

EVALUASI TEBAL PERKERASAN LENTUR PADA PROYEK PEMBANGUNAN JALAN PELABUHAN TELUK TAPANG – BUNGA TANJUNG KABUPATEN PASAMAN BARAT

Anton Andre ¹⁾, Ishak ²⁾, Helga Yermadona ³⁾

- 1). Mahasiswa Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumbar
email: antonandre1979@gmail.com
- 2). Staff Pengajar Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumbar
email: ishakumsb@gmail.com
- 3). Staff Pengajar Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumbar
email: helga.umsb@gmail.com

Abstract

West Pasaman Regency is one of the regencies in West Sumatra, with an area of 3,864.02 km² with a population of 365,129 people West Pasaman Regency has an administrative area with the northern border bordering mandailing Natal Regency of North Sumatra Province, the east borders Pasaman Regency, the south borders Pasaman Regency and Agam Regency of West Sumatra Province, The west borders the Indonesian Ocean. The purpose of this study was to compare the two methods on the thickness of the bending pavement using the method from AASHTO 1993 and the Bina Marga Road Pavement Design Manual Method 2017. Evaluation of the thick bending pavement using the Bina Marga Road Pavement Design Manual method 2017 and the AASHTO 1993 method is further grouped according to identification and problems, so that effective and directed solution analysis can be obtained. Thick bending pavement with bina marga method 2017 obtained the thickness of the bottom foundation 30 cm, Ac-Base 8 cm, AC-BC 6 cm, and AC-WC 4 cm. The thickness of the bending pavement with the AASHTO method 1993 obtained the thickness of the foundation D1 = 15 cm, D2 = 10 cm, and D3 by 10 cm. Differences in the results of the thick design of pavement obtained from the Bina Marga method 2017 and the AASHTO method 1993 are due to differences in concepts, parameters and design procedures in both methods. The design concept in Bina Marga 2017 is mechanistic empirical, while in AASHTO 1993 in the form of empirical methods.

Key words: *Flexible Pavement, Bina Marga 2017, AASHTO 1993.*

PENDAHULUAN

Kabupaten Pasaman Barat sejojanya merupakan salah satu dari sebagian Kabupaten di Sumatra Barat, dengan luas wilayah 3.864,02 km² dengan besarnya jumlah 365.129 ribu jiwa penduduknya. Kab. Pasaman Barat memiliki suatu wilayah administrasi dengan perbatasan sebelah utara yang ada berbatasan dengan Kab. Mandailing Natal termasuk ke Provinsi Sumatra Utara, sebelah timur yang berbatas dengan Kabupaten Pasaman, sebelah selatan yang berbatas dengan Kabupaten Pasaman dan juga Kab. Agam dari suatu Provinsi Sumatra Barat, sebelah barat yang berbatas dengan suatu wilayah

Samudra Indonesia. Suatu konstruksi perkerasan jalan biasanya adalah terbagi atas dua jenis yaitu perkerasan lentur (*Flexible pavement*), dan perkerasan kaku (*rigid pavement*). Evaluasi dari suatu tebal perkerasan daripada jalan yang akan dibangun/digunakan menuju Pelabuhan Teluk Tapang Air Bangis ini menggunakan metode Manual dari Desain Perkerasan Jalan oleh Bina Marga 2017 dan juga metode AASHTO 1993 untuk perkerasan lentur jalan baru agar mengetahui nilai dan perbandingan tebal perkerasan lentur dari metode yang dua tersebut.

Perencanaan tebal perkerasan jalan yang baik dan benar ada beberapa

kriteria yang harus dipenuhi agar hasil perencanaan bisa optimal. Kriteria perencanaan tersebut antara lain fungsi jalan, umur rencana, lalu lintas, sifat tanah dasar, kondisi lingkungan dan ketersediaan material lapis perkerasan yang ada di suatu daerah tersebut (Hardiyatmo, 2015) menyatakan fungsi utama perkerasan adalah menyebarkan beban roda ke area permukaan tanah dasar yang lebih luas dibandingkan luas kontak roda dan perkerasan, sehingga mereduksi tegangan maksimum yang terjadi pada tanah dasar, yaitu pada tekanan dimana tanah dasar tidak mengalami deformasi berlebihan selama masa pelayanan perkerasan. Secara umum, fungsi perkerasan jalan adalah sebagai berikut.

1. Untuk memberikan struktur yang kuat dalam mendukung beban lalu lintas.
2. Untuk memberikan permukaan rata bagi pengendara.
3. Untuk memberikan kekasatan atau tahanan gelincir (*skid resistance*) di permukaan perkerasan.
4. Untuk mendistribusikan beban kendaraan ke tanah dasar secara memadai, sehingga tanah dasar terlindungi dari tekanan yang berlebihan.
5. Untuk melindungi tanah dasar dari pengaruh buruk perubahan cuaca

Metode Bina Marga 2017 dalam mendesain perkerasan lentur berpedoman pada Pt T-01-2002-B, dengan beberapa perubahan: penentuan umur rencana, *discounted lifecycle cost* yang terendah, pelaksanaan konstruksi yang praktis, efisiensi penggunaan material. Berikut adalah alur desain perkerasan lentur dalam Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 04/SE/Db/2017 dijelaskan sebagai berikut.

1. Menghitung LHR
2. Pertumbuhan lalu lintas
3. Faktor lajur dan jalur
4. VDF
5. Beban sumbu gandar
6. Sumbu standar kumulatif
7. Struktur perkerasan

Hardiyatmo (2015) menyatakan bahwa dalam perancangan tebal perkerasan lentur menurut ASSHTO 1993, maka digunakan parameter-parameter sebagai berikut.

- a. Analisis lalu lintas yang mencakup umur rencana, lalu lintas harian rata-rata, pertumbuhan lalu lintas tahunan, jumlah ESAL total.
- b. Indeks kemampuan pelayanan akhir (*terminal serviceability index*) (*Pt*).
- c. Indeks kemampuan pelayanan awal (*initial serviceability*)(*Po*).
- d. Kehilangan kemampuan pelayanan (*serviceability loss*).
- e. Realibilitas (*realibility*) (*R*).
- f. Deviasi standar normal (*normal standar deviation*) (*Zr*).
- g. Deviasi standar keseluruhan (*overall standar deviation*) (*So*)
- h. Modulus *resilient* (*Mr*).
- i. Koefisien lapisan (*layer coefficient*).
- j. Koefisien drainase atau koefisien modifikasi lapisan.

METODE PENELITIAN

Lokasi evaluasi tebal perkerasan pada Proyek Pembangunan Jalan Akses Pelabuhan Teluk Tapang – Bunga Tanjung berada di Kabupaten Pasaman Barat Sumatra Barat.

Evaluasi dari hasil perhitungan tebal perkerasan lentur menggunakan metode analisis Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2017 dan metode/cara pakai dengan AASHTO 1993 selanjutnya dikelompokkan sesuai identifikasi dan permasalahan, sehingga dapat diperoleh penganalisan pemecahan yang efektif dan terarah.

HASIL DAN PEMBAHASAN
Hasil Perhitungan MDPJ 2017

Hasil dari suatu perancangan perkerasan lentur menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan tahun 2017, dibutuhkan suatu tahapan dan proses dalam penyelesaiannya. Berikut tahapan dan proses dari metode MDPJ 2017.

1. Umur dari rencana jalan Umur untuk rencana ruas jalan Pelabuhan Teluk Tapang adalah 20 tahun.
2. Data dari lalu lintas harian Data untuk lalu lintas harian ruas Pelabuhan Teluk Tapang didapatkan dari hasil survei LHR
3. Faktor untuk pertumbuhan lalu lintas Faktor dari pertumbuhan lalu lintas diperoleh dengan melihat nilai pertumbuhan lalu lintas yang digunakan untuk kolektor rural pulau Sumatera yang hasilnya ditunjukkan dengan nilai $i = 3,5\%$, yang biasanya dituliskan dalam persen per tahun (%/tahun). Dengan menggunakan rumus didapat

$$R = \frac{(1 + 0,01 \times 0,035)^{20}}{0,01 \times 0,035} = 28,77\%$$

dari persamaan diatas tersebut diperoleh faktor pertumbuhan lalu lintas umur rencana 20

tahun sebesar 28,77%.

4. Untuk faktor dari distribusi lajur (DL) Nilai dari distribusi lajur untuk ruas jalan Pelabuhan Teluk Tapang Bernilai 1 didapatkan adalah 100% dikarenakan dari jumlah 1 lajur per arah.
5. Untuk suatu faktor dari distribusi arah (DD) Nilai distribusi dari arah untuk ruas jalan Pelabuhan Teluk Tapang yang menggunakan jalan 1 jalur, 2 lajur dan 2 arah faktor dari distribusi arah (DD) pada umumnya dapat diambil nilai sebesar 0,50 (diambil nilai antara 030 – 0,70 menurut AASHTO'93).
6. *VDF (Vehicle Damage Factor)* Dalam suatu perancangan dari desain perkerasan jenis kendaraan harus mempunyai suatu besaran atau disebut angka ekuivalen beban (*Vehicle Damage Factor*) didapat dari suatu perhitungan yang diakumulasikan angka ekuivalen dari sumbu depan dan sumbu belakang dari jenis dan tipe kendaraannya. *Vehicle Damage Factor* dari setiap golongan kendaraan yang didasarkan oleh MDPJ 2017
7. Beban dari sumbu standar yang kumulatif Beban untuk sumbu standar yang kumulatif atau *Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESAL)* adalah merupakan suatu penjumlahan dari kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama untuk desain umur rencana.

Tabel 1. Bagan 3

Struktur Perkerasan	Bagan Desain	ESA (juta) dalam 20 tahun (pangkat 4 kecuali ditentukan lain)				
		0 - 0,5	0,1 - 4	>4 - 10	>10 - 30	>30 - 200
Perkerasan rigid untuk lalu lintas yang berat (diatas tanah dengan CBR \geq 2,5%)	4	-	-	2	2	2
Perkerasan kaku untuk lalu lintas yang rendah (daerah pedesaan)	4A	-	1,2	-	-	-
AC -WC dimodifikasi atauSMA dimodifikasikan dengan CTB (ESA pangkat 5)	3	-	-	-	2	2
AC. Untuk dengan CTB. (ESA pangkat 5)	3	-	-	-	2	2
AC tebal \geq 100 mm dengan lapisan dari fondasi berbutir (E.SA pangkat 5)	3B	-	-	1,2	2	2
AC atau HRS tipis di atas lapis fondasi berbutir	3A	-	1,2	-	-	-
Burda atau Burtu dengan LPA kelas A atau batuan asli	5	3	3	-	-	-
Lapis Fondasi Soil Cement	6	1	1	-	-	-
Perkerasan tanpa penutup (Japat,jalan kerikil)	7	1	-	-	-	-

Sumber: Bina Marga MDPJ (2017)

Perhitungan untuk tebal dari lapis perkerasan

Perhitungan dari suatu tebal lapis perkerasan lentur akan bisa dihitung berdasarkan nilai *CESAL* untuk penggunaan dari umur rencana kemudian didapatkan nilai dari masing-masing lapis pada tebal struktur perkerasan dengan menggunakan Bagan Desain 3 pada metode MDPJ 2017. Penyelesaian menggunakan perkerasan ini dipilih dengan mempertimbangkan unsur dari pada biaya yang terendah selama umur rencana dan keterbatasan. Adapun pemilihan untuk jenis perkerasan dilihat pada nilai *ESA* 20 tahun (juta). Sehingga didapatkan nilai *ESA* 20 tahun sebesar 4.703.157,769.

ESAL adalah struktur AC-WC modifikasi AC tebal \geq 100 mm dengan lapis fondasi berbutir (*ESA* pangkat 5) didapat dengan bagan desain 3B dan *ESA* pangkat 5 didapat nilai sebesar 1,2, ini juga dapt dilihat pada tabel 2. berikut adalah cara mendapatkan suatu rincian pemilihan dari suatu tebal perkerasan dan perencanaan pada tabel 1.

Tebal lapis perkerasannlentur diperoleh dari nilai *CESA5* sebesar 5.943.069,248 *Esal*. Berikut adalah tebal tiap lapis perkerasan yang tertera pada Tabel 2. yang sesuai dengan bagan desain 3 dari Bina Marga 2017.

Tabel 2. Pemilihan Struktur Perkerasan

STRUKTUR PERKERASAN									
	FFF1	FFF2	FFF3	FFF4	FFF5	FFF6	FFF7	FFF8	FFF9
Solusi yang dipilih					Lihat Catatan 2				
Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (10^6ESA_5)	< 2	$\geq 2 - 4$	> 4 - 7	> 7 - 10	> 10 - 20	> 20 - 30	> 30 - 50	> 50 - 100	> 100 - 200
KETEBALAN LAPIS PERKERASAN (mm)									
AC WC	40	40	40	40	40	40	40	40	40
AC BC	60	60	60	60	60	60	60	60	60
AC Base	0	70	80	105	145	160	180	210	245
LPA Kelas A	400	300	300	300	300	300	300	300	300
Catatan									
	1		2		3				

Sumber: Bina Marga MDPJ (2017)
dari tabel diatas didapat tebal perkerasan yang didesain menurut Bina Marga 2017 sebagai berikut:

- 1) AC-WC = 40 mm
- 2) AC-BC = 60 mm
- 3) AC Base = 80 mm
- 4) LPA Kelas A = 300 mm

Hasil Perhitungan AASHTO1993

Perhitungan tebal perkerasan lentur dengan metode *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993* dijelaskan sebagai berikut.

1. Umur rencana
Umur rencana perkerasan adalah 20 tahun.
2. Menentukan Nilai Indeks Pelayanan (P_o dan P_t)
Menentukan P_o dan P_t bergantung pada fungsi jalan dan kategori pembangunan sebagai berikut.
Fungsi jalan = Kolektor
Kategori pembangunan = Jalan Baru
Nilai $P_o = 4,2$ (Rekomendasi (AASHTO 1993))
Nilai $P_t = 2,5$
 $\Delta PSI = P_o - P_t$
 $\Delta PSI = 4,2 - 2,5 = 1,7$
3. CBR Desain

No.	CBR	Persentase
1	2,11	5/5 = 100%

2	3,11	4/5 = 80%
3	3,46	3/5 = 60%
4	3,50	2/5 = 40%
5	4,35	1/5 = 20%

Sumber: Hasil Analisis (2021)

4. Modulus *resilient* tanah dasar (MR)
Ruas jalan Pelabuhan Teluk Tapang nilai MR dihitung dengan rumus:
 $MR (Psi) = 1500 \times CBR$
 $MR = 1500 \times 2,71 = 4000$ Psi
5. Koefisien distribusi kendaraan (C)
Ruas jalan 2 arah, sehingga faktor distribusi arah (DD) = 50%. Faktor distribusi lajur mengacu pada Tabel 2.5 didapatkan (D_L) = 100 % (1 lajur, 2 arah).
6. *Reliabilitas* (R)
Fungsi jalan merupakan jalan kolektor, daerah rural, berdasarkan Tabel 2.13 Tingkat *Reliabilitas* = 75% - 95% diambil 80%
7. Simpangan Baku (S_o)
Deviasi Standar Keseluruhan (s_o) merujuk pada peraturan AASHTO 1993 menyarankan memakai nilai diantara 0,40-0,50. Pada perencanaan tebal perkerasan lentur di ruas jalan

Pelabuhan Teluk Tapang diambil nilai S_o sebesar 0,45. Dengan nilai $R = 80\%$, maka berdasarkan Tabel Nilai Simpangan Baku Normal (Z_R) = -0,841.

8. Angka Ekuivalen (E)

Menghitung angka ekuivalen (E) sebagai perbandingan umur perkerasan akibat beban lalu lintas standar (18 *Kips*) terhadap umur perkerasan akibat beban lalu lintas tidak standar (x *Kips*).

Pada ruas Jalan Pelabuhan Teluk Tapang nilai koefisien lapisan (a) dapat diketahui dari perhitungan di bawah ini :

a. Lapis permukaan (*Surface Course*)

Nilai koefisien lapisan (a) pada bahan Lasbutag adalah 0,44 sehingga dapat di ketahui koefisien lapisan beton aspal al atau nilai *Elastic Modulus* (E_{AC})

$$MR = 1500 \times CBR$$

$$MR = 1500 \times 2.71 = 4000 \text{ Psi}$$

b. Lapis Pondasi Atas (*Base Course*)

Nilai koefisien lapisan (a_2) pada bahan batu pecah adalah 0,14, karena bahan ini termasuk jenis granular, maka koefisien kekuatan relatif dapat diperoleh dari Persamaan 2.11 dan Gambar 2.6 untuk perhitungan nilai *Modulus Resilient* (M_R) sebagai berikut.

$$a_2 = (0,249 \times (\log_{10} E_{SB})) - 0,977$$

$$0,14$$

$$= (0,249 \times (\log_{10} E_{SB})) - 0,977$$

$$0,14 + 0,977 = (0,249 \times$$

$$(\log_{10} E_{SB}))$$

$$1,117 = (0,249 \times (\log_{10} E_{SB}))$$

$$1,117/0,249 = \log_{10} E_{SB}$$

$$4,486 = \log_{10} E_{SB}$$

$$E_{SB} = 30.619,63 \text{ Psi}$$

c. Lapis Pondasi Bawah (*Sub Base Course*)

Nilai Koefisien lapisan (a_3) pada bahan Sirtu adalah 0,11 karena bahan ini termasuk jenis granular, maka koefisien kekuatan relative dapat diperoleh dari Persamaan 2.11 dan Gambar 2.7 untuk perhitungan nilai *Modulus Resilient* (M_R) sebagai berikut.

$$a_3 = (0,227 \times (\log_{10} E_{SB})) - 0,839$$

$$0,11 = (0,227 \times (\log_{10} E_{SB})) - 0,839$$

$$0,11 + 0,839 = (0,227 \times (\log_{10} E_{SB}))$$

$$0,949 = (0,227 \times (\log_{10} E_{SB}))$$

$$0,949/0,227 = (\log_{10} E_{SB})$$

$$4,181 = (\log_{10} E_{SB})$$

$$E_{SB} = 15.170,5 \text{ Psi}$$

Dari nomograph didapat nilai SN sebenarnya sebagai berikut:

$$1. SN1 = 2,3$$

$$2. SN2 = 2,8$$

$$3. SN3 = 3,1$$

Sehingga tebal perkerasan didapat sebesar,

a. Lapis Permukaan (*Surface Course*)

$$D_1 = \frac{SN_1}{a_1} = \frac{2,3}{0,44}$$

$$= 5,23 \text{ inc} = 13,27 \text{ cm} \approx 15 \text{ cm} (D_1)$$

b. Lapis Pondasi Atas (*Base Course*)

$$D_2 = \frac{SN_2 - a_1 D_1}{a_2 m_2}$$

$$D_2 = \frac{2,8 - (0,44 \times 5,23)}{0,14 \times 1}$$

$$= 3,57 \text{ inc} = 9,06 \text{ cm} \approx 10 \text{ cm} (D_2)$$

c. Lapis Pondasi Bawah (*Sub Base Course*)

$$D_3 = \frac{SN_3 - a_1 D_1 + a_2 m_2 D_2}{a_3 m_3}$$

$$D_3 =$$

$$\frac{3,1 - (0,44 \times 5,23) + (0,14 \times 3,57)}{0,11 \times 1}$$

$$= 2,72 \text{ inc} = 6,9 \text{ cm} \approx 10 \text{ cm}$$

PENUTUP

Dari hasil pada pembahasan terdahulu hasil dari analisis perhitungan pada penelitian yang diperoleh ini maka, dapat diambil kesimpulan:

1. Didapatkan angka dari tebal lapis perkerasan lentur dengan cara metode MDPJ Bina Marga 2017 diperoleh angka tebal fondasi bawah sebesar 30 cm, Ac-Base 8 cm, AC-BC 6 cm, dan AC-WC 4 cm.
2. Tebal perkerasan lentur dengan metode AASHTO.1993 didapatkan tebal fondasi $D_1 = 15$ cm, $D_2 = 10$ cm, dan D_3 sebesar 10 cm.
3. Dari harga satuan pada pekerjaan jalan Pelabuhan Teluk

- Tapang didapatkan harga terbesar dengan metode AASHTO sedangkan harga terkecil dengan cara Bina Marga 2017, disebabkan kualitas bahan yang digunakan cara AASHTO lebih baik dan persyaratan ketebalan lapisan yang lebih tinggi dari metode Bina Marga 2017.
4. Diperoleh suatu angka perbedaan hasil dari desain tebal perkerasan yang didapat dengan cara dari metode MDPJ Bina Marga 2017 dan dengan cara metode AASHTO 1993 disebabkan oleh karena adanya suatu perihal perbedaan akan suatu konsep, parameter dan prosedur dari cara untuk mendesain pada kedua metode ataupun cara tersebut. Konsep dari desain pada MDPJ Bina Marga 2017 adalah berupa suatu mekanistik empiris, sedangkan pada AASHTO 1993 merupakan suatu cara atau metode yang bersifat empiris.
 5. Parameter dari beban akibat muatan pada lalu lintas berdasar MDPJ pada Bina Marga 2017 dengan menggunakan beban dari sumbu standar 8,16 ton yang setara dengan 18 kips ESAL pada metode AASHTO 1993. Pada metode Bina Marga 2017, hanya kendaraan niaga dengan jumlah roda sebanyak enam atau lebih yang perlu diperhitungkan di dalam menganalisis, sedangkan pada metode memakai AASHTO 1993 berat dari kendaraan ringan sampai dengan kendaraan berat juga perlu juga diperhitungkan dalam menganalisisnya.
- Association of State Highway and Transportation Officials. 1993. *Guide for Design of Pavement Structure*. The American Association of State Highway Transportation Officials. Washington, D.C.
- Asphalt Institute MS-23. 1986. *Thickness Design Asphalt Pavement for Heavy Wheel Load*, 5th ed. Asphalt Institute Building. College Park.
- Austrroads. 2008. *A Guide to the Structural Design of Pavements*. Australian Road Research Board. Sydney.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. 2002. *Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pt T-01-2002 B*. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1987. *Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1990. *Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan*. Direktorat Pembinaan Jalan Kota. Jakarta
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2017. *Manual Perkerasan Jalan*. Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Jakarta.
- Hardiyatmo, H. C. 2011. *Perancangan Perkerasan Jalan & Penyelidikan Tanah*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Lavin, P. G. 2003. *Asphalt Pavement – A Practical Guide to Design, Production, and Maintenance for Engineer and Architects*. Spon Press. New York. USA.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, (2010). *Spesifikasi Umum, Direktorat Jendral Bina Marga*. Kementrian Pekerjaan Umum, Jakarta.