PERENCANAAN STRUKTUR PERKERASAN LENTUR MENGGUNAKAN METODE AASHTO 1993 DAN METODE BINA MARGA 2017 DI JALAN H.T. RIZAL NURDIN STA 0+000 S/D STA 1+000 KAB. SERDANG BEDAGAI

Marwan Lubis, Ronal HT Simbolon, Anis Mufidah
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sumatera Utara
marwan@ft.uisu.ac.id; ronal.h.t.simbolon@ft.uisu.ac.id; mufidah.anis26@gmail.com

Abstrak

Kelancaran arus jalan merupakan salah satu aspek penting dalam mendukung kemajuan suatu wilayah. Jalan H.T. Rizal Nurdin, yang terletak di Kabupaten Serdang Bedagai, Provinsi Sumatera Utara, adalah salah satu ruas jalan untuk mengakses ke tempat wisata pantai cermin dan lahan perkebunan sawit PTPN IV. Namun, seiring berjalannya waktu, kondisi fisik Jalan H.T. Rizal Nurdin mengalami kerusakan pada struktur jalan karena peningkatan beban berlebih pada infrastruktur perkerasan jalan. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan ulang yang baik agar tidak terjadi kembali kerusakan struktur perkerasan jalan yang diakibatkan oleh beban berlebih. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perencanaan struktur perkerasan lentur berdasarkan beban lalu lintas jalan menggunakan metode AASHTO 1993 dan metode Bina Marga 2017 pada ruas jalan H.T. Rizal Nurdin Sta 0+000 S/D Sta 1+000. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Metode Bina Marga 2017 didapat tebal lapis permukaan aus AC-WC (Asphalt Concrete-Wearing Course) 4 cm, lapis permukaan antara AC-BC (Asphalt Concrete-Binder Course) 6 cm, lapis pondasi AC-Base (Asphalt ConcreteBase) 0 cm, dan Lapisan Pondasi Agregat (LPA) kelas A 40 cm sedangkan metode AASHTO 1993 didapat tebal lapis permukaan Laston MS 744 11 cm, lapis pondasi atas Batu Pecah Kelas B32 cm, dan lapis pondasi bawah Sirtu Kelas B64 cm, dan dapat disimpulkan bahwa Metode Bina Marga 2017 memiliki tebal total perkerasan lebih tipis dibanding dengan Metode AASHTO 1993.

Kata Kunci *: Perencanaan Perkerasan, Lapisan Perkerasan, BM 2017, AASHTO 1993.*

.

I. PENDAHULUAN

Jalan H.T. Rizal Nurdin, yang terletak di Kabupaten Serdang Bedagai, Provinsi Sumatera Utara, adalah salah satu ruas jalan untuk mengakses ke tempat wisata pantai cermin dan lahan perkebunan sawit PTPN IV. Meningkatnya wisatawan pada wisata pantai cermin dan truck bermuatan yang mengangkut hasil perkebunan menyebabkan volume lalu lintas semakin meningkat, tentunya perkerasan jalan perlu diperhatikan karna mempunyai peranan yang sangat penting untuk mobilitas para pekerja dan wisatawan agar dapat mengakses ke kawasan tersebut.

Namun, seiring berjalannya waktu, kondisi fisik Jalan H.T. Rizal Nurdin mengalami kerusakan pada struktur jalan karena peningkatan beban berlebih pada infrastruktur perkerasan jalan. Kerusakan tersebut tidak hanya mengganggu kelancaran lalu lintas, tetapi juga menimbulkan kecelakaan dan ketidak nyamanan berkendara.

Oleh karena itu, diperlukan perencanaan ulang yang baik agar tidak terjadi kembali kerusakan struktur perkerasan jalan yang diakibatkan oleh beban berlebih dengan menggunakan metode AASHTO 1993 dan metode Bina Marga 2017 pada Jalan H.T. Rizal Nurdin Kecamatan Perbaungan, Kabupaten Serdang Bedagai, Provinsi Sumatera Utara STA 0+000 – STA 1+000.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jalan

Jalan adalah prasarana 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 (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 18/PRT/M/2018).

2.2 Perkerasan Lentur

Menurut Silvia, S. (2010), pada umumnya perkerasan lentur baik digunakan untuk jalan yang melayani beban lalulintas ringan sampai dengan sedang, seperti jalan perkotaan, jalan dengan sistem utilitas terletak di bawah perkerasan jalan, perkerasan bahu jalan, atau perkerasan dengan konstruksi bertahap.

Struktur perkerasan lentur terdiri dari beberapa lapis yang makin ke bawah memiliki daya dukung yang semakin jelek, yaitu:

1. Lapis permukaan (*surface course*);
2. Lapis pondasi (*base course*);
3. Lapis pondasi bawah (*subbase course*);
4. Lapis tanah dasar (*subgrade*).

2.3 Metode Bina Marga 2017

Metode Bina Marga merupakan salah satu metode yang digunakan dalam perencanaan perkerasan jalan di Indonesia, dan telah menjadi bagian penting dalam analisis perkerasan lentur jalan raya. Manual Desain Perkerasan (2013) terdiri atas dua bagian yaitu, bagian I yang membahas desain perkerasan jalan baru dan bagian II yang membahas desain rehabilitasi dan rekonstruksi perkerasan.

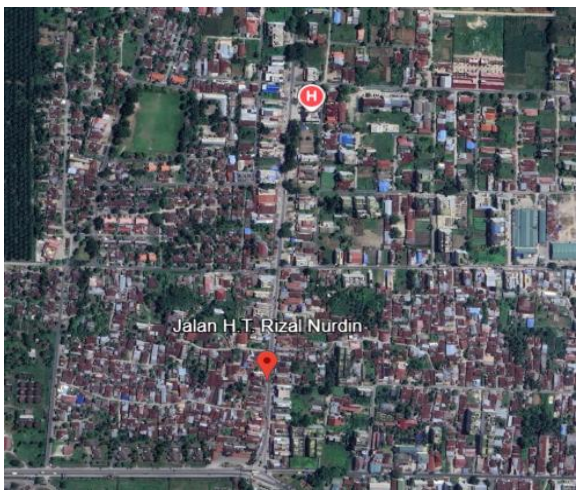
2.4 Metode American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) 1993

Metode AASHTO merupakan salah satu metode yang digunakan dalam perencanaan perkerasan jalan di Indonesia, dan telah menjadi bagian penting dalam analisis perkerasan lentur jalan raya. Indonesia menggunakan metode AASHTO sebagai acuan dalam menyusun standar perencanaan tebal perkerasan lentur dan telah menjadi standar perencanaan di berbagai negara.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian perencanaan struktur perkerasan lentur berlokasi di ruas Jalan H.T. Rizal Nurdin (STA 0+000 sampai STA 1+000) Kabupaten Serdang Bedagai, Prov. Sumatera Utara, yang dapat dilihat pada peta berikut ini:



Gambar 1. Peta Lokasi Perencanaan

3.2 Data Penelitian

3.2.1 Data Primer

1. Lalu lintas harian rata-rata (LHR)

Lalu lintas harian rata-rata diambil selama 48 jam dari jam 06:00 – 18:00 dengan semua jenis kendaraan yang melewati.

2. Geometrik Jalan Raya

Tipe ruas jalan H.T. Rizal Nurdin Kab. Serdang Bedagai Prov. Sumatera Utara yaitu 2/2 UD, dengan lebar jalan 8 m, lebar drainase 0,7 m dan lebar bahu jalan 1,5 m.

3. Kualitas drainase.

3.2.2 Data Sekunder

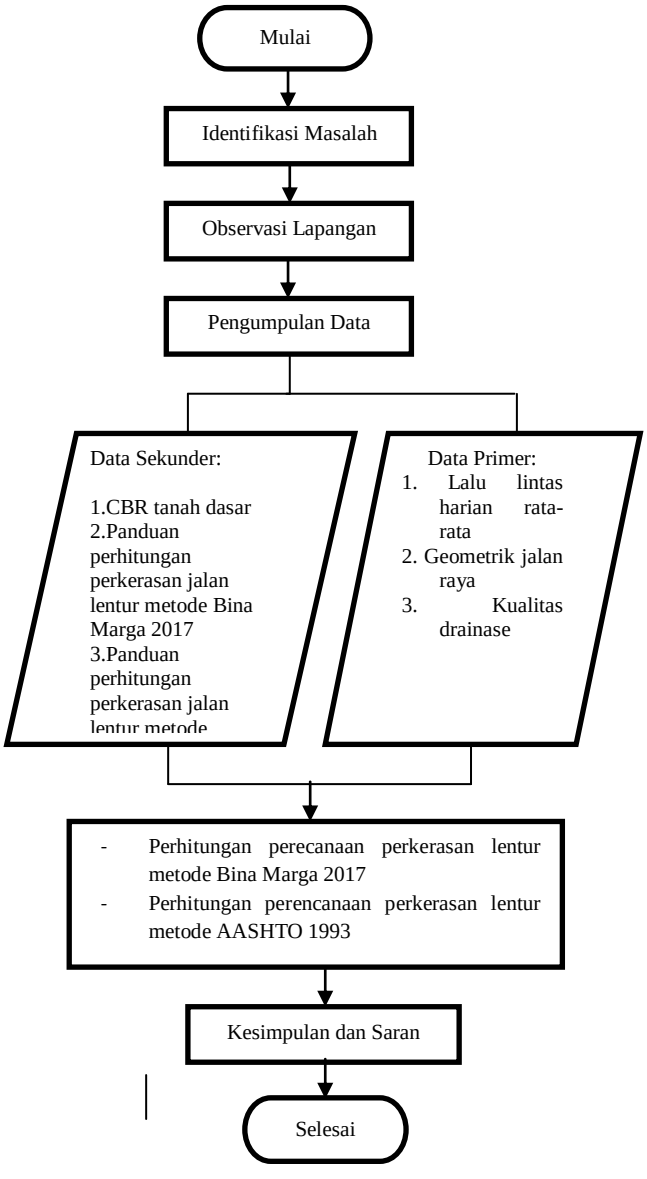
1. CBR tanah dasar yang diambil dari STA 0+000 sampai STA 1+000 dengan alat DCP (Dynamic Cone Penetrometer).

2. Panduan perhitungan perkerasan jalan lentur metode Bina Marga 2017.

3. Panduan perhitungan perkerasan jalan lentur metode AASHTO 1993.

3.3 Bagan Alir Penelitian

Tahapan penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Umum

Adapun data-data yang diperlukan sebagai berikut:

Tabel 1. Klasifikasi Jalan

Klasifikasi Jalan	
Fungsi jalan	Jalan kolektor
Status jalan	Jalan provinsi
Lebar jalan	8 meter

Sumber: Hasil Analisis (2025)

4.2 Data Tanah

CBR (*California Bearing Ratio*) merupakan suatu prosedur yang cepat untuk melaksanakan evaluasi kekuatan tanah dasar dan lapis fondasi jalan, dengan menggunakan alat *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP). Cara uji ini juga merupakan cara alternatif jika pengujian CBR lapangan tidak bisa dilakukan.

Pengujian dilaksanakan dengan mencatat jumlah pukulan (*blow*) dan penetrasi dari konus (kerucut logam) yang tertanam pada tanah/lapisan fondasi.

Tabel 2. Perhitungan Nilai CBR Yang Telah Diurutkan

No.	CBR (%) diurutkan	Nilai sama/lebih besar	% Sama atau lebih besar
1	2,29	11	100,00
2	2,99	10	90,90
3	3,01	9	81,81
4	3,09	8	72,72
5	3,34	7	63,63
6	3,44	6	54,54
7	4,58	5	45,45
8	5,13	4	36,36
9	5,41	3	27,27
10	5,49	2	18,18
11	6,11	1	9,09
Jumlah	**44,88**		

Sumber: Hasil Analisis (2025)

Dari data di atas untuk mendapatkan CBR 90% dengan menggunakan metode persentil adalah sebagai berikut:

n = 11

10% x 11 = 1,1 ≈ 1

Data urutan nilai CBR pada nilai tersebut adalah 2,29.

Maka didapat CBR 90% yaitu 2,29%. Berdasarkan Bina Marga 2017 CBR dengan kepadatan tanah < 5% dikategorikan sebagai tanah lunak.

4.3 Perencanaan Struktur Perkerasan Lentur Metode Bina Marga 2017

1. Umur rencana

   Umur rencana yang dipilih yaitu 20 tahun.

2. Faktor pertumbuhan lalu lintas

   Faktor pertumbuhan lalu lintas di Sumatera yaitu 3,50%. Maka didapat,

   $$R_{(2046\text{-}2026)} = \frac{(1 + 0{,}01\ x\ 0{,}035)^{20} - 1}{0{,}01\ x\ 0{,}035} = 20{,}07$$

3. Analisis lalu lintas

Tabel 3. Analisis Lalu Lintas 2026-2046

No.	Jenis Kendaraan	LHR 2026 (smp/ hari)	Perhitungan LHR $(1+0{,}035)^{UR}$	LHR 2046 (smp/ hari)
1	Motor	910	910 $(1+0{,}035)^{UR}$	1811
2	Kendaraan ringan pribadi	247	247 $(1+0{,}035)^{20}$	492
3	Kendaraan ringan umum	7	7 $(1+0{,}035)^{20}$	14
4	Bus kecil	10	10 $(1+0{,}035)^{20}$	20
5	Pick up, mobil hantaran	27	26 $(1+0{,}035)^{20}$	54
6	Bus besar	3	3 $(1+0{,}035)^{20}$	6
7	Truck 2 as	11	11 $(1+0{,}035)^{20}$	22
8	Truck 3 as	1	1 $(1+0{,}035)^{20}$	2
9	Mobil gandengan semi trailer	0	0 $(1+0{,}035)^{20}$	0
8	Kendaraan tak bermotor	72	72 $(1+0{,}035)^{20}$	143
Jumlah		**1288**		**2564**

Sumber: Hasil Analisis (2025)

4. Lalu lintas pada lajur rencana

   Nilai faktor distribusi lajur (DL) didapat 100%. Adapun nilai faktor distribusi arah (DD) 0,3 – 07 (umumnya diambil 0,5).

5. Faktor ekivalen beban (*Vehicle Damage Factor*)

Tabel 4. Analisis Faktor Ekivalen Beban

No.	Jenis Kendaraan	Golongan	VDF 4	VDF 5
1	Motor	1	-	-
2	Kendaraan ringan pribadi	2	-	-
3	Kendaraan ringan umum	3	-	-
4	Pick up, mobil hantaran	4	-	-

No.	Jenis Kendaraan	Golongan	VDF 4	VDF 5
5	Bus kecil	5a	0,3	0,2
6	Bus besar	5b	1	1
7	Truck 2 as	6a	0,55	0,5
8	Truck 3 as	7a	5,4	7,4
9	Mobil gandengan semi trailer	7c	7,0	9,6
8	Kendaraan tak bermotor	8	-	-

Sumber: Hasil Analisis (2025)

6. Beban Sumbu Standar Kumulatif

Tabel 5. Hasil Perhitungan ESA pada 2026-2046

Jenis Kendaraan	LHR 2046 (smp /hari)	VDF 4	VDF 5	ESA4	ESA5
Motor	1811	0	0	0	0
Kendaraan ringan pribadi	492	0	0	0	0
Kendaraan ringan umum	14	0	0	0	0
Bus kecil	20	0,3	0,2	21976,65	14651,1
Pick up, mobil hantaran	54	0	0	0	0
Bus besar	6	1	1	21976,65	21976,65
Truck 2 as	22	0,55	0,5	44319,577	40290,525
Truck 3 as	2	5,4	7,4	39557,97	54209,07
Mobil gandengan semi trailer	0	7,0	9,6	0	0
Kendaraan tak bermotor	143	0	0	0	0
	CESA			**127830,847**	**131127,345**

Sumber: Hasil Analisis (2025)

7. Menentukan tipe perkerasan
Jika nilai $CESA_4$ sebesar 127830,847maka dapat ditentukan tipe perkerasan pada Tabel 6:

Tabel 6. Pemilihan Jenis Perkerasan

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
AC tebal ≥ 100 mm dengan lapis fondasi berbutir (ESA pangkat 5)	3B	-	1,2	1,2	2	2

Sumber: Hasil Analisis (2025)

8. Menentukan Tebal Lapis Perkerasan
Pada pemilihan tipe perkerasan di dapat pada bagan 3B, maka untuk menentukan tebal lapis perkerasan menggunakan bagan desain berikut:

Tabel 7. Desain Perkerasan Lentur – Aspal dengan Lapis Fondasi Berbutir

	Struktur Perkerasan
	FFF1
Solusi yang dipilih	
Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (10^6 CESA5)	< 2
AC WC	40
AC BC	60
AC BASE	0
LFA Kelas A	400

Sumber: *Manual Desain Perkerasan Jalan No.02/M/BM/2017 (7-14)*

4.4 Perencanaan Struktur Perkerasan Lentur Metode AASHTO 1993

1. Data perencanaan
Perhitungan perencanaan perkerasan lentur pada ruas jalan H.T. Rizal Nurdin Kab. Serdang Bedagai Prov. Sumatera Utara dengan metode AASHTO 1993 menggunakan data-data berikut:
Jenis perkerasan : Lentur
Umur rencana : 20 tahun
: 2/2 UD (jalan 2 lajur 2 arah)
CBR tanah dasar : 2,29%
Nilai pertumbuhan : 3,37%

2. Analisis lalu lintas

Tabel 8. Analisis Lalu Lintas Harian Rata-rata 2025

No.	Jenis Kendaraan	LHR 2025 (smp/hari)
1	Motor	879
2	Kendaraan ringan pribadi	239
3	Kendaraan ringan umum	7
4	Bus kecil	10
5	Pick up, mobil hantaran	26
6	Bus besar	3
7	Truck 2 as	11
8	Truck 3 as	1
9	Mobil gandengan semi trailer	0
10	Kendaraan tak bermotor	70
Jumlah		**1246**

Sumber: Hasil Analisis (2025)

3. Lalu lintas pada lajur rencana
Nilai faktor distribusi lajur (DL) didapat 100%. Adapun nilai faktor distribusi arah (DD) 0,3 – 07 (umumnya diambil 0,5).
Kemudian dimasukkan pada persamaan berikut untuk mengetahui lintas ekuivalen selama umur rencana (W_{18}).

$$W_{18} = \sum LHR_I \, xE_i \, x \, D_A \, x \, D_L x365 \, x \, N$$

Tabel 9. Lintas Ekuivalen Selama Umur Rencana (W_{18})

No	Jenis kendaraan	W_{18} 2026-2046 (lss/umur rencana/lajur rencana)
1	Kendaraan ringan pribadi	486,7713
2	Kendaraan ringan umum	14,2569
3	Pick up, mobil hantaran	52,9542
4	Bus kecil	15305,8005
5	Bus besar	4591,74015
6	Truck 2AS	281524,8942
7	Truck 3AS	123822,704025
8	Mobil gandeng semi trailer	0
Jumlah		**425799,1213**

Sumber: Hasil Analisis (2025)

4. Indeks kemampuan pelayanan awal (P_o)
   Indeks kemampuan pelayanan awal untuk perkerasan lentur yaitu 4,2.

5. Indeks kemampuan pelayanan akhir (P_t)
   Indeks kemampuan pelayanan akhir yang dipilih yaitu 2,5 untuk lalu lintas sedang.

6. Kehilangan kemampuan layanan (*Serviceability Loss*)
   ΔPSI = Po – Pt
   = 4,2 – 2,5
   = 1,7

7. Reliabilitas (R)
   Nilai reliabilitas yang didapat yaitu 75%-95% untuk jalan kolektor dan diambil rata-rata yaitu 85%. Adapun untuk nilai standar normal deviasi (Z_r) didapat yaitu -1,037.

8. Deviasi standar keseluruhan (So)
   Nilai deviasi standar keseluruhan untuk perkerasan lentur yaitu 0,45.

9. Modulus resilient (Mr)
   M_R = 1500 x CBR
   = 1500 x 2,29%
   = 3435 Psi

10. Koefisien drainase
    Pada koefisien drainase ini didapat 1,35 – 1,25 dan diambil rata-rata yaitu 1,3.

11. Koefisien lapisan
    Komposisi lapisan yang direncanakan diambil pada SNI 1732-1989, yaitu:
    a_1 = 0,40 (Laston MS 744)
    a_2 = 0,13 (Batu pecah kelas B)
    a_3 = 0,12 (Sirtu kelas B)

12. Modulus elastisitas
    Untuk lapisan permukaan dengan a_1 = 0,40 didapat nilai modulus elastisitas sebesar 360.000 Psi.

    Untuk lapisan pondasi atas dengan a_2 = 0,13 didapat nilai berikut:
    a2 = 0,249 (log E_{BS}) – 0,977
    0,13 = 0,249 (log E_{BS}) – 0,977
    4,446 = log E_{BS}
    E_{BS} = 27925,44 Psi ≈ 28000 Psi

    Untuk lapisan pondasi bawah dengan a_3 = 0,12 didapat nilai berikut:
    a3 = 0,227 (log ESB) – 0,839
    0,12 = 0,227 (log E_{BS}) – 0,839
    4,225 = log E_{BS}
    E_{BS} = 16788,04 Psi ≈ 17000 Psi.

13. Structural Number (SN)
    a) Nilai SN dengan MR = 3435 Psi
    Log_{10}425799,1213=
    $$-1{,}037\ x\ 0{,}45 + 9{,}36\log(SN+1) - 0{,}20 + \left[\frac{\log\left(\frac{1{,}7}{4{,}2-1{,}5}\right)}{0{,}4+\frac{1094}{(SN+1)^{5{,}19}}}\right] + 2{,}32log3435 - 8{,}07$$

    SN = 3,889

    b) Nilai SN dengan MR = 28000 Psi
    Log_{10}425799,1213=
    $$-1{,}037\ x\ 0{,}45 + 9{,}36\log(SN+1) - 0{,}20 + \left[\frac{\log\left(\frac{1{,}7}{4{,}2-1{,}5}\right)}{0{,}4+\frac{1094}{(SN+1)^{5{,}19}}}\right] + 2{,}32log28000 - 8{,}07$$

    SN_1 = 1,729

    c)Nilai SN dengan MR = 17000 Psi
    Log_{10}425799,1213=
    $$-1{,}037\ x\ 0{,}45 + 9{,}36\log(SN+1) - 0{,}20 + \left[\frac{\log\left(\frac{1{,}7}{4{,}2-1{,}5}\right)}{0{,}4+\frac{1094}{(SN+1)^{5{,}19}}}\right] + 2{,}32log17000 - 8{,}07$$

    SN_2 = 2,107

14. Menentukan tebal lapis perkerasan
    a) Lapis permukaan (SN1)
    SN_1 = a_1 x D_1> SN_1
    1,729 = 0,40 x D_1> SN_1
    1,729/0,40 = D_1
    D_1 = 4,323 inc> SN_1
    Sehingga, D_1 = 10,98 cm ≈ 11 cm

    b) Lapis pondasi atas
    SN_2= a_2 x m_2 x D_2
    2,107 = 0,13 x 1,3 x D_2
    2,107= 0,169 x D_2
    D2 = 12,467 inc
    Sehingga, D_2 = 31,67 cm ≈ 32 cm

c) lapis pondasi bawah

$SN_{total} = a_1D_1 + a_2m_2D_2 + a_3m_3D_3$

$7{,}725 = (0{,}40 \times 4{,}323) + (0{,}13 \times 1{,}3 \times 12{,}467) + (0{,}12 \times 1{,}3 \times D_3)$

$7{,}725 = 1{,}729 + 2{,}107 + (0{,}156 \times D_3)$

$7{,}725 = 3{,}836 + (0{,}156 \times D_3)$

$D_3 = 24{,}929$ inc

Sehingga, D3 = 63,32 cm ≈ 64 cm

4.5 Perbandingan Perencanaan Struktur Perkerasan Lentur

Tabel 10. Perbandingan Metode Bina Marga 2017 dan Metode AASHTO 1993

Metode Bina Marga 2017			Metode AASHTO 1993	
No.	Nama Item	Tebal (cm)	Nama Item	Tebal (cm)
1.	LFA kelas A	40	Lapisan Pondasi Bawah	11
2.	AC-Base	0	Lapisan Pondasi Atas	32
3.	AC-BC	6	Lapisan Permukaan	64
4.	AC-WC	4	-	-
Total		**50**	**Total**	**107**

Sumber: Hasil Analisis (2025)

Dari kedua metode tersebut dapat disimpulkan metode Bina Marga 2017 memiliki tebal total perkerasan lebih tipis dibanding dengan metode AASHTO 1993, hal ini dikarenakan perbedaan parameter yang digunakan dalam perhitungan desain seperti koefiesien drainase, reliabilitas, angka structural dan sebagainya yang diperhitungkan dalam metode AASHTO 1993.

V. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan perencanaan perkerasan lentur pada ruas jalan H.T. Rizal Nurdin, Kab. Serdang Bedagai, Prov. Sumatera Utara dapat disimpulkan bahwa:

Hasil perhitungan perencanaan perkerasan lentur menggunakan 2 metode dengan nilai CBR tanah dasar 2,29% diperoleh:

a. Metode Bina Marga 2017 berdasarkan bagan 3B menggunakan struktur perkerasan lentur dengan lapis fondasi berbutir didapat tebal lapis:
   - Lapis permukaan aus AC-WC (Asphalt Concrete-Wearing Course) = 4 cm,
   - Lapis permukaan antara AC-BC (Asphalt Concrete-Binder Course) = 6 cm,
   - Lapis pondasi AC-Base (*Asphalt Concrete-Base)* = 0 cm, dan
   - Lapisan Pondasi Agregat (LPA) kelas A = 40 cm.
   - Total tebal seluruh lapisan adalah 50 cm.

b. Metode AASHTO 1993 didapat tebal lapis:
   - Lapis permukaan Laston MS 744 = 11 cm,
   - Lapis pondasi atas Batu Pecah Kelas B = 32 cm, dan
   - Lapis pondasi bawah Sirtu Kelas B = 64 cm.
   - Total tebal seluruh lapisan adalah 107 cm.

DAFTAR PUSTAKA

[1]. *American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). 1993. Interim Guide for Design of Pavement Structures*, Washington, DC. USA.

[2]. Aris Krisdiyanto, Kemmala Dewi, & Moh .Arif Wijayanto. 2022. *Analisa Perbandingan Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode AASHTO 1993 Dan Tebal Perkerasan Lentur Metode Bina Marga 2017. Jurnal Teknik Sipil, 15(1), 22–33. https://doi.org/10.56444/jts.v15i1.34*

[3]. Direktorat Jenderal Bina Marga. 1997. *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota.* Jakarta.

[4]. Farida, I., & Noer Hakim, G., 2021. *Ketebalan Perkerasan Lentur Dengan Metode AASHTO 1993 Dan Manual Perkerasan Jalan 2017*. Jurnal Teknik Sipil Cendekia (JTSC), 2(1),59–68. https://doi.org/10.51988/vol1no1bulanjulitahun 2020.v2i1.30

[5]. Hardani, dkk., 2020, *Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif*. Yogyakarta : CV. Pustaka Ilmu Grup.

[6]. Irianto, Jefri R. Warayaan, 2019, *Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode AASHTO 1993 dan MDP Jalan 2013 Pada Ruas Jalan Pirime-Balingga Kabupaten Lanny Jaya.*

[7]. Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga. (2017). *Surat Edaran Nomor: 02/M/BM/2017 Tentang Manual Desain Perkerasan Jalan (revisi Juni 2017*). Jakarta.

[8]. Kementerian Pekerjaan Umum Tentang Cara Uji CBR Dengan DCP. (2010). Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No . 04 / SE / M / 2010 tentang Pemberlakukan Pedoman Cara Uji California Bearing Ratio (CBR) dengan Dynamic Cone Penetrometer (DCP) Kementerian Pekerjaan Umum. *Pemberlakukan Pedoman Cara Uji California Bearing Ratio (CBR) Dengan*

Dynamic Cone Penetrometer (DCP), 1(04), 1–20.

[9]. Kementrian Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Nomor 05/ PRT/M/2018. 2018. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Nomor 05/ PRT/M/2018*. Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia, 1–20.

[10]. Sukirman, S., 2010, *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*. Nova Bandung (p. 244). NOVA.

[11]. Sugiyono. 2018. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: CV. Alfabeta.

[12]. Ottu, M. A., Ircham, I., & Anggorowati, V. D. A. 2023. *Evaluasi Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Bina Marga 2017 dan AASHTO 1993 Pada Jalan Denggung–Wonorejo, Sleman*. JUSTER : Jurnal Sains Dan Terapan, 2(2), 86 – 93. https://doi.org/10.57218/juster.v2i2.778