

STUDI PERENCANAAN PERKERASAN LENTUR JALAN JALUR LINTAS SELATAN (JLS) LOT9 KABUPATEN MALANG

Krisna Wahyu Alvi Saputra¹, Azizah Rokhmawati², Anita Rahmawati³

¹Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,

e-mail: krisnaalfi@gmail.com

²Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,

e-mail: azizahrachmawati@unisma.ac.id

³Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang,

e-mail: anitarahmawati@unisma.ac.id

ABSTRAK

Jalur Lintas Selatan lot 9 Kabupaten Malang merupakan jalan penghubung bagian selatan di Pulau Jawa yang notabnya sebagai sarana peningkatan ekonomi dan pariwisata bagian selatan Pulau Jawa. Kabupaten Malang salah satu daerah yang berada bagian selatan dan dilalui oleh proyek jalan Jalur Lintas Selatan sehingga pada daerah ini perlu direncanakan tebal perkerasan yang sesuai agar dapat melayani dengan maksimal. Tujuan dalam penelitian ini adalah menentukan tebal perkerasan yang sesuai untuk memikul beban yang akan melewatinya kemudian direncanakan dimensi saluran drainase agar perkerasan yang telah direncanakan bisa bertahan sesuai umur yang sudah direncanakan, sehingga perkerasan jalan dapat berfungsi dengan baik dan maksimal. Metode yang saya gunakan dalam perencanaan perkerasan yaitu metode bina marga 2017 DENGAN metode AASHTO dirncanakan dapat melayani minimal 20 tahun. Hasil perhitungan perkerasan dengan metode Bina Marga 17 didapat nilai CESA 5143645 kemudian ditarik pada tabel sehingga mendapatkan tebal perkerasan AC-WC = 4cm AC-BC = 6cm AC Base = 8 cm dan LPA kelas A = 30 cm sedangkan pada metode AASHTO didapatkan nilai ESAL $0,5 \times 10^6$ dan didapatkan Nilai SN1 = 1,8 inchi SN2 = 2 inchi SN3 = 2,5 inchi, sehingga didapat tebal lapisan perkerasan Laston/AC-WC = 12 cm pondasi atas = 10,5 cm dan pondasi bawah = 20,5cm.

Kata Kunci: AASHTO, Bina Marga 2017, Jalan Jalur Lintas selatan.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Jalan merupakan salah satu sarana transportasi yang sangat penting dalam kehidupan manusia sehari-hari. Seiring dengan berkembang pesatnya pembangunan dan mobilitas sangat mempengaruhi dengan peningkatan lalu-lintas, sehingga perlu adanya jalan-jalan baru maupun peningkatan kualitas jalan mengimbangi antara pengguna jalan dan juga kapasitas jalan.

Terdapat beberapa metode dalam merencanakan perkerasan jalan antara lain yaitu metode Bina Marga 2017 dan ugan AASHTO 1993 untuk perkerasan lentur perlu adanya perbandingan antara dua metode tersebut sehingga dapat dapat mengetahui sensitivitas dan perbandingan tebal keduanya, parameter keduanya hampir sama namun hasil dari tebal perkerasannya berbeda. Perbedaan dalam perencanaan tersebut dipengaruhi oleh data CBR dan juga nilai beban sumbu kendaraan.

Jalan Jalur Lintas Selatan Lot 9 Kabupaten Malang merupakan daerah yang dilintasi oleh rencana proyek tersebut yang diharapkan dapat menyambungkan seluruh daerah di pulau Jawa. Perencanaan tebal perkerasan jalan harus direncanakan dengan optimal agar dapat memberikan pelayanan yang baik selama umur rencana. Karena jalan jalur lintas selatan nantinya dilalui oleh kendaraan-kendaraan besar apabila jalan sudah beroperasi secara menyeluruh (Dinas PU Bina Marga)

1. Berapa tebal perkerasan lentur dengan metode bina marga pada proyek Jalan Jalur Lintas Selatan Lot 9?
2. Berapa tebal perkerasan lentur dengan metode AASHTO 1993 pada proyek Jalan Jalur Lintas Selatan Lot 9?

Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui tebal perkerasan lentur dengan menggunakan metode bina marga.
2. Mengetahui tebal perkerasan lentur dengan metode AASHTO 1993.

3. Merencanakan dimensi saluran drainase sepanjang jalan jalur lintas selatan.

Adapun manfaat dari penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Memberikan kontribusi pemikiran dalam menghitung serta merencanakan perkerasan jalan dan juga mendimensi drainase untuk dapat dimanfaatkan sebagai referensi pendidikan khususnya di Universitas Islam Malang.
2. Hasil studi dapat dijadikan alternatif bagi perencana sebagai pembanding dalam perencanaan tebal perkerasan pada jalan jalur lintas selatan selanjutnya selanjutnya.

TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan Umum

Jalan raya merupakan jalur tanah di atas tanah permukaan bumi yang di buat oleh manusia dengan bentuk, ukuran-ukuran dan jenis konstruksinya sehingga dapat di gunakan untuk menyalurkan beban kendaraan yang melintas.

Umur Rencana

Menurut Kementrian Pekerjaan Umum umur rencana suatu jalan raya merupakan jumlah waktu dalam tahun yang dihitung sejak jalan tersebut dibuka sampai saat diperlukan perbaikan. Berikut merupakan tabel penentuan umur rencana:

Tabel.1 Tabel Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun)
Perkerasan lentur	lapisan aspal dan lapisan berbutur dan CTB	20
	pondasi jalan	40
	semua lapisan perkerasan untuk area yang tidak diijinkan sering di tinggalkan akibat pelapis ulang jalan perkotaan, underpass, jembatan, terowongan	
	cement treated based	
Perkerasan kaku	lapis pondasi atas, lapis pondasi bawah, lapis beton semen dan pondasi jalan	Minimum 10
Jalan tanpa penutup	semua elemem	

Sumber Bina Marga 2017

Menentukan Faktor Distribusi DD dan DL

Dengan menentukan presentase kendaraan yang dapat ditentukan dengan menggunakan koefisien distribusi kendaraan untuk kendaraan ringan dan kendaraan berat yang lewat pada jalur yang direncanakan pada tabel berikut

Tabel.2 Faktor Distribusi Arah (DD)

Jumlah Lajur	Kendaraan Ringan		Kendaraan Berat	
	1 Arah	2 Arah	1 Arah	2 Arah
1 Lajur	1,00	1,00	1,00	1,000
2 Lajur	0,60	0,50	0,70	0,500
3 Lajur	0,40	0,40	0,50	0,475
4 Lajur		0,30		0,500
5 Lajur		0,25		0,425
6 Lajur		0,20		0,400

Sumber Bina Marga 2017

Tabel.3 Faktor Distribusi Lajur (DL)

Jumlah Lajur Setiap Arah	Kendaraan niaga jalur desain (% terhadap populasi kendaraan niaga)
1	100
2	80
3	60
4	50

Sumber Bina Marga 2017

Bina Marga 2017

Metode Bina marga terdapat beberapa parameter-parameter sebagai penunjang untuk menentukan tebal perkerasan lentur

Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Menghitung pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M.BM/2017 menyajikan rumus sebagai berikut:

$$R = \frac{(1 - 0,01i)^{UR} - 1}{0,01 \times i} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana : R = Faktor pengali pertumbuhan lalu-lintas, UR= Umur Rencana , i=Tingkat pertumbuhan lalu-lintas

Menentukan Faktor VDF (*Vehicle Damage Factor*)

Menghitung factor kerusakan jalan perlu diperoleh gambaran tentang beban sumbu kendaraan dan konfigurasi sumbu kendaraan yang ada sesuai dengan wilayah konstruksi menyajikantabel sebagai berikut:

Tabel.4 Nilai VDF standart

jenis kendaraan	sumatra				jawa				kalimantan				sulawesi				bali, Nusa Tenggara, Maluku, dan papua			
	Beban aktual		normal		Beban aktual		normal		Beban aktual		normal		Beban aktual		normal		Beban aktual		normal	
	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5
5B	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
6A	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5	0,55	0,5
6B	4,5	7,4	3,4	4,6	5,3	9,2	4,0	5,1	4,8	8,5	3,4	4,7	4,9	9,0	2,9	4,0	3,0	4,0	2,5	3,0
7A1	10,1	18,4	5,4	7,4	8,2	14,4	4,7	6,4	9,9	18,3	4,1	5,3	7,2	11,4	4,9	6,7				
7A2	10,5	20,0	4,3	5,6	10,2	19,0	4,3	5,6	9,6	17,7	4,2	5,4	9,4	19,1	3,8	4,8	4,9	9,7	3,9	6,0
7B1					11,8	18,2	9,4	13,0												
7B2					13,7	21,8	12,6	17,8												
7C1	15,9	29,5	7,0	9,6	11,0	19,8	7,4	9,7	11,7	20,4	7,0	10,2	13,2	25,5	6,5	8,8	14,0	11,9	10,2	8,0
7C2A	19,8	39,0	6,1	8,1	17,7	33,0	7,6	10,2	8,2	14,7	4,0	5,2	20,2	42,0	6,6	8,5				
7C2B	20,7	42,8	6,1	8,0	13,4	24,2	6,5	8,5					17,0	28,8	9,3	13,5				
7C3	24,5	51,7	6,4	8,0	18,1	34,4	6,1	7,7	13,5	22,9	9,8	15,0	28,7	59,6	6,9	8,8				

Sumber Bina Marga 2017

Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Jumlah komulatif beban sumbu lalu lintas pada lajur desain selama umur rencana, yang ditentukan dengan persamaan berikut :

$$ESA = (\sum \text{jenis kendaraan LHRT} \times VDF) \times 365 \times DD \times DL \times R \dots \dots \dots (2)$$

Dimana : ESA : Lintas sumbu standar ekuivalen (equivalent standart axel) untuk 1 hari

LHRT : Lintas harian rata-rata tahunan

CESA : komulatif beban sumbu standar ekuivalen selama umur rencana

R : Faktor pengali pertumbuhan jalur lalulintas

DD : Faktor distribusi arah

DL : Faktor distribusi lajur

Metode AASHTO 1993

Metode AASHTO 1993 merupakan metode perencanaan yang didasarkan pada metode empiris dalam perhitungan perencanaan tebal perkerasannya, metode ini membutuhkan parameter

Tanah Dasar (*Modulus Resilien*)

Tanah dasar menjadi salah satu parameter perhitungan tabel perkerasan lentur yang kekuatan materialnya di uji salah satunya menggunakan yaitu *Modulus Resilien* (MR).

$$MR = 1500 \times CBR \text{ (psi)} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana : CBR = Nilai CBR (%)

MR = *Modulus resilien*

Serviceability

Indesk pelayanan awal untuk perkerasan lentur sudah ditetapkan IPo 4,2. Sedangkan pada indeks pelayanan akhir bisa menggunakan IPt = 2,0, IPt = 2,5 dan IPt = 3,0

Reliability

Menurut Siegfried (2007) *reliability* merupakan kemungkinan bahwa tingkat pelayanan dapat tercapai pada tingkatan tertentu dari sisi pengguna jalan selama umur rencana. nilai standar deviasi untuk perkerasan lentur ditetapkan rentan antara 0,4-0,5. Nilai *Reability* ditentukan berdasarkan fungsi dan klasifikasi jalan dan diakomodasi oleh parameter nilai penyimpangan normal standar (Zr) seperti tabel berikut berikut:

Tabel 5 Nilai *Reability*

Klasifikasi Jalan	Tingkat Perkotaan	Antar Kota
bebas hambatan	85-99,9	80-99,9
Arteri	80-99	75-95
Kolektor	80-95	75-95
Lokal	50-80	50-80

Sumber AASHTO 1993

Tabel 6 Nilai standart deviasi normal

Reliabilitas (R%)	Standar Deviasi Normal (Zr)	Reliabilitas (R%)	Standar Deviasi Normal (Zr)	Reliabilitas (R%)	Standar Deviasi Normal (Zr)
50	0,000	90	-1,282	96	-1,751
60	-0,253	91	-1,340	97	-1,881
70	-0,524	92	-1,405	98	-2,054
75	-0,674	93	-1,476	99	-2,327
80	-0,841	94	-2,555	99,9	-3,090
85	-1,037	95	-2,645	99,99	-3,750

Sumber AASHTO 1993

Menentukan Faktor Drainase (m)

Penentuan utilitas drainase tergantung dari berapa lamanya air hujan hilang dari permukaan permukaan perkerasan dan koefisien drainase ditentukan menggunakan tabel berikut:

Tabel 7 Koefisien Drainase (m):

Kualitas Drainase	% waktu struktur perkerasan dipengaruhi kadar air			
	<1%	1-5%	5-25%	>25%
Baik Sekali	1,40-1,35	1,35-1,30	1,30-1,20	1,20
Baik	1,35-1,25	1,25-1,15	1,15-1,00	1,00
Sedang	1,25-1,15	1,15-1,05	1,00-0,80	0,80
Jelek	1,15-1,05	1,05-0,80	0,80-0,60	0,60
Jelek Sekali	1,05-0,95	0,95-0,75	0,75-0,40	0,40

Sumber AASHTO 1993

Menentukan Faktor Drainase (m)

Dasar perencanaan dari metode AASHTO baik AASHTO 1972, AASHTO 1986, maupun metode terbaru saat ini yaitu AASHTO 1993 adalah persamaan seperti yang diberikan dibawah ini:

$$\log_{10} W_t = Z_R S_o + 9,36 \log_{10}(SN + 1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5} \right]}{0,40 + \frac{1,094}{[SN+1]^{5,19}}} + 2,32 \log_{10}(MR) - 8,07 \dots \dots \dots (4)$$

Dimana:

W₁₈ = komulatif beban gandar standar selama umur rencana

Z_R = standar normal deviasi

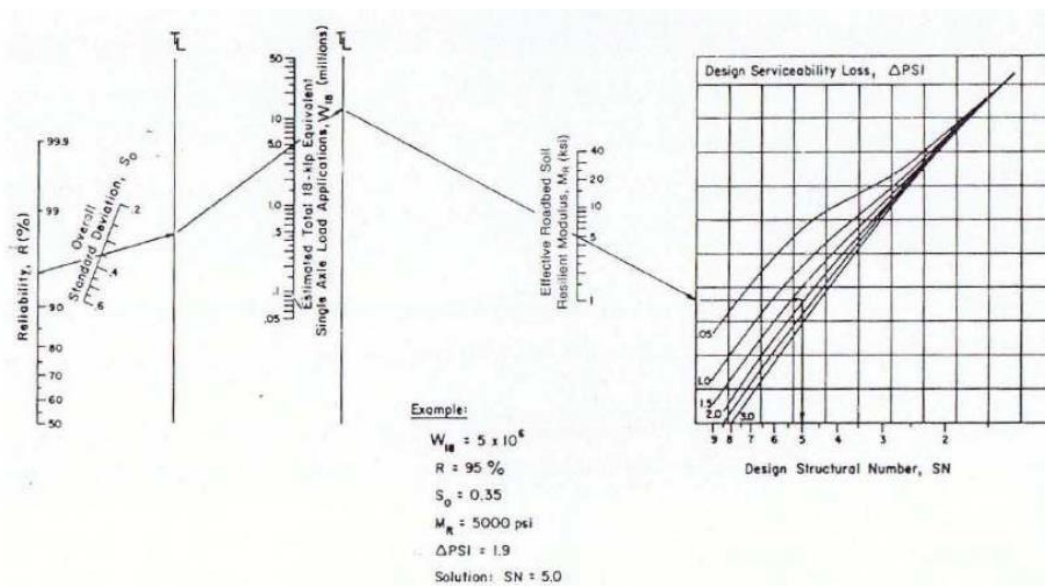
S_o = *Combined Standar Error* dari Prediksi lalulintas dan kinerja

SN = *Structural Number*

ΔPSI = Kehilangan Kemampuan Pelayanan

Mr = *Modulus Resilien* (psi)

Selain dengan rumus diatas dapat juga ditentukan dengan menggunakan tabel monogram berikut



Gambar 1 Monogram Untuk Tebal Pekrasan Lentur
 Sumber AASHTO 1993

Setelah mendapatkan nilai *Structural Number* (SN) kemudian dapat mencari nilai ketebalan lapisan perkerasan baik itu lapisan permukaan, lapisan pondasi atas, maupun ponasdi bawah denga rumus berikutini:

$$D1 = \frac{SN1}{a1} \dots \dots \dots (5)$$

$$D2 = \frac{SN2 - a1}{a2.m2} \dots \dots \dots (6)$$

$$D3 = \frac{SN3 - (a1.D1' + a2.m2.d2')}{a3.m3} \dots \dots \dots (7)$$

Dimana: SN = Nilai *Structural Number*

a₁, a₂, a₃ = *Layer Coefecient*

D₁, D₂, D₃ = tebal masing-masing lapis perkerasan

m₂, m₃ = koefesien drainase lapisan *base* dan *subbase*

Tabel 8 Tebal Minimum Lapis Perkerasan

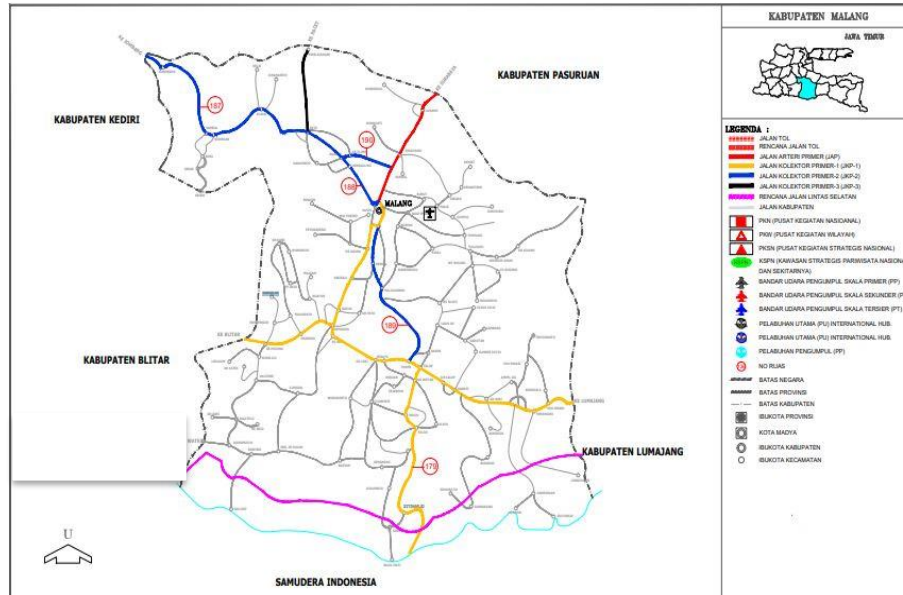
Lalu lintas rancangan	Perkerasan Aspal (inchi)	Agregat lapis pondasi (inchi)
<50.000	1	4
50.001-150.000	2	4
150.001-500.000	2,5	4
500.001-2.000.000	3	6
2.000.001-7.000.000	3,5	6
>7.000.000	4	6

Sumber AASHTO 1993

METODE PENELITIAN

Lokasi Studi

Lokasi studi perencanaan ini berada pada jalan Jalur Lintas Selatan dimulai dari simpang balekambang Kecamatan Bantur sampai dengan Desa Kedung Salam Kecamatan.Donomulyo Kabupaten Malang



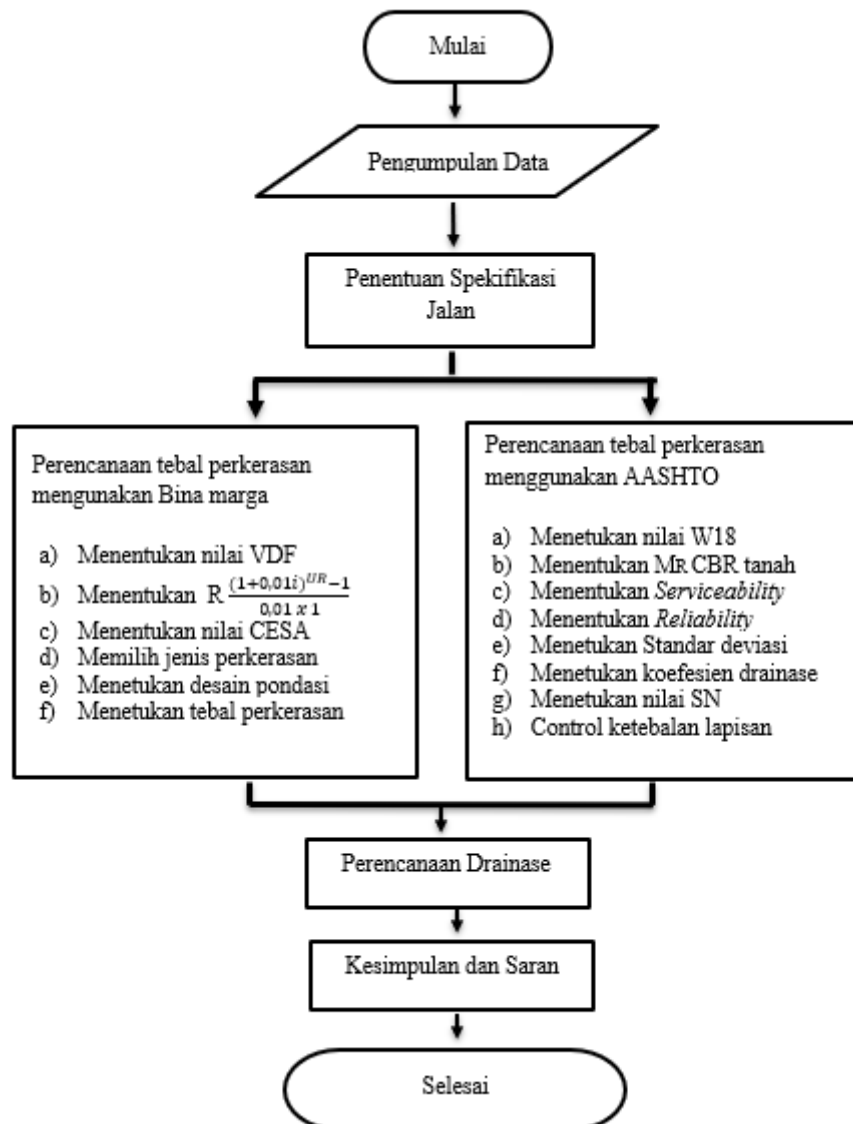
Gambar 2 Peta Administrasi Kabupaten Malang
(Sumber: Bina Marga 2021)

Proses Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara meminta pada instansi terkait dan survey lapangan sehingga diperoleh data-data sebagai berikut:

- Data primer**
Data primer meliputi data eksisting lokasi gambar perencanaan, foto lokasi dan peta proyek.
- Data sekunder**
Data ini meliputi data LHR dan juga CBR. Data lhr digunakan untuk menentukan jumlah beban yang mungkin akan melewati area jalan jalur lintas selatan ini dan juga sebagai parameter untuk menyelesaikan perhitungan ketebalan perkerasan.sedangkan data CBR merupakan data ang sangat penting sebagai acuan untuk menentukan bahwa prkerasan tersebut sudah laying untuk di lalui kendaraansecara optimal.

Bagan Alir



HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Perencanaan

Data lalu lintas yang di dapat pada ruas jalan jalur lintas selatan lot 9 adalah data *review design* dari lapangan yang telah disetujui oleh Kementerian Pekerja Umum Direktorat Jendral Bina Marga Kota Malang. Berikut spesifikasi dari jalan tersebut

Tabel 9 Spesifikasi Jalan JLS Lot9

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Jenis Jalan	Arteri
2	Umur Rencana	20 Tahun
3	Distribusi Kendaraan	2lajur 2 arah takterbagi

Sumber Anonim 2021

Berdasarkan peraturan baru Binamarga 2017 nilai pertumbuhan lalu-lintas dibedakan berdasarkan wilayah atau daerah besar dan proyek jalan Jalur Lintas Selatan Kabupaten Malang memiliki pertumbuhan di pulau jawa yaitu $i=4,8\%$. Jalan Jalur Lintas Selatan lot 9 merupakan jalan baru yang data lalu lintasnya menggunakan asumsi jalan pada sekitar lokasi proyek yang disajikan pada tabel

Tabel 10 Volume Lalu Lintas Harian

NO	Jenis kendaraan	Klasifikasi Kendaraan	Hari			Jumlah Rata - rata Kendaraan	Ket.
			Hari 1	Hari 2	Hari 3		
1	Sepeda Motor	1	1761	3435	5276	10472	2 Arah
2	Sedan / Angkot / pickup / station wagon	2, 3, 4	712	1720	2916	5348	2 Arah
3	Bus Kecil	5a	8	40	80	128	2 Arah
4	Bus Besar	5b	3	10	16	29	2 Arah
5	Truk 2 Sumbu - Ringan	6a	25	25	30	80	2 Arah
6	Truk 2 Sumbu - Sedang	6b	20	40	45	105	2 Arah
7	Truk 3 Sumbu - Ringan	7a	16	25	13	54	2 Arah
8	Truk 2 Sumbu - dan trailer Penarik	7b	0	0	1	1	2 Arah
9	Truk 4 Sumbu - Trailer	7c	1	0	1	2	2 Arah
10	Kendaraan Tidak Bermotor	8	0	10	18	28	2 Arah

Sumber Data Primer Perencanaan

Menentukan Nilai DD dan DL

Berdasarkan jumlah arah dan lajur yang telah di ketahui maka untuk nilai faktor distribusi arah (DD) = 0,50 untuk kendaraan ringan dan juga 0,500 untuk kendaraan berat dan nilai faktor distribusi arah diambil nilai (DL)= 0,80%

Metode Bina Marga 2017

Prosedur dalam menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 2 02/M.BM/2017 untuk desain perkerasan lentur adalah sebagai berikut

Menentukan Nilai VDF (*Vehicle Damage Factor*)

Karena jalan Jalur Lintas Selatan Lot 9 Kabupaten Malang Berada pada pulau jawa maka nilai VDF diambil pada wilayah pulau jawa dan juga berapa pada diatas tahun 2020 maka beban kendaraan diasumsikan sudah terkendali dengan sumbu minimal terberat dan di dapatkan nilai VDF **Normal di Pulau Jawa.**

Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas dapat dihitung dengan menggunakan rumus (1)

$$\text{Yaitu : } R = \frac{(1 - 0,01 \times 0,048)^{20} - 1}{0,01 \times 0,048} = 20,091$$

Menentukan Nilai CESA

Menentukan sumbu beban standar komulatif CESA. perhitungan CESA pangkat 5 untuk ESA 20 tahun dapat dihitung menggunakan rumus (2) sehingga dapat dihasilkan data berikut

Tabel 11 Nilai Esa 20 tahun

Jenis Kendaraan	Klasifikasi Kendaraan	Lalu-lintas harian Rata-rata 2021	DD	DL	R	HARI	VDF4	VDF5	ESAL4	ESAL5
Bus Besar	5b	29	0,5	0,8	20,0915	365	1,0	1,0	85067	85067
Truk 2 Sumbu - Ringan	6a	80	0,5	0,8	20,0915	365	0,55	0,5	129068	117334
Truk 2 Sumbu - Sedang	6b	105	0,5	0,8	20,0915	365	4,0	5,1	1232011	1570814
Truk 3 Sumbu - Ringan	7a	54	0,5	0,8	20,0915	365	4,7	6,4	744487	1013769
Truk 2 Sumbu - dan trailer Penarik	7b	1	0,5	0,8	20,0915	365	9,4	13,0	27574	38134
Truk 4 Sumbu - Trailer	7c	2	0,5	0,8	20,0915	365	7,4	9,7	43414	56907
CESA									2261620	2882025
									5143645	

Sumber Hasil Perhitungan

Menentukan Jenis Perkerasan

Setelah didapatkan nilai CESA 20 tahun maka dapat digunakan sebagai acuan untuk menentukan jenis perkerasan yang digunakan. Dari nilai CESA 5143645 maka dapat dipilih jenis perkerasan berikut:

Tabel 12 Jenis Perkerasan

Struktur Perkerasan	Desain	ESA (juta) Dalam 20 tahun (pangkat 4 selain disebutkan lain)				
		0-0,5	1,0-4	04-Oct	Oct-30	>30
AC tebal $\geq$ 100mm dengan lapis berbutir (pangkat5)	3B			1,2	2	2

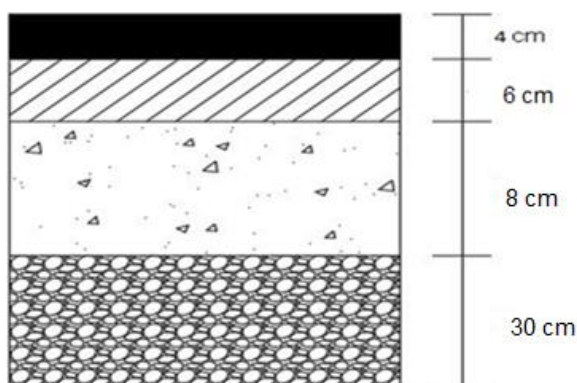
Menentukan Jenis Perkerasan

Pada pemilihan jenis perkerasan terdapat pada bagan desain 3B. Maka untuk ketebalan lapisan menggunakan tabel berikut.

Tabel 13 Bagan Desain 3B Lapis Perkerasan

	STRUKTUR PERKERASAN								
	FFF1	FFF2	FFF3	FFF4	FFF5	FFF6	FFF7	FFF8	FFF9
Solusi yang dipilih					Lihat Catatan 2				
Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada jalur rencana (10^6 ESA5)	< 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					

Dari bagan diatas didapat tebal perkerasan seperti pada gambar dibawah ini:



Metode AASHTO 1993

Prosedur dalam menggunakan metode AASHTO 1993 memerlukan beberapa parameter untuk menganalisisnya yaitu sebagai berikut

Menentukan Beban Gandar Standar Kumulatif

Dari beberapa beban kendaraan yang sangat beragam, selanjutnya beban masing-masing kendaraan akan disesuaikan angka ekuivalen tertentu. Hasil perhitungan distribusi disajikan pada tabel berikut:

Tabel 14 Tabel Rekapitulasi Beban Gandar Standar Kumulatif

Jenis Kendaraan	LHR 2021	Ekivalen Beban	W18
Mobil Penumpang	5348	0,0005	2,412464
Bus kecil	128	0,0087	1,11056
Bus besar	29	0,0439	1,273782
Truk 2 Sumbu - Ringan	80	0,0316	2,529044
Truk 2 Sumbu - Sedang	105	0,7355	77,22716
Truk 3 Sumbu - Ringan	54	0,6582	35,54233
Truk 2 Sumbu - dan trailer Penarik	1	0,5569	0,556921
Truk 4 Sumbu - Trailer	2	1,7493	3,498579
			124,1508

Sumber Hasil Perhitungan

Setelah Mendapatkan Nilai W18 , kemudian dihitung menggunakan Persamaan $W18 = DD \times DL \times W18$. Nilai DD (Faktor Distribusi Arah) diambil 0,5 untuk 2arah dan Nilai DL (faktor distribusi lajur) diambil 80%

$$\begin{aligned} W18 &= DD \times DL \times W18 \\ &= 0,5 \times 80\% \times W18 \\ &= 0,5 \times 0,8 \times 124,1508 \\ &= 49,66 / \text{hari} = 18126 / \text{tahun} \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan nilai beban gandar standar selama 1 tahun. Untuk mendapatkan perhitungan beban gandar standarselama umur rencana sebagai berikut

$$\begin{aligned} W_t &= W18 \times \frac{(1+i)^{20}-1}{i} \\ &= 18126 \times \frac{(1+4,8\%)^{20}-1}{4,8\%} \\ &= 586839,82 = 0,5 \times 10^6 \end{aligned}$$

Didapatkan nilai beban gandar standar komulatif selama umur rencana 20 tahun adalah 586839,82

Parameter Perencanaan Perkerasan

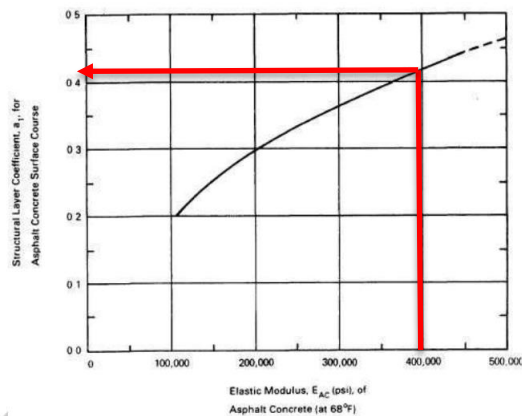
dalam perhitungan ini digunakan parameter sebagai berikut:

Tabel 15 Parameter Perencanaan

Parameter	Uraian	Keterangan
Beban Lalu-lintas	$0,5 \times 10^6$	Hasil Perhitungan W_t
Modulus Resilien Tanah Dasar (M_r)	15,000 (psi)	Hasil CBR berdasarkan Monogram
<i>Serviciability</i> Indeks Permukaan	$(\Delta PSI = P_o - P_t) = 2,2$	
<i>Reliability</i>	90%	Nilai dari Tabel 5
Standar Deviasi Normal (Z_r)	-1,282	Nilai dari Tabel 6
Standar Deviasi Keseluruhan (S_o)	0,45	Nilai tengah 0,4-0,5
Koefesien Drainase	1,2	Kualitas drainase diasumsikan baik
Modulus Elastisitas Tiap Lapisan	E_{AC} 400,000 psi	
	E_{BS} 30,000 psi	

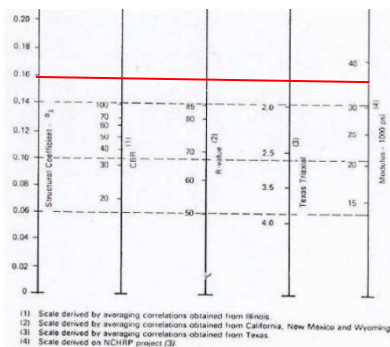
Menentukan Nilai Koefisien Lapisan (a)

Dari tabel monogram di bawah dapat diketahui nilai untuk a_1 menggunakan *Modulus Resilien* sebesar 400,000 dan di dapatkan nilai a_1 adalah 0,42.



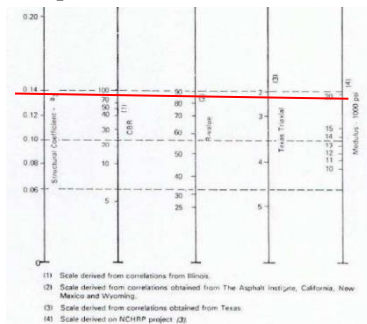
Gambar 3 Grafik Koefisien Kekuatan Relatif Lapis Permukaan a_1

Kemudian untuk a_2 dari grafik dibawah berdasarkan nilai E_{SB} 35,000 di dapatkan nilai koefisien perkerasan sebesar 0,16



Gambar 4 Grafik Koefisien Lapis Pondasi Granular a_2

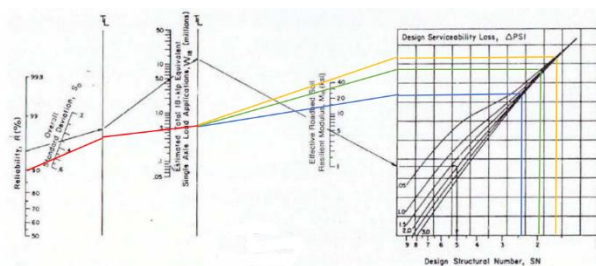
Selanjutnya untuk menentukan a_3 dari grafik dibawah dengan CBR 90% mendapatkan nilai koefisien lapisan a_3 0,14 dan nilai E_{BS} sebesar 20,000 psi



Gambar 5 Grafik Koefisien Lapis Pondasi Granular a_3

Menentukan (Structural Number)

Dalam menentukan nilai SN dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu menggunakan grafik monogram dan juga cara coba-coba (*trial and error*). Dalam pengerjaan tugas akhir ini digunakan cara dengan grafik monogram sebagai berikut:



Gambar 6 Monogram untuk Perencanaan Perkerasan Lentur

Dari hasil tabel monogram diatas dapat dilihat nilai $SN_1 = 1,80$, $SN_2 = 2$ dan $SN_3 = 2,50$.

Mementukan Ketebalan Lapisan Perkerasan

Setelah didapatkan nilai struktural maka selanjutnya dapat dihitung berapa tebal lapisan perkerasan. Untuk mencari tebal perkerasan memerlukan data koefesien lapisan (a), koefesien drainase (m) dan nilai struktural (SN) dan perhitungan sebagai berikut:

Lapis permukaan

Diketahui $a_1 = 0,42$ $SN_1 = 1,8$

$$\text{Maka : } D_1 = \frac{SN_1}{a_1} = \frac{1,8}{0,42} = 4,2 \text{ inchi} = 4,5 \text{ inchi} = 12 \text{ cm}$$

Tebal paisan harus memenuhi syarat tebal minimum lapisan laston. Kontrol tebal lapis permukaan $SN^* = a_1 \times D_1 \geq SN_1$ jadi $\Rightarrow 0,42 \times 12 \geq 4,5 = 5,04 \geq 4,5$ (OK).

Lapis pondasi atas

Diketahui $a_2 = 0,16$ $SN_2 = 2$ $m_2 = 1,2$

$$\text{Maka : } D_2 = \frac{SN_2 - a_1 \times D_1}{a_2 \times m_2} = \frac{2 - (0,42 \times \frac{12}{2,54})}{0,16 \times 1,2} = 0,943 \text{ inchi} = 1 \text{ inchi} = 2,54 \text{ cm}$$

Mengacu pada tabel 8 tebal minimum lapis pondasi adalah 4 inchi = 10,16 cm = 10,5 cm. Maka ketebalan pondasi atas digunakan tebal 10,5 cm. Kontrol tebal lapis pondasi atas.

$$SN^* = a_2 \times D_2 \times m_2 = 0,16 \times 10,5 \times 1,2 = 1,638$$

$$SN^*_1 + SN^*_2 \geq SN_2 \Rightarrow 5,04 + 1,638 \geq 5,97 \Rightarrow 6,678 \geq 5,97 \text{ (OK)}$$

Lapis pondasi bawah

Diketahui $a_3 = 0,14$ $SN_3 = 2,5$ $m_3 = 1,2$

$$\text{Maka : } D_3 = \frac{SN_3 - (a_1 \times D_1 + a_2 \times m_2 \times D_2)}{a_3 \times m_3} = \frac{2,5 - (0,42 \times \frac{12}{2,54}) + (0,16 \times 1,2 \times \frac{10,5}{2,54})}{0,14 \times 1,2} = 7,79 \text{ inchi} = 8 \text{ inchi} = 20,23 \text{ cm}$$

D_3 sudah memenuhi dari sisi tebal minimum lapis pondasi adalah 4 inchi = 10,5 cm. Maka ketebalan pondasi bawah digunakan nilai hitung yaitu 18,5 cm. Kontrol tebal lapis pondasi bawah :

$$SN^* = a_3 \times D_3 \times m_3 = 0,14 \times 20,23 \times 1,2 = 3,84$$

$$SN^*_1 + SN^*_2 + SN^*_3 \geq SN_3 \Rightarrow 5,04 + 1,64 + 3,39 \geq 6,35 \Rightarrow 10,07 \geq 6,35 \text{ (OK)}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan tebal lapis struktur perkerasan menggunakan metode AASHTO 1993 sebagai berikut:

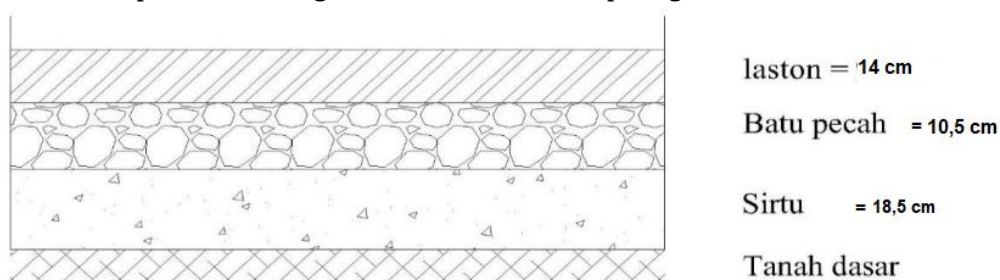
Lapis permukaan (Laston / ACWC) = 14 cm

Lapis Pondasi atas (Batu Pecah) = 10,5 cm

Lapis Pondasi bawah (Sirtu) = 18,5cm

Kontrol Ketebalan Lapis Terhadap Ketebalan Minimum

Berdasarkan tabel 8 untuk jumlah ESAL selama umur rencana terhadap tebal minimum didapatkan ESAL 5586839,82 sehingga tebal minimum perkerasan lapis permukaan = 3 inchi (7,62cm) dan untuk lapis pondasi = 6 inchi (15,24cm). dengan demikian perhitungan tebal lapis perkerasan lebih besar dari syarat tebal minimum. Hasil tebal perkerasan dengan metode AASHTO seperti gambar dibawah :



Gambar 7 Tebal Perkerasan menggunakan AASHTO 1993

PENUTUP

Kesimpulan

Dari analisa data yang telah dilakukan pada proyek Jalan Jalur Lintas Selatan Lot 9 Simpang Balekambang – Kedung Salam Kabupaten Malang di dapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil perencanaan tebal lapis perkerasan lentur dengan menggunakan metode Bina Marga 2017 analisa komponen diperoleh hasil sebagai berikut:
 - Lapis permukaan AC-WC dengan ketebalan 4 cm
 - Lapis bawah lapisan atas AC – BC dengan ketebalan 6 cm
 - Pondasi menggunakan AC Base dengan ketebalan 8 cm
 - Lapis pondasi agregat kelas A dengan ketebalan 30 cm
2. Hasil perencanaan tebal lapis perkerasan lentur dengan menggunakan metode AASHTO 1993 analisa komponen diperoleh nilai SN1 = 1,80, SN2 = 2, SN3 = 2,5 dan hasil tebal lapisan perkerasan sebagai berikut:
 - Lapis permukaan dengan ketebalan 14 cm
 - Pondasi atas dengan ketebalan 10,5 cm
 - Lapis pondasi bawah dengan ketebalan 18,5 cm.

Saran

Dari perencanaan yang sudah dibuat ada beberapa saran yang dapat saya sampaikan sebagai berikut:

1. Perlunya penggunaan *software* dalam perencana perkerasan mungkin lebih detail dan lebih cepat.
2. Perlu di lakukan beberapa percobaan dengan metode-metode yang lebih lama maupun yang terbaru sebagai perbandingan untuk hasil perencanaan mana yang lebih efisien dan sesuai dengan fungsi maupun kondisi lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bakri, Muhammad Djaya. 2020. “Analisis Tebal Perkerasan Lentur Menggunakan Metode AASHTO 1993.” *Borneo Engineering: Jurnal Teknik Sipil* 4 (1): 30–44.
- Farida, Ida, dan Ghafar Noer Hakim. 2021. “Ketebalan Perkerasan Lentur Dengan Metode AASHTO 1993 Dan Manual Perkerasan Jalan 2017.” *Jurnal Teknik Sipil Cendikia (JTSC)* 2 (1): 59–68.
- Mantiri, Cynthia Claudia, Theo K Sendow, dan Mecky RE Manoppo. 2019. “Analisa Tebal Perkerasan Lentur Jalan Baru dengan Metode Bina Marga 2017 Dibandingkan Metode AASHTO 1993.” *Jurnal Sipil Statik* 7 (10).
- Salmon, Charles G, dan John E Johnson. 1995. *Struktur Baja Desain dan Perilaku Edisi Kedua Jilid Dua*. Jakarta: Erlangga.

