

**PERBANDINGAN PERHITUNGAN TEBAL PERKERASAN LENTUR DENGAN
METODE AASHTO 1993 DAN MANUAL DESAIN PERKERASAN JALAN 2017
RUAS JALAN BARUAH GUNUANG PUSKESMAS BARUAH GUNUANG
KABUPATEN LIMA PULUH KOTA**

SAKINAH NASUTION¹, HELGA YERMADONA², FEBRIMEN HERISTA³

Mahasiswa Prodi Teknik Sipil Fak. Teknik UM Sumatera Barat¹, Dosen Prodi Teknik Sipil
Fak. Teknik UM Sumatera Barat^{2,3}

email: sakinahnasution787@gmail.com¹, helga.umsb@gmail.com²,
febrimenherista@gmail.com³

Abstract: Roads have a very important function, namely as land transportation infrastructure that can support all human needs in the health, social, cultural and economic sectors. One of the most important road infrastructure is the road that connects an area with health facilities such as the nearest hospital or health center such as Nagari Baruah Gunuang. Due to the condition of the road to the Baruah Gunuang health center which is still difficult to pass, good planning is needed for the road construction activities. Therefore this study aims to calculate the thickness of the flexible pavement and the Budget Plan by comparing two methods, namely the 1993 AASHTO and MDPJ 2017 methods. Based on a comparison of the results of the road pavement thickness on the 1993 AASHTO method, a total thickness of 25 cm was obtained at a cost of Rp.1.092.155.000,00,-. and the 2017 Road Pavement Design Manual method uses a 50 cm granular foundation layer at a cost of Rp.2.467.678.000,00. The calculation results of the 1993 AASHTO method have a total thickness of pavement that is thinner and cheaper than the 2017 Road Pavement Design Manual method.

Keywords : AASHTO 1993, Road Pavement Design Manual 2017, Flexible Pavement, Pavement Thickness

Abstrak: Jalan memiliki fungsi yang sangat penting, yaitu sebagai prasarana transportasi darat yang dapat menunjang segala kebutuhan manusia baik itu dalam bidang kesehatan, sosial, budaya dan perekonomian. Salah satu prasarana jalan yang sangat penting yakni ruas jalan yang menghubungkan suatu daerah dengan fasilitas kesehatan seperti Rumah Sakit maupun Puskesmas terdekat seperti Nagari Baruah Gunuang. Karena kondisi jalan menuju puskesmas Baruah Gunuang yang masih sulit untuk dilewati maka diperlukan perencanaan yang baik untuk kegiatan pembangunan jalan tersebut. Maka dari itu penelitian ini bertujuan untuk menghitung tebal perkerasan lentur serta Rencana Anggaran Biaya dengan membandingkan dua metode yaitu metode AASHTO 1993 dan MDPJ 2017. Berdasarkan perbandingan hasil tebal perkerasan jalan pada metode AASHTO 1993 didapatkan tebal total sebesar 25 cm dengan biaya sebesar Rp.1.092.155.000,00,-. dan metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 menggunakan lapisan pondasi berbutir sebesar 50 cm dengan biaya sebesar Rp.2.467.678.000,00,-. Hasil perhitungan metode AASHTO 1993 memiliki tebal total perkerasan lebih tipis dan lebih murah dibandingkan metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017.

Kata Kunci : AASHTO 1993, Manual Desain Perkerasan Jalan 2017, Perkerasan Lentur, Tebal Perkerasan

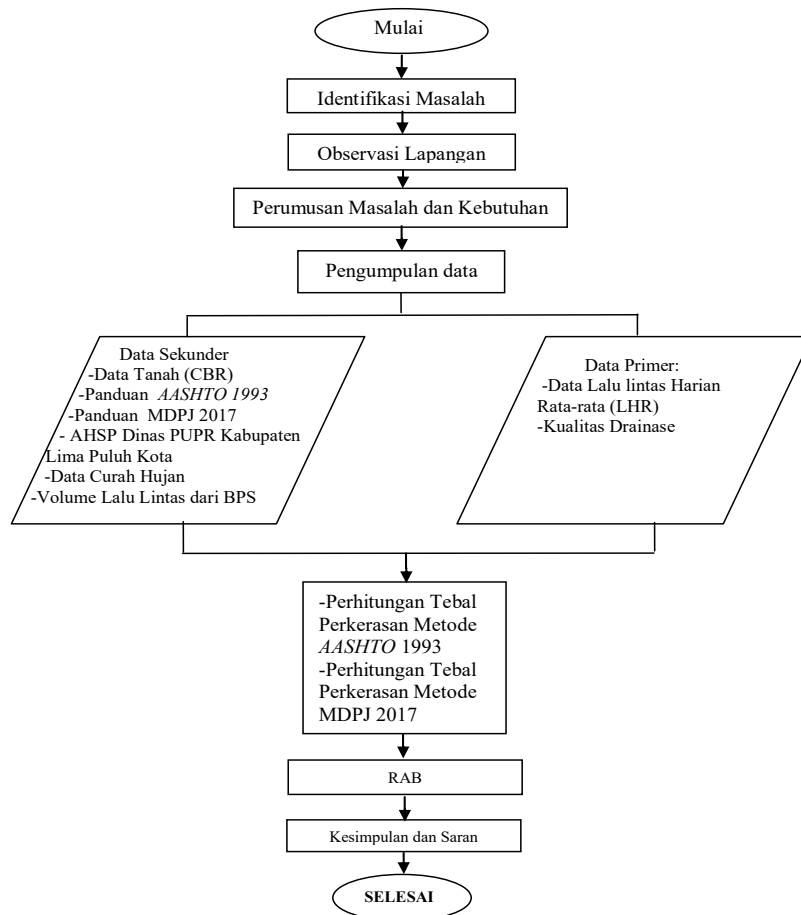
A. Pendahuluan

Akses jalan menuju Puskesmas Baruah Gunuang saat ini belum memadai untuk memberikan rasa aman dan nyaman saat dilintasi oleh pengguna jalan, karena jalan yang tersedia saat ini hanya satu ruas jalan lokal atau jalan desa yang memiliki lebar 2,5 meter dengan kondisi jalan tanah dan sebagian sudah dilapisi sirtu yang sudah rusak, sehingga pada saat hujan akan lebih menyulitkan bagi pengguna jalan untuk melewatinya apalagi bagi pasien

yang akan berobat ke puskesmas dan masyarakat yang akan menuju ke lahan pertanian. Karena kondisi jalan menuju puskesmas Baruah Gunuang yang masih sulit untuk dilewati maka diperlukan perencanaan yang baik untuk kegiatan pembangunan jalan tersebut. Oleh karena itu perlu direncanakan konstruksi perkerasan lentur yang baik dengan membandingkan dua metode perencanaan tebal perkerasan lentur yaitu Metode AASHTO 1993 dan MDPJ 2017 dengan mempertimbangkan pertumbuhan lalu lintas, umur rencana, curah hujan, dan faktor lainnya.

B. Metodologi Penelitian

Tahapan penelitian dimulai dari pemilihan lokasi penelitian yaitu pada ruas jalan Baruah Gunuang Puskesmas Baruah Gunuang Kabupaten Lima Puluh Kota Provinsi Sumatera Barat. Tahapan kedua adalah pengumpulan data Primer dan Sekunder. Tahap ketiga yaitu perhitungan tebal perkerasan menggunakan metode AASHTO 1993 dan MDPJ 2017. Tahap keempat adalah perhitungan RAB dan perbandingan kedua metode. Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir

C. Hasil dan Pembahasan

Adapun data-data yang diperlukan sebagai berikut:

Tabel 1. Klasifikasi Jalan

Klasifikasi Jalan	
Fungsi Jalan	Jalan Lokal
Status Jalan	Jalan Desa
Lebar Jalan	2,5 m

Sumber: Hasil Analisis (2023)

CBR (*California Bearing Ratio*) pada penelitian ini merupakan data sekunder yang didapat dari CV. Sawa Liek yaitu sebesar 3,2%.

Adapun data lalu lintas harian (LHR) rata-rata yang diperoleh dari hasil survey dilapangan selama 4 hari sebagai berikut :

Tabel 2. Lalu Lintas Harian Rata-rata 2023

No	Jenis Kendaraan	LHR Kend/Hari
1	Mobil Penumpang	30
2	Bus Kecil	6
3	Pick Up	39
4	Truk Sedang 2 Sumbu	4
Jumlah		79

Sumber: Hasil Analisis (2023)

1. Perencanaan Tebal Perkerasan Metode AASHTO 1993

Data Perencanaan Tebal Perkerasan

Jenis Perkerasan : Perkerasan Lentur
Umur Rencana : 20 Tahun
Lapisan Permukaan : Laston
Lapisan Pondasi Atas : Agregat Kelas A
Lapisan Pondasi Bawah : Agregat Kelas B

Nilai pertumbuhan lalu lintas (i) pada perencanaan ini didapat dari hasil proyeksi data volume lalu lintas Sumatera Barat dari tahun 2017-2021 yaitu sebesar 4,3%.

a. Analisis Lalu Lintas

Tabel 3. Ekuivalen (E) Kendaraan

No	Jenis Kendaraan	LHR Kend/Hari	E kendaraan
1	Mobil Penumpang	30	0,0004
2	Bus Kecil	6	0,1592
3	Pick Up	39	0,0004
4	Truk Sedang 2 Sumbu	4	1,0647

Sumber: Hasil Analisis (2023)

b. Menentukan nilai Faktor Umur Rencana (N)

$$\text{Nilai } N = \frac{(1+i)^n - 1}{i} = \frac{(1+0,043)^{20} - 1}{0,043} = 30,7$$

c. Menentukan Faktor Distribusi Arah Serta Lajur (DD dan DL)

Adapun Faktor Distribusi arah (DD) dapat diambil : $D_D = 0,3-0,7$ (Umumnya diambil 0,5 AASHTO 1993). Jadi didapat nilai : $D_D = 0,5$ $D_L = 100\%$ (1 Lajur)

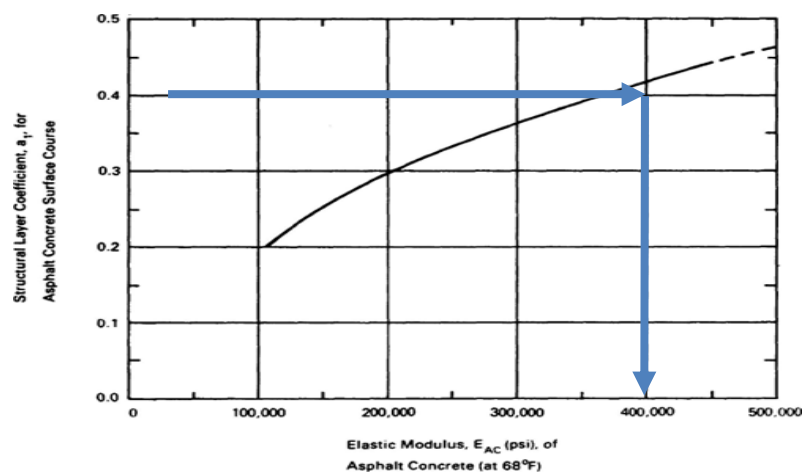
Tabel 4. Lintas Ekuivalen Selama Umur Rencana (W18)

No	Jenis Kendaraan	LHR Kend/Hari	E Kendaraan	N	Hari	DD	DL	W18
1	Mobil Penumpang	30	0,0004	30,7	365	0,5	1	67,233
2	Bus Kecil	6	0,1592	30,7	365	0,5	1	5351,7468
3	Pick Up	39	0,0004	30,7	365	0,5	1	87,4029
4	Truk Sedang 2 Sumbu	4	1,0647	30,7	365	0,5	1	23860,9917
Jumlah								29367,4

Sumber: Hasil Analisis (2023)

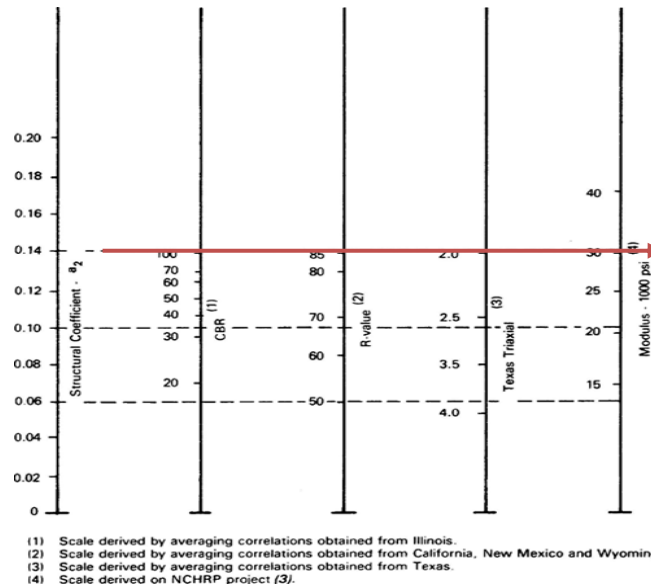
d. Koefisien lapisan (ai) dan Modulus Resilien

Nilai koefisien lapisan permukaan berdasarkan material yang digunakan yaitu Laston = $a_1 = 0,40$. Nilai Elastic Modulus (E_{AC}) berdasarkan gambar dibawah sebesar 370.000 Psi.



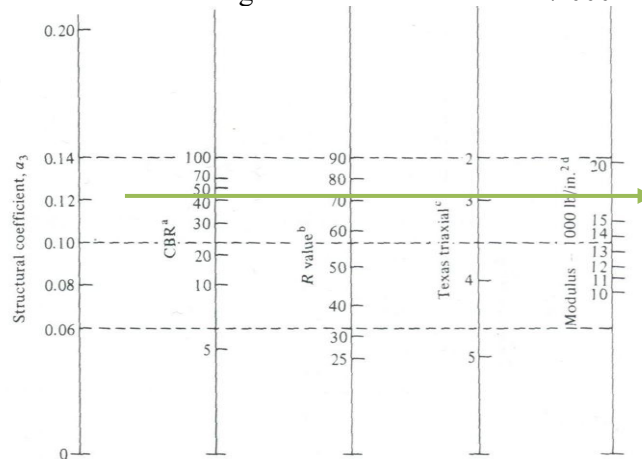
Gambar 2. Elastic Modulus (E_{AC})

Nilai Koefisien pada Agregat Kelas A $a_2 = 0,14$. Nilai Modulus Resilient (M_R) ESB lapisan pondasi atas berdasarkan gambar dibawah adalah 30.000 Psi.



Gambar 3. Nilai Modulus Resilien (M_R) ESB

Nilai Koefisien Sirtu Kelas B = $a_3 = 0,12$. Nilai Modulus Resilient (M_R) lapisan pondasi bawah berdasarkan gambar dibawah adalah 17.000 Psi.



Gambar 4. Nilai Modulus Resilient (M_R) ESB

Nilai Modulus Resilien Tanah Dasar (CBR 3,2%)

$$\begin{aligned} MR_{BS} &= 1500 \times \text{CBR Tanah Dasar} \\ &= 1500 \times 3,2 \% \\ &= 4800 \text{ Psi} \end{aligned}$$

e. Indeks kemampuan pelayanan

$P_t = 2,0$ (Jalan raya dengan lalu lintas rendah)

$P_o = 4,2$ (Perkerasan Lentur)

$$\Delta PSI = P_o - P_t$$

$$\Delta PSI = 2,2$$

f. Reliabilitas (R)

Untuk penelitian ini nilai Reliabilitas berkisar antara 50 – 80 % , diambil 70 %, maka nilai standar Normal Deviasi (Z_R) didapat sebesar -0,524. Dan untuk Standar keseluruhan S_o berkisar antara 0,40 – 0,50 pada penelitian ini diambil nilai rata-rata yaitu 0,45.

g. Koefisien Drainase (m_2 dan m_3)

Nilai koefisien pengaliran (C) Menurut DPU-Bina Marga (1990) kondisi permukaan tanah jalan aspal sebesar 0,70-0,95 maka diambil rata-rata 0,825 :

$$\begin{aligned} WL &= 1 - C \\ &= 1 - 0,825 \\ &= 0,175 \\ P &= \frac{T_1}{24} \times \frac{T_h}{365} \times WL \times 100 \\ P &= \frac{3}{24} \times \frac{208}{365} \times 0,175 \times 100 \\ &= 1,25 \end{aligned}$$

Tabel 5. Koefisien Drainase dan Koefisien Modifikasi Kekuatan Lapisan (mi)

Kualitas Drainase	Persen waktu struktur perkerasan terkena air hingga tingkat kelembabannya mendekati jenuh air (P)			
	< 1 %	1 – 5 %	5 – 25 %	> 25 %
<i>Excellent</i>	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
<i>Good</i>	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
<i>Fair</i>	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
<i>Poor</i>	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
<i>Very poor</i>	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Sumber: AASHTO 1993

Sehingga didapat nilai koefisien drainase 1,25 – 1,15 maka diambil nilai rata-ratanya yaitu 1,2. Jadi didapatkan nilai m2 dan m3 adalah 1,2.

h. Nilai *Structural Number* (SN)

Nilai SN diperoleh menggunakan persamaan berikut :

$$\begin{aligned} \log_{10} W_{18} &= Z_R \times S_o + 9,36 \log(SN + 1) - 0,20 + \left[\frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4,5 - 1,5}\right)}{0,4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5,19}}} \right] + \\ &2,32 \log MR - 8,07 \end{aligned}$$

Tabel 6. Nilai SN

Lapisan	MR (psi)	SN	Log ₁₀ W18
Lapisan Permukaan	30.000	0,89	4,47
Lapisan Pondasi Atas	17.000	1,18	4,47
Lapisan Pondasi Bawah	4.800	2	4,47

Sumber: Hasil Analisis (2023)

i. Tebal Lapis Perkerasan

1. Tebal Lapis Perkerasan *Surface Course* (D1)

$$\begin{aligned} 0,89 &= a_1 D_1 \\ 0,89 &= 0,4 D_1 \\ D_1 &= 2,3 \text{ inc} \end{aligned}$$

Sehingga tebal Lapis Permukaan *Surface Course* D1 = 6 cm

2. Tebal Lapis Pondasi Atas *Base* (D2)

$$\begin{aligned} 1,18 &= a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 \\ 1,18 &= (0,4 \times \frac{6}{2,54}) + (0,14 \times 1,2 D_2) \\ D_2 &= 1,4 \text{ inc} \end{aligned}$$

Sehingga tebal Lapis Pondasi Atas (*Base*) $D_2 = 4$ cm

3. Tebal Lapis Perkerasan *Sub base* (D_3)

$$2 = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

$$2 = (0,40 \times \frac{6}{2,54}) + (0,14 \times \frac{4}{2,54} \times 1,2) + (0,12 \times 1,2 D_3)$$

$$D_3 = 5,5 \text{ inc}$$

Sehingga tebal Lapis Pondasi Bawah (*Sub Base*) $D_3 = 15$ cm

Tebal Lapis Perkerasan yang diperoleh:

Lapisan Permukaan/*Surface Course* (D_1): 60 mm = 6 cm

Lapisan Pondasi Atas/*Base* (D_2): 40 mm = 4 cm

Lapisan Pondasi Bawah/*Sub Base* (D_3): 150 mm = 15 cm

2. Perencanaan Tebal Perkerasan Metode MDPJ 2017

Jenis Perkerasan : Perkerasan Lentur

Umur Rencana : 20 Tahun

Pertumbuhan Lalu lintas (i) : 1 %

a. Menghitung LHR

Tabel 7. LHR Tahun 2024-2044

No	Jenis Kendaraan	LHR Kend/Hari	Perhitungan LHR (LHR Kend/Hari x $(1+0,01)^i$)	Perhitungan LHR (LHR Kend/Hari x $(1+0,01)^{20}$)
1	Mobil Penumpang	30	30	37
2	Bus Kecil	6	6	7
3	Pick Up	39	39	48
4	Truk Sedang 2 Sumbu	4	4	5
Jumlah			79	97

Sumber : Hasil Analisis (2023)

b. Menentukan Faktor Distribusi Arah Serta Lajur (DD dan DL)

Faktor distribusi arah (D_D) dapat diambil : $D_D = 0,3 - 0,7$ (umumnya diambil 0,5)

Sehingga didapat : $D_D = 0,5$ dan $D_L = 100\%$ (1 Lajur)

c. Menghitung beban sumbu standar kumulatif (*Cumulative equivalent single axle / CESA*)

1. Menghitung Reliabilitas (R) pada awal umur rencana

$$R_{(2024-2023)} = \frac{(1+0,01i)^{UR}-1}{0,01i}$$

$$R_{(2024-2023)} = \frac{(1+0,01 \times 0,01)^1 - 1}{0,01 \times 0,01}$$

$$R_{(2024-2023)} = 1$$

2. Menghitung Beban Standar Kumulatif (ESA) Pada Awal Umur Rencana Truk 2 sumbu

$$ESA \text{ Truk 2 sumbu} = LHRT \text{ jenis kendaraan} \times VDF \times DD \times DL \times R_0 \times R_t$$

$$= 4 \times 7,4 \times 0,5 \times 1 \times 1 \times 365$$

$$= 5.402$$

$$= 0,0054 \times 10^6$$

3. Menghitung Reliabilitas (R) pada Akhir Rencana

$$R_{(2024-2044)} = \frac{(1+0,01 \times 0,01)^{19} - 1}{0,01 \times 0,01} = 19,02$$

4. Menghitung Beban Standar Kumulatif (ESA) Pada Akhir Umur Rencana

Truk 2 sumbu

$$ESA \text{ Truk 2 sumbu} = LHRT \text{ jenis kendaraan} \times VDF \times DD \times DL \times R_n \times R_t$$

$$= 5 \times 4,6 \times 0,5 \times 1 \times 19,02 \times 365$$

$$= 79836,5$$

$$= 0,079836 \times 10^6$$

Tabel 8. Hasil Perhitungan CESA 5

No	Jenis Kendaraan	ESA5 (1 Tahun)	ESA5 (20 Tahun)
1	Mobil Penumpang	-	-
2	Bus Kecil	-	-
3	Mobil Pick Up	-	-
4	Truk 2 Sumbu	$0,0054 \times 10^6$	$0,079836 \times 10^6$
Jumlah ESA5		$0,0054 \times 10^6$	$0,079836 \times 10^6$
Jumlah CESA5		$0,1 \times 10^6$	

Sumber : Hasil Analisis (2023)

d.Menentukan Tebal Struktur Perkerasan Menggunakan Bagan Desain

Tebal perkerasan metode MDP 2017 dengan lapis pondasi berbutir digunakan Tabel 9. Perhitungan CESA 5 didapat nilai sebesar $0,1 \times 10^6$, maka digunakan kolom FFF1 yaitu $CESAL < 2$.

Tabel 9. Bagan desain 3B perkerasan lentur

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 (ESA5)	< 2	≥ 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 : Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga 2017

Maka didapat hasil tebal tiap lapisan perkerasan sebagai berikut:

AC WC = 40 mm= 4 cm
AC BC = 60 mm= 6 cm
AC Base = 0
Lapisan Pondasi Atas = 400 mm= 40 cm

3. Rencana Anggaran Biaya Tebal Lapisan Perkerasan Jalan Lentur

Tabel 10. RAB Metode AASHTO 1993

Rencana Anggaran Biaya Metode AASTHO 1993					
Ruas Jalan : Jalan Baruah Gunuang-Puskesmas Baruah Gunuang					
Prop/Kota : Sumatera Barat , Lima Puluh Kota					
Lebar Rencana : 2,5 m					
Panjang Target : 1350 m					
Tahun : 2023					
No.	Uraian	Sat	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
a	b	c	d	e	f = (d x e)
Perkerasan Aspal					
1	Lapis Pondasi Agregat Klas A	m3	143,10	792.313,89	113.380.117,81
2	Lapis Pondasi Agregat Klas B	m3	557,89	381.136,85	212.631.481,72
3	Lapis Resap Pengikat	ltr	3.618,00	15.317,96	55.420.391,27
4	Lapis Permukaan	ton	476,93	1.490.211,47	710.723.576,37
Jumlah Harga Pekerjaan					1.092.155.567,18
Jumlah Dibulatkan					1.092.155.567,18
					1.092.155.000,00

Sumber : Hasil Analisis(2023)

Tabel 11. RAB Metode MDPJ 2017

Rencana Anggaran Biaya Metode MDPJ 2017					
Ruas Jalan : Jalan Baruah Gunuang-Puskesmas Baruah Gunuang					
Prop/Kota : Sumatera Barat , Lima Puluh Kota					
Lebar Rencana : 2,5 m					
Panjang Target : 1350 m					
Tahun : 2023					
No.	Uraian	Sat	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
a	b	c	d	e	f = (d x e)
Perkerasan Aspal					
1	Lapis Pondasi Atas Agregat Kelas A	M ³	1.674,00	792.313,89	1.326.333.453,68
2	Lapis Resap Pengikat	ltr	2.916,00	15.317,96	44.667.181,02
3	Lapis AC-BC tb.4 cm	ton	485,42	1.311.829,45	636.784.051,45
4	Lapis AC-WC tb.6 cm	ton	308,61	1.490.211,47	459.894.162,02
Jumlah Harga Pekerjaan					2.467.678.848,17
Jumlah Dibulatkan					2.467.678.848,17
					2.467.678.000,00

Sumber : Hasil Analisis(2023)

Perbandingan metode AASHTO 1993 dan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 12. Perbandingan metode AASHTO 1993 dan MDPJ 2017

Perkerasan Lentur Metode AASHTO 1993				Perkerasan Lentur Metode MDPJ 2017		
No	Nama Item	Tebal	Rancangan Anggaran Biaya	Nama Item	Tebal	Rancangan Anggaran Biaya
1	Lapisan Pondasi Bawah	15 cm	Rp.1.092.155.000,-	Lapisan Pondasi Atas	40 cm	Rp.2.467.678.000,-
2	Lapisan Pondasi Atas	4 cm		AC-BC	6 cm	
3	Lapisan Permukaan	6 cm		AC-WC	4 cm	
Total		25 cm		Total	50 cm	

Sumber : Hasil Analisis(2023)

D.Penutup Simpulan

Dari hasil perhitungan tebal lapisan perkerasan lentur pada ruas jalan Baruah Gunuang Puskesmas Baruah Gunuang Kabupaten Lima Puluh Kota dapat disimpulkan :

- Hasil perhitungan tebal lapisan perkerasan menggunakan 2 metode diperoleh:

- a. Metode *AASHTO 1993* didapat tebal lapisan permukaan sebesar 6 cm, lapisan pondasi atas didapat 4 cm, dan lapisan pondasi bawah 15 cm. Tebal total lapisan perkerasan sebesar 25 cm
- b. Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 berdasarkan bagan desain 3B menggunakan struktur perkerasan dengan lapisan pondasi berbutir didapat tebal lapisan permukaan 10 cm, AC Base 0 dan lapisan pondasi atas 40 cm. Total tebal seluruh lapisan adalah 50 cm.
2. Hasil perbandingan tebal lapisan perkerasan Metode *AASHTO 1993* dan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 dapat disimpulkan Metode *AASHTO 1993* memiliki tebal total perkerasan lebih tipis dibanding dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017.
3. Hasil perbandingan RAB pada lapisan perkerasan lentur dari kedua metode yaitu metode *AASHTO 1993* sebesar Rp.1.092.155.000,00 sedangkan metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 adalah senilai Rp 2.467.678.000,00. Dapat disimpulkan penggunaan metode *AASHTO 1993* lebih hemat biaya dibandingkan dengan metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017

Saran

1. Perhitungan perencanaan tebal perkerasan harus dilakukan dengan teliti agar terhindar dari kesalahan-kesalahan kecil yang berakibat fatal.
2. Perencanaan dan pembuatan jalan sebaiknya berpedoman pada standar yang telah ditetapkan dan disesuaikan dengan kebutuhan dan tidak lupa dengan unsur keselamatan.

Daftar Pustaka

- American Association of State Highway and Transportation Officials (*AASHTO*), 1993, *Interim Guide for Design of Pavement Structures*, Washington, DC.USA.
- Badan Meteorologi, Klimatologi, Geofisika, *Curah Hujan Stasiun Geofisika Padang Panjang 2022*
- Badan Statistik Provinsi Sumatera Barat. 2022. *Provinsi Sumatera Barat Dalam Angka*
- Deddy. 2019. *Perbandingan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Baru Dengan Metode Bina Marga 2017 Metode AASHTO 1993 Jalan Lubuk Alai-Koto Lamo Kabupaten Lima Puluh Kota. Jurnal Sipil. 2(2) 313-317*
- Direktorat Jenderal Bina Marga, (1997). *Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota*.
- Ghaffar Noer Hakim , Ida Farida. 2021 *Ketebalan Perkerasan Lentur Dengan Metode AASHTO 1993 Dan Manual Perkerasan Jalan 2017*
- Hardiyatmo, H, C.2011. *Perancangan Perkerasan Jalan dan Penyelidikan Tanah*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Irianto, Jefri R. Warayaan. 2019 *Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode AASHTO 1993 dan MDP Jalan 22013 Pada Ruas Jalan Pirime-Balingga Kabupaten Lanny Jaya*.
- Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga. 2017 *Manual Perkerasan Jalan (revisi Juni 2017) Nomor 04/SE/Db/2017*. Jakarta.
- Prasetyo,dkk. 2020. *Studi Perencanaan Perkerasan Lentur dan Rencana Anggaran Biaya ruas Jalan Karangtalun-Kalidawir Kabupaten Tulungagung. Jurnal Manajemen Teknologi dan Teknik Sipil. 3(2) 348-361*
- S. Sukirman, *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur. 2010*
- S. Sukirman, *Perkerasan Lentur Jalan Raya. 1999*
- Siswoyo.2019. *Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Dan Anggaran Biaya di Jalan Pare-Kediri Kota Kediri. Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi 7(2) 113-124*