

Tersedia online di www.journal.unesa.ac.idHalaman jurnal di www.journal.unesa.ac.id/index.php/mitrans

Evaluasi Kondisi Perkerasan Dan Rencana Penanganan Perkerasan Lentur Dengan Metode Lendutan Balik Di Ruas Kejayan-Purwosari, Pasuruan

Hidayatul Fahri Syabana ^a, Purwo Mahardi ^b

^a Program Studi D4 Transportasi, Universitas Negeri Surabaya, Kota Surabaya, Indonesia

^b Program Studi D4 Transportasi, Universitas Negeri Surabaya, Kota Surabaya, Indonesia

email: ^ahidayatul.20021@mhs.unesa.ac.id, ^bpurwomahardi@unesa.ac.id

INFO ARTIKEL

Sejarah artikel:

Menerima 7 Oktober 2024

Revisi 15 Oktober 2024

Diterima 21 Oktober 2024

Online 31 Desember 2024

Kata kunci:

Jenis Kerusakan Jalan

Overlay

Metode Lendutan Balik

International Roughness Index

ABSTRAK

Perkembangan ekonomi Indonesia yang pesat sejalan dengan meningkatnya kebutuhan akan prasarana transportasi, terutama infrastruktur jalan yang berperan penting dalam menunjang mobilitas barang dan orang. Jalan Kejayan-Purwosari di Kabupaten Pasuruan merupakan salah satu jalan provinsi nontol yang strategis, menghubungkan berbagai wilayah industri serta menjadi jalur utama ekonomi antara Surabaya, Malang, dan Banyuwangi. Tingginya volume kendaraan berat yang melintasi ruas ini, termasuk truk dengan tonase berlebih, menyebabkan kerusakan signifikan pada struktur perkerasan jalan. Berdasarkan survei inventori yang dilakukan, ruas ini mengalami kerusakan akibat frekuensi kendaraan berat yang melebihi batas tonase yang diizinkan, mencapai lebih dari 8 ton. Salah satu metode yang digunakan untuk mengevaluasi kondisi perkerasan adalah metode lendutan balik dengan alat Benkelman Beam, yang memberikan nilai lendutan balik guna menentukan kebutuhan perbaikan. Selain metode lendutan balik dengan alat Benkelman Beam, International Roughness Index (IRI) atau indeks kerataan digunakan sebagai metode untuk menentukan jenis perbaikan jalan yang tidak membutuhkan perbaikan struktur atau overlay non struktural. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kondisi permukaan jalan serta memberikan rekomendasi penanganan perbaikan yang sesuai. Dari hasil pengamatan, diperoleh jenis kerusakan retak refleksi, retak halus, retak kulit buaya, retak pinggir, retak susut, lubang, pengelupasan butir, dan jembul. Hasil indeks kerataan sebesar 4, dengan rekomendasi penanganan overlay non struktural setebal 4,5 cm. Hasil analisis lendutan balik menggunakan alat Benkelman Beam menunjukkan nilai 1,24 mm, dengan rekomendasi penanganan berupa overlay struktural setebal 13,5 cm untuk mengatasi deformasi permanen dan retak lelah, tebal inilah yang digunakan untuk menangani kerusakan jalan di sta 7+600 hingga 10+500.

Pavement Condition Evaluation and Flexural Pavement Handling Plan With the Reverse Deflection Method on the Kejayan-Purwosari, Pasuruan

ARTICLE INFO

Keywords:

Type of Road Damage

Overlay

Reverse Deflection Method

International Roughness Index

ABSTRACT

Indonesia's rapid economic development is in line with the increasing need for transport infrastructure, especially road infrastructure that plays an important role in supporting the mobility of goods and people. Kejayan-Purwosari road in Pasuruan Regency is one of the strategic non-toll provincial roads, connecting various industrial areas and becoming

Syabana, H. F., & Mahardi, P. (2024). Evaluasi Kondisi Perkerasan Dan Rencana Penanganan Perkerasan Lentur Dengan Metode Lendutan Balik Di Ruas Kejayan - Purwosari, Pasuruan. MITRANS: Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi, v2 (n3), 230-242

the main economic route between Surabaya, Malang and Banyuwangi. The high volume of heavy vehicles travelling on this section, including over-tonnage trucks, has caused significant damage to the pavement structure. Based on the inventory survey conducted, this section was damaged due to the frequency of heavy vehicles exceeding the permitted tonnage limit, reaching more than 8 tonnes. One method used to evaluate pavement condition is the Benkelman Beam deflection method, which provides a deflection value to determine repair needs. In addition to the Benkelman Beam deflection method, the International Roughness Index (IRI) is used as a method to determine the type of road repair that does not require structural repair or non-structural overlay. This study aims to evaluate the condition of the road surface and provide recommendations for appropriate repair treatments. From the observation results, the damage types of reflection cracks, fine cracks, crocodile skin cracks, edge cracks, shrinkage cracks, potholes, grain peeling, and hickory were obtained. The result of the flatness index is 4, with recommendations for handling 4.5 cm thick non-structural overlays. The results of the deflection analysis using the Benkelman Beam tool showed a value of 1.24 mm, with recommendations for handling in the form of a 13.5 cm thick structural overlay to overcome permanent deformation and fatigue cracking, this thickness is used to handle road damage at sta 7+600 to 10+500.

© 2023 MITRANS : Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi. Semua hak cipta dilindungi undang-undang.

1. Pendahuluan

Perkembangan ekonomi Indonesia terus meningkat seiring dengan kebutuhan infrastruktur transportasi, khususnya jalan raya, yang menjadi penunjang penting dalam mendukung mobilitas barang dan manusia. Kondisi jalan yang buruk, terutama di kawasan strategis seperti Kabupaten Pasuruan, menimbulkan permasalahan serius bagi kelancaran arus lalu lintas. Jalan Kejayan–Purwosari merupakan salah satu ruas jalan provinsi yang memiliki peran krusial dalam menghubungkan daerah industri dan jalur utama antar kota. Namun, jalan ini mengalami kerusakan serius akibat tingginya volume kendaraan berat dan beban berlebih yang melebihi kapasitas yang ditentukan. Beberapa penelitian sebelumnya, seperti Bolla (2012), telah membahas pentingnya evaluasi kondisi jalan menggunakan metode lendutan balik. Namun, penelitian ini memiliki kontribusi orisinal dengan fokus pada ruas Jalan Kejayan–Purwosari, sebuah kawasan industri dengan lalu lintas berat yang signifikan, sehingga memberikan gambaran spesifik mengenai kondisi perkerasan di lokasi tersebut.

Solusi yang ditawarkan dalam penelitian ini adalah melakukan evaluasi kondisi permukaan jalan menggunakan metode lendutan balik dengan alat *Benkelman Beam*, untuk mengetahui nilai lendutan dan penyebab kerusakan struktural. Berdasarkan hasil evaluasi ini, rekomendasi perbaikan seperti penambahan lapis perkerasan (*overlay*) yang sesuai dapat diajukan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam perencanaan program pemeliharaan jalan yang lebih efektif dan efisien, serta menjadi acuan bagi penelitian selanjutnya. Metode yang digunakan bersifat non- destruktif, sehingga sangat tepat untuk mengevaluasi kondisi jalan tanpa merusak struktur perkerasan yang ada. Tujuan utama penelitian ini adalah menyediakan informasi yang dapat dijadikan dasar bagi pemerintah dalam mengambil keputusan terkait perbaikan dan pemeliharaan jalan secara berkelanjutan.< 15%.

2. Studi Literatur

Studi Literatur berisi penelitian terdahulu, penelitian tersebut digunakan sebagai bahan referensi bagi penulis untuk menyusun penelitian ini. lima studi literatur yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

2.1 (Febriani, 2022)

Penelitian (Febriani, 2022) bertujuan untuk membandingkan Metode PCI dan BB dalam menilai kondisi struktural perkerasan jalan di Jalan Lingkar Demak, Jalan Losari - Pejagan, dan Jalan Batas Kota Rembang - Bulu. Hasil penelitian yang didapat adalah nilai lendutan balik (dB) sebesar 0,5053 mm dan nilai modulus elastisitas (E) sebesar 1139,22 Mpa di Jalan Lingkar Demak, nilai lendutan balik

(dB) sebesar 0,5047 mm dan nilai modulus elastis (E) sebesar 1203,16 Mpa di Jalan Losari-Pejagan, dan nilai lendutan balik (dB) sebesar 0,8109 mm dan modulus elastis (E) sebesar 704,16 Mpa di Jalan Batas Kota Rembang Bulu.

2.2 (Chaniago, 2022)

Penelitian (Chaniago, 2022) menggunakan metode IRI dan SDI untuk menentukan tingkat kerusakan dan ketidakrataan jalan. Hasil dari kedua metode tersebut digunakan untuk menentukan RAB, jenis pemeliharaan jalan, dan solusi perbaikan jalan. Hasil dari kedua metode tersebut digunakan untuk menentukan RAB, jenis pemeliharaan jalan, dan solusi perbaikan jalan. Hasil analisis pada penelitian ini berupa penanganan di STA 0+400 hingga 0+600 dilakukan dengan pemeliharaan rutin, sementara di STA 0+200 hingga 0+400 serta STA 3+600 hingga 3+800, penanganan dilaksanakan melalui pemeliharaan berkala guna menjaga kualitas jalan. Pada STA 0+000 hingga 0+200, peningkatan dilakukan untuk memastikan jalan tetap layak digunakan dan mampu menahan beban lalu lintas yang meningkat. Selain itu, evaluasi kerusakan juga dilakukan secara menyeluruh agar setiap segmen mendapatkan penanganan yang tepat. Total rencana anggaran biaya yang diperoleh untuk perbaikan kerusakan pada Jalan Nasional ruas Kota Wlingi menuju Kabupaten Malang adalah sebesar Rp1.026.931.610,777.

2.3 (Manguande, 2020)

Penelitian yang dilakukan oleh Manguande (2020) bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan ketebalan overlay menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 dan AASHTO 1993. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai CESA4 mencapai 7.172.054,42 dan CESA5 sebesar 11.115.907,07, sedangkan nilai W18 menurut metode AASHTO 1993 adalah 11.253.968,57. Ketebalan overlay yang dihitung menggunakan metode Bina Marga 2017 overlay yang dihitung menggunakan metode Bina Marga 2017 adalah 4 cm untuk CESA4 dan 15 cm untuk CESA5, sementara menurut metode AASHTO 1993, ketebalan overlay yang diperoleh adalah 7 cm.

2.4 (Sibula, 2022)

Penelitian (Sibula, 2022) menggunakan metode pengujian *Benkelman Beam* dan Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) dalam menentukan kinerja struktur jalan dan analisis perhitungan tebal lapis *overlay*. Pengujian yang dilakukan menggunakan *Benkelman Beam* dengan beban 8,2 ton menunjukkan bahwa lendutan tertinggi terjadi pada ban ganda kanan sebesar 1,08 mm, sementara ban ganda kiri menghasilkan lendutan tertinggi sebesar 1,07 mm. Berdasarkan data LHR tahun 2018, diperoleh nilai CESA pangkat 4 (jumlah kendaraan per tahun) sebesar $17,93 \times 10^6$. Melalui analisis grafik tebal overlay berdasarkan lendutan balik maksimum sesuai dengan Manual Desain Perkerasan (MDP) 2017, lendutan tertinggi sebesar 1,08 mm dan volume lalu lintas CESA4 sebesar $17,93 \times 10^6$ menghasilkan rekomendasi tebal overlay sebesar 49 mm. Ketebalan ini termasuk dalam kategori penanganan rehabilitasi mayor, yang mencakup lapisan AC-WC dengan ketebalan 40 mm dan lapisan ACBC dengan ketebalan 60 mm.

2.5 (Hakim & Farida, 2021)

Metode yang digunakan penelitian (Hakim & Farida, 2021) dalam menentukan ketebalan perkerasan lentur adalah dengan menggunakan metode AASHTO 1993 dan MDPJ 2017. Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan dengan asumsi umur rencana 20 tahun dan penggunaan material yang sama pada setiap lapisan, metode AASHTO 1993 menghasilkan ketebalan total lapisan perkerasan sebesar 55 cm. Sebagai perbandingan, metode Manual Perkerasan Jalan 2017 hanya menghasilkan ketebalan 35 cm. Ketebalan yang diperoleh dari metode AASHTO 1993 terbukti lebih besar daripada metode Manual Perkerasan Jalan 2017. Oleh karena itu, jika digunakan dalam perencanaan ketebalan perkerasan, metode Manual Perkerasan Jalan 2017 cenderung lebih efisien dalam hal penggunaan material dan biaya.

3. Metode Penelitian

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif analisis, yaitu metode yang digunakan untuk menggambarkan objek penelitian berdasarkan data atau sampel yang dikumpulkan

tanpa melakukan analisis mendalam atau menarik kesimpulan yang berlaku secara umum. Pada penelitian ini, Metode yang digunakan yaitu Lendutan balik dengan Alat Benkelman Beam dan Indeks Kerataan atau International Roughness Index (IRI). Kedua metode ini digunakan untuk menentukan kinerja atau performa struktur perkerasan lentur, kemudian hasil dari analisis menjadi acuan dalam merencanakan penanganan kerusakan jalan di ruas Kejayan – Purwosari, Pasuruan.

3.1. Teknik Pengumpulan Data

Data utama dalam penelitian ini berasal dari data primer dan sekunder. Data primer meliputi kondisi jalan saat ini serta volume kendaraan pada tahun 2024. Lendutan balik dari alat uji *benkelman beam* dan indeks kerataan (IRI) disediakan oleh PU Bina Marga Jawa Timur, sebagai badan yang berwenang dalam pengelolaan Jalan Provinsi di Jawa Timur.

3.2. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data pada penelitian ini menggunakan teknik analisis lendutan balik. Metode ini digunakan untuk mengetahui kinerja struktur perkerasan lentur dengan menggunakan beban aktual untuk menggambarkan kondisi perkerasan lentur. Langkah – langkah dalam menganalisis struktur perkerasan lentur adalah sebagai berikut:

- a. Penginputan dan penyusunan data yang dibutuhkan seperti data Lendutan *Benkelmen Beam* dan data LHR.
- b. Data lendutan *Benkelmen Beam* diolah menggunakan rumus lendutan *Benkelmen Beam*. Analisis tersebut bertujuan untuk mendapatkan nilai modulus elastisitas dengan perhitungan seperti berikut:
 - 1) Menentukan nilai temperatur lapis beraspal dapat dilihat pada tabel 2.2
 - 2) Menghitung nilai koreksi pada temperatur standar (F_t) sesuai persamaan (2) dan (3).
 - 3) Menentukan nilai koreksi musim (C_a) dengan nilai musim sebagai berikut:

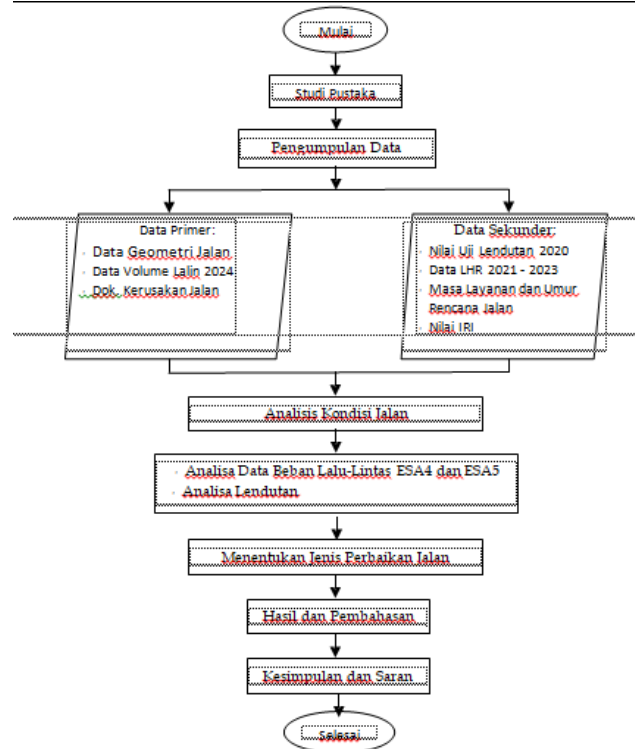
Tabel 1. Nilai Koreksi Musim (C_a) (MDPJ, 2017)

Musim Kemarau / Muka Air Rendah	Musim Hujan / Muka Air Tinggi
1,2	0,9

- 4) Menghitung nilai koreksi beban (FKB-BB) sesuai persamaan (4)
- 5) Menghitung nilai lendutan balik (dB) sesuai persamaan (1)
- 6) Menghitung faktor keseragaman lendutan (FK) < Faktor keseragaman ijin (FK_{ijin}) sesuai persamaan (5)
- 7) Menghitung lendutan wakil (D_{wakil}) sesuai persamaan (8), (9), dan (10)
- 8) Menghitung nilai modulus elastisitas sesuai persamaan (11)
- c. Penentuan jenis penanganan berdasarkan hasil uji lendutan dengan alat *Benkelmen Beam*. Dalam menganalisis jenis penanganan, nilai pemicu atau nilai batas yang digunakan adalah nilai pemicu lendutan.
- d. Penanganan dipilih berdasarkan hasil analisis lendutan pemicu dari panduan Manual Desain Perkerasan Jalan Bina Marga 2017.

3.3. Diagram Alir

Diagram alir merupakan gambaran penelitian secara keseluruhan. Hal ini karena diagram alir merepresentasikan visual yang digunakan dalam proses penelitian secara sistematis. Tahapan dalam kerangka konseptual dimulai dari studi pustaka, kemudian pengumpulan data primer dan sekunder. Untuk lebih detailnya, akan diuraikan pada gambar di bawah ini:



Gambar 1. Diagram Alir

3.4. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di ruas Kejayan – Purwosari, Pasuruan pada Sta 7+600 – 10+500 (sepanjang 3 Km). Ruas Jalan ini termasuk ruas jalan provinsi dengan klasifikasi kolektor primer. Jalan Kejayan – Purwosari memiliki tipe 2/2 UD dengan lebar jalan 8 meter. Berikut merupakan gambar ruas jalan Kejayan – Purwosari.



Gambar 2. Lokasi Penelitian (Google Earth, 2024)

4. Hasil dan Pembahasan

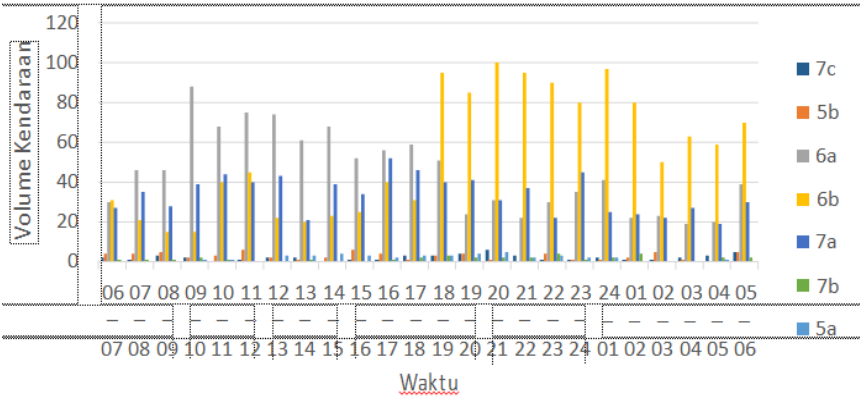
4.1. Volume Kendaraan

Pengambilan data volume lalu – lintas dilaksanakan langsung di sta 7+600 – 10+500 selama 1 hari, dari 13 Juni hingga 14 Juni 2024. Proses perhitungan kendaraan dimulai pukul 06.00 hingga 06.00 dikemudian harinya. Data hasil survei di ruas Kejayan – Purwosari, Pasuruan dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. Data Volume Lalu – Lintas Ruas Kejayan – Purwosari (Survei Langsung, 2024)

FORMULIR SURVEI PERHITUNGAN LALU - LINTAS (FORMULIR LAPANGAN)					Nomor Provinsi Nama Provinsi Periode Hari Bulan, Tanggal Tahun	035	
Nama Surveyor Kota/Kab Nama Jalan Arah Lalin	Hidayatul Fahri Syabana		Set Lokasi: Kejayan	Jawa Timur			
	Pasuruan			24 Jam			
	Kejayan - Purwosari		Purwosari	Kamis – Jum’at			
	Kejayan	ke		Purwosari		Juni, 13 - 14	
						2024	
Gol	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c
							
Pukul	Bus Kecil	Bus Besar	Truk/Truk, Tangki 2 Sumbu ¾	Truk/Truk tangki 2 sumbu	Truk/Truk Tangki 3 Sumbu	Truk/Truk Tangki Gandeng	Truk Semi Trailer dan Truk Trailer
06 – 07	0	4	30	31	27	1	2
07 – 08	0	4	46	21	35	1	1
08 – 09	0	5	46	15	28	1	3
09 – 10	1	2	88	15	39	2	2
10 – 11	1	3	68	40	44	1	0
11 – 12	0	6	75	45	40	0	1
12 – 13	3	2	74	22	43	0	2
13 – 14	3	1	61	20	21	1	2
14 – 15	4	2	68	23	39	0	0
15 – 16	3	6	52	25	34	0	1
16 – 17	2	4	56	40	52	1	1
17 – 18	3	1	59	31	46	2	3
18 – 19	3	3	51	95	40	3	3
19 – 20	4	4	24	85	41	2	4
20 – 21	5	1	31	100	31	2	6
21 – 22	2	0	22	95	37	2	3
22 – 23	3	4	30	90	22	4	1
23 – 24	2	1	35	80	45	1	1
24 – 01	2	1	41	97	25	2	2
01 – 02	0	2	22	80	24	4	1
02 – 03	0	5	23	50	22	0	1
03 – 04	0	1	19	63	27	0	2
04 – 05	1	0	20	59	19	2	3
05 – 06	0	5	39	70	30	2	5
Jumlah	42	67	1080	1292	811	34	50

Pada Tabel 1 di atas, kendaraan dari golongan 5a, 5b, 6a, 6b, 7a, 7b, dan 7c memiliki frekuensi yang cukup tinggi. Kendaraan yang memiliki frekuensi tertinggi yaitu kendaraan golongan 6b atau truk/truk tangki 2 sumbu. Kendaraan yang memiliki frekuensi terendah yaitu kendaraan golongan 7b atau truk/truk tangki gandeng.



Gambar 3 Grafik Volume Kendaraan

Sumber: Diolah Oleh Penulis, 2024

Data volume kendaraan digunakan untuk perhitungan lalu – lintas harian rata-rata (LHR) sesuai hasil survei. Hasil perhitungan LHR akan digunakan untuk menghitung beban kendaraan dalam satuan *Equivalent Single Axle* (ESA)⁴ dan ESA⁵ selama 10 tahun.

4.2 Gambaran Jenis Kerusakan Jalan

Terdapat variasi jenis kerusakan jalan di ruas Kejayan –Purwosari, Pasuruan berdasarkan Manual Pemeliharaan Jalan Direktorat Bina Marga No. 03/MN/B/1983. Berikut merupakan tabel jenis kerusakan jalan berdasarkan segmen di ruas Kejayan- Purwosari:

Tabel 3 Hasil Survei Jenis Kerusakan (Penulis, 2024)

Sta			Jenis Kerusakan		
7	+	600	Retak Halus (2)		
7	+	700	Retak Halus (4)		
7	+	800	Retak Buaya (2)	Pelepasan Butir (2)	Jembul (1)
7	+	900	Retak Halus (2)		
8	+	000	Retak Halus (3)		
8	+	100	Retak Refleksi (1)	Retak Pinggir (2)	Lubang (2)
8	+	200	Retak Buaya (3)	Retak Halus (4)	
8	+	300	Retak Pinggir (3)	Lubang (2)	
8	+	400	Retak Kulit Buaya (1)	Retak Pinggir (1)	
8	+	500	Retak Pinggir (1)	Retak Susut (1)	
8	+	600	Retak Buaya (2)	Retak Refleksi (2)	Retak Susut
8	+	700	Retak Halus (1)		
8	+	800	Retak Halus (3)		
8	+	900	Retak Buaya (1)	Retak Halus (2)	
9	+	000	Retak Refleksi (1)		
9	+	100	Retak Halus (2)		
9	+	200	Retak Halus (4)		
9	+	300	Retak Buaya (2)	Retak Pinggir (1)	
9	+	400	Retak Buaya (4)	Retak Susut (2)	Lubang (1)
9	+	500	Retak Pinggir (2)	Retak Halus (3)	Lubang (2)
9	+	600	Retak Buaya (3)	Retak Pinggir (2)	

Sta				Jenis Kerusakan		
9	+	700	Retak Pinggir (2)	Lubang (1)		
9	+	800	Retak Susut (2)	Retak Pinggir (2)	Lubang (1)	
9	+	900	Retak Buaya (3)	Retak Halus (5)		
10	+	000	Retak Halus (3)			
10	+	100	Retak Buaya (1)			
10	+	200	Retak Buaya (2)			
10	+	300	Retak Halus (3)			
10	+	400	Retak Halus (2)	Retak Pinggir (1)		
10	+	500	Retak Buaya (2)	Retak Refleksi (2)	Retak Susut (2)	

Diatas merupakan tabel gambaran kondisi perkerasan jalan Kejayan – Purwosari berupa jenis kerusakan, dengan jumlah dari jenis kerusakan dimasukkan dalam tanda kurung. Dari hasil data pada Tabel 2 di atas, dapat diketahui gambaran dari kondisi struktur perkerasan dengan mengacu pada faktor penyebab tiap jenis kerusakan, yang didasarkan Manual Pemeliharaan Jalan Direktorat Bina Marga No. 03/MN/B/1983.

4.3 Menghitung Rencana Penanganan Jalan

Berdasarkan data LHR tahun 2024 di ruas Kejayan – Purwosari (Sta 7+600 – Sta 10+500) perhitungan beban kendaraan (CESA) dapat dilakukan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{CESA}_{2024-2029} &= \text{ESA}_{2024-2029} \times 365 \times R_{2024-2029} \times C_{\text{berat}} \\
 &= 1287,51 \times 365 \times 5,035 \times 0,5 \\
 &= 1.183.107,91 \\
 \\
 \text{CESA}_{2029-2034} &= \text{ESA}_{2029-2034} \times 365 \times R_{2029-2034} \times C_{\text{berat}} \\
 &= 1.405.160 \times 365 \times 5,035 \times 0,5 \\
 &= 1.405.160
 \end{aligned}$$

Perhitungan lainnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4. Perhitungan ESA4 10 Tahun (Penulis, 2024)								
Go	VDF4	LH	ESA	ESA	R	R	ES	ES
		R	Harian	Harian	24	29	A	A
5a	1,	60	49,8	59,2	5,03	5,03	45.837,8	54.441
5b	1,	12	104,52	124,13	5,03	5,03	96.041,1	114.067
6a	0,	278	1287,51	1529,16	5,03	5,03	1.183.106,	1.405.16
6b	0,5	183	8195,75	9733,98	5,03	5,03	7.531.154,	8.944.64
7a	6,	114	7898,35	9380,76	5,03	5,03	7.257.873,	8.620.07
7b	17,	11	1093,15	1298,32	5,03	5,03	1.004.503,	1.193.03
7c	10,	94	1387,46	1647,86	5,03	5,03	1.274.946,	1.514.23

Berdasarkan tabel di atas, maka total ESA selama 10 tahun, dari tahun 2024 hingga 2034 adalah sebagai berikut:

$$ESATH-10 = \Sigma ESA_{2024-2029} + \Sigma ESA_{2029-2034}$$

$$= 18.393.463,63 + 21.845.663,67$$

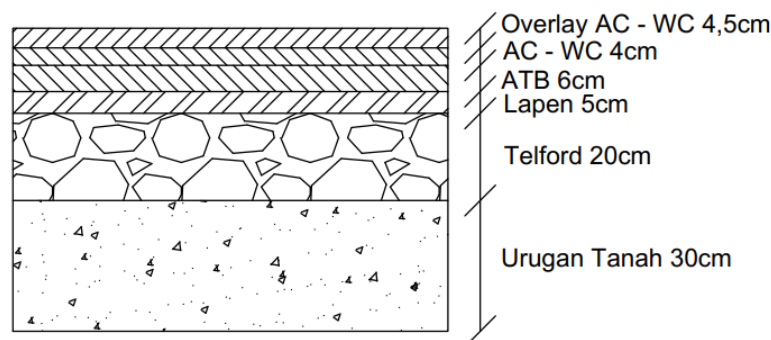
$$= 40.239.126,30 \text{ ESA4}$$

Setelah didapat nilai ESA4 selama 10 tahun, dilakukan analisis dengan menggunakan nilai IRI, berikut merupakan perhitungan tebal lapis (*Overlay*) berdasarkan nilai IRI di ruas Kejayan – Purwosari, Pasuruan.

Tabel 5. Perhitungan IRI Rata-Rata (PU Bina Marga Jatim, 2024)

STA	IRI	Tebal Lapis (mm)	STA	IRI	Tebal Lapis (mm)
7+700	4,5	45	9+700	4,3	40
8+400	4,3	40	10+000	4,8	45
8+800	3,7	40	10+200	4,1	40
9+200	3,5	40	10+300	7	55
9+300	4	40			
Rata-Rata			4,6		
Tebal Yang Ditetapkan			45 mm		

Pada Tabel 5 di atas, didapatkan nilai IRI rata-rata sebesar 4,6, sehingga berdasarkan ketentuan MDPJ 2017, segmen pada Tabel 5 dapat diperbaiki dengan melakukan *overlay* non struktural. Berikut merupakan contoh desain overlay non struktural di ruas Kejayan – Purwosari.



Gambar 4. Desain *Overlay* Non Struktural, 2024

Sumber: Diolah Oleh Penulis

Perhitungan nilai lendutan balik perkerasan aspal tebal 10 cm Sta 7+600 – 10+500 pada musim kemarau dengan beban sumbu mengikuti standar jalan provinsi sebesar 8 ton, ditampilkan pada Tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6. Analisis Lendutan Balik Terkoreksi (PU Bina Marga Jatim, 2020)

Sta	d1	d2	d3	d4	D0 =d4	D200 = d2	Temp. Aspal	Koreksi	Koreksi	Koreksi	Lendutan Terkoreksi	dB ²
	µm	µm	µm	µm	µm	µm	°C	Temp. Standar (Ft)	Musim (Ca)	Beban (FKb- bb)	(mm), dB	
7+600	0	20	100	190	190	20	38	1,08	1,2	1,1292	0,2927	0,0857
7+700	0	20	170	180	180	20	38	1,08	1,2	1,1292	0,4976	0,2476
7+800	0	30	100	190	190	30	38	1,08	1,2	1,1292	0,2927	0,0857
7+900	0	40	100	210	210	40	38	1,08	1,2	1,1292	0,2927	0,0857
8+000	0	40	90	200	200	40	38	1,08	1,2	1,1292	0,2634	0,0694
8+100	0	30	410	190	190	30	38	1,08	1,2	1,1292	1,2000	1,4401
8+200	0	40	320	270	270	40	38	1,08	1,2	1,1292	0,9366	0,8772

Sta	d1	d2	d3	d4	D0 =d4	D200 =d2	Temp. Aspal	Koreksi	Koreksi	Koreksi	Lendutan Terkoreksi	dB ²
	μm	μm	μm	μm	μm	μm	°C	Temp. Standar (Ft)	Musim (Ca)	Beban (FKb- bb)	(mm), dB	
8+300	0	60	330	300	300	60	38	1,08	1,2	1,1292	0,9659	0,9329
8+400	0	60	170	210	210	60	38	1,08	1,2	1,1292	0,4976	0,2476
8+500	0	90	140	170	170	90	38	1,08	1,2	1,1292	0,4098	0,1679
8+600	0	14	320	300	300	14	38	1,08	1,2	1,1292	0,9366	0,8772
8+700	0	70	80	140	140	70	38	1,08	1,2	1,1292	0,2342	0,0548
8+800	0	12	130	180	180	12	38	1,08	1,2	1,1292	0,3805	0,1448
8+900	0	130	190	230	230	130	38	1,08	1,2	1,1292	0,5561	0,3093
9+000	0	14	150	280	280	14	38	1,08	1,2	1,1292	0,4390	0,1927
9+100	0	110	130	280	280	110	38	1,08	1,2	1,1292	0,3805	0,1448
9+200	0	70	80	190	190	70	38	1,08	1,2	1,1292	0,2342	0,0548
9+300	0	130	150	230	230	130	38	1,08	1,2	1,1292	0,4390	0,1927
9+400	0	220	330	340	340	220	38	1,08	1,2	1,1292	0,9659	0,9329
9+500	0	18	350	290	290	18	38	1,08	1,2	1,1292	1,0244	1,0494
9+600	0	120	320	310	310	120	38	1,08	1,2	1,1292	0,9366	0,8772
9+700	0	130	190	260	260	130	38	1,08	1,2	1,1292	0,5561	0,3093
9+800	0	110	410	520	520	110	38	1,08	1,2	1,1292	1,2000	1,4401
9+900	0	110	380	190	190	110	38	1,08	1,2	1,1292	1,1122	1,2370
10+000	0	60	80	170	170	60	38	1,08	1,2	1,1292	0,2342	0,0548
10+100	0	70	120	170	170	70	38	1,08	1,2	1,1292	0,3512	0,1234
10+200	0	40	110	190	190	40	38	1,08	1,2	1,1292	0,3220	0,1037
10+300	0	10	30	110	110	10	38	1,08	1,2	1,1292	0,0878	0,0077
10+400	0	17	190	300	300	17	38	1,08	1,2	1,1292	0,5561	0,3093
10+500	0	19	330	320	320	19	38	1,08	1,2	1,1292	0,9659	0,9329
Jumlah											17,5613	13,5884
Rata-Rata											0,5854	0,4529

Berdasarkan hasil lendutan balik terkoreksi pada Tabel 6 di atas, dilanjutkan dengan melakukan perhitungan untuk menentukan lendutan maksimum dan lengkung lendutan. Perhitungan dalam menentukan lendutan maksimum dan lengkung lendutan, dapat dilihat pada Tabel 7 di bawah ini:

Tabel 7. Analisis Lendutan Maksimum & Lengkung Lendutan (Penulis, 2024)

Stationing	Dwakil (mm)	Do-D200 BB (mm)	Do-D200 FWD (mm)
8 + 100	1,2000	0,2342	0,1616
8 + 200	0,9366	0,3366	0,2322
8 + 300	0,9658	0,3512	0,2423
8 + 600	0,9366	0,2342	0,1616
9 + 400	0,9658	0,1756	0,1212
9 + 500	1,0244	0,1610	0,1111

Stationing	Dwakil (mm)	Do-D200 BB (mm)	Do-D200 FWD (mm)
9 +600	0,9366	0,2781	0,1919
9 + 800	1,2000	0,6000	0,4140
9 + 900	1,1122	0,1171	0,0808
10 + ---	0,9659	0,1902	0,1313
Rata-Rata/Lengkung Lendutan	1,0243	0,2678	0,1848
Standar Deviasi	0,1068		
Faktor Keseragaman (Fk)	0,1043 (10%)		
Lendutan Wakil (Dwakil)	1,2380		

Berdasarkan Tabel 7 di atas, didapat nilai lendutan maksimum sebesar 1,23 mm dan nilai lengkung lendutan setelah dilakukan konversi satuan BB menjadi FWD sebesar 0,18 mm. Nilai tersebut kemudian hubungkan dengan ESA4 pada Tabel 4 dan diterapkan kedalam grafik desain *overlay* pedoman MDPJ 2017.



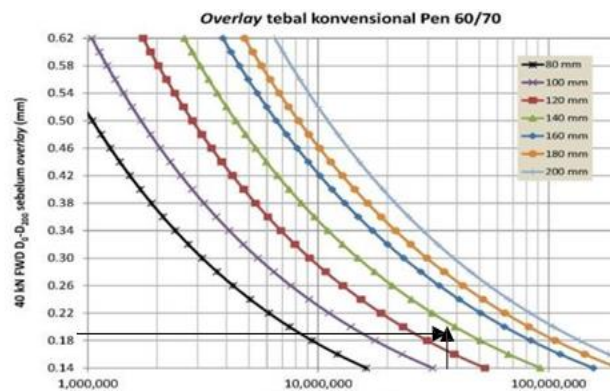
Gambar 5. Grafik Desain Tebal *Overlay* Berdasarkan Lendutan Maksimum (MDPJ, 2017)

Berdasarkan gambar 5, didapat tebal overlay berdasarkan lendutan maksimum pada sta 7+600 hingga 10+500 di ruas Kejayan-Purwosari adalah 80mm atau 8cm. Tebal tersebut, diuji kembali menggunakan grafik desain *overlay* tipis penetrasi 60/70.



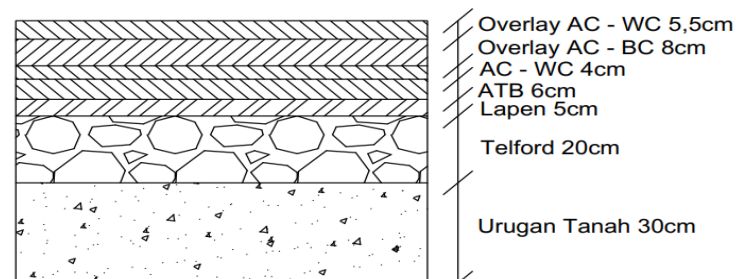
Gambar 6. Grafik Desain Overlay Tipis (MDPJ, 2017)

Berdasarkan gambar 6, nilai lendutan lengkung 0,18 dan beban kendaraan 40.239.126,30 ESA5 tebal overlay untuk mengatasi fatigue: ≥ 70 mm. Setelah didapat tebal overlay tipis, dilakukan perhitungan overlay tebal menggunakan grafik di bawah ini.



Gambar 7. Desain Overlay Tebal (MDPJ, 2017)

Dari grafik di atas, tebal overlay konvensional pen 60/70 untuk mengatasi fatigue ≥ 120 mm. Kemudian, dicari keseragaman perkerasan sebagai lapis tambahan untuk mencapai IRI 3 pada desain overlay struktural. Berdasarkan nilai IRI dari Tabel 5, dimana nilai IRI 4,6, maka diperlukan tambahan tebal sebesar 15 mm. Dari ketiga grafik di atas, tebal lapis overlay 80 mm yang ditambah 15 mm menjadi 95 mm memenuhi persyaratan gambar 6, tetapi tidak memenuhi gambar 7. Oleh karena itu, tebal overlay ditentukan berdasarkan pada overlay tebal dan tambahan tebal untuk perbaikan IRI yaitu, 120 mm + 15 mm = 135 mm atau 13,5 cm. Berikut merupakan contoh desain susunan lapis overlay struktural di sta 7+500 hingga 10+600 di ruas Kejayan – Purwosari. Berikut merupakan desain overlay struktural:



Gambar 8. Desain Overlay Struktural (Didesain Oleh Penulis, 2024)

5. Kesimpulan

Dari hasil survey dan analisis data yang dilakukan pada ruas jalan Kejayan-Purwosari, Pasuruan Km 7+600 hingga 10+500 dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Hasil dari analisis kondisi kerusakan di ruas Kejayan-Purwosari, Pasuruan Km 7+600 hingga 10+500 adalah retak refleksi di 5 segmen, retak halus di 14 segmen, retak kulit buaya di 8 segmen, retak pinggir di 10 segmen, retak susut di 5 segmen, jalan berlubang di 6 segmen, pengelupasan butir di 1 segmen, dan jembul di 1 segmen.
- 2) Hasil analisis lendutan balik dengan alat benkelman beam (BB) yang mewakili seluruh segmen sebesar 1,24 mm, berada diantara pemicu 1 dan pemicu 2 dengan usulan jenis penanganan overlay struktural. Jenis penanganan yang dianjurkan berdasarkan segmen adalah pemeliharaan rutin, overlay non struktural dengan tebal 4,5 cm, dan overlay struktural dengan tebal 13,5 cm. Dari kedua hasil tebal lapis tambah tersebut, lapis tambah yang digunakan sebesar 13,5 cm. Hal ini dipilih dengan mempertimbangkan kemampuan perkerasan dalam menahan deformasi permanen dan retak lelah.

6. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan banyak terimakasih untuk kedua orang tua, dosen pembimbing, dosen penguji, serta pihak PU Bina Marga Jawa Timur yang telah memberikan dukungan finansial, moral, dan data penelitian. Adapun rekan-rekan seprodi dan sejawat yang menemani dalam menyusun penelitian ini.

7. Referensi

- Bina Marga. (2017). *Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02-M-BM-2017*, Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Bolla, M. E. (2012). *Perbandingan Metode Bina Marga Dan Metode Pci (Pavement Condition Index) Dalam Penilaian Kondisi Perkerasan Jalan (Studi Kasus Ruas Jalan Kaliurang, Kota Malang)*. *Jurnal Teknik Sipil*, 1(3), 104-116-116.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2005). *Perencanaan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur dengan Metoda Lendutan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Prasarana Transportasi, Badan Penelitian dan Pengembangan ex. Departemen Kimpraswil, 1-30.
- Farida, I., & Noer Hakim, G. (2021). *Ketebalan Perkerasan Lentur Dengan Metode AASHTO 1993 Dan Manual Perkerasan Jalan 2017*. *Jurnal Teknik Sipil Cendekia (Jtsc)*, 2(1), 59-68. <https://doi.org/10.51988/vol1no1bulanjulitahun2020.v2i1.30>
- Hary Christady Hardiyatmo. (2017). *Perancangan perkerasan jalan dan penyelidikan tanah (Ke-2)*. Gadjah Mada University Press.
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia, & Pusdiklat Jalan, P. P. dan P. I. W. (2016). *Modul 2 Analisa Lalu Lintas jalan*. Pemerintah Republik Indonesia, 1-32.
- Kristiano, R., & Suryana, S. (2019). *Perkembangan Sarana Dan Prasarana Transportasi Dalam Hubungannya Dengan Tingkat Perekonomian Masyarakat Di Desa Kolang Kecamatan Kuwus Barat, Kabupaten Manggarai Barat, Provinsi Nusa Tenggara Timur*. *Jurnal Geografi Gea*, 19(2), 131-140. <https://doi.org/10.17509/gea.v19i2.19886>
- Manguande, J., Manoppo, M. R. E., & Sendow, T. K. (2020). *Analisis Perbandingan Desain Overlay Perkerasan Lentur Dengan Metode Bina Marga 2017 Menggunakan Data Lendutan Bb Dan Aashto 1993 Menggunakan Data Lendutan Fwd (Study Kasus : Ruas Jalan Airmadidi - Kairagi)*. *Jurnal Sipil Statik*, 8(1), 23-32.
- IRC 81. (1997). *Guidelines for strengthening of flexible road pavements using Benkelman beam deflection technique*. Indian road congress, New Delhi, 1997.
- Pandey V., S. (2016). *Pentingnya Pembangunan Sarana Prasarana Transportasi Sebagai Upaya Membangun Desa Di Kabupaten Gorontalo Provinsi Gorontalo*. *Tekno*, 14(66), 44-52.
- Panjaitan, W. J., Sipil, M. S., Teknik, F., & Surabaya, U. N. (2017). *EVALUASI PERKERASAN JALAN BERDASARKAN METODE BINA MARGA 2017 DAN METODE PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX) ALTERNATIF PENANGANANNYA (Studi kasus : Jalan Janti Tegalgondo , Kabupaten Klaten)*. 1-11.
- Pedoman Konstruksi dan Bangunan Desain Perkerasan Jalan Lentur No 002/P/BM/2011* (hal. 46). (2011). Perindustrian, D., Perdagangan, D. A. N., Dinas, P., Dan, P., Provinsi, P., & Efendi, J. (2021). *Dinas perindustrian dan perdagangan*. 28, 62842.
- Priana, S. E. (2018). *Analisa Faktor Penyebab Kerusakan Jalan (Studi Kasus Ruas Jalan Lingkar Utara Kota Padang Panjang)*. *Rang Teknik Journal*, 1(1). <https://doi.org/10.31869/rtj.v1i1.609>
- Shalahuddin, M. (2016). *Varian Lendutan Balik Dan Overlay Jalan Duri-Sei Rangau*. 71-78. [https://publikasiilmiah.ums.ac.id/xmlui/handle/11617/7527%0Ahttps://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/11617/7527/Paper_\[T-09\].pdf?sequence=1](https://publikasiilmiah.ums.ac.id/xmlui/handle/11617/7527%0Ahttps://publikasiilmiah.ums.ac.id/bitstream/handle/11617/7527/Paper_[T-09].pdf?sequence=1)