

ALTERNATIF LAIN ANALISIS STRUKTUR JALAN PERKERASAN LENTUR PADA PEMBANGUNAN JALAN LINGKAR SELATAN KOTA PASURUAN

Wateno Oetomo

Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

email: wateno@untag-sby.ac.id

Abstraks

Lalu lintas di kota – kota besar di Indonesia pada umumnya dan di Jawa Timur khususnya, setiap tahun terus meningkat. Lalu lintas apa (kah) untuk angkutan orang dan barang sangat padat sehingga sejak dini perlu diketahui kebutuhan biaya konstruksi perkerasan jalan, dimaksudkan untuk memastikan berapa besar biaya yang harus disediakan untuk pembangunan. Untuk membangun jalan baru adalah berdasarkan perkembangan lalu lintas yang ada. Pembangunan jalan lingkaran selatan Kota Pasuruan dimaksudkan agar kemacetan lalu lintas tidak semakin besar. Perencanaan perkerasan lentur jalan metode Bina Marga 1987 dan perencanaan perkerasan lentur jalan metode AASTHO 1986 dengan data yang sama dimaksudkan untuk mengetahui secara pasti perbedaan tebal perkerasan sekaligus perbedaan biaya. Berdasarkan hasil analisa diketahui bahwa dengan metode Bina Marga 1987 diperoleh tebal lapis permukaan Laston 10 cm, tebal Lapis Pondasi Atas 25 cm, tebal Lapis Pondasi bawah 50 cm dengan total biaya Rp. 15.084.165.000,- sedangkan dengan metode AASTHO 1986 diperoleh tebal lapis permukaan Laston 10 cm, tebal Lapis Pondasi Atas 25 cm, tebal Lapis Pondasi bawah 45 cm dengan total biaya Rp. 14.443.765.000,- sehingga selisih biaya Rp. 640.400.000,- atau biaya lebih ekonomis 4,25 % .

Kata Kunci : Jalan, Perkerasan Lentur, Biaya

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Pembangunan Jalan lingkaran selatan kota Pasuruan tersebut adalah berlokasi di Kota Pasuruan yang berjarak 67 km dari Surabaya, merupakan jalan alternatif, utamanya untuk kendaraan besar terutama bus yang keluar dari Terminal Pasuruan Bandongan menuju Surabaya. Lokasi Proyek lingkaran selatan kota Pasuruan dimulai pada Sta. 0.+600 - Sta. 5+336 atau dengan panjang efektif 4,736 kilometer, sebagai jalan kota arteri yang menghubungkan Surabaya–Probolinggo dan sebaliknya.

Di Jawa Timur penggunaan kedua jenis perkerasan lentur jalan metode Bina Marga 1987 sebagai metode lama dan metode AASTHO 1986 sebagai metode baru sudah lama diterapkan. Hal ini dengan membandingkan kedua metode tersebut diharapkan akan menghasilkan produk perkerasan jalan yang baik dan sesuai disamping dapat mengetahui biaya ekonomis yang serendah-rendahnya,

sebagaimana yang diharapkan dalam penelitian ini.

Dari hasil pembangunan beberapa jalan, baik perkerasan lentur metode Bina Marga 1987 atau perkerasan lentur metode 1986, belum menentukan seberapa besar perbandingan ketebalan konstruksi perkerasan lentur yang berakibat pada perbedaan biaya. Oleh karena itu dalam penelitian ini akan menganalisis kedua metode tersebut, biaya yang paling ekonomis. Penelitian ini akan melakukan perbandingan perencanaan dan dengan penggunaan bahan yang sama.

1.2. Rumusan Masalah

1. Berapakah besarnya biaya struktur jalan perkerasan lentur (*flexible pavement*) dengan menggunakan metode Bina Marga 1987?
2. Berapakah besarnya biaya struktur jalan perkerasan lentur (*flexible pavement*) dengan menggunakan metode AASTHO 1986?
3. Seberapa besar perbandingan nilai biaya ekonomis antara jalan perkerasan lentur

(*flexible pavement*) Bina Marga 1987 dengan jalan perkerasan lentur (*flexible pavement*) metode AASTHO 1986?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Menganalisa besarnya biaya struktur jalan perkerasan lentur (*flexible pavement*) dengan menggunakan metode Bina Marga 1987?
2. Menganalisa besarnya biaya struktur jalan perkerasan lentur (*flexible pavement*) dengan menggunakan metode AASTHO 1986?
3. Menentukan besar perbandingan nilai biaya ekonomis antara jalan perkerasan lentur (*flexible pavement*) Bina Marga 1987 dengan jalan perkerasan lentur (*flexible pavement*) metode AASTHO 1986?

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Sebelumnya

4. Tesis Mahyudin, (2011). Tentang Analisis Biaya Ekonomis Sistem Perkerasan Jalan Kaku Dengan Perkerasan Jalan Lentur (ATB) ditinjau dengan umur rencana 10 Tahun. Dari penelitian yang dilakukan pada Ruas Jalan RSS Damai III GN. Bahagia Balikpapan sepanjang 1.763 km, dengan metode Bina Marga 1987, setelah dilakukan analisis dan pembahasan, dapat disimpulkan: Berdasarkan hasil analisis desain perkerasan jalan yaitu: Lapis Pondasi Atas Klas B (Base) tebal 20 cm, dan lapis Permukaan (Laston) tebal 5 cm, dengan total anggaran termasuk pemeliharaannya Rp. 10.326.061.551,34. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*) dengan metode AASTHO 1993 Tebal Lapis Pondasi Bawah (*SubBase*) 30 cm, Beton B-0 10 cm, lapis permukaan beton 20 cm, Total biaya termasuk pemeliharaan Rp. 8.274.729.332,48. Selisih biaya sebesar Rp. 2.051.332.218,86.

Perhitungan perencanaan tebal perkerasan telah memenuhi standar yang ditentukan karena telah mencapai tebal perkerasan minimum yang disyaratkan oleh masing-masing metode .

5. Tesis Gunawan, Sumantoro, (2011). Tentang Studi Perbandingan Biaya pada Jalan Beton dan Jalan Aspal Ditinjau dari Struktur, Biaya Pembangunan dan Biaya Pemeliharaan (Studi Kasus Jalan Raya Babat-Lamongan). Studi tersebut masing-masing perkerasan lentur dan perkerasan kaku menggunakan AASHO 1986 dan AASTHO 1993. Dari penelitian yang dilakukan pada Ruas Jalan Babat-Lamongan sepanjang 30.763 km, setelah dilakukan analisis dan pembahasan, maka dapat disimpulkan: Total biaya perkerasan lentur termasuk pemeliharaan Rp. 748.543,24 /m² dimana tebal perkerasan lentur 46 cm terdiri dari sirtu 23 cm, batu pecah 15 cm dan laston 8 cm sedangkan total biaya perkerasan kaku termasuk pemeliharaan Rp. 639.838,93 /m² dengan metode AASTHO 1993 jumlah tebal perkerasan 51 cm terdiri dari sirtu 15 cm, beton K-100, 10 cm, beton K-350 cm, 22 cm, laston 4 cm. dengan masing-masing umur rencana selama 20 tahun. Selisih biaya Rp. 51.332.218,86 atau 14,52 % Hasil analisis biaya pembangunan dan pemeliharaan perkerasan lentur lebih mahal daripada perkerasan kaku.

2.2. Kajian Teori

Lapisan konstruksi perkerasan jalan mempunyai fungsi untuk menerima dan menyebarkan beban lalu lintas tanpa menimbulkan kerusakan yang berarti terhadap konstruksi jalan, sehingga akan memberikan kenyamanan kepada pengguna jalan selama pelayanan jalan. Dalam melakukan dan membuat perencanaan perkerasan jalan perlu dipertimbangkan

faktor-faktor yang mempengaruhi fungsi pelayanan perkerasan jalan. (Wignall, 1999)

Fungsi Jalan

Sesuai peraturan UU tentang jalan, No.38 tahun 2004 Tentang: Jalan dan PPRI No. 34 tahun 2006 Tentang : Jalan maka sistem jaringan jalan yang ada di Indonesia, dapat dibedakan menjadi sistem jaringan jalan primer dan sistem jalan sekunder.

Kinerja Perkerasan jalan

Kinerja perkerasan jalan (*Pavement performance*) yang harus diperhatikan dan tidak boleh diabaikan dalam konstruksi perkerasan jalan ada 3 (tiga) hal penting. Kinerja perkerasan jalan tersebut meliputi: keamanan jalan, wujud perkerasan jalan, dan fungsi pelayanan jalan.

Umur Rencana

Umur rencana perkerasan jalan adalah merupakan jumlah yang dihitung dalam tahun terhitung mulai dari saat jalan dibuka untuk lalu lintas kendaraan sampai diperlukan suatu perbaikan jalan yang bersifat struktural (diperlukan lapis ulang / overlay lapisan perkerasan). Selama umur rencana tersebut, pemeliharaan perkerasan jalan tetap perlu dan harus terus dilakukan, seperti pelapisan non struktural yang berfungsi sebagai lapis aus. Umur rencana untuk perencanaan perkerasan lentur jalan baru pada umumnya ditetapkan 20 tahun atau mungkin cukup hanya 10 tahun sedangkan untuk peningkatan jalan umur rencana 10 tahun.

Lalu Lintas

Tebal lapis perkerasan jalan ditentukan dari beban kendaraan dan beban muatan yang dipikul. Ini berarti arus lalu lintas kendaraan yang memakai prasarana jalan tersebut. Adapun besarnya arus lalu lintas kendaraan dapat diperoleh dari analisa lalu lintas saat ini, dan perkiraan faktor pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana.

Tanah Dasar

Lapisan tanah dasar atau *subgrade* merupakan lapisan yang berada paling bawah, yang di atasnya diletakkan lapisan perkerasan jalan seperti lapis pondasi bawah, lapis pondasi atas dan lapis permukaan dengan mutu bahan yang lebih baik. Sifat tanah dasar tersebut akan mempengaruhi ketahanan terhadap lapisan yang ada di atasnya dan mutu perkerasan jalan secara keseluruhan. Di Indonesia, dalam menentukan daya dukung tanah dasar untuk perencanaan tebal perkerasan jalan yang sering digunakan adalah pemeriksaan CBR (*California Bearing Ratio*).

Kondisi Lingkungan

Kondisi lingkungan adalah keadaan lingkungan dimana lokasi/tempat jalan tersebut berada yang akan mempengaruhi lapisan perkerasan jalan dan tanah dasar antara lain :

1. Berpengaruh terhadap sifat teknis konstruksi perkerasan jalan dan sifat dari komponen bahan lapisan perkerasan jalan.
2. Pelapukan bahan yang merupakan keawetan bahan yang digunakan untuk konstruksi perkerasan jalan.
3. Mempengaruhi penurunan tingkat kenyamanan dari perkerasan jalan setelah jalan dioperasikan.

Faktor utama yang mempengaruhi kemampuan konstruksi perkerasan jalan adalah adanya pengaruh air baik yang berasal dari air hujan dan pengaruh perubahan temperatur akibat perubahan cuaca.

Pengendalian Proyek Konstruksi

Proses pengendalian proyek akan berjalan sepanjang siklus hidup proyek guna mewujudkan kinerja yang baik didalam setiap kegiatan. Bahan acuan tersebut selanjutnya akan menjadi standar pelaksanaan pada proyek yang bersangkutan, meliputi spesifikasi teknik, jadwal, dan jumlah anggaran. Pemantauan terhadap

kegiatan selama pelaksanaan proyek harus dilakukan selama masa pelaksanaan proyek untuk mengetahui kemajuan (*progress*) yang telah dicapai. Informasi hasil pemantauan ini berguna sebagai bahan evaluasi kinerja yang telah dicapai pada saat pelaporan.

Biaya Konstruksi

Besarnya estimasi dan perkiraan biaya untuk keseluruhan biaya konstruksi pembangunan jalan, peningkatan jalan dan juga rehabilitasi / pemeliharaan jalan pada umumnya meliputi analisis perhitungan. Terhadap 5 (lima) unsur kegiatan dalam menentukan rencana kebutuhan biaya yaitu meliputi 1. Biaya pengadaan dan pembelian bahan; 2. Biaya gaji dan upah tenaga kerja; 3. Biaya pembelian dan / atau sewa Peralatan; 4. Biaya langsung dan biaya tidak langsung; 5. Keuntungan Perusahaan.

Penjadualan Proyek

Penjadualan proyek berguna untuk menentukan waktu dan urutan-urutan kegiatan proyek dan dibuat berdasarkan perincian kegiatan pekerjaan. Perincian kegiatan tersebut adalah berdasarkan struktur perincian kerja (*work break down structure*).

Metode Disain

Metode disain dalam perencanaan perkerasan struktur jalan perkerasan lentur tersebut adalah dengan 2 (dua) metode dari banyak metode: (1). metode Bina Marga 1987 merupakan modifikasi dari metode AASTHO 1972 revisi 1981. Modifikasi dilakukan untuk penyesuaian kondisi alam, lingkungan, sifat tanah dasar dan jenis lapis perkerasan. Metode ini sering disebut Petunjuk Perencanaan Perkerasan Lentur Jalan Raya dengan metode analisa komponen dan (2). metode berikutnya adalah metode AASHTO 1986 sebagai dilihat pada *Guide For Design of Pavement Structures*, 1986. Oleh karena itu dalam perencanaan perkerasan jalan tersebut ada 2 (dua) tipe disain yang dipakai. Perkerasan

lentur memakai metode Bina Marga 1987 dan perkerasan lentur metode AASHTO 1986.

Disain Metode Bina Marga 1987

➤ Pengolahan dan analisis

Untuk menentukan disain perkerasan lentur metode Bina Marga 1987 atau sesuai "Petunjuk Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya" maka data yang harus diketahui untuk melakukan perhitungan perkerasan jalan adalah meliputi data LHR kendaraan, data CBR, data jalan serta beberapa rumus :

- 1) Analisis Desain Tebal Perkerasan yaitu Perhitungan lalu lintas harian rata pada akhir umur rencana (LHR_n); Perhitungan Angka Equivalen beban sumbu (E) dan Perhitungan lintas equivalen permulaan (LEP).
1. Menentukan **ITP** (Indeks Tebal Perkerasan)
 - 1) DDT (Daya Dukung Tanah) adalah yang diperoleh dari korelasi antara nilai $CBR_{segment}$
 - 2) FR (Faktor Regional) dimana harga tersebut diperoleh dari hubungan antara curah hujan setempat, kelandaian jalan dan prosentase (%) berat kendaraan.

Tabel 2.1. Faktor Regional

Curah Hujan	% Kelandaian I (< 6), Kelandaian II (6-10), Kelandaian III (>10)		% kendaraan berat		% kendaraan berat	
	< 30 %	> 30 %	< 30 %	> 30 %	< 30 %	> 30 %
Iklim I < 900mm/th	0.5	1.0-1.5	1.0	1.5 - 2.0	1.5	2.0 - 2.5
Iklim II > 900 mm/th	1.5	2.0-2.5	2.0	2.5 - 3.0	2.5	3.0 - 3.5

Catatan : Pada bagian tertentu : persimpangan, pemberhentian, tikungan tajam, ($r \leq 39$ m) FR di tambah sedangkan untuk rawa FR di tambah 1,0

Sumber : SKBI.2.3.26.1987 / SNI 03 -1732 – 1989

2. Menentukan **IP_o** (Indeks Permukaan pada awal umur rencana) diperoleh dengan jenis lapis permukaan.

Tabel 2.2. Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana (IP_o)

Jenis Lapisan Permukaan	IP _o	Roughness * (mm/km)
Laston	> 4 3.9 – 3.5	< 1000 > 1000
Labustag	3.9 – 3.5 3.4 – 3.0	< 2000 > 1000
HRA	3.9 - 3.5 3.4 – 3.0	< 2000 > 2000
Burda	3.9 – 3.5	< 2000
Burtu	3.4 – 3.0	< 2000
Lapen	3.4 – 3.0	< 3000

Latasbum	2.9 – 2.5	>3000
Buras	2.9 – 2.5	
Latasir	2.9 – 2.5	
Jalan Tanah	< 2.4	
Jalan Kerikil	< 2.4	

* Alat pengukur roughmeter dipakai roughmeter NAASRA, dipasang pada kendaraan standard Datsun 1500 stasiun wagon, kecepatan ± 32 km/jam.

Sumber : Perkerasan Lentur Jalan Raya, Silvia Sukirman, hal 134

3. IP_t (Indeks Permukaan pada akhir umur rencana) diperoleh dari hubungan klasifikasi jalan dengan LER (lintas equivalent rencana).

Tabel 2.3. Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana (IP_t)

LER = Lintas Ekuivalen Renc	Klasifikasi Jalan			
	Lokal	Kolektor	Arteri	Tol
< 10	1.0 – 1.5	1.5	1.5 – 2.0	-
10 – 100	1.5	1.5 – 2.0	2.0	-
100 – 1000	1.5 – 2.0	2.0	2.0 – 2.5	-
> 1000	-	2.0 – 2.5	2.5	2.5

Dari hubungan IP_t , IP_o , DDT, LER dan FR maka diperoleh nilai ITP.

Sumber : SKBI.2.3.26.1987 / SNI 03 -1732 – 1989

4. Perhitungan masing-masing tebal perkerasan

1) Lapisan permukaan

Tabel 2.4. Koefisien Kekuatan Relatif

Koefisien Kekuatan Relatif			Kekuatan Bahan			Jenis Bahan
a.1	a.2	a.3	MS (Kg)	Kt (Kg/c)	CBR (%)	
0.40			744			
0.35			590			
0.32			454			LASTON
0.30			340			
0.35			744			
0.31			590			
0.28			454			Asbuton
0.26			340			
0.30			340			Hot Rolled Asphalt (HRS)
0.26			340			Aspal Macadam
0.25						LAPEN (mekanis)
0.20						LAPEN (manual)
	0.28		590			
	0.26		454			LASTON ATAS
	0.24		340			
	0.23					LAPEN (mekanis)
	0.19					LAPEN (manual)
	0.15			22		Stabilitas tanah dengan semen
	0.13			18		Stabilitas tanah dengan kapur
	0.15			22		
	0.13			18		
	0.14				100	Pondasi Macadam (basah)
	0.12				60	Pondasi Macadam (kering)
	0.14				100	Batu Pecah (Kelas A)
	0.13				80	Batu Pecah (Kelas B)
	0.12				60	Batu Pecah (Kelas C)
	0.1				70	Siru/Pitrun (Kelas A)

		3			
		0.1			50
		2			
		0.1			30
		1			
		0.1			20
		0			

Catatan: Kuat tekan stabilisasi tanah dengan semen diperiksa pada hari ke-7. Kuat tekan stabilisasi tanah dengan kapur diperiksa pada hari ke 21.

Sumber : Perkerasan Lentur Jalan Raya, Silvia Sukirman, hal 146

- a. Dari hubungan nilai ITP yang diperoleh dan jenis bahan yang direncanakan, diperoleh tebal minimum lapisan permukaan (D_1).

Tabel 2.5. Tebal Minimum Lapisan

1. Lapisan Permukaan

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3.00		Lapisan pelindung BURAS, BURTU / BURDA
3.00 – 6.70	5	LAPEN/aspal macadam, HA, asbuton, LASTON
6.71 – 7.49	7.5	LAPEN/aspal macadam, HA, asbuton, LASTON
7.50 – 9.99	7.5	Asbuton, LASTON
10.00	10	LASTON

Sumber : Perkerasan Lentur Jalan Raya, Silvia Sukirman, hal 146

2. Lapisan Pondasi

ITP	Tebal Minimum (cm)	Bahan
< 3.00	15	Batu pecah, stabilitas, tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur
3.00 – 6.70	20 10	Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur LASTON
6.71 – 7.49	20 *) 15	Batu pecah, stabilitas, tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam LASTON ATAS
7.50 – 9.99	20	Batu pecah, stabilitas, tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam, LAPEN, LASTON ATAS
10.00	25	Batu pecah, stabilitas, tanah dengan semen, stabilitas tanah dengan kapur, pondasi macadam, LAPEN, LASTON ATAS

* Batas 20 cm tersebut dapat diturunkan menjadi 15 cm, bila untuk pondasi bawah digunakan material bebutir kasar.

Sumber : Perkerasan Lentur Jalan Raya, Silvia Sukirman, hal 147

- 2) Lapisan pondasi atas (base)
 - a. Menentukan nilai a_2 (koefisien relatif bahan untuk lapisan base) yang didasari atas jenis bahan yang direncanakan
 - b. Dari hubungan nilai ITP yang diperoleh dan jenis bahan yang direncanakan, diperoleh tebal minimum untuk lapisan base (D_2)
- 3) Lapisan pondasi bawah (subbase)
 - a. Menentukan nilai a_3 (koefisien relatif bahan untuk lapisan Sub base) berdasarkan jenis bahan yang direncanakan.
 - b. Menentukan nilai D_3 (tebal minimum lapisan subbase) yang diperoleh dari hubungan nilai ITP, a_1 , a_2 , a_3 , D_1 , D_2

$$ITP = a_1.D_1 + a_2.D_2 + a_3.D_3 \dots\dots(2.8)$$

$$D_3 = \frac{ITP - (a_1.D_1) - (a_2.D_2)}{a_3}$$

dimana :

Tebal lapisan permukaan (D_1)

Tebal lapisan pondasi atas (base) (D_2)

Tebal lapisan pondasi bawah (subbase) (D_3)

a_1, a_2, a_3 adalah Koefisien kekuatan Relatif dimana:

Koefien lapis permukaan (a_1)

Koefisien lapis pondasi atas (a_2)

Koefisien lapis pondasi bawah (a_3)

Disain Metode AASTHO 1986

➤ Perbedaan disain metode Bina Marga 1987 dan AASTHO 1986

1. Perbedaan dan kesamaan metode
Pada perancangan perkerasan lentur yang kedua ini, Metode AASHTO 1986 sesuai "Guide For Design of Pavement Structures, 1986" ada beberapa variabel yang tidak digunakan pada AASHTO 1972, diganti sebagai berikut :
 1. Daya Dukung Tanah (DDT), diganti dengan modulus resilien (*resilient modulus*) M_R , namun sebagaimana dijelaskan tentang tanah dasar bahwa untuk mendapatkan nilai modulus resilien bisa mengkonversi

dari data CBR dan nilai-R, baik dari hasil uji lapangan maupun uji laboratorium, yang sebaiknya lebih tepat hasil CBR lapangan.

2. Koefisien Relative (a_i) masing-masing lapis perkerasan, diperoleh dari modulus elastisitas perkerasan atau dari data CBR dan Nilai-R.
3. Faktor Regional diganti dengan Faktor Lingkungan, dimana faktor temperatur dan kadar air sangat berperan. Perubahan kadar air pada tanah ekspansif akan berdampak besar terhadap nilai indeks pelayanan (ΔPSI). Pada daerah tropis, temperatur permukaan perkerasan beraspal mencapai $70^\circ C$, titik lembek aspal Pertamina hanya $48^\circ C$, ini rawan terjadi penurunan plastis (*rutting*). Ini dapat menurunkan nilai indeks pelayanan.
4. Reliabilitas (keandalan) terhadap analisis resiko, dimana kemungkinan yang terjadi terhadap perubahan perkiraan perhitungan perkembangan lalu-lintas dan kondisi perubahan nilai pelayanan kinerja perkerasan. Pendekatan penilaian reliabilitas berdasarkan analisis statistik, faktor keandalan tertentu yang mendekati kondisi lapangan
5. Penyertaan prosedur perencanaan kontruksi bertahap: Pertimbangan perencanaan lain adalah penurunan nilai kinerja pelayanan (ΔPSI), sebagai akibat dari lalu-lintas dan faktor lingkungan. Pengaruh faktor lingkungan dapat terjadi baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Yang berpengaruh langsung antara lain faktor kembang-susut tanah dasar. akibat perubahan kadar air dan temperatur. Pengaruh tidak langsung adalah perubahan variasi musim terhadap kondisi material dan pengaruh yang terjadi akibat beban lalu-lintas, sehingga

terjadi pengurangan nilai kinerja pelayanan .

Adapun beberapa batasan yang digunakan sebagai acuan dan analisis perencanaan sebagai berikut:

1. Bahan yang digunakan pada perencanaan perkerasan ini adalah jenis tertentu dengan satu jenis kondisi tanah dasar,
2. Kondisi lingkungan yang seragam, dalam satu segmen ruas jalan,
3. Perhitungan lalu-lintas menggunakan data lalu lintas terakhir, yang di ekstrapolasi dengan 20 tahun kedepan,
4. Perhitungan lalu lintas pada masing-masing segmen lokasi pengujian dengan kendaraan pengujian operasional, dengan mengidentifikasi beban sumbu dan konfigurasi sumbu kendaraan, sebagai koreksi terhadap semua kendaraan.

2. Perbedaan metode secara tabelaris

Dari uraian diatas terdapat perbedaan mendasar antara metode Bina Marga 1987 dengan metode AASHTO 1986 sesuai “*Guide For Design of Pavement Structures, 1986*”, sebagai berikut :

No.	Metode Bina Marga 1987	Metode AASTHO 1986
1.	Parameter daya dukung tanah dasar dinyatakan dalam DDT, yang dikonversikan terhadap Nilai CBR	Parameter daya dukung tanah dasar dinyatakan dalam M_R yang dikorelasikan terhadap / dari Nilai CBR
2	Faktor Regional merupakan parameter yang digunakan untuk perbedaan kondisi lokasi	Faktor regional diganti dengan parameter – parameter: reliabilitas, simpangan baku keseluruhan dan koefisien drainase
3	$ITP = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3$	$ITP = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$

➤ Prosedur Perencanaan Tebal Perkerasan Metode AASTHO 1986

1. Parameter Yang digunakan

1. Modulus Resilien (M_R)

Pada AASHTO, 1986 disebutkan bahwa variabel tanah dasar yang dijadikan perhitungan tebal perkerasan adalah *modulus resilien* (M_R) untuk perkerasan lentur. Modulus resilien diperoleh melalui uji tegangan dan regangan secara beru-

lang dengan waktu dan besar gaya tertentu. Apabila tidak memiliki alat uji modulus resilien / triaksial (*resilient modulus*), terdapat formula pendekatan nilai berdasarkan penelitian *Heukelom dan Klomp*, (1962), dan digunakan pada AASHTO Guide 1993 yang menunjukkan hubungan CBR dengan M_R dengan rumus dan formula sebagai berikut :

$E_{SG} (M_R) = 1500 \times CBR$, dinyatakan dalam (psi)(2.9)

Rumus di atas tidak berlaku bagi agregat halus yang memiliki CBR kurang dari 10, oleh karena itu AASHTO Guide mengusulkan rumusan sebagai berikut :

$M_R = 2555 \times CBR^{0.64}$ (2.10)

2. Lalu Lintas HarianRata–Rata (LHR)
LHR adalah lalu lintas harian rata – rata kendaraan bermotor roda empat atau lebih yang dicatat selama 24 jam secara terus menerus, mulai pada waktu jam sibuk sampai waktu jam lengang untuk kedua jurusan. LHR setiap kendaraan ditentukan pada awal umur rencana (LHR_0), yang dihitung untuk dua arah pada jalan tanpa median atau masing – masing arah pada jalan dengan median. Sama dengan metode Bina Marga 1987, maka metode AASTHO 1986 juga menggunakan lalu lintas harian rata – rata (LHR) .
3. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (i)
Jumlah kendaraan yang memakai jalan bertambah dari tahun ke tahun untuk itu sama dengan metode Bina Marga 1987, maka perlu menentukan faktor pertumbuhan lalu lintas. Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan lalu lintas adalah : Perkembangan daerah, bertambahnya kesejahteraan masyarakat, naiknya kemampuan membeli kendaraan bermotor. Faktor pertumbuhan lalu lintas dinyatakan dalam persen / tahun.
4. Batasan Waktu

Menentukan batasan waktu meliputi pemilihan lamanya umur rencana dan umur kinerja jalan (*performance periode*) atau menggunakan konstruksi bertahap atau tidak. Umur kinerja jalan adalah masa pelayanan jalan dimana pada akhir masa pelayanan dibutuhkan rehabilitasi atau overlay. Umur rencana adalah jumlah tahun dari saat jalan itu dibuka untuk lalu lintas sampai diperlukan suatu perbaikan yang bersifat struktural.

5. Faktor Lingkungan

Dalam hal ini faktor temperatur dan kadar air sangat berperan. Sebagai contoh perubahan kadar air pada tanah kembang susut akan berdampak besar terhadap nilai indeks pelayanan (ΔPSI). Pada daerah tropis, dimana temperatur pada permukaan perkerasan beraspal dapat mencapai 70 °C, sedangkan titik lembek aspal Pertamina hanya 48 °C, hal ini rawan terjadi penurunan plastis (*rutting*). Kondisi ini juga dapat menurunkan nilai indeks pelayanan.

6. Reliabilitas

Reliabilitas (keandalan atau tingkat keyakinan) dalam perencanaan tebal perkerasan, adalah untuk mencapai umur pelayanan yang tepat. Artinya jika menentukan angka keyakinan penuh, yaitu dengan reliabilitas $R = 100\%$, berarti banyak faktor keamanan yang harus dipertimbangkan, sehingga hasil perencanaan menjadi sangat aman, namun dengan konsekuensi, bahwa biaya pelaksanaan akan menjadi sangat tinggi. Oleh karena itu dengan konsep reliabilitas, dimana beberapa kemungkinan dapat diprediksi dengan acuan statistik, antara lain melalui faktor perhitungan lalu lintas, dan nilai indeks pelayanan, sehingga didapat konsep perencanaan yang optimum, baik

ditinjau dari segi biaya maupun dari segi tingkat pelayanan.

Rekomendasi nilai Z_R dan S_o

Nilai Z_R dan S_o yang direkomendasikan dari AASHTO Guide, adalah saran untuk nilai reliabilitas menurut fungsi dan klasifikasi jalan sesuai AASHTO, 1993.

Tabel 2.6. Rekomendasi Nilai Reliabilitas (R)

Klasifikasi Fungsi Jalan	Rekomendasi Nilai Reliabilitas (R)	
	Perkotaan	Antar Kota
Jalan nasional dan bebas hambatan	85 - 99,9	80 - 99,9
Arteri primer (nasional & propinsi)	80 - 99	75 - 95
Kolektor (nasional & propinsi)	80 - 95	75 - 95
Lokal (kabupaten / kota)	50 - 80	50 - 80

Sumber : Perancangan Tebal Perkerasan Jalan, Kustalam dan Sutoyo, 2010

Secara umum Nilai S_o sekitar 0,40 s/d 0,50 untuk perkerasan lentur, dan 0,35 s/d 0,40 untuk perkerasan kaku. Sedangkan hubungan antara reliabilitas dengan deviasi standar normal adalah seperti Tabel Nilai standar deviasi dengan tingkat reliabilitas, R .

- Menentukan Angka Ekuivalen Beban Sumbu Kendaraan Single Axies , E_i
Semua beban kendaraan dengan beban sumbu berbeda diekuivalenkan ke beban sumbu standar sebesar 18 kip dengan menggunakan angka ekuivalen beban sumbu (E_i). Angka ekuivalen beban sumbu adalah angka yang menunjukkan jumlah lalu lintas dari sumbu tunggal seberat 18 kip (8,12 ton) yang akan menyebabkan kerusakan / penurunan indeks permukaan yang sama apabila beban sumbu standar lewat satu kali. Angka ekuivalen beban sumbu di AASHTO tergantung pada nilai I_{Pt} dan SN , bila $I_{Pt} = 2,5$ maka sesuai Lampiran II. Angka Ekuivalen Beban Sumbu (E_i) Single Axies.
- Menentukan Angka Ekuivalen Beban Sumbu Kendaraan Tandem Axies, E_i

Semua beban kendaraan dengan beban sumbu berbeda diekivalenkan ke beban sumbu standart sebesar 18 kip dengan menggunakan angka ekivalen beban sumbu (E_i). Angka ekivalen beban sumbu adalah angka yang menunjukkan jumlah Lalu lintas dari sumbu tunggal seberat 18 kip (8,12 ton) yang akan menyebabkan kerusakan/penurunan indeks permukaan yang sama apabila beban sumbu standar lewat satu kali. Angka ekivalen beban sumbu di AASHTO tergantung pada nilai I_{Pt} dan SN , bila $I_{Pt} = 2,5$, maka sesuai Angka Ekuivalen Beban Sumbu (E_i) Tandem Axes.

9. Menentukan Koefisien Distribusi Pada Lajur Rencana (D_L)
Koefisien distribusi lajur rencana dalam AASHTO 1986 telah disesuaikan dengan jumlah lajur rencana di setiap arah. Lajur rencana adalah yang menampung volume lalu lintas dalam satu arah. Untuk nilainya pada Tabel Faktor Distribusi Lajur Rencana (D_L).
10. Menentukan Koefisien Distribusi Arah (D_D)
Untuk koefisien distribusi arah biasanya diambil $D_D = 50\%$ tiap arah karena untuk menyeimbangkan volume lalu lintas yang dapat ditampung setiap arah. Tetapi AASHTO 1986 memberikan nilai $D_D = 30\% - 70\%$
11. Lintas Ekuivalen Kumulatif Selama Umur Rencana (W_{18})
 W_{18} adalah jumlah lintas ekuivalen sumbu tunggal seberat 18 Kip (8,16 ton) pada lajur rencana selama umur rencana atau umur kinerja jalan. Parameter ini menentukan lintas ekuivalen kumulatif selama umur rencana dan selama umur kinerja jalan
12. Kondisi Lingkungan
Kondisi lingkungan sangat mempengaruhi masa pelayanan

jalan tersebut. Faktor perubahan kadar air pada tanah berbutir halus memungkinkan tanah tersebut akan mengalami pengembangan (*swelling*) yang mengakibatkan kondisi daya dukung tanah dasar menurun. Besarnya pengembangan (*swell*) dapat diperkirakan dari nilai indeks plastis tanah tersebut. Pengaruh perubahan musim, perbedaan temperatur, kerusakan-kerusakan jalan, sifat material yang dipergunakan dapat pula mempengaruhi umur pelayanan jalan. Berarti terdapat pengurangan nilai indeks permukaan akibat kondisi lingkungan saja. Khususnya untuk tanah basah hal ini dapat dikorelasikan dengan hasil penyelidikan tanah dengan pemeriksaan laboratorium hasil boring terhadap sifat-sifat tanah.

13. Menentukan Kriteria Kinerja Jalan
Kriteria jalan yang diharapkan dinyatakan dalam nilai indeks permukaan (ΔPSI). Indeks permukaan adalah suatu angka yang menyatakan tingkat kerataan atau kehalusan serta kekokohan permukaan jalan yang berkaitan dengan kemampuan tingkat pelayanan lalu lintas kendaraan yang lewat jalan tersebut. Indeks permukaan merupakan selisih antara indeks permukaan awal umur rencana (IP_0) dan pada indeks permukaan pada akhir umur rencana (I_{Pt}). Untuk I_{Pt} AASHTO Road Test memberikan harga 2 untuk jalan dengan volume lalu lintas kendaraan kecil, dan 2,5 untuk jalan dengan volume lalu lintas kendaraan besar (jalan utama) dan harga IP_0 dari AASHTO Road Test dianjurkan 4,2 untuk perkerasan lentur dan 4,5 untuk perkerasan kaku. Dan untuk jenis jalan arteri dianjurkan memakai $\Delta PSI = 1,7$ adalah

merupakan hasil pengurangan antara $I_{Pt} - I_{Po} = 4,2 - 2,5 = 1,7$.

14. Menentukan Koefisien kekuatan Relatif (a_i)

Koefisien kekuatan relatif adalah angka yang menunjukkan kemampuan tiap bahan yang digunakan dalam lapisan perkerasan apakah sebagai lapis pondasi bawah, lapis pondasi atas dan lapis perkerasan. Angka ini didapat dari grafik, dengan meninjau nilai modulus resilien atau nilai CBR tiap lapisan yang akan digunakan.

15. Menentukan ITP (SN)

Indeks Tebal Perkerasan (ITP) adalah suatu angka yang berhubungan dengan penentuan tebal perkerasan tiap lapis atau total tebal perkerasan. SN atau ITP dapat dicari dengan cara menggunakan nomogram Grafik Lampiran IV : Penentuan ITP (SN), dan rumus dasar AASHTO'86. SN atau ITP tersebut adalah digunakan untuk menentukan atau dalam penentuan tebal perkerasan.

16. Lintas Ekuivalen selama Umur Rencana

Perkiraan jumlah lalu lintas sesuai kebutuhan periode perencanaan dalam satuan beban standar ekuivalen, W_{18} , selama umur rencana pelayanan

17. Penyertaan Prosedur Perencanaan Konstruksi Bertahap

Hal lain yang menjadi pertimbangan perencanaan, adalah nilai kinerja pelayanan (ΔPSI), sebagai akibat dari lalu lintas dan faktor lingkungan. Faktor lingkungan dapat terjadi secara langsung maupun tidak langsung. Yang berpengaruh langsung antara lain, faktor kembang susut tanah dasar akibat penurunan kadar air dan faktor temperatur. Sedangkan yang tidak langsung adalah perubahan variasi musim terhadap kondisi

material, dan pengaruh yang akan terjadi akibat adanya beban lalu lintas, sehingga terjadi pengurangan nilai kinerja pelayanan.

$$\Delta PSI = \Delta PSI_{SW} + \Delta PSI_{TR} \dots\dots(2.20)$$

dimana

ΔPSI_{SW} = Penurunan kinerja akibat pengembangan tanah dasar

ΔPSI_{TR} = Penurunan kinerja akibat volume lalu lintas

➤ Biaya Struktur Jalan Perkerasan Lentur

Untuk perhitungan struktur jalan perkerasan lentur meliputi bahan, peralatan dan tenaga kerja yang dibutuhkan. Adapun yang akan dianalisis adalah harga lapis pondasi bawah (*subbase*), lapis pondasi atas (*base*) dan lapis permukaan Laston (*Asphalt Treated Base*) dengan mutu dan bahan yang sama tetapi dengan ketebalan masing – masing berbeda. Analisis harga satuan pekerjaan yang digunakan sebagai acuan perhitungan biaya adalah menggunakan Standar yang dikeluarkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum, cq. Direktorat Jenderal Bina Marga.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Dalam menyusun rancangan penelitian merupakan kerangka berpikir dalam menyelesaikan dan menentukan hasil dari penelitian mengenai analisis biaya ekonomis penggunaan perkerasan lentur dengan metode Bina Marga 1987 (AASHTO 1972 yang di modifikasi) dengan perkerasan lentur dengan metode AASHTO 1986, terhadap struktur jalan perkerasan lentur LASTON (*Asphalt Treated Base*) ditinjau dari umur rencananya 20 tahun pada pembangunan Jalan Lingkar Selatan Kota Pasuruan. Rancangan penelitian melalui metode Penelitian (UM, 2000) tersebut untuk mendapatkan alur pikir prosedur kegiatan untuk menetapkan hasil akhir.

3.2 Instrument Penelitian

Instrumen dalam penelitian ini adalah menentukan besarnya biaya antara hasil perencanaan jalan tebal perkerasan lentur metode Bina Marga 1987 (modifikasi dari AASHTO 1972) dengan perencanaan jalan tebal perkerasan lentur metode AASTHO 1986 dengan LASTON (*Asphalt Treated Base-ATB*) sebagai lapis permukaan, lapis pondasi atas (*base*) dengan bahan agregat klas A CBR 100% dan lapis pondasi bawah (*subbase*) dengan bahan sirtu klas B CBR 50% ditinjau dari umur rencana selama 20 tahun pada Jalan Lingkar Selatan Kota Pasuruan.

3.3 Metode pengumpulan data

Metode pengumpulan data diperolehnya melalui pustaka maupun data lapangan yang akan digunakan dalam rangka untuk menjawab permasalahan penelitian atau untuk membuktikan dan merealisasikan tujuan serta manfaat penelitian, yaitu dengan menggunakan studi kepustakaan, teknik dokumentasi, download dari internet, penelitian-penelitian terdahulu serta observasi.

3.4 Analisis data

Analisis data didahului dengan melakukan analisis bukti atau data, terdiri dari pengujian, pengkategorian, pentabulasian bukti-bukti yang menunjuk pada kondisi awal suatu penelitian. Disamping itu mengungkapkan bahwa suatu disain penelitian diharapkan dapat mengetengahkan serangkaian pernyataan yang logis, sehingga dibutuhkan uji logika tertentu untuk dapat menentukan disain penelitian.

IV. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Perencanaan Metode Bina Marga 1987

➤ Data Perencanaan

Tabel 4.1 Komposisi Kendaraan Berat Berdasarkan Golongan Kendaraan

Golongan Kendaraan	I (s.d 3.5 Ton)	II (> 3.5-≤ 18 Ton)	III (> 18 Ton)
--------------------	-----------------	---------------------	----------------

% Kelebihan Muatan	5 - 15	15 - 30	5 - 15	15 - 30	5 - 15	15 - 30
Jumlah Kendaraan	2.381	7.142	4.223	1.597	787	1.575
Jumlah Setiap Golongan Kendaraan	9.523		5.820		2.362	
Jumlah Total	17.705					
% Jumlah Kendaraan, Terhadap Jumlah Setiap Golongan.	25,00	75,00	72,56	27,44	33,32	66,68
% Jumlah Tiap Golong- lan Terhadap Jumlah Total Kendaraan.	53,79		32,87		13,34	

Sumber : Hasil survei dinas PU Kota Pasuruan
Lebar jalan 14 m.(2 jalur – 2 arah)
Type : jalan arteri [2 jalur 2 arah {2 x 8 (5,50-8,25)}]
Umur rencana (UR) : 20 tahun
Data Lalu Lintas : tahun 1999

Dengan menyimpulkan pada hasil survei lalu lintas maka data lalu lintas harian rata-rata (LHR) pada ruas jalan lingkar selatan Kota Pasuruan adalah sebagaimana Tabel 4.2. Data LHR pada ruas jalan Lingkar Selatan Kota Pasuruan tahun 1999 berikut ini :

Tabel 4.2 Data LHR pada ruas jalan Lingkar Selatan Kota Pasuruan tahun 1999

Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR) kendaraan			
Kendaraan Ringan 2 Ton	2000	=	9.523 Kendaraan
Kendaraan Bus 8 Ton	8000	=	4.223 Kendaraan
Truk 2 AS 10 Ton	10000	=	1.597 Kendaraan
Truk 3 AS 20 Ton	20000	=	2.362 Kendaraan

Sumber : Hasil survei dinas PU Kota Pasuruan
Perkembangan lalu lintas per tahun : 5 %
Umur Rencana (UR) : 20 tahun
Kelandaian jalan : 2 %
Curah hujan tahun 1999 : 1.384 mm / tahun

Tabel 4.3. Nilai CBR

STA	CBR	STA	CBR
0+700	5,5	2+950	6,0
1+050	6,0	4+400	6,8
1+250	6,5	4+500	7,0
2+400	5,8	4+600	7,2
2+700	6,2	-	-

Sumber : Hasil survei dinas PU Kota Pasuruan

➤ Menghitung Lalu Lintas Harian Rata – rata (LHR) Tahun 2012

Untuk menentukan besarnya lalu lintas kendaraan saat perencanaan dilakukan langkah–langkah dengan menggunakan rumus–rumus sebagai berikut :

$$LHR = X(1+i)^n$$

dimana :

LHR : Lalu lintas harian rata – rata (bh)
X : Jumlah kendaraan (bh)
i : Perkembangan lalu lintas per tahun (5 %)
n : Selisih waktu pada perencanaan 2012 – 1999 = 13 th

1. Kendaraan Ringan (mobil penumpang, pick up, sedan) 2 Ton

$$LHR = 9.523 (1+0,05)^{13} = 9.523 \times 1,8856 = 17.957 \text{ bh}$$

2. Kendaraan berat (Bus) 8 Ton

$$LHR = 4.223 (1+0,05)^{13} = 4.223 \times 1,8856 = 7.963 \text{ bh}$$

3. Kendaraan berat (Truk 2 AS) 10 Ton

$$LHR = 1.597 (1+0,05)^{13} = 1.597 \times 1,8856 = 3.011 \text{ bh}$$

4. Kendaraan berat (Truk 3 AS) 20 Ton

$$LHR = 2.362 (1+0,05)^{13} = 2.362 \times 1,8856 = 2.568 \text{ bh}$$

➤ Menghitung Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP) tahun 2012

$$LEP = LHR \times C \times E$$

dimana :

LEP : Lintas Ekuivalen Permulaan (bh)

LHR : Lalu Lintas Harian Rata-Rata (bh)

C : Koefisien distribusi kendaraan. (%)

E : Angka ekuivalen beban sumbu kendaraan (e)

Nilai C untuk 4 lajur 2 arah didapat dari Tabel Koefisien Distribusi Kendaraan Ringan dan Berat (baris 4, kolom 3 dan 5), untuk kendaraan ringan $C_1 = 0,30$ dan kendaraan berat $C_2 = 0,45$. Nilai E didapat dari Tabel Nilai Distribusi Beban Sumbu Berbagai Jenis Kendaraan (kolom 1, kolom 3 dan kolom 4) maka besarnya total ekuivalen adalah seperti pada Tabel berikut ini :

Tabel 4.4. Total Ekuivalen

Jenis Kendaraan	Komp beban (ton)	Angka Ekuivalen Sumbu Tunggal	Angka Ekuivalen Smb Ganda	Total Angka Ekuivalen
Kend ringan 2 ton	1 + 1	0.0002 + 0.0002	-	0.0004
Bus 8 ton	3 + 5	0.0183 + 0.1410	-	0.1593
Truck 2 As 10 ton	4 + 6	0.0577 + 0.2923	-	0.3500
Truck 3 As 20 ton	6 + 2 x 7	0.2923	0,7452	1.0375

Sumber : Hasil analisis peneliti dari PTJR Hendarsin hal 232

Selanjutnya besarnya nilai LEP (Nilai Ekuivalen Permulaan) adalah didapat dari hasil perhitungan dari setiap jenis dan macam kendaraan (kendaraan ringan, bus, truck 2 As dan truck 3 As) berikut ini :

1. Kendaraan Ringan (mobil penumpang, pick up, sedan) adalah :

$$LEP = 17.957 \times 0.30 \times 0.0004 = 2,1548$$

2. Bus

$$LEP = 7.963 \times 0.45 \times 0.1593 = 275,6791$$

3. Truck 2 As

$$LEP = 3.011 \times 0.45 \times 0.3500 = 474,2325$$

4. Truck 3 As

$$LEP = 2.568 \times 0.45 \times 1.0375 = 1.198,9350$$

$$\text{TOTAL LEP} = \text{Kendaraan Ringan} + \text{Bus} + \text{Truck 2 As} + \text{Truck 3 As}$$

$$= 2,1548 + 275,6791 + 474,2325 + 1.198,9350$$

$$= 1951,0014$$

➤ Menghitung Lintas Ekuivalen Akhir (LEA) tahun 2032

$$LEA = \sum_{j=1}^n LHR(1+i)^{UR} \times C \times E$$

dimana :

LEA : Lintas Ekuivalen Akhir

LHR : Lalu lintas Harian Rata-Rata

C : Koefisien distribusi kendaraan

E : Angka ekuivalen beban sumbu kendaraan

i : Perkembangan lalu lintas.

UR : Umur Rencana (dalam perencanaan ini menggunakan umur rencana 20 tahun)

1. Kendaraan Ringan (mobil penumpang, pick up, sedan)

$$\begin{aligned} LEA &= 17.957 (1 + 0.05)^{20} \times 0.30 \times 0.0004 \\ &= 17.957 \times 2.65329 \times 0.30 \times 0.0004 \\ &= 5,7174 \end{aligned}$$

2. Bus

$$\begin{aligned} LEA &= 7.963 (1 + 0.05)^{20} \times 0.45 \times 0.1593 \\ &= 7.963 \times 2.65329 \times 0.45 \times 0.1593 \\ &= 1.502,9321 \end{aligned}$$

3. Truck 2 As

$$\begin{aligned} LEA &= 3.011 (1 + 0.05)^{20} \times 0.45 \times 0.3500 \\ &= 3.011 \times 2.65329 \times 0.45 \times 0.3500 \\ &= 1.258,2763 \end{aligned}$$

4. Truck 3 As

$$\begin{aligned} LEA &= 2.568 \times (1 + 0.05)^{20} \times 0.45 \times 1.0375 \\ &= 2.568 \times 2.65329 \times 0.45 \times 1.0375 \\ &= 3.181,1222 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{TOTAL LEA} &= \text{Kendaraan Ringan} + \text{Bus} + \\ &\text{Truck 2 As} + \text{Truck 3 As} \\ &= 5,7174 + 1.502,9321 + 1.258,2763 + 3.181,1222 \\ &= 5.948,0480 \end{aligned}$$

➤ Menghitung Lintas Ekuivalen Tengah (LET)

$$LET = \frac{LEP + LEA}{2}$$

dimana :

LET : Lintas Ekuivalen Tengah

LEP : Lintas Ekuivalen Permulaan

LEA : Lintas Ekuivalen Akhir

$$\begin{aligned} LET &= \frac{1.951,0014 + 5.948,0450}{2} \\ &= 3.949,5232 \end{aligned}$$

➤ Menghitung Lintas Ekuivalen Rencana (LER)

$$\begin{aligned} LER &= LET \times FP \\ FP &= \frac{UR}{10} \end{aligned}$$

dimana :

LER : Lintas Ekuivalen Rencana
LET : Lintas Ekuivalen Tengah
UR : Umur Rencana (direncanakan 20 tahun)

$$\text{LER} = 3.949,5232 \times \frac{20}{10} \\ = 7.899,0464$$

➤ Menghitung CBR Rata-Rata

Untuk menentukan besarnya CBR Rata-rata (*California Bearing Ratio rata-rata*) dalam penelitian ini menggunakan dengan cara grafis. Dari data yang ada maka perhitungan besarnya CBR_{Rata-rata} adalah dilakukan dengan cara menyusun grafik, dari titik-titik yang disusun menjadi regresi linear (melalui kuadrat terkecil) sebagai berikut :

Tabel 4.5. Perhitungan Nilai CBR_{Rata-Rata}

No Titik Pengamatan	STA / Data CBR	Nilai yang $\geq$	Prosentase
1	0+700 (5,5)	9	$9 / 9 \times 100 \% = 100,000\%$
2	2+400 (5,8)	8	$8 / 9 \times 100 \% = 88,889\%$
3	1+050 (6,0)	7	$7 / 9 \times 100 \% = 77,778\%$
4	2+950 (6,0)	6	
5	2+700 (6,2)	5	$5 / 9 \times 100 \% = 55,556\%$
6	1+250 (6,5)	4	$4 / 9 \times 100 \% = 44,444\%$
7	4+400 (6,8)	3	$3 / 9 \times 100 \% = 33,333\%$
8	4+500 (7,0)	2	$2 / 9 \times 100 \% = 22,222\%$
9	4+600 (7,2)	1	$1 / 9 \times 100 \% = 11,111\%$

Sumber : Hasil analisis penelitian

Dari grafik hasil olahan data analisis didapat nilai CBR_{rata-rata} dalam 90% adalah sebesar **5,75%**

➤ Menghitung Faktor Regional

Faktor regional didapatkan berdasarkan data : Persentase lalu lintas kendaraan berat (%) terhadap total lalu lintas kendaraan saat perencanaan adalah dijelaskan dengan menggunakan rumus dibawah ini :

$$\% \text{kendaraan berat} = \frac{\sum \text{Kendaraan Berat}}{\text{Total Kendaraan (LHR)}} \times 100\%$$

Data :

1. Jumlah kendaraan ringan = mobil penumpang + sedan + pick up = **17.957** kendaraan
2. Jumlah kendaraan berat = bus + trucks 2 as + trucks 3 As
= 7.963 + 3.011 + 2.568
= **13.542** kendaraan
3. Jumlah total kendaraan = $\sum$ kendaraan ringan + $\sum$ kendaraan berat = 17.957 + 13.542

$$= 31.499 \text{ kendaraan}$$

$$\% \text{ kendaraan berat} = \frac{13.542}{31.499} \times 100\% \\ = 42,99 \%$$

maka,

$$\text{Curah hujan} = 1.384 \text{ mm / tahun} > 900 \text{ mm / tahun}$$

$$\text{Persentase kelayakan} = 2 \% < 6 \%$$

$$\% \text{ kendaraan berat} = 42,99\% > 30\%$$

Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Dengan Metode Analisa Komponen) dengan besar curah hujan (1.384 mm / tahun > 900 mm / tahun dan % kendaraan berat (42,99%) > 30% dengan % kelayakan 2% < 6% (kolom 3, baris 2) maka didapat faktor regional FR = 2,00 – 2,50. Besarnya FR diambil yang maksimum atau nilai **FR = 2.5**

➤ Menghitung Indeks Permukaan Awal Umur Rencana (IP₀)

Berdasarkan jenis lapisan yang digunakan dari Tabel 2.6 Indeks Permukaan Pada Awal Umur Rencana IP₀ (SKBI.2.3.26.1987 / SNI 03 -1732 – 1989 atau Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Dengan Metode Analisa Komponen) lapisan permukaan LASTON (*Asphalt Treated Base*) dengan nilai kekasaran < 1000 mm / km (kolom 2 baris 1) didapat nilai **IP₀ = 4,00** .

➤ Menghitung Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IP_t)

Indeks Permukaan ditentukan berdasarkan besarnya LER dan klasifikasi Jalan (tol, arteri, kolektor atau lokal):

$$\text{LER} = 7.899,0464 > 1000$$

Klasifikasi jalan = Jalan Arteri

Dari Tabel 2.7 Indeks Permukaan pada Akhir Usia Rencana IP_t (SKBI.2.3.26.1987 / SNI 03 -1732 – 1989 / Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Dengan Metode Analisa Komponen) (kolom 4, baris 4) didapat nilai **IP_t = 2,5**

➤ Menghitung Daya Dukung Tanah (DDT)

$$DDT = 4.3 \log CBR + 1.7$$

$$CBR = 5,75$$

$$DDT = 4.3 \log 5,75 + 1,7 = 4.3 \times 0,75967 + 1,70$$

= **4,9666 KN / m.** (hasilnya sama jika dengan metode grafis).

➤ Menentukan Indeks Perkerasan (ITP)

Menentukan nilai ITP menggunakan data IP_0 , IP_t , DDT , FR dan LER sebagai berikut :

LER = **7.899,0464**
FR = 2.5
 IP_0 = 4.00
 IP_t = 2.5
DDT = 4,9666

Dengan demikian dalam penentuan ITP menggunakan Nomogram untuk $IP_t = 2.5$ dan $IP_0 = > 4$ (SKBL.2.3.26.1987 / SNI 03 -1732 – 1989 atau Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Dengan Metode Analisa Komponen) didapatkan nilai **ITP = 13,50**

Untuk menentukan tebal perkerasan harus ditetapkan susunan konstruksi: yaitu: 1. Lapis pondasi bawah sirtu klas B (CBR 50%), 2. Lapis pondasi atas batu pecah klas A (CBR 100%, dan 3. Lapis permukaan LASTON (*Asphalt Treated Base*) .

➤ Menentukan Tebal Lapis Perkerasan

Dari hasil perhitungan bahwa harga $ITP = 13,50$, maka langkah berikutnya adalah menentukan tebal masing-masing lapis pondasi, dengan perhitungan berikut ini :

Rumus yang digunakan adalah:

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

$$D_3 = \frac{ITP - (a_1.D_1) - (a_2.D_2)}{a_3}$$

Adapun susunan penggunaan bahan , koefisien kekuatan relatif, kekuatan bahan sebagaimana dari Tabel Koefisien Kekuatan Relatif, dan Tabel Tebal minimum perkerasan dirangkum sebagaimana Tabel di bawah ini :

Tabel 4.6. Rekapitulasi Syarat Penggunaan Bahan

ITP	Tebal Min (cm)	Koef Kekuatan Relatif			Kekuatan bhn		Jenis Bahan
		a_1	a_2	a_3	MS (kg)	CBR (%)	
10	10	0,40			744		Laston
10	25		0,14			100	Batu pecah kls A
10	-			0,12		50	Sirtu kls B

Sumber : Hasil Rekapitulasi Penelitian

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

$$D_3 = \frac{ITP - (a_1.D_1) - (a_2.D_2)}{a_3}, \text{ dengan } ITP = 13,50,$$

maka Jika ditetapkan :

Tebal lapis permukaan LASTON

: 10 cm (tebal minimum)

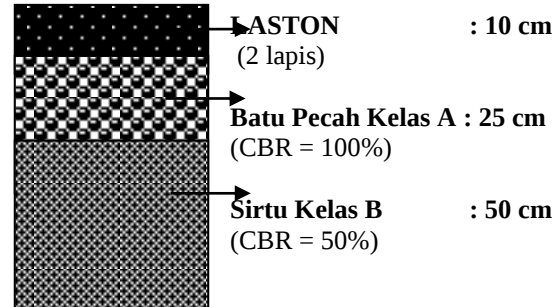
Tebal lapis pondasi atas batu pecah klas A

: 25 cm (tebal minimum)

$$13,50 = 0,40 \times 10 + 0,14 \times 25 + 0,12 \times D_3$$

$$13,50 = 4,00 + 3,50 + 0,12 D_3$$

$$D_3 = \left[\frac{13,50 - 7,50}{0,12} \right] = 50 \text{ cm}$$



Gambar 4.2. Hasil Perencanaan Struktur Jalan Perkerasan Lentur BM 1987

4.3. Perencanaan Metode AASTHO 1986

➤ Menentukan Nilai Reliabilitas (R) dan Standar Normal Deviasi (Z_R)

Untuk menentukan perencanaan struktur jalan perkerasan lentur metode AASTHO 1986 maka yang pertama dilakukan adalah menentukan besarnya nilai reliabilitas dan sekaligus juga menentukan besarnya Nilai standar normal deviasi seperti diuraikan dibawah ini .

1. Nilai Reliabilitas (R) : Nilai Reliabilitas didapatkan melalui Tabel Rekomendasi Nilai Reliabilitas, dan kondisi Jalan. Pada Jalan Lingkar kota Pasuruan ditetapkan sebagai Jalan Arteri (Jalan Kota tetapi disetarakan dengan Jalan Arteri Nasional) di Perkotaan, maka besar nilai $R = 80 - 99 \%$, ditetapkan **R = 90 %**

2. Deviasi Standar Normal (Z_R) : AASTHO 1986 telah memberikan tabel hubungan antara Nilai Reliabilitas (R) dengan Standar Deviasi Normal didapatkan melalui Tabel Nilai Standar Deviasi dengan Tingkat Reliabilitas. Nilai Reliabilitas (R) = 90 % maka didapat Deviasi Standar Normal **$Z_R = -1.282$** .

➤ Menentukan Simpangan Baku Keseluruhan (So)

Besarnya nilai simpangan baku keseluruhan (So), sesuai dengan AASTHO 1986 untuk perencanaan struktur jalan perkerasan lentur dengan memper-
timbang pertumbuhan lalu lintas yang akan datang adalah ditetapkan sekitar 0,40 s/d 0,50 sehingga dalam perencanaan ini ditetapkan nilainya sebesar **So = 0,45**.

➤ Menentukan Nilai Kinerja Jalan

Nilai kinerja jalan dinyatakan dalam indeks permukaan jalan, AASTHO 1986 memberikan harga untuk jalan dengan volume lalu lintas kendaraan besar (jalan arteri), Tabel Indeks Permukaan Pada Akhir Umur Rencana, indeks permukaan akhir umur rencana **IPt = 2,5**, dan harga indeks permukaan awal umur rencana sesuai Road Test **IPo = 4,2**, maka besarnya nilai kinerja pelayanan **ΔPSI = IPo – IPt = 4,2 – 2,5 = 1,7**.

➤ Menentukan Mr tanah dasar

Besarnya modulus resilien dengan besar CBR = 5,75 % < 10, maka

$$Mr = 2555 \times 5,75^{0.64} = 7.826,69 \text{ psi}$$

➤ Menentukan Koefisien Distribusi Lajur Rencana (DL)

Koefisien distribusi lajut dalam AASHTO 1986 telah disesuaikan dengan jumlah lajur rencana di setiap arah. Besarnya Jumlah lajur pada masing-masing arah adalah seperti ditetapkan dalam Tabel berikut. Oleh karena itu Koefisien Distribusi Lajur Rencana (DL) antara 80 – 100, ditetapkan **DL = 90 %**

Tabel 4.7. Faktor Distribusi Lajur Rencana (DL).

No	Jumlah lajur pada masing – masing arah	Persentase beban 18-kip (80 –KN) pada lajur rencana
1	1	100
2	2	80-100
3	3	60-80
4	4	50-75

Sumber : AASTHO 1986

➤ Menentukan Koefisien Distribusi Arah (D_D)

AASHTO 1986 telah memberikan nilai Koefisien Distribusi Arah, (D_D)

antara 30% - 70% Untuk koefisien distribusi arah biasanya karena untuk menyeimbangkan volume lalu lintas yang dapat ditampung setiap arah diambil **D_D = 50% tiap arah**.

➤ Lintas Ekuivalen Kumulatif Selama Umur Rencana (W18)

W18 adalah jumlah lintas ekuivalen sumbu tunggal seberat 18 Kip (8,16 ton) pada lajur rencana selama umur rencana atau umur kinerja jalan. Parameter berikut ini menentukan lintas ekuivalen kumulatif selama umur rencana dan selama umur kinerja jalan, bila dipilih rumus dari beberapa rumus yang ada dan ditetapkan uraiannya sebagaimana berikut ini :

$$AE18KSAL (W18) = 365 \times A_i \times E_i \times C_i \times D_{Li} \times D_{Di} \times (1+a)^{n'} \times \left[\frac{(1+i)^n}{i} \right]$$

dimana

$A_i = LHR A_i (1+a)^{n'} = LHR_0$ masing –masing kendaraan
Menentukan LHR_n masing kendaraan adalah sebagaimana dijelaskan pada Tabel berikut.

Tabel 4.8. Besaran LHR_n akhir

Jenis kendaraan	LHR_0 awal	Pertumbu- han 20th	LHR_n akhir
Kendaraan Ringan 2 T	17.957	2,65329	47.645
Kendaraan Bus 8 T	7.963	2,65329	21.128
Truk 2 As 10 T	3.011	2,65329	7.989
Truk 3 As 20 T	2.568	2,65329	6.814

Sumber : Hasil Olahan Penelitian

$N = \{[1+i)^n - 1] / i\} =$ dengan hubungan perkembangan lalu lintas 5 % (lima persen) dan umur rencana jalan (UR) selama 20 tahun didapat. **N = 45,76**.

Untuk menentukan $\Sigma W 18$, maka dapat dibuat seperti tabel berikut ini.

Tabel 4.9. Total Nilai $\Sigma W 18$

Jenis Kendaraan	LHRo	DL	DD	N5%	Ei	C	W 18
Kendaraan Ringan 2 T	47.645	0,90	0,50	33,07	0,0004	0,30	85,08
Kendaraan Bus 8 T	21.128	0,90	0,50	33,07	0.1593	0,45	22.538,93
Truk 2 AS 10 T	7.989	0,90	0,50	33,07	0.3500	0,45	18.724,91
Truk 3 AS 20 T	6.814	0,90	0,50	33,07	1.0375	0,45	47.342,31
$\Sigma W 18 \text{ sebelum } \times 365 =$							88.691,23
$\Sigma W 18 =$							32,37 x 10

Sumber : Hasil Olahan Penelitian

➤ Menentukan Tebal Perkerasan

1. Menentukan ITP, dengan harga – harga yang sudah didapat seperti : **R = 90%, So**

= 0,45, $W_{18} = 32,37 \times 10^6$ dan $M_R = 7.826,69$, $\Delta PSI = 1,7$. maka besarnya **ITP (SN) = 5,2**

2. Menentukan a_1, a_2, a_3 dan m_2, m_3 , dengan menggunakan rumus dibawah ini:

$$ITP(SN) = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

dimana

$a_1 = 0,44$ adalah dengan asumsi $E_{ac} = 4,5 \times 10^5$ psi .

$a_2 = 0,14$ adalah untuk agregat klas A CBR = 100 % ;

$a_3 = 0,125$ adalah untuk sirtu klas B CBR = 50%;

Dengan nilai Modulus elastisitas pada temperatur $68^\circ F$ ($20^\circ C$) sebesar 450000 psi = $4,5 \times 10^5$ psi , sedangkan jalan direncanakan dengan kualitas baik dengan tingkat kelembaban > 25 %, sehingga faktor drainase didapat besarnya : $m_2 = 1$.

Tabel 4.10. Koefisien Drainase (m_2)

Kualitas Drainase	Persen waktu perkerasan dlm keadaan lembab - jenuh			
	< 1%	1 - 5%	> 5 - 25%	$\geq 25\%$
Baik sekali	1,40 - 1,35	1,35 - 1,30	1,30 - 1,20	1,20
Baik	1,35 - 1,25	1,25 - 1,15	1,15 - 1,00	1,00
Cukup	1,25 - 1,15	1,15 - 1,05	1,00 - 0,80	0,80
Buruk	1,15 - 1,05	1,05 - 0,80	0,80 - 0,60	0,60
Buruk Sekali	1,05 - 0,95	0,95 - 0,75	0,75 - 0,40	0,40

Sumber : AASTHO 1986

Dengan nilai Modulus elastisitas pada temperatur $68^\circ F$ ($20^\circ C$) sebesar 450000 psi = $4,5 \times 10^5$ psi , sedangkan jalan direncanakan dengan kualitas baik dengan tingkat kelembaban > 25 %, sehingga faktor drainase : $m_3 = 1$.

3. Menentukan D_1 dan D_2 , dengan perhitungan:

Dengan $W_{18} = 32,37 \times 10^6$ ($> 7.000.000$), maka Tebal lapis permukaan LASTON dengan tebal minimum

$$D_1 : 4'' \text{ atau } 10 \text{ cm}$$

Tebal lapis pondasi atas batu pecah klas A dengan tebal minimum

$$D_2 : 6'' \infty 25 \text{ cm}$$

4. Menentukan D_3 , dengan rumus

$$ITP(SN) = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3 ,$$

$$5,20 = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

$$5,20 = 0,44 \times 4,0 + 0,12 \times 10,0 \times 1 + 0,125 \times D_3 \times 1$$

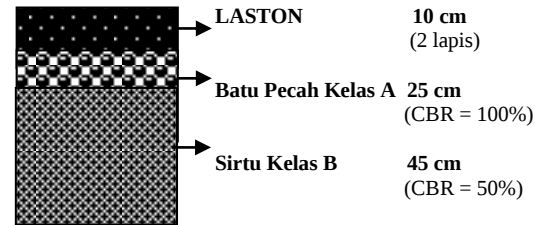
$$5,20 = 1,76 + 1,20 + 0,125 D_3$$

$D_3 = 17,92''$, atau dalam satuan metrik

$D_1 = 10 \text{ cm}$ (2 lapis)

$D_2 = 25 \text{ cm}$

$D_3 = 45 \text{ cm}$



Gambar 4.2. Hasil Perencanaan Struktur Jalan Perkerasan Lentur AASTHO 1986

➤ Perbandingan Tebal Perkerasan

Perbandingan ketebalan lapis perkerasan dari masing – masing metode adalah sebagai berikut :

Tabel 4.13. Perbandingan Ketebalan Perkerasan

Jenis Perkerasan	Bina Marga 1987	AASTHO 1986
Laston (ATB)	10 cm	10 cm
Agregat klas A (CBR 100%)	25 cm	25 cm
Sirtu Klas B (CBR 50%)	50 cm	45 cm

Sumber : Hasil Olahan Penelitian

4.4. Perhitungan biaya

Untuk menghitung biaya yang diperlukan maka langkah pertama yang harus diketahui adalah mengetahui volume struktur jalan lapis perkerasan berdasarkan hasil perencanaan baik yang dari hasil perencanaan lapis perkerasan metode Bina Marga 1987 dan metode AASTHO 1986 , mulai dari lapis permukaan LASTON (*Asphalt Treated Based*), lapis pondasi atas (*base*), berupa batu pecah klas A dengan CBR 100 %, lapis pondasi bawah (*subbase*) berupa sirtu klas B dengan CBR 50 % .

➤ Analisa Kuantitas

Jalan Lingkar Selatan Kota Pasuruan telah direncanakan dengan lebar 14,00 meter dimaksudkan adalah dapat menampung lalu lintas padat sebagai jalan arteri alternatif yang ada diperkotaan yang dapat membagi dan mengalihkan arus lalu lintas di jalan arteri Probolinggo–Surabaya. Meskipun jalan tersebut dengan status jalan

kota tetapi peranannya adalah untuk menampung lalu lintas berat. Spesifikasi dimensi dan ukuran dari jalan lingkaran Selatan Kota Pasuruan tersebut adalah sebagaimana disebutkan berikut ini:

1. Panjang jalan (L) = 4.736 km
2. Lebar ruas jalan (B) = 2 x (2 x 3,50 meter)
3. Lebar total ruas jalan 14 meter
4. Volume dan berat lapisan perkerasan untuk masing-masing kondisi beban kendaraan dan kondisi existing.

Tabel 4.14 : Volume Bahan Perkerasan yang Dibutuhkan

Jenis struktur	L (m)	B (m)	A (m ²)	t (cm)	V (m ³)	Brt (ton)
Lapis Pondasi Bawah	4.736	14	66.304	0,50	33.152	--
Tebal 50 cm	4.736	14	66.304	0,45	29.837	--
Tebal 45 cm	4.736	14	66.304	0,25	16.576	--
Lapis Pondasi Atas	4.736	14	66.304	0,10	6.630	15.581
Tebal 25 cm	4.736	14	66.304	0,10	6.630	15.581
Lapis Permukaan ATB						
Tebal 10 cm						

Catatan : Berat bolume aspal beton : 2,35 ton / m³

Sumber : Hasil Rekapitulasi Penelitian

➤ Analisa Harga Pekerjaan

Untuk menentukan harga pekerjaan pada lapis pondasi bawah (sirtu) kelas B, CBR 50 % (*subbase*), lapis pondasi atas agregat (batu pecah) kelas A, CBR 100% (*base*), lapis permukaan LASTON (*Asphalt Treated Base*).

Tabel 4.15. Perbandingan Harga Pekerjaan

No. urut	Jenis Struktur pekerjaan dan harga satuan	Metode Bina Marga 1987		Metode AASTHO 1986	
		Vol	Harga x Rp. 1000	Vol	Harga x Rp. 1000
1	Lapis Pondasi Bawah	29.837 m ²	5.763.984	33.152 m ²	6.404.384
2	HSP Rp. 193.182,44	16.576 m ²	3.661.679	16.576 m ²	3.661.679
3	Lapis Pondasi Atas	6.630 ton	5.018.102	6.630 ton	5.018.102
	HSP Rp. 220.902,44				
	Lapis Permukaan ATB				
	HSP Rp. 360.531,28 + 5% harga aspal)				
	= HSP Rp. 756.878,17				
4	Jumlah biaya		14.443.765		15.084.165
5	Selisih biaya = Rp. 15.084.165.000,- - Rp. 14.443.765.000,-				
	= Rp. 640.400.000,-				

Catatan : Harga aspal minyak per ton Rp. 7.926.957,72

Sumber : Harga dari DPU Bina Marga Prop Jatim

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil analisis perhitungan pada setiap pembahasan mulai dari latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, landasan teori, rancangan penelitian, analisa data dan pembahasan pada jalan Lingkaran Selatan Kota Pasuruan dengan panjang jalan 4.736 km dengan LHR rata-rata untuk semua jenis kendaraan 17.705 buah dengan CBR tanah dasar rata-rata 6 % ; dimana semua perhitungan telah memenuhi standar minimal yang ditentukan, karena telah mencapai perhitungan minimal tebal minimum yang diisyaratkan oleh masing-masing metode perhitungan perkerasan lentur maka disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan tebal perkerasan lentur dengan metode Bina Marga 1987 diperoleh tebal lapis permukaan Laston (*Asphalt Treated Base-ATB*) adalah 10 cm, tebal Lapis Pondasi Atas (agregat) kelas A dengan CBR 100 % adalah 25 cm, Lapis Pondasi bawah (sirtu) kelas B dengan CBR 50 % adalah 50 cm dengan total anggaran biaya untuk umur rencana 20 tahun Rp. 15.084.165.000,- .
2. Hasil perhitungan tebal perkerasan lentur dengan metode AASTHO 1986 diperoleh tebal lapis permukaan Laston (*Asphalt Treated Base-ATB*) adalah 10 cm, tebal Lapis Pondasi Atas (agregat) kelas A dengan CBR 100 % adalah 25 cm, Lapis Pondasi bawah (sirtu) kelas B dengan CBR 50 % adalah 45 cm dengan total anggaran biaya untuk umur rencana 20 tahun Rp. 14.443.765.000,-
3. Dari hasil perhitungan maka perbandingan biaya antara perkerasan lentur (*flexible pavement*) metode Bina Marga 1987 dengan perkerasan lentur (*flexible pavement*) metode AASTHO 1986 adalah sebesar Rp. 15.084.165.000,- - Rp. 14.443.765.000,- = Rp. 640.400.000,- atau biaya lebih ekonomis 4,25 % .

5.2. Saran

Berdasarkan dari hasil kesimpulan sebagaimana yang disebutkan diatas, maka terdapat beberapa saran yang perlu mendapatkan perhatian sebagaimana disebutkan dibawah ini :

1. Dalam melakukan perencanaan lentur dengan metode Bina Marga 1987 dan perencanaan lentur dengan metode AASTHO 1986 disarankan untuk melakukan perencanaan ulang yang lebih teliti.
2. Untuk penelitian lanjutan kiranya dapat dicoba dengan berbagai alternatif dan berbagai macam metode yang ada sehingga dapat membandingkan besarnya biaya proyek yang ada dengan metode yang lain tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- American Association of State Transportation and Highway Officials, 1986. *AASTHO Guide For Design of Pavement Structures 1986*. Printed in the United State of America. Washington.
- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga, 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*. PT. Bina Karya & Swe Road. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga 1970. *Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya*. PT. Bina Karya . Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Bina Marga, 1987 , *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen*. (SKBI – 2.3.25. 1987. PT. Bina Karya & Swe Road .
- Final Evaluation of the Clean Urban project, *Map of East Java Locations Visited for Evaluation*. Download Internet.
- Hendarsin, Shirley L., 2000. *Penuntun Praktis Perencanaan Teknis Jalan Raya, Cetakan Pertama*. Penerbit Politeknik Negeri Bandung Jurusan Teknik Sipil. Bandung.
- Kadariah. 1990. *Dasar-dasar Evaluasi Proyek*. Jakarta. Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia .
- Kustalam, Pinardi; Sutoyo, 2010. *Perancangan Tebal Perkerasan Jalan, Jenis Lentur dan Jenis Kaku, sesuai AASTHO 1986*. Penerbit PT Media Sapta Karya . Jakarta .
- Morlok, EK, 1991. *Pengantar Teknik Dan Perencanaan Transportasi*. Erlangga . Jakarta .
- National Association of Australian State Road Authorities, 1986. *NAASRA Guide to Traffic Engineering Practice*.
- Oetomo, Wateno, 2005. *Manajemen Pemeliharaan Jalan Perawatan– Rehabilitasi– Penunjang – Peningkatan Jalan. Bagian Kedua*. Cetakan pertama Juli 2005. Untag Press. Surabaya.
- Peraturan Presiden RI No.95, 2007. *Perubahan Keppres No.80 Tahun 2003*, Permata Press . Jakarta.
- Sukirman Silvia, 1999. *Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*, Penerbit Nova. Bandung ..
- Sukirman Silvia. 1999. *Perkerasan Lentur (Flexible Pavement) Jalan Raya*. Penerbit Nova. Bandung .
- Suryawan Ari. 2005. *Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (Rigid Pavement)*. Seri Buku Teknik Sipil Praktis. Jakarta.
- Sutojo, Siswanto , 2002. *Study Kelayakan Proyek*. Penerbit Damar Mulia Pustaka , Jakarta.
- Tamin, Ofyar Z, 2000. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, Edisi Kedua, ITB, Bandung.
- Universitas Negeri Malang (UM), *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah* /. Departemen Pendidikan Nasional Universitas Negeri Malang.
- Wignall, Arthur 1999. *Proyek Jalan Teori & Praktek*, Edisi Keempat, Erlangga . Jakarta .

Zulkarnain, Djamin, 1992. *Perencanaan dan Analisa Proyek*. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi UI. Jakarta .