

ANALISIS TEBAL LAPISAN PONDASI PERKERASAN JALAN SIMPANG SILANGIT MUARA KABUPATEN TOBA DENGAN MENGGUNAKAN METODE AASHTO 2001Riusman Hura¹, Junaidi Siahaan²^{1,2}Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Asahan, Kisaran, Kab. Asahan
E-mail: riusmanhura10@gmail.com (korespondensi)

ABSTRAK. *Infrastruktur adalah pilar utama dalam menjalankan ekonomi Masyarakat. Infrastruktur jalan khususnya daerah Toba memiliki peranan penting untuk meningkatkan konektivitas antar-daerah setempat yang bisa membantu meningkatkan ekonomi, pendidikan hingga pariwisata yang ada di daerah Toba. Jalan simpang Silangit Muara adalah sebuah jalur yang menghubungkan berbagai desa di Kabupaten Toba. Jalur ini memiliki lebar yang terbatas dan melibatkan variasi dalam topografi jalan yang naik turun. Kondisi ini menciptakan kesulitan dalam hal akses masuk dan keluar dari desa-desa di sekitarnya. Dalam upaya untuk memperbaiki situasi di Jalan simpang Silangit Muara, perlu dilakukan perencanaan yang mempertimbangkan ketebalan lapisan perkerasan jalan raya, dengan mempertimbangkan aspek-aspek seperti muatan kendaraan, keadaan cuaca, jenis bahan perkerasan, usia rencana, dan aspek-aspek lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perhitungan tebal lapisan perkerasan jalan simpang silangit muara kabupaten toba dengan metode AASHTO 2001. Dari hasil analisis metode AASHTO diperoleh lapisan permukaan menggunakan laston dengan tebal 13 cm, lapisan pondasi atas menggunakan batu pecah kelas A dengan tebal 15 cm dan lapisan pondasi bawah menggunakan sirtu/pitrun kelas A dengan ketebalan 30 cm.*

Kata Kunci : *Metode AASHTO 2001, Jalan, Perkerasan Jalan, Infrastruktur*

ABSTRACT. *Infrastructure is the main pillar in running the community's economy. Road infrastructure, especially in the Toba area, has an important role in improving connectivity between local areas which can help improve the economy, education and tourism in the Toba area. The Simpang Silangit Muara street is a route that connects various villages in Toba Regency. This path has a limited width and involves variations in the up and down topography of the road. This condition creates difficulties in terms of access in and out of the surrounding villages. In an effort to improve the situation at the Simpang Silangit Muara, planning needs to be carried out that takes into account the thickness of the road pavement layer, taking into account aspects such as vehicle load, weather conditions, type of pavement material, design age, and other aspects. This research aims to determine the calculation of the thickness of the pavement layer at the intersection of Simpang Silangit Muara, Toba Regency using the AASHTO 2001 method. From the results of the AASHTO method analysis, it is obtained that the surface layer uses laston with a thickness of 13 cm, the top foundation layer uses class A crushed stone with a thickness of 15 cm and the foundation layer The bottom uses class A sirtu/pitrun with a thickness of 30 cm.*

Keywords : *AASHTO 2001 method, Roads, Road Pavement, Infrastructure*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan suatu wilayah atau negara sangat dipengaruhi oleh peran penting transportasi. Jenis transportasi yang digunakan dalam suatu wilayah tempat manusia beraktivitas sangat memengaruhi sistem ekonomi, sosial, budaya, dan kegiatan manusia. Oleh karena itu, sejak zaman lampau, manusia telah aktif dalam pembangunan sarana dan prasarana transportasi untuk mempermudah dan mendukung kegiatan mereka [1].

Jalan simpang Silangit Muara adalah sebuah jalur yang menghubungkan berbagai desa di Kabupaten Toba. Jalur ini memiliki lebar yang terbatas dan melibatkan variasi dalam topografi jalan yang naik turun. Kondisi ini menciptakan kesulitan dalam hal akses masuk dan keluar dari desa-desa di sekitarnya. Dalam upaya untuk memperbaiki situasi di Jalan simpang Silangit Muara, perlu dilakukan perencanaan yang mempertimbangkan ketebalan lapisan perkerasan jalan raya, dengan mempertimbangkan aspek-aspek seperti muatan kendaraan, keadaan cuaca, jenis bahan perkerasan, usia rencana, dan aspek-aspek lainnya. Aspek-aspek ini dapat berkontribusi terjadinya kerusakan pada lapisan perkerasan, diperlukan analisis dan perencanaan yang mematuhi peraturan yang berlaku.

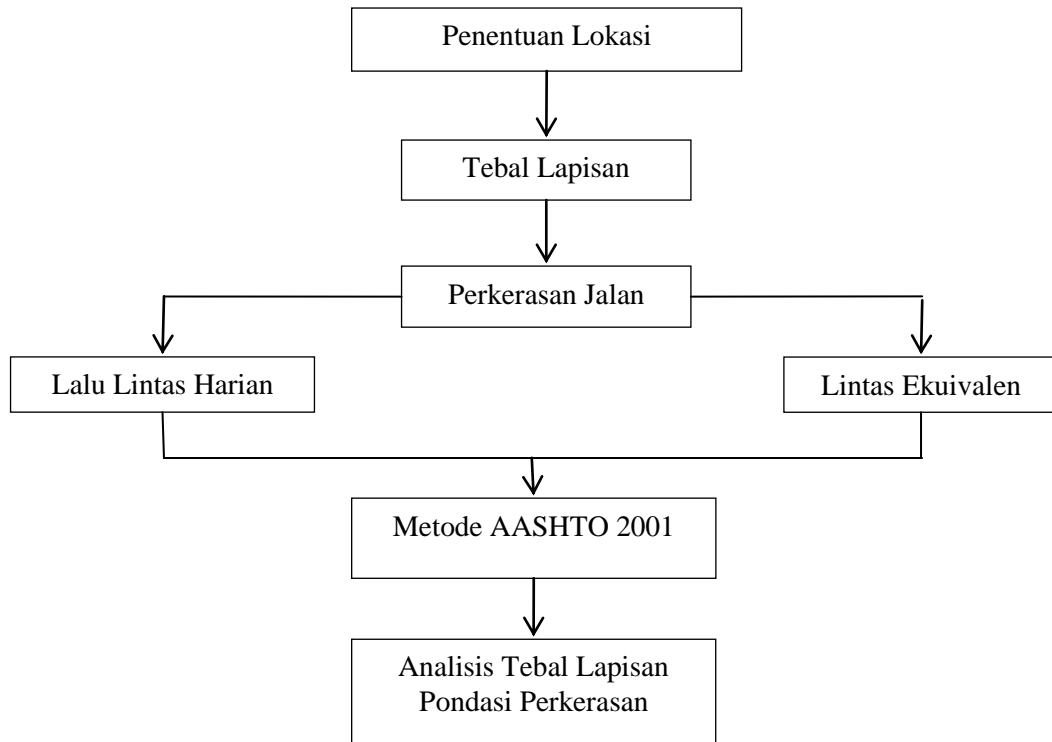
Banyaknya kendaraan yang melalui jalan di Simpang Silangit Muara Kabupaten Toba menyebabkan Penurunan kualitas pelayanan jalan dicirikan oleh terjadinya kerusakan lapisan perkerasan jalan. Kerusakan ini berwujud dalam bentuk retak-retak (crack), pengelupasan (raveling), dan lubang-lubang (pothole). Jika kerusakan ini tidak ditangani dalam jangka waktu yang panjang, ini akan menyebabkan memperparah kondisi lapisan perkerasan yang telah ada, dan dampaknya akan meluas hingga memengaruhi faktor-faktor seperti keamanan, kenyamanan, serta kelancaran lalu lintas. Oleh karena itu, perlu memberikan perhatian pada ketebalan lapisan pondasi perkerasan jalan. Metode AASHTO 2017 seringkali digunakan dalam analisis ketebalan perkerasan [2].

Struktur perkerasan jalan adalah komponen vital dalam infrastruktur jalan raya yang memiliki peran kunci dalam menjaga kelancaran transportasi darat dan menyediakan kenyamanan serta keselamatan bagi para pengguna jalan. Oleh karena itu, perencanaan yang baik, yang mematuhi standar dan kriteria perencanaan yang sah dan berjalan dengan baik di Indonesia, sangat diperlukan [3].

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi lapangan, dilakukan di Jalan Simpang Silangit, yang terletak di Kabupaten Toba, Provinsi Sumatera Utara. Dalam penelitian ini, pendekatan memanfaatkan data kuantitatif, yang merupakan data yang dapat diukur dalam bentuk angka. Metode penelitian mencakup pengumpulan data primer melalui pengambilan sampel langsung, serta data sekunder yang diperoleh dari lembaga pemerintah dan merujuk pada literatur yang relevan.

Flowchart Penelitian



Gambar 2. 1 Flowchart Penelitian

Analisis Data

Proses analisis data dilaksanakan dengan menerapkan metode AASHTO [5]. menggunakan rumus berikut

- Perhitungan modulus tanah dasar, yang disebut MR dan diukur dalam satuan MPa, dilakukan untuk masing-masing dari enam posisi offset yang berbeda yang umumnya tersedia dalam data cekungan lendutan FWD.

$$MR = \frac{0,24 P}{d_r r} \times 1.000.000$$

Dimana : P = beban survei (kN)

d_r = lendutan pada jarak *offset* r dari pusat beban (mikron)

- Menghitung modulus elastisitas lapisan perkerasan, yang dinyatakan dalam satuan MPa sebagai E_p , berdasarkan nilai MR yang telah dihitung. Persamaan (2) menggambarkan hubungan antara nilai E_p dan nilai D. Terlihat bahwa semakin tebal lapisan perkerasan, nilai E_p akan semakin rendah, sementara sebaliknya, semakin tipis lapisan perkerasan, nilai E_p akan semakin tinggi. Dalam perhitungan ini, nilai D perlu disesuaikan dengan suhu standar 20°C.

$$d_0 = 1,5 pa \left\{ \frac{1}{M_R \sqrt{1 + \left(\frac{D}{a} \sqrt{\frac{E_p}{M_R}} \right)^2}} + \frac{\left[1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{D}{a} \right)^2}} \right]}{E_p} \right\}$$

Dimana : d_0 = Lendutan maksimum di titik pusat beban (mikron)

p = tekanan pada pelat beban (Kpa)

a = jari-jari pelat beban (mm)

D = total tebal lapisan perkerasan di atas tanah dasar (mm)

Nilai Nilai MR dan EP yang disebutkan sebelumnya, akan berlaku apabila memiliki ketentuan-ketentuan berikut:

$$a_c = \sqrt{\left[a^2 + \left(D \sqrt[3]{\frac{E_p}{M_R}} \right)^2 \right]} \text{ dan } r \geq 0,7 a_c$$

- Perhitungan Indeks Tebal Perkerasan Efektif, yang disingkat ITPeff dan diukur dalam satuan sentimeter (cm), bergantung pada nilai E_p dan D, keduanya diukur dalam satuan sentimeter.

$$ITP_{eff} = 0,0023633 D \sqrt[3]{E_p}$$

- Perhitungan Indeks Ketebalan Perkerasan Desain, yang dinyatakan dalam satuan sentimeter sebagai ITP, digunakan untuk menentukan ketebalan lapisan perkerasan tambahan yang diperlukan untuk menahan jumlah berat sumbu standar kendaraan yang diperkirakan akan melewati selama masa penggunaan tambahan perkerasan tersebut.

$$\log_{10}(N) = Z_R \times S_0 + 9,36 \times \log_{10}(ITP + 2,54) - 3,9892 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5} \right]}{0,40 + \frac{138071.5853}{(ITP + 2,54)^{5,19}}} + 2,32$$

$$\times \log_{10}(0,33 M_R) - 3,0566$$

Dimana : N = Perkiraan total pengulangan beban sumbu standar selama masa layan (ESA)

Z_R = konstanta normal pada tingkat probabilitas yang diinginkan

S₀ = kombinasi deviasi standar dari perkiraan beban lalu lintas dan kerusakan struktur perkerasan

ΔPSI = penurunan nilai kondisi struktur perkerasan yang diijinkan

- Menghitung tebal lapisan tambahan, D_{ol} (cm)

$$D_{ol} = \frac{(ITP - ITP_{eff})}{a_{ol}}$$

Dimana : a_{ol} = koefisien tebal lapisan perkerasan relatif, sebagai fungsi dari nilai Ep pada suhu standar 20°C

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Tebal Lapisan Dengan Menggunakan Metode AASHTO

Analisa tebal lapisan perkerasan ruas jalan Simpang Silangit Muara Kabupaten Toba dengan menggunakan metode AASHTO dilakukan dengan tahap-tahap berikut ini.

Lalu lintas harian rata-rata (LHR)

Data LHR yang digunakan diperoleh dari hasil survai volume beban lalu lintas yang terjadi pada ruas jalan Simpang Silangit Muara. Selanjutnya hasil survai tersebut seperti tersaji dalam tabel berikut.

Tabel 1. Lalu lintas harian rata-rata (LHR)

NO.	JENIS KENDARAAN	HARI 1 (06.00 – 22.00)	HARI 2 (06.00 – 22.00)	HARI 3 (06.00-22.00)
1	Sepeda Motor , Scooter , Sepeda	35	39	44
2	Kumbang , Becak	-	-	-
3	Sedan , Jeep , Wagon	70	66	70
4	Oplet , Pickup , Minibus	22	22	20
	Pickup , Micro Truck , Pickup box			
5	Bus Kecil	2	2	2
6	Bus Besar	-	-	-
7	Truck 2 Sumbu	16	16	15
8	Truck 3 sumbu	27	29	30
9	Truck gandeng	-	-	-
10	Truck semi trailer	-	-	-
11	Sepeda , Becak , gerobak sapi	-	-	-

Sumber: Hasil Survei Penelitian (2023)

1. Lalu Lintas Rencana

Untuk mendapatkan nilai ekuivalen dapat digunakan persamaan berikut:

$$\text{Angka ekuivalen sumbu tunggal} = \left(\frac{\text{beban sumbu tunggal}(kg)}{8160}\right)^4$$

$$\text{Angka ekuivalen sumbu double} = 0,086\left(\frac{\text{beban sumbu ganda}(kg)}{8160}\right)^4$$

- Angka Ekuivalen (E)
Pada kendaraan mobil Penumpang golongan 2 :



Berat total maksimum = 2.000 kg

$$E = \frac{0,5 \times 2000^4}{8160} + \frac{0,5 \times 2000^4}{8160} = 0,0004$$

Pada truk Sedang 2 As golongan 6b :



Berat total maksimum = 18.200 kg

$$E = \frac{34\% \times 18200^4}{8160} + \frac{66\% \times 18200^4}{8160} = 5,0264$$

- Lintas Ekivalen Permulaan (LEP)
LEP = LHR x c x E LEP Mobil Penumpang = 22 x 1,00 x 0,0004 = 0,0088
LEP Truk Sedang 2 As = 16 x 1,00 x 5,0264 = 80,4224
LEP = 0,0088 + 80,4224 = 80,4312
- Lintas Ekivalen Akhir (LEA)
LEA = $\sum LHR_j (1 + i)^{UR} \times C_j \times E_j = LEP \times (1 + i)$
UR = 80,4312 x (1 + 0,01)²⁰ = 96,5174
- Lintas Ekivalen Tengah (LET)
LET = 0,5 (LEP + LEA) = 0,5 (80,4312 + 96,5174) = 176,9486
- Lintas Ekivalen Rencana (LER)
LER = LET x FP = LET x (UR/10) = 176,9486 x (20/10) = 353,8972

Data California Bearing Ratio(CBR)

Data CBR yang digunakan berdasarkan laporan pengujian CBR lapangan dengan alat Dynamic Cone Penetration (DCP) pada ruas jalan Simpang Silangit Muara. Nilai CBR segmen (dari STA 0+000 sampai STA 2+000) dengan data survai CBR tanah. Dengan cara grafis maka besarnya CBR segmen tanah seperti diuraikan dalam 30 tand berikut.

Tabel 2. Data California Bearing Ratio (CBR)

DYNAMIC CONE PENETROMETER (DCP)						
Lokasi ; RUAS SIMPANG SILANGIT – SIMPANG MUARA						
No. Sampel ; 01						
Tanggal ; Sabtu, 12 Agustus 2021						
Di uji ; Uli Halomoan Rambe, ST						
KM 127 + 000						
Banyak Tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Penetrasi (mm)	Kumulatif Penetrasi (mm)	DCP (mm/tumb)	Log CBR	CBR (%)

0	0	0	0	0	0	1
1	1	100	100	100.0	0.19	2
1	2	140	140	70.0	0.39	2
1	3	180	180	60.0	0.48	3
1	4	280	280	70.0	0.39	2
1	5	420	420	84.0	0.29	2
1	6	470	470	78.3	0.33	2
1	7	570	570	81.4	0.30	2
1	8	640	640	80.0	0.31	2
1	9	680	680	75.6	0.35	2
1	10	760	760	76.0	0.34	2

Sumber: Hasil Survei Penelitian (2023)

Tabel 3. Data Dynamic Cone Penetrometer (DCP)

DYNAMIC CONE PENETROMETER (DCP)						
Lokasi ; RUAS SIMPANG SILANGIT – SIMPANG MUARA						
No. Sampel ; 02						
Tanggal ; Sabtu, 12 Agustus 2021						
Di uji ; Uli Halomoan Rambe, ST						
KM 127 + 200						
Banyak Tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Penetrasi (mm)	Kumulatif Penetrasi (mm)	DCP (mm/tumb)	Log CBR	CBR (%)
0	0	0	0	0	0	1
1	1	60	60	60.0	0.48	3
1	2	110	110	55.0	0.53	3
1	3	140	140	46.7	0.62	4
1	4	180	180	45.0	0.64	4
1	5	220	220	44.0	0.66	5
1	6	270	270	45.0	0.64	4
1	7	320	320	45.7	0.63	4
1	8	360	360	45.0	0.64	4
1	9	390	390	43.3	0.66	5
1	10	440	440	44.0	0.66	5
1	11	500	500	45.5	0.64	4
1	12	560	560	46.7	0.62	4
1	13	630	630	48.5	0.60	4

1	14	680	680	48.6	0.60	4
1	15	760	760	50.7	0.57	4

Tabel 4. Dynamic Cone Penetrometer (DCP)

DYNAMIC CONE PENETROMETER (DCP)						
Lokasi ; RUAS SIMPANG SILANGIT - SIMPANG MUARA						
No. Sampel ;						
Tanggal ; Sabtu, 12 Agustus 2021						
Di uji ; Uli Halomoan Rambe, ST						
KM 128 + 400						
Banyak Tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Penetrasi (mm)	Kumulatif Penetrasi (mm)	DCP (mm/tumb)	Log CBR	CBR (%)
0	0	0	0	0	0	1
1	1	35	35	35.0	0.79	6
1	2	70	70	35.0	0.79	6
1	3	115	115	38.3	0.73	5
1	4	150	150	37.5	0.75	6
1	5	200	200	40.0	0.71	5
1	6	275	275	45.8	0.63	4
1	7	330	330	47.1	0.62	4
1	8	390	390	48.8	0.60	4
1	9	460	460	51.1	0.57	4
1	10	490	490	49.0	0.59	4
1	11	500	500	45.5	0.59	4
1	12	510	510	42.5	0.68	5
1	13	520	520	40.0	0.71	5
1	14	530	530	37.9	0.74	6
1	15	540	540	36.0	0.77	6
1	16	545	545	34.1	0.80	6
1	17	555	555	32.6	0.83	7
1	18	565	565	31.4	0.85	7
1	19	570	570	30.0	0.87	7
1	20	580	580	29.0	0.89	8
1	21	595	595	28.3	0.91	8
1	22	610	610	27.7	0.92	8
1	23	620	620	27.0	0.93	9

1	24	630	630	26.3	0.95	9
1	25	650	650	26.0	0.96	9
1	26	670	670	25.8	0.96	9

Parameter yang digunakan dalam perencanaan tebal lapis perkerasan

Berikut parameter-parameter yang digunakan dalam perencanaan tebal lapis perkerasan jalan dengan menggunakan metode AASHTO diberikan pada tabel berikut ini:

Tabel 5. Parameter perencanaan tebal lapis perkerasan

No	Parameter
1	Umur pelayanan 10 tahun
2	Faktor Distribusi Arah (DD) 100%
3	Faktor Distribusi Lajur (DL) 100%
4	Perkembangan lalu lintas (g) 1 % per tahun
5	Beban gandar 10tandard kumulatif (w18) 71,527
6	CBR 6%
7	i 1,00%
8	Initial Present Serviceability Index (Po) 4,2
9	Terminal Serviceabilty Index (Pt) 2
10	Failure Serviceability Index (Pf) 1,5
11	Standard Deviate (So) 0,45
12	Reliability (R) 90%
13	Design Serviceability Loss 2,2

- Nilai lalu lintas pada lajur rencana (W18)
Lalu lintas pada lajur rencana (W18)
 $W18 = DD \times DL \times \hat{w}18$
 $= 1 \times 1 \times 71,527.000$
 $= 71,527.000$
- Nilai Modulus Resilien (Mr)
Dengan nilai CBR 6% maka nilai modulus resilien (Mr) adalah :
 $Mr = 1500 \times CBR$
 $= 1500 \times 6\%$
 $= 9000 \text{ psi}$
- Koefisien lapisan (a)
Komposisi lapisan yang akan direncanakan pada masing-masing lapisan adalah sebagai berikut :

Tabel 6. Komposisi Koefisien lapisan (a)

Koefisien lapisan		Kekuatan bahan			Jenis bahan	
a1	a2	a3	Ms (kg)	Kt (kg/cm)	CBR%	
0,40	-	-	744	-	-	Laston
0,35	-	-	590	-	-	
0,32	-	-	454	-	-	
0,30	-	-	340	-	-	
0,35	-	-	744	-	-	
-	0,28	-	590	-	-	
-	0,24	-	340	-	-	
-	0,19	-	-	-	-	
-	0,15	-	-	22	-	Stabilisasi tanah kapur
-	0,13	-	-	18	-	
	0,14	-	-	-	100	Batu Pecah (kelas A)
	0,13	-	-	-	80	Batu Pecah (kelas B)
	0,12	-	-	-	60	Batu Pecah (kelas C)
-	-	0,13	-	-	70	Sirtu Pirtun (kelas A)
-	-	0,12	-	-	50	Sirtu Pirtun (kelas B)
-	-	0,11	-	-	30	Sirtu Pirtun (kelas C)
-	-	0,10	-	-	20	Tanah lempung berpasir

Maka : Lapis permukaan laston $a_1=0,40$.

Lapis batu pecah kelas A dengan nilai $a_2 =0,15$.

Lapis sirtu pitrun kelas A dengan nilai $a_3 = 0,13$

- Menentukan nilai Modulus Elastisitas (E)

Dengan nilai koefisien relatif pada masing-masing lapisan (a_1, a_2, a_3) yang sudah didapatkan pada perancangan maka nilai modulus elastisitas dapat dicari melalui grafik koefisien kekuatan relatif dalam AASHTO 2001 sehingga diperoleh modulus elastisitas untuk masing-masing lapisan sebagai berikut :

- Lapis Permukaan Beton Aspal dengan nilai $a_1 = 0,40$ diperoleh nilai EAC = 360.000 psi
- Lapis Pondasi Granular dengan nilai $a_2 = 0,15$ diperoleh nilai EBS = 30.000 psi
- Lapis Pondasi Bawah Granular dengan nilai $a_3 = 0,13$ diperoleh nilai ESB = 18.000 psi

- Menentukan nilai Structural Number (SN)

Dengan nilai modulus elastisitas pada masing-masing lapisan yang sudah diketahui maka nilai SN dapat dicari melalui nomogram perencanaan tebal perkerasan lentur

$$\begin{aligned} \text{Maka SN} &= a_1D_1 + a_2D_2M_2 + a_3D_3M_3 \\ &= (0,40 \times 13) + (0,15 \times 3 \times 1) + (0,13 \times 5 \times 1) \\ &= 6,3 \end{aligned}$$

Journal homepage: <http://jurnal.una.ac.id/index.php/batas>

Pada nomogram didapat nilai Structural Number sebagai berikut :

- 1) SN_{tot} = 4,3
- 2) SN₁ = 2,12
- 3) SN₂ = 2,35

- Menghitung tebal masing-masing lapisan perkerasan (D₁, D₂, D₃)

Untuk mengetahui nilai tebal lapis perkerasan dapat dihitung dengan persamaan : $SN = a_1.D_1 + a_2.D_2.m_2 + a_3.D_3.m_3$

- $SN_1 = a_1 \times D_1$

$$2,12 = 0,40 \times D_1$$

$$D_1 = 5,3 \text{ inch}$$

$$D_1^* = 5,3 \text{ inch} = 13 \text{ cm}$$

- $SN_2 = a_1 \times D_1^* + a_2 \times D_2 \times m_2$

$$2,35 = (0,40 \times 5,3) + (0,15 \times D_2 \times 1,15)$$

$$2,35 = 2,12 + 0,1725 D_2$$

$$D_2 = 1 \text{ inch}$$

$$D_2^* = 1 \text{ inch} = 3 \text{ cm}$$

- $SN = (a_1 \times D_1^*) + (a_2 \times D_2^* \times m_2) + a_3 \times D_3 \times m_3$

$$4,3 = (0,40 \times 5,3) + (0,15 \times 1 \times 1,15) + (0,13 \times D_3 \times 1,15)$$

$$4,3 = 2,12 + 0,1725 + 0,1495 D_3$$

$$D_3 = 2 \text{ inch}$$

$$D_3^* = 2 \text{ inch} = 5 \text{ cm}$$

Lapis permukaan (*surface course*)

$$D_1 = \frac{SN^1}{a^1} = \frac{2,12}{0,40} = 5,3 \text{ in} = 13 \text{ cm}$$

Lapis pondasi atas (*base course*)

$$D_2 = \frac{SN^2 - a_1 d_1}{a_2 m_2} = \frac{2,35 - 0,40 \times 5,3}{0,15 \times 1,15} = 59,9 \text{ in} = 15 \text{ cm}$$

Lapis pondasi bawah (*sub base course*)

$$D_3 = \frac{SN_{total} - a_1 d_1 + a_2 m_2 d_2}{a_3 m_3} = \frac{4,3 - (0,40 \times 5,3) + (0,15 \times 1,15 \times 1)}{0,13 \times 1,15} = 16.2120 \text{ in} = 30$$

Dari perhitungan di atas didapat tebal masing-masing lapis perkerasan sebagai berikut :

Lapis permukaan = laston (13 cm)

Lapis pondasi atas = batu pecah kelas A (15 cm)

Lapis pondasi bawah = sirtu/pitrun kelas A (30 cm)

Syarat ketebalan lapis perkerasan yaitu:

Tebal minimum lapis permukaan = 10 cm

Tebal minimum lapis pondasi (base) = 20 cm

Tebal minimum lapis pondasi bawah (sub base) = 30 cm

4. KESIMPULAN

- Angka Lintas Ekuivalen kendaraan pada jalan simpang silangit muara adalah:
 - Pada kendaraan mobil Penumpang golongan 2 :

$$E = \frac{0,5 \times 2000^4}{8160} + \frac{0,5 \times 2000^4}{8160} = 0,0004$$

Pada truk Sedang 2 As golongan 6b :

$$E = \frac{34\% \times 18200^4}{8160} + \frac{66\% \times 18200^4}{8160} = 5,0264$$

- Lintas Ekivalen Permulaan (LEP)
 - LEP = LHR x c x E LEP Mobil Penumpang = 22 x 1,00 x 0,0004 = 0,0088
 - LEP Truk Sedang 2 As = 16 x 1,00 x 5,0264 = 80,4224
 - LEP = 0,0088 + 80,4224 = 80,4312
 - Lintas Ekivalen Akhir (LEA)
 - LET = 0,5 (LEP + LEA) = 0,5 (80,4312 + 96,5174) = 176,9486
 - Lintas Ekivalen Rencana (LER)
 - LER = LET x FP = LET x (UR/10) = 176,9486 x (20/10) = 353,8972
- Nilai Modulus Resilient efektif (MR) pada ruas jalan yaitu 9000 psi dengan nilai CBR 6% dan tebal lapisan perkerasan jalan untuk lapis permukaan = laston (13 cm), lapis pondasi atas = batu pecah kelas A (15 cm), lapis pondasi bawah = sirtu/pitrun kelas A (30 cm).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B, Istianto., (2019). “*Transportasi Jalan di Indonesia Sejarah dan Perkembangannya*,” Melvana Publishing, Depok, Jawa Barat
- [2] Kementrian, P. U. P. R. (2021). “*Buku Informasi Statistik Infrastruktur PUPR 2021*”. Pusat Data Dan Teknologi Informasi (PUSDATIN).
- [3] P, R, Nahak., Cahyo, Y., and Winarto, S., (2019). “*Studi Perencanaan Tebal Perkerasan Konstruksi Jalan Raya Pada Ruas Jalan Umasukaer Di Kabupaten Malaka*”. JURMATEKS, Vol. 2, No. 1, 75-85
- [4] D, N, Wulansari., (2018). “*Analisis Tebal Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Analisa Komponen Dan Metode AASHTO Pada Ruas Jalan Nagrak Kabupaten Bogor*”, Jurnal Kajian Teknik Sipil, Vol. 3, No. 1, 22-31
- [5] AASHTO (1993), “*AASHTO Guide for Design of Pavement Structures*”, Washington DC.