

DESAIN KETEBALAN PERKERASAN LENTUR RUAS JALAN NGEMBUL – BINANGUN MENGGUNAKAN METODE AUSTRROADS 2017

Miladatul Khofifah¹, Ibnu Sholichin², Aulia Dewi Fatikasari^{3*}

^{1,2,3} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur, Indonesia
e-mail: ^{*3}auliafatikaa@gmail.com (corresponding author)

Abstrak

Ruas jalan Ngembul – Binangun, Kabupaten Blitar merupakan jalan di kawasan industri, wisata, serta dilewati jalur ke pantai selatan. Berdasarkan pengamatan di lapangan, ruas jalan tersebut sebelumnya sudah tidak dapat menahan beban yang melintasinya yaitu banyaknya volume truk dengan tonase tinggi bermuatan tebu yang menuju PT RMI (Rejoso Manis Indonesia). Akibat dari kerusakan jalan tersebut dapat menghambat distribusi hasil pertanian, mengganggu arus logistik, dan bahkan berdampak pada perekonomian lokal secara keseluruhan. Oleh karena itu, pada ruas jalan tersebut dilakukan perencanaan ulang perkerasan lentur. Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu untuk mendesain ulang ketebalan perkerasan lentur menggunakan metode Austroads 2017. Metode Austroads dapat digunakan untuk perencanaan jalan di Indonesia karena sama seperti Indonesia, Australia terletak di kawasan Pasifik yang memiliki beberapa kesamaan kondisi geografis dan iklim. Austroads dikembangkan oleh lembaga otoritas jalan di Australia untuk membuat mobilitas lebih aman dan lebih dapat diandalkan untuk semua pengguna, serta membuat infrastruktur transportasi yang berkelanjutan di masa mendatang. Hasil perhitungan didapatkan ketebalan lapis aus AC-WC sebesar 170 mm, ketebalan lapis Antara AC- sebesar 210 mm, ketebalan lapisan Pondasi Atas sebesar 170 mm, dan ketebalan lapisan Pondasi Bawah sebesar 180 mm.

Kata kunci—Austroads, Kawasan industri, Kerusakan Jalan, Perkerasan lentur

Abstract

The Ngembul - Binangun road section in Blitar Regency is a road in an industrial, tourist area, as well as a route to the south coast. Based on observations in the field, the road section had previously been unable to withstand the loads that crossed it, namely the large volume of high-tonnage trucks loaded with sugar cane heading to PT RMI (Rejoso Manis Indonesia). The resultant road damage can hamper the distribution of agricultural products, disrupt the flow of logistics, and even impact the local economy as a whole. Therefore, a flexural pavement re-planning was conducted on the road section. The purpose of this research is to redesign the thickness of the flexible pavement using the Austroads 2017 method. The Austroads method can be used for road planning in Indonesia because just like Indonesia, Australia is located in the Pacific region which has some similarities in geographical and climatic conditions. Austroads was developed by the road authority in Australia to make mobility safer and more reliable for all users, as well as to make transportation infrastructure sustainable in the future. The calculation results obtained the thickness of the AC-WC wear layer of 170 mm, the thickness of the AC-intermediate layer of 210 mm, the thickness of the Upper Foundation layer of 170 mm, and the thickness of the Lower Foundation layer of 180 mm.

Keywords— Keywords: Austroads, Industrial area, Road damage, Flexible pavement

I. PENDAHULUAN

Jalan utama adalah salah satu infrastruktur transportasi penting yang memiliki peran penting dalam mempermudah berbagai kegiatan ekonomi dan lainnya. Permukaan jalan yang dilapisi harus memberikan hasil yang rata dan konsisten agar kendaraan dapat bergerak dengan lancar dan penumpang dapat merasa nyaman dengan tingkat kenyamanan yang memadai. (Fatikasari, Puspitasari, & Wardhani, 2021).

Perencanaan yang efisien dalam desain perkerasan jalan menjadi hal yang sangat penting dalam konstruksi jalan karena permintaan akan kualitas layanan jalan yang semakin meningkat. Selain peran pentingnya dalam konstruksi jalan, perkerasan jalan juga bertugas langsung untuk menahan beban lalu lintas (Rosdyansyah & Latifa, 2017). Adapun berdasarkan jenis bahan pengikatnya, perkerasan jalan terbagi menjadi dua, yaitu perkerasan lentur (*flexible pavement*) yang menggunakan bahan pengikat aspal dan perkerasan kaku (*rigid pavement*) yang menggunakan bahan pengikat beton.

Ruas jalan Ngembul – Binangun, Kabupaten Blitar merupakan jalan di kawasan industri, wisata, serta dilewati jalur ke pantai selatan. Berdasarkan pengamatan di lapangan, pada ruas jalan tersebut sebelumnya sudah tidak dapat menahan beban yang melintasinya yaitu banyaknya volume truk dengan tonase tinggi bermuatan tebu yang menuju PT RMI (Rejoso Manis Indonesia). Akibat dari kerusakan jalan tersebut dapat menghambat distribusi hasil pertanian, mengganggu arus logistik, dan bahkan berdampak pada perekonomian lokal secara keseluruhan.

Pengembangan infrastruktur jalan berperan penting dalam meningkatkan kelancaran kegiatan manusia dalam memenuhi kebutuhan mereka dengan cara yang lebih efisien. Ini membuat perpindahan dan pengangkutan barang menjadi lebih mudah, sehingga jalan menjadi faktor yang paling berpengaruh dalam meningkatkan perekonomian di berbagai wilayah (Hafiza & Sholichin, 2022). Oleh karena itu, pada ruas jalan Ngembul – Binangun dilakukan perencanaan ulang ketebalan perkerasan lentur (*flexible pavement*) menggunakan Metode Austroads 2017 dengan lebar jalan 7 meter dan panjang 6,55 kilometer serta umur rencana 25 tahun.

Metode yang digunakan dalam perencanaan jalan di Indonesia pada umumnya menggunakan Metode Bina Marga dan AASTHO (Rahmawati, et al., 2018). Namun Metode Austroads kemungkinan dapat

digunakan untuk perencanaan jalan di Indonesia karena sama seperti Indonesia, Australia terletak di kawasan Pasifik yang memiliki beberapa kesamaan kondisi geografis dan iklim. Austroads adalah singkatan dari *Association of Australian and New Zealand Road Transport and Traffic Authorities*. Metode Austroads dikembangkan oleh lembaga otoritas jalan di Australia untuk meningkatkan keamanan dan keandalan mobilitas bagi semua pengguna, serta menciptakan infrastruktur transportasi yang berkelanjutan di masa depan (Samban, et al., 2022).

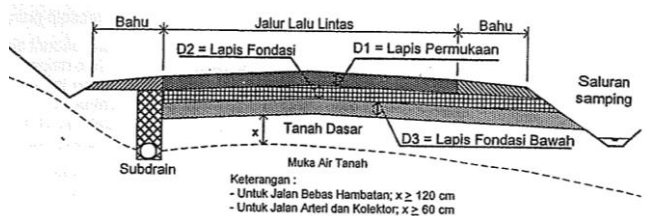
Terdapat banyak penelitian sebelumnya yang telah dilakukan mengenai metode Austroads seperti penelitian hasil analisis struktural menggunakan program KenLayer menunjukkan bahwa ketebalan lapis perkerasan yang dihasilkan dari desain dengan metode Analisa Komponen tidak mencukupi untuk menahan beban lalu lintas yang direncanakan. Namun, ketika jalan mengalami kerusakan akibat pola alur, kekuatan perkerasan yang direncanakan menggunakan metode Austroads dapat mampu menahan beban lalu lintas yang telah direncanakan (Rahmawati, Aldiansyah, & Setiawan M, 2021). Penelitian tentang perbandingan tebal perkerasan lentur metode MDPJ 2017 dan metode AUSTROAD 2017 didapatkan bahwa metode AUSTROAD 2017 memiliki ketebalan perkerasan lentur yang lebih tipis dan secara ekonomis lebih menguntungkan dibandingkan dengan metode MDPJ 2017 (Sarmila & Latifa, 2023). Penelitian mengenai penilaian kondisi struktural dengan menggunakan AASHTO 1993 dan AUSTROADS 2011, dengan membandingkan kedua metode tersebut menunjukkan bahwa dalam analisis menggunakan Metode AUSTROADS 2011, dibutuhkan lapisan tambahan atau *overlay* yang lebih tebal daripada yang diperlukan dalam Metode AASHTO 1993 (Irawan, et al., 2017).

Tujuan dilakukannya penelitian tentang desain tebal perkerasan lentur pada ruas jalan Ngembul – Binangun, Kabupaten Blitar adalah untuk mengetahui perencanaan ulang tebal lapisan perkerasan lentur menggunakan metode yang berbeda yaitu metode Austroads. Diharapkan bahwa perencanaan yang optimal akan dapat menghasilkan pembangunan jaringan jalan yang memberikan manfaat bagi warga di sekitarnya.

II. METODE PENELITIAN

A. Material

Struktur jalan yang menggunakan perkerasan lentur terdiri dari elemen-elemen berikut: lapis pondasi bawah, lapis pondasi atas, dan lapis permukaan beraspal, yang ditunjukkan dalam ilustrasi gambar 1 berikut:



Gambar 1. Komponen struktur perkerasan lentur
(Sumber: Kementerian Pekerjaan Umum, 2013)

Pada struktur perkerasan lentur, lapis pondasi bawah berada di antara tanah dasar dan lapis pondasi. Lapisan ini umumnya terbuat dari bahan granular yang telah dipadatkan (Kementerian Pekerjaan Umum, 2013).

Fungsi lapis pondasi bawah yaitu:

1. Berfungsi sebagai komponen konstruksi perkerasan untuk melindungi dan mendistribusikan beban roda;
2. Meningkatkan efisiensi penggunaan material yang relatif murah sehingga lapis atas dapat mengurangi ketebalannya;
3. Mencegah Memungkinkan tanah dasar turun ke pondasi lapis atas; dan
4. Memudahkan proses konstruksi. Berfungsi sebagai lapis awal untuk memudahkan proses konstruksi.

Lapis pondasi atas merupakan komponen dari struktur perkerasan fleksibel yang terletak di posisi langsung di bawah lapis permukaan. Lapis pondasi di atas dibangun di atas lapis pondasi di bawah, dan jika lapis pondasi di bawah tidak dipergunakan, maka lapis pondasi di atas dibangun secara langsung di atas permukaan tanah (Kementerian Pekerjaan Umum, 2013).

Fungsi dari lapis pondasi atas yaitu:

1. Berperan sebagai komponen dalam struktur jalan yang menopang berat kendaraan;
2. Berperan sebagai lapisan drainase pembuangan yang terletak di bawah permukaan; dan
3. Mempunyai peran penting sebagai fondasi bagi lapis yang berada di atasnya.

Untuk menjaga kekuatan dan daya tahan terhadap beban roda, material yang digunakan untuk lapis pondasi harus memiliki kekuatan yang memadai dan

mampu bertahan dalam jangka waktu yang lama. Sangat penting untuk memilih bahan yang tepat untuk digunakan sebagai fondasi.

Pondasi dapat terbuat dari bahan granular seperti batu pecah atau agregat Kelas A, juga bisa menggunakan tanah yang telah dicampur dengan semen atau kapur untuk stabilisasi, menggunakan agregat yang baru atau pondasi perkerasan yang sudah ada yang telah dicampur dengan semen, serta bisa menggunakan aspal beton.

Menurut Kementerian Pekerjaan Umum (2013) lapis permukaan beraspal terdiri dari 2 jenis yaitu:

1. Lapis Antara

Lapisan antara perkerasan lentur terdiri dari kombinasi aspal dengan agregat berukuran maksimum 25 mm, yang diletakkan di antara lapis atas dan bawah bagian konstruksi jalan. Lapisan antara berperan sebagai elemen pengerasan yang bertugas menanggung beban roda dan juga berfungsi sebagai penghalang air guna melindungi permukaan jalan dari kerusakan cuaca.

2. Lapis Aus

Lapisan permukaan perkerasan lentur, juga diketahui sebagai lapis aus, terdiri dari campuran batuan mineral (umumnya dengan ukuran batu maksimum 19,5 mm) serta zat yang mempertahankan kepadatan campuran tersebut. Tulisan ini kerap kali diletakkan di atas lapis penengah atau lapis dasar. Lapisan aspal memiliki peran penting dalam menopang beban jalan, melindungi jalan dari kerusakan cuaca, dan memastikan permukaan yang tahan lama. Bahan yang digunakan untuk pelapis tahan aus umumnya serupa dengan bahan yang digunakan untuk pelapis perantara, tetapi dengan standar yang lebih ketat.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan suatu studi yang menggunakan metode Austroads 2017 untuk melakukan perubahan rencana terhadap ketebalan perkerasan aspal. Jenis pendekatan penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif, dimana pendekatan penelitian yang berfokus pada pengumpulan dan analisis data numerik untuk menjawab pertanyaan penelitian yang spesifik. Metode Austroads 2017 digunakan sebagai salah satu metode dalam penelitian kuantitatif di bidang transportasi dan infrastruktur jalan. Metode ini menyediakan petunjuk lengkap dalam melakukan evaluasi dan analisis berbagai aspek yang berkaitan dengan jalan dan lalu lintas.

C. Identifikasi Masalah dan Tujuan Penelitian

Langkah awal dalam penelitian ini adalah mengidentifikasi masalah yang akan diselesaikan dan merumuskan tujuan penelitian. Konstruksi sebelumnya yang telah mengalami kerusakan dimana perlu dilakukan perencanaan ulang pada ketebalan lapisan pondasi dan lapisan permukaan aspal dengan metode yang berbeda. Maka dari itu, tujuan penelitian ini yaitu untuk menentukan ketebalan perkerasan aspal di ruas jalan Ngembul – Binangun berdasarkan metode Austroads 2017.

D. Pengumpulan Data

Penelitian ini melibatkan dua jenis data, yaitu data yang diperoleh secara langsung (data primer) dan data yang diperoleh dari sumber lain seperti jurnal, buku, atau database (data sekunder). Data primer adalah data yang dikumpulkan secara langsung dari peristiwa yang diperhatikan atau diteliti (Hartono & Latifa, 2020). Data yang dibutuhkan adalah data lalu lintas setiap hari agar dapat mengetahui jumlah kendaraan yang melintasi jalan tersebut secara rata-rata. Data penelitian di lapangan mencatat data volume kendaraan yang melintas setiap harinya pada tahun 2023 ditunjukkan pada tabel 1 berikut:

TABEL 1. Data LHR Tahun 2023 Ruas Jalan Ngembul – Binangun Kabupaten Blitar

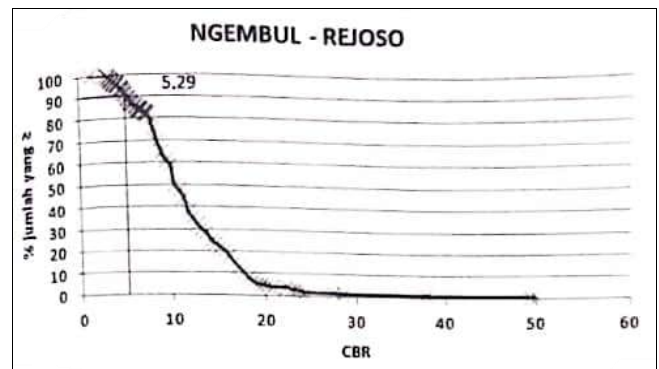
Jenis Kendaraan	Kelas Kendaraan Austroads	LHR 2023
Sepeda Motor	1	5.801
Sedan, Angkot, Pick Up	2	2.118
Truk 1.2	3	3.201
Truk 1.22	4	53
Trailer 1.2 – 222	8	8
AADT (kend/hari)		11.181

(Sumber: Hasil Survei)

Data sekunder merujuk pada informasi yang tidak diperoleh langsung melalui pengamatan atau penelitian sendiri, tetapi berasal dari koleksi data yang telah dikumpulkan sebelumnya oleh organisasi atau individu lain (Nannmar & Farida, 2023). Data CBR tanah yang diperlukan merupakan informasi mengenai kekuatan daya dukung tanah yang dapat diperoleh dari instansi Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang

Kabupaten Blitar. Selain itu, data suhu udara rata-rata selama satu tahun dapat diperoleh melalui situs web BMKG.

Data CBR tanah pada penelitian ini diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Blitar pada tahun 2019 pada ruas jalan Ngembul – Rejoso didapatkan nilai 5,29% seperti yang ditunjukkan pada gambar grafik berikut:



Gambar 2. Grafik CBR Tanah (Sumber: DPUPR Kabupaten Blitar)

Sedangkan, data suhu udara di Indonesia tahun 2023 pada penelitian ini diperoleh dari web BMKG yang ditunjukkan pada tabel 2 berikut:

TABEL 2. Data Suhu Udara di Indonesia Tahun 2023

No.	Bulan	Suhu (°C)
1	Januari	26,5
2	Februari	26,4
3	Maret	26,7
4	April	27,1
5	Mei	27,4
6	Juni	27
7	Juli	26,7
8	Agustus	26,7
9	September	27
10	Oktober	27,7
11	November	27,8
12	Desember	27,6

(Sumber: bmkgo.go.id)

E. Analisis Data

Tahap Analisis Data adalah proses transformasi data menjadi data yang dapat digunakan untuk tujuan perencanaan. Semua data yang terkumpul akan dianalisis untuk dilakukan perhitungan sesuai dengan pedoman perencanaan Austroads (Brilianto, et al., 2018). Data yang dibutuhkan dalam perencanaan tebal perkerasan berupa data LHR dan data CBR tanah yang akan dianalisis untuk menentukan tebal perkerasan lentur dengan tahapan sebagai berikut:

1. Pengolahan data volume lalu lintas
2. Tentukan laju pertumbuhan tahunan
3. Hitung jumlah kendaraan berat harian di jalur desain selama 1 tahun dengan persamaan sebagai berikut:

$$LHR_{2024} = LHR_{2023} \times (1 + R)^n \quad (1)$$

4. Tentukan periode desain yang digunakan untuk tipe perkerasan tertentu biasanya berada dalam kisaran yang ditunjukkan pada tabel 3 berikut:

TABEL 3. Periode Desain Perkerasan Jalan

Perkerasan Lentur	20 - 40 tahun
Perkerasan Kaku	30 - 40 tahun

(Sumber: Austroads, 2017)

5. Identifikasi jalur desain dengan menentukan faktor distribusi arah dan faktor distribusi lajur. Faktor distribusi arah, $DF = 1$ untuk 1 arah dan $DF = 0,5$ untuk 2 arah. Faktor distribusi lajur (*Lane Distribution Factor* – LDF) ditunjukkan pada tabel 4 berikut:

TABEL 4. Lane Distribution Factor (LDF)

Lokasi	Jumlah Lajur	Faktor Distribusi Lajur (LDF)		
		Lajur kiri	Lajur tengah	Lajur kanan
Pedesaan	2 lajur	1	N/A	0,50
	3 lajur	0,95	0,65	0,30
Perkotaan	2 lajur	1	N/A	0,50
	3 lajur	0,65	0,65	0,30

(Sumber: Austroads, 2017)

6. Hitung kendaraan berat harian awal yang melintasi jalur desain dengan persamaan berikut:

$$N_i = AADT \times DF \times \frac{(\%HV)}{100} \times LDF \quad (2)$$

7. Hitung faktor pertumbuhan lalu lintas kumulatif selama periode perencanaan dengan persamaan berikut:

$$CGF = \frac{(1 + 0,01R)^P - 1}{0,01R}, \text{ untuk } R > 0 \quad (3)$$

$$CGF = P, \text{ untuk } R = 0$$

8. Hitung desain lalu lintas kendaraan berat kumulatif (N_{HV}) yang melintasi jalur desain selama periode yang direncanakan dengan persamaan berikut:

$$N_{HV} = 365 \times CGF \times N_i \quad (4)$$

9. Tentukan nilai N_{HVAG} untuk jalan pedesaan dan jalan perkotaan dengan lalu lintas sedang-berat ditunjukkan pada tabel 5 berikut:

TABEL 5. Jumlah Kelompok Sumbu per Kendaraan Berat yang Diperkirakan

Lokasi	N_{HVAG}
Jalan pedesaan	2,8
Jalan perkotaan	2,5

(Sumber: Austroads, 2017)

10. Hitung Kelompok sumbu kendaraan berat kumulatif di lajur desain selama periode desain (N_{DT}) dengan persamaan berikut:

$$N_{DT} = N_{HV} \times N_{HVAG} \quad (5)$$

11. Hitung nilai ESA dan DESA dengan persamaan berikut:

$$ESA = \left(\frac{\% \text{konfigurasi} \times \text{Beban max}}{\text{Beban sumbu standar sesuai jenis sumbu}} \right)^4 \quad (6)$$

Nilai beban kelompok sumbu dengan ban tunggal ditunjukkan pada tabel 6 berikut:

TABEL 6. Beban pada Kelompok Sumbu dengan Ban Tunggal

Jenis kelompok sumbu	Nominal lebar antarban	Beban (kN)
Sumbu Tunggal dengan Ban Tunggal (SAST)	< 375 mm	53
	375 mm ≤ L < 450 mm	58
	≥ 450 mm	71
Sumbu Tandem dengan Ban Tunggal (TAST)	< 375 mm	89
	375 mm ≤ L < 450 mm	98
	≥ 450 mm	119
Sumbu Tiga dengan Ban Tunggal (TRST)	< 375 mm	121
	375 mm ≤ L < 450 mm	132
	≥ 450 mm	162
Sumbu Empat dengan Ban Tunggal (QAST)	< 375 mm	150
	375 mm ≤ L < 450 mm	164
	≥ 450 mm	201

(Sumber: Austroads, 2017)

Nilai beban kelompok sumbu dengan ban ganda ditunjukkan pada tabel 7 berikut:






TABEL 7. Beban pada Kelompok Sumbu dengan Ban Ganda

Jenis Kelompok Sumbu	Beban (kN)
Sumbu Tunggal dengan Ban Ganda (SADT)	80
Sumbu Tandem dengan Ban Ganda (TADT)	135
Sumbu Tiga dengan Ban Ganda (TRDT)	182
Sumbu Empat dengan Ban Ganda (QADT)	226

(Sumber: Austroads, 2017)

Beban kendaraan maksimum berdasarkan JBI dan JBKI Kementerian Perhubungan ditunjukkan pada tabel 8 berikut:

TABEL 8. Beban Maksimum Kendaraan

Jenis kendaraan	Jumlah sumbu	konfigurasi sumbu	Beban maks (ton)
 Sepeda Motor	2	1.1	1
 Mobil, Angkot, Pick Up	2	1.1	3,5
 Truk 2 Sumbu	2	1.2	16
 Truk 3 Sumbu	3	1.22	24
 Truk Trailer	5	1.2-222	46

(Sumber: Pd 15 – 2018 – B)

Nilai *Design Number ESA of Traffic Loading* (DESA) dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$DESA = ESA/HVAG \times N_{DT} \tag{7}$$

12. Tentukan tebal material Lapisan Pondasi Bawah (LPB) dan Lapisan Pondasi Atas (LPA)

13. Hitung faktor bobot suhu (WF) setiap bulannya dengan menggunakan persamaan berikut kemudian hitung rata-rata dalam 1 tahun.

$$WF = 10^{(-1,224 + 0,06508T_w - 0,000145T_w^2)} \tag{8}$$

14. Hitung perkiraan suhu udara tahunan rata-rata tertimbang (WMAAT) dengan menggunakan persamaan berikut:

$$WMAAT = 19,66 + 16,91 \log WF + 0,3117 \times (\log WF)^2 \tag{9}$$

15. Hitung nilai WMAPT dan tentukan nilai modulus aspal yang digunakan

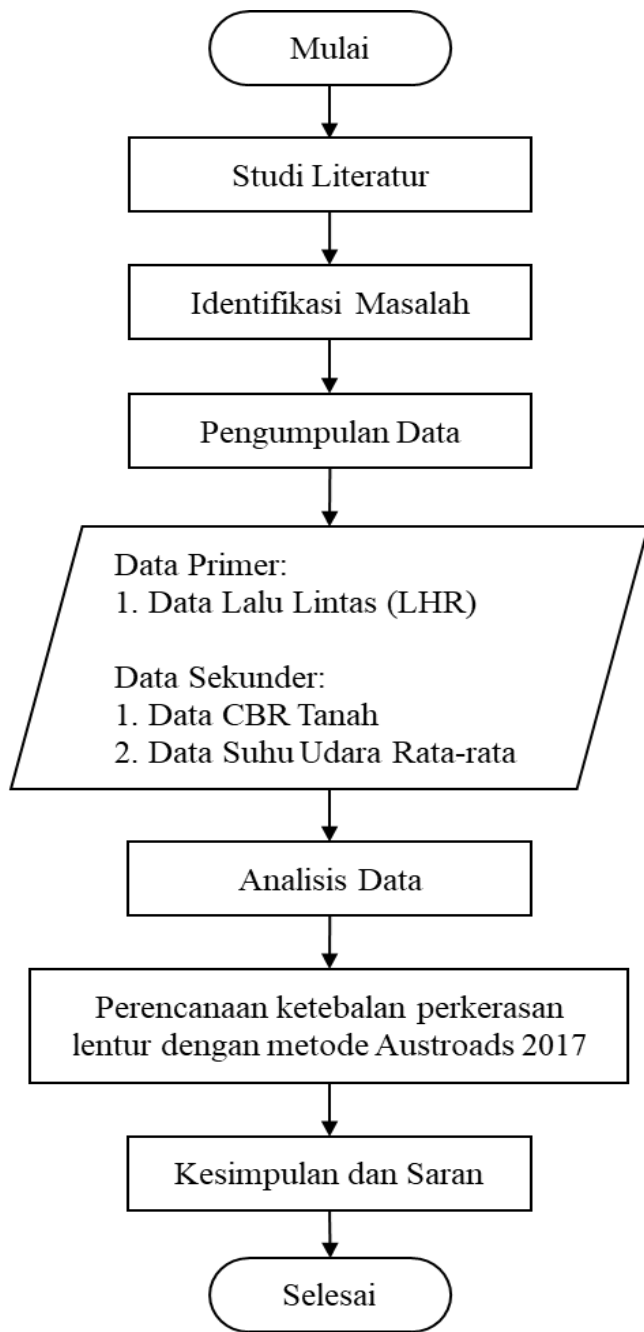
$$WMAPT = -12,4 + \frac{6,32(WMAAT)}{\ln(WMAAT)} \tag{10}$$

16. Hitung modulus tanah dasar berdasarkan nilai CBR rata-rata

17. Tentukan ketebalan aspal AC-WC dan AC-BC

F. Bagan Alir Penelitian

Bagan alir metode penelitian pada penelitian ini ditunjukkan pada gambar 1 berikut:



Gambar 3. Bagan alir penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Annual Average Daily Traffic (AADT)

Hasil perhitungan lalu lintas harian rata-rata (LHR) setiap jenis kendaraan pada tahun 2024 dengan pertumbuhan lalu lintas sebesar 1,87% dapat dihitung menggunakan persamaan (1) sebagai berikut:

$$LHR\ 2024 = LHR\ 2023 \times (1 + R)^n$$

$$LHR\ 2024 = 5.801 \times (1 + 0,187)^1$$

$$LHR\ 2024 = 5.909$$

Hasil perhitungan lalu lintas harian rata-rata (LHR) setiap jenis kendaraan pada tahun 2024 ditunjukkan pada tabel 9 berikut:

TABEL 9. Hasil Perhitungan Lalu Lintas Harian Rata-Rata Tahun 2024

Jenis Kendaraan	LHR 2023	R (%)	LHR 2024
Sepeda Motor	5.801	1,87	5.909
Sedan, Angkot, Pick Up	2.118	1,87	2.157
Truk 1.2	3.201	1,87	3.261
Truk 1.22	53	1,87	54
Trailer 1.2-222	8	1,87	8
AADT (kend/hari)	11.181		11.389

B. Tebal Material Lapisan Pondasi

Ruas jalan tersebut terdiri dari 2 lajur 2 arah dengan faktor distribusi lajur (LDF) sebesar 0,5 pada tabel 2.4 dan faktor distribusi arah (DF) sebesar 0,5. Persentase rata-rata kendaraan berat di jalur desain selama tahun pertama perlu dihitung setiap jenis kendaraan (Austroads, 2017). Contoh perhitungan untuk kendaraan truk 2 sumbu diperoleh dari persamaan sebagai berikut:

$$\%HV = \frac{AADT\ truk\ 1.2}{AADT\ total} \times 100\%$$

$$\%HV = \frac{3.261}{11.389} \times 100\%$$

$$\%HV = 28,63\ \%$$

Hasil perhitungan didapatkan persentase truk 2 sumbu sebesar 28,63%, maka jumlah kendaraan berat truk 1.2 harian awal di jalur desain dapat dihitung dengan persamaan (2) sebagai berikut:

$$N_i = AADT \times DF \times \frac{(\%HV)}{100} \times LDF$$

$$N_i = 3.261 \times 0,5 \times \frac{28,63}{100} \times 0,5$$

$$N_i = 233,42 \text{ kendaraan}$$

Hasil perhitungan nilai persentase dan jumlah setiap jenis kendaraan berat harian awal yang melintasi jalur desain ditunjukkan pada tabel 10 berikut:

TABEL 10. Hasil Perhitungan Persentase dan Jumlah Kendaraan Berat

Kendaraan Berat	AADT	DF	%HV	LDF	N _i
Truk 1.2	3.261	0,5	28,63	0,5	233,2
Truk 1.22	54	0,5	0,48	0,5	0,065
Trailer 1.2-222	8	0,5	0,068	0,5	0,003

Desain lalu lintas kumulatif di jalur desain selama periode perencanaan bertujuan untuk memperkirakan kemungkinan perubahan pembebanan lalu lintas harian selama periode tersebut. Faktor peningkatan lalu lintas yang terjadi selama periode 25 tahun pada suatu rencana dapat dihitung menggunakan persamaan (3) sebagai berikut:

$$CGF = \frac{(1 + 0,01R)^p - 1}{0,01R}$$

$$CGF = \frac{(1 + 0,01 \times 1,87)^{25} - 1}{0,01 \times 1,87}$$

$$CGF = 31,50$$

Perhitungan Desain Lalu Lintas (N_{HV}) untuk kendaraan berat kumulatif yang melintasi jalur desain selama periode yang direncanakan didapatkan dari persamaan (4) sebagai berikut:

$$N_{HV} = 365 \times CGF \times N_i$$

$$N_{HV} = 365 \times 31,50 \times 233,42$$

$$N_{HV} = 2.684.116,76$$

Hasil perhitungan nilai desain lalu lintas (N_{HV}) setiap jenis kendaraan berdasarkan faktor pertumbuhan lalu lintas kumulatif dan jumlah kendaraan berat harian awal ditunjukkan pada tabel 11 berikut:

TABEL 11. Hasil Perhitungan Desain Lalu Lintas Kendaraan Berat

Kendaraan Berat	CGF	N _i	N _{HV}
Truk 1.2	31,50	233,42	2.684.116,76
Truk 1.22	31,50	0,065	742,05
Trailer 1.2-222	31,50	0,0013	15,14

Nilai N_{HVAG} untuk jalan pedesaan dengan lalu lintas sedang – berat yaitu sebesar 2,8. Sehingga, kelompok sumbu kendaraan berat kumulatif di jalur desain selama periode perencanaan dapat dihitung dengan persamaan (5) sebagai berikut:

$$N_{DT} = N_{HV} \times N_{HVAG}$$

$$N_{DT} = 2.684.116,76 \times 2,8$$

$$N_{DT} = 7.515.526,94$$

Hasil perhitungan nilai kelompok sumbu kendaraan berat kumulatif (N_{DT}) setiap jenis kendaraan ditunjukkan pada tabel 12 berikut:

TABEL 12. Hasil Perhitungan Kelompok Sumbu Kendaraan Berat Kumulatif

Kendaraan Berat	N _{HV}	N _{HVAG}	N _{DT}
Truk 1.2	2.684.116,76	2,8	7.515.526,94
Truk 1.22	742,05	2,8	2.077,74
Trailer 1.2-222	15,14	2,8	42,40

Perhitungan ESA setiap kendaraan berat diperlukan nilai beban setiap kelompok sumbu, persentase konfigurasi sumbu, dan beban kendaraan maksimum yang didapatkan dari tabel 6, tabel 7, dan tabel 8. Nilai beban sumbu kendaraan berat ditunjukkan pada tabel 13 berikut:

TABEL 13. Nilai Beban Kendaraan Berat

Kendaraan Berat		Truk 1.2	Truk 1.22	Trailer 1.2+222
Beban (kN)	SAST	53	53	53
	SADT	80	-	135
	TADT	-	135	-
	TRDT	-	-	182
%konfigurasi	SAST	40%	28%	14%
	SADT	60%	-	36%
	TADT	-	72%	-
	TRDT	-	-	49%
Beban Max		160	240	460

Jumlah Sumbu Standar Ekuivalen (ESA) dapat dihitung menggunakan persamaan (6) sebagai berikut:

$$ESA = \left(\frac{\% \text{konfigurasi} \times \text{Beban max}}{\text{Beban sumbu standar sesuai jenis sumbu}} \right)^4$$

$$ESA = \left(\frac{40\% \times 160}{53} \right)^4 + \left(\frac{60\% \times 160}{80} \right)^4$$

$$ESA = 4,19$$

Hasil perhitungan nilai ESA dapat digunakan untuk menghitung Nilai *Design Number ESA of Traffic Loading* (DESA) dengan persamaan (7) sebagai berikut:

$$DESA = ESA/HVAG \times N_{DT}$$

$$DESA = 4,19 \times 7.515.526, 94$$

$$DESA = 31.482.035 ,06$$

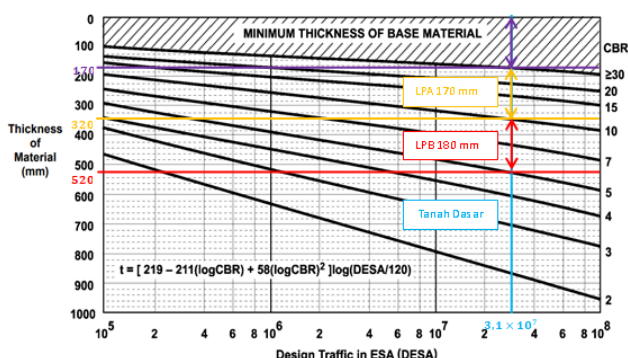
Hasil perhitungan nilai ESA dan DESA setiap jenis kendaraan ditunjukkan pada tabel 14 berikut:

TABEL 14. Hasil Perhitungan Nilai ESA dan DESA

Kendaraan Berat	ESA	DESA
Truk 1.2	4,19	31.482.035,06
Truk 1.22	5,31	11.036,59
Trailer 1.2+222	7,17	303,91
TOTAL	16,67	31.493.375,56

Hasil perhitungan pada tabel 7 di atas didapatkan total nilai DESA sebesar $3,1 \times 10^7$ yang termasuk ke dalam kategori pembebanan lalu lintas berat.

Menentukan tebal lapisan pondasi dapat diperoleh dari nilai CBR tanah dasar yang telah diketahui sebesar 5,29% dan nilai DESA sebesar $3,1 \times 10^7$ yang ditunjukkan *design chart* pada gambar 2 berikut:



Gambar 4. Grafik tebal lapisan pondasi dengan lalu lintas berat

Hasil yang ditunjukkan pada gambar 3 di atas didapatkan lapisan pondasi bawah dengan tebal 180 mm dan nilai CBR $\geq 10\%$ serta lapisan pondasi atas dengan tebal 170 mm dan nilai CBR $\geq 30\%$.

C. Ketebalan Aspal

Nilai Suhu Perkerasan Tahunan Rata-Rata Tertimbang (WMAPT) ($^{\circ}C$) digunakan untuk memperkirakan modulus elastisitas aspal. Untuk menghitung WMAPT, maka perlu menghitung rata-rata nilai faktor bobot suhu (WF) setiap bulan, dan menghitung nilai perkiraan suhu udara tahunan rata-rata tertimbang (WMAAT).

Faktor bobot suhu didapatkan menggunakan persamaan (8) sebagai berikut:

$$WF = 10^{(-1,224+0,06508T_m - 0,000145T_m^2)}$$

$$WF = 10^{(-1,224+0,06508 \times 26,5 - 0,000145 \times 26,5^2)}$$

$$WF = 2,50$$

Nilai rata-rata faktor bobot suhu (WF) setiap bulan ditunjukkan pada tabel 15 berikut:

TABEL 15. Hasil Perhitungan Nilai WF

No.	Bulan	Suhu ($^{\circ}C$)	WF
1	Januari	26,5	2,50
2	Februari	26,4	2,47
3	Maret	26,7	2,57
4	April	27,1	2,71
5	Mei	27,4	2,82
6	Juni	27	2,68
7	Juli	26,7	2,57
8	Agustus	26,7	2,57
9	September	27	2,68
10	Oktober	27,7	2,93
11	November	27,8	2,97
12	Desember	27,6	2,90
TOTAL		324,60	32,38
RATA-RATA		27,05	2,70

Menggunakan nilai WF rata-rata, dapat dihitung perkiraan suhu udara tahunan rata-rata tertimbang

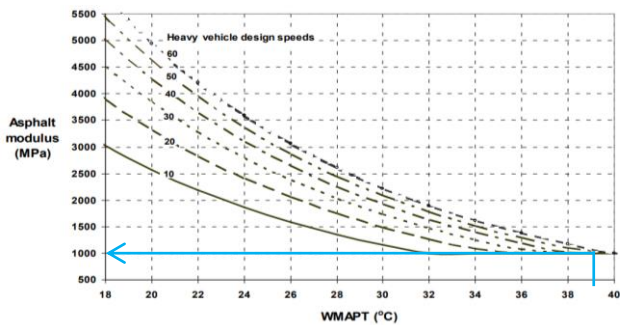
(WMAAT) dengan menggunakan persamaan (9) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} WMAAT &= 19,66 + 16,91 \log WF + 0,3117 \times (\log WF)^2 \\ WMAAT &= 19,66 + 16,91 \log(2,70) + 0,3117 \times (\log 2,70)^2 \\ WMAAT &= 27,0075 \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Perkiraan suhu perkerasan tahunan rata-rata tertimbang (WMAPT) dapat dihitung menggunakan persamaan (10) sebagai berikut:

$$\begin{aligned} WMAPT &= -12,4 + \frac{6,32(WMAAT)}{\ln(WMAAT)} \\ WMAPT &= -12,4 + \frac{6,32(27,0075)}{\ln(27,0075)} \\ WMAPT &= 39,38 \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan didapatkan nilai WMAPT sebesar 39,38°C. nilai tersebut dapat menentukan modulus aspal yang digunakan pada perencanaan seperti ditunjukkan pada gambar 3 berikut:

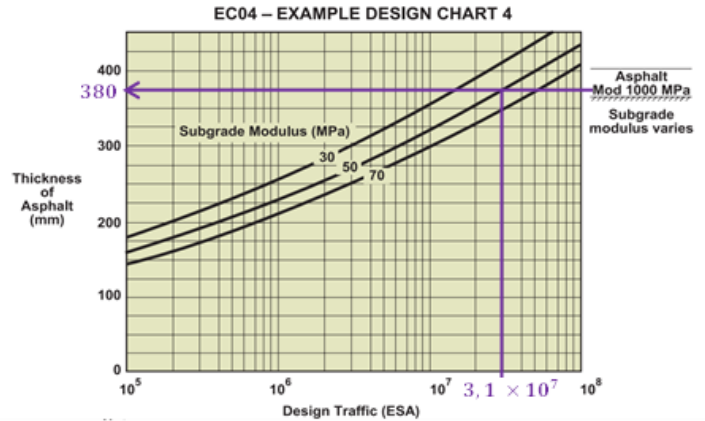


Gambar 5. Grafik modulus aspal berdasarkan suhu

Modulus tanah dasar (*subgrade modulus*) dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Modulus (MPa)} &= 10 \times \text{CBR} \\ &= 10 \times 5,29 \\ &= 52,9 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Ketebalan aspal dapat ditentukan berdasarkan nilai modulus tanah dasar sebesar 52,9 MPa, modulus aspal sebesar 1000 MPa, dan DESA sebesar $3,1 \times 10^7$ yang ditunjukkan *design chart* pada gambar 4 berikut:



Gambar 6. Grafik ketebalan aspal

Hasil yang ditunjukkan pada gambar 5 di atas didapatkan ketebalan aspal 380 mm. Berdasarkan perbandingan tebal minimum aspal AC-WC dan AC-BC masing – masing 4:5, maka didapatkan AC-WC dengan tebal 170 mm dan AC-BC dengan tebal 210 mm.

IV. KESIMPULAN

Hasil desain ketebalan perkerasan lentur pada ruas jalan Ngembul – Binangun, Kabupaten Blitar berdasarkan metode Austroads 2017 dengan umur rencana selama 25 tahun, diperoleh nilai DESA sebesar $3,1 \times 10^7$ dimana termasuk ke dalam kategori pembebanan lalu lintas berat. Untuk menghitung tebal lapisan pondasi bawah dan atas, digunakan nilai DESA dan CBR tanah dasar. Hasil yang didapatkan yaitu tebal lapisan pondasi bawah sebesar 180 mm dan tebal lapisan pondasi atas sebesar 170 mm.

Tebal lapisan permukaan aspal didapatkan dari modulus tanah dasar sebesar 52,9 MPa dan perkiraan modulus aspal yang digunakan sebesar 1000 MPa berdasarkan WMAPT sebesar 39,37°C. Maka, didapatkan tebal lapisan *Asphalt Concrete - Binder Course* (AC-BC) adalah 210 mm dan tebal lapisan *Asphalt Concrete - Wearing Course* (AC-WC) adalah 170 mm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan penuh penghormatan dan rasa syukur, kami ingin mengungkapkan rasa terima kasih yang tulus kepada tim penulis yang telah bekerja bersama dalam merancang jurnal perencanaan jalan ini. Prestasi yang telah kalian capai dalam mewujudkan karya ini sangat berharga karena didukung oleh kontribusi, kerja keras, dan dedikasi kalian. Terima kasih juga kepada teman-teman yang telah memberikan dukungan moral, ide,

dan tanggapan yang bermanfaat selama proses menyusun tulisan ini. Kami juga ingin mengungkapkan apresiasi kepada orang tua kami yang selalu hadir dengan dukungan dan doa tak kenal berhenti. Kami juga ingin mengungkapkan apresiasi kepada semua individu atau kelompok yang turut berkontribusi dalam mengumpulkan data dan informasi yang diperlukan dalam penyusunan jurnal ini. Pertolongan yang diberikan oleh kalian memiliki nilai yang besar dan memainkan peran penting dalam mencapai kesuksesan dari penelitian ini. Semoga jurnal ini dapat memberikan keuntungan bagi semua pihak yang terlibat dalam perencanaan dan perkembangan infrastruktur jalan di masa yang akan datang. Terima kasih.

REFERENSI

- Austrroads, 2017. *Guide to Pavement Technology Part 2: Pavement Structural Design*. Sydney(NSW): Austrroads Ltd.
- Austrroads, 2004. *Guide to Pavement Technology Part 2: Pavement Structural Design*. Sydney(NSW): Austrroads Ltd.
- Brilianto, M. A., Sukirman, S. & Pradipta, W., 2018. Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Logging di Kabupaten Penajam, Kalimantan Timur. *Jurnal Reka Racana*, Juni, 4(2), pp. 47-57.
- Fatikasari, A. D., Puspitasari, N. D. & Wardhani, P. C., 2021. Analisis Tebal Konstruksi Perkerasan Jalan untuk Menangani Kerusakan Jalan dengan Metode AASHTO (Studi Kasus: Jalan Raya Cangkring, Kabupaten Sidoarjo). *Prosiding Fintek*.
- Hafiza, N. L. & Sholichin, I., 2022. Perbandingan Evaluasi Tingkat Kerusakan Jalan Berdasarkan Metode Bina Marga dan PCI (Pavement Condition Index) pada Ruas Jalan Sampang-Ketapang STA. 23+800-29+100 Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 8(1), pp. 1-9.
- Hartono, M. A. & Latifa, E. A., 2020. Analisis Perkerasan Kaku Metode AASHTO 1993 dan Metode Austrroads 2012 Terhadap Keekonomisan Biaya. *Jurnal Media Komunikasi Dunia Ilmu Sipil (MoDuluS)*, Desember, 2(2), pp. 23-33.
- Irawan, S. R., Subagio, B. S., Hariyadi, E. S. & Gerardo, F., 2017. Evaluasi Struktural Perkerasan Kaku Menggunakan Metoda AASHTO 1993 dan Metoda AUSTRROADS 2011 Studi Kasus : Jalan Cakung-Cilincing. *Jurnal Teknik Sipil ITB*, Agustus, 24(2), pp. 173-182.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2018. *Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil: Pengukuran beban kendaraan dengan Weigh-In-Motion (WIM) bridge*. s.l.:s.n.
- Nannmar, I. & Farida, I., 2023. Evaluasi Tebal Perkerasan Jalan untuk Menahan Beban Rencana Lalu Lintas. *Jurnal Konstruksi*, 21(1), pp. 47-54.
- Rahmawati, A., Aldiansyah, F. & Setiawan M, D., 2021. Desain Tebal Perkerasan Lentur Jalan Menggunakan Program Kenpave di Ruas Jalan Maospati - Sukomoro, Kabupaten Magetan, Jawa Timur. *Bulletin of Civil Engineering*, Februari, 1(1), pp. 29-32.
- Rahmawati, A., Iqbal, M. & Adly, E., 2020. Evaluasi Tebal Perkerasan Lentur Akibat Beban Berlebih Dengan Metode Austrroads Menggunakan Program Circly 6.0. *Jurnal Dinamika Rekayasa*, 16(2), pp. 127-138.
- Rahmawati, A., Setiawan M, D., Pangestu, A. Y. & Aulia, R. A., 2018. Evaluasi Tebal dan Analisis Kerusakan Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Analisa Komponen, Austrroads, *Asphalt Institute* dan Program Kenpave. *Jurnal Media Teknik Sipil*, Agustus, 16(2), pp. 79-85.
- Rosdyansyah, I. E. & Latifa, E. A., 2017. Analisis Pembebanan Lalu Lintas pada Perancangan Perkerasan Kaku Metode AASHTO 1993, Pd T-14-2003 dan Austrroads 2012. *Jurnal Politeknologi*, Januari, 16(1), pp. 63-68.
- Samban, T. R., Alkas, M. J. & Haryanto, B., 2022. Analisa Tebal Perkerasan Lentur Dengan Metode MDP 2017 dan Austrroads 2017 Pada Simpang 4 Outer Ringroads-Bandara Samarinda Baru Samarinda, Kalimantan Timur. *Kurva S: Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknik Sipil*, Desember, 10(3), pp. 147-158.
- Sarmila, M. & Latifa, E. A., 2023. Desain Ulang Tebal Perkerasan Lentur Menggunakan MDPJ 2017 dan Austrroads 2017 disertai Drainase. *CRANE : Civil Engineering Research Journal*, Oktober, 4(2), pp. 29-40.