

ANALISIS DESAIN REKONSTRUKSI JALAN SIMPANG 3 TOL PEJAGAN – BATAS KABUPATEN TEGAL/BREBES KM PKL. 107+865 S/D 110+950

Agus Prasetyo ¹⁾, Jehan Adi Pradana ¹⁾, Totok Apriyanto ²⁾, Agung Hari Wibowo ²⁾

¹⁾ Dinas Perhubungan Kabupaten Semarang

²⁾ Program Studi Teknik Sipil, Universitas Darul Ulum Islamic Centre Sudirman, Ungaran, Indonesia

E-mail Korespondensi: jehanadi56@gmail.com

ABSTRACT

Traffic volume conditions every year always experience a significant increase. This is due to the large number of private users compared to public transportation modes. However, this is not balanced with an increase in the capacity or quality of the highway. The purpose of this study is to identify the existing geometric conditions of the performance and traffic performance of the Pejagan Toll Road Intersection 3-Tegal/Brebes Regency Border, and to plan improvements to the quality of the highway pavement structure. Secondary data collection was obtained from the Central Java Province Road and Bridge Technical Planning and Supervision Core Team and also third parties. The data obtained are Annual Daily Traffic Data (LHRT), Soil Investigation Result Data, Working Drawing Data. The method used is to analyze existing traffic data and soil condition analysis using the Bina Marga MDP 2024 method which is then confirmed using the AASHTO 1993 method. Furthermore, from these calculations, recommendations for reconstruction design in the form of flexible pavement were obtained.

Keywords: *traffic volume, existing geometry, traffic performance, flexible pavement*

ABSTRAK

Kondisi volume lalu lintas setiap tahunnya selalu mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Hal ini disebabkan banyaknya penggunaan pribadi dibandingkan moda transportasi umum. Namun hal ini tidak diimbangi dengan adanya peningkatan kapasitas maupun kualitas jalan raya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kondisi geometri eksisting kinerja dan kinerja lalu lintas Jalan Simpang 3 Tol Pejagan- Batas Kabupaten Tegal/Brebes, serta merencanakan perbaikan kualitas struktur perkerasan jalan raya. Pengumpulan data sekunder diperoleh dari Tim Inti Perencanaan Dan Pengawasan Teknis Jalan Dan Jembatan Provinsi Jawa Tengah dan juga pihak ketiga. Data-data yang diperoleh adalah Data Lalu Lintas Harian Tahunan (LHRT), Data Hasil penyelidikan tanah, Data Gambar Kerja. Metode yang digunakan adalah dengan menganalisis data lalu lintas eksisting dan analisis kondisi tanah dengan metode Bina Marga MDP 2024 yang kemudian dikonfirmasi dengan metode AASHTO 1993. Selanjutnya dari perhitungan tersebut didapat rekomendasi desain rekonstruksi berupa perkerasan lentur.

Kata Kunci : *volume lalu lintas, geometri eksisting, kinerja lalu lintas, perkerasan lentur*

1. PENDAHULUAN

Jalan merupakan salah satu prasarana transportasi umum yang mempunyai peran penting serta memberikan nilai tambah (*value added*) dalam bidang ekonomi, sosial budaya, lingkungan hidup, politik, pertahanan, dan keamanan, serta kemakmuran rakyat.

Jalan sebagai prasarana distribusi barang dan jasa merupakan urat nadi kehidupan masyarakat, bangsa, dan negara. Jalan yang merupakan satu kesatuan sistem jaringan jalan menghubungkan dan mengikat seluruh wilayah Republik Indonesia.

Ruas Jalan Simpang 3 Tol Kanci Pejagan–Batas Kabupaten Tegal/Brebes

merupakan jalan nasional berdasarkan Keputusan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 1688/KPTS/M/2022 dengan perkerasan eksisting adalah Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*) dan lebar perkerasan eksisting 6 (enam) meter merupakan jalan pintas (*shortcut*) dari Pejagan ke arah Purwokerto tanpa melewati Slawi, kondisi jalur yang memotong jarak cukup panjang sehingga dapat mempersingkat waktu tempuh, mengurangi kemacetan di wilayah slawi, serta mempercepat perkembangan perekonomian di wilayah Kabupaten Tegal dan sekitarnya.

Volume lalu lintas di ruas jalan Simpang 3 Tol Pejagan–Batas Kabupaten Tegal/Brebes cukup tinggi dan terus meningkat dari tahun ke tahun, sedangkan kapasitas jalan yang ada sekarang banyak berkurang akibat besarnya gangguan samping jalan dan karakteristik lalu lintas sendiri yang tidak sesuai dengan fungsinya sebagai jalan kolektor primer satu (JKP-1). Gangguan samping dan karakteristik lalu lintas yang mengurangi kapasitas jalan ini berupa penggunaan ruang manfaat jalan yang tidak sesuai dengan fungsinya, seperti adanya bangunan lainnya yang terlalu dekat ke jalur lalu lintas serta saluran irigasi yang berada di samping ruas jalan tersebut, tidak terkendalinya akses keluar masuk ke jalan, tercampurnya lalu lintas lokal dan

lalu lintas jarak jauh, serta truk yang berjalan lambat akibat kelebihan beban. Dilain pihak, peningkatan kapasitas jalan berupa penambahan lajur dipandang tidak akan efektif serta membutuhkan biaya yang sangat besar karena satu sisi disamping ruas jalan berupa saluran irigasi dan sisi yang satunya berupa bangunan-bangunan permanen ataupun lahan pertanian sehingga butuh pembebasan lahan pada daerah yang sudah terbangun sepanjang jalan ruas jalan tersebut.

Permasalahan yang terjadi pada jalan Simpang 3 Tol Pejagan–Batas Kabupaten Tegal/Brebes adalah kerusakan di berbagai titik antara lain pecah rigid, retak, dan rusak permukaan, serta beberapa bekas tambalan. Kerusakan ini dapat disebabkan oleh peningkatan beban kendaraan (*overload*), air yang menggenangi badan jalan, material konstruksi yang kurang baik, curah hujan yang tinggi, dan kondisi tanah yang kurang mendukung. Kondisi lingkungan yang berupa saluran irigasi dan persawahan yang disinyalir bahwasanya tanah di bawah perkerasan adalah tanah ekspansif diluar daerah sebaran tanah ekspansif di Jawa Tengah. Kondisi ini diperkuat dengan adanya retakan memanjang pada tepi perkerasan jalan yang merupakan salah satu ciri kerusakan jalan di atas tanah ekspansif. Tidak adanya saluran drainase membuat aliran limpasan dari jalan mengalir bebas (utamanya di sisi kiri) juga memperparah kerusakan pada jalan tersebut. Untuk itu, maka perlu dilakukan survei dan pengujian untuk mengetahui

permasalahan pada perkerasan tersebut. Survei yang dilakukan adalah survei lalu lintas dan penyelidikan tanah berupa *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) untuk mendapatkan *California Bearing Ratio* (CBR) Lapangan serta Test Pit untuk mendapatkan nilai CBR Laboratorium. Selain itu, melalui tes pit juga dapat diambil contoh tanah untuk mendapatkan nilai aktif tanah serta sifat indek properti tanah (*soil properties*).

Berdasarkan latar belakang di atas dengan kondisi jalan yang tidak nyaman ini maka peneliti merencanakan tebal perkerasan yang tepat, efisien serta optimal agar dapat mengakomodir beban yang melintas di atasnya serta sesuai dengan umur rencana jalan tersebut. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode Bina Marga 2024 untuk perencanaan tebal perkerasan lentur. Untuk menjaga kadar air di bawah perkerasan, dapat digunakan geosintetik. Hal ini dimaksudkan untuk mengurangi kembang susut tanah dasar yang dapat mengganggu stabilitas perkerasan.

Adapun maksud dan tujuan penelitian “Analisis Desain Rekonstruksi Jalan Simpang 3 Tol Pejagan–Batas Kabupaten Tegal/Brebes KM Pk1 107+865 Sampai Dengan KM 110+950” yaitu:

1. Melakukan analisis lalu lintas berdasarkan data sekunder;

2. Melakukan analisis hasil penyelidikan tanah berdasarkan data sekunder mengenai kondisi tanah ekspansif atau tidak ekspansif, serta membandingkan nilai CBR rendaman versus CBR hasil DCP;
3. Merencanakan struktur perkerasan lentur (*flexible pavement*) Jalan Simpang 3 Tol Pejagan–Batas Kabupaten Tegal/Brebes KM Pk1 107+865 Sampai Dengan KM 110+950 menggunakan metode Bina Marga 2024 yang dikonfirmasi dengan AASHTO 1993.

2. LANDASAN TEORI

2.1 KAPASITAS JALAN

Menurut PKJI 2023, Kapasitas jalan (C) ditetapkan dari kapasitas jalan (C0) yang dikoreksi oleh faktor-faktor koreksi yang merepresentasikan deviasi geometri jalan dan lalu lintas terhadap kondisi idealnya. Perhitungan dan analisis kapasitas dilakukan untuk setiap arah berdasarkan arus lalu lintas setiap arah dan dilakukan untuk periode satu jam, baik jam desain maupun jam arus puncak. Suatu segmen jalan harus dipisahkan menjadi 2 (dua) atau lebih segmen, jika terdapat hal-hal sebagai berikut:

- a. karakteristik segmen jalan berubah secara signifikan, misalnya lebar jalur lalu lintas dan bahu, tipe jalan, jarak pandang;
- b. tipe alinemen jalan berubah;
- c. jalan memasuki daerah perkotaan atau semi perkotaan (atau sebaliknya), meskipun karakteristik geometri atau yang lainnya tidak berubah;

- d. jalan melalui pusat desa yang mempunyai karakteristik samping jalan yang sesuai dengan jalan perkotaan; dan
- e. jalan melewati satu atau lebih Simpang atau Simpang APILL, baik di daerah perkotaan maupun bukan, yang menyebabkan waktu tempuhnya terpengaruh secara signifikan.

2.2 TANAH EKSPANSIF

Tanah ekspansif adalah tanah dengan potensi mengembang (*swelling*) lebih dari 2,5% (diukur dengan pengujian CBR rendaman SNI 1744:2012 pada kadar air optimum dan kepadatan kering 100%).

Tanah ekspansif diklasifikasikan berdasarkan potensi pengembangannya (*swelling*) dan *Weighted Plasticity Index* (WPI) yang dibagi menjadi Rendah, Moderat, Tinggi, Sangat Tinggi, dan Ekstrim. Tanah ekspansif diklasifikasikan sebagai tanah yang mempunyai Pengembangan Potensial yang disajikan dalam tabel berikut:

Tabel 1. Klasifikasi tanah ekspansif

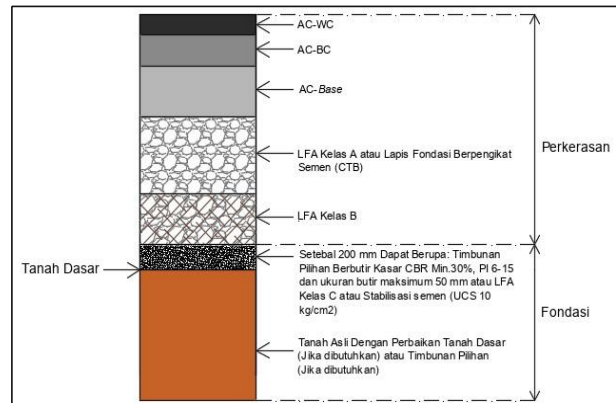
Klasifikasi	Weighted Plasticity Index (WPI) (PI dikali persentase yang lolos saringan ukuran 0,425 mm)	Pengembangan (%) ¹
Ekstrim	>4.200	>10,0
Sangat Tinggi	>3.200 – 4.200	>5,0 – 10,0
Tinggi	>2.200 – 3.200	2,5 – 5,0
Moderat	1.200 – 2.200	0,5 – 2,5
Rendah	<1.200	<0,5

2.3 PERKERASAN JALAN

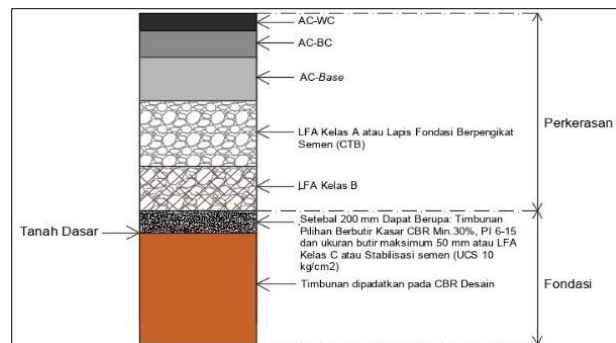
Jenis struktur perkerasan baru terdiri atas:

- a. perkerasan pada permukaan tanah asli (*at grade*);
- b. perkerasan pada timbunan; dan
- c. perkerasan pada galian.

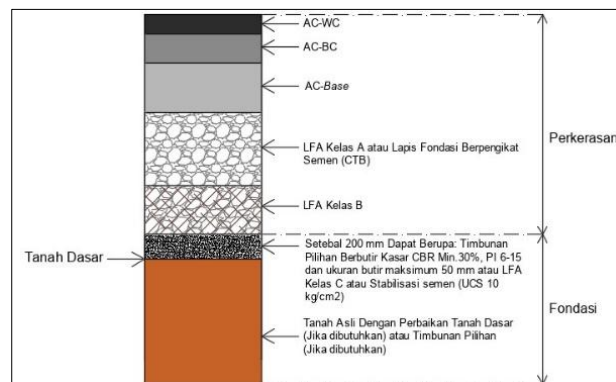
Tipikal struktur perkerasan dapat dilihat pada Gambar berikut ini:



Gambar 1 Perkerasan Lentur pada Permukaan Tanah Asli (*At Grade*)



Gambar 2 Perkerasan Lentur pada Timbunan



Gambar 3 Perkerasan Lentur pada Galian

3. METODOLOGI PENELITIAN

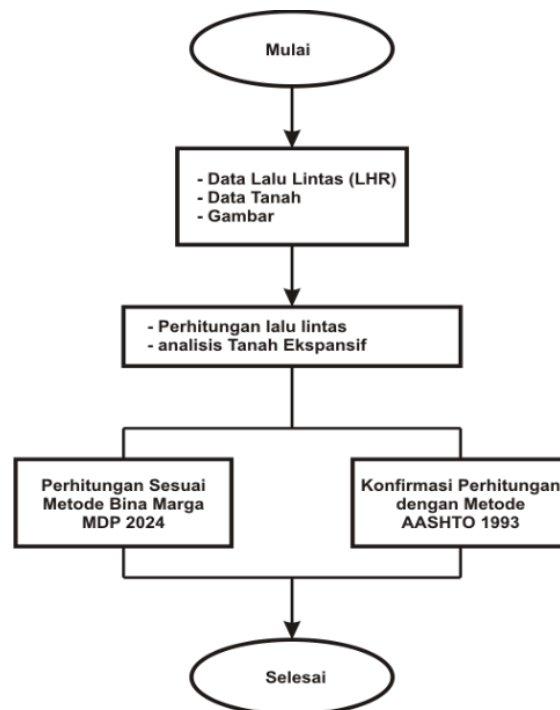
Secara umum, metodologi penelitian

diartikan sebagai proses atau cara ilmiah untuk mendapatkan data yang akan digunakan untuk keperluan penelitian. Metodologi berisi tentang metode–metode ilmiah, langkahnya, jenis–jenisnya sampai kepada batas–batas dari metode ilmiah. Bagan alir penelitian sebagai berikut:

3.1 Pengumpulan Data

Pada perencanaan ini data diperoleh Lalu Lintas Harian Tahunan (LHRT) dari Tim Inti (*Core Team*) Perencanaan Dan Pengawasan Teknis Jalan Dan Jembatan Provinsi Jawa Tengah dan data penyelidikan tanah yang dilakukan oleh PT. Aria Jasa Reksatama (KSO). Dalam tahapan ini, data yang diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Data Lalu Lintas Harian Tahunan (LHRT);
2. Data Hasil penyelidikan tanah;
3. Data Gambar Kerja.



Gambar 4 Bagan Alir penelitian

4. ANALISIS DAN PERHITUNGAN

Analisis dilakukan dengan melakukan perhitungan kinerja jalan eksisting dan kinerja jalan rencana/usulan. Perhitungan antara lain menghitung kapasitas jalan, derajat kejenuhan, kecepatan dengan kesimpulannya berupa LOS (*Level Of Service*).

Berikut ini merupakan matriks perbandingan kinerja eksisting dan rencana:

Tabel 1 Perbandingan Kinerja Jalan

Kondisi	Kapasitas (SMP/jam)	Derajat Kejenuhan	Kecepatan (KM/jam)	LoS
Eksisting (lebar 6 m)	3.058	0,63	36	E
Usulan (lebar 10 m)	4.501	0,43	50	D

4.1 Perencanaan Tebal Perkerasan

Metode Bina Marga 2024

1. Jenis jalan yang direncanakan:
Jalan Kelas 1A

2. Tipe Jalan:
2/2 TT
3. Jenis perkerasan:
Perkerasan lentur

4. Susunan lapisan perkerasan :

- *Surface course*
- *Base Course*
- *Sub Base Course*

5. Nilai CBR tanah:

7,16 %

Perencanaan konstruksi lapisan perkerasan jalan pada tugas akhir Analisis Desain Jalan Simpang 3 Tol Pejagan-Batas Kabupaten Tegal/Brebes KM Pkl. 107+865 sampai dengan KM 110+950 mengacu pada Surat Edaran Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum Nomor 15/SE/Db/2024 tentang Manual Desain Perkerasan Jalan 2024.

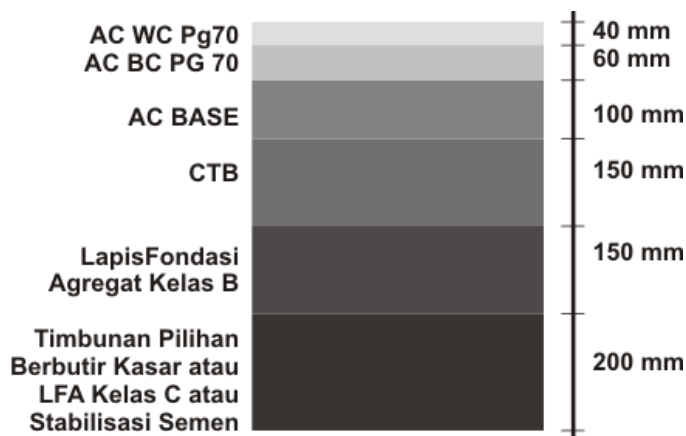
Pemilihan jenis perkerasan akan bervariasi berdasarkan volume lalu lintas, umur rencana, dan kondisi fondasi jalan. Perencana teknis harus mempertimbangkan biaya terendah selama umur rencana, keterbatasan, dan kepraktisan pelaksanaan. Pemilihan alternatif desain berdasarkan manual ini harus didasarkan pada *discounted lifecycle cost* terendah.

4.2 Desain Perkerasan Lentur

Berdasarkan hasil perhitungan dengan nilai CESA 5 sebesar 42.698.903 dan Nilai CBR sebesar 6,8 maka alternatif desain perkerasan lentur adalah sebagai berikut:

Alternatif 1:**Tabel 3** Bagan Desain Perkerasan Lentur dengan CTB

	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 menggunakan Aspal Pen 60-70				Untuk beban rencana ≥ 30 juta ESA5 direkomendasikan menggunakan Aspal PG70 ₍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 berpengikat	AC									
Jenis lapis 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
Lapis 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

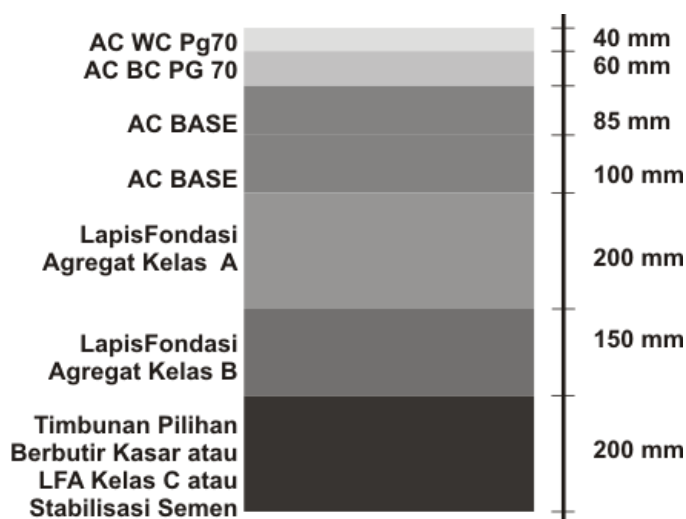


Gambar 5 Desain perkerasan lentur dengan CTB

Alternatif 2:

Tabel 4 Bagan Desain Perkerasan Lentur dengan agregat

Beban rencana 20 tahun (10 ⁶ ESA5)	STRUKTUR PERKERASAN								
	FFF(1) 1	FFF(1) 2	FFF(1) 3	FFF(1) 4	FFF(1) 5	FFF(1) 6	FFF(1) 7	FFF(1) 8	FFF(1) 9
	Untuk beban rencana < 30 juta ESA5 menggunakan Aspal Pen 60-70					Untuk beban rencana ≥ 30 juta ESA5 direkomendasikan menggunakan Aspal PG70(1)			
	< 2	> 2 - 5	> 5 - 10	> 10 - 15	> 15 - 30	> 30 - 50	> 50 - 100	> 100 - 150	> 150 - 200
Tebal Perkerasan (mm)									
AC WC	60(2)	40	40	40	40	40	40	50	40
AC BC	-	65	75	75	60	60	75	80	60
AC Base (3)	-	80	80	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	100	80	85	100	100	80
	-	-	-	-	80	100	100	100	80
Lapis Fondasi Agregat Kelas A(4)	-	-	-	-	-	-	-	-	90
Lapis Fondasi Agregat Kelas B	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Lapis Fondasi Agregat Kelas B	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Timbunan Pilihan Berbutir Kasar atau LFA Kelas C atau Stabilisasi Semen(5)	-	-	200	200	200	200	200	200	200



Gambar 6 Desain perkerasan lentur dengan agregat

5. PENUTUP

Berdasarkan hasil analisis Desain Rekonstruksi Jalan Simpang 3 Tol Pejagan–Batas Kabupaten Tegal/Brebes KM Pkl 107+865 Sampai Dengan KM 110+950, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Analisis Kapasitas lalu lintas jalan eksisting berdasarkan PKJI 2013 didapatkan hasil bahwa kapasitas eksisting jalan adalah 3058 SMP/jam, Derajat Kejenuhan 0,63, kecepatan rata-rata 36 km/jam, waktu tempuh 0,7 jam, derajat iringan 0,79 kepadatan kendaraan 79 kendaraan/km serta tingkat pelayanan jalan kategori E.
2. Analisis Kapatitas jalan setelah dilakukan pelebaran menjadi 10 (sepuluh) meter serta pengurangan hambatan samping dari tinggi menjadi rendah didapatkan hasil bahwa kapasitas jalan adalah 4501 SMP/jam, Derajat Kejenuhan 0,43, kecepatan rata-rata 50 km/jam, waktu tempuh 0,5 jam, derajat iringan 0,68 kepadatan kendaraan 57 kendaraan/km serta tingkat pelayanan jalan kategori D.
3. Terjadi peningkatan kapasitas jalan sebesar 47, 19 %, peningkatan derajat kejenuhan sebesar 46,51%, peningkatan kecepatan rata-rata sebesar 38,89 %, peningkatan waktu tempuh 40 %, peningkatan derajat iringan sebesar 2,94%, kepadatan kendaraan menurun 38, 59 %, serta peningkatan pelayanan jalan / *level of service* dari kategori E menjadi kategori D.
4. Hasil analisis tanah ekspansif didapatkan bahwa Indeks plastisitas sebesar 1690 serta masuk kategori moderat dengan pengembangan sebesar 0,5 sampai 2 %.
5. Hasil analisis korelasi CBR Lab dengan CBR DCP didapatkan hasil 0,833467006 yang berarti memiliki nilai hubungan positif baik, jadi nilai kedua CBR tersebut tidak terjadi perbedaan yang signifikan sehingga nilai CBR keduanya dapat dijadikan dasar perencanaan.
6. Hasil Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Metode Bina Marga 2024 didapatkan 2 alternatif yaitu perkerasan lentur dengan CTB dan perkerasan lentur dengan agregat.
7. Hasil perbandingan tebal lapisan perkerasan Metode AASHTO 1993 dan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2024 dapat disimpulkan Metode AASHTO 1993 memiliki tebal total perkerasan lebih tipis dibanding dengan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2024.

Tabel 2 Nilai Perkiraan Kumulatif Beban Lalu Lintas CESA4 & CESA5

Golongan Kendaraan	LHR 2023	LHR 2025	LHR 2028	VDF4 Faktual	VDF4 Normal	VDF5 Faktual	VDF5 Normal	DD	DL	R(i=3,5%)		CESA4		CESA5	
										(3 tahun) 2025-2028	(17 tahun) 2028-2044	Beban Faktual 2025-2028	Beban Normal 2028-2044	Beban Faktual 2025-2028	Beban Normal 2028-2044
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
1	46.607	49.927	55.354	-	-	-	-	0,50	1,00	3,00	17,05	-	-	-	-
2	9.682	10.372	11.499	-	-	-	-	0,50	1,00	3,00	17,05	-	-	-	-
3	1.250	1.339	1.485	-	-	-	-	0,50	1,00	3,00	17,05	-	-	-	-
4	2.654	2.843	3.152	-	-	-	-	0,50	1,00	3,00	17,05	-	-	-	-
5A	-	-	-	-	-	-	-	0,50	1,00	3,00	17,05	-	-	-	-
5B	979	1.049	1.163	1,2	1,2	1,3	1,3	0,50	1,00	3,00	17,05	689.256	4.341.041	746.694	4.702.795
6A	685	734	814	0,5	0,5	0,4	0,4	0,50	1,00	3,00	17,05	200.945	1.265.583	160.756	1.012.466
6B	920	986	1.093	2,6	0,7	3,5	0,6	0,50	1,00	3,00	17,05	1.403.389	2.379.665	1.889.177	2.039.713
7A1	-	-	-	-	-	-	-	0,50	1,00	3,00	17,05	-	-	-	-
7A2	761	815	904	11,2	3,9	22,3	5,3	0,50	1,00	3,00	17,05	5.000.570	10.966.783	9.956.492	14.903.577
7A3	-	-	-	-	-	-	-	0,50	1,00	3,00	17,05	-	-	-	-
7B1	-	-	-	-	-	-	-	0,50	1,00	3,00	17,05	-	-	-	-
7B2	41	44	49	12,2	5,3	19,6	6,1	0,50	1,00	3,00	17,05	293.468	802.952	471.473	924.153
7B3	-	-	-	-	-	-	-	0,50	1,00	3,00	17,05	-	-	-	-
7C1	-	-	-	-	-	-	-	0,50	1,00	3,00	17,05	-	-	-	-
7C2A	110	118	131	14,2	7,7	23,9	10,7	0,50	1,00	3,00	17,05	916.427	3.129.777	1.542.437	4.349.171
7C2B	-	-	-	-	-	-	-	0,50	1,00	3,00	17,05	-	-	-	-
7C3	-	-	-	-	-	-	-	0,50	1,00	3,00	17,05	-	-	-	-
8	130	139	154	-	-	-	-	0,50	1,00	3,00	17,05	-	-	-	-
Jumlah ESA												8.504.055	22.885.802	14.767.029	27.931.874
ESA												31.389.856		42.698.903	
												CESA4		CESA5	

6. DAFTAR PUSTAKA

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Direktorat Jenderal Bina Marga. 2024. *“Manual Desain Perkerasan Jalan 2024”*. 389 hal.

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Direktorat Jenderal Bina Marga. 2024. *“Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2023”*. 351 hal.

Ketua Program Studi Teknik Sipil UNDARIS. 2022. *“Buku Pedoman Program Studi Teknik Sipil 2022”*.

Ungaran : UNDARIS Fakultas Teknik

Sukirman, Silvia. 1999. *“Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan”*. Nova. Bandung.

Tamin, Ofyar. 2000. *“Perencanaan dan Pemodelan Transportasi”*. Bandung : Institut Teknologi Bandung.

Imansyah, Dicky. 2020. *“Tinjauan Pelaksanaan Ac-Bc (Asphal Concrete-Binder Course) Dan Ac-Wc (Asphal Concrete-Wearing Course) Pada Peningkatan Jalan Pangeran Ayin”*. Universitas Bina Darma. Palembang.

Alfajri. 2024. *“Analisis Kinerja Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Raya Negara Sumbar-Riau Segmen 2 (Km 2) Kabupaten Lima Puluh Kota”*. Universitas Andalas. Padang.

Romadlon, Ilham. 2024. *“Analisis*

perbandingan perencanaan perkerasan Lentur (flexible pavement) menggunakan metode bina Marga 2017 dan AASTHO 1993 (studi kasus jalan jepara – keling)”. Universitas Diponegoro, Semarang.