

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dan pengujian yang dilakukan di lapangan dan di laboratorium jalan raya fakultas teknik sipil UII adalah: menghitung nilai *present serviceability index* (PSI), *core drill*, ekstraksi aspal, analisa saringan, pemeriksaan berat jenis agregat kasar, pemeriksaan CBR tanah dasar dengan DCP.

5.1. Hasil Penelitian

5.1.1 Menghitung Nilai *Present Serviceability Index* Aashto 1962 (Psi)

Untuk menghitung nilai PSI, dinilai dengan parameter-parameter kerusakan jalan menurut AASHTO Road test 1962 yaitu *Slope Variance (SV)*, *Ruth Depth (RD)*, *Cracking (C)*, *Patching Pothole (P)*. Dari penelitian yang telah dilakukan di lapangan maka didapat nilai-nilai dari parameter kerusakan tersebut.

1. Mengukur dan Menghitung Parameter *Slope Variance*

Urutan pekerjaan pengukuran sebagai berikut :

- 1) Alat diletakkan pada lokasi kerusakan dimana terdapat kerusakan berupa gelombang arah memanjang badan jalan, selanjutnya dilakukan pengukuran

- 2) Selanjutnya data-data tersebut dicatat, pengukuran hanya dilakukan pada lokasi-lokasi dimana secara visual dinilai terdapat gelombang-gelombang arah memanjang badan jalan.
- 3) Setiap data pengukuran selalu dicatat dan dimasukkan kedalam tabel perhitungan *slope variance* (lampiran 13 - 15)
- 4) Nilai $X_i\%$ didapat dari persamaan 3.3

$$X_i = \left(\frac{Y_a}{12} \right) \times 100 \%$$

Keterangan:

Y_a = selisih pembacaan kedalam gelombang (inch)

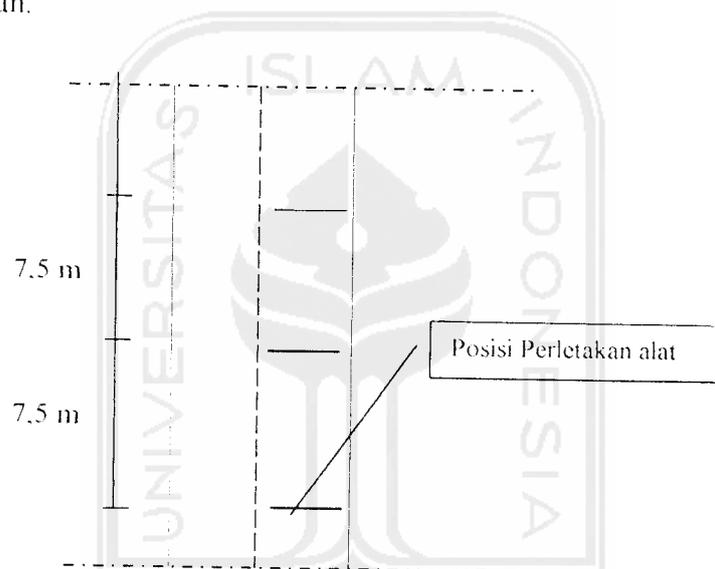
- 5) Dari data tiap-tiap lokasi kerusakan tersebut didapatkan nilai $\sum X_i \%$ dan $\sum X_i^2 \%$ dan kemudian dicari nilai SV

$$\begin{aligned}
 SV &= \frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=1}^{i=n} x_i^2 - \frac{1}{n} \left(\sum_{i=1}^{i=n} x_i \right)^2 \right] \\
 &= \frac{1}{63-1} \left[\sum_{i=1}^{i=56} x_i^2 - \frac{1}{63} \left(\sum_{i=1}^{i=56} x_i \right)^2 \right] \\
 &= \frac{1}{63-1} \left[1011,867 - \frac{1}{63} (138,196)^2 \right] \\
 &= \frac{1}{63-1} [1011,867 - 303,144] \\
 &= \frac{1}{63-1} [708,723] = 11,431 \%
 \end{aligned}$$

2. Mengukur dan Menghitung Parameter *Ruth Depth*

Urutan pekerjaan pengukuran sebagai berikut :

- 1) Pengukuran dilakukan dengan menggunakan peralatan yang sama yaitu 1 set *straight edge*
- 2) Alat diletakkan pada posisi melintang badan jalan dan diukur kedalaman alur maksimum pada tiap titik, interval titik pengukuran setiap jarak 7,5 meter searah panjang jalan.



Gambar 5.2 Perletakan Alat saat Pengukuran *Ruth Depth*

tabel 5.1 Contoh Perhitungan *Ruth Depth*

NO	Kedalaman (cm)	(d - x) cm	d (inch)
1	1.665	0.295	0.11614
2	2.67	1.3	0.51181
3	3.37	2	0.7874
4	3.31	1.94	0.76378
5	3.151	1.781	0.70118
6	3.651	2.281	0.89803
7	2.01	0.64	0.25197
8	2.13	0.76	0.29921
rata-rata			0.54119

Keterangan : X = 1.37 cm (tinggi kaki straight edge)

- c. Untuk titik-titik selanjutnya, dengan cara yang sama didapatkan nilai-nilai seperti pada tabel kemudian nilai rata-rata masing-masing stasiun di ambil rata-ratanya kembali. Pada lokasi penelitian didapat nilai *ruth depth* rata-rata sebesar = 0,5706 inch (lampiran 18-19).



Gambar 5.3 Pengukuran *Ruth Depth* Dengan Menggunakan *Straight Edge*
 Sumber : Lokasi Penelitian Dilapangan

3. Menghitung Cracking

Luasan terjadinya cracking dihitung dengan menggunakan meteran. Luasan retak tersebut (ft^2) dihitung setiap 1000 ft^2 luas jalan. Karena diketahui lebar jalan = 13 meter atau = 42,65 ft maka akan didapatkan panjang pengukuran setiap = $1000/42,65 = 23,44$ feet atau sepanjang = 7,14 meter.

Dari perhitungan dilapangan didapatkan tiga lokasi yang mengalami keretakan yang cukup parah yaitu pada lokasi 0 + 400 ; 0 + 800 dan 1 + 1000.

Data keretakan stasiun 0 + 400

Panjang retak = 4,20 meter



5.1.2 Ekstraksi Beton Aspal

Bermanfaat untuk mengetahui kadar aspal yang ada dalam campuran bahan perkerasan. Dari penelitian ekstraksi ini (lampiran 1 – 5) diperoleh data kadar aspal campuran perkerasan yang dapat dilihat pada Tabel 5.2

Tabel 5.2 Hasil Uji Ekstraksi Beton Aspal

No	Stasiun	Kadar Aspal (%)
		Hasil penelitian
2	0 + 200 R	7,767
3	0 + 400 L	6,687
4	0 + 600 L	7,679
5	0 + 800 L	7,722
6	1 + 000 L	6,577
	Rata rata	7,2864

Keterangan: R= Sisi kanan L= Sisi kiri

5.1.3 Analisa saringan

Bermanfaat untuk menentukan pembagian butir (gradasi) agregat dengan menggunakan saringan (lampiran 1 – 5). Hasil penelitian analisa saringan adalah sebagaimana tercantum dalam tabel 5.4

Tabel 5.3 Hasil Analisa Saringan Agregat Setelah diekstraksi

Nomor Saringan	Hasil penelitian (% lolos) saringan					Rata - rata
	Stasiun 0 + 50 R	Stasiun 0 + 400 L	Stasiun 0 + 600 L	Stasiun 0 + 800 L	Stasiun 1 + 000 L	
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)
1"	100	100	100	100	100	100
3/4"	100	100	100	100	100	100
1/2"	95,07	82,93	95,83	93,671	83,972	90,29
3/8"	90,25	67,62	82,37	82,531	72,176	78,989
no.4	75,45	49,22	56,99	62,22	54,68	59,712
no.8	63,78	42,85	46,27	48,77	44,33	49,2
No.30	33,97	28,18	28,69	32,48	24,5	29,564
No.70	8,72	12,43	12,136	7,422	7,43	8,1432
No.200	2,28	5,57	5,092	1,526	2,109	3,3154

Keterangan :

R = sisi kanan ; L = sisi kiri

5.1.4 Kepadatan Beton Aspal

Hasil pemeriksaan kepadatan beton aspal dari 5 contoh benda uji (lampiran 6), didapat nilai kepadatan seperti Tabel 5.4

Tabel 5.4 Hasil Pemeriksaan Kepadatan Beton Aspal

No. Sta	Tebal (CM)	Berat (gram)			Volume D=C-B	Bulk A/D
		Kering (A)	Dalam air (B)	SSD (C)		
0 + 200 R	5	2804	1643	2810	1167	2.402742
0 + 400 L	5	2844	1641	2890	1249	2.277022
0 + 600 L	5	2771	1578	2790	1212	2.286304

0 + 800 L.	5	3204	1878	3237	1359	2.357616
1 + 000 L.	5	2441	1411	2463	1052	2.320342
Kepadatan rata – rata						2.328805

Untuk HRS nilai kepadatan yang disyaratkan adalah 2,323 (Bina Marga, DPU Cabang Dinas Propinsi DIY).

5.1.5 Pemeriksaan CBR lapangan tanah dasar dengan DCP

Pemeriksaan ini berguna untuk menentukan CBR lapangan tanah dasar secara langsung sebagai dasar analisis perencanaan pelapisan tambahan (overlay). Nilai CBR yang dipakai pada penelitian ini adalah CBR pada kedalaman penetrasi 300 mm (30 cm) dengan asumsi pemadatan subgrade 30 cm tebal padat.

Dari pemeriksaan diperoleh CBR lapangan sebagai berikut ini (lampiran 8 – 9).

Hasil pemeriksaan dapat dinyatakan dengan penetrabilitas skala penetrometer (SPP) yaitu mudah tidaknya melakukan penetrasi kedalam tanah (dinyatakan dalam cm/tumbukan) atau dapat dinyatakan juga dengan tahanan penetrasi skala (SPR).

Contoh perhitungan :

1. Stasiun 0 + 50 R

hasil dari 5 tumbukan pertama :

$$A = 5 \text{ tumbukan} ; D_0 = 0 ; D_1 = 6,5$$

$$\Delta D = D_1 - D_0 = 6,5 - 0 = 6,5 \text{ cm}$$

$$SPP = \Delta D / A = 6,5 / 5 = 1,3 \text{ cm / tumbukan}$$

$$SPR = 1 / SPP = 1 / 1,3 = 0,769 \text{ tumbukan / cm}$$

hasil dari 5 tumbukan kedua :

$$A = 5 \text{ tumbukan} ; D_1 = 6,5 ; D_2 = 11,5$$

$$\Delta D = D_1 - D_0 = 11,5 - 6,5 = 5 \text{ cm}$$

$$SPP = \Delta D / A = 5 / 5 = 1,0 \text{ cm / tumbukan}$$

$$SPR = 1 / SPP = 1 / 1,0 = 1,0 \text{ tumbukan / cm}$$

hasil dari 5 tumbukan ketiga :

$$A = 5 \text{ tumbukan} ; D_2 = 11,5 ; D_1 = 23$$

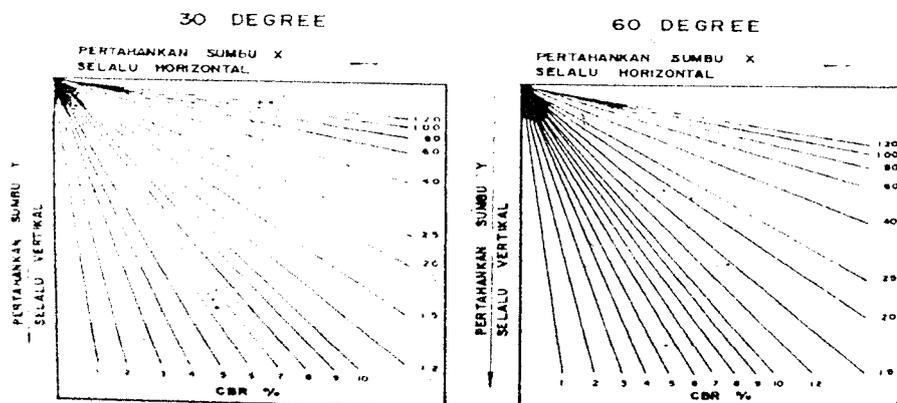
$$\Delta D = D_1 - D_0 = 23 - 11,5 = 11,5 \text{ cm}$$

$$SPP = \Delta D / A = 11,5 / 5 = 2,3 \text{ cm / tumbukan}$$

$$SPR = 1 / SPP = 1 / 2,3 = 0,434 \text{ tumbukan / cm}$$

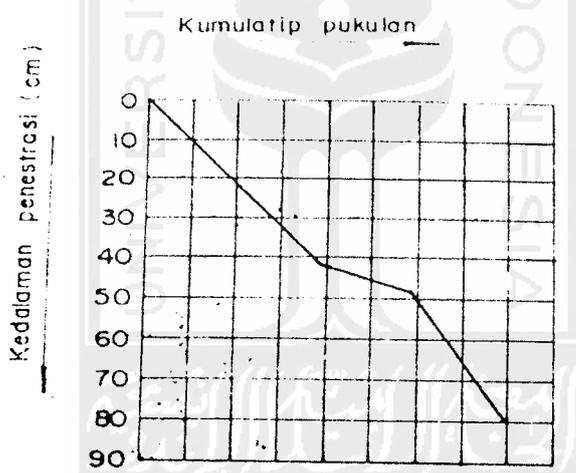
Demikian seterusnya.

Data lapangan umumnya dalam SPP, tapi dalam analisa data dipergunakan SPR. Korelasi dengan nilai CBR diperoleh dengan menggunakan kertas transparan seperti gambar 5.5. Kertas transparan tersebut digeser-geserkan dengan tetap menjaga sumbu grafik pada kedua gambar sejajar, sehingga diperoleh garis kumulatif tumbukan (gambar 5.6) berimpit dengan salah satu garis pada kertas transparan. Nilai yang ditunjukkan oleh garis tersebut merupakan nilai CBR lapangan pada kedalaman tersebut. Setelah didapat gambar grafik hubungan antara kumulatif pukulan dan kedalaman penetrasi selanjutnya di tarik garis yang menyinggung grafik tersebut. Dari garis singgung itulah didapat nilai CBR lapangan pada lokasi pengujian (lampiran 8-9)



Sumber : Perkerasan Lentur Jalan Raya (Silvia Sukirman, 1999)

Gambar 5.5 Transparansi Skala CBR



Sumber : Perkerasan Lentur Jalan Raya (Silvia Sukirman, 1999)

Gambar 5.6 Grafik Hubungan Kumulatif Pukulan dengan Kedalaman Penetrasi

Pada stasiun ini setelah dicari dengan cara tersebut diatas didapatkan CBR lapangan sebesar -- 18 %

2. Stasiun 0 + 400 L dan seterusnya

Untuk mendapatkan nilai CBR pada stasiun berikutnya adalah sama caranya dengan cara mendapatkan CBR pada 0 + 50 R, sehingga didapat nilai CBR nya adalah 18 % CBR terpakai adalah CBR yang terkecil yaitu pada stasiun 0 + 600 L sebesar : 8 %.

5.2 Pembahasan

Pekerjaan terakhir pada struktur lapis perkerasan Jalan Mayjen Sutoyo dan MT Haryono adalah pada tahun 1993, yaitu berupa pelapisan HRS oleh Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum Cabang Dinas Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

5.2.1. Evaluasi Laboratorium Terhadap Spesifikasi

Berdasarkan perbandingan hasil penelitian di laboratorium jalan raya dan data yang didapat dari laboratorium jalan raya Universitas Islam Indonesia, dihasilkan bahwa contoh perkerasan yang diteliti adalah HRS. Hal ini dapat dilihat dari hasil penelitian analisa saringan pada sampel yang menunjukkan gradasi agregat lebih cenderung memenuhi spesifikasi HRS. Dari data yang didapat, selama dua periode pelapisan ulang (*overlay*) yaitu tahun 1989 dan 1993, keduanya menunjukkan pelapisan ulang berupa lapisan *hot rolled sheet* (HRS).

Lapisan HRS yang ada pada awalnya setebal 5 cm sebagian besar berkurang ketebalannya. Kondisi ini disebabkan oleh sifat non struktural dari lapisan HRS yang mengalami proses pengausan selama 10 tahun sejak perkerasan di *overlay* pada tahun

1993. Disamping itu menurunnya tebal lapisan lapisan HRS dikarenakan peningkatan repetisi beban lalu lintas yang lewat di atasnya tiap tahun meningkat.

Pada pemeriksaan analisa saringan didapat hasil uji laboratorium yang masih masuk dalam spesifikasi HRS. untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.5 berikut ini.

Tabel 5.5 Persentase Lolos Saringan Rata-rata Terhadap Spesifikasi HRS

Nomor Saringan	Hasil penelitian (% lolos) saringan					Rata - rata	Spesifikasi HRS
	Stasiun 0 + 50 R	Stasiun 0 + 400 L	Stasiun 0 + 600 L	Stasiun 0 + 800 L	Stasiun 1 + 000 L		
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
1"	100	100	100	100	100	100	100-100
3/4"	100	100	100	100	100	100	97-100
1/2"	95,07	82,93	95,83	93,671	83,972	90,29	80-100
3/8"	90,25	67,62	82,37	82,531	72,176	78,989	58-82
no.4	75,45	49,22	56,99	62,22	54,68	59,712	50-60
no.8	63,78	42,85	46,27	48,77	44,33	49,2	48-60
No.30	33,97	28,18	28,69	32,48	24,5	29,564	15-60
No.70	8,72	12,43	12,136	7,422	7,43	8,1432	5-35
No.200	2,28	5,57	5,092	1,526	2,109	3,3154	2-10

Berdasarkan hasil uji laboratorium analisa saringan terhadap spesifikasi HRS terjadi degradasi agregat pada saringan 3/8", no.4, no.8

Dari tabel di atas terlihat bahwa degradasi tertinggi terjadi pada stasiun 0 + 50 R, hal ini terjadi karena letak stasiun tersebut dekat dengan pemberhentian lampu pengatur lalu lintas perempatan pojok benteng timur dan sering terjadi kemacetan pada antrian

lalu lintas, sehingga beban kendaraan yang ditahan oleh perkerasan pada jalan tersebut lebih lama bila dibandingkan dengan segmen jalan lainnya pada ruas jalan yang sama. Kondisi yang relatif lebih stabil adalah pada stasiun 1 + 000 L tidak terjadi degradasi pada agregatnya. Secara keseluruhan dari masing-masing stasiun, degradasi tertinggi terjadi pada saringan no.4”.

Besarnya persentase fraksi agregat kasar, agregat halus dan filler dapat ditentukan dari hasil analisa saringan, dengan ketentuan sebagai berikut ini.

1. Fraksi agregat kasar adalah persentase berat dari campuran keseluruhan dari material yang tertahan pada saringan no.8 atau 2,36 mm.
2. Fraksi agregat halus adalah persentase berat dari campuran keseluruhan dari material yang lolos saringan no.8 atau 2,36 mm tetapi tertahan pada saringan no. 200 atau 0,075 mm.
3. Fraksi bahan pengisi (*filler*) adalah berat dari campuran keseluruhan dari material yang lolos saringan no. 200 atau 0,075 mm.

Besar masing-masing fraksi agregat dapat dilihat pada tabel 5.6

Tabel 5.6 Persentase Fraksi Agregat.

Fraksi agregat	Stasiun 0+50 L	Stasiun 0+400 L	Stasiun 0+600 R	Stasiun 0+800 L	Stasiun 1+000 L	Rata-rata (%)
Kasar	36,22	57,15	53,73	51,23	55,67	50,8
Halus	61,5	37,28	41,18	47,24	42,22	45,884
Filler	2,28	5,57	5,09	1,53	2,11	3,316

Hasil penelitian ekstraksi beton aspal menunjukkan bahwa terdapat kadar aspal berlebih pada masing-masing contoh. Hal ini disebabkan oleh lapisan HRS sebagai

lapisan nonstruktural sebagian besar telah mengalami proses pengausan sehingga aspal yang tertinggal dari proses pengausan tersebut akan menempel pada lapisan HRS sebelumnya (*overlay sebelumnya*). Hal lain juga disebabkan lapisan HRS yang ada telah menyatu dengan lapisan HRS sebelumnya karena peningkatan repetisi beban yang besar selama 10 tahun. Dua hal tersebut menjadikan lapisan HRS yang diteliti mempunyai kadar aspal yang berlebih, disamping juga kemungkinan kekurangtelitian sumber daya manusianya pada saat pelaksanaan pencampuran.

Hasil penelitian kepadatan menunjukkan bahwa kepadatan pada contoh yang diteliti mengalami kenaikan. Data rata-rata yang diperoleh dari hasil laboratorium sebesar 2.3288, sedangkan spesifikasi untuk HRS yang disyaratkan sebesar 2.323. Hal ini disebabkan pemadatan pada perkerasan jalan oleh beban kendaraan yang lewat di atasnya selama periode 10 tahun. Dari hasil analisa saringan, pemeriksaan kepadatan dan ekstraksi beton aspal maka dapat dicari persentase rongga dalam campuran sebagai berikut :

1. persentase fraksi agregat kasar, agregat halus dan *filler* sesuai dengan pemeriksaan berturut-turut adalah 50,8%, 45,884%, dan 3,316%,
2. berat jenis agregat kasar adalah 2,716 gr/cm³ dan berat jenis agregat halus dan filler adalah 2,7 gr/cm³ (Laboratorium jalan raya FTSP UII),
3. persentase aspal terhadap campuran adalah 7,2864%,
4. berat jenis yang diisyaratkan oleh Bina Marga untuk aspal AC 80 – 100 minimal adalah 1,00 gr/cm³. Dalam penelitian ini peneliti mengambil berat jenis aspal AC 80-100 adalah 1,07 gr/cm³ (Lab. Jalan Raya FTSP UII),

5. kepadatan (bulk) rata-rata sampel adalah 2,3288, dan
6. berat jenis bulk agregat total dicari dengan rumus :

$$Bj_{\text{agregat total}} = \% \text{ agregat kasar} \times Bj_{\text{agregat kasar}} + \% \text{ agregat halus} \times Bj_{\text{agregat halus}} + \% \text{ filler} \times Bj_{\text{filler}}$$

$$Bj_{\text{agregat total}} = (50,8\% \times 2,715) + (45,884\% \times 2,7) + (3,316\% \times 2,7) \\ = 2,702 \text{ gr/cm}^3$$

Persentase rongga dalam campuran (VITM) dicari dengan rumus berikut :

$$VITM = 100 - \left(\frac{\% \text{ Aspal} \times \text{kepadatan}}{Bj_{\text{Aspal}}} \right) - \left(\frac{(100 - \% \text{ Aspal}) \times \text{kepadatan}}{Bj_{\text{agregat total}}} \right)$$

$$VITM = 100 - \left(\frac{7,2864 \times 2,328}{1,07} \right) - \left(\frac{(100 - 7,2864) \times 2,328}{2,702} \right) = 4,2665\%$$

Dari hasil perhitungan didapat persentase rongga udara dalam campuran adalah sebesar 4,2665 %, sedangkan spesifikasi Bina Marga adalah 4% - 8%. Dengan demikian rongga udara yang didapat dari perhitungan memenuhi spesifikasi yang disyaratkan sehingga *bleeding* (kegemukan) dan keriting yang terjadi bukan disebabkan oleh kecilnya rongga udara . Aspal pada temperatur yang tinggi akan menurun *viskositas*-nya, sehingga aspal akan mengisi rongga-rongga udara di dalam campuran akibat beban lalu lintas yang bekerja di atasnya, dengan rongga yang sesuai dengan spesifikasi 4,2665 (spesifikasi 4 - 8%), maka aspal dapat masuk ke dalam rongga, sehingga aspal yang naik ke permukaan bukan disebabkan oleh kecilnya rongga udara dalam campuran.

Hal-hal lain yang menyebabkan *bleeding* dan keriting yang terjadi di lokasi penelitian adalah terjadi degradasi pada agregat kasar sehingga menyebabkan

meningkatnya persentase agregat halus. Saat terjadi pembebanan yang cukup lama dari kendaraan mengakibatkan agregat halus yang menjadi lebih banyak tersebut akan terdorong ke arah vertikal sehingga muncul kerusakan pada permukaan jalan. Selain terjadi degradasi agregat, kadar aspal yang berlebih dalam campuran yang disebabkan oleh menyatunya lapisan HRS dengan lapisan HRS *overlay* sebelumnya.

Secara visual aspal bebas yang ada permukaan perkerasan ruas jalan MT Haryono dan Mayjen Sutoyo menyebabkan permukaan jalan menjadi licin dan terjadinya gundukan aspal yang bercampur dengan agregat halus pada segmen jalan yang menerima beban lalu lintas paling besar, terutama pada tempat-tempat pemberhentian lampu pengatur lalu lintas. Kegemukan yang berupa permukaan licin sangat membahayakan kendaraan yang lewat di atasnya terutama pada saat jalan basah.

Menurut Manual Pemeliharaan Jalan Nomer : 03/MN/B/1983 Dirjen Bina Marga, kegemukan (*bleeding*) disebabkan oleh pemakaian kadar aspal yang tinggi pada campuran aspal, sedangkan dalam *Principles of Pavement Design* (Yoder dan Witczak, 1975) disebutkan bahwa penyebab *bleeding* adalah karena beberapa faktor, yaitu : terlalu banyaknya aspal dalam campuran, aspal yang terlalu peka terhadap perubahan temperatur, dan konsolidasi batuan.

Dalam proses pencampuran, jumlah aspal yang digunakan idealnya harus sama dengan jumlah aspal dalam job mix formula. Aspal yang ada digunakan sebagai bahan ikat antar batuan, disamping juga untuk menyelubungi batuan dan mengisi rongga antar batuan yang ada, namun masih diijinkan adanya rongga udara untuk memberi ruang apabila ada pengembangan aspal akibat naiknya suhu.

Kegemukan juga terjadi karena aspal sangat lembek oleh kenaikan temperatur. Aspal merupakan bahan *thermoplastic*, artinya *viskositas* aspal akan turun oleh kenaikan temperatur. Apabila aspal sudah turun *Viskositas*-nya dan di atas permukaan perkerasan bekerja beban lalu lintas maka aspal akan mengalir mengisi rongga dan bila telah penuh, aspal akan naik ke permukaan perkerasan. Aspal yang dipakai pada saat pelaksanaan pelapisan HRS sesuai dengan data yang ada di DPU Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta adalah Aspal AC - 10 (sama dengan penetrasi 80/100). Aspal jenis ini sangat peka terhadap perubahan temperatur, dimana titik lembek minimumnya adalah pada suhu 46⁰C dan titik lembek maksimumnya adalah pada suhu 54⁰c (Petunjuk Pelaksanaan Lapis Aspal Beton / LASTON untuk Jalan Raya).

Bleeding yang terjadi pada ruas jalan MT haryono dan Mayjen Sutoyo juga disebabkan oleh konsolidasi batuan. Beban lalu lintas yang naik tiap tahun dan repetisinya yang sangat besar menyebabkan antar batuan bergesekan, gesekan ini menyebabkan terjadinya degradasi agregat. Batuan yang terdegradasi akan turun, sedangkan hasil degradasi bersama-sama dengan agregat halus dan aspal naik ke permukaan sehingga terjadi *sliding (bleeding)* yang disertai naiknya sgregat halus kepermukaan). Dari pemeriksaan laboratorium seperti tercantum dalam tabel 5.9, persentase degradasi terbesar adalah pada saringan no. 4 " sehingga jumlah persentase bertambah yang menyebabkan rongga dalam campuran berkurang dan bersama-sama dengan aspal akan naik ke permukaan.

Disamping *bleeding* ruas jalan MT haryono dan Mayjen Sutoyo juga mengalami kerusakan berupa keriting (*corrugation*) yang disebabkan oleh hal yang sama dengan

penyebab terjadinya *bleeding* sebagai faktor penyebab utama. Faktor penyebab yang lain adalah terjadinya pengausan lapisan HRS yang tidak merata disepanjang jalan tersebut sehingga permukaan jalan menjadi bergelombang. Stabilitas campuran yang rendah juga bisa menyebabkan terjadinya keriting. Dengan bertambahnya jumlah kendaraan yang melewati jalan tersebut selama 10 tahun maka ruas jalan MT haryono dan Mayjen Sutoyo sekarang diklasifikasikan untuk lalu lintas sedang, yang menurut Bina Marga stabilitas minimumnya adalah 650 kg (persyaratan aspal beton, Bina Marga, 1983).

5.2.2. Evaluasi Pelapisan Tambahan (Overlay) Untuk Masa Layan 1993 – 2002 dengan Metode Analsia Komponen 1987.

Indonesia telah mempunyai suatu metode dasar dalam menentukan tebal lapis perkerasan yang disesuaikan dengan kondisi lingkungan di Indonesia yang diisyaratkan oleh Bina Marga yaitu Metode Analisa Komponen 1987.

1. Data Perencanaan

- 1) Data lalu lintas harian rata-rata tahun 1999 (lampiran 11) diambil dengan asumsi nilai terbesar yang melewati kedua jalan tersebut adalah:

Kendaraan ringan	8011	kendaraan
Bus 8 ton	1434	kendaraan
Truk 2 as 13 ton	211	kendaraan
Truk 3 as 20 ton	20	kendaraan

2) Pertumbuhan lalu lintas (i) perkotaan di Kota Yogyakarta sebesar 1,6 %
(lampiran 22)

3) Susunan perkerasan jalan yang dievaluasikan sebelum overlay tahun 1993 :

Single Penmac = 3,4 cm (lampiran 10.1).

Base (batu belah CBR 80) = 20 cm (lampiran 10.2).

Subbase (sirtu CBR 50) = 10 cm (lampiran 10.3).

Kondisi di lapangan pada tahun 1993 diperkirakan bahwa lapisan *single penmac* dengan nilai kondisi perkerasan jalan diambil 59 % dan faktor regional (FR) untuk jalan MT Haryono dan Mayjen Sutoyo diambil 1,5.

4) Masa layan dari tahun 1993-2002 adalah 9 tahun

5) LHR_{1993} (awal umur rencana) dihitung dengan rumus :

$$P = \frac{F}{(1+i)^{UR}}$$

Misal : untuk kendaraan ringan LHR_{1999} adalah 8011 kendaraan, asumsi pertumbuhan lalu lintas 1,6 %, maka didapat :

$$LHR_{1993} = \frac{8011}{(1+0,016)^6} = 7283 \text{ kendaraan}$$

Sehingga dengan cara yang sama di dapat LHR_{1993} :

Kendaraan ringan	7283	kendaraan
Bus 8 ton	1304	kendaraan
Truk 2 as 13 ton	192	kendaraan
Truk 3 as 20 ton	18	kendaraan

Sedangkan LHR_{2002} (saat dievaluasi) dihitung dengan rumus :

$$F = P \times (1 + I)^{UR}$$

Misal : untuk kendaraan ringan LHR₁₉₉₉ adalah 8011 kendaraan, asumsi pertumbuhan lalu lintas 1,6 %, maka didapat :

$$\begin{aligned} \text{LHR}_{2002} &= 8011 \times (1 + 0,016)^3 \\ &= 8402 \text{ kendaraan} \end{aligned}$$

Sehingga dengan cara yang sama di dapat LHR₂₀₀₂ :

Kendaraan ringan	8402	kendaraan
Bus 8 ton	1504	kendaraan
Truk 2 as 13 ton	221	kendaraan
Truk 3 as 20 ton	21	kendaraan

2. Angka Ekuivalen (E)

Dihitung berdasarkan distribusi beban sumbu berbagai jenis kendaraan (lampiran 21).

1) Kendaraan ringan beban 2 ton (50% as depan + 50 % as belakang)

$$E = \left[\frac{2 \times 0,5}{8,16} \right]^4 + \left[\frac{2 \times 0,5}{8,16} \right]^4 = 0,0005$$

2) Bus beban 8 ton (34% as depan + 66% as belakang)

$$E = \left[\frac{8 \times 0,34}{8,16} \right]^4 + \left[\frac{8 \times 0,66}{8,16} \right]^4 = 0,1876$$

3) Truck 2 as 13 ton (25% as depan + 75 % as belakang)

$$E = \left[\frac{13 \times 0,25}{8,16} \right]^4 + \left[\frac{13 \times 0,75}{8,16} \right]^4 = 2,0634$$

4) Truck 3 as 20 ton (25 % as depan + 75% as belakang)

$$E: \left[\frac{20 \times 0,25}{8,16} \right]^4 + 0,086 \left[\frac{20 \times 0,75}{8,16} \right]^4 = 1,123$$

3. Faktor Distribusi Kendaraan (C)

Ruas jalan MT Haryono dan Mayjen Sutoyo merupakan jalan dengan 2 lajur 2 arah, sehingga menurut tabel distribusi kendaraan (tabel 3.2) yang ditetapkan oleh Bina Marga mempunyai nilai $C = 0,50$

4. Menghitung Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP)

Kendaraan ringan	=	7283 x 0,5 x 0,0005	=	1,821
Bus 8 ton	=	1304 x 0,5 x 0,1876	=	122,290
Truk 2 as 13 ton	=	192 x 0,5 x 2,0634	=	197,913
Truk 3 as 20 ton	=	18 x 0,5 x 1,123	=	10,210 +
			LEP ₁₉₉₃	= 332,233

5. Menghitung Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)

Kendaraan ringan	=	8402 x 0,5 x 0,0005	=	2,100
Bus 8 ton	=	1504 x 0,5 x 0,1876	=	141,069
Truk 2 as 13 ton	=	221 x 0,5 x 2,0634	=	228,306
Truk 3 as 20 ton	=	21 x 0,5 x 1,123	=	11,778 +
			LEA ₂₀₀₂	= 383,253

6. Menghitung Lintas Ekuivalen Tengah (LET)

$$LET_9 = \frac{332,233 + 383,253}{2} = 357,743$$

7. Menghitung Lintas Ekuivalen Rencana (LER)

$$LER_9 = 357,743 \times 9/10 = 321,969$$

Jalan MT Haryono dan Mayjen Sutoyo Daerah Istimewa Yogyakarta diklasifikasikan sebagai jalan kolektor sekunder, sehingga sesuai dengan tabel Indeks Permukaan pada akhir rencana (tabel 3.3) dengan LER_9 321,969 maka diperoleh harga Indeks Permukaan (IP) = 2,48

8. Mencari Indek Tebal Perkerasan (ITP)

Untuk mendapatkan nilai Indeks Tebal Perkerasan ada dua cara, yaitu secara numeris dan secara grafis. Secara numeris besarnya \overline{ITP} dapat dicari dengan rumus Bina Marga seperti berikut ini :

$$\text{Log } W_{18} = 9,36 \log (\overline{ITP} + 1) - 0,20 + \left[\frac{\log \left(\frac{IP_0 - IP_1}{4,2 - 1,5} \right)}{0,40 + \left(\frac{1094}{(\overline{ITP} + 1)^{5,19}} \right)} \right] + \log \frac{1}{R} + 0,372 (DDT - 3,0)$$

dengan :5.1)

W_{18} = perkiraan jumlah beban standar sumbu tunggal roda ganda 18.000 lbs selama umur rencana.

\overline{ITP} = indeks tebal perkerasan

R = faktor regional

IP_0 = indek permukaan awal

IP_1 = indeks permukaan akhir

Sedangkan secara grafis adalah dengan menggunakan nomogram Indeks Tebal Perkerasan yang dikeluarkan oleh Bina Marga di dalam Metoda Analisa Komponen 1987. Untuk memudahkan maka peneliti menggunakan cara grafis untuk mendapatkan besarnya \overline{ITP} , dengan data sebagai berikut :

- 1) CBR tanah dasar 8 %, sehingga dengan nomogram korelasi DDT dan CBR diperoleh harga DDT adalah 5,4 %,
- 2) data yang lain adalah $LER_9 = 321,969$; $IP_1 = 2,48$ dan $FR = 1,5$, dan
- 3) IP_0 diambil 3,5 – 3,9.

Maka dengan data di atas dan menggunakan nomogram 2 (dua), petunjuk tebal perkerasan lentur jalan raya dengan metode analisa komponen 1987, diperoleh $\overline{ITP}_9 = 8,6$ cm.

9. Menetapkan tebal lapis tambahan

Mencari faktor kekuatan relatif (a) masing-masing lapisan (lampiran 22) :

Lapis *Single Penmac* = 0,26 ; Lapis HRS = 0,26

Base (batu belah) = 0,13

Subbase (sirtu CBR 50) = 0,12

Kekuatan jalan lama dihitung dengan rumus $ITP = IP \times d \times a$

Tabel 5.7 Existing Pavement 1989

Jenis Lapisan	Tebal d_i (cm)	Kekuatan %	Koefisien Kekuatan relative (a_i)	ITP Existing ($a_i \cdot d_i$)
Lapis HRS 1989	3,8	59	26	0,673
Lapis HRS 1984	4,8	59	26	0,850
Lapis <i>Penmac</i>	3,4	95	0,26	0,840
<i>Base</i> (batu belah)	20	100	0,13	2,6
<i>Subbase</i> (sirtu)	10	100	0,12	1,2
			ITP _{ada}	6,162

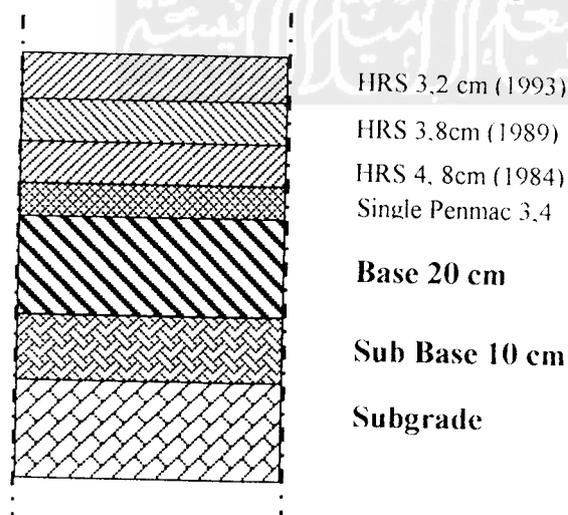
$$\overline{AITP} = ITP_y - ITP_{ada}$$

$$= 8,6 - 6,162 = 2,438 \text{ cm}$$

$$2,438 = 0,30 \times D_1$$

$$D_1 = 8,130 \text{ cm}$$

Tebal lapis tambahan (overlay) yang diperoleh dari hitungan di atas adalah 8,130 cm sedangkan pekerjaan terakhir pada ruas jalan MT Haryono dan Mayjen Sutoyo pada tahun 1993 oleh Departemen Pekerjaan Umum Cabang Dinas Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta adalah peningkatan kelas jalan dengan pelapisan HRS setebal 5 cm (sudah terdeformasi menjadi 3,2 cm) seperti gambar berikut ini:

**Gambar 5.7** Susunan Perkerasan tahun 1993

Dengan demikian terdapat selisih ketebalan lapisan perkerasan hasil evaluasi dengan pekerjaan yang pernah dilakukan pada ruas jalan tersebut sebesar 4,93 cm. Selisih ini disebabkan oleh umur rencana peningkatan jalan yaitu 10 tahun sudah terlampaui 9 tahun, sehingga dengan pertumbuhan lalu lintas selama 9 tahun tersebut akan memperbesar nilai LER yang selanjutnya akan menambah tebal perkerasan yang diperlukan.

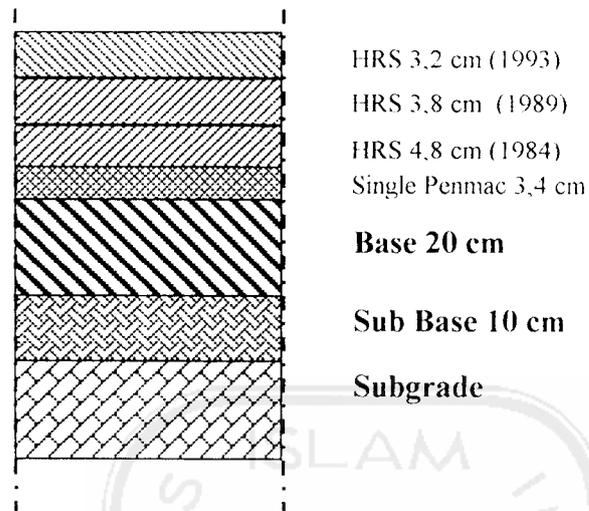
5.2.3. Perencanaan Pelapisan Tambahan (Overlay) Untuk Masa Layan 2002-2007 dengan Metode Analisa Komponen 1987.

Kondisi ruas jalan MT Haryono dan Mayjen Sutoyo Daerah Istimewa Yogyakarta yang sekarang dalam kondisi kurang stabil perlu adanya perbaikan dengan segera karena letaknya di tengah kota menghubungkan pusat-pusat perdagangan, pendidikan, pemerintahan dan kesehatan di kota Yogyakarta . Dengan demikian diperlukan perencanaan pelapisan tambahan (*overlay*) pada ruas jalan tersebut.

Dengan data-data yang diperoleh yaitu dari lapangan dan laboratorium direncanakan tebal lapis tambahan (*overlay*) pada ruas jalan tersebut dengan metode Analisa Komponen 1987 sebagai berikut :

1. Kondisi perkerasan yang ada

Kondisi perkerasan pada ruas jalan MT Haryono dan Mayjen Sutoyo yang ada sekarang tidak sama dengan kondisi pada tahun 1993 saat jalan baru di *overlay*. Seiring dengan perkembangan lalu lintas maka permukaan perkerasan jalan telah mengalami kerusakan sehingga susunan ketebalan perkerasan yang ada sekarang adalah seperti tertera dalam gambar berikut:



Gambar 5.8 Susunan Perkerasan lama

Sedangkan nilai kondisi masing-masing lapis perkerasan serta koefisien kekuatan relatifnya adalah seperti Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Existing pavement 1993

Jenis Lapisan	Tebal d_i (cm)	Kekuatan %	Koefisien Kekuatan relative (a_i)	ITP Existing ($a_i \cdot d_i$)
Lapis HRS 1993	3,2	59	0,26	0,491
Lapis HRS 1989	3,8	59	0,26	0,583
Lapis HRS 1984	4,8	59	0,26	0,736
Single Penmac	3,4	95	0,26	0,840
Base (batu belah)	20	100	0,13	2,6
Subbase (sirtu)	10	100	0,12	1,2
				6,450

Sumber SKBI 2.3.26.1987

Tabel 5.9 Komponen Perencanaan 2002

Faktor regional	CBR (%)	DDT	I_{p_0}	I_{p_1}
1,5	8	5,4	3,9	2,48

Sumber SKBI 2.3.26.1987

2. Tinjauan lalu-lintas

Pertumbuhan lalu lintas (i) untuk daerah perkotaan Daerah Istimewa Yogyakarta sebesar 1,6 % sedangkan umur rencana *overlay* adalah 5 tahun sehingga dengan rumus yang ada dapat dihitung LHR₂₀₀₇, LEP₂₀₀₇ dan LEA₂₀₀₇ seperti pada tabel berikut :

Tabel 5.10 Analisis lalu lintas 2002-2007

Jenis	Angka Ekuivalen	LHR ₂₀₀₂	LHR ₂₀₀₇	C	LEP ₂₀₀₂	LEA ₂₀₀₇
Kendaraan ringan	0,0005	8402	9096	0,5	2,100	2,274
Bus 8 ton	0,1876	1504	1628	0,5	141,069	152,722
Truck 2 as 13 ton	2,0634	221	240	0,5	228,306	247,164
Truck 3 as 20 ton	1,1230	21	23	0,5	11,778	12,751
					383,253	414,911

3. Menghitung tebal lapis tambahan (overlay)

$$LET_5 = (LEP_{2002} + LEA_{2007})/2$$

$$= (383,253 + 414,911)/2$$

$$= 399,082$$

$$LER_5 = LET_5 \times FP$$

$$= 399,082 \times 5/10$$

$$= 199,541$$

$$ITP_{\text{grafik}} \text{ didapat} = 8 \text{ cm}$$

$$ITP_{\text{existing}} = 6,450 \text{ cm}$$

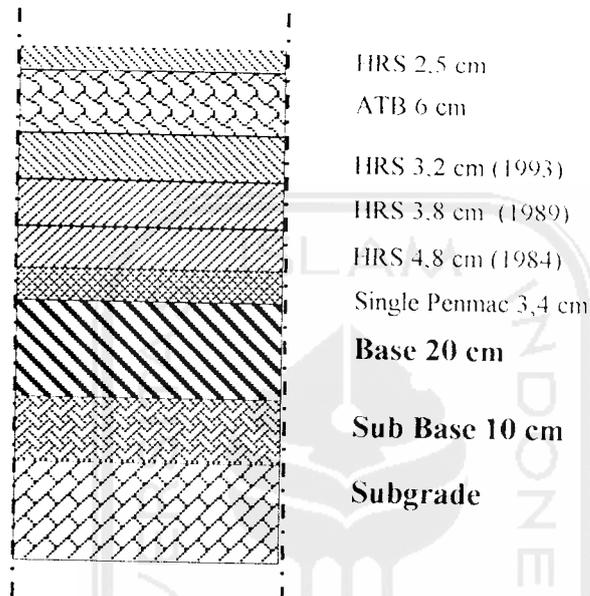
$$ITP_{\text{diperlukan}} = ITP_{\text{grafik}} - ITP_{\text{existing}}$$

$$= 1,550 \text{ cm}$$

$$\text{Overlay diperlukan} = 1,550 = 0,30 \times D_1$$

$$D_1 = 1.550 / 0,3 = 5.96 \text{ cm} \approx 6 \text{ cm}$$

Lapis tambahan (*overlay*) dari hitungan di atas adalah setebal 6 cm. Lapis tambahan ini direncanakan memakai ATB 6 cm dan HRS 2,5 cm, sehingga susunan perkerasannya seperti gambar berikut :

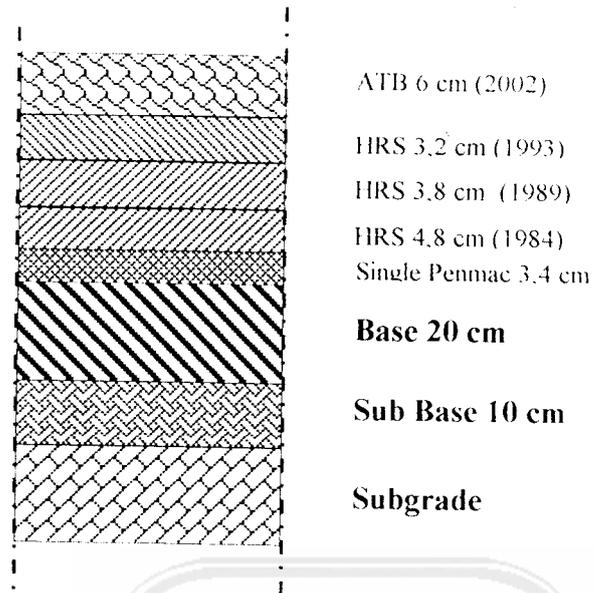


Gambar 5.9 Susunan Rencana Perkerasan 2002-2007

5.2.4. Perencanaan Pelapisan Tambahan (Overlay) tahap II untuk Masa Layanan 2007-2012 dengan Metode Analisa Komponen 1987.

1. Kondisi Perkerasan yang ada (2007)

Seiring dengan perkembangan lalu lintas maka permukaan perkerasan jalan telah mengalami kerusakan sehingga susunan ketebalan perkerasan yang ada sekarang adalah seperti tertera dalam gambar berikut:



Gambar 5.10 Susunan Perkerasan 2002-2007

Sedangkan nilai kondisi masing-masing lapis perkerasan serta koefisien kekuatannya adalah seperti Tabel 5.11.

Tabel 5.11. Existing Pavement 2002

Jenis Lapisan	Tebal d_i (cm)	Kekuatan %	Koefisien Kekuatan relative (a_i)	ITP Existing ($a_i \cdot d_i$)
ATB 2002	6	70	0,26	1,260
Lapis HRS 1993	3,2	59	0,26	0,491
Lapis HRS 1989	3,8	59	0,26	0,583
Lapis HRS 1984	4,8	59	0,26	0,736
Single Penmac	3,4	95	0,26	0,840
Base (batu belah)	20	100	0,13	2,6
Subbase (sirtu)	10	100	0,12	1,2
				7,710

Tabel 5.12 Komponen Perencanaan 2007

Faktor regional	CBR (%)	DDT	I_p0	I_p1
1,5	8	5,4	3,9	2,48

Sumber SKBI 2.3.26.1987

2. Tinjauan Lalu lintas

Pertumbuhan lalu lintas (i) untuk daerah perkotaan Daerah Istimewa Yogyakarta sebesar 1.6 % sedangkan umur rencana *overlay* adalah 5 tahun sehingga dengan rumus yang ada dapat dihitung LHR_{2007} , LEP_{2007} dan LEA_{2007} seperti pada tabel berikut :

Tabel 5.13 Analisis lalu lintas 2007-2012

Jenis	Angka Ekuivalen	LHR_{2007}	LHR_{2012}	C	LEP_{2007}	LEA_{2012}
Kendaraan ringan	0,0005	9096	9847	0,5	2,274	2,462
Bus 8 ton	0,1876	1628	1763	0,5	152,722	165,337
Truck 2 as 13 ton	2,0634	240	259	0,5	247,164	267,580
Truck 3 as 20 ton	1,1230	23	25	0,5	12,751	13,804
					414,911	449,183

3. Menghitung Tebal Lapis Tambahan (*overlay*) tahap II periode 2007-2012

$$\begin{aligned} LET_5 &= (LEP_{2007} + LEA_{2012})/2 \\ &= (414,911 + 449,183)/2 \\ &= 432,047 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} LER_5 &= LET_5 \times FP \\ &= 432,047 \times 5/10 \\ &= 216,023 \end{aligned}$$

$$ITP_{\text{grafik}} \text{ didapat} = 8,2 \text{ cm}$$

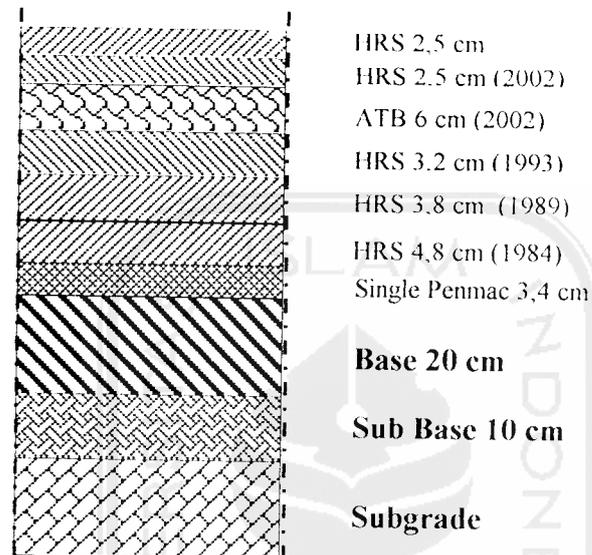
$$ITP_{\text{existing}} = 7,710 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} ITP_{\text{diperlukan}} &= ITP_{\text{grafik}} - ITP_{\text{existing}} \\ &= 0,490 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$Overlay \text{ diperlukan} = 0,490 = 0,30 \times D_1$$

$$D_1 = 0,490 / 0,26 = 1,88 \text{ cm} \approx 2,5 \text{ cm (minimal tebal HRS 2,5-3 cm)}$$

Lapis tambahan (*overlay*) dari hitungan di atas adalah setebal 1,88 cm. Lapis tambahan ini direncanakan memakai HRS 2,5 cm, sehingga susunan perkerasannya seperti gambar berikut :



Gambar 5.11 Susunan Rencana Perkerasan 2007-2012