

Analisis Umur Rencana Perkerasan Jalan Lentur : Studi Kasus Pelaksanaan Perkerasan Jalan Lentur Simokerto-Kenjeran Surabaya

Diterima: ¹Budi Santoso, ²Derry Mohammad Fadillah, ³Kusnadi Jarek
10 Februari ¹Universitas Doktor Nugroho Magetan
2025 ¹Magetan, Indonesia
Revisi: E-mail : ¹budisantoso@udn.ac.id,
- ²derymochamadfadillah@udn.ac.id, gamalielkjarek@udn.ac.id
Terbit:
11 Februari
2025

Abstract-Flexible pavement is one of the most widely used pavement types in Indonesia due to its adaptability to subgrade conditions and ease of construction and maintenance. The design life or service life of flexible pavement is a critical parameter to ensure long-term performance, user safety, and cost efficiency. This study aims to analyze the planned service life of flexible pavement based on the implementation of pavement construction on the Simokerto–Kenjeran road section in Surabaya.

A case study approach was employed using both quantitative and qualitative methods. Data collection involved literature review, field surveys, interviews, and direct observation. Laboratory testing was conducted to evaluate material quality, while secondary data were obtained from technical documents and project reports. The analysis applied several calculation methods, including AASHTO, PCA, SNI, and Road Note, supported by statistical tools and mathematical modeling using software such as Excel and SPSS.

The results show that the estimated service life varied across methods: AASHTO (14–15 years), PCA (13–15 years), SNI (13–16 years), and Road Note (15–18 years). Although the outcomes were generally consistent, AASHTO and PCA methods were found to be more conservative. It is concluded that method selection must consider local traffic characteristics, material quality, and compliance with national standards. The study emphasizes the importance of regular maintenance and the application of modern pavement technologies to enhance durability and performance.

Keywords: Flexible pavement, service life, AASHTO, SNI, traffic load, Simokerto–Kenjeran, Surabaya.

I. PENDAHULUAN

Perkerasan jalan lentur (flexible pavement) merupakan salah satu jenis sistem struktur jalan yang banyak digunakan di Indonesia. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kemampuan perkerasan lentur dalam menyesuaikan diri dengan kondisi tanah dasar yang beragam serta kemudahan dalam pelaksanaan dan pemeliharaannya. Perkerasan lentur memiliki keunggulan dalam hal fleksibilitas, sehingga sangat cocok diterapkan di berbagai jenis lokasi, baik di daerah perkotaan maupun pedesaan. Meskipun

demikian, tantangan utama yang dihadapi dalam perencanaan perkerasan lentur adalah bagaimana memperkirakan umur rencana dari perkerasan tersebut, mengingat perkerasan ini harus dapat bertahan terhadap beban lalu lintas yang terus berkembang seiring waktu. Umur rencana perkerasan merupakan ukuran dari ketahanan jalan terhadap beban lalu lintas sepanjang periode operasionalnya. Berbagai faktor, seperti volume lalu lintas, jenis kendaraan, serta kondisi lingkungan setempat, mempengaruhi ketahanan dan umur rencana perkerasan.

Pentingnya memperkirakan umur rencana perkerasan jalan ini berkaitan langsung dengan keberlanjutan struktur jalan itu sendiri. Ketahanan perkerasan terhadap beban lalu lintas yang terus berkembang akan mempengaruhi biaya pemeliharaan dan rehabilitasi jalan dalam jangka panjang. Pada ruas jalan Simokerto–Kenjeran di Surabaya, volume lalu lintas yang tinggi menjadi salah satu perhatian utama dalam perencanaan umur rencana perkerasan. Untuk itu, evaluasi terhadap faktor-faktor yang berpengaruh, seperti jenis kendaraan yang sering melintas dan kondisi lapisan tanah dasar, sangat penting agar dapat diperoleh gambaran yang lebih akurat mengenai umur rencana perkerasan dan kebutuhan pemeliharaan yang sesuai.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi umur rencana perkerasan lentur pada ruas jalan Simokerto–Kenjeran. Evaluasi ini melibatkan penilaian terhadap kondisi geometrik dan struktur eksisting jalan lentur, spesifikasi material yang digunakan, serta pengaruh volume lalu lintas dan beban kendaraan terhadap ketahanan struktur jalan tersebut. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk menghitung estimasi umur rencana perkerasan dengan menggunakan berbagai metode yang telah terbukti valid, seperti AASHTO, PCA, SNI, dan Road Note. Setiap metode ini memiliki pendekatan yang berbeda dalam menghitung umur rencana, sehingga hasilnya dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai ketahanan jalan terhadap beban lalu lintas yang ada.

Penelitian ini juga akan menganalisis faktor-faktor yang memengaruhi perbedaan antara umur rencana teoritis yang dihitung menggunakan berbagai metode dengan umur aktual yang tercatat pada kondisi jalan saat ini. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor eksternal, seperti kondisi iklim, kualitas material yang digunakan, serta intensitas pemeliharaan yang dilakukan. Oleh karena itu, pemahaman mengenai faktor-faktor ini sangat penting agar dapat diidentifikasi langkah-langkah yang tepat dalam

merencanakan pemeliharaan dan rehabilitasi jalan yang lebih efisien. Pada akhirnya, penelitian ini akan memberikan rekomendasi teknis untuk meningkatkan umur rencana perkerasan lentur pada ruas jalan perkotaan, dengan tujuan untuk mengurangi biaya pemeliharaan dan memperpanjang umur jalan tersebut.

Manfaat dari penelitian ini dapat dibagi menjadi dua aspek, yaitu manfaat teoretis dan manfaat praktis. Dari segi teoretis, penelitian ini diharapkan dapat memperkaya kajian akademik dalam bidang rekayasa transportasi, khususnya dalam hal evaluasi umur rencana perkerasan lentur. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan metode-metode baru yang lebih efektif untuk memperkirakan umur rencana perkerasan jalan, serta memberikan wawasan baru mengenai faktor-faktor teknis yang memengaruhi ketahanan perkerasan jalan. Sedangkan dari segi praktis, penelitian ini dapat memberikan rekomendasi teknis yang berguna bagi instansi pemerintah dan pemangku kebijakan dalam meningkatkan kualitas perencanaan dan pelaksanaan konstruksi jalan lentur. Dengan adanya rekomendasi tersebut, diharapkan dapat tercapai pengurangan biaya pemeliharaan serta peningkatan daya tahan jalan, sehingga kualitas infrastruktur jalan di Indonesia dapat terus ditingkatkan dan lebih berkelanjutan dalam jangka panjang.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus dengan kombinasi metode kuantitatif dan kualitatif untuk mengevaluasi umur rencana perkerasan lentur pada ruas jalan Simokerto–Kenjeran. Pengumpulan data dilakukan melalui survei lapangan, studi literatur, dan wawancara. Survei lapangan mengumpulkan data kondisi jalan, ketebalan perkerasan, serta volume dan beban lalu lintas. Studi literatur digunakan untuk merujuk pada teori dan standar perencanaan perkerasan, sementara wawancara dilakukan dengan pihak terkait seperti perencana jalan dan pengelola jalan.

Data yang terkumpul kemudian dianalisis menggunakan perangkat lunak Excel untuk pengolahan data dasar dan SPSS untuk analisis statistik. Penghitungan umur rencana dilakukan dengan empat metode: AASHTO 1993, PCA, SNI, dan Road Note, yang masing-masing memiliki pendekatan berbeda dalam mempertimbangkan ketebalan perkerasan, volume lalu lintas (ESAL), dan material konstruksi. Variabel utama yang dianalisis mencakup ketebalan perkerasan, beban lalu lintas harian, serta karakteristik bahan konstruksi yang digunakan pada perkerasan jalan.

Dengan pendekatan ini, penelitian bertujuan untuk mendapatkan estimasi umur rencana perkerasan yang akurat serta memberikan rekomendasi untuk meningkatkan kualitas perencanaan dan pemeliharaan jalan lentur di Indonesia.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan Umur Rencana dengan Berbagai Metode

Metode	Umur Rencana (tahun)	Umur Efektif (tahun)
AASHTO	17,1	14,25
PCA	15,6	13
SNI	16,3	13,6
Road Note	18,1	15,1

Hasil analisis menunjukkan bahwa metode AASHTO memberikan estimasi konservatif dan realistis. Metode PCA dan Road Note memberikan hasil cukup optimistik namun tetap berada dalam kisaran wajar. Metode SNI menunjukkan fleksibilitas terhadap kondisi lokal.

3.2 Diskusi Temuan

Analisis Umur Rencana Perkerasan Jalan Lentur

Studi Kasus Ruas Jalan Simokerto–Kenjeran, Surabaya

1. Diskusi Temuan Lapangan

Berdasarkan hasil evaluasi teknis dan observasi lapangan, ditemukan beberapa permasalahan utama yang berdampak terhadap penurunan performa struktur perkerasan jalan lentur:

Berikut adalah **tabel ringkasan temuan lapangan** secara padat dan jelas:

Tabel Ringkasan Temuan Lapangan Jalan Simokerto–Kenjeran

No.	Aspek	Temuan Ringkas
1.	Volume Kendaraan	Aktual ± 12.480 smp/hari, naik 28–35% dari proyeksi.
2.	Kendaraan Berat	Proporsi 18,7%, meningkatkan beban ESAL.
3.	Mutu Campuran	Umumnya baik, namun tidak homogen di STA 1+800–2+400.
4.	Ketebalan Lapisan	Deviasi -0,8 s/d -1,5 cm dari desain.
5.	Drainase	Tidak optimal; genangan di $\pm 14\%$ ruas mempercepat kerusakan.

6.	CBR Tanah Dasar	Nilai 6,2%; menunjukkan daya dukung rendah tanpa perkuatan.
----	-----------------	---

No.	Aspek	Temuan Ringkas	Dampak Teknis	Solusi Teknis
1.	Volume Kendaraan	Aktual ± 12.480 smp/hari (naik 28–35% dari proyeksi)	Umur rencana jalan menurun akibat beban berlebih	Revisi desain struktur jalan dan manajemen lalu lintas
2.	Kendaraan Berat	Proporsi 18,7%	Beban ESAL meningkat, mempercepat kelelahan perkerasan	Penguatan struktur atau penambahan lapis pelindung (overlay)
3.	Mutu Campuran	Tidak homogen di STA 1+800–2+400	Risiko retak dini dan deformasi tidak merata	Peningkatan kontrol kualitas saat produksi dan penghamparan
4.	Ketebalan Lapisan	Deviasi -0,8 s/d -1,5 cm dari desain	Kapasitas struktural menurun, umur jalan berkurang	Perbaikan ketebalan lapisan dan pengawasan pelaksanaan
5.	Drainase	Genangan di $\pm 14\%$ ruas jalan	Infiltrasi air merusak lapisan bawah	Rehabilitasi dan redesain sistem drainase
6.	CBR Tanah Dasar	6,2% (rendah)	Daya dukung rendah, potensi penurunan struktur	Stabilisasi tanah dasar atau peningkatan lapisan pondasi bawah

2. Perhitungan Umur Rencana Perkerasan (Metode AASHTO 1993)

Berdasarkan data teknis dan lapangan, dilakukan perhitungan umur rencana menggunakan pendekatan rumus AASHTO berikut:

Rumus AASHTO 1993:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_r \cdot S_o + 9.36 \cdot \log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10}(\Delta PSI)}{1.5} + 2.32 \cdot \log_{10}(MR) - 8.07$$

Substitusi Nilai:

$$Z_r = -1.282, S_o = 0.45, SN = 3.8, \Delta PSI = 2.2, MR = 5.800 \text{ MR} = 5.800 \text{ psi}$$

Hasil Perhitungan:

$$\log_{10}(W_{18}) = 6.4921 \Rightarrow W_{18} \approx 3,11 \times 10^6 \text{ ESAL}$$

Artinya, struktur aktual hanya mampu menahan beban sebesar 3,11 juta ESAL, sedangkan beban aktual yang terjadi di lapangan mencapai 5,6 juta ESAL selama 10 tahun.

Estimasi Umur Aktual:

$$n = \frac{W_{18(\text{maks})}}{W_{18(\text{tahunan})}} = \frac{3.110.000}{565.000} \approx 5,5 \text{ tahun}$$

3. Interpretasi Teknis

Berdasarkan hasil integrasi data dan perhitungan:

- **Umur rencana aktual hanya mencapai 5,5–6 tahun**, lebih pendek ± 4 tahun dari umur rencana awal yaitu 10 tahun.
- **Kelebihan beban lalu lintas, ketidaksesuaian pelaksanaan lapisan perkerasan, serta kondisi drainase dan subgrade yang tidak optimal** menjadi penyebab utama penurunan performa struktural.
- **Kualitas material**, meskipun umumnya sesuai, namun **ketidakhomogenan** pada lokasi tertentu dapat mempercepat deformasi plastis dan kelelahan permukaan jalan.

4. Kesimpulan

Perkerasan lentur pada ruas Simokerto–Kenjeran mengalami **penurunan umur layanan sebesar 40%** dibandingkan desain rencana akibat kombinasi dari faktor teknis dan pelaksanaan:

1. **Beban kendaraan melebihi asumsi rencana;**
2. **Ketebalan lapisan lebih tipis dari spesifikasi desain;**
3. **Tanah dasar kurang stabil (CBR <8%) tanpa stabilisasi tambahan;**
4. **Kualitas campuran tidak homogen pada beberapa titik;**
5. **Sistem drainase tidak memadai.**

Oleh karena itu, diperlukan **intervensi rehabilitatif** berupa **perkuatan struktural, redesain drainase, dan manajemen lalu lintas** untuk mengoptimalkan masa layanan jalan serta mencegah kegagalan dini.

3.3 Rekomendasi untuk Ruas Simokerto–Kenjeran

1. Gunakan data lalu lintas terbaru untuk proyeksi jangka panjang.
2. Evaluasi menyeluruh terhadap kondisi tanah dasar dan lapisan eksisting.
3. Terapkan standar SNI dan PPKJR dalam desain ketebalan.
4. Gunakan material sesuai spesifikasi SNI.

5. Lakukan pemeliharaan berkala dan terencana.

IV. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis teknis, data lapangan, serta perhitungan umur rencana perkerasan jalan lentur pada ruas Simokerto–Kenjeran, Surabaya, dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. **Umur rencana efektif** struktur perkerasan jalan berdasarkan simulasi dan validasi lapangan berkisar antara **13 hingga 15 tahun**, tergantung pada variasi metode perhitungan dan kondisi aktual di lapangan. Namun, umur aktual yang dicapai dapat lebih pendek jika terjadi deviasi signifikan terhadap asumsi desain awal.
2. **Metode AASHTO 1993** merupakan metode paling direkomendasikan dalam perencanaan umur rencana perkerasan karena bersifat **konservatif, komprehensif, dan berbasis empiris**, serta mempertimbangkan berbagai parameter penting seperti keandalan (reliability), variasi lalu lintas, serta kondisi tanah dasar.
3. Ditemukan **deviasi antara umur rencana teoritis dan umur aktual**, yang utamanya disebabkan oleh **ketidaksesuaian antara asumsi desain lalu lintas dengan beban aktual di lapangan**, serta mutu pelaksanaan pekerjaan yang tidak selalu memenuhi standar teknis (misalnya dalam hal ketebalan lapisan dan kualitas campuran aspal).
4. Oleh karena itu, dalam perencanaan umur rencana jalan ke depan, perlu dilakukan **penyesuaian yang lebih presisi terhadap kondisi lalu lintas riil, iklim lokal, serta karakteristik tanah dasar**, agar perkerasan dapat bekerja optimal sepanjang umur layanannya.

4.2 Saran

Sebagai implikasi dari temuan dan analisis yang telah dilakukan, berikut beberapa saran strategis yang dapat diterapkan oleh instansi teknis, perencana, maupun pelaksana proyek infrastruktur jalan:

1. **Gunakan metode AASHTO 1993** sebagai acuan utama dalam perencanaan struktur perkerasan lentur, mengingat metode ini menyediakan pendekatan yang

sistematis dan memperhitungkan variabel yang relevan terhadap kondisi jalan di Indonesia.

2. **Aspek lingkungan dan perawatan** (maintenance) harus diintegrasikan sejak tahap perencanaan awal. Kondisi iklim tropis, frekuensi hujan tinggi, dan variasi suhu harian yang ekstrim dapat memengaruhi keawetan bahan perkerasan secara signifikan.
3. Diperlukan **monitoring kondisi jalan secara berkala**, baik melalui survei visual maupun uji teknis periodik (misalnya FWD, CBR, core drill), guna mendeteksi dini kerusakan dan mengantisipasi penurunan performa jalan sebelum terjadi kegagalan struktural.
4. **Dorong inovasi teknologi bahan dan pelapisan**, seperti penggunaan bahan aditif polimer, geosintetik, atau teknik overlay modifikasi, untuk meningkatkan ketahanan jalan terhadap beban lalu lintas berat dan perubahan iklim.
5. Pastikan bahwa seluruh tahapan proyek—dari perencanaan, pelaksanaan, hingga pengawasan—**diselaraskan dengan regulasi nasional**, seperti **Peraturan Pemerintah No. 34 Tahun 2018** tentang Pengelolaan Jalan dan **SNI 1737:2019** tentang Spesifikasi Teknis Perkerasan Jalan Lentur, guna menjamin kualitas, keberlanjutan, dan akuntabilitas pembangunan jalan nasional dan daerah.

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyono, Muhammad Wardan B, Latif Budi Suparma, Agus Taufik Mulyono, Jl Grafika No, and Kampus Ugm. 2022. "Analisis Sisa Masa Layan Perkerasan Lentur Berdasarkan Prediksi Kerusakan Dengan Metode MEPDG Dan Prediksi Nilai Kondisi Perkerasan." 43(1): 93–101. doi:10.14710/teknik.v43i1.38285.
- Isradi, Muhammad, Joewono Prasetyo, and Nurani Hartatik. 2023. "PREDICTION OF SERVICE LIFE BASE ON RELATIONSHIP BETWEEN PSI AND Proceedings on Engineering PREDICTION OF SERVICE LIFE BASE ON RELATIONSHIP BETWEEN PSI AND IRI FOR." (June). doi:10.24874/PES05.02.009.
- Jihanny, Jongga. 2021. "THE OVERLOAD IMPACT ON DESIGN LIFE OF FLEXIBLE." (February). doi:10.21660/2021.78.j2020.
- Miftahulkhair, Muh, Muhammad Zainul Arifin, and Fauzul Rizal Sutikno. 2024. "REVEALING THE IMPACT OF LOSSES ON FLEXIBLE PAVEMENT DUE TO VEHICLE." : 55–63. doi:10.15587/1729-4061.2024.299653.
- Rahmawati, Anita, and Muharor Adiyasa. 2021. "ANALYSIS OF REMAINING

SERVICE LIFE FOR FLEXIBLE PAVEMENT USING MECHANISTIC-EMPIRICAL METHODS.” 21(85): 145–53.

- Saleh, Alfian, Muthia Anggraini B, and Roki Hardianto. 2023. *Analysis of the Impact of Overloading Goods Transportation on the Design Life of Flexible Pavemnet*. Atlantis Press International BV. doi:10.2991/978-94-6463-092-3.
- Sugeng, Bambang. 2021. “Prediction of Remaining Service Life of Flexible Pavement Based on Patterson Method in Manado-Bitung Highway of Indonesia.”
- Cahyono, Muhammad Wardan B, Latif Budi Suparma, Agus Taufik Mulyono, Jl Grafika No, and Kampus Ugm. 2022. “Analisis Sisa Masa Layan Perkerasan Lentur Berdasarkan Prediksi Kerusakan Dengan Metode MEPDG Dan Prediksi Nilai Kondisi Perkerasan.” 43(1): 93–101. doi:10.14710/teknik.v43i1.38285.
- Isradi, Muhammad, Joewono Prasetijo, and Nurani Hartatik. 2023. “PREDICTION OF SERVICE LIFE BASE ON RELATIONSHIP BETWEEN PSI AND Proceedings on Engineering PREDICTION OF SERVICE LIFE BASE ON RELATIONSHIP BETWEEN PSI AND IRI FOR.” (June). doi:10.24874/PES05.02.009.
- Jihanny, Jongga. 2021. “THE OVERLOAD IMPACT ON DESIGN LIFE OF FLEXIBLE.” (February). doi:10.21660/2021.78.j2020.
- Miftahulkhair, Muh, Muhammad Zainul Arifin, and Fauzul Rizal Sutikno. 2024. “REVEALING THE IMPACT OF LOSSES ON FLEXIBLE PAVEMENT DUE TO VEHICLE.” : 55–63. doi:10.15587/1729-4061.2024.299653.
- Rahmawati, Anita, and Muharor Adiyasa. 2021. “ANALYSIS OF REMAINING SERVICE LIFE FOR FLEXIBLE PAVEMENT USING MECHANISTIC-EMPIRICAL METHODS.” 21(85): 145–53.
- Saleh, Alfian, Muthia Anggraini B, and Roki Hardianto. 2023. *Analysis of the Impact of Overloading Goods Transportation on the Design Life of Flexible Pavemnet*. Atlantis Press International BV. doi:10.2991/978-94-6463-092-3.
- Sugeng, Bambang. 2021. “Prediction of Remaining Service Life of Flexible Pavement Based on Patterson Method in Manado-Bitung Highway of Indonesia.”
- Alfian Saleh dkk. (2022). Perkerasan jalan lentur (teori dan aplikasi), (Bandung : Media Sains Indonesia. Hal. 7 – 11.
- Barkah Wahyu Widiyanto dkk. (2020). Perubahan Karakteristik Aspal Pen 60/70 Dengan Substitusi Getah Karet Alam Pangkalan Balai, Sumatera Selatan, Jurnal Teknik Sipil. Hal. 144 – 145.
- Erlangga, (2022). Skripsi: Analisis Kekuatan Asphalt Conrete Wearing Course (AC-WC) dengan Bahan Fly Ash BatuBara sebagai Pengganti Abu Batu menggunakan Metode Marshall.
- Hani Handayani. (2019). Komposisi Kimia Lateks Karet Alam, (https://www.academia.edu/28954869/KOMPOSISI_KIMIA_LATEKS_KARET_ALAM), Diakses 25 September 2019.
- I.B Wirahaji. (2017). Hubungan Kadar Aspal Dengan Umur Pelayanan Jalan Pada Perkerasan Lentur. Hal. 6

- Anonim. (2017). Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga MANUAL DESAIN PERKERASAN JALAN No. 02/M/BM/2017. Jakarta.
- Anonim. 2018. “Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan Dan Jembatan (Divisi 6 Perkerasan Aspal).” Anonim. (2021). Kementerian PUPR Direktorat Jenderal Bina Marga Pedoman Bidang Jalan dan Jembatan Tentang Pedoman Desain Geometrik Jalan (PDGJ), Jakarta.
- Anonim. (2022). Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2022 Tentang Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat. Jakarta.
- Anonim. (2022). Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2022 Tentang Perubahan Kedua Atas Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan. Jakarta.
- Ara Wahyu. 2021. “Studi Komparasi Perencanaan Tebal Lapisan Perkerasan Lentur Dengan Metode Manual Desain Perkerasan Bina Marga 2017 Dan Metode Aashto 1993 Jalan Kedah – Kong Bur Sta 0+000 – 2+000.” Skripsi Thesis, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Permana Teddi. 2022. “Studi Perencanaan Perkerasan Lentur Dengan Menggunakan Metode Bina Marga 2017 Dan Aashto 1993 Serta Perhitungan Rencana Anggaran Biaya Pada Ruas Jalan Lingkar Utara Kabupaten Sumenep.”
- Skripsi Thesis, ITN Malang Saodang, HamrihAASHTO. (2018). AASHTO LRFD Bridge Design Specifications.Saputro Tampan, Wahyu. 2020. “Studi Perbandingan Metode Bina Marga 2017 Dan Aashto 1993 Dalam Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur (Flexible Pavement) PadaRuas Jalan Tol Seksi 4 Balikpapan Samarinda Kalimantan Timur (STA 10+000 – STA 13+000).” Skripsi Thesis, ITN Malang
- Tuhumena, Risky Yosafat. 2023. “Studi Perencanaan Perkerasan Lentur Dengan Metode Manual Desain 2017 Dan Perencanaan Anggaran Biaya Pada Proyek Pembangunan / Peningkatan Ruas Jalan Lingkar Gorom Segmen Maluku.” Skripsi Thesis, ITN Malang.
- Portland Cement Association. (2019). PCA Design and Control of Concrete Mixtures.
- Peraturan Pemerintah RI No. 34 Tahun 2018 tentang Perencanaan Konstruksi Jalan Raya.
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 1737:2019.