

PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN LENTUR DENGAN METODE AASHTO (1993)

(Studi Kasus : Jl. Adi Sumarmo, Kabupaten Karanganyar)

^{*)}Novan Cahyono¹, Sumina¹, Gatot Nursetyo¹

¹Fakultas Teknik, Universitas Tunas Pembangunan, Kota Surakarta

^{*)}Email : novan3541@gmail.com

ABSTRACT

Road pavement is a mixture of aggregate and binder which is located between the subgrade layer and the vehicle wheels, which serves to spread the wheel load to the subgrade surface area. There are 3 types of road pavements, namely flexible pavements, rigid pavements, and composite pavements. This research focuses on flexible pavement which is located on the Adi Sumarmo road section, Karanganyar Regency, Central Java. This plan aims to determine the thickness of the flexible pavement using the AASHTO 1993 method on the Adi Sumarmo road section, Karanganyar Regency and determine the Budget Plan (RAB) required for this road section. This research collects data including average daily traffic (LHR), Dynamic Cone Penetrometer (DCP) test conducted at 10 test points with a distance of 200 meters between test points to determine California Bearing Ratio (CBR) from STA 0+000 - 2+300. Based on the calculation results obtained using the AASHTO 1993 method with a design age of 20 years, it can be concluded that the thickness of each layer is 20 cm for the surface layer, 15 cm for the base layer, and 32 cm for the subbase layer. The results of the Budget Plan (RAB) in this study by making the old surface layer as the subbase layer because the layer is already hard, then with the work of the top foundation layer and surface layer, the required Budget Plan (RAB) is Rp. 4,638,706,000 (Four Billion Six Hundred Thirty Eight Million Seven Hundred Six Thousand Rupiah).

Keyword: Road pavement, Flexible Pavement, RAB

ABSTRAK

Perkerasan jalan merupakan campuran antara agregat dan bahan pengikat yang terletak diantara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, yang berfungsi untuk menyebarkan beban roda ke area permukaan tanah dasar. Terdapat 3 jenis perkerasan jalan, yaitu perkerasan lentur, perkerasan kaku, dan perkerasan komposit. Penelitian ini berfokus pada perkerasan lentur yang berlokasi pada ruas jalan Adi Sumarmo, Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah. Perencanaan ini bertujuan untuk menentukan tebal perkerasan lentur dengan menggunakan metode AASHTO 1993 pada ruas jalan Adi Sumarmo, Kabupaten Karanganyar dan menentukan Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang diperlukan pada ruas jalan ini. Penelitian ini melakukan pengambilan data diantaranya lalu lintas harian rata-rata (LHR), uji *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) yang dilakukan pada 10 titik uji dengan jarak 200 meter antar titik uji untuk menentukan *California Bearing Ratio* (CBR) dari STA 0+000 – 2+300. Berdasarkan hasil perhitungan yang didapat dengan menggunakan metode AASHTO 1993 dengan umur rencana 20 tahun didapatkan kesimpulan tebal masing-masing lapisan sebesar 20 cm untuk lapis permukaan, 15 cm untuk lapis pondasi atas, dan 32 cm untuk lapis pondasi bawah. Hasil Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada penelitian ini dengan menjadikan lapis permukaan yang lama sebagai lapis pondasi bawah karena lapisan tersebut sudah keras maka dengan pekerjaan lapis pondasi atas dan lapis permukaan didapat Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang dibutuhkan sebesar Rp. 4.638.706.000 (Empat Milyar Enam Ratus Tiga Puluh Delapan Juta Tujuh Ratus Enam Ribu Rupiah).

Kata kunci: Perkerasan Jalan, Perkerasan Lentur, RAB

1. PENDAHULUAN

Keberadaan sistem transportasi bergantung pada keberadaan jalan yang mempengaruhi kehidupan manusia pada bagaimana cara bergerak dari satu tempat ke tempat lain. Transportasi dikatakan baik jika dapat memberikan kenyamanan dan keamanan pada masyarakat, dapat mentolerir kecelakaan, tidak ramai, dan perjalanan yang singkat. Jalan sebagai prasarana transportasi untuk menyalurkan berbagai moda transportasi jalan yang bergerak dari suatu tempat ke tujuannya. Moda transportasi seperti mobil penumpang, truk, bus merupakan alat untuk melakukan perpindahan orang dan barang (Atmaji, 2019). Perkerasan merupakan bagian dari perencanaan jalan yang perlu direncanakan secara efektif dan efisien. Perkerasan berfungsi untuk melindungi lapisan dibawahnya akibat beban kendaraan yang menyebabkan beban berlebih. (Irianto, 2019)

Umumnya perkerasan jalan dibagi menjadi perkerasan lentur, perkerasan kaku dan perkerasan komposit (Daksa, 2019). Aspal digunakan pada perkerasan lentur sebagai pengikat yang memungkinkan lapisan perkerasan dapat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas yang terjadi dipermukaan jalan ke tanah dasar (Wesli, 2017). Perkerasan kaku merupakan perkerasan yang menggunakan semen sebagai pengikatnya, pelat beton dengan atau tanpa tulangan diletakkan dilantai jalan dengan atau tanpa lapis pondasi bawah (Muchsin, 2022). Perencanaan perkerasan memiliki beberapa metode, untuk metode yang akan digunakan pada penelitian ini adalah metode

AASHTO 1993. Metode AASHTO 1993 adalah pedoman milik amerika yang banyak digunakan oleh banyak negara sebagai pedoman dalam perhitungan perkerasan jalan. (Permana, 2019)

Ruas jalan Adi Sumarmo menjadi jalur utama disektor perekonomian yang tergolong dalam kelas jalan IIIb. Pada ruas jalan ini, lebih tepatnya dimulai dari SMPN 1 Colomadu sampai di Percetakan Jaya Manunggal, dengan lebar jalan 5 meter dan panjang jalan 2,3 kilometer mengalami kerusakan jalan seperti aspal terkelupas, retak, berlubang, aspal bergelombang. Oleh karena itu, perlu dilakukan perencanaan perkerasan jalan ulang pada ruas jalan ini. Pembangunan pekerasan jalan dilakukan agar dapat bermanfaat untuk mendukung perkembangan perekonomian antar daerah disekitar jalan tersebut. Berdasarkan latar belakang diatas dibutuhkan adanya perencanaan perkerasan jalan yang baik dan ekonomis, oleh sebab itu penulis akan melakukan studi terhadap perencanaan perkerasan lentur.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka terdapat rumusan masalah yang tepat untuk penelitian ini adalah :

1. Berapa tebal perkerasan lentur (*flexible pavement*) pada ruas Jl. Adi Sumarmo dengan menggunakan metode AASHTO 1993?
2. Berapa Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang dibutuhkan dalam perencanaan tebal perkerasan lentur (*flexible pavement*)?

Batasan masalah

Permasalahan pada tugas akhir ini akan diberikan batasan-batasan masalah sebagai berikut :

1. Dalam penelitian tugas akhir ini menghitung tebal perkerasan lentur (*flexible pavement*).
2. Perhitungan tebal perkerasan lentur (*flexible pavement*) dengan menggunakan metode AASHTO 1993.
3. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya dengan harga satuan upah dan bahan yang berlaku untuk daerah Kabupaten Karanganyar tahun 2022.
4. Penelitian ini dilaksanakan pada ruas Jl. Adi Sumarmo, Kabupaten Karanganyar dengan panjang jalan 2,3 kilometer, dimulai dari SMPN 1 Colomadu sampai di Percetakan Jaya Manunggal.

Tujuan Penelitian

Tujuan utama perencanaan yang bisa dicapai dalam penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui tebal lapisan perkerasan lentur pada ruas Jl. Adi Sumarmo dengan menggunakan metode AASHTO 1993.
2. Mengetahui Rencana Anggaran Biaya pada perencanaan tebal perkerasan lentur.

Manfaat Penelitian

Perencanaan tebal perkerasan lentur (*flexible pavement*) diharapkan dapat memberi manfaat, antara lain :

1. Bagi peneliti dapat memberikan pengalaman serta menambah wawasan selain dari perkuliahan.
2. Dapat memperhitungkan umur rencana perkerasan jalan.
3. Dapat mengetahui Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada perencanaan perkerasan lentur (*flexible pavement*).
4. Dapat mengetahui tebal perkerasan lentur (*flexible pavement*).
5. Bagi teman-teman Mahasiswa diharapkan skripsi ini dapat menjadi referensi dalam penyusunan skripsi yang berkaitan dengan perencanaan tebal perkerasan lentur (*flexible pavement*) dengan metode AASHTO 1993.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Perkerasan Lentur

Perkerasan lentur yaitu suatu perkerasan jalan raya yang terdapat lapisan permukaan (campuran aspal), lapis pondasi atas (*base course*), lapis pondasi bawah (*sub-base course*) dan lapis tanah dasar (*subgrade*) (Hakim, 2021).

Perencanaan Perkerasan Lentur Dengan Metode AASHTO 1993

Perkerasan lentur terdiri dari lapis permukaan, lapis pondasi atas, lapis pondasi bawah dan lapis tanah dasar. Perkerasan lentur umumnya baik digunakan untuk jalan yang melayani beban lalu lintas ringan sampai dengan sedang, seperti jalan perkotaan, jalan dengan sistem utilitas terletak dibawah perkerasan jalan, perkerasan bahu jalan, atau perkerasan dengan konstruksi bertahap. (Sukirman, 2010)

Menurut AASHTO 1993, dalam perencanaan perkerasan lentur digunakan parameter sebagai berikut :

1. Analisa lalu lintas
2. Indeks kemampuan pelayanan akhir (Pt)
3. Indeks kemampuan pelayanan awal (Po)
4. Kehilangan kemampuan pelayanan (ΔPSI)
5. Reabilitas (R)
6. Deviasi standar normal (ZR)
7. Deviasi standar keseluruhan (So)
8. Modulus *resilient* (MR)
9. Koefisien lapisan (a_i)
10. Koefisien drainase (m_i)

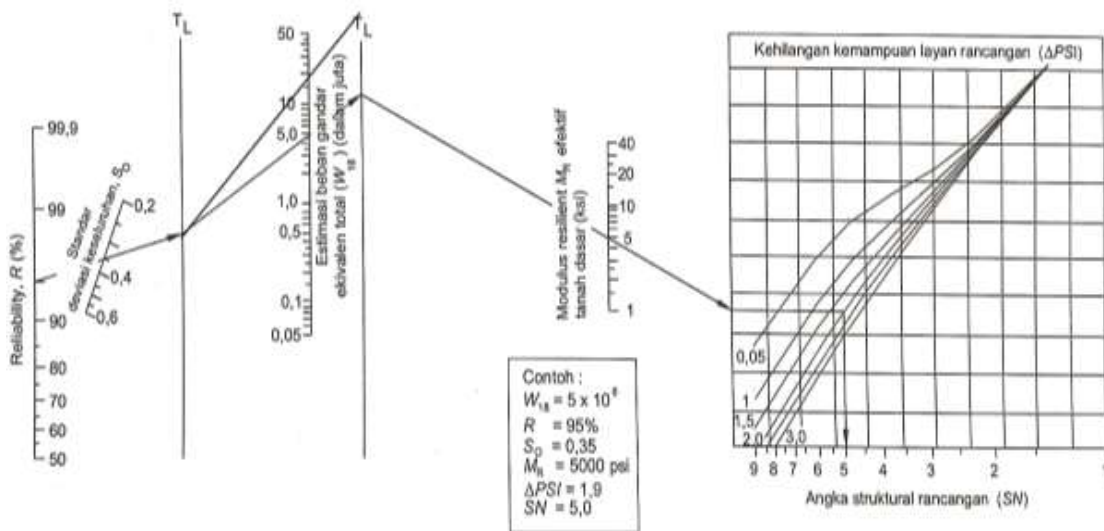
Persamaan Penentuan Nilai SN

Dasar dari perencanaan metode AASHTO baik dari AASHTO 1972, AASHTO 1986, hingga metode yang terbaru saat ini AASHTO 1993 menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\log_{10} W_{18} = Z_R S_o + 9,36 \log_{10} (SN + 1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5} \right]}{0,40 + \frac{1094}{[SN + 1]^{5,19}}} + 2,32 \log_{10} (M_R) - 8,07$$

Dimana :

- W18 = Kumulatif beban ganda standar selama umur rencana.
- ZR = Standar normal deviasi.
- So = Standar gabungan kesalahan dari lalu lintas dan perkiraan *performance*.
- ΔPSI = Perbedaan desain awal kemampuan layanan untuk Po dan Pt.
- M_R = Modulus *resilient* tanah dasar (psi)
- SN = *Structural number*



Sumber : Hardiyatmo, 2015

Gambar 1. Nomogram untuk menentukan nilai SN

Persamaan Penentuan Tebal Plat (D)

- a. Tebal lapis permukaan

$$D_1 = \frac{SN_1}{a_1}$$

b. Tebal lapis pondasi atas

$$D_2 = \frac{SN_2 - SN_1^*}{a_2 \times m_2}$$

SN* = *Structur Number* lapisan perkerasan yang terpasang.

c. Tebal lapis pondasi bawah

$$D_3 = \frac{SN_3 - (SN_1^* + SN_2^*)}{a_3 \times m_3}$$

Dimana :

$a_{1,2,3}$ = koefisien relatif masing-masing lapisan

$D_{1,2,3}$ = tebal masing-masing lapis perkerasan (cm)

$m_{1,2,3}$ = koefisien lapis drainase

$SN_{1,2,3}$ = *Structural Number*

Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Secara umum rencana anggaran biaya (RAB) adalah estimasi biaya yang disediakan untuk pelaksanaan kegiatan proyek. RAB bertujuan untuk mengetahui harga bagian pekerjaan sebagai pedoman untuk mengeluarkan biaya dalam masa pelaksanaan. (Irianto, 2019)

3. METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini berlokasi pada ruas Jalan Adi Sumarmo, Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah dengan panjang 2,3 kilometer dan lebar 5 meter dimulai dari SMPN 1 Colomadu sampai di Percetakan Jaya Manunggal. Ruas jalan ini merupakan jalan kolektor dengan kelas IIIb dengan tipe 1 jalur 2 lajur 2 arah. Penelitian ini dimulai dengan pendahuluan, studi pustaka, penentuan lokasi penelitian, kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data primer. Penelitian ini akan melaksanakan survei selama 2 hari pada waktu pagi dan sore selama 2 jam untuk survei data lalu lintas harian rata-rata (LHR), dan 1 hari untuk melakukan survei daya dukung tanah (CBR).

Metode Pengumpulan Data

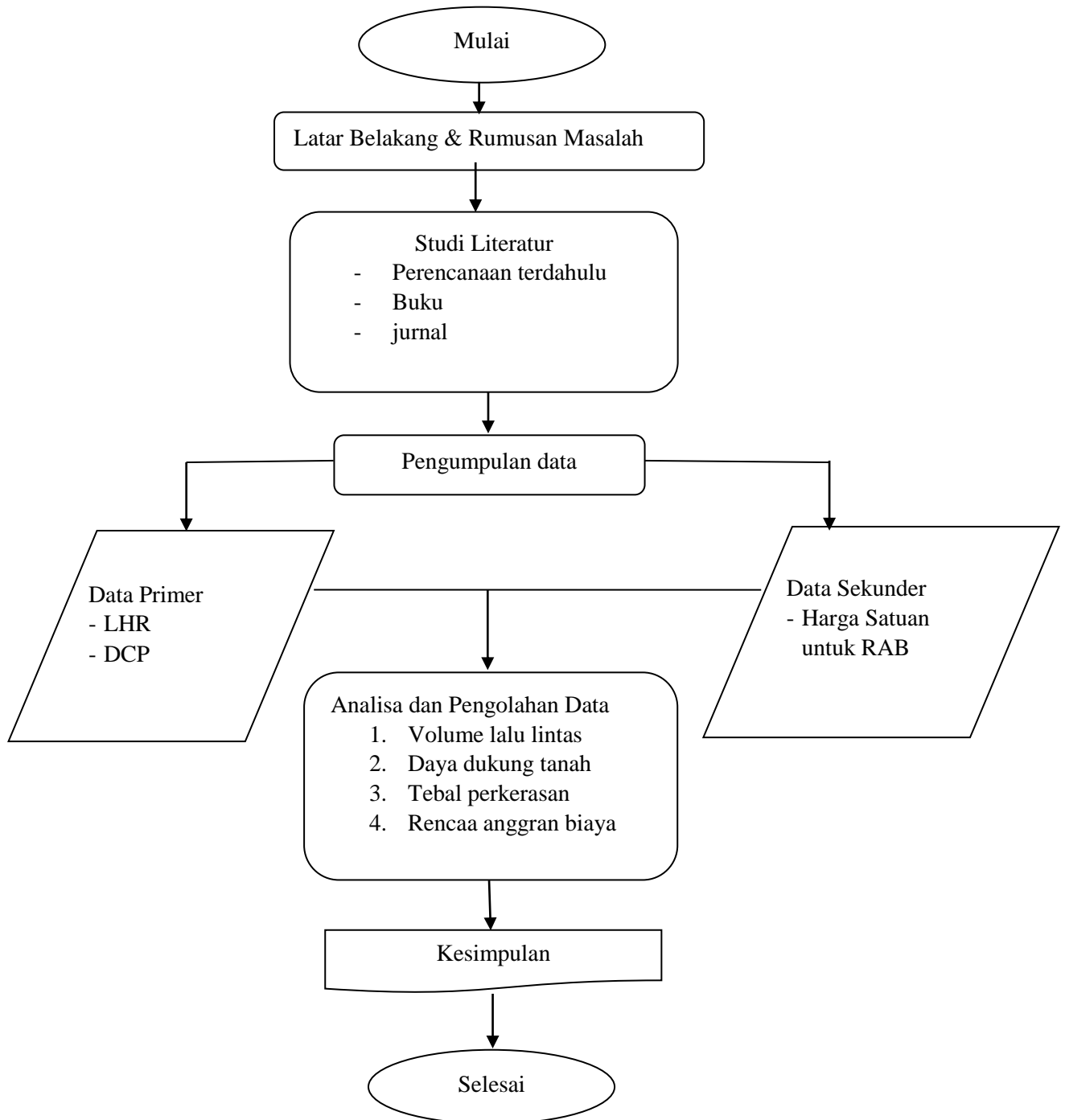
1. Data primer

Merupakan data yang diperoleh dengan cara melakukan survei langsung ke lokasi penelitian yang berupa data lalu lintas harian rata-rata (LHR) yang dilakukan selama 2 hari pada pagi hari 2 jam dan sore hari 2 jam, dan daya dukung tanah (CBR) dilakukan selama 1 hari dengan 10 titik uji dengan jarak 200 meter antar titik uji.

2. Data sekunder

Merupakan data yang diperoleh dari sebuah instansi yang terkait. Data tersebut dapat berupa denah/peta lokasi dan harga satuan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

Bagan Alir Penelitian



Gambar 2. Bagaan Alir Penelitian

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

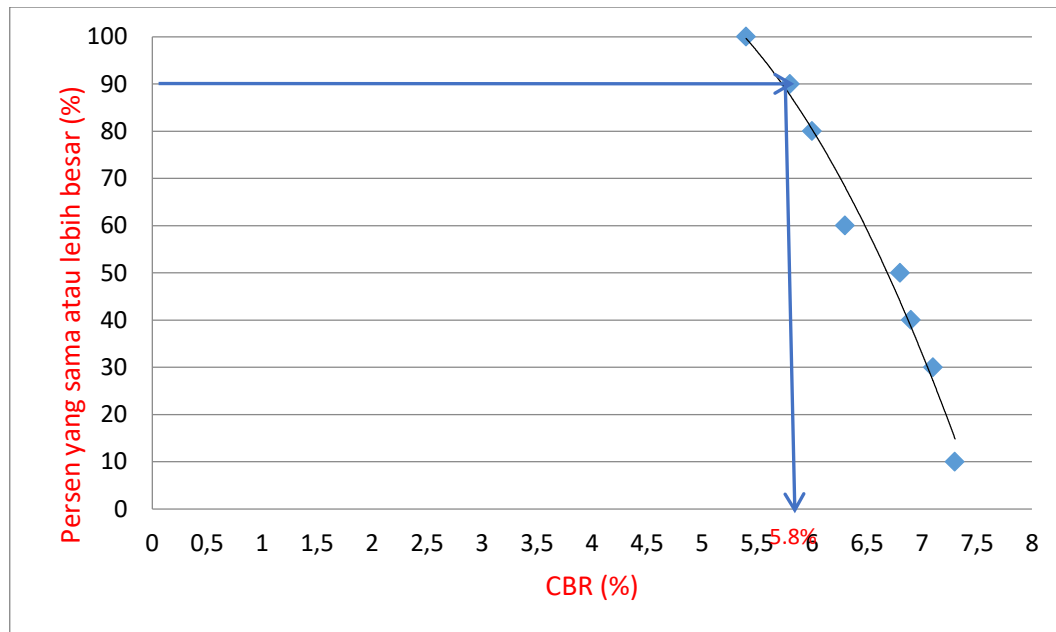
Penentuan Nilai CBR / Daya Dukung Tanah

Pengujian DCP (*Dynamic cone penetrometer*) dilakukan untuk mengetahui nilai CBR (%) dari Ruas Jalan Adi Sumarmo, Kabupaten Karanganyar. Pengujian dilakukan pada STA 0+000 – 2+300 dibagi menjadi 10 titik pengujian.

Tabel 1. Rekap Perhitungan Nilai CBR

PENYELIDIKAN NILAI CBR			
DENGAN DYNAMIC CONE PENETROMETER (DCP)			
Lokasi	: Jl. Adi Sumarmo, Kabupaten Karanganyar		
STA	: 0+000 – 2+300		
Titik	STA	Kiri / Kanan	Nilai CBR %
1	0+200	Kiri	7.3
2	0+400	Kanan	6.3
3	0+600	Kiri	6.8
4	0+800	Kanan	7.1
5	1+000	Kiri	5.4
6	1+200	Kanan	6
7	1+400	Kiri	6
8	1+600	Kanan	6.9
9	1+800	Kiri	5.8
10	2+000	kanan	7.1

Sumber : Data Pribadi



Sumber : Data Pribadi

Gambar 3. Grafik CBR Desain

Perhitungan Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

Tabel 2. Perhitungan Nilai ESAL

No	Jenis Kendaraan	Gol	LHR	1 Tahun	Beban Max (ton)	Angka Ekuivalen	N	DD	DL	ESAL
1	Sepeda motor	1		365			28.28	0.5	1	0
2	Sedan	2	5005	365	2	0,0002	28.28	0.5	1	5166,2611
3	Mini bus	3		365			28.28	0.5	1	0
4	Pick up	4	1125	365	8,3	0,1892	28.28	0.5	1	1098540,135
5	Bus kecil	5a	280	365	9	0,3603	28.28	0.5	1	520672,4124
6	Bus besar	5b	10	365	9	0,3603	28.28	0.5	1	18595,4433
7	Truk 2 As 4 roda	6a	390	365	8,3	0,1892	28.28	0.5	1	380827,2468
8	Truk 2 As 6 roda	6b	480	365	18,2	4,0944	28.28	0.5	1	10143171,76
9	Truk 3 As	7a	240	365	25	2,5149	28.28	0.5	1	3115116,094
10	Truk gandeng	7b	15	365	31,4	3,5131	28.28	0.5	1	27971,9062
11	Truk semi trailer	7c	25	365	42	8,9598	28.28	0.5	1	115606,696
Jumlah										16710121,86

Sumber : Data Pribadi

Perhitungan Nilai SN

$$\log_{10} W_{18} = Z_R S_o + 9,36 \log_{10} (SN + 1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5} \right]}{0,40 + \frac{1094}{[SN + 1]^{5,19}}} + 2,32 \log_{10} (M_R) - 8,07$$

Perhitungan untuk mencari nilai SN dibutuhkan data-data sebagai berikut :

1. W₁₈ = 16710121,86
2. R = 85%
3. Z_R = -1,037
4. S_o = 0,45
5. ΔPSI = 1,7
6. M_{R1} = 30000
7. M_{R2} = 16700
8. M_{R3} = 8700

Mencari nilai SN₁

$$\log_{10} 16710121,86 = -1,037 \times 0,45 + 9,36 \log_{10} (3,12 + 1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{1,7}{4,2 - 1,5} \right]}{0,40 + \frac{1094}{[3,12 + 1]^{5,19}}} + 2,32 \log_{10} (30000) - 8,07$$

7,22 = 7,22 (SESUAI)

Didapatkan nilai SN₁ = 3,12

Mencari nilai SN₂

$$\log_{10} 16710121,86 = -1,037 \times 0,45 + 9,36 \log_{10} (3,89 + 1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{1,7}{4,2 - 1,5} \right]}{0,40 + \frac{1094}{[3,89 + 1]^{5,19}}} + 2,32 \log_{10} (16700) - 8,07$$

7,22 = 7,22 (SESUAI)

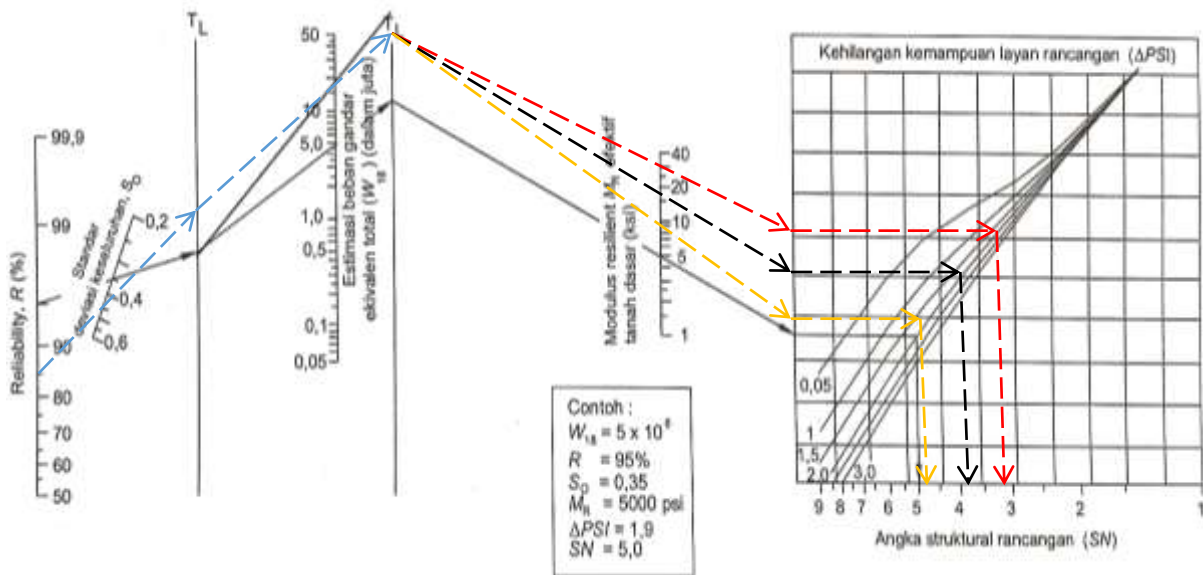
Didapatkan nilai SN₂ = 3,89

Mencari nilai SN₃

$$\log_{10} 16710121,86 = -1,037 \times 0,45 + 9,36 \log_{10} (4,89 + 1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{1,7}{4,2 - 1,5} \right]}{0,40 + \frac{1094}{[4,89 + 1]^{5,19}}} + 2,32 \log_{10} (8700) - 8,07$$

7,22 = 7,22 (SESUAI)

Didapatkan nilai SN₃ = 4,89



Sumber : Hardiyatmo, 2015

Gambar 4. Nomogram Nilai SN₁, SN₂, SN₃

Perhitungan Tebal Plat (D)

Perhitungan untuk mencari tebal plat dibutuhkan data-data sebagai berikut :

- SN₁ = 3,12
- SN₂ = 3,89
- SN₃ = 4,89
- a₁ = 0,4
- a₂ = 0,14
- a₃ = 0,12
- m = 1,25

1. Menentukan tebal lapisan D_1

$$D_1 = \frac{SN_1}{a_1} = \frac{3.12}{0.4} = 7,8 \text{ inch} = 19,812 \text{ cm}$$

$D_1 = 8 \text{ inch}$, dibulatkan menjadi $D_1^* = 8 \text{ inch}$

$$SN1^* = a_1 \times D_1^* = 0,4 \times 8 = 3,2$$

Syarat minimal tebal lapisan aspal adalah 4 inch.

2. Menentukan tebal lapisan D_2

$$D_2 = \frac{SN_2 - SN_1^*}{a_2 \times m_2} = \frac{3.89 - 3.2}{0.14 \times 1.25} = 6,2 \text{ inch} = 15,65 \text{ cm}$$

$D_2^* = 6 \text{ inch}$

$$SN2^* = a_2 \times D_2^* \times m_2$$

$$= 0,14 \times 6 \times 1,25$$

$$= 1,05$$

Syarat minimal tebal lapisan pondasi atas adalah 6 inch

3. Menentukan tebal lapisan D_3

$$D_3 = \frac{SN_3 - (SN_1^* + SN_2^*)}{a_3 \times m_3} = \frac{4.89 - (3.2 + 1.05)}{0.12 \times 1.25} = 12,6 \text{ inch} = 32,07 \text{ cm}$$

Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Tabel 3. Rekapitulasi RAB

No.	Uraian	Jumlah (Rupiah)
1	Pekerjaan Umum	36.025.000
2	Drainase	0
3	Pekerjaan Tanah	368.601.301
4	Lapis Perkerasan Berbutir	711.936.658
5	Lapis Perkerasan Aspal	3.062.450.744
6	Struktur	0
7	Rehabilitasi Jembatan	0
8	Pekerjaan Harian dan Lain-lain	0
9	Pemeliharaan	0
(A) Jumlah Harga Pekerjaan (termasuk Biaya Umum dan Keuntungan)		4.179.013.703
(B) Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 10% x (A)		459.691.507
(C) Jumlah Total Harga Pekerjaan = (A) + (B)		4.638.705.210
(D) Pembulatan		4.638.706.000

Terbilang : "Empat Milyar Enam Ratus Tiga Puluh Delapan Juta Tujuh Ratus Enam Ribu Rupiah"

Sumber : Data Pribadi

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Perhitungan tebal perkerasan lentur (*flexible pavement*) dengan menggunakan metode AASHTO 1993 pada ruas jalan Adi Sumarmo sepanjang 2,3 kilometer dan lebar 5 meter, didapat tebal lapis permukaan sebesar 20 cm,

tebal lapis pondasi atas sebesar 15 cm, dan tebal lapis pondasi bawah sebesar 32 cm. Sehingga didapatkan tebal keseluruhan perkerasan lentur (*flexible pavement*) sebesar 67 cm.

2. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada ruas Jl. Adi Sumarmo, Kabupaten Karanganyar sepanjang 2,3 kilometer dan lebar 5 meter dengan menjadikan lapis permukaan yang lama sebagai lapis pondasi bawah karena lapisan tersebut sudah keras maka dengan pekerjaan lapis pondasi atas dan lapis permukaan dibutuhkan Rencana Anggaran Biaya (RAB) sebesar Rp. 4.638.706.000 (Empat Milyar Enam Ratus Tiga Puluh Delapan Juta Tujuh Ratus Enam Ribu Rupiah).

Saran

1. Pengambilan data untuk penelitian disarankan menggunakan data yang diambil secara langsung di lokasi penelitian seperti CBR dan LHR agar penelitian berjalan dengan lebih optimal.
2. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi mahasiswa / mahasiswi dalam mengerjakan tugas akhir dengan topik pembahasan perencanaan tebal perkerasan lentur (*flexible pavement*) dengan metode AASHTO 1993.

DAFTAR PUSTAKA

AASHTO. (1993). "*Guide for The Design of Pavement Structures*". American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington DC.

Atmaji, Kristyantoro. (2019). "*Perencanaan Pelebaran Ruas Jalan MR. Wuryanto, Gunung Pati Sampai Ruas Jalan HOS. Cokroaminoto, Ungaran Menggunakan Perkerasan Lentur STA.0+000 – STA.6+675*". (Skripsi Sarjana, Universitas Semarang).

Daksa, S. T., & Prastyanto, C. A. (2019). "*Analisis Pemilihan Jenis Perkerasan Jalan Untuk Perbaikan Kerusakan Perkerasan Jalan di Jalan Harun Thohir, Kecamatan Gresik, Kabupaten Gresik, Jawa Timur*". 2 (1). A11-A15.

Hakim, G. N., & Farida, I. (2021). "*Ketebalan Perkerasan Lentur Dengan Metode AASHTO 1993 Dan Manual Perkerasan Jalan 2017*". *Jurnal Teknik Sipil Cendekia (JTSC)*, 2(1), 59-68.

Hardiyatmo, Hary Christady. (2015). *Perancangan Perkerasan Jalan dan Penyelidikan Tanah*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

Irianto., & Warayaan, J. R. (2019). "*Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Dengan Metode AASHTO 1993 Dan MDP Jalan 2013 Pada Ruas Jalan Pirime-Balingga Kabupaten Lanny Jaya (STA 0+ 000 s/d STA 7+ 500)*". *Jurnal PORTAL SIPIL*, 8(2), 83-95.

Muchsin, M. Y. A. (2022). "*Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Dengan Metode AASHTO 1993 (Studi Kasus : Jalan Bayat-Wedi, Kabupaten Klaten)*". (Skripsi Sarjana, Universitas Tunas Pembangunan).

Permana, M. Y., Sumanjaya, A. A. G., & Nudja, I. K. (2019). "*Perencanaan Perkerasan Pada Ruas Jalan Dari Simpang Jalan Gatot Subroto Barat Sampai Simpang Jalan Gunung Sopotan Denpasar*". *PADURAKSA*. 8 (1). 51-69.

Sukirman, Silvia. (2010). *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*. NOVA. Bandung

Wesli, W., & Akbar, S. J. (2017). "*Komparasi Tebal Perkerasan Lentur Metode AASHTO 1993 Dengan Metode Bina Marga*". *TERAS JURNAL*, 4(2).