

ANALISIS PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN LENTUR (*FLEXIBLE PAVEMENT*) DENGAN MENGGUNAKAN MANUAL DESAIN PERKERASAN JALAN (MDPJ) BINA MARGA 2017

Studi Kasus: Jalan Sei. Landia Ruas Manggopoh – Padang Luar Kabupaten Agam, KM 160+100 dan KM 160+950

(Analysis of Flexible Pavement Thickness by Using the 2017 Bina Marga Pavement Design Manual (MDPJ))

Case Study: Sei. Landia Section Manggopoh - Padang Luar Kab. Agam KM 160+100 and KM 160+950)

Fiky Adi Pratama¹, Imam Hagni Puspito¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta, Indonesia

E-mail: fikyadipratamaa@gmail.com

Diterima 4 September 2024, Disetujui 15 November 2024

ABSTRAK

Penelitian mengenai kondisi permukaan jalan sangat diperlukan untuk mengetahui kondisi serta perkembangan permukaan jalan yang mengalami kerusakan. Salah satunya jalan kolektor di Kabupaten Agam yaitu Jalan Sei. Landia Ruas Manggopoh – Padang Luar. Namun peningkatan jumlah kendaraan, tingginya mobilisasi kendaraan berat, dan meningkatnya curah hujan di daerah Sumatera Barat menyebabkan terjadinya kerusakan di beberapa titik di ruas tersebut. Tujuan penelitian ini yaitu untuk menganalisis tebal lapis perkerasan lentur (*flexible pavement*) di Jalan Sei. Landia Ruas Manggopoh – Padang Luar Kab. Agam KM 160+100 dan KM 160+950. Penelitian ini menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) Bina Marga 2017 yaitu metode yang dikeluarkan oleh Direktur Jenderal Kementerian Bina Marga untuk perhitungan manual perkerasan jalan sebagai acuan mendapatkan tebal rencana yang sesuai dengan data di lapangan. Hasil penelitian analisis tebal perkerasan lentur yang dihitung menggunakan MDPJ 2017 pada ruas KM 160+100 dan KM 160+950 didapat perbedaan desain pada tebal lapisan perkerasan yang telah direncanakan oleh Dinas Bina Marga Provinsi Sumatera Barat dengan perhitungan perencanaan yang telah dilakukan. Perbedaan hasil perhitungan nilai CESA yang didapatkan mempengaruhi tebal dan susunan perkerasan yang digunakan. Perbedaan tersebut terdapat pada lapisan pondasi bawah dan pondasi atas serta tebal lapisan tanah dasar. Pemilihan penggunaan lapis permukaan AC – WC dinilai lebih ekonomis, fleksibel dalam pemakaian, dan bahan yang mudah untuk didapatkan.

Kata kunci: Perkerasan Lentur, MDPJ 2017, Ruas Manggopoh – Padang Luar

ABSTRACT

Research on road surface conditions is needed to determine the condition and development of damaged road surfaces. One of them is a collector road in Agam Regency, namely Jalan Sei. Landia Road Manggopoh - Padang Luar. However, the increase in the number of vehicles, the high mobilization of heavy vehicles, and the increase in rainfall in the West Sumatra area caused damage at several points in the section. The purpose of this research is to analyze the thickness of the flexible pavement layer on Jalan Sei. Landia Road Section Manggopoh - Padang Luar Kab. Agam KM 160 + 100 and KM 160 + 950. This research uses the 2017 Bina Marga Pavement Design Manual (MDPJ) method, which is a method issued by the Director General of the Ministry of Highways for manual calculations of road pavement as a reference to get the thickness of the plan in accordance with data in the field. The results of the research on the analysis of the thickness of flexible pavement calculated using MDPJ 2017 on the KM 160 + 100 and KM 160 + 950 sections obtained design differences in the thickness of the pavement planned by the West Sumatra Provincial Bina Marga Office with planning calculations that have been carried out. The difference in the calculation results of the CESA value obtained affects the thickness and arrangement of the pavement used. The difference is found in the lower and upper foundation layers and the thickness of the subgrade layer. The selection of the use of AC - WC surface layer is considered more economical, flexible in use, and easy to obtain materials.

Keywords: Flexible Pavement, MDPJ 2017, Manggopoh – Padang Luar Section

PENDAHULUAN

Salah satu bagian dari infrastruktur yang sangat penting bagi arus lalu lintas adalah jalan [1]. Pergerakan manusia atau barang di daratan selalu menggunakan sistem transportasi sehingga jalan memiliki peran yang sangat penting pada fasilitas pergerakan yang menunjang kehidupan serta mobilitas manusia sehari-hari. Untuk mengetahui kondisi dan perkembangan kerusakan permukaan jalan, diperlukan penelitian terhadap komponen jalan dan kondisi permukaan jalan. Kerusakan jalan akhir-akhir ini sering kali menjadi topik utama permasalahan di lingkup nasional. Peningkatan lalu lintas kendaraan, mobilisasi kendaraan berat, dan bencana alam telah mengakibatkan kerusakan pada sejumlah besar jalan di wilayah Indonesia. Keselamatan pengguna jalan, aksesibilitas transportasi, dan faktor-faktor lain harus dipertimbangkan ketika menangani ruas-ruas jalan yang rusak.

Jalan di Sei. Landia Ruas Manggopoh – Padang Luar Kabupaten Agam Provinsi Sumatera Barat merupakan salah satu sarana prasarana jalan perkerasan lentur (*flexible pavement*) dalam menunjang kemajuan ekonomi yang menghubungkan antar kecamatan di Kabupaten Agam. Berdasarkan SK.GUB.SUMBAR.No.620-285-2007 jalan tersebut termasuk status jalan pemerintah Provinsi Sumatera Barat. Karena peningkatan jumlah kendaraan berat yang melewati jalan Sei. Landia Ruas Manggopoh – Padang Luar dan tingginya curah hujan di wilayah Kabupaten Agam menyebabkan terjadinya kerusakan badan jalan di KM 160+100 dan KM 160+950.

Banyak elemen yang dipertimbangkan ketika menganalisis kerusakan jalan, termasuk volume lalu lintas, kondisi lingkungan, desain perkerasan, perencanaan campuran, pemilihan material, metode pelaksanaan atau kualitas, dan kombinasi dari elemen-elemen tersebut [2]. Perencanaan tebal perkerasan ini merupakan dasar dalam menentukan tebal perkerasan yang dibutuhkan untuk suatu jalan raya. Perkerasan jalan merupakan struktur yang dirancang dengan kekuatan, ketahanan, dan kekakuan yang diletakkan di atas tanah dasar, yang berfungsi menyalurkan beban di atasnya ke tanah dasar yang baik [3].

Metode Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2017 dapat digunakan untuk menganalisis perencanaan tebal perkerasan lentur (*flexible pavement*) di Jalan Sei. Landia Ruas Manggopoh – Padang Luar di KM 160+100 dan KM 160+950 Kabupaten Agam Provinsi Sumatera Barat. Untuk mengakomodasi keterbatasan terkait kinerja aset di Indonesia, metode ini menggunakan pendekatan yang dipilih sebagai evaluasi ketebalan perkerasan jalan yang disesuaikan dengan perkembangan [4]. Dinas Bina Marga Provinsi Sumatera Barat telah melakukan perencanaan desain perkerasan lentur untuk ruas tersebut.

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana desain perkerasan lentur (*flexible pavement*) yang telah ditetapkan oleh Dinas Bina Marga Provinsi Sumatera Barat? dan bagaimana desain perkerasan lentur (*flexible pavement*) dengan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) Bina Marga 2017 pada jalan Provinsi Sumatera Barat?. Urgensi pada penelitian ini dimana

jalan merupakan salah satu struktur penting yang mendukung kegiatan ekonomi masyarakat, sehingga jika ruas jalan mengalami kerusakan maka tentu akan berdampak pada kegiatan ekonomi dan harus segera diperbaiki.

Maksud dari penelitian ini adalah menganalisis tebal lapisan perkerasan lentur (*flexible pavement*) di jalan Provinsi Sumatera Barat dengan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) Bina Marga tahun 2017. Tujuan penelitian ini adalah Menganalisis tebal perkerasan lentur (*flexible pavement*) di jalan Provinsi Sumatera Barat dengan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) Bina Marga tahun 2017 dan Membandingkan desain tebal perkerasan lentur (*flexible pavement*) di jalan Provinsi Sumatera Barat berdasarkan desain Dinas Bina Marga Provinsi Sumatera Barat dengan metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) Bina Marga tahun 2017.

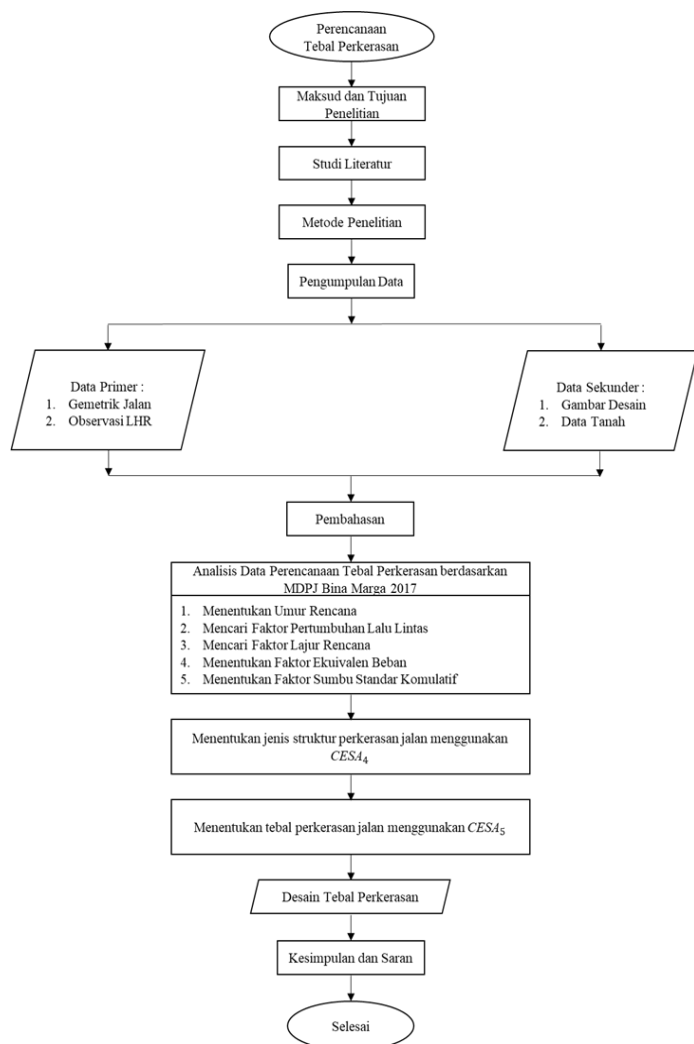
METODE

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Salah satu jenis penelitian yang menghasilkan kesimpulan baru berdasarkan teknik statistik dan metode kuantifikasi lainnya adalah penelitian kuantitatif (pengukuran). Penelitian yang menggunakan metode kuantitatif lebih berkonsentrasi pada sejumlah gejala yang memiliki sifat-sifat tertentu dengan eksistensi manusia, atau variabel. Sifat hubungan antara variabel-variabel tersebut selanjutnya akan diteliti secara kuantitatif dengan menggunakan teori-teori obyektif dan instrumen uji statistik [5].

Penelitian ini menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) Bina Marga tahun 2017 yaitu metode yang dikeluarkan oleh Direktur Jenderal Bina Marga untuk perhitungan manual perkerasan jalan sebagai acuan mendapatkan tebal rencana.

Pada penelitian ini digunakan metode pengumpulan data primer dan data sekunder. Data primer pada penelitian ini diambil secara langsung di lapangan dengan metode survei. Data yang disurvei berupa data kondisi perkerasan dan data survei kendaraan di Jalan Sei. Landia Ruas Manggopoh – Padang Luar Kabupaten Agam Provinsi Sumatera Barat. Sedangkan data sekunder berupa data yang diperoleh melalui data yang telah diteliti, yaitu melalui studi literatur dan penelitian yang relevan serta data yang dikumpulkan dari pihak-pihak lain, seperti gambar desain dan data tanah yang didapatkan dari Dinas Bina Marga Provinsi Sumatera Barat

Agar lebih jelas terkait dengan tahap dan metodologi yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada diagram alir berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Perkerasan Jalan

Lapisan perkerasan jalan berfungsi untuk mendukung, menahan, dan menyalurkan beban lalu lintas di atasnya yang terletak di atas tanah dasar yang sudah dipadatkan. Lapisan ini kemudian mendistribusikan beban-beban baik secara vertikal maupun horizontal sebelum meneruskannya ke tanah dasar, memastikan bahwa beban total pada tanah dasar tidak melebihi daya dukung tanah yang diizinkan [6].

Umur Rencana (UR)

Umur rencana merupakan jumlah waktu dalam tahun yang dihitung sejak jalan tersebut mulai dibuka sampai saat diperlukan perbaikan berat atau dianggap perlu untuk diberi lapis permukaan yang baru [7].

Tabel 1. Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun)
	Lapisan aspal dan lapisan berbutir	20
	Pondasi Jalan	
Perkerasan Lentur	Semua perkerasan untuk daerah yang tidak dimungkinkan pelapisan ulang (<i>overlay</i>), seperti: jalan perkotaan, <i>underpass</i> , jembatan, terowongan	40
	<i>Cement Treated Based (CTB)</i>	
Perkerasan Kaku	Lapis pondasi atas, lapis pondasi bawah, lapis beton semen, dan pondasi jalan.	
Jalan Tanpa Penutup	Semua elemen (termasuk pondasi jalan)	Minimum 10

Analisis Volume Lalu Lintas

Lalu lintas di definisikan sebagai jenis suatu kendaraan baik kendaraan bermotor maupun non bermotor yang melewati suatu ruas jalan [8]. Arus lalu lintas di suatu segmen jalan sangat dipengaruhi oleh kendaraan yang melintas. Volume lalu lintas yaitu banyaknya kendaraan yang melewati suatu titik atau garis tertentu [9].

Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Variabel pertumbuhan lalu lintas diperoleh dari data pertumbuhan historis atau rumus korelasi dengan parameter pertumbuhan lain yang relevan, seperti yang tercantum dalam Manual Desain Perkerasan Jalan Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian PUPR tahun 2017.

Tabel 2. Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (i)

	Jawa	Sumatera	Kalimantan	Rata-rata Indonesia
Arteri dan Perkotaan	4,80	4,83	5,14	4,75
Kolektor Rural	3,50	3,50	3,50	3,50
Jalan Desa	1,00	1,00	1,00	1,00

Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif (R) dapat dihitung untuk awal umur rencana dan akhir umur rencana menggunakan rumus berikut.

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

Dimana:

- R : Faktor pengali pertumbuhan kumulatif
- i : Laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)
- UR : Umur rencana (20 tahun)

Lalu Lintas Pada Lajur Rencana

Lajur rencana adalah bagian jalan tertentu yang

disediakan untuk dilalui oleh mobil yang lebih berat dan memperhitungkan permintaan jumlah kendaraan rata-rata atau jumlah kendaraan saat waktu tertentu (puncak). Direct Distribution Factor (DD) dan Lane Distribution Factor (DL) juga diperhitungkan saat menentukan beban gandar standar kumulatif (ESA) untuk lajur rencana. Pengecualian pada daerah yang proporsi kendaraan niaga cenderung lebih tinggi di satu arah daripada di arah lainnya, nilai DD untuk jalan dua arah biasanya diasumsikan 0,50. Nilai DL pada tipe jalan 2/2 dapat dilihat pada tabel berikut.

4	50
---	----

Faktor Ekuivalen Beban (VDF)

Faktor Beban Ekuivalen (Vehicle Damage Factor), yang juga dikenal sebagai Faktor Kerusakan Kendaraan, digunakan dalam desain perkerasan untuk mengkonversi beban lalu lintas menjadi beban standar (ESA). Berdasarkan jumlah total ESA pada lajur rencana selama umur rencana, analisis struktur perkerasan dilakukan.

Tabel 3. Faktor Distribusi Lajur (DL)

Jumlah Lajur setiap arah	Kendaraan niaga pada lajur desain (% terhadap populasi kendaraan niaga)
1	100
2	80
3	60

Tabel 4. Nilai VDF Kendaraan Niaga

Jenis Kendar aan	Sumatera				Jawa				Kalimantan				Sulawesi				Bali, Nusa Tenggara, Maluku, Papua			
	Beban aktual		Normal		Beban aktual		Normal		Beban aktual		Normal		Beban aktual		Normal		Beban aktual		Normal	
	V	D	V	D	VDF	VDF	VDF	VDF	VDF	VDF	VDF	VDF	VDF	VDF	VDF	VDF	VDF	VDF	VDF	VDF
	F	F	F	F	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	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	-	-	-	-

Sumbu Standar Kumulatif

Beban sumbu standar kumulatif atau Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESAL) merupakan beban gandar lalu lintas desain kumulatif pada keseluruhan lajur desain selama umur yang direncanakan. Hal ini dapat dihitung sebagai berikut.

$$ESA_{TH-1} = (\sum LHR_{JK} \times VDF_{JK}) \times 365 \times DD \times DL \times R \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:

ESA_{TH-1} : kumulatif lintasan sumbu standar ekuivalen (*equivalent standard axle*) pada tahun pertama.

- LHR_{JK} : lintas harian rata-rata tiap jenis kendaraan niaga (satuan kendaraan per hari).
- VDF_{JK} : Faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*) tiap jenis kendaraan niaga
- DD : Faktor distribusi arah.
- DL : Faktor distribusi lajur.
- CESAL : Kumulatif beban sumbu standar ekuivalen selama umur rencana.
- R : Faktor pertumbuhan lalu lintas kumulatif (*cumulative growth factor*).

Tipe Perkerasan Lentur

Pemilihan jenis perkerasan akan bervariasi berdasarkan volume lalu lintas, umur rencana, dan kondisi pondasi jalan.

Tabel 5. Pemilihan Jenis Perkerasan

Struktur Perkerasan	Bagan Desain	ESA (juta) dalam 20 th (pangkat 4 kecuali ditentukan lain)				
		0 - 0,5	0,1 - 4	> 4 - 10	> 10 - 30	> 30 - 200
Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat (di atas tanah dengan CBR ≥ 2,5%)	4	-	-	2	2	2
Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah (daerah pedesaan dan perkotaan)	4A	-	1,2	-	-	-

AC WC modifikasi atau SMA modifikasi dengan CTB (ESA pangkat 5)	3	-	-	-	2	2
AC dengan CTB (ESA pangkat 5)	3	-	-	-	2	2
AC tebal ≥ 100 mm dengan lapis pondasi berbutir (ESA pangkat 5)	3B	-	-	1,2	2	2
AC atau HRS tipis di atas lapis pondasi berbutir	3A	-	1,2	-	-	-
Burda atau Burtu dengan LPA Kelas A atau batuan asli	5	3	3	-	-	-
Lapis Pondasi Soil Cement	6	1	1	-	-	-
Perkerasan tanpa penutup (Japat, jalan kerikil)	7	1	-	-	-	-

Desain Perkerasan Lentur

Pemilihan jenis perkerasan akan bervariasi berdasarkan volume lalu lintas sesuai dengan tabel berikut.

Tabel 6. Pemilihan Desain Perkerasan

Solusi yang dipilih	Struktur Perkerasan								
	FFF1	FFF2	FFF3	FFF4	FFF5	FFF6	FFF7	FFF8	FFF9
Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (106 ESA5)	< 2	≥ 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

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Perencanaan

Berikut data perencanaan untuk menghitung tebal perkerasan lentur.

Jenis Perkerasan	:	<i>Flexible Pavement</i>
Tipe Jalan	:	2/2 (2 Lajur 2 Arah)
Lebar Jalur	:	7 m
Umur Rencana (n)	:	20 Tahun
Pertumbuhan Lalu Lintas (i)	:	3,5 % (Pulau Sumatera)

1. Data Observasi LHR

Observasi kendaraan niaga dilakukan selama 7 x 24 jam dengan data sebagai berikut.

Tabel 7. Hasil Observasi LHR

Kode	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan (smp/hari)
1	Sepeda Motor, Sekuter, dan Kendaraan Roda Tiga	12795
2	Sedan, Jeep, dan Station Wagon	5303
3	Oplet, Pick Up-opelet, Suburban, Combi, dan Minibus	5454
4	Pick-up, Micro, Truk Kecil, dan Mobil Hantaran	2682
5a	Bus Kecil	1246
5b	Bus Besar	0
6a	Truk 2 Sumbu 4 Roda	1139
6b	Truk 2 Sumbu 6 Roda	18
7a	Truk 3 Sumbu	0
7b	Truk Gandengan	0
7c	Truk Tempelan (Semi Trailer)	0

8	KTB: Sepeda, Becak, Dokar, Kretek, Andong	0
---	---	---

2. Data CBR Tanah

Data CBR didapatkan berdasarkan data sekunder. Dalam perencanaan perkerasan lentur, nilai California Bearing Ratio, atau CBR, menunjukkan kemampuan tanah dasar untuk mendukung beban lalu lintas[10]. Segmen jalan yang didesain dikategorikan berdasarkan seberapa besar perbandingan antara segmen yang satu dengan yang lain, yang mengindikasikan kondisi tanah dasar yang dianggap konsisten (tidak berbeda secara signifikan)[11]. Dinas Bina Marga Provinsi Sumatera Barat dengan nilai 3,4% di KM 160+100 dan 7,32% di KM 160+950.

3. Data LHR pada awal umur rencana (LHR₀)

Masa konstruksi dilakukan selama 210 hari dan awal dibukanya jalan pada awal tahun 2025, perhitungan nilai LHR dapat menggunakan rumus berikut.

$$LHR_0 (2025) = LHR_{2024} \times (1 + i)^n \dots\dots\dots(2)$$

Tabel 8. Hasil Perhitungan LHRo

Kode	LHR Survei (smp/hari)	Perhitungan LHRo	Hasil Perhitungan LHRo (smp/hari)
1	12795	$12795 \times (1 + 0,035)^1$	13243
2	5303	$5303 \times (1 + 0,035)^1$	5489
3	5454	$5454 \times (1 + 0,035)^1$	5645
4	2682	$2682 \times (1 + 0,035)^1$	2776
5a	1246	$1246 \times (1 + 0,035)^1$	1290
5b	0	-	-
6a	1139	$1139 \times (1 + 0,035)^1$	1179
6b	18	$18 \times (1 + 0,035)^1$	19
7a	0	-	-
7b	0	-	-
7c	0	-	-
8	0	-	-

4. Data LHR pada akhir umur rencana (LHRn) tahun 2045 (20 Tahun setelah awal dibukanya jalan
Lalu lintas harian rata-rata pada waktu akhir yaitu tahun 2025).
periode beban Muatan Sumbu Terberat (MST)

Tabel 9. Hasil Perhitungan LHRn

Kode	LHRo (smp/hari)	Perhitungan LHR20	Hasil Perhitungan LHR20 (smp/hari)
1	13243	$13243 \times (1 + 0,035)^{20}$	25459
2	5489	$5489 \times (1 + 0,035)^{20}$	10552
3	5645	$5645 \times (1 + 0,035)^{20}$	10852
4	2776	$2776 \times (1 + 0,035)^{20}$	5337
5a	1290	$1290 \times (1 + 0,035)^{20}$	2479
5b	-	-	-
6a	1179	$1179 \times (1 + 0,035)^{20}$	2266
6b	19	$19 \times (1 + 0,035)^{20}$	36
7a	-	-	-
7b	-	-	-
7c	-	-	-
8	-	-	-
Jumlah	29641		56981

5. Perhitungan Beban Standar Kumulatif (ESA)
Berikut data hasil perhitungan berdasarkan uraian di atas.

Tabel 10. Nilai ESA pada awal umur rencana

Kode	LHR Survei (smp/hari)	VDF 4 Normal	VDF 5 Normal	ESA4	ESA5
1	12795	-	-	-	-
2	5303	-	-	-	-
3	5454	-	-	-	-
4	2682	-	-	-	-
5a	1246	-	-	-	-
5b	0	1	1	-	-
6a	1139	0,55	0,5	114327	103934
6b	18	3,4	4,6	11169	15111
7a	0	5,4	7,4	-	-
7b	0	-	-	-	-
7c	0	7	9,6	-	-
8	0	-	-	-	-
Jumlah ESA (2024 - 2025)				125496	119045

Kode	LHR 2025 (smp/hari)	VDF 4 Normal	VDF 5 Normal	ESA4	ESA5
1	13243	-	-	-	-
2	5489	-	-	-	-
3	5645	-	-	-	-
4	2776	-	-	-	-
5a	1290	-	-	-	-
5b	0	1	1	-	-
6a	1179	0,55	0,5	2374729	2158844
6b	19	3,4	4,6	236576	320073
7a	0	5,4	7,4	-	-
7b	0	-	-	-	-
7c	0	7	9,6	-	-
8	0	-	-	-	-
Jumlah ESA (2025 - 2045)				2611305	2478917

6. Perhitungan nilai CESA₄ dan CESA₅
Nilai CESA₄ dan CESA₅ merupakan kumulatif dari perhitungan nilai ESA₄ dan ESA₅ pada awal dan akhir umur rencana.

a) CESA₄

$$CESA_4 = ESA_{4(2024-2025)} + ESA_{4(2025-2045)}$$

$$CESA_4 = 125496 + 2611305$$

Tabel 11. Nilai ESA pada akhir umur rencana

$$CESA_4 = 2736801$$

b) $CESA_5$

$$CESA_5 = ESA_5(2024-2025) + ESA_5(2025-2045)$$

$$CESA_5 = 119045 + 2478917$$

$$CESA_5 = 2597962$$

Desain Rencana

Berdasarkan nilai $CESA_4$ sesuai dengan tabel tipe perkerasan, terdapat beberapa alternatif desain yang dapat digunakan. Sesuai studi kasus di ruas Manggopoh – Padang Luar pada KM 160+100 dan KM 160+950 digunakan tipe perkerasan Asphalt Concrete (AC). Sedangkan untuk desain perkerasan digunakan nilai $CESA_5$ sebagai dasar penentuan desain perkerasan yang digunakan dengan tebal sebagai berikut.

Tabel 12. Desain perkerasan di KM 160+100

AC WC	40 mm
AC BC	60 mm
AC Base	70 mm
LPA Kelas A	300 mm
Tanah Dasar	200 mm

Tabel 13. Desain perkerasan di KM 160+950

AC WC	40 mm
AC BC	60 mm
AC Base	70 mm
LPA Kelas A	220 mm
Tanah Dasar	- mm

Desain Dinas Bina Marga Provinsi Sumatera Barat

Dinas Bina Marga Provinsi Sumatera Barat telah melakukan survei dan perhitungan lalu lintas terhadap ruas tersebut sehingga didapatkan data sebagai berikut.

Data LHR	:	500 kendaraan/hari
Nilai ESA_4	:	8×10^5
Nilai ESA_5	:	$1,2 \times 10^5$
Nilai $CESA_5$:	$> 2 \times 10^5$

Berdasarkan data tersebut Dinas Bina Marga Provinsi Sumatera Barat telah membuat perencanaan jalan dengan menggunakan metode MDPJ Bina Marga 2017 sehingga menghasilkan desain perkerasan lentur seperti berikut.

Tabel 14. Desain perkerasan di KM 160+950

AC WC	40 mm
AC BC	60 mm
Lapisan Kelas A	70 mm
Lapisan Kelas B	220 mm
Lapisan Timbunan Pilihan	-

Rekapitulasi Perbandingan Perhitungan

Setelah desain Dinas Bina Marga dan analisis kembali didapatkan, dengan membandingkan kedua desain tersebut maka dapat diidentifikasi perbedaan dan kesamaan desain perkerasan lentur di Jalan Sei. Landia Ruas Manggopoh – Padang Luar di KM 160+100 dan KM 160+950 Kabupaten Agam Provinsi Sumatera Barat yaitu sebagai berikut.

Tabel 15. Rekapitulasi hasil perencanaan

Nama Lapisan Perkerasan		KM	KM
		160+100 (Segmen A) Tebal (mm)	160+950 (Segmen B) Tebal (mm)
Lapisan Permukaan	AC - WC	40	40
Lapisan Pondasi Atas	AC - BC	60	60
Lapisan Pondasi Bawah	AC Base	70	70
Lapisan Pondasi Bawah	Lapisan Kelas A	300	220
Lapisan Tanah Dasar (Timbunan Pilihan)		200	-

Dengan menggunakan metode yang sama, berikut perbandingan hasil perencanaan perkerasan lentur Dinas Bina Marga Provinsi Sumatera Barat.

Tabel 16. Perbandingan Desain di KM 160+100

Nama Lapisan Perkerasan		Desain Dinas	Berdasarkan
		Provinsi Sumbar Tebal (mm)	Desain Analisis Tebal (mm)
Lapisan Permukaan	AC - WC	40	40
Lapisan Pondasi Atas	AC - BC	60	60
Lapisan Pondasi Atas	AC Base	-	70
Lapisan Pondasi Bawah	Lapisan Kelas A	150	300
Lapisan Pondasi Bawah	Lapisan Kelas B	200	-
Lapisan Tanah Dasar (Timbunan Pilihan)		300	200

Tabel 17. Perbandingan Desain di KM 160+950

Nama Lapisan Perkerasan		Desain Dinas	Berdasarkan
		Provinsi Sumbar Tebal (mm)	Desain Analisis Tebal (mm)
Lapisan Permukaan	AC - WC	40	40
Lapisan Pondasi Atas	AC - BC	60	60
Lapisan Pondasi Atas	AC Base	-	70
Lapisan Pondasi Bawah	Lapisan Kelas A	150	220
Lapisan Pondasi Bawah	Lapisan Kelas B	200	-
Lapisan Tanah Dasar (Timbunan Pilihan)		300	-

Berdasarkan tabel tersebut pada lapis permukaan dengan nilai $CESA_5 > 2 \times 10^5$ yang didesain tanpa AC Base, memungkinkan bahwa batas nilai $CESA_5$ berada $< 2 \times 10^6$ sehingga tidak diperlukan AC Base. Sedangkan setelah dilakukan analisis kembali didapatkan nilai $CESA_5$ adalah $2,597 \times 10^6$ dengan desain menggunakan AC Base. AC Base merupakan lapisan pondasi atas yang terdiri dari campuran agregat dan aspal panas. AC Base berfungsi mendistribusikan beban ke lapis pondasi di bawahnya dan meningkatkan stabilitas perkerasan untuk mengurangi kerusakan. Penggunaan AC Base di Jalan Sei. Landia Ruas Manggopoh - Padang Luar di KM 160+100 dan KM 160+950 Kabupaten

Agam Provinsi Sumatera Barat dapat mengurangi dampak dari kerusakan akibat beban kendaraan berat dan meningkatkan stabilitas perkerasan.

Pada lapis pondasi Dinas Bina Marga Provinsi Sumatera Barat mendesain penggunaan Lapis Pondasi Atas Kelas A dan Lapis Pondasi Bawah Kelas B sebagai perkuatan penyaluran beban. Sedangkan menurut analisis ulang yang dilakukan lapis pondasi dapat menggunakan Lapis Pondasi Atas Kelas A. Penggunaan Lapisan Kelas A dan Lapisan Kelas B secara bersamaan tentunya memberikan hasil yang optimal dalam membangun jalan yang aman dan tahan lama. Berdasarkan tabel di atas penggunaan Lapis Pondasi Atas Kelas A untuk nilai ESA5 $\geq 2 - 4$ juta dengan tebal 220 mm dinilai sudah cukup untuk menahan beban lalu lintas dan lebih ekonomis.

Lapisan tanah dasar baik itu desain Dinas Bina Marga Provinsi Sumatera Barat ataupun desain hasil analisis sama-sama menggunakan timbunan pilihan sebagai perkuatan tanah dasar. Perbaikan tanah dasar dapat berupa material timbunan pilihan, stabilisasi kapur, atau stabilisasi semen. Material timbunan yang ringan seperti sirtu dapat memperbaiki daya dukung tanah tanpa menambah beban berlebih pada lapisan perkerasan. Dalam kasus yang demikian sebaiknya digunakan perbaikan dengan material timbunan pilihan. Berdasarkan tabel tersebut timbunan pilihan digunakan pada Segmen A dengan tebal minimal 200 mm dan nilai CBR 3,4%. Sedangkan untuk nilai CBR 7,32% dinilai sudah cukup untuk menahan beban dan tidak diperlukan perbaikan tanah dasar. Berikut gambar desain berdasarkan analisis kembali yang telah dilakukan.

KESIMPULAN

Kerusakan jalan sering terjadi seperti dapat berupa kerusakan lapis permukaan ataupun kerusakan struktur yang memerlukan perencanaan perbaikan konstruksi perkerasan lentur. Setelah dilakukan perbandingan didapatkan hasil perbedaan pada tebal lapis perkerasan di Jalan Sei. Landia Ruas Manggopoh - Padang Luar di KM 160+100 dan KM 160+950 Kabupaten Agam Provinsi Sumatera Barat. Berdasarkan perbedaan tersebut dengan mempertimbangkan beban lalu lintas yang lewat maka dapat digunakan desain tebal perkerasan lentur yang sudah dilakukan analisis kembali.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Anisa, A. Adma, F. Ahmad, dan A. Phelia, "Evaluasi Daya Dukung Tiang Pancang Pada Pembangunan Jetty," *Jurnal SENDI*, vol. 1, no. 1, hlm. 7-14, 2020, [Daring]. Tersedia pada: <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/tekniksipil> Jurnal Teknik Sipil
- [2] F. Prasetyo, A., Pangestu, A., Defrindo, Y., & Lestari, "RENCANA PEMBANGUNAN SANITASI BERBASIS LINGKUNGAN DI DESA DADISARI KABUPATEN TANGGAMUS," *Jurnal SENDI*, vol. 1, no. 2, hlm. 26-32, 2020, doi: 10.53712/rjrs.v4i2.777.
- [3] F. O. S. Sirait, Supiyon, dan I. Elvina, "Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*) Menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Tahun 2017," *Jurnal*

- Teknika (Teoritis dan Terapan Bidang Keteknikan)*, vol. 3, no. 2, hlm. 186-197, 2020.
- [4] J. Manguande, M. R. E. Manoppo, dan T. K. Sendow, "Analisis Perbandingan Desain Overlay Perkerasan Lentur Dengan Metode Bina Marga 2017 Menggunakan Data Lendutan Bb Dan Aashto 1993 Menggunakan Data Lendutan Fwd (Studi Kasus: Ruas Jalan Airmadidi - Kairagi)," *Jurnal Sipil Statik*, vol. 8, no. 1, hlm. 23-32, 2020.
- [5] T. H. M. Y. P. and S. A. Mm. Ali, *Metodologi Penelitian Kuantitatif Dan Penerapan Nya Dalam Penelitian*. Sekolah Tinggi Agama Islam Ibnu Rusyd Kotabumi, 2022.
- [6] M. M. ARIEF, "ANALISIS PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN JALAN PROVINSI BERDASARKAN MANUAL DESAIN PERKERASAN (MDP) 2017 (Studi Kasus: Jalan Airan ...," vol. 2017, 2023, [Daring]. Tersedia pada: <http://digilib.unila.ac.id/73144/>
- [7] N. Mandala Putra Jurusan, P. Studi Teknik Sipil, F. Teknik, U. Palangka Raya Jln Hendrik Timang, P. Raya, dan R. Jurusan, "ANALISIS SISA UMUR RENCANA JALAN BERDASARKAN PERTUMBUHAN LALU LINTAS DI KOTA PALANGKA RAYA Sutan P. Silitonga," 2021.
- [8] Ahmad. Rafi dan A. Theo. Pratama, "ANALISIS KINERJA PADA RUAS JALAN TENTARA PELAJAR (SEMARANG)," Skripsi, Universitas Semarang, 2019.
- [9] S. Haryati *dkk.*, "Analisis kapasitas dan kinerja lalu lintas pada ruas jalan jenderal sudirman jakarta," vol. 4, no. 1, hlm. 95-108, 2021.
- [10] A. Muda, "ANALISIS NILAI CBR DESAIN TANAH DASAR DENGAN DYNAMIC CONE PENETROMETER PADA PEKERJAAN LONGSORAN STA 1+600, RUAS 041(PADANGSIDEMPUNAN -BATAS SUMBAR)," *J. Inersia*, vol. 14, hlm. 21-27, 2021, [Daring]. Tersedia pada: <https://doi.org/10.33369/ijts.14.1.21-27>
- [11] Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga, "Manual Desain Perkerasan Jalan," 02/M/BM/2017, 2017