

STUDI PERENCANAAN TEBAL LAPIS TAMBAH PERKERASAN (OVERLAY) PADA JALAN MAOSPATI - SUKOMORO (STA. 0+000 – 12+000) DI KABUPATEN MAGETAN PROPINSI JAWA TIMUR

Helmy Ahmed Fuady

ABSTRAK

Struktur perkerasan jalan sebagai komponen dari prasarana transportasi yang berfungsi sebagai penerima beban lalu lintas yang dilimpahkan melalui roda kendaraan. Oleh karena itu, struktur perkerasan perlu memiliki stabilitas yang tinggi, kokoh selama masa pelayanan jalan dan tahan terhadap pengaruh lingkungan dan atau cuaca. Kelelahan (*fatigue resistance*), kerusakan perkerasan akibat berkurangnya kekokohan jalan seperti retak (*cracking*), lendutan sepanjang lintasan kendaraan (*rutting*), bergelombang, dan atau berlubang, tidak dikehendaki terjadi pada perkerasan jalan. Dalam Studi perencanaan ini yang akan direncanakan adalah Perkerasan Lentur (*Flexible pavement*) pada Peningkatan jalan Maospati Sukomoro dengan panjang total 12KM dengan lebar jalan 6M. Sebagaimana suatu perkerasan lentur akan mengalami penurunan kinerja sehubungan dengan beban lalu lintas dan lingkungan. Pada saat perkerasan dibebani, maka beban-beban tersebut akan menyebar ke lapisan-lapisan dibawahnya dalam bentuk tegangan penyebaran. Tegangan tersebut dapat menyebabkan lendutan dan akhirnya terjadi keruntuhan, untuk mengembalikan kekuatan perkerasan, salah satu alternatif yang biasa digunakan adalah melakukan pelapisan ulang (*Overlay*). Selain karena faktor diatas lapis tambahan juga harus diperkuat untuk memikul beban yang lebih besar dari perhitungan dari perencanaan awal. Studi perencanaan ruas jalan Maospati Sukomoro ini dilakukan di Kecamatan Maospati, Kabupaten Magetan, Provinsi Jawa Timur. Adapun langkah studi dalam pengerjaan skripsi ini adalah sebagai berikut : Perencanaan, Analisa volume lalu lintas rencana, Menghitung lendutan balik, Menentukan Tebal Lapisan Tambahan (*Overlay*), Menghitung Volume Tebal Perkerasan Tambahan (*Overlay*), Membuat Rencana Anggaran Biaya. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa, Jumlah Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR) berdasarkan umur rencana 10 tahun pada jalan Maospati Sukomoro adalah 18.270 SMP. Lendutan balik (d_{waki}) sepanjang ruas jalan Maospati Sukomoro sebesar 2,35 mm berdasarkan nilai AE18KSAL yaitu $3,74 \times 10^6$ dengan lendutan balik yang diijinkan sebesar 1,9 mm. Tebal lapis tambahan perkerasan (*overlay*) yang diperlukan yaitu 4 cm. Biaya Pelaksanaan Pelapisan ulang (*Overlay*) Pada Proyek Peningkatan Jalan Maospati Sukomoro STA 0+000 - 12+000 adalah sebesar Rp. 4.565.237.600 (Empat milyar lima ratus enam puluh Lima juta dua ratus tiga puluh tujuh ribu enam ratus rupiah).

Kata Kunci : Perencanaan Jalan, Tebal lapis tambah (*Overlay*), Kabupaten Magetan

PENDAHULUAN

Jalan adalah sarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel. (Sumber : <http://binamarga.pu.go.id>)

Struktur perkerasan jalan sebagai komponen dari prasarana transportasi yang berfungsi sebagai penerima beban

lalu lintas yang dilimpahkan melalui roda kendaraan. Oleh karena itu, struktur perkerasan perlu memiliki stabilitas yang tinggi, kokoh selama masa pelayanan jalan dan tahan terhadap pengaruh lingkungan dan atau cuaca. Kelelahan (*fatigue resistance*), kerusakan perkerasan akibat berkurangnya kekokohan jalan seperti retak (*cracking*), lendutan sepanjang lintasan kendaraan (*rutting*), bergelombang, dan atau berlubang, tidak dikehendaki terjadi pada perkerasan jalan.

Proyek Jalan Maospati Sukomoro dengan panjang total 12KM dengan lebar jalan 6M, dimana sebagian besar aspalnya telah mengalami keretakan akibat sudah terlalu lama tidak dilakukan pemeliharaan yang seharusnya sudah waktunya dilakukan pelapisan ulang atau (*overlay*).

Dalam Studi perencanaan ini yang akan direncanakan adalah Perkerasan Lentur (*Flexible pavement*) pada Peningkatan jalan Maospati Sukomoro Kabupaten Magetan. Sebagaimana suatu perkerasan lentur akan mengalami penurunan kinerja sehubungan dengan beban lalu lintas dan lingkungan. Pada saat perkerasan dibebani, maka beban-beban tersebut akan menyebar ke lapisan-lapisan dibawahnya dalam bentuk tegangan penyebaran. Tegangan tersebut dapat menyebabkan lendutan dan akhirnya terjadi keruntuhan, untuk mengembalikan kekuatan perkerasan, salah satu alternatif yang biasa digunakan adalah melakukan pelapisan ulang (*Overlay*). Selain karena faktor diatas lapis tambahan juga harus diperkuat untuk memikul beban yang lebih besar dari perhitungan dari perencanaan awal.

Perencanaan tebal perkerasan yang akan di uraikan dalam penulisan skripsi ini adalah merupakan dasar dalam menentukan tebal perkerasan lentur yang dibutuhkan untuk jalan raya. Yang dimaksud perkerasan lentur (*flexible pavement*) dalam perencanaan ini adalah perkerasan yang umumnya menggunakan bahan campuran beraspal sebagai lapis permukaan. (Sumber : DPU:1997, 1)

Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, dapat diidentifikasi permasalahan sebagai berikut :

1. Lapisan Aspal pada Jalan Maospati Sukomoro telah mengalami keausan dan rusak ringan.
2. Tegangan penyebaran yang diakibatkan beban-beban ke lapisan dibawahnya dapat menyebabkan lendutan dan akhirnya terjadi keruntuhan.

3. Perlu adanya data lendutan balik untuk perhitungan tebal lapis tambah perkerasan.

Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, adapun rumusan masalah yang akan dibahas yaitu :

1. Berapa jumlah lalu lintas harian rata-rata (LHR) berdasarkan umur rencana 10 tahun pada jalan Maospati Sukomoro?
2. Berapa lendutan balik yang terjadi pada jalan Maospati Sukomoro ?
3. Berapakah tebal lapisan tambahan yang di perlukan pada jalan Maospati Sukomoro ?
4. Berapa biaya yang di butuhkan untuk lapisan tambahan pada jalan Maospati Sukomoro STA 0+000 – 12+000 ?

Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuannya adalah

1. Untuk menentukan volume lalu lintas (LHR).
2. Menentukan lendutan balik.
3. Menentukan tebal perkerasan lapisan tambahan (*overlay*).
4. Menentukan biaya yang di butuhkan untuk lapisan tambahan pada jalan Maospati Sukomoro Kabupaten Magetan.

Adapun manfaat yang diperoleh dari studi ini adalah untuk memberikan sumbangan pemikiran dalam perencanaan tebal lapis tambahan (*overlay*) dari konstruksi perkerasan lentur pada jalan Maospati Sukomoro, serta sebagai bahan pertimbangan dan masukan bagi perencana maupun penulis dalam pengerjaan perencanaan tebal lapis tambahan (*overlay*).

TINJAUAN PUSTAKA

Tabel 1 Type jalan II

Fungsi		Volume LL Rencana (smp)	Klas
Utama	Arteri	10000 atau lebih	I
	Kolektor	Kurang dari 10000	II
Sekunder	Arteri	20000 atau lebih	I
		Kurang dari 20000	II
	Kolektor	6000 atau lebih	II
		Kurang dari 6000	III
	Lokal	500 atau lebih	III
		Kurang dari 500	IV

Sumber : Alamsyah, A, A : 2001, 11

Tabel 2 Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Jumlah Jalur	Kendaraan ringan *		Kendaraan berat**	
	1 arah	2 arah	1 arah	2 arah
1 jalur	1,00	1,00	1,00	1,00
2 jalur	0,60	0,50	0,70	0,50
3 jalur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 jalur	-	0,30	-	0,45
5 jalur	-	0,25	-	0,425
6 jalur	-	0,20	-	0,40
*berat total < 5 ton, misalnya: mobil penumpang, pick up, mobil hantaran				
**berat total ≥ 5 ton, misalnya: bus, truk, traktor, semi trallier, trallier				

Sumber: SKBI 2.3.26.1987

Lalu Lintas Harian Rata-rata dan Lintas Ekvialen

- Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR) setiap jenis kendaraan di tentukan pada awal umur rencana, yang dihitung untuk dua arah pada jalan tanpa median atau masing-masing arah pada jalan dengan median.

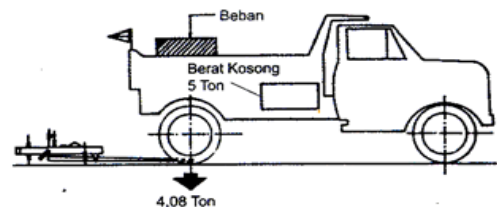
$$LHR_{\text{awal umur rencana}} = (1 + a)^n \cdot LHR_s$$
- Lintas Ekvialen Permulaan (LEP) dihitung dengan rumus sebagai berikut: $LEP = \sum_{j=1}^n LHR_j \times C_j \times E_j$
 Lintas Ekvialen Akhir (LEA) dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$LEA = LEP (1 + i)^n$$
- Lintas Ekvialen tengah (LET) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2}$$
- Lintas Ekvialen Rencana (LER) dihitung dengan rumus sebagai berikut: $LER = LET \times FP$

Pengujian Perkerasan Dengan Alat Benkelman Beam

Untuk mengukur lendutan perkerasan jalan batang Belkelman diletakkan di antara roda belakang truk yang memiliki sumbu belakang sama dengan jenis dan beban sumbu standar. Posisi ujung batang Benkelman seperti pada gambar 2 berikut :



Gambar 1 Posisi Benkelman Beam

Sumber : Pd.T-05-2005-B

Lendutan Balik

Berdasarkan pedoman Pd.T-05-2005-B, besarnya lendutan balik ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$d = 2 \times (d_3 - d_1) \times F_t \times C_a \times FK_{B-BB}$$

Lendutan Balik Segmen

Segmen adalah bagian dari ruas jalan yang memiliki tingkat keseragaman nilai lendutan balik. Tingkat keseragaman dikategorikan atas sangat baik, baik, dan cukup baik yang ditentukan dengan menggunakan Faktor Keseragaman (FK) seperti pada rumus sebagai berikut :

$$FK = \frac{s}{dR} \times 100\%$$

FK ijin adalah FK yang diijinkan untuk satu segmen jalan, atau nilai FK yang dapat diterima untuk menunjukkan keseragaman satu segmen jalan.

Ada tiga kategori tingkat keseragaman yaitu :

- 0 – 10%, keseragaman sangat baik
- 11 – 20%, keseragaman baik
- 21 – 30%, keseragaman cukup baik.

D_{wakil} adalah nilai lendutan balik yang digunakan untuk menunjukkan lendutan balik satu segmen jalan dan digunakan untuk perencanaan tebal lapis tambah. Penentuan D_{wakil} dipengaruhi oleh fungsi jalan dan tingkat kepercayaan yang digunakan. Dengan rumus sebagai berikut :

D_{wakil} = lendutan balik untuk mewakili satu segmen jalan

d_R = lendutan balik rata-rata dari satu segmen jalan

K = konstanta terkait dengan tingkat kepercayaan yang dipilih sesuai fungsi jalan

$K = 2$, tingkat kepercayaan 98%, digunakan untuk jalan arteri atau tol

$K = 1,64$, tingkat kepercayaan 95%, digunakan untuk jalan kolektor

$K = 1,28$, tingkat kepercayaan 90%, digunakan untuk jalan lokal.

Perhitungan Lapis Tambahan

Perhitungan perencanaan tebal lapis tambahan (*overlay*) Jalan Simpang Serapat Marabahan ini menggunakan data beban lalu lintas sekunder tahun 2012 dan data lendutan dengan alat Benkelman Beam yang diperoleh dari Dinas PU Bina Marga Provinsi Kalimantan Selatan.

a. Data Lalu Lintas

Mencari data-data lalu lintas yang diperlukan pada jalan yang bersangkutan antara lain :

1) Lalu lintas harian rata-rata (LHR) yang dihitung untuk dua arah pada jalan tanpa median dan untuk masing-masing arah pada jalan dengan median.

2) Jumlah lalu lintas rencana ditentukan atas dasar jumlah jalan dan jenis kendaraan.

b. Menghitung Besarnya Jumlah Ekuivalen Angka ekuivalen dihitung untuk setiap jenis kendaraan dengan terlebih dahulu dihitung angka ekuivalen masing-masing sumbu.

c. Menentukan Faktor Umur Rencana (N)
Faktor umur rencana adalah angka yang dipergunakan untuk menghitung repetisi lalu lintas selama umur rencana dari awal umur rencana. Jika tidak ada pertumbuhan lalu lintas maka Faktor umur rencana (N) sama dengan umur rencana.

Tabel 3 Faktor Umur Rencana

Umur Rencana (tahun)	Faktor pertumbuhan lalu lintas, persen (i)							
	0	2	4	5	6	7	8	10
1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2	2,00	2,02	2,04	2,05	2,06	2,07	2,08	2,10
3	3,00	3,06	3,12	3,15	3,18	3,21	3,25	3,31
4	4,00	4,12	4,25	4,31	4,37	4,44	4,51	4,64
5	5,00	5,20	5,42	5,53	5,64	5,75	5,87	6,11
6	6,00	6,31	6,63	6,80	6,98	7,15	7,34	7,72
7	7,00	7,43	7,90	8,14	8,39	8,65	8,92	9,49
8	8,00	8,58	9,21	9,55	9,90	10,26	10,64	11,44
9	9,00	9,75	10,58	11,03	11,49	11,98	12,49	13,58
10	10,00	10,95	12,01	12,58	13,18	13,82	14,49	15,94
11	11,00	12,17	13,49	14,21	14,97	15,78	16,65	18,53
12	12,00	13,41	15,03	15,92	16,87	17,89	18,98	21,38
13	13,00	14,68	16,63	17,71	18,88	20,14	21,50	24,52
14	14,00	15,97	18,29	19,60	21,02	22,55	24,21	27,97
15	15,00	17,29	20,02	21,58	23,28	25,13	27,15	31,77
16	16,00	18,64	21,82	23,66	25,67	27,89	30,32	35,95
17	17,00	20,01	23,70	25,84	28,21	30,84	33,75	40,54
18	18,0	21,41	25,65	28,13	30,91	34,00	37,45	45,60
19	19,00	22,84	27,67	30,54	33,76	37,38	41,45	51,16
20	20,00	24,30	29,78	33,07	36,79	41,00	45,76	57,27

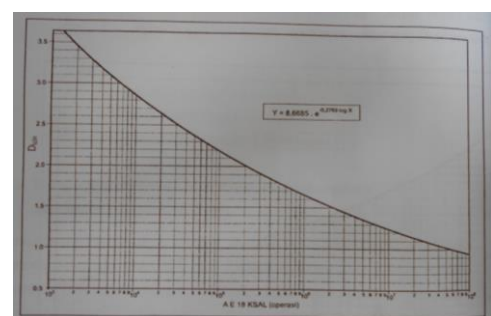
(Sumber : AASHTO'93)

d. Menentukan Lalu Lintas Secara Akumulatif

Menentukan jumlah lalu lintas akumulatif selama umur rencana dengan rumus sebagai berikut :

$$AE\ 18\ KSAL = \sum m \times UE\ 18\ KSAL$$

e. Berdasarkan hasil AE18KSAL, dari gambar lendutan balik yang diizinkan berdasarkan kondisi *failure* akan diperoleh lendutan balik yang diizinkan, selain itu lendutan balik yang diizinkan.

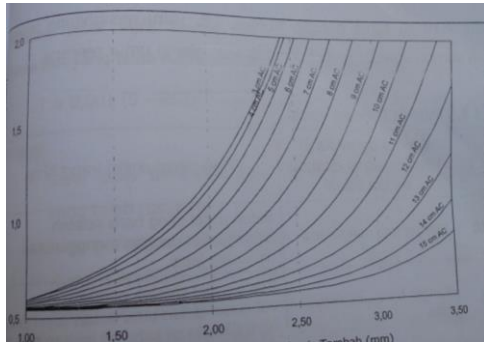


Gambar 2 Lendutan balik yang diizinkan berdasarkan kondisi *failure*

Sumber : Sukirman, S : 2010, 208

f. Berdasarkan lendutan balik yang yang diizinkan dan D_{wakil} dari kondisi jalan lama dengan menggunakan gambar hubungan lendutan balik sebelum dan setelah diberi lapis tambah. D_{wakil} menunjukkan lendutan balik sebelum diberi lapis tambah, dan D_{izin}

menunjukkan lendutan balik setelah diberi lapis tambah. Jenis lapis tambah yang diperoleh adalah jenis beton aspal



Gambar 3 Hubungan lendutan balik sebelum dan setelah diberi lapis tambah
Sumber : No.01/MN/B/1983

Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya (RAB) adalah suatu dokumen yang berisi komponen masukan (input) dari sebuah kegiatan besaran biaya dari masing-masing komponen. RAB merupakan penjabaran lebih lanjut dari unsur perkiraan biaya dalam kerangka acuan kegiatan (*Term Of Reference*). Jadi rencana anggaran biaya (RAB) adalah perhitungan biaya suatu pekerjaan berdasarkan satuan volume pekerjaan, sehingga dengan adanya RAB dapat dijadikan sebagai acuan pelaksanaan pekerjaan nantinya. Untuk menghitung RAB diperlukan data-data antara lain :

1. Volume Pekerjaan
 - a. Pekerjaan persiapan
 - Pengukuran ulang
 - Pembelian papan proyek
 - Dokumentasi / administrasi
 - Mobilisasi alat
 - b. Pekerjaan perkerasan
 - Lapis resap perekat (Tack Coat)
 - Lapis permukaan (AC-WC)

2. Analisa Harga Satuan

Analisa harga satuan diambil dari harga satuan tahun 2013 yaitu diperoleh dari Dinas PU Kabupaten Magetan.

METODE PENELITIAN

Studi perencanaan ruas jalan Maospati Sukomoro ini dilakukan di Kecamatan Maospati, Kabupaten Magetan, Provinsi

Jawa Timur. Data-data yang diperlukan adalah sebagai berikut :

- 1) Peta lokasi
- 2) Data lendutan balik
- 3) Data lalu lintas harian rata-rata
- 4) Foto dokumentasi pekerjaan proyek

Adapun langkah studi dalam pengerjaan skripsi ini adalah sebagai berikut :

- 1) Perencanaan
- 2) Analisa volume lalu lintas rencana
- 3) Menghitung lendutan balik
- 4) Menentukan Tebal Lapisan Tambahan (*Over lay*)
- 5) Menghitung Volume Tebal Perkerasan Tambahan (*Over lay*)
- 6) Membuat Rencana Anggaran Biaya

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data-data lainnya:

- Angka pertumbuhan lalu lintas = 4,9 %
- Usia Rencana (n) = 10 tahun
- Jumlah Jalur = 1 jalur, 2 arah
- Panjang Jalan = 12 km

Tabel 4 LHR₂₀₁₃ (awal rencana)

Jenis Kendaraan	Jumlah x $(1+i)^1$	Jumlah /hari (dua arah)
Sepeda motor	7816 $(1+0,049)^1$	8199
Sedan, Jeep dan St. Wagon	692 $(1+0,049)^1$	726
Oplet, Pickup, Suburban, Combi dan Minibus	266 $(1+0,049)^1$	279
Micro truck dan Mobil hantaran	434 $(1+0,049)^1$	455
Bus Kecil	9 $(1+0,049)^1$	9
Bus Besar	5 $(1+0,049)^1$	5
Truck 2 As	239 $(1+0,049)^1$	251

(Sumber : Data Hasil Perhitungan)

Tabel 5 LHR₂₀₂₃ (akhir rencana)

Jenis Kendaraan	Jumlah x $(1+i)^{10}$	Jumlah /hari (dua arah)
Sepeda motor	8199 $(1+0,049)^{10}$	13229
Sedan, Jeep dan St. Wagon	726 $(1+0,049)^{10}$	1171
Oplet, Pickup, Suburban, Combi dan Minibus	279 $(1+0,049)^{10}$	450
Micro truck dan Mobil hantaran	455 $(1+0,049)^{10}$	735
Bus Kecil	9 $(1+0,049)^{10}$	15
Bus Besar	5 $(1+0,049)^{10}$	8
Truck 2 As	251 $(1+0,049)^{10}$	405

(Sumber : Data Hasil Perhitungan)

Tabel 6 Menentukan Ekuivalen

Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan (1)	EMP (2)	SMP (1) x (2)
Sepeda motor	13229	0.5	6615
Sedan, Jeep dan St. Wagon	1171	1	1171
Oplet, Pickup, Suburban, Combi dan Minibus	450	1.5	675
Micro truck dan Mobil hantaran	735	2	1470
Bus Kecil	15	2	30
Bus Besar	8	3	24
Truck 2 As	405	2	810
Total			10795

(Sumber : Data Hasil Perhitungan)

Tabel 7 Perhitungan LHR Rata-rata

No	Jenis Kendaraan	LHR ₂₀₁₃	LHR ₂₀₂₃	LHR Rata-rata	Kendaraan (%)
1	Sepeda motor	8199	13229	10714	82.62
2	Sedan, Jeep dan St. Wagon	726	1171	949	7.31
3	Oplet, Pickup, Suburban, Combi dan Minibus	279	450	365	2.81
4	Micro truck dan Mobil hantaran	455	735	595	4.59
5	Bus Kecil	9	15	12	0.09
6	Bus Besar	5	8	7	0.05
7	Truck 2 As	251	404	328	2.53
Jumlah				12968	100

(Sumber : Data Hasil Perhitungan)

Tabel 8 Data Lalu Lintas Rata-rata Kendaraan Lewat

No	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan
1	Sepeda motor	10714
2	Sedan, Jeep dan St. Wagon	949
3	Oplet, Pickup, Suburban, Combi dan Minibus	365
4	Micro truck dan Mobil hantaran	595
5	Bus Kecil	12
6	Bus Besar	7
7	Truck 2 As	328
Jumlah		12968

(Sumber : Data Hasil Perhitungan)

Koefisien Distribusi Kendaraan

Sepeda motor	= 1,00 x 10714	= 10.714	kend/hari
Sedan, Jeep dan St. Wagon	= 1,00 x 949	= 949	kend/hari
Oplet, Pickup, Suburban, Combi dan Minibus	= 1,00 x 365	= 365	kend/hari
Micro truck dan Mobil hantaran	= 1,00 x 595	= 595	kend/hari
Bus Kecil 8T	= 1,00 x 12	= 12	kend/hari
Bus Besar 10T	= 1,00 x 7	= 7	kend/hari
Truck 2 As 11T	= 1,00 x 328	= 328	kend/hari

Menghitung Jumlah Ekuivalen Harian Rerata Berdasarkan Satuan 18 ton (18 kip – 18000 lbs)

Tabel 9 Jumlah Ekuivalen Harian Rata-rata

	A	B	A x B
Sepeda motor	10714	0,0002	21,428
Sedan, Jeep dan St.Wagon	949	0,0036	34,164
Oplet, Pickup, Suburban, Combi dan Minibus	365	0,0036	1,314
Micro truck dan Mobil hantaran	595	0,0036	2,142
Bus Kecil 8T	12	0,92	11,04
Bus Besar 10T	7	2,26	15,82
Truck 2 AS 11T	328	3,20	1049,6
Jumlah			1085,4752

(Sumber : Data Hasil Perhitungan)

Menentukan Faktor Umur Rencana

Berdasarkan data :

- Umur Rencana : 10 tahun
 - Perkembangan Lalu lintas : 4,9 ➔ 5 %
- Maka dari data di atas dan berdasarkan tabel 3 hubungan antara umur rencana dengan perkembangan lalu lintas didapatkan nilai faktor umur rencana (*N*) sebesar : 12,58.

Menghitung Jumlah Lalu Lintas Secara Akumulatif Selama Umur Rencana

$$\begin{aligned}
 AE \ 18 \text{ KSAL} &= 365 * N * \sum DTN * UE \ 18 \text{ KSAL} \\
 &= 365 * 12,58 * 1085,4752 \\
 &= 4984176,5 \\
 &= 4,98 * 10^6
 \end{aligned}$$

Menghitung Lendutan Balik (d) Yang Dijikan

- 1) Menghitung Temperatur Lapis Beraspal (T_L)
 $T_L = 1/3 (T_p + T_t + T_b)$
 Dimana :
 T_L : Temperatur lapis perkerasan
 T_p : Temperatur permukaan = 32° C
 T_t : Temperatur tengah = 28° C
 T_b : Temperatur bawah = 25° C
 $T_L = 1/3 (T_p + T_t + T_b)$
 $= 1/3 (32 + 28 + 25) = 28,33^\circ \text{ C}$
- 2) Menghitung Faktor Penyesuaian Terhadap Temperatur (F_t)
 $F_t = 4,184 \times T_L^{-0,4025}$ untuk tebal lapis AC < 10 cm
 Dimana :

Ft : Faktor penyesuaian

T_L : Temperatur lapis perkerasan

$$Ft = 4,184 \times T_L^{-0,4025}$$

$$= 4,184 \times 28,33^{-0,4025} = 1,09$$

3) Menentukan Faktor Pengaruh Muka Air Tanah (Ca)

Bila pemeriksaan lendutan dilakukan pada musim kemarau atau muka air tanah rendah maka nilai Ca = 1,2 sedangkan apabila pemeriksaan lendutan dilakukan pada musim hujan atau muka air tanah tinggi maka nilai Ca = 0,9.

Dalam pemeriksaaan studi lendutan ini dilakukan pada musim kemarau sehingga berdasarkan ketentuan di atas didapatkan nilai Ca = 1,2.

4) Lendutan Balik Per Segmen (d) Sta. 0 + 000 – 12 + 000

Tabel 10 Rekapitulasi Nilai Lendutan Balik Per Segmen (d)

Titik Sta.	Lendutan per Segmen (d) mm	Standar Deviasi Per Segmen (s)
0 + 000 – 6 + 000	2,09	0,114
6 + 500 – 12 + 000	2,27	0,089
Jumlah	4,36	0,203
Jumlah Titik Pemeriksaan (n _s)	25	
Σ Lendutan (d)	4,36	
Rata-rata Lendutan (d)	2,18	
Standar Deviasi (s)	0,203	
Rata-rata Standar Deviasi (s)	0,1015	

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Faktor Keseragaman Lendutan (FK)

$$FK = \frac{s}{dR} \times 100 \% < FK_{ijin}$$

: 0 % - 10 % ; keseragaman sangat baik

: 11 % - 20 % ; keseragaman baik

: 21 % - 30 % ; keseragaman cukup baik

1) Faktor Keseragaman Lendutan Segmen I

$$FK = \frac{s}{dR} \times 100 \% < FK_{ijin}$$

$$= \frac{0,114}{2,18} \times 100 \% < FK_{ijin}$$

$$= 5,23 \text{ diantara } 0 \% - 10 \%,$$

(keseragaman sangat baik)

2) Faktor Keseragaman Lendutan Segmen II

$$FK = \frac{s}{dR} \times 100 \% < FK_{ijin}$$

$$= \frac{0,089}{2,18} \times 100 \% < FK_{ijin}$$

$$= 4,08 \text{ diantara } 0 \% - 10 \%,$$

(keseragaman sangat baik)

Menghitung Lendutan Wakil (D_{wakil})

$$D_{wakil} = d_R + K.s$$

1) Lendutan Wakil (D_{wakil}) segmen I

$$\begin{aligned} D_{wakil} \text{ segmen I} &= d_R + K.s \\ &= 2,09 + 1,64 \times 0,114 \\ &= 2,28 \text{ mm} \end{aligned}$$

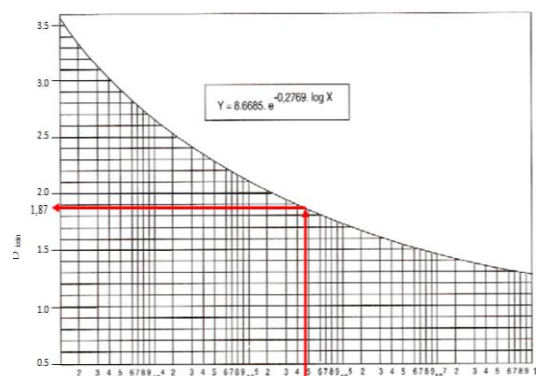
2) Lendutan Wakil (D_{wakil}) segmen II

$$\begin{aligned} D_{wakil} \text{ segmen II} &= d_R + K.s \\ &= 2,27 + 1,64 \times 0,089 \\ &= 2,33 \text{ mm} \end{aligned}$$

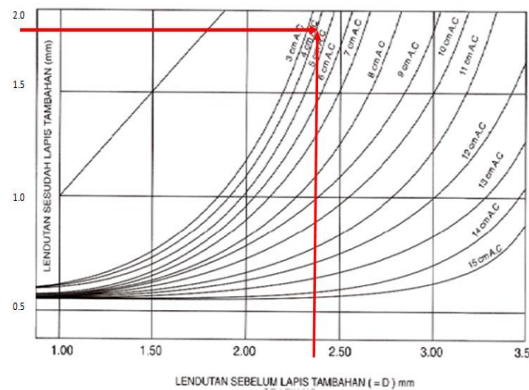
3) Lendutan Wakil (D_{wakil}) Sepanjang Ruas Jalan

$$\begin{aligned} D_{wakil} \text{ Rata-rata} &= d_R + K.s \\ &= 2,18 + 1,64 \times 0,1015 \\ &= 2,35 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jadi besar lendutan wakil Sepanjang Ruas Jalan berdasarkan AE18KSAL diperoleh yaitu sebesar 2,35 mm. Lapis permukaan yang dipakai adalah Laston, nilai AE18KSAL yaitu $4,98 \times 10^6$. Berdasarkan gambar 4, maka lendutan balik yang diizinkan adalah sebesar 1,87 mm. Tebal lapis perkerasan dengan lapisan tambahan (*Over lay*) didapat dari gambar 5 yaitu sebesar 4cm.



Gambar 4 Grafik Lendutan balik yang diizinkan berdasarkan kondisi *failure*
(Sumber : Hasil Perhitungan)



Gambar 5 Grafik Hubungan lendutan balik sebelum dan setelah diberi lapis tambah
(Sumber : Hasil Perhitungan)

Rencana Anggaran Biaya

Setelah diketahui tebal lapis tambahan (*Over lay*) sepanjang lokasi pekerjaan yaitu 4cm dengan lebar jalan yang di *overlay* adalah 6 meter sedangkan panjang jalan yang di *Overlay* adalah 12Km, maka volume pekerjaan dapat dihitung dengan rumus volume : Panjang jalan x Lebar jalan x tebal lapisan over lay sebagai berikut : $12.000 \times 6 \times 0,04 = 2.880\text{m}^3$.

Adapun Rencana Anggaran Biaya yang dibutuhkan dalam pelaksanaan tebal lapis tambahan (*Overlay*) pada ruas jalan Maospati Sukomoro seperti tabel dibawah ini :

Tabel 11 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Tack Coat

NO	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN KUANITAS (A)	HARGA SATUAN (Rp) (B)	JUMLAH HARGA (Rp) (A) x (B)
A TENAGA					
1	Pekerja	OH	0,0283	85.000	2.405,5
2	Mandor	OH	0,0028	110.000	308
JUMLAH HARGA TENAGA					2.713,5
B BAHAN					
1	Aspal	Kg	0,9857	7.700	7.589,89
2	Karosene	Ltr	0,143	9.000	1.287,00
JUMLAH HARGA BAHAN					8.876,89
C PERALATAN					
1	Asphalt sprayer	Jam	0,0028	59.466,79	166,51
2	Compressor	Jam	0,0031	135.692,06	420,65
3	Dump truck	Jam	0,0028	193.172,98	540,88
JUMLAH HARGA PERALATAN					1.128,04
D JUMLAH TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A+B+C)					12.718,43
E OVERHEAD & PROFIT 10 % X D					1.271,84
F HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)					13.990,27

(Sumber : Dinas PU Provinsi Jawa Timur)

Tabel 12 Analisa Harga Satuan Pekerjaan AC-WC

NO	KOMPONEN	SATUAN	PERKIRAAN KUANITAS (A)	HARGA SATUAN (Rp) (B)	JUMLAH HARGA (Rp) (A) x (B)
A TENAGA					
1	Pekerja	OH	0,0413	85.000	3.510,5
2	Mandor	OH	0,0034	110.000	374
JUMLAH HARGA TENAGA					3.884,5
B BAHAN					
1	Filler	Kg	21,56	550	1.1858
2	Aspal	Kg	57,75	7.700	444.675
3	Agregat kasar	m ³	0,4993	230.392,28	115.034,87
4	Agregat halus	m ³	0,2547	230.392,28	58.680,91
JUMLAH HARGA BAHAN					630.248,78
C PERALATAN					
1	AMP	Jam	0,0466	4.861.541,21	226.547,82
2	Genarator Set	Unit	0,0466	323.252,23	15.063,55
3	Wheel Loader	Jam	0,0218	378.498,19	8.251,26
4	Dump Truck	Jam	0,5489	371.419,26	203.872,03
5	Asphalt Finisher	Jam	0,0151	826.466,22	12.479,64
6	Tandem Roller	Jam	0,1975	428.338,89	84.596,93
7	Tire Roller	Jam	0,0402	382.218,43	15.365,18
8	Alat Bantu	Ls	1	20.000	20.000
JUMLAH HARGA PERALATAN					586.176,42
D JUMLAH TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A+B+C)					1.220.309,70
E OVERHEAD & PROFIT 10 % X D					122.030,97
F HARGA SATUAN PEKERJAAN (D + E)					1.342.340,67

(Sumber : Dinas PU Provinsi Jawa Timur)

Tabel 13 Rencana Anggaran Biaya

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
I	PEK.PERSIAPAN				
	1. Pengukuran ulang	Ls	1	2.000.000	Rp. 2.000.000
	2. Papan Proyek	Bh	1	450.000	Rp. 450.000
	3. Dokumentasi /administrasi	Ls	1	5.000.000	Rp. 5.000.000
	4. Mobilisasi Alat	Ls	1	25.000.000	Rp. 25.000.000
JUMLAH I					Rp. 32.450.000
II	PEK.PERKERASAN				
	1. Tack Coat	Ltr	18.000	13.990,27	Rp. 251.824.860
	2. AC-WC	m ³	2.880	1.342.340,67	Rp. 3.865.941.130
JUMLAH II					Rp. 4.117.765.990
TOTAL (I + II)					Rp. 4.150.215.990

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 14 Rekapitulasi

NO	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH BIAYA
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	Rp. 32.450.000
II	PEKERJAAN PERKERASAN	Rp. 4.117.765.990
A	JUMLAH BIAYA PEKERJAAN	Rp. 4.150.215.990
B	PPN (10% x A)	Rp. 415.021.599
C	TOTAL BIAYA PEKERJAAN (A+B)	Rp. 4.565.237.589
D	DIBULATKAN	Rp. 4.565.237.600

Terbilang : Empat Milyar Lima Ratus Enam Puluh Lima Juta Dua Ratus Tiga Puluh Tujuh Ribu Enam Ratus Rupiah

(Sumber : Hasil Perhitungan)

KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan dan pembahasan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Jumlah Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR) berdasarkan umur rencana 10 tahun pada jalan Maospati Sukomoro adalah 18.270 SMP.
2. Lendutan balik (d_{wakil}) sepanjang ruas jalan Maospati Sukomoro sebesar 2,35 mm berdasarkan nilai AE18KSAL yaitu $4,98 \times 10^6$ dengan lendutan balik yang diijinkan sebesar 1,87 mm.
3. Tebal lapis tambahan perkerasan (*overlay*) yang diperlukan yaitu 4 cm.
4. Biaya Pelaksanaan Pelapisan ulang (*Overlay*) Pada Proyek Peningkatan Jalan Maospati Sukomoro STA 0+000 - 12+000 adalah sebesar Rp. 4.565.237.600 (Empat Milyar Lima Ratus Enam Puluh Lima Juta Dua Ratus Tiga Puluh Tujuh Ribu Enam Ratus Rupiah).

SARAN

1. Dalam menentukan jumlah lalulintas harian rata-rata (LHR), selain menggunakan metode Analisa Komponen, bisa juga menggunakan metode AASHTO 1993 yang bisa digunakan untuk lalulintas pada jalan rencana tinggi.
2. Pekerjaan lapis tambahan (*overlay*) sebaiknya direncanakan sebelum umur rencana habis, agar kondisi jalan tetap baik, dan tidak mengalami kerusakan yang berat.

DAFTAR PUSTAKA

- AASHTO, (1993), *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures*
- Alamsyah, A, A, (2001), *Rekayasa Jalan Raya*, Penerbit Universitas Muhammadiyah Malang, Malang
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, (1987), *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan Metode Analisa Komponen SKBI 2.3.26.1987*,

Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta

Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, (1997), *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta

Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, (2005), *Pedoman Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur dengan Metode Lendutan Pd-T-05-2005-B*

Direktorat Jenderal Prasarana Wilayah, (2012), *Survey Pengujian Lendutan Balik dengan Alat Benkelman Beam*, Departemen Pekerjaan Umum Bina Marga, Jawa Timur

Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, (2010), *Divisi 6 Perkerasan Aspal seksi 6.1 Lapis Resap Pengikat dan Lapis Perekat*, Jawa Timur

Sukirman, S, (2010), *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*, Penerbit Nova, Bandung

Sukirman, S, (1995), *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Penerbit Nova, Bandung

SNI 2416, 2011, *Cara uji lendutan perkerasan lentur dengan alat Benkelman Beam*, Badan Standardisasi Nasional

(Sumber : <http://binamarga.pu.go.id/hukum/Permen-Bagian-bagian-Jalan.pdf>)

(Sumber: PU Bina Marga Provinsi Jawa Timur :2012)