

ANALISIS PERENCANAAN DAN BIAYA SIKLIUS HIDUP PERKERASAN LENTUR METODE MDP 2024

Miranda Seviana¹, Audinda Virsa Leinia², Yogie Risdianto³
Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
E-mail: [*sevianamiranda@gmail.com](mailto:sevianamiranda@gmail.com)¹

ABSTRAK

Jalan sepanjang 6,72 km di Kabupaten Lamongan dihadapkan pada tantangan lalu lintas berbeban berat serta keterbatasan daya dukung subgrade lokal ber-CBR 2%. Penelitian ini mengkaji perancangan perkerasan lentur mengacu pada Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP) 2024 melalui pendekatan perbaikan tanah dasar dan evaluasi ekonomis berbasis Life Cycle Cost Analysis (LCCA). Hasil analisis menunjukkan bahwa rekayasa stabilisasi tanah berhasil mendongkrak CBR efektif hingga 6%, sehingga memenuhi ambang batas kelayakan struktural MDP 2024. Estimasi pengeluaran kapital awal konstruksi tercatat sebesar Rp129.146.149.317,00. Adapun proyeksi biaya pemeliharaan selama umur layanan 40 tahun berdasarkan parameter inflasi 5% dan suku bunga 4,9% menghasilkan Present Worth Cost sebesar Rp81.702.714.550,46. Total Life Cycle Cost mencapai Rp210.848.863.867,46, dengan akumulasi alokasi preservasi memegang porsi 38,75% dari keseluruhan pengeluaran. Disimpulkan bahwa strategi intervensi tanah dasar dari CBR 2% ke 6% efektif menjaga kontinuitas struktur, di mana proporsi biaya pemeliharaan sebesar 38,75% mengindikasikan efisiensi finansial jangka panjang. Sebagai further studies, direkomendasikan studi komparatif komprehensif antara skema perkerasan lentur ini dengan perkerasan kaku (rigid pavement) guna membandingkan performa struktur dan efisiensi siklus biaya pada karakteristik tanah lunak serupa

Kata kunci

Kata Kunci: *Perkerasan Lentur, MDP 2024, Stabilisasi Tanah, Analisa Siklus Hidup*

ABSTRACT

The 6,72 km long road in Lamongan Regency is faced with heavy traffic challenges as well as the limited carrying capacity of the local subgrade with a CBR of 2%. This research examines the design of flexible pavements referring to the Road Pavement Design Manual (MDP) 2024 through a ground improvement approach and economic evaluation based on Life Cycle Cost Analysis (LCCA). The results of the analysis show that soil stabilization engineering succeeded in boosting CBR effectively up to 6%, thus meeting the structural feasibility threshold of MDP 2024. The estimated initial capital expenditure of construction was recorded at Rp129,146,149,317,00. The projection of maintenance costs during the 40-year service life based on the 5% inflation parameter and 4.9% interest rate produces a Present Worth Cost of Rp81,702,714,550,46. Total Life Cycle Cost reaches Rp210,848,863,867,46, with the accumulation of preservation allocation holding a portion of 38,75% of the total expenditure. It is concluded that the ground intervention strategy from CBR 2% to 6% is effective in maintaining the continuity of the structure, where the proportion of maintenance costs of 38.75% indicates long-term financial efficiency. As further studies, a comprehensive comparative study is recommended between this flexible pavement scheme and rigid pavement (rigid pavement) to compare structural performance and cost cycle efficiency on similar soft soil characteristics

Keywords

Keywords: *Flexible Pavement, MDP 2024, Soil Stabilization, Life Cycle Cost Analysis (LCCA).*

1. PENDAHULUAN

Transportasi merupakan salah satu penggerak krusial dalam pertumbuhan ekonomi, perpindahan penduduk, serta distribusi barang, dan jasa dari tempat asal ketempat tujuan Menurut UU RI no. 38 Tahun 2004 pasal 1 ayat (4), jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas yang berada pada permukaan tanah dan atau air, serta diatas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel. jalan yang baik dan berkualitas sangat berpengaruh pada sarana dan prasarana transportasi yang aman bagi penggunaanya.

Perkerasan jalan merupakan komponen utama pada perencanaan jalan, salah satu syarat utama jalan yang baik yaitu, kuat, tahan lama serta ekonomis pada umur rencana yang telah ditentukan. Tak hanya ditunjang melalui perencanaan perkerasan yang sesuai spesifikasi melainkan menurut (Andi Arthono & Permana, 2022) beban kendaraan berlebih merupakan faktor kerusakan utama perkerasan jalan yang tidak terdikteksi secara tepat dalam perhitungan lalu lintas. Metode MDP (Manual Desain Perkerasan Jalan) 2024 merupakan metode baru berbasis mekanistik empiris dengan pendekatan desain struktur perkerasan lentur berupa katalog. Edisi pembaharuan MDP 2024 merupakan penyempurnaan metodologi yang lebih komprehensif, mencakup faktor kerusakan struktural lebih detail, parameter daya dukung tanah dasar, hingga penyesuaian material modern (Dirktorat Jendral Bina Marga, 2024).

Penelitian ini bertujuan untuk merancang tebal struktur perkerasan lentur sepanjang 6,72 Km khusus melayani beban lalu lintas berat, berbasis MDP 2024, serta mengevaluasi kelayakan ekonomi berdasarkan analisa siklus hidup sepanjang umur layanan rencana, dengan penyelarasan biaya konstruksi awal, prediksi biaya pemeliharaan, serta penyesuain terhadap faktor inflasi dan suku bunga. Tingginya akumulasi beban kendaraan berpotensi mempercepat degradasi struktur perkerasan. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan yang optimal agar mampu menahan beban lalu lintas berat.

Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan merupakan bagian konstruksi dari jalur lalu lintas, yang membentuk satu kesatuan penampang struktur paling sentral dalam suatu badan jalan yang berfungsi sebagai penunjang beban lalu lintas di atasnya (Nurmawati & Wibisono, 2024). Perkerasan jalan terletak diantara lapisan tanah dasar dan roda kendaraan, dalam aspek fungsional, perkerasan dapat memberikan keamanan dan kenyamanan pada pengendara karena permukaan yang rata dan koefisien gesek yang dapat menahan gelinciran pada roda. Pencapaian mutu perkerasan yang optimal sangat bergantung dengan pengetahuan sifat, pengendalian dan pengolahan perkerasan jalan sesuai dengan mutu material penyusunya (Sukirman,1999).

Perkerasan Lentur Metode MDP 2024

Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2024 menggunakan pendekatan mekanistik empirik dalam perancangan perkerasan lentur dan kaku dengan keluaran berupa katalog struktur (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2024). Perkerasan lentur metode ini menetapkan standar ketebalan lapisan aspal dan agregat melalui kumulatif beban gandar yang akumulasikan dengan perhitungan ESA^4 dan ESA^5 . Menurut (Jordy, Murniati, 2025) perubahan kualifikasi MDP 2024 pembaharuan istilah *capping layer* dihilangkan, penanganan tanah dasar lunak dengan ketebalan diatas 1 m direkomendasikan analisis secara geoteknik, perhitungan volume lalu lintas, nilai rehabilitas, hingga penentuan tebal struktur menggunakan katalog. Parameter yang digunakan untuk penentuan tebal perkerasan perkerasan lentur:

a. Volume Lalu Lintas

Volume lalu lintas diperoleh dengan analisis Lalu Lintas harian rencana (LHR), yang mempertimbangkan data lalu lintas awal, faktor pertumbuhan lalu lintas, dan periode umur rencana.

$$LHR_{2026} = LHR_{2020} \times (1 + i)^n \quad (1)$$

b. Penentuan Umur

Umur rencana perkerasan mengakumulasi umur pelayanan jalan saat jalan tersebut di buka untuk lalu lintas kendaraan hingga tahun perbaikan yang bersifat struktural.

Tabel 1. Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (Tahun)
Perkerasan lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir	20
	Lapisan Fondasi jalan	40
	Semua perkerasan untuk lokasi yang tidak dimungkinkan pelapisan	
	ulang (overlay), seperti: jalan perkotaan, underpass, jembatan, dan terowongan	
	Lapisan Fondasi Berpengikat Semen, Cement Treatedb Base (CTB)	
Perkerasan kaku	Lapisan fondasi atas, lapis fondasi bawah, lapis beton semen, dan fondasi jalan	
Jalan tanpa penutup	Semua elemen (termasuk fondasi jalan)	10

Sumber: MDP 2024, Bab 2, Halaman 1

3. Faktor Lajur

Lajur rencana merupakan salah satu lajur lalu lintas dari suatu ruas jalan yang menampung lalu lintas kendaraan niaga paling besar Beban lalu lintas pada setiap lajur ditentukan berdasarkan distribusi arah (DD) untuk jalan dua arah umumnya diambil 0,50 dan faktor distribusi lajur (DL).

Tabel 2. Faktor Distribusi Arah (DL)

Jumlah Lajur Tiap Arah	Kendaraan Niaga Pada Lajur Desain (% Terhadap Populasi Kendaraan Niaga)
1	100
2	80
3	60
4	50

Sumber: MDP 2024, Bab 4, Halaman 3

4. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Pertumbuhan lalu lintas dipengaruhi oleh faktor perkembangan daerah. Kebijakan dalam penentuan faktor pertumbuhan lalu lintas merupakan data – data historis dengan faktor pertumbuhan yang valid. Faktor pertumbuhan lalu lintas dapat dilihat berdasarkan jenis jalan dan wilayah.

Tabel 3. Faktor 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

Sumber: MDP 2024, Bab 4, Halaman 2

a. Jenis Perkerasan

Jenis perkerasan ditentukan berdasarkan volume lalu lintas, umur rencana, dan kondisi fondasi jalan. Pemilihan alternatif desain berdasarkan panduan yang didasari dengan *discounted lifecycle cost* terendah dalam bentuk katalog.

Tabel 4. Jenis Perkerasan

Struktur Perkerasan	Bagan Desain	ESA5 (juta) dalam 20 tahun				
		0 - 1	1 - 4	4 - 10	>10 - 30	>30
AC modifikasi	3, 3A, 3B	-	-	-	-	2
AC dengan CTB					2	-
AC Modifikasi dengan CTB					-	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: MDP 2024, Bab 3, Halaman 1

b. Faktor *Vehicle Damage Factor* (VDF)

Vehicle Damage Factor merupakan penentuan nilai beban lalu lintas untuk mengukur tingkat kerusakan yang ditimbulkan terhadap perkerasan.

Tabel 5. VDF Jawa Timur - Pantura

JAWA TIMUR - PANTURA				
Kelas Kendaraan	Faktual		Normal	
	VDF4	VDF5	VDF4	VDF5
Gol 5B	1,2	1,3	1,2	1,3
Gol 6A	0,5	0,4	0,5	0,4
Gol 6B	2,2	2,9	0,6	0,6
Gol 7A1	8,1	12,4	2,9	3,4
Gol 7A2	14,3	28,5	4,4	6,0
Gol 7A3	-	-	-	-
Gol 7B1	10,2	16,2	4,6	5,2

Gol 7B2	16,9	25,7	7,1	8,4
Gol 7B3	-	-	-	-
Gol 7C1	9,8	15,8	4,8	5,9
Gol 7C2A	15,5	26,5	8,3	11,7
Gol 7C2B	21,4	42,2	7,6	10,8
Gol 7C3	21,7	42,2	9,4	13,9
Gol 7C4	-	-	-	-

Sumber: MDP 2024, Lampiran I, Halaman 6

c. Beban *Cumulative Equivalent Single Axel Load* (CESAL)

Cumulative Equivalent Single Axel Load (CESAL) merupakan perhitungan jumlah kumulatif beban sumbu pada lajur desain selama umur rencana. Dalam metode perencanaan perkerasan lentur MDP 2024 beban sumbu dihitung dalam satuan ESA5 berdasarkan persamaan perkalian LHR rata-rata tiap kendaraan dikalikan dengan faktor VDF, satuan hari dalam satu tahun, faktor arah, faktor lajur dan faktor pertumbuhan lalu lintas.

$$\text{CESAL} = \sum (LHR_{jk} \times VDF_{jk}) \times 365 \times DD \times DL \times R \quad (2)$$

d. Desain perkerasan Lentur

Perkerasan lentur direncanakan menggunakan satu bagan desain, di mana pemelihan bagan tersebut meliputi beban lalu lintas rencana, fondai atas, bawah, dan perkerasan yang berada dalam rentang yang dipersyaratkan berdasarkan material yang digunakan sebagai berikut:

- 1) Bagan Desain-3(1) Desain Perkerasan Lentur dengan 150 mm CTB.
- 2) Bagan Desain-3(2) (dengan 200 mm CTB).
- 3) Bagan Desain-3(2) (dengan 200 mm CTB).
- 4) Bagan Desain-3(4) (dengan 300 mm CTB).
- 5) Bagan Desain-3A Desain Perkerasan Lentur – Aspal dengan Lapis Fondasi Agregat (Aspal Pen 60/70 dan PG70).
- 6) Bagan Desain-3B Penyesuaian Tebal Lapis Timbunan Pilihan Berbutir Kasar atau LFA Kelas C atau Stabilisasi Semen (Hanya untuk Bagan Desain-3A).
- 7) Bagan Desain-4 Desain Perkerasan Lentur dengan HRS.
- 8) Bagan Desain-5 Perkerasan Berbutir dengan Laburan.
- 9) Bagan Desain-6 Perkerasan dengan Stabilsasi Tanah Semen (Soil Cement).
- 10) Bagan Desain-7 Perkerasan dengan Improve Subgrade Stabilisasi Semen.

Daya Dukung Tanah (CBR)

California Bearing Ratio (CBR) merupakan percobaan daya dukung tanah yang dikembangkan oleh *California State Highway Department*, prinsip pengujian ini adalah penguji penetrasi dengan cara memasukan satu benda ke dalam benda uji (Are et al., 2025). Kekuatan tanah dasar mempengaruhi ketahanan mutu lapisan perkerasan diatasnya. Untuk pembangunan jalan baru pengujian tanah harus diambil dari tanah dasar dibawah rencana perkerasan. Penilaian tanah dasar dapat diuji dengan DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) di lapangan dan dilakukan uji CBR untuk data pendukung.

Stabilisasi Tanah Dasar Menurut MDP 2024

Evektifitas perbaikan tanah dasar dalam penelitian Barnas dan Karopeboka (2014), mengkaji nilai CBR tanah dasar pada lokasi SPBG Bubulak memiliki nilai 1,26%, termasuk katagori buruk, maka untuk mencapai nilai CBR katagori sedang 5-10% perlu dilakukan pencampuran dengan jenis tanah pasir lanau atau batu kapur. Sejalan dengan ketentuan MDP 2024 apabila daya dukung tanah dasar tidak memenuhi kriteria minimum maka diperlukan fondasi stabilisasi tanah timbunan pilihan. Menurut klasifikasi (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2024) tanah dasar dengan CBR rendah memerlukan penanganan

perbaikan stabilisasi mencapai daya dukung minimum 6%. Besarnya peningkatan nilai CBR tanah dasar memerlukan stabilisasi dihitung menggunakan Persamaan...

$$\text{CBR}_{\text{stabilisasi}} = \text{Asal} \times 2^{(\text{tebal lapis stabilisasi dalam mm})/150} \quad (3)$$

Analisa Biaya Konstruksi

Dalam menentukan besarnya biaya yang perlu diketahui terlebih dahulu yaitu volume dari pekerjaan yang direncanakan (Prasetyo et al., 2020). Biaya konstruksi merupakan komponen utama dalam pemilihan jenis perkerasan. Biaya konstruksi meliputi, biaya konstruksi perkerasan awal pembangunan, biaya pemeliharaan berkala, pemeliharaan rutin dengan mengalikan harga satuan pada setiap volume pekerjaan (Ramdhani, 2016) Dalam penelitian ini biaya konstruksi meliputi penentuan volume pekerjaan perkerasan lentur, analisa satuan harga satuan pekerjaan (AHSP), rencana anggaran biaya struktur perkerasan dan rekapitulasi rencana anggaran biaya.

Biaya Pemeliharaan

Penurunan kondisi fisik perkerasan lentur mengakibatkan penurunan kondisi fungsional, seiring besarnya akumulasi beban lalu lintas serta paparan faktor lingkungan. Semakin bertambahnya usia jalan semakin mahal biaya pemeliharaannya. Pemeliharaan rutin pada perkerasan lentur meliputi pekerjaan penambalan jalan, dengan item pekerjaan galian perkerasan beraspal tanpa *cold milling machine*, lapis perekat dan penambalan jalan. Menurut Hemastuti dan Amudi (2024) pemeliharaan rutin perkerasan lentur dilakukan setiap 1 tahun sekali, untuk perkerasan kaku pemeliharaan rutin dilakukan setiap 2 tahun sekali dan untuk mengetahui biaya pemeliharaan perlu dihitung volume pekerjaan pemeliharaan yang diasumsikan 2% dari luasan total. Pemeliharaan berkala perkerasan lentur menurut (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2024) pelapisan ulang AC-WC dilakukan selama 10 tahun sekali, jika kerusakan sudah melebihi luas area dan tebal melebihi 150 mm – 210 mm maka harus dilakukan rekonstruksi penuh daripada lapis tambah. Merujuk pada penelitian Ramdhani (2016), biaya awal konstruksi pada jalan Maredan dengan panjang jalan 7 km dan lebar 7 meter diperoleh biaya konstruksi perkerasan lentur Rp. 24.549.455.527,00 biaya pemeliharaan rutin dan berkala dengan faktor umur kerusakan 20 tahun perkerasan lentur sebesar Rp. 111.840.00.356,80. Hal ini menyatakan bahwa akumulasi biaya pemeliharaan jangka panjang dapat melampaui biaya awal hingga 355,5%.

Nilai Inflasi (Future Value)

Menurut Bank Indonesia (2024), peningkatan inflasi tertinggi 4% setiap tahun, selama 5 tahun yang menyebabkan peningkatan biaya pemeliharaan dihitung menggunakan persamaan. Penggunaan perhitungan inflasi berfungsi untuk menganalisis nilai mata uang terhadap tahun rencana perbaikan perkerasan.

$$F_v = P_v(1+i)^n \quad (4)$$

Nilai Sekarang (Present Value)

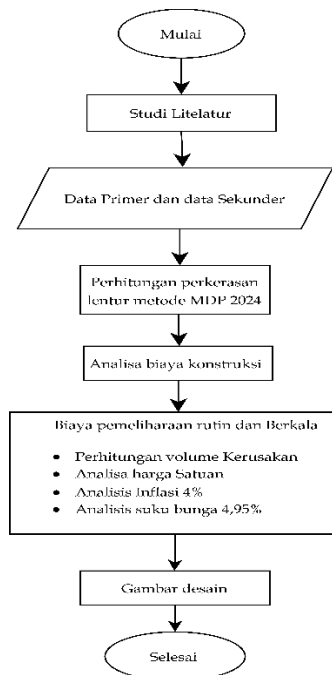
Nilai sekarang (*present value*) merupakan konversi nilai (*future value*) ke nilai mata uang pada saat ini pada tahun ke-0 dengan memperhitungkan faktor suku bunga. Berdasarkan data suku bunga yang diperoleh melalui *website* resmi Bank Indonesia menunjukkan nilai BI 7-Day Repo Rate 5 tahun terakhir memiliki rata-rata sebesar 4,9%.

$$P_v = F_v \times \frac{1}{(1+i)^n} \quad (5)$$

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif yang memperhitungkan perancangan struktur perkerasan dengan analisis ekonomi.

Pendekatan ini digunakan untuk mengevaluasi ketebalan perkerasan lentur berdasarkan pedoman Manual Desain Perkerasan Lentur (MDP) 2024 serta mengkaji kelayakan finansial jangka panjang menggunakan metode *Life Cycle Cost Analysis* (LCCA) selama masa layanan 40 tahun. Data primer diperoleh melalui perhitungan yang dilakukan oleh peneliti yaitu penentuan tebal perkerasan sebagai dasar perencanaan dan perhitungan biaya konstruksi serta pemeliharaan. Data sekunder diperoleh dari instansi terkait yang meliputi data nilai *California Bearing Ratio* (CBR) tanah dasar, Lalu Lintas Harian Rat-rata (LHR) beban berat, Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bina Marga 2025, serta data inflasi dan suku bunga dari Bank Indonesia. Adapun diagram alir untuk menyusun penelitian ini dilihat pada diagram berikut.



Gambar 1. Diagram Alir

Lokasi penelitian dilakukan pada ruas Jalan Lingkar Utara Lamongan yang berketempatan pada Desa Rejosari, Kecamatan Deket, Kabupaten Lamongan dengan panjang lintasan proyek 6,72 Km, tipe jalan 4/2 (4 lajur, 2 jalur).



Gambar 2. Lokasi Penelitian

Sumber: DED PT. Jaya Konstruksi - Gorga

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Perencanaan

Jenis jalan yang direncanakan merupakan jalan arteri kelas I dengan tipe jalan 2 jalur 4 lajur sepanjang 6,72 Km, jalan dibuka pada tahun 2026 dan perhitungan Lalu Lintas Harian Rencana pada tahun 2022. Pertumbuhan lalu lintas mengacu pada wilayah pembangunan jalan dan tipe jalan 4,8% (i). Perencanaan umur rencana direncanakan selama 40 tahun.

3.2 Data Lalu Lintas Harian Rata-rata

Survei dilakukan pada tahun 2022 dikonversikan dengan rumus pertumbuhan lalu lintas untuk memprediksi akumulasi beban sumbu standar selama masa layanan. Proyeksi pertumbuhan volume lalu lintas LHR hingga tahun rencana dihitung menggunakan persamaan 1 dengan hasil berikut:

$$LHR_{2026} = 50 \times (1+4,8\%)^4 = 66$$

Tabel 6. LHR Kendaraan Berat Tahun 2026 dan 2028

No	Jenis Kendaraan	Golongan	2022	2026	2028
1	Bus besar	(5B)	224	270	297
2	Truk 2 sumbu 4 roda	(6A)	881	1063	1167
3	Truk 2 sumbu 6 roda	(6B)	3465	4180	4591
4	Truk 3 sumbu single	(7A1)	-	-	
5	Truk 3 sumbu tandem	(7A2)	2003	2416	2654
6	Truk 4 sumbu	(7C1)	-	-	
7	Truk 5 sumbu tandem	(7C2A)	817	986	1082
8	Truk 5 sumbu triple	(7C2B)	-	-	
9	Truk 6 sumbu	(7C3)	-	-	
10	Truk gandeng	(7B1)	203	245	269

Sumber: Hasil Perhitungan

3.3 Daya Dukung Tanah dasar (CBR)

Daya dukung tanah dilakukan berdasarkan hasil pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) per titik yang mewakili setiap segmen jalan.

Tabel 7. CBR Tanah Dasar

No	STA	Titik pengambilan sampel	Nilai rata-rata CBR (%)
1	STA 0+000 – STA 2+300	23	1,88 %
2	STA 2+400 – STA 4+400	20	2,68 %
3	STA 4+500 – STA 6+900	24	2,73 %

Sumber: BBPJN Jatim-Bali

Rata-rata CBR tanah dasar sebesar 2,49%. sesuai dengan peraturan MDP 2024, tanah dasar CBR <2,5% kedalaman 1m ditangani dengan timbunan SG2,5, serta perbaikan lapis tanah lunak/ halus berupa perbaikan material bebutir kasar LFA kelas C setebal 200 mm CBR 30% PI 6-15.

Tabel 8. Analisa CBR Tanah Dasar Terhadap Fondasi Bawah

CBR Tanah	Kelas Kekuatan	Uraian Struktur Fondasi	Perkerasan Lentur	Perkerasan Kaku
			Beban Lalu Lintas Pada Jalur Rencana Dengan	

Dasar (%)	Tanah Dasar		Umur Rencana 40 Tahun (Juta ESA5)		
			<10	>10	
			Tebal Minimum Perbaikan Tanah Dasar (mm)		
5	SG5	Perbaikan tanah dengan material timbunan pilihan (CBR ≥ 10%)	200	200	200
4	SG4		300	400	400
3	SG3			600	600
2,5	SG2,5				
Kekuatan tanah dasar < 2,5% atau tanah lunak			Untuk tebal tanah lunak > 1 m harus ditangani dengan penanganan geoteknik, sedangkan untuk ketebalan ≤ 1 m dapat diganti tanah timbunan dengan tebal minimum yang sama dengan ketentuan dan berlaku untuk tanah SG2,5 Bagan Desain ini.		
Tanah ekspansif			Penanganan sesuai dengan kajian geoteknik terhadap besaran potensi pemuaian dengan ketebalan penutup tidak kurang dari 600 mm berupa material dengan potensi pemuaian tidak lebih besar dari 1,5%. Di atas lapis penutup tersebut harus ditambahkan lapis perbaikan SG2,5.		
Catatan:					
1) Untuk perkerasan kaku dan perkerasan lentur bilamana tanah dasarnya masih berbutir halus maka harus dipasang lapisan setebal 200 mm berupa lapisan: timbunan pilihan berbutir kasar yang mempunyai CBR minimum 30% dengan PI 6 – 15 dan ukuran butir maksimum 50 mm atau LFA Kelas C atau dengan lapis stabilisasi semen (UCS 10 kg/cm2).					
2) Penanganan tanah ekspansif dapat mengacu pada Subbab 6.7 atau mengacu pada Pedoman Konstruksi dan Bangunan PUPR tentang Penanganan Tanah Ekspansif untuk Konstruksi Jalan PdT-10-2005-B, Pedoman Konstruksi dan Bangunan PUPR tentang Penanganan Tanah Ekspansif dengan Geomembran sebagai Penghalang Kelembaban Vertikal PdT-11-2004-B dan Austroads Guide to Pavement Technology Part 4I Eartworks Materials AGPT04I-09.					

Sumber: Hasil Perhitungan

$$\begin{aligned}\text{CBR}_{\text{stabilisasi}} &= 2,49 \times 2 (200 \text{ mm})/150 \\ &= 6,2 \%\end{aligned}$$

Dari hasil penentuan CBR tanah dasar menurut MDP 2024 dilakukan perbaikan stabilisasi tanah dasar dengan persamaan 3. Maka CBR tanah setelah dilakukan stabilisasi menggunakan material LFA kelas C dipasang lapis setebal 200 mm, menghasilkan CBR 6,2%.

3.4 Umur Rencana Perkerasan Lentur

Umur rencana perkerasan lentur ditentukan selama 40 tahun, dihitung dengan rencana faktual 2 tahun pertama dan umur rencana normal selama rencana umur perkerasan. Periode 1 diambil 4,8% dan periode ke 2 yaitu 2,4%. Rencana umur rencana dihitung sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 R_{\text{faktual}} &= \frac{(1+i)^{UR} - 1}{i} \\
 &= \frac{(1+4,8\%)^2 - 1}{4,8\%} \\
 &= 2,05 \\
 R_{\text{normal}} &= \frac{(1+0,01i)^{UR} - 1}{0,01i} + (1+0,01i)^{(UR-1)} (1+0,01i2) \left(\frac{(1+0,01i2)^{UR-UR}}{0,01i2} \right) \\
 &= \frac{(1+0,01 \times 4,8)^{18} - 1}{0,01 \times 4,8} + (1 \\
 &\quad + 0,01 \times 4,8)^{(18-1)} (+0,01 \times 2,4) \left(\frac{(1+0,01 \times 2,4)^{20-18} - 1}{0,01 \times 2,4} \right) \\
 &= 32,21
 \end{aligned}$$

3.5 Akumulasi Beban Lalu Lintas Rencana (CESA)

Perhitungan akumulasi beban sumbu standar kumulatif (CESA) dilakukan dengan memperhitungkan faktor kerusakan (VDF), factor distribusi arah (DD) 0,5, dan faktor distribusi lajur (DL) 0,8. Nilai VDF diperoleh dari lampiran tabel regional MDP 2024. Dihitung dengan persamaan berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{CESA5} &= (\sum 297 \times 1,3) \times 365 \times 0,5 \times 0,8 \times 32,21 \\
 \text{normal} &= 1.814.384,94
 \end{aligned}$$

Tabel 9. Hasil Penentuan CESA5

Jenis kendaraan	LHR 2026	LHR 2028	VDF 5		D D	D L	R		CESA 5	
			Faktual	Normal			Faktual	Normal	Faktual	Normal
Bus besar (5B)	270	297	1,3	1,3	0,5	0,8	2,05	32,21	105.031	1.814,385
Truk 2 sumbu 4 roda (6A)	1063	1167	0,4	0,4	0,5	0,8	2,05	32,21	127.105	2.195.705
Truk 2 sumbu 6 roda (6B)	4180	4591	2,9	0,6	0,5	0,8	2,05	32,21	3.624.342	12.953.662
Truk 3 sumbu single (7A1)			12,4	3,4	0,5	0,8	2,05	32,21		
Truk 3 sumbu tandem (7A2)	2416	2654	28,5	6	0,5	0,8	2,05	32,21	20.589.877	74.880.763
Truk 4 sumbu (7C1)			15,8	5,9	0,5	0,8	2,05	32,21		

Truk 5 sumbu tandem (7C2A)	986	108 2	26,5	11,7	0,5	0,8	2,05	32,21	7.809.00 8	59.558.80 6
Truk 5 sumbu triple (7C2B)			42,2	10,8	0,5	0,8	2,05	32,21		
Truk 6 sumbu (7C3)			42,2	13,9	0,5	0,8	2,05	32,21		
Truk gandeng (7B1)	245	269	16,2	5,2	0,5	0,8	2,05	32,21	1.186.14 8	6.577.145
							JUMLAH		33.441.5 12	157.980.4 65
							TOTAL ESA		191.421.977,40	

Sumber: Hasil Perhitungan

3.6 Penentuan Jenis Perkerasan

Berdasarkan nilai total ESA5 191.421.977,40. Berdasarkan rentang nilai beban lalu lintas rencana berupa katalog MDP 2024, jenis struktur perkerasan yang dipilih desain 3 dengan susunan tebal lapis disajikan pada tabel berikut. Adapun untuk perencanaan bahu jalan berpenutup, ketebalan struktur sebesar 60% dari beban kumulatif jalur utama.

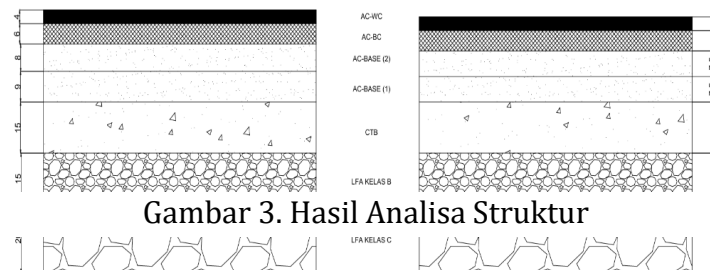
Tabel 10. Hasil Penentuan Struktur Perkerasan

	STRUKTUR PERKERASAN									
	F(1) 1	F(1)2	F(1) 3	F(1) 4	F(1) 5	F(1) 6	F(1) 7	F(1) 8	F(1) 9	F(1) 10
	Untuk beban rencana < 30 juta ESA5 menggunakan Aspal Pen 60-70				Untuk beban rencana ≥ 30 juta ESA5 direkomendasikan menggunakan Aspal PG 70 ⁽³⁾					
Beban rencana 20 tahun (10 ⁶ ESA5)	> 1 - 6	>6 - 10	>10 - 20	>20 - 30	>30 - 40	>40 - 50	>50 - 80	>80 - 100	>100 - 150	>150 - 200
Jenis permukaan pengikat	AC									
Jenis lapisan fondasi	Cement Treated Base (CTB)									
Tebal Perkerasan (mm)										
AC WC	40	40	50	40	40	40	40	50	40	40
AC BC	60	75	80	65	60	60	80	80	60	60
	-	-	-	70	-	-	-	-	-	-
AC Base ⁽¹⁾	-	-	-	-	90	100	100	100	75	80
	-	-	-	-	-	-	-	-	75	90
CTB	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150

Lapisan Fondasi Agregat Kelas B	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Timbunan Pilihan Berbutir Kasar atau LFA Kelas C atau Stabilisasi Semen ⁽²⁾	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200

Sumber: Hasil Perhitungan

Untuk gambar rancangan perkerasan lentur dapat dilihat pada dibawah ini



Gambar 3. Hasil Analisa Struktur

Sumber: Hasil

Perhitungan

3.7 Biaya Konstruksi Perkerasan Lentur

Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) mengacu pada peraturan Bina Marga tahun 2025. Berikut merupakan tabel rekapitulasi uraian pekerjaan perkerasan lentur, volume, dan total biaya perkerasan lentur.

Tabel 11. Rekapitulasi Biaya Konstruksi

No	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
Divisi I Umum					
Divisi II Drainase					
Divisi III Pekerjaan tanah					
1	Penyiapan badan jalan	126.06 6,25	M ²	2.067,49	260.640.71 1,21
Divisi IV Pekerjaan preventif					
Divisi V Perkerasan berbutir dan perkerasan beton					
1	Lapisan Fondasi Agregat Kelas C	25.213, 25	M ³	562.423, 41	14.180.522 .042,18
2	Lapisan Fondasi Agregat Kelas B	18.909, 94	M ³	600.725, 23	11.359.676 .553,97
3	Cement Tread Base (CTB)	18.909, 94	M ³	926.706, 25	17.523.957 .268,36

Divisi VI Perkerasan aspal					
1	Laston Lapis Fondasi (AC-Base)	20.924,50	M ³	1.079.073,19	22.579.069.661,84
2	Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi (Prime coat)	63.033,13	Liter/m ²	25.150,91	1.585.340.453,89
3	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi (Tack coat)	63.033,13	Liter/M ²	22.759,10	1.434.577.195,19
4	Laston Lapis Antara (AC-BC Mod) PG 70	17.397,14	Ton	2.040.714,62	35.502.603.045,97
5	Laston Lapis Aus (AC-WC Mod) PG 70	11.598,10	Ton	2.131.364,02	24.719.762.383,54
Divisi VII Struktur					
Divisi VIII Rehabilitas jembatan					
Divisi IX Pekerjaan harian & pekerjaan lain-lain					
1	Marka jalan termoplastik	3.998,55	M ²	283.417,20	1.133.257.845,06
GRANG TOTAL				Rp 129.146.148.316,16	
DIBULATKAN				Rp 129.146.149.317,00	

Sumber: Hasil Perhitungan

3.8 Biaya Pemeliharaan Perkerasan Lentur

Pemeliharaan perkerasan dilakukan selama umur rencana 40 tahun Penambalan Lubang (*Patching*) dilakukan sebanyak 40 kali (rutin tahunan). Marka termoplastik dilakukan sebanyak 8 kali (setiap kelipatan 5 tahun), dan overlay AC-WC 4 cm dilakukan sebanyak 4 kali (pada tahun ke-10, 20, 30, dan 40). Rekapitulasi biaya perkerasan lentur dijabarkan pada tabel berikut.

Tabel 12. Rekapitulasi Biaya Pemeliharaan

No	Uraian pekerjaan	Volume	Satuan	Harga satuan (Rp)	Jumlah harga (Rp)
I	Pekerjaan penambalan jalan (pemeliharaan rutin)				
1	Perbaikan campuran aspal panas	101	M ³	432.166,83	43.585.321,31
	TOTAL				43.585.321,31
II	Pekerjaan pengecatan marka (pemeliharaan berkala)				
1	Marka Jalan Termoplastik (Variasi 2)	3.927	M ²	305.837,04	1.222.904.0696,29
	TOTAL				1.222.904.696,29

III	Pekerjaan pelapisan ulang (<i>overlay</i>) (pemeliharaan berkala)				
1	Galian Perkerasan Aspal dengan <i>Cold Miling Machine</i>	5.043	M ³	585.788,76	2.953.927.609,61
2	Lapis Perekat - Aspal Cair/Emulsi	63.033	Liter	25.105,91	1.582.503.963,27
3	Laston Lapis Aus (AC-WC Mod) PG 70	11.598	Ton	2.131.364,02	24.719.763.383,54
		TOTAL			29.256.194.037.42

Sumber: Hasil Perhitungan

3.9 Faktor Inflasi dan Suku Bunga

Nilai inflasi didapatkan pada *website* resmi Bank Indonesia selama 5 tahun terakhir yaitu sebesar 4%. Dihitung selama umur rencana perkerasan 40 tahun. Nilai biaya sekarang diperoleh melalui *website* resmi Bank Indonesia *BI 7-Day Repo* 5 tahun terakhir memiliki rata-rata sebesar 4,95%.

Tabel 13. Rekapitulasi Perhitungan Inflasi dan Suku Bunga

Tahun		Total biaya <i>future present</i> (Rp)	Total biaya <i>present value</i> (Rp)
1	2026	45.328.734,16	43.190.790,05
2	2027	47.141.883,52	42.799.830,06
3	2028	49.027.558,87	42.412.409,02
4	2029	50.988.661,22	42.028.494,88
5	2030	1.540.878.755,77	1.210.197.504,23
6	2031	55.149.335,98	41.271.060,65
7	2032	57.355.309,41	40.897.477,92
8	2033	59.649.521,79	40.527.276,83
9	2034	62.035.502,66	40.160.426,78
10	2035	45.116.511.710,05	27.829.864.036,51
11	2036	67.097.599,68	39.436.658,72
12	2037	69.781.503,67	39.079.680,86
13	2038	72.572.763,81	38.725.934,35
14	2039	75.475.674,37	38.375.389,92
15	2040	2.280.876.971,98	1.105.007.477,23
16	2041	81.634.489,40	37.683.791,65
17	2042	84.899.868,97	37.342.680,63
18	2043	88.295.863,73	37.004.657,32
19	2044	91.827.698,28	36.669.693,77
20	2045	66.783.458.614,25	25.410.900.074,73
21	2046	99.320.838,46	36.008.835,42

22	2047	103.293.672,00	35.682.885,98
23	2048	107.425.418,88	35.359.887,02
24	2049	111.722.435,63	35.039.811,81
25	2050	3.376.255.102,38	1.008.960.537,82
26	2051	120.838.986,38	34.408.327,07
27	2052	125.672.545,83	34.096.865,32
28	2053	130.699.447,67	33.788.222,90
29	2054	135.927.425,57	33.482.374,29
30	2055	7.932.732.093,91	1.861.870.624,25
31	2056	147.019.103,50	32.878.957,57
32	2057	152.899.867,64	32.581.339,56
33	2058	159.015.862,35	32.286.415,57
34	2059	165.376.496,84	31.994.161,21
35	2060	4.997.682.319,72	921.261.971,39
36	2061	178.871.218,98	31.417.564,95
37	2062	186.026.067,74	31.133.175,37
38	2063	193.467.110,45	30.851.360,06
39	2064	201.205.794,87	30.572.095,72
40	2065	146.330.781.74149	21.185.463.791,08
TOTAL			81.702.714.550,46

Sumber: Hasil Perhitungan

4. KESIMPULAN

Biaya konstruksi awal perencanaan perkerasan lentur berdasarkan pedoman MDP 2024 dan Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) 2025 sebesar Rp 129.146.149.317,00. Akumulasi biaya pemeliharaan rutin dan berkala dikonveikan ke nilai sekarang selama 40 tahun dengan faktor inflasi dan suku bunga rill sebesar 81.702.714.550,46. Total biaya keseluruhan yang dibutuhkan selama umur 40 tahun mencapai Rp. 210.848.863.867,46. Biaya pemeliharaan menyumbang 63,26% dari total anggaran selama umur rencana.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Are, J. G. (2025). *Penerapan Metode Manual Desain Perkerasan (MDP) 2024 untuk Menganalisis Tebal Perkerasan Lentur di Jalan Madara Kabupaten Barito Selatan*. 17(1), 208–216.
- Arthono, A., & Permana, V. A. (2022). Perencanaan perkerasan lentur jalan raya menggunakan metode analisa komponen SNI 1732-1989-F ruas Jalan Raya Mulya Sari Kecamatan Pamanukan sampai Kecamatan Binong Kabupaten Subang Propinsi Jawa Barat.
- Bank Indonesia. (2024). *Target Inflasi*. Bank Indonesia
<https://www.bi.go.id/id/statistik/indikator/target-inflasi.aspx>
- Bank Indonesia. (2026). *BI 7 Day Reverse Repo Rate*.
<https://www.bi.go.id/id/statistik/indikator/bi-rate.aspx>
- Barnas. E., Karopeboka. B. (2015). *Penelitian Kekuatan Tanah Metode CBR (California Bearing Ratio) di SPBG 1 Bubulak JL KH R Abdullah bin Nuh*.
Direktorat Jenderal Bina Marga. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan (Nomor 02/M/BM/2024)*. Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia. Diakses Dari Dokumen Resmi Publikasi Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Hemastuti. G. R., Amudi. A. (2024). *Analisa Life Cycle Cost Perkerasan Kaku dan Lentur jalan Provinsi (Studi kasus: Jalan raya Pare - Kediri)*.
- Nurmawati. Y., & Wibisono. R. E. (2024). *Perhitungan Tebal Perkerasan Jalan menggunakan Analisa Komponen Bina Marga (Studi Kasus: Ruas Jalan Arjosari - Purwanto Kabupaten Pacitan STA 1+000 - STA 1+500. KM. SBY. 267+000 - 272+000)*
- Prasetyo. H., Poernomo. Y. C. S., Candra. A. I. (2020). *Studi Perencanaan Perkerasan Lentur Dan Rencana Anggaran Biaya (Pada Proyek Ruas Jalan Karangtalun - Kalidawir Kabupaten Tulungagung)*.
- Republik Indonesia. (2004). *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan*. Sekretariat Negara. Jakarta
- Sukirman. S. (1999). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Penerbit Nova.