

STUDI PERBANDINGAN PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN LENTUR DENGAN METODE *AUSTROADS*, MDPJ 2024 DAN SIMULASI MENGUNAKAN *KANPAVE* PADA RUAS JALAN MADE – SUGIO LAMONGAN

Moh Fahim Royani¹, Warsito² dan Anang Bakhtiar³

¹ Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang

e-mail: 22101051067@unisma.ac.id

² Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang

e-mail: warsito@unisma.ac.id

³ Dosen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang

e-mail: anang.bakhtiar@unisma.ac.id

ABSTRACT

This study aims to redesign the flexible pavement structure on the Made–Sugio road section in Lamongan Regency using the Austroads method and the 2024 Indonesian Pavement Design Manual (MDPJ 2024), analyzed through the KANPAVE software. The problem arises from reduced pavement performance due to increased traffic loads. The research employed traffic data analysis, CBR testing, and mechanistic-empirical simulation. Results showed that Austroads produced a total thickness of 48.1 cm, while MDPJ 2024 produced 48 cm. KANPAVE analysis indicated that both methods met fatigue and rutting criteria with N_f and N_d values exceeding design repetitions. It concludes that both methods provide structurally reliable pavements, with MDPJ offering a more efficient design for the 20-year service period.

Keyword : *AUSTROADS, Flexibel Pavement, KANPAVE, MDPJ 2024*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Perkembangan transportasi darat di Indonesia yang pesat menuntut tersedianya infrastruktur jalan yang baik, kuat efisien, dan berstandar nasional[1]. Jalan memiliki peran yang vital sebagai sarana penghubung antar wilayah sebagai pendukung aktivitas ekonomi, sosial, serta distribusi barang dan jasa. Dalam perencanaan jalan perlu mengikuti dasar ataupun standart yang ditetapkan supaya diperoleh luaran yang optimal, baik dari efisiensi biaya maupun segi kualitas[2].

Ruas jalan Made – Sugio di Kabupaten Lamongan merupakan salah satu jalur transportasi penting yang kini mengalami penurunan kualitas yang diakibatkan meningkatnya volume kendaraan dan kurangnya pemeliharaan., perlu dilakukan perencanaan kembali terhadap tebal perkerasan dengan memperhatikan beban lalu

lintas, karakteristik tanah, serta umur rencana yang optimal. Karena itu, pemahaman yang lebih mendalam diperlukan mengenai konsep, metode, perencanaan, pelaksanaan kontruksi perkerasan lentur.[3]

Penelitian ini menggunakan metode *AUSTROADS* serta Manual Desain Perkerasan Jalan 2024 sebagai acuan dalam menentukan tebal lapisan perkerasan jalan, serta simulasi *KANPAVE* untuk menganalisis tegangan dan regangan antar lapisan. Hasil dari ketiga metode ini diproyeksikan dapat diperoleh desain yang efisien, ekonomis, dan memiliki umur rencana 20 tahun pada ruas jalan Made-Sugio.

1.2 Identifikasi Masalah

1. Peningkatan volume jumlah lalu lintas setiap tahun menyebabkan daya ketahanan jalan semakin menurun.
2. Permukaan aspal pada jalan Made-Sugio

Lamongan telah mengalami penurunan kualitas berupa keausan dan kerusakan.

3. Belum optimalnya metode perencanaan pada lapangan saat ini yang hanya mengandalkan pendekatan konvensional.
4. Perlunya integrasi antara data yang di lapangan dan simulasi *software* dalam mendesain ulang perkerasan.

1.3 Rumusan Masalah

1. Berapa pembebanan lalu lintas kendaraan dengan metode *AUSTROADS* dan MDPJ2024 pada ruas jalan Made-Sugio dengan rencana usia dua puluh tahun?
2. Berapa ketebalan perkerasan lentur yang dihasilkan pada jalan Made-Sugio menggunakan metode *AUSTROADS*?
3. Berapa ketebalan perkerasan lentur yang dihasilkan pada jalan Made-Sugio menggunakan metode MDPJ2024?
4. Bagaimana hasil analisis program *KANPAVE* dari tebal perkerasan yang dihasilkan dengan metode *AUSTROADS* dan MDPJ2024?

1.4 Batasan Masalah

1. Perhitungan desain perkerasan dibatasi sampai dengan umur usia dua puluh tahun.
2. investigasi kasus hanya dilakukan di jalan yang akan direncanakan di jalan Made-Sugio Kabupaten Lamongan.
3. Tidak melakukan *Marshal test* pada aspal.
4. Hanya dengan metode *AUSTROADS* dan metode MDPJ 2024 untuk hitung perkerasan lentur.
5. Tidak membahas AMDAL.
6. Tidak merencanakan drainase jalan.
7. Tidak memasukan rencana anggaran biaya lapis perkerasan lentur ke dalam perhitungan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Jalan

salah satu prasarana yang sangat penting untuk mengangkut perpindahan barang maupun jasa dari satu lokasi ke lokasi lain adalah jalan.[4]

Jalan raya merupakan sarana transportasi berperan penting dalam berbagai aktivitas

masyarakat disuatu baik perkotaan maupun pedesaan [5].

2.2. Perkerasan Jalan

lapisan yang terletak di atas tanah asli yang dipadatkan, memiliki fungsi sebagai menahan lalu lintas berat serta menyalurkan ke tanah dibawahnya sehingga tekanan yang dite dapat diterima tidak lebih dari kapasitas daya tahan tanah yang diperbolehkan [6]. Perkerasan jalan dibagi menjadi 3 yaitu : kaku (*rigid pavement*), lentur (*flexibel pavement*), komposit (*composite pavement*).[7]

2.3. Metode *AUSTROADS*

Metode *Austroads* merupakan suatu pendekatan struktur jalan yang dikembangkan oleh negara Australia yang juga banyak digunakan di Indonesia[8]. Berikut ini data yang dipakai sebagai dasar desain perkerasan:

1. Periode desain

Adapun beberapa periode desain yang dianjurkan berdasarkan metode *austroads* sebagai berikut:

perkerasan lentur = 20-40 tahun

2. Definisi kelas jalan

Adapun jalan dapat didefinisikan menurut jenis dan kelasnya berdasarkan *Austroads* yaitu *Rural areas* dan *Urban areas*.

3. Nilai harian rata-rata (Ni)

Persamaan untuk perhitungan nilai (Ni) dapat di ketahui dari memakai persamaan 1.[8]

$$Ni = AADT \times DF \times \%HV / 100 \times LDF \quad (1)$$

4. Pertumbuhan lalu lintas

Untuk memperoleh nilai *Cumulative Growth Factor* (CGF) dapat memakai persamaan berikut[8].

$$CGF = \frac{(1+0,01 R)^p - 1}{0,01 R} \quad (2)$$

5. Nilai kumulatif kendaraan berat (N_{HV})

Untuk perhitungan nilai N_{HV} dengan memakai persamaan berikut.

$$N_{HV} = 365 \times CGF \times Ni \quad (3)$$

6. *Cumulative heavy vehicle axle group* (N_{DT})

Perhitungan N_{DT} dilakukan dengan menerapkan rumus berikut:

$$N_{DT} = N_{HV} \times N_{HV AG} \quad (4)$$

7. *Equivalen standard axles* (ESA)

Nilai ekuivalen beban sumbu standar dapat

diperoleh melalui penggunaan persamaan berikut:

$$ESA = \left(\frac{\% \text{ konfigurasi} \times \text{beban max}}{\text{beban sumbu standar sesuai jenis kendaraan}} \right) \quad (5)$$

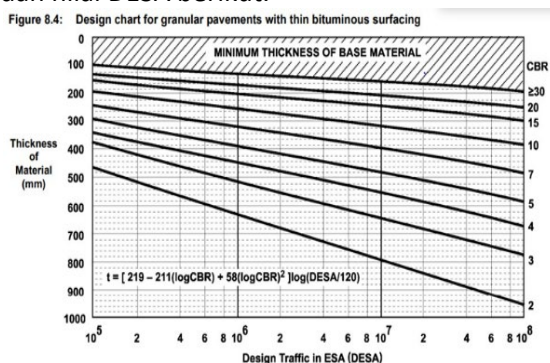
8. Design equivalent standard axles (DESA)

Persamaan berikut digunakan untuk menghitung nilai DESA.

$$DESA = ESA / HVAG \times NDT \quad (6)$$

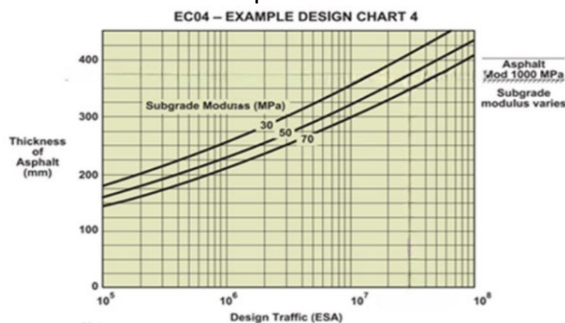
9. Tentukan lapis pondasi bawah dan pondasi atas

Untuk menetapkan lapis pondasi bawah dan atas dengan grafik dengan nilai korelasi CBR dan nilai DESA berikut.



Gambar 1. Desain Chart
Sumber : (Austroads, 2017)

10. Tentukan tebal aspal



Gambar 2. Grafik Menentukan Tebal Aspal
Sumber : (Austroads, 2017)

2.4. Metode MDPJ 2024

MDPJ 2024 mencakup desain struktur perkerasan, perencanaan awal, perancangan detail, hingga pemeliharaan di lapangan. Metode ini menekankan pentingnya daya dukung tanah dasar dan evaluasi sifat teknis material lokal agar kualitas perkerasan sesuai standar [9].

1. Umur rencana

Adapun beberapa periode desain yang

dianjurkan berdasarkan metode MDPJ2024 sebagai berikut:

perkerasan lentur = 20 tahun

2. Lalu lintas harian rata-rata

Untuk menentukan volume kendaraan yang melintas setiap hari secara rata-rata dengan persamaan berikut:

$$LHR = LHR_0 (1+i)^n \quad (10)$$

3. faktor pertumbuhan lalulintas

Perkembangan volume lalulintas sepanjang umur rencana dihitung dengan rumus berikut:

$$R = \frac{(1+0,01 i)^{Ur} - 1}{0,01 i} \quad (11)$$

3. Faktor distribusi arah dan distribusi lajur

Pada tipe jalan yang memiliki aliran lalulintas dua arah, secara umum nilai DD ditetapkan 0,50, kecuali jika terdapat ketidakseimbangan arus kendaraan niaga yang signifikan [9].

4. Nilai VDF

Untuk wilayah jawa yang sesuai lokasi penelitian saya.

5. Menghitung CESAL

Nilai CESAL dihitung menggunakan rumus berikut.

$$CESAL = (\sum LHR_{JK} \times VDF_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R \quad (12)$$

6. Tebal perkerasan

Pemilihan tipe perkerasan disesuaikan dengan perkiraan volume lalulintas, , dan kondisi lapisan pondasi jalan. Rincian kategori perkerasan dapat dilihat pada tabel dibawah.

Table 1 Pemilihan jenis Perkerasan

Struktur Perkerasan	Desain	ESA 5 (juta) dalam 20 tahun				
		0-1	1-4	4-10	>10-30	>30
AC modifikasi	3, 3A, 3B	-	-	-	-	2
AC dengan CTB		-	-	-	2	-
AC dengan lapis fondasi agregat ₂		-	-	-	-	2
AC dengan lapis fondasi agregat	3, 3A, 3B	-	1,2	1,2	2	-
HRS tipis di atas lapis fondasi agregat ₂	4	2	2	-	-	-
Burda atau Burtu dengan lapis fondasi agregat	5	3	3	-	-	-
AC/HRS dengan lapis fondasi Soil Cement ₂	6	2	2	-	-	-
AC/HRS dengan lapis fondasi agregat dan perbaikan tanah dasar	7	2	2	-	-	-
Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat	8	-	-	-	2	2
Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah	8A	-	-	1,2	-	-
Perkerasan tanpa penutup	9	1	-	-	-	-

Sumber : (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2024)

Setelah sudah menentukan jenis perkerasan menentukan tebal perkerasan dengan tabel berikut.

Table 2. Menentukan Tebal Perkerasan

	F1 ²	F2	F3	F4	F5
	Untuk lalu lintas di bawah 10 juta ESA5 lihat bagan desain 3A-3B dan 3C	Lihat Bagan Desain 4 untuk alternatif perkerasan kaku			
Repetisi beban sumbu kumulatif 20 tahun pada lajur rencana (10 ⁶ ESA5)	>10 – 30	>30-50	>50-100	>100-200	>200-500
Jenis permukaan berpangkat	AC	AC			
Jenis lapis pondasi	Cement Treated Base (CTB)				
AC WC	40	40	40	50	50
AC BC ⁴	60	60	60	60	60
AC BC atau AC Base	75	100	125	160	220
CTB ³	150	150	150	150	150
Fondasi Agregat Kelas A	150	150	150	150	150

Sumber : (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2024)

2.5. Program KANPAVE

Program Kanpave adalah software desain perencanaan perkerasan jalan yang dikembangkan oleh Dr. Yang H Huang, P.E. Profesor *Emeritus of Civil Engineering University of Kentucky*. [10] Dipakai sebagai menganalisis rasio kerusakan dengan output nilai regangan dan tegangan.

1. Fatigue Cracking (Nd)

Fatigue Cracking adalah jenis kerusakan pada lapisan permukaan perkerasan yang disebabkan oleh akumulasi tegangan yang berulang secara terus-menerus. Untuk mengetahui nilai tersebut menggunakan rumus berikut.

$$N_f = 0,0796 \times (\epsilon_t)^{-3,291} \times (EAC)^{-0,85} \quad (13)$$

2. Rutting (Nd)

untuk menentukan nilai rutting pada program *kanpave* dengan rumus berikut.

$$N_d = 1,365 \times 10^{-9} \times (\epsilon_c)^{-4,477} \quad (14)$$

3. Permanen deformation (Nf)

untuk menentukan nilai *permanen deformation* pada program *kanpave* dengan rumus berikut.

$$N_d = 1,365 \times 10^{-9} \times (\epsilon_c)^{-4,477} \quad (15)$$

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi penelitian

penelitian ini dilaksanakan pada segmen jalan Made – Sugio Kabupaten Lamongan sepanjang 7,400 Km.



Gambar 3. Lokasi Penelitian

Sumber : Dinas Pu Bina Marga Kab. Lamongan

3.2 Teknik pengumpulan data

1. Data primer

Data utama yang diperoleh yaitu kondisi eksisting jalan Made-Sugio, wilayah lokasi penelitian secara khusus, serta keadaan geografis dan kondisi fisik lokasi. Data-data tersebut dengan dokumentasi pribadi.

2. Data sekunder

Data sekunder mencakup informasi-informasi dikumpulkan dari instansi-institusi yang berhubungan dengan topik penelitian.

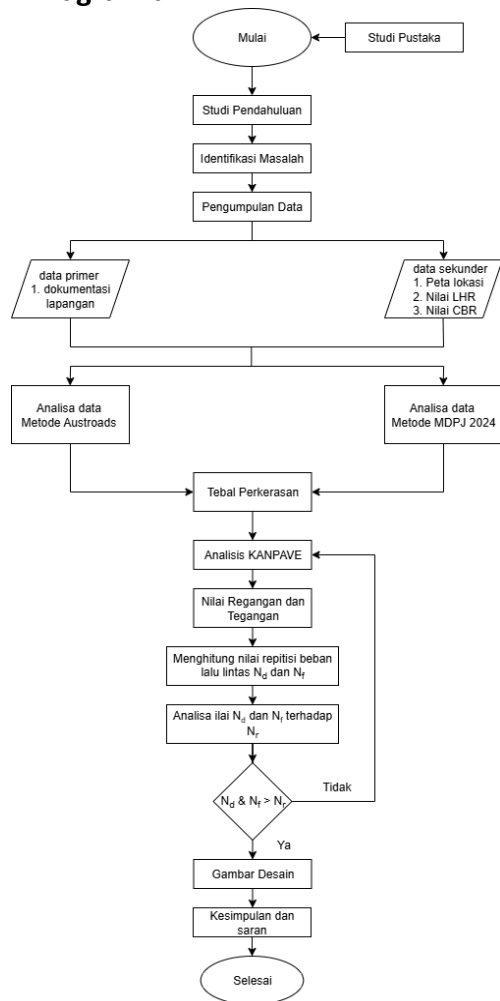
- Layout jalan
- Data volume lintas
- Data hasil uji tanah.

3.3 Analisis data

Data primer dan sekunder diolah untuk merencanakan perkerasan lentur pada ruas jalan Made-Sugio Lamongan, meliputi:

- Persiapan format pengambilan data lapangan seperti layout jalan, nilai CBR, dan perhitungan LHR.
- Pengujian nilai CBR pada setiap segmen
- Penentuan LHR sebagai dasar perencanaan perkerasan.

3.4 Diagram alir



Gambar 4. Flow Chart

4. PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan desain perkerasan metode AUSTROADS

4.1.1 Lalu lintas harian rata-rata

Table 3. Rekapitulasi volumeLintas

Gol.	Jenis Kendaraan	2023	2024	2025	2026
1	sepeda motor	7617	8034	8384	8908
2	sedan dan station wagon	1919	2017	2163	2298
3	opelet, pick-up, dan minibus	842	890	918	975
4	pick up, micro truck,	449	505	577	613
5a	bus kecil	44	64	82	87
5b	bus besar	27	31	39	41
6	truk 2 sumbu	580	702	746	793
7a	truk 3 sumbu	70	96	175	186
7b	truk gandengan	8	9	8	9
7c	truk semi trailer	28	27	29	31
8	kendaraan tidak bermotor	47	42	24	26
Total		11631	12417	13145	13967

Sumber: (Dinas PU binamarga Lamongan,2025)

$$\begin{aligned}
 \text{LHRn} &= \text{LHR}(1+i)^n \\
 \text{LHR2026} &= \text{LHR2025} (1+ 0,0625)^1 \\
 &= 8384 (1 + 0,0625)^1 \\
 &= 8908 \text{ kend/hari}
 \end{aligned}$$

4.1.2 Periode desain

Pada ruas jalan Made-Sugio lamongan menggunakan perkerasan lentur sehingga periode desain menggunakan 20 tahun.

4.1.3 Penentuan nilai Ni

Nilai Ni ditentukan dengan persamaan 1 yang ditampilkan pada tabel berikut, dengan nilai DF dan LDF 1.

Table 4. hasil perhitungan nilai Ni

Jenis Kendaraan	AADT (1)	DF (2)	%HV (3)	LDF (4)	Ni (1x2x3/100x4)
bus	127	1	0,92	1	1,19
Truk 2 sumbu	782	1	5,68	1	45,04
Truk 3 sumbu	183	1	1,33	1	2,47
Truk gandengan	8	1	0,07	1	0,005
Truk semi trailer	30	1	0,22	1	0,07

Sumber: (Hasil perhitungan)

4.1.4 Pertumbuhan lalu lintas

perhitungan proyeksi pertumbuhan lalu lintas dilakukan dengan menerapkan Persamaan (2).

$$\begin{aligned}
 \text{CGF} &= \frac{(1+0,01 R)^p - 1}{0,01 R} \\
 \text{CGF} &= \frac{(1+0,01 0,0625)^{20} - 1}{0,01 0,0625} \\
 &= 20,12
 \end{aligned}$$

4.1.5 Perhitungan nilai N_{HV}

Nilai N_{HV} yang menggambarkan jumlah akumulatif kendaraan berat selama umur rencana, yng diperoleh melalui persamaan (3) yang disajikan pada tabel berikut.

Table 5. Hasil perhitungan nilai N_{HV}

Jenis Kendaraan	Hari (1)	CGF (2)	Ni (3)	N _{HV} (1x2x3)
Bus	365	20,12	1,190	8715,62
Truk 2 sumbu	365	20,12	45,040	330782,38
Truk 3 sumbu	365	20,12	2,470	18167,09
Truk gandeng	365	20,12	0,005	39,66
Truk trailer	365	20,12	0,070	500,85

Sumber: (Hasil perhitungan)

4.1.6 Perhitungan nilai N_{DT}

Untuk perhitungan nilai N_{DT} dengan persamaan (4) yang ditampilkan pada tabel berikut.

Table 6. Hasil perhitungan nilai N_{DT}

Jenis Kendaraan	N_{HV}	N_{HVAG}	N_{DT}
	(1)	(2)	(1x2)
Bus	8715,62	2,8	24403,74
Truk 2 sumbu	330782,38	2,8	926190,66
Truk 3 sumbu	18167,09	2,8	50867,86
Truk gandeng	39,66	2,8	111,04
Truk trailer	500,85	2,8	1402,37

Sumber: (Hasil perhitungan)

4.1.7 Perhitungan nilai ESA

Untuk perhitungan nilai ESA dengan persamaan (5) yang ditampilkan pada tabel berikut.

Table 7. Hasil n nilai ESA

Jenis Kendaraan	Nilai ESA
Bus	1,81
Truk 2 sumbu	1,81
Truk 3 sumbu	2,75
Truk gandeng	4,00
Truk trailer	18,37

Sumber: (Hasil perhitungan)

4.1.8 Perhitungan nilai DESA

Untuk perhitungan nilai DESA dengan persamaan (6) yang ditampilkan pada tabel berikut.

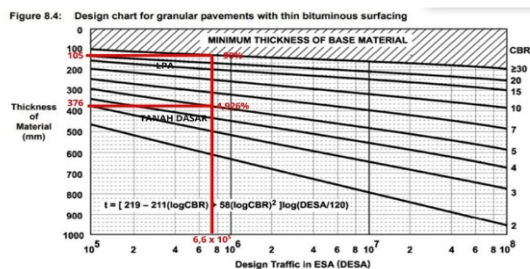
Table 8. Hasil perhitungan nilai DESA

Jenis Kendaraan	ESA (1)	HVAG (2)	NDT (3)	DESA (1/2x3)
Bus	1,81	2,8	23989,57	15775,28
Truk 2 sumbu	1,81	2,8	911981,27	598716,10
Truk 3 sumbu	2,75	2,8	49972,79	49959,50
Truk gandeng	4,00	2,8	98,55	158,63
Truk trailer	18,37	2,8	1355,11	9200,56
Total				673810,07

Sumber: (Hasil perhitungan)

4.1.9 Menentukan tebal perkerasan

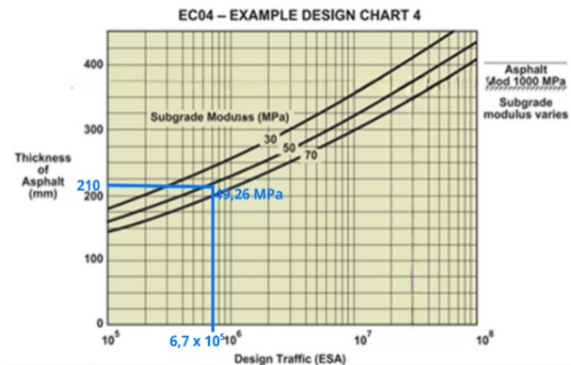
nilai perhitungan tercantum pada Tabel 9. Didapat nilai DESA 673810,07 dan dengan nilai CBR 90% sebesar 4,926% kedua nilai korelasi tersebut penentuan tebal lapis struktur dasar dengan desain chart berikut.



Gambar 5. Menentukan tebal lapis pondasi

Sumber: (Hasil perhitungan)

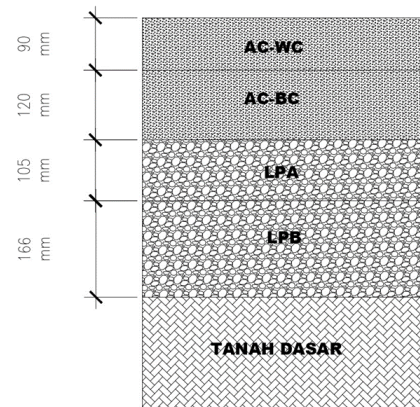
Didapatkan ketebalan LPB 166mm dan LPA 105mm. selanjutnya menentukan tebal lapisan aspal dengan nilai korelasi nilai DESA dan modulus tanah dasar yang ditampilkan pada desain chart berikut.



Gambar 6. menentukan tebal lapis aspal

Sumber: (Hasil perhitungan)

Sehingga didapatkan nilai tebal 210mm dengan perbandingan nilai 4:5 dengan penerapan AC-WC 90mm dan AC-BC 120mm sebagai ketebalan.



Gambar 7 Tebal perkerasan Metode AUSTROADS

4.2 Perhitungan desain perkerasan metode MDPJ 2024

4.2.1 Umur rencana

Pada ruas jalan Made-Sugio Lamongan menggunakan perkerasan lentur sehingga umur rencana dua puluh tahun.

4.2.2 Lalu lintas harian rata-rata

Untuk nilai i (pertumbuhan lalu lintas merujuk pada tabel 4.22 didapat nilai 0,0625.

$$\begin{aligned} \text{LHR}_n &= \text{LHR}(1+i)^n \\ \text{LHR}_{2026} &= \text{LHR}_{2025} (1 + 0,0625)^1 \\ &= 8384 (1 + 0,0625)^1 \\ &= 8908 \text{ kend/hari} \end{aligned}$$

Table 9. Rekapitulasi lintas harian rata-rata

Gol.	Jenis Kendaraan	LHR 2023	LHR 2024	LHR 2025	LHR 2026
1	sepeda motor	7617	8034	8384	8908
2	sedan dan station wagon	1919	2017	2163	2298
3	opelet, pick-up, dan minibus	842	890	918	975
4	pick up, micro truck,	449	505	577	613
5a	bus kecil	44	64	82	87
5b	bus besar	27	31	39	41
6	truk 2 sumbu	580	702	746	793
7a	truk 3 sumbu	70	96	175	186
7b	truk gandengan	8	9	8	9
7c	truk semi trailer	28	27	29	31
8	kendaraan tidak bermotor	47	42	24	26
Total		11631	12417	13145	13967

Sumber: (Dinas PU binamarga Lamongan,2025)

4.2.3 Faktor pertumbuhan lalu lintas

Untuk menentukan nilai faktor kenaikan volume lalulintas berdasarkan persamaan (11).

$$R = \frac{(1+0,01 R)^p - 1}{0,01 R}$$
$$R = \frac{(1+0,01 0,0625)^{20} - 1}{0,01 0,0625}$$
$$= 20,12$$

4.2.4 Faktor distribusi arah dan lajur

Berdasarkan tabel 2.16, pada ruas jalan Made-Sugio memiliki satu lajur per arah dengan nilai DL=1 dan DD=0,50 [9].

4.2.5 Beban sumbu standar kumulatif (CESAL)

Untuk mengetahui nilai CESAL menggunakan persamaan (12).

$$\text{CESAL}_{\text{Bus besar}} = (41 \times 1) \times 365 \times 0,5 \times 1 \times 20,12$$
$$= 152154$$

rencian perhitungan setiap kategori kendaraan dicantumkan pada tabel dibawah ini.

Table 10. Hasil Perhitungan Nilai CESAL

Kend.	LHR	VDF 5 Normal	R	hari	DD	DL	CESAS
Bus Besar	41	1	20,12	365	0,5	1	152154
Truk 2 Sumbu	793	5,1	20,12	365	0,5	1	14843243
Truk 3 Sumbu	186	6,4	20,12	365	0,5	1	4369561
Truk Gandeng	9	13	20,12	365	0,5	1	405745
Truk Trailer	31	11	20,12	365	0,5	1	1244545
Total							21015248

Sumber: (Hasil perhitungan)

4.2.6 Menentukan tebal perkerasan

Hasil perhitungan dari tabel 12 didapatkan nilai CESAL 21.015.248. sehingga menentukan

tipe perkerasan menggunakan bagan 3 yang dihasilkan pada tabel 13 berikut.

Table 11. Pemilihan Tipe Lapisan Perkerasan

Struktur Perkerasan	Desain	ESA 5 (juta) dalam 20 tahun				
		0-1	1-4	4-10	>10-30	>30
AC modifikasi	3, 3A, 3B	-	-	-	-	2
AC dengan CTB					2	-
AC dengan lapis fondasi agregat					-	2
AC dengan lapis fondasi agregat	3, 3A, 3B	-	1,2	1,2	2	-
HRS tipis di atas lapis fondasi agregat	4	2	2	-	-	-
Burda atau Burtu dengan lapis fondasi agregat	5	3	3	-	-	-
AC/HRS dengan lapis fondasi Soil Cement	6	2	2	-	-	-
AC/HRS dengan lapis fondasi agregat dan perbaikan tanah dasar (dengan stabilisasi semen)	7	2	2	-	-	-
Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat	8	-	-	-	2	2
Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah	8A	-	-	1,2	-	-
Perkerasan tanpa penutup (Japat dan jalan kerikil	9	1	-	-	-	-

Sumber : (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2024)

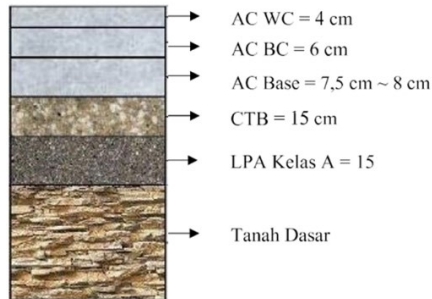
Tabel diatas menenjukan catatan MDPJ 2024 berdasarkan skala pelaksanaan kontruksi, dimana nomer 2 merujuk pada kontraktor berskala besar dengan sumber daya lengkap. Maka menentukan tebal perkerasan pada studi ini mengggunka bagan 3 dengan nilai CESAL 21,01 juta yang ditentukan dengan tabel berikut.

Table 12. Menentukan Tebal Perkerasan

	F1 ²	F2	F3	F4	F5
	Untuk lalu lintas di bawah 10 juta ESA5 lihat bagan desain 3A-3B dan 3C	Lihat Bagan Desain 4 untuk alternatif perkerasan kaku			
Repetisi beban sumbu kumulatif 20 tahun pada lajur rencana (10 ⁶ ESA5)	>10 – 30	>30-50	>50-100	>100-200	>200-500
Jenis permukaan berpangkat	AC	AC			
Jenis lapis pondasi	(CTB)				
AC WC ⁴	40	40	40	50	50
AC BC	60	60	60	60	60
AC BC atau AC Base	75	100	125	160	220
CTB ³	150	150	150	150	150
Fondasi Agregat Kelas A	150	150	150	150	150

Sumber : (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2024)

Dengan demikian, hasil perhitungan dengan metode MDPJ 2024 bahwa lapisan perkerasan terdiri atas AC-WC = 40mm, AC-BC = 60mm, AC-Base = 75mm, CTB = 150mm, dan fondasi agregat kelas A = 150mm.



Gambar 8 Tebal Perkerasan Metode MDPJ 2024

4.3 Analisis KANPAVE dengan ketebalan perkerasan metode AUSTROADS

Data yang diinput program KANPAVE yaitu tebal lapis perkerasan, modulus elastisitas, poisson ratio, beban sumbu dan roda.

Rekapitulasi hasil output dari dari seluruh repiti beban pada masing-masing lapisan tebal perkerasan dapat ditinjau pada tabel berikut.

Table 13. Nilai *vertical strain* dan *tangential strain*

Pengulangan beban	<i>Fatigue cracking</i> Di 20,997cm (kPa)	<i>Rutting</i> di 21 cm (kPa)	<i>Permanent Deformation</i> di 40,103 cm (kPa)
1	1,81E-04	3,61E-04	3,09E-04
2	3,87E-05	2,45E-04	4,13E-04
Maksimum	0,000181	0,000361	0,000413

Sumber: (hasil running program kanlayer)

Analisis terhadap hasil tersebut dilakukan menggunakan persamaan (13) dan (14).

- Menghitung nilai Nf untuk *fatigue cracking*

$$Nf = 0,0796 \times (\epsilon t)^{-3,291} \times (EAC)^{-0,85}$$

$$Nf = 0,0796 \times (0,000181)^{-3,291} \times (250.000)^{-0,85}$$

$$Nf = 4.252.495,57$$
- Menghitung nilai Nd untuk *rutting*

$$Nd = 1,365 \times 10^{-9} (\epsilon d)^{-4,477}$$

$$Nd = 1,365 \times 10^{-9} (0,000361)^{-4,477}$$

$$Nd = 3.525.111,91$$
- Menghitung nilai Nd untuk *permanet deformation*

$$Nd = 1,365 \times 10^{-9} (\epsilon d)^{-4,477}$$

$$Nd = 1,365 \times 10^{-9} (0,000413)^{-4,477}$$

$$Nd = 1.929.853,18$$

Table 14. perhitungan hasil *running KANPAVE*

Beban lalu lintas rencana (Nr)	Repitisi beban (DESA)		Analisa beban lalu lintas
673.810,07	Nf	4.252.495,57	Nf > Nr
673.810,07	Nd	3.525.111,91	Nd > Nr
673.810,07	Nd	1.929.853,18	Nd > Nr

Sumber: (Hasil perhitungan)

Berdasarkan tebal 16, dapat diambil kesimpulan bahwa hasil perencanaan tebal perkerasan metode AUSTROADS dinilai mampu menanggung beban lalu lintas selama umur rencana dua puluh tahun.

4.4 Analisis KANPAVE dengan ketebalan perkerasan metode MDPJ 2024

Data yang diinput program KANPAVE yaitu tebal lapis perkerasan, modulus elastisitas, poisson ratio, beban sumbu dan roda.

Rekapitulasi hasil output dari dari seluruh repiti beban pada lapisan tebal perkerasan yang dilihat pada tabel berikut.

Table 15. Nilai Regangan dan Tegangan

Pengulangan beban	<i>Fatigue cracking</i> Di 20,997cm (kPa)	<i>Rutting</i> di 21 cm (kPa)	<i>Permanent Deformation</i> di 40,103 cm (kPa)
1	1,26E-05	2,06E-04	2,21E-04
2	4,29E-05	5,44E-05	1,61E-04
Maksimum	0,000429	0,000206	0,000221

Sumber: (hasil running program kanlayer)

Analisis terhadap hasil tersebut dilakukan menggunakan persamaan (13) dan (14).

- Menghitung nilai Nf untuk *fatigue cracking*

$$Nf = 0,0796 \times (\epsilon t)^{-3,291} \times (EAC)^{-0,85}$$

$$Nf = 0,0796 \times (0,000429)^{-3,291} \times (3.000.000)^{-0,85}$$

$$Nf = 58.741.232,23$$
- Menghitung nilai Nd untuk *rutting*

$$Nd = 1,365 \times 10^{-9} (\epsilon d)^{-4,477}$$

$$Nd = 1,365 \times 10^{-9} (0,000206)^{-4,477}$$

$$Nd = 43.445.930,76$$
- Menghitung nilai Nd untuk *permanet deformation*

$$Nd = 1,365 \times 10^{-9} (\epsilon d)^{-4,477}$$

$$Nd = 1,365 \times 10^{-9} (0,000221)^{-4,477}$$

$$Nd = 31.716.732,70$$

Table 16. Perhitungan hasil *running KANPAVE*

Beban lalu lintas rencana (Nr)	Repetisi beban (DESA)		Analisa beban lalu lintas
21.015.248	Nf	58.741.232,23	Nf > Nr
21.015.248	Nd	43.445.930,76	Nd > Nr
21.015.248	Nd	31.716.732,70	Nd > Nr

Sumber: (Hasil perhitungan)

Berdasarkan tebal 18, dapat diambil kesimpulan bahwa hasil perencanaan tebal perkerasan metode MDPJ 20224 dapat menanggung beban lalu-lintas selama periode rencana 20 tahun.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Beban lalu lintas ruas Jalan Made–Sugio dengan masa umur rencana 20 tahun adalah 673.810,07 DESA dengan metode AUSTROADS, dan 21.015.248 CESAL dengan metode MDPJ 2024.
2. Tebal perkerasan lentur ruas Jalan Made–Sugio menurut metode AUSTROADS yaitu AC-WC 9 cm, AC-BC 12 cm, LPA 10,6 cm, dan LPB 16,6 cm, dengan total ketebalan 48,1 cm.
3. Tebal perkerasan lentur ruas Jalan Made–Sugio menurut metode MDPJ 2024 yaitu AC-WC 4 cm, AC-BC 6 cm, AC-Base 8 cm CTB 15 cm, dan LFA 15 cm, dengan total ketebalan 48 cm.
4. Hasil analisis *KANPAVE* menunjukkan bahwa pada metode *AUSTROADS* diperoleh $N_f = 4.252.495,57$, N_d (*rutting*) = 3.525.111,91, dan N_d (*permanent deformation*) = 1.929.853,18, seluruhnya lebih besar dari $N_r = 673.810,07$ sehingga tidak terjadi kerusakan selama 20 tahun. Pada metode MDPJ 2024, diperoleh $N_f = 58.741.232,23$, N_d (*rutting*) = 43.445.930,76, dan N_d (*permanent deformation*) = 31.716.732,70, semuanya lebih besar dari $N_r = 21.015.248$, sehingga juga tidak terjadi kerusakan dalam umur rencana 20 tahun.

5.2 Saran

1. Penelitian selanjutnya menambahkan

analisa drainase, karena saluran drainase penting untuk menjaga daya dukung tanah dasar, mencegah genangan air, serta mengurangi risiko kerusakan seperti *rutting* dan *fatigue cracking*.

2. Penelitian selanjutnya disarankan menambahkan analisis rencana anggaran biaya agar perbandingan mencakup aspek kekuatan struktur dan efisiensi biaya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Prasetya, Warsito, I. W. Mt, and M. T. Dr. Azizah Rokhmawati ST., "STUDI PENINGKATAN TEBAL LAPIS TAMBAH (OVERLAY) PADA JALAN SUMBERJATI â€" BTS. KABUPATEN BANYUWANGI STA 225+800 â€" STA 235+800," *Jurnal Rekayasa Sipil (e-journal)*, vol. 13, no. 1, Art. no. 1, Feb. 2023.
- [2] A. C. Choirul, Anang B., A. Rokhmawati, and A. Bakhtiar, "studi evaluasi perkerasan lentur dengan menggunakan metode bina marga 2013 dan aplikasi kanpave," *Jurnal Rekayasa Sipil (e-journal)*, vol. 13, no. 1, pp. 130–139, Feb. 2023.
- [3] K. H. Putra, I. S. Ingsih, and R. Firmansyah, "Rigid Pavement Design For The Jawar Road Surabaya City With Manual Design Of Road Pavement 2017," *Journal Innovation of Civil Engineering (JICE)*, vol. 3, no. 1, pp. 44–51, 2022.
- [4] S. Buton, Warsito, Bakhtiar, W. Warsito, and A. Bakhtiar, "STUDI PENINGKATAN LAPISAN TAMBAHAN (OVERLAY) PADA RUAS JALAN WAENETAT – AIR MENDIDI, KAB. BURU, PROVINSI MALUKU," *Jurnal Rekayasa Sipil (e-journal)*, vol. 15, no. 1, pp. 539–546, Aug. 2025.
- [5] A. Wahab, "Dampak Peningkatan Kualitas Jalan Lingkar Barat Enrekang Terhadap Pengembangan Kawasan Pertanian," PhD Thesis, PROGRAM PASCA SARJANA UNIVERSITAS DIPONEGORO, 2009. Accessed: Oct. 25, 2025. [Online]. Available: <https://eprints.undip.ac.id/19020/>
- [6] S. Sukirman, "Perkererasan Lentur Jalan Raya," *Bandung. Nova*, 1992.
- [7] S. Sukirman, "Perkerasan jalan raya," *Penerbit NOVA, Bandung*, 2003.
- [8] "Austroads." Accessed: May 16, 2025. [Online]. Available: <https://austroads.gov.au/>
- [9] D. B. Direktorat Jenderal Bina Marga, "Direktorat Jenderal Bina Marga," Direktorat Jenderal Bina Marga. Accessed: May 02, 2025. [Online].