
 DDHV &= 8157,2948 \times 0,09 \times 0,54 = 396,4445 \text{ Vph} \\
 SF &= 396,4445 / 0,92 = 430,9180 \text{ Vph} \\
 E_T &= 1,7 ; E_B = 1,5 ; E_R = 1,6 \\
 V/C &= 1 \text{ (HCM tahun 1985, tabel 7 - 1, p. 7 - 7)} \\
 C &= 1900 \text{ pcphpl (HCM tahun 1985, tabel 7 - 1, p. 7-7)} \\
 fw &= 0,75 \text{ (tabel 7-2, lampiran 16)} \\
 f_E &= 0,95 \text{ (tabel 7-10, lampiran 16)} \\
 fp &= 1,0 \text{ (tabel 7-11, lampiran 16)} \\
 f_{HV} &= 1 / [1 + P_T(E_T-1) + P_B(E_B-1) + P_R(E_R-1)] \\
 &= 1 / [1 + 0,0318 (1,7-1) + 0,0228 (1,5-1) + 0] \\
 &= 0,9678 \\
 N &= SF / [C \times (v/c) \times fw \times f_{HV} \times f_E \times fp] \\
 &= 430,9180 / (1900 \times 0,54 \times 0,75 \times 0,9678 \times 0,95 \times 1) \\
 &= 0,6579 \text{ lane ; diambil } N = 1 \text{ lane}
 \end{aligned}$$

Jadi ruas jalan Kentungan - Besi perlu ditingkatkan dengan penambahan 1 lajur untuk 1 arah pada masing-masing lajur pada tahun 2001, sehingga menjadi 4 lajur untuk 2 arah.

5.6. Perhitungan Daya Dukung Tanah

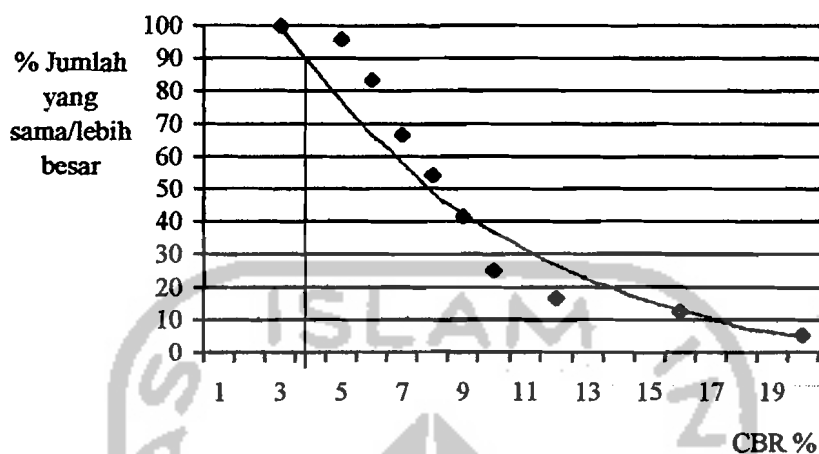
Dalam perhitungan ini dipergunakan nilai/harga hasil pemeriksaan CBR “Inplace” yang diambil dari hasil pemeriksaan CBR pada jalan Monumen Yogya Kembali - Pulowatu, karena dianggap dengan keadaan tanah pada ruas jalan ini hampir sama dengan keadaan tanah pada ruas jalan Kentungan - Besi. Seperti pada tabel 5.11.

Tabel 5.11. Hasil pemeriksaan CBR pada ruas jalan Yogyakarta - Pulowatu

CBR	Jumlah yang sama atau lebih besar	Persen (%) jumlah yang sama atau lebih besar
3	24	$24/24 \times 100\% = 100\%$
5	23	$23/24 \times 100\% = 95,83\%$
5	-	-
6	20	$20/24 \times 100\% = 83,33\%$
6	-	-
6	-	-
6	-	-
7	16	$16/24 \times 100\% = 66,50\%$
7	-	-
7	-	-
8	13	$13/24 \times 100\% = 54,17\%$
8	-	-
8	-	-
9	10	$10/24 \times 100\% = 41,67\%$
9	-	-
9	-	-
9	-	-
10	6	$6/24 \times 100\% = 25,00\%$
10	-	-
12	4	$4/24 \times 100\% = 16,67\%$
20	2	$2/24 \times 100\% = 8,33\%$
20	-	-

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Propinsi DI. Yogyakarta

Dari data di atas kemudian dibuat grafik hubungan antara persen (%) jumlah yang sama atau lebih besar dengan nilai CBR. Dari grafik tersebut dapat diketahui nilai CBR yang mewakili yang didapat dari angka persentase 90 %.



Gambar 5.2 Grafik nilai CBR

Berdasarkan dari grafik tersebut yang merupakan hasil pemeriksaan nilai CBR, maka nilai CBR yang mewakili adalah 3,3 %.

Dari korelasi DDT dan CBR dengan cara menarik garis mendatar ke sebelah kiri dari nilai CBR yang didapat, akan diperoleh nilai daya dukung tanah (DDT) yang berguna untuk menentukan tebal perkerasan pada daerah pelebaran (widening).

5.7. Perhitungan Ledutan Balik (Benkelman Beam)

Perhitungan lendutan balik ini berfungsi untuk menentukan tebal perkerasan tambahan pada jalan lama (Overlay) seperti yang telah dijelaskan pada bab terdahulu. Berdasarkan data pemeriksaan lendutan balik dengan alat benkelman beam seperti pada lampiran 12, sebagai contoh perhitungan lendutan balik pada ruas jalan Kentungan - Besi diambil Sta. 5 + 280.

Karena dari data yang kami peroleh dari Bina Marga tidak dilakukan pengukuran temperatur permukaan lapis permukaan, sehingga untuk perhitungannya kami menggunakan rumus yang digunakan oleh Bina Marga, yaitu :

$$d = F_m \cdot F_l \cdot F_e \cdot (d_4 - d_1)$$

dengan :

d = lendutan balik (mm)

F_m = perbandingan batang benkelman

$$= \frac{\text{Dim A}}{\text{Dim B}} \quad (\text{lampiran 17})$$

F_l = Faktor koreksi beban

$$= \frac{\text{beban standar 8,2 ton}}{\text{beban truk pemeriksa}}$$

F_e = Faktor pengaruh air tanah

$$= 1,5 \quad (\text{pemeriksaan dalam keadaan baik})$$

$$= 1 \quad (\text{pemeriksaan dalam keadaan kritis})$$

d_1 = pembacaan awal (pembacaan dial benkelman beam pada saat posisi beban tepat berada pada tumit batang, biasanya di buat nol)

d_4 = pembacaan keempat (pembacaan dial pada saat beban berada pada jarak 6 meter dari titik awal.

Perhitungan lendutan balik pada Sta. 5 + 280 adalah sebagai berikut :

dari data (lampiran 12) didapat :

- kiri : $d_1 = 0$, $d_4 = 41$

- kanan : $d_1 = 0$, $d_4 = 59$

- Dim A = 184 cm ; - Dim B = 96 cm

$$- F_m = \frac{184}{96} = 1,92$$

- $F_l = 1$; - $F_e = 1,5$

jadi lendutan balik pada Sta. 5 + 280 adalah :

$$\begin{aligned} \text{- kiri, } d &= F_m \cdot F_l \cdot F_e \cdot (d_4 - d_1) \\ &= 1,92 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot (41 - 0) \\ &= 118,08/100 = 1,1808 \text{ mm} \quad (100 = \text{konversi pembacaan dial}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- kanan, } d &= F_m \cdot F_l \cdot F_e \cdot (d_4 - d_1) \\ &= 1,92 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot (59 - 0) \\ &= 169,92/100 = 1,6992 \text{ mm} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan lendutan balik ruas jalan Kentungan - Besi dari Sta. 5 + 280 sampai Sta. 13 + 080 seperti pada tabel 5.12.

Tabel 5.12. Perhitungan lendutan balik

No	Stasiun (Km)	Kiri		Kanan	
		d (mm)	d ²	d (mm)	d ²
1.	5 + 280	1,1808	1,3943	1,6992	2,8873
2.	5 + 880	1,5552	2,4186	2,3328	5,4420
3.	6 + 480	1,7568	3,0863	1,9008	3,6130
4.	7 + 080	2,0160	4,0643	1,7856	3,1884
5.	7 + 680	1,8432	3,3974	1,1808	1,3943
6.	8 + 280	2,3328	5,4420	2,4192	5,8525
7.	8 + 880	1,4688	2,1574	2,4480	5,9927
8.	9 + 480	1,6992	2,8873	1,7568	3,0863
9.	10 + 080	1,9872	3,9490	2,2752	5,1765
10.	10 + 680	1,8144	3,2920	1,2384	1,5336
11.	11 + 280	2,0448	4,1812	1,0656	1,1355
12.	11 + 880	2,2464	5,0463	1,6128	2,6011
13.	12 + 480	2,5632	6,5700	1,5552	2,4186
14.	13 + 080	2,0736	4,2998	1,3536	1,8322
	Σ	26,5824	52,1859	24,6240	46,1542

Dari tabel 5.12 maka didapatkan lendutan balik rata-rata ruas jalan

Kentungan - Besi adalah :

$$\begin{aligned}\Sigma d &= (\Sigma d_{\text{kiri}} + \Sigma d_{\text{kanan}}) / 2 \\ &= (26,5824 + 24,6240) / 2 \\ &= 25,6032\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Sigma d^2 &= (\Sigma d_{\text{kiri}}^2 + \Sigma d_{\text{kanan}}^2) / 2 \\ &= (52,1859 + 46,1542) / 2 \\ &= 49,1701\end{aligned}$$

$$\bar{d} = \frac{\Sigma d}{n} = \frac{25,6032}{14} = 1,8288 \text{ mm}$$

dengan standard deviasi :

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{\frac{n(\Sigma d^2) - (\Sigma d)^2}{n(n-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{14 \cdot (49,1701) - (25,6032)^2}{14 \cdot 13}} = 0,4249\end{aligned}$$

Sedangkan untuk menentukan besarnya lendutan balik yang mewakili suatu seksi jalan, dipergunakan rumus yang disesuaikan dengan fungsi jalan. Untuk jalan

Kentungan - Besi dipergunakan rumus :

$$\begin{aligned}D &= \bar{d} + 1,64 \cdot S \\ &= 1,8288 + 1,64 \cdot 0,4249 \\ &= 2,5256 \text{ mm}\end{aligned}$$

Sebagai dasar perhitungan lapis tambahan (overlay) pada ruas jalan Kentungan -

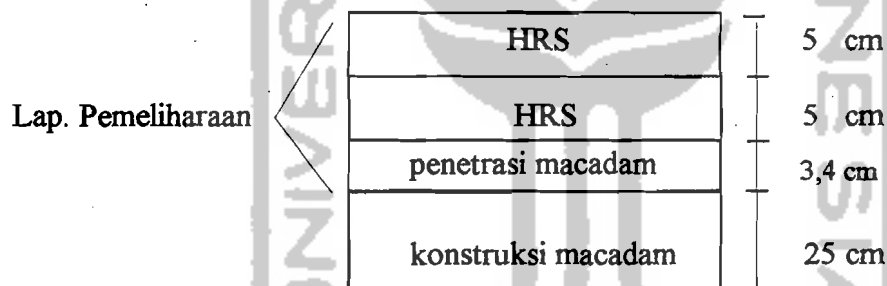
Besi digunakan lendutan balik sebesar $D = 2,5256 \text{ mm}$.

5.8. Perhitungan Tebal Perkerasan “widening” dan “overlay”

Perhitungan ini meliputi pertebalan atau peningkatan kualitas jalan, yaitu : “sub base course” (pondasi bawah), “base course” (pondasi atas), “surface course” (lapis permukaan), dan “overlay” (penambahan lapis permukaan pada jalan lama).

Dari analisa perhitungan jumlah lajur pada bab sebelumnya didapat penambahan lebar lajur pada ruas jalan Kentungan - Besi adalah 2 lajur untuk 2 arah dengan lebar minimum 2,75 meter.

Berdasarkan data yang diperoleh, bahwa struktur perkerasan jalan Kentungan - Besi saat ini adalah seperti pada gambar 5.3.



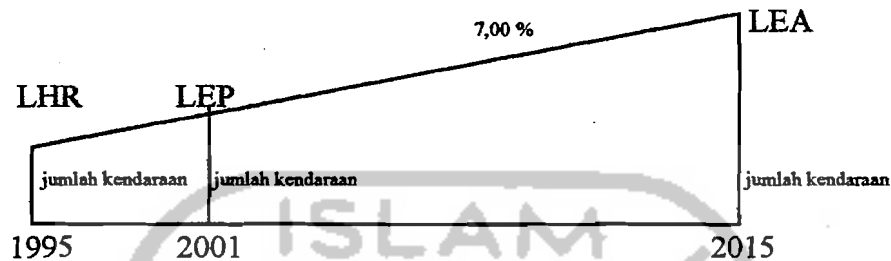
Gambar 5.3. Struktur perkerasan lama

Angka ekivalen masing-masing kendaraan adalah :

- Mobil penumpang 2t (1 + 1) $= 0,0002 + 0,0002 = 0,0004$
- Bus 8t (3 + 5) $= 0,0183 + 0,1410 = 0,1593$
- Truk 2 as 13t (5 + 8) $= 0,1410 + 0,9238 = 1,0648$
- Truk 3 as 20t (6 + 7,7) $= 0,2923 + 0,7452 = 1,0375$

a. Tebal perkerasan baru.

Pada uraian sebelumnya, untuk peningkatan ruas jalan Kentungan - besi dimulai pada tahun 2001, sehingga untuk umur rencana (UR) diambil 14 tahun.



Gambar 5.4. Perbandingan jumlah kendaraan

Tabel 5.13. Lalulintas harian rata-rata dalam SMP

Gol. kendaraan	LHR (SMP)		
	1995	2001	2015
- Mobil penumpang	500	750	1935
- Bus	30	45	116
- Truk 2 as	35	53	135
- Truk 3 as	3	5	11

Koefisien distribusi kendaraan untuk 4 lajur 2 arah :

$$C = 0,30 \text{ (kendaraan ringan } < 5 \text{ ton)}$$

$$C = 0,45 \text{ (kendaraan berat } > 5 \text{ ton)}$$

Tabel 5.14. Perhitungan LEP dan LEA

Golongan kendaraan	LEP 2001 4 lajur	LEA 2015 4 lajur
- Mobil penumpang	0,09	0,387
- Bus 8t	3,2258	9,2324
- Truk 2 as 13t	25,3955	71,874
- Truk 3 as 20t	2,3344	5,7063
Jumlah	31,0457	87,2067

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2} = \frac{31,0457 + 87,2067}{2} = 59,1262$$

$$\begin{aligned} \text{LER} &= \text{LET} \times \text{UR}/10 \\ &= 59,1262 \times 14/10 = 82,7767 \end{aligned}$$

CBR tanah dasar = 3,3 %, dari gambar 1 korelasi DDT dan CBR (lampiran 18) didapat DDT = 3,9 ; FR = 1,5

$$\text{IPt} = 2,0 \quad ; \quad \text{IPo} = 3,9 - 3,5 \text{ (lampiran 19, daftar no. VI)}$$

Dari Nomogram 4 (Lampiran 7) didapat ITP = 8,2

$$a_1 = 0,4 \text{ (Laston MS 744 kg)}$$

$$a_2 = 0,14 \text{ (Agregat Klas A CBR 100 \%)}$$

$$a_3 = 0,12 \text{ (Sirtu Klas B CBR 50 \%)}$$

$$\text{ITP} = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot D_3$$

$$8,2 = 0,40 \cdot D_1 + 0,14 \cdot 20 + 0,12 \cdot 20$$

$$D_1 = 7,5 \text{ cm} > \text{tebal minimum } 7,5 \text{ cm, diambil } 8 \text{ cm}$$

b. Perhitungan "Overlay"

Jumlah lalu lintas harian rata-rata tahun 2000, yaitu :

- Mobil penumpang = 750
- Bus = 45
- Truk 2 as = 53
- Truk 3 as = 5

Dari daftar no 1, lampiran 1 didapat :

- UE 18 KSAL :
 - mobil penumpang = 0,0004
 - Bus = 0,3006
 - Truk 2 as = 5,0264
 - Truk 3 as = 2,7416

- Umur rencana = 14 tahun ; $i = 7\%$

Dari daftar No. 3, lampiran 2 didapat harga N atau dengan rumus :

$$N = \frac{1}{2} (1 + (1+i)^n + 2(1+i) \frac{(1+i)^{n-1} - 1}{i})$$

$$= \frac{1}{2} (1 + (1+0,07)^{14} + 2(1+0,07) \frac{(1+0,07)^{14-1} - 1}{0,07})$$

$$= 23,3397$$

$$AE \text{ 18 KSAL} = 365 \times N \times \sum_{\text{Traktor-Trailer}}^{\text{Mobil penumpang}} m \times UE \text{ 18 KSAL}$$

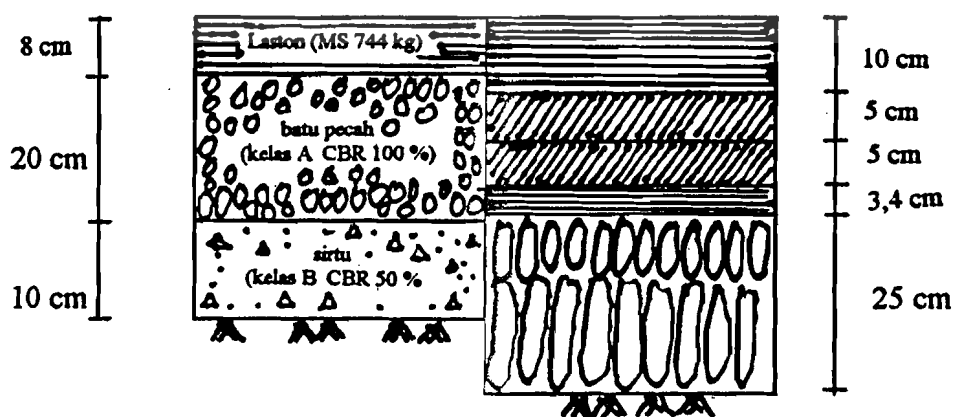
$$= 365 \cdot 23,3397 \cdot (750 \cdot 0,0004 + 45 \cdot 0,3006 + 53 \cdot 5,0264 + 5 \cdot 2,7416)$$

$$= 2504026,72$$

Dari grafik No. 3 (lampiran 3) didapat lendutan balik yang diijinkan (sesudah diberi lapis tambahan) = 0,87 mm

Lendutan balik sebelum diberi lapis tambahan (dari data) $D = 2,5256 \text{ mm}$

Dari grafik 4 (lampiran 4) didapat tebal lapis tambahan (overlay) = 10 cm, dengan lendutan balik yang terjadi $< 0,87$



Gambar 5.5 Rencana perkerasan dimasa datang