

**ANALISIS TEBAL LAPIS TAMBAH (OVERLAY) DAN
PELEBARAN PERKERASAN LENTUR RUAS JALAN RAYA
DAMPIT-LUMAJANG STA (26+000 – 37+000) MENGGUNAKAN
METODE MDPJ 2024 BINA MARGA**

SKRIPSI

**Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Strata Satu (S1) Teknik Sipil**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG
2025**

RINGKASAN

Muhammad Khoirur Rozikin, 219.0105.1.188. Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang, Analisis Tebal Lapis Tambah (*Overlay*) Dan Pelebaran Perkerasan Lentur Ruas Jalan Raya Dampit–Lumajang STA (26+000 – 37+000) Menggunakan Metode MDPJ 2024 Bina Marga. Pembimbing I: **Dr. Azizah Rokhmawati, S.T., M.T.**, Pembimbing II: **Anang Bakhtiar, S.T., M.T.**

Jalan Raya Dampit–Lumajang merupakan jalan nasional yang menghubungkan Kabupaten Malang dan Kabupaten Lumajang, dengan volume lalu lintas harian rata-rata (LHR) yang cukup tinggi. Jalan ini memiliki panjang $\pm 59,2$ km, terdiri dari satu jalur dua lajur dua arah dengan lebar 7 meter tanpa median. Kondisi jalan pada beberapa titik, khususnya pada ruas STA (26+000 – 37+000), mengalami kerusakan akibat tingginya beban lalu lintas, terutama kendaraan berat seperti truk pengangkut pasir, bahan pangan, dan barang yang seringkali melebihi kapasitas beban maksimum (*overload*).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tebal lapis tambah (*overlay*), desain struktur pelebaran jalan, serta Rencana Anggaran Biaya (RAB) menggunakan metode MDPJ 2024 Bina Marga. Metode ini menggunakan data lendutan hasil pengujian *Falling Weight Deflectometer* (FWD) dan perhitungan beban sumbu kumulatif (CESA) untuk menentukan tebal *overlay*, sedangkan desain struktur pelebaran jalan ditentukan berdasarkan umur rencana, beban sumbu kumulatif (CESA), dan nilai CBR tanah dasar.

Hasil analisis menunjukkan bahwa ketebalan *overlay* yang dibutuhkan adalah 10 cm, dengan nilai CESA4 sebesar 7.740.598,203 ESAL dan CESA5 sebesar 8.146.652,826 ESAL. Struktur akhir pelebaran jalan terdiri dari timbunan agregat C setebal 150 mm, lapis pondasi bawah agregat B 150 mm, lapis pondasi atas agregat A 200 mm, AC-BC bawah 80 mm, AC-BC atas 75 mm, dan lapis permukaan AC-WC 40 mm, dengan total ketebalan 695 mm. Estimasi total biaya konstruksi berdasarkan perhitungan RAB adalah sebesar Rp 47.733.042.714.

Kata Kunci: Perkerasan Lentur, *Overlay*, MDPJ 2024, RAB

UNISMA

SUMMARY

Muhammad Khoirur Rozikin, 219.0105.1.188. Civil Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Islamic University of Malang. Analysis of Overlay Thickness and Flexible Pavement Widening on Dampit–Lumajang Road Section STA (26+000 – 37+000) Using the 2024 MDPJ Method by Bina Marga. Supervisor I: **Dr. Azizah Rokhmawati, S.T., M.T.**, Supervisor II: **Anang Bakhtiar, S.T., M.T.**

The Dampit–Lumajang Road is a national road that connects Malang Regency and Lumajang Regency, with a relatively high average daily traffic volume (LHR). The road has a total length of approximately 59.2 km and consists of a single carriageway with two lanes in two directions and a width of 7 meters without a median. Several sections of the road, particularly between STA (26+000 – 37+000), have experienced damage due to high traffic loads, especially from heavy vehicles such as sand trucks, food delivery trucks, and goods transport vehicles that frequently exceed the maximum axle load capacity (overload).

This study aims to analyze the required overlay thickness, the structural design for road widening, and the estimated construction cost using the MDPJ 2024 method issued by Bina Marga. The method utilizes deflection data obtained from Falling Weight Deflectometer (FWD) testing and cumulative axle load calculations (CESA) to determine the overlay thickness. The structural design of the widened section is based on the design life, cumulative axle load (CESA), and the subgrade's California Bearing Ratio (CBR) value.

The analysis results indicate that the required overlay thickness is 10 cm, with CESA4 of 7,740,598.203 ESAL and CESA5 of 8,146,652.826 ESAL. The final structure of the road widening consists of 150 mm of aggregate class C fill, 150 mm of class B subbase, 200 mm of class A base, 80 mm of lower AC-BC, 75 mm of upper AC-BC, and 40 mm of AC-WC surface course, resulting in a total thickness of 695 mm. The estimated total construction cost based on the RAB calculation is IDR 47,733,042,714.

Keywords: Flexible Pavement, Overlay, MDPJ 2024, RAB

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan UU RI No 38 Tahun 2004 tentang Jalan mendefinisikan 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, diatas permukaan tanah, dibawah permukaan tanah dan atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel. Jalan darat sangat dibutuhkan oleh masyarakat untuk melakukan aktivitas sehari-hari yang memungkinkan manusia berpindah dari tempat satu ke tempat lainnya dengan lebih mudah dan cepat (Rokhmawati & Ingsih, 2025). Seiring meningkatnya pertumbuhan ekonomi, kesejahteraan masyarakat pun meningkat sehingga intensitas penggunaan jalan darat juga meningkat. Tingginya pengguna kendaraan bermotor yang lewat mengakibatkan minimnya tingkat pelayanan jalan yang ditandai dengan adanya kerusakan pada jalan (Suprpto & Rachmawati, 2021).

Infrastruktur jalan merupakan elemen penting yang diperlukan untuk membangun sistem struktural yang menjamin stabilitas ekonomi dan berfungsi sebagai fasilitas agar perekonomian dapat berjalan dengan efisien (Rokhmawati & Ingsih, 2024b). Jalan direncanakan untuk dapat menampung semua kendaraan yang melewatinya dengan kecepatan yang sesuai aturan dan harus cukup kuat untuk menerima beban gandar terberat dari lalu lintas tersebut. Syarat pertama adalah dapat melayani, menampung, atau menjaga arus lalu lintas agar nyaman dan aman. Kedua, tersedianya tebal dan komposisi perkerasan yang cukup untuk menerima beban lalu lintas tanpa terjadi peningkatan atau pengembangan kerusakan yang tidak diharapkan selama umur rencana (Wiyono, 2009).

Seiring bertambahnya jumlah penduduk Indonesia setiap tahunnya dan jumlah kendaraan yang meningkat, maka kebutuhan akan sarana transportasi jalan raya juga menjadi semakin tinggi. Jalan raya merupakan salah satu infrastruktur transportasi utama di Indonesia, seringkali kita menemukan banyak kerusakan pada jalan yang mengakibatkan gangguan dalam kenyamanan berkendara (Bakhtiar et al., 2020). Oleh sebab itu, perkembangan jalan sering kali diidentikkan dengan

peningkatan sumber daya manusia dan pada dasarnya, perencanaan jalan disesuaikan dengan kebutuhan dan kondisi lalu lintas yang ada agar tetap berfungsi secara optimal untuk melayani lalu lintas sesuai umur rencana jalan (Suprpto & Bakhtiar, 2024). Selain perencanaan konstruksi jalan yang matang, pemeliharaan konstruksi jalan adalah pekerjaan yang penting untuk dilakukan karena bertujuan untuk menjaga kondisi jalan agar dapat berfungsi dengan baik dalam melayani arus lalu lintas, memperkecil biaya pengoperasian kendaraan, serta memperlambat atau mengurangi tingkat kerusakan jalan (*rate of deterioration*).

Masalah kerusakan jalan memang menjadi salah satu masalah yang sering terjadi di Indonesia, hal ini dapat menyebabkan waktu tempuh yang lebih lama, biaya perbaikan yang lebih tinggi, kemacetan lalu lintas, kecelakaan, ketidaknyamanan pengguna jalan, dan dapat menghambat pertumbuhan ekonomi daerah (Warsito & Bakhtiar, 2023). Kerusakan jalan seringkali terjadi secara relatif cepat, baik pada jalan yang baru dibangun maupun yang baru diperbaiki, hal ini biasanya disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya, air, perubahan suhu, cuaca, temperature udara, material konstruksi perkerasan, kondisi tanah dasar yang tidak stabil, proses pemadatan tanah yang kurang baik, muatan kendaraan berat yang *overload*, serta volume kendaraan yang mengalami peningkatan. Perkerasan yang mengalami kerusakan sebelum mencapai umur rencana tidak hanya menurunkan kualitas layanan jalan, tetapi juga meningkatkan beban anggaran pemerintah daerah akibat perlunya perencanaan dan pemeliharaan ulang yang lebih sering (Rokhmawati & Ingsih, 2024a).

Jalan Raya Dampit-Lumajang merupakan bagian dari jalan nasional yang menghubungkan Kabupaten Malang dan Kabupaten Lumajang dengan volume lalu lintas harian (LHR) yang cukup tinggi, dimana jalan ini mempunyai panjang jalan $\pm 59,2$ kilometer, satu jalur dua lajur dua arah dengan lebar 7 meter tanpa median. Kondisi jalan ini merupakan jalur yang sering dilewati oleh truk pengangkut pasir, truk pengangkut bahan pangan, truk pengangkut barang, dan kendaraan berat lainnya, sehingga di beberapa titik mengalami kerusakan jalan khususnya STA (26+000 – 37+000) dan seringkali truk-truk berat yang melintasi jalan tersebut melebihi kapasitas (*overload*) yang dapat menyebabkan bertambahnya kerusakan pada jalan tersebut. Tentu hal ini tidak sesuai dengan rencana umur jalan yang telah ditetapkan.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menghindari kerusakan jalan yang parah adalah dengan menambahkan lapisan perkerasan dan pelebaran. Tujuan dari perencanaan penambahan tebal lapisan dan pelebaran adalah untuk mengembalikan kekuatan perkerasan tersebut sehingga dapat memberikan pelayanan yang optimal kepada pengguna jalan. Sehubungan dengan permasalahan diatas tentunya diperlukan metode yang efektif dan efisien untuk merencanakan ketebalan *overlay* dan pelebaran agar diperoleh hasil yang baik.

Salah satu faktor penting yang perlu diperhatikan dalam perencanaan ketebalan *overlay* dan pelebaran adalah pemilihan metode perencanaan yang tepat. Pemilihan metode yang tidak sesuai dapat mengakibatkan kondisi jalan yang cepat rusak akibat desain yang kurang memadai (*under design*) atau menyebabkan konstruksi yang tidak ekonomis dan melebihi kebutuhan (*over design*). Situasi ini berpotensi berdampak besar pada biaya keseluruhan proyek, serta dapat menyebabkan berkurangnya umur layan jalan yang telah direncanakan. Untuk itu diperlukan juga perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang teliti, baik dari jumlah biaya penggunaannya, volume pekerjaan, jenis pekerjaan, harga bahan, dan upah pekerja, agar dapat dipastikan sesuai dengan anggaran yang telah ditetapkan serta untuk meminimalisir pembengkakan biaya.

Metode MDPJ 2024 Bina Marga merupakan salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk menghitung ketebalan lapis tambah dan pelebaran secara akurat. Metode ini mempertimbangkan berbagai faktor, termasuk jenis material, beban lalu lintas, serta sifat fisik tanah dasar. Dengan menerapkan metode ini, diharapkan dapat diperoleh hasil yang lebih efektif dan efisien dalam perencanaan *overlay* dan pelebaran, serta mengurangi risiko kerusakan lebih lanjut pada perkerasan jalan.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka dapat diidentifikasi permasalahan sebagai berikut:

1. Terjadi kerusakan pada sepanjang ruas Jalan Raya Dampit – Lumajang STA (26+000 – 37+000) seperti retak, pengelupasan dan aus pada permukaan lapisan perkerasan.
2. Jalan ini sering dilalui oleh truk pengangkut pasir dan kendaraan berat lainnya yang sering *overload*, sehingga menyebabkan kerusakan cepat pada jalan.

3. Ketebalan jalan yang tipis dan kapasitas jalan yang tidak memadai pada Jalan Raya Dampit – Lumajang STA (26+000 – 37+000).

1.3 Rumusan Masalah

Dengan memperhatikan identifikasi masalah diatas, maka permasalahan yang perlu untuk kaji yaitu:

1. Berapa nilai beban sumbu standar kumulatif (CESA4 dan CESA5) selama umur rencana 20 tahun pada ruas Jalan Raya Dampit–Lumajang STA (26+000 – 37+000)?
2. Berapa nilai lendutan maksimum dan lengkung lendutan pada ruas Jalan Raya Dampit–Lumajang STA (26+000 – 37+000) berdasarkan hasil pengujian FWD?
3. Berapa tebal lapis tambah dan pelebaran pada perkerasan lentur Jalan Raya Dampit-Lumajang STA (26+000 – 37+000) dengan metode MDPJ 2024?
4. Berapa nilai Rencana Anggaran Biaya (RAB) lapis tambah dan pelebaran pada Jalan Raya Dampit – Lumajang STA (26+000 – 37+000)?

1.4 Batasan Masalah

Agar penulisan skripsi tetap terfokus dan tidak melenceng dari inti permasalahan, maka ruang lingkup atau batasan masalah sebagai berikut:

1. Ruang lingkup lokasi terbatas pada ruas Jalan Raya Dampit–Lumajang STA (26+000 – 37+000), sepanjang ± 11 km.
2. Penelitian ini hanya menggunakan Metode MDPJ 2024 Bina Marga untuk perencanaan tebal lapis tambah (*overlay*) dan pelebaran perkerasan lentur, tanpa membandingkannya dengan metode lain.
3. Analisis Rencana Anggaran Biaya (RAB) dalam penelitian ini didasarkan pada HSPK Kabupaten Lumajang tahun 2024, tanpa mempertimbangkan perubahan harga material atau upah di tahun-tahun berikutnya.
4. Penelitian ini tidak mencakup perencanaan desain sistem drainase jalan karena pada lokasi penelitian sistem drainase telah tersedia dan berfungsi dengan baik.
5. Karena tidak tersedia data sekunder, nilai pertumbuhan lalu lintas dalam penelitian ini ditetapkan berdasarkan asumsi tahunan yang mengacu pada Pedoman MDPJ 2024 Bina Marga.

1.5 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan maksud untuk mencapai beberapa tujuan utama yang berkaitan dengan evaluasi dan perencanaan rehabilitasi perkerasan jalan. Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui berapa nilai beban sumbu standar kumulatif (CESA4 dan CESA5) selama umur rencana 20 tahun pada ruas Jalan Raya Dampit–Lumajang STA (26+000 – 37+000).
2. Untuk mengetahui berapa nilai lendutan maksimum dan lengkung lendutan pada ruas Jalan Raya Dampit–Lumajang STA (26+000 – 37+000) berdasarkan hasil pengujian FWD.
3. Untuk mengetahui berapa tebal lapis tambah dan pelebaran pada perkerasan lentur Jalan Raya Dampit-Lumajang STA (26+000 – 37+000) dengan metode MDPJ 2024.
4. Untuk mengetahui berapa nilai Rencana Anggaran Biaya (RAB) lapis tambah dan pelebaran pada Jalan Raya Dampit – Lumajang STA (26+000 – 37+000).

1.6 Manfaat Penelitian

Harapan dari hasil penelitian ini dapat memberikan beberapa manfaat antara lain sebagai berikut:

1. Dapat dijadikan bahan referensi dalam analisa perhitungan tebal lapis tambah (*overlay*) dan pelebaran pada perkerasan lentur.
2. Dapat digunakan sebagai sumber kajian bagi pihak-pihak terkait untuk penelitian lebih lanjut serta sebagai bahan ajar.
3. Penelitian ini diharapkan dapat memberi referensi baru kepada mahasiswa teknik sipil, peneliti, dan akademisi untuk meningkatkan pengetahuan tentang analisa tebal lapis tambah (*overlay*) dan pelebaran.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil analisis perhitungan dan pembahasan perencanaan tebal lapis tambah (*overlay*) dengan pelebaran jalan pada perkerasan lentur ruas Jalan Raya Dampit–Lumajang STA (26+000 – 37+000) menggunakan Metode MDPJ 2024 Bina Marga, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Nilai beban sumbu standar kumulatif (CESA4) selama umur rencana 20 tahun pada ruas Jalan Raya Dampit–Lumajang STA (26+000 – 37+000) adalah sebesar 7.740.598,203 ESAL untuk CESA4 dan 8.146.652,826 ESAL untuk CESA5, yang diperoleh dari hasil analisis lalu lintas berdasarkan pertumbuhan tahunan.
2. Berdasarkan analisa lendutan hasil pengujian FWD, nilai lendutan maksimum (d_0) adalah sebesar 1,1630 mm dan nilai lengkung lendutan (d_0-d_{200}) adalah sebesar 0,27034 mm.
3. Hasil analisis perhitungan tebal lapis tambah (*overlay*) dan pelebaran jalan ruas Jalan Raya Dampit–Lumajang STA (26+000 – 37+000) menggunakan Metode MDPJ 2024 Bina Marga menunjukkan bahwa:
 - Tebal lapis tambah (*overlay*) berdasarkan IRI (Nonstruktural) adalah sebesar 4,5 cm
 - Tebal lapis tambah (*overlay*) berdasarkan Lendutan Maksimum (D_0) adalah sebesar 4 cm
 - Tebal lapis tambah (*overlay*) berdasarkan Lengkung Lendutan (D_0-D_{200}) adalah sebesar 10 cm
 - Struktur pelebaran jalan terdiri atas *Subgrade* timbunan Agregat Kelas C 150 mm, Lapis Pondasi Agregat Kelas B 150 mm, Lapis Pondasi Agregat Kelas A 200 mm, AC-BC Bawah Laston Lapis Antara 80 mm, AC-BC Atas Laston Lapis Antara 75 mm, dan lapis permukaan AC-WC Laston Lapis Aus 40 mm, dengan total ketebalan 695 mm. Ketebalan ini telah disesuaikan dengan struktur eksisting beserta *overlay* setebal 700 mm.

4. Hasil analisis perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) tebal lapis tambah (*overlay*) dan pelebaran jalan pada ruas Jalan Raya Dampit–Lumajang STA (26+000 – 37+000) menggunakan Metode MDPJ 2024 Bina Marga adalah sebesar Rp 47.733.042.714 (Empat Puluh Tujuh Miliar Tujuh Ratus Tiga Puluh Tiga Juta Empat Puluh Dua Ribu Tujuh Ratus Empat Belas Rupiah).

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang telah diperoleh, maka penulis menyampaikan beberapa saran yang diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pihak-pihak terkait, serta sebagai acuan untuk pengembangan penelitian selanjutnya, yaitu sebagai berikut.

1. Pemerintah dan instansi terkait diharapkan dapat meningkatkan pengawasan terhadap muatan kendaraan yang melintas, khususnya terhadap kendaraan dengan beban berlebih (*overload*), karena hal tersebut merupakan faktor utama yang mempercepat kerusakan perkerasan jalan.
2. Diperlukan program pemeliharaan jalan yang berkelanjutan, baik secara rutin maupun periodik, agar kualitas dan kinerja perkerasan dapat dipertahankan serta mencegah terjadinya kerusakan dini.
3. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar dilakukan perbandingan metode perencanaan *overlay* dan pelebaran menggunakan metode lain seperti AASHTO 1993 atau HDM-4, sehingga dapat diperoleh gambaran yang lebih komprehensif terkait hasil perencanaan tebal lapis tambah.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, Alik Ansyori. (2008). Rekayasa lalu lintas. Malang: UMM Press
- Anonim, (2004). UU No. 38 tahun 2004 KPUPR, B tentang Jalan. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38, 1–59.
- Austroads. 2008. A Guide to the Structural Design of Pavements. Australian Road Research Board. Sydney.
- Bakhtiar, A., Ingsih, I. S., & Rokhmawati, A. (2020). RANCANGAN BANGUN PENINGKATAN JALAN PARAS-KLENANG KIDUL, KABUPATEN PROBOLINGO, JAWA TIMUR. *Jurnal Rekayasa Sipil (e-Journal)*, 8(8), 726–745.
- Departemen Pekerjaan Umum. Direktorat Jendral Bina Marga. (2024). Manual Desain Perkerasan Jalan No. 03/M/BM/2024. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Hadihardaja, J. (1987). Rekayasa Jalan Raya. Jakarta: Gunadarma.
- Hardiyatmo, H (2019) Mekanika Tanah 1 Edisi ke 7 Cetakan ke 3. Yogyakarta Gaja Mada Press.
- Nur Khaerat Nur, Mahyuddin, Emiati Bachtiar, Miswar Tumpu, Muhammad Ihsan Mukrim, Irianto, Yuliyanti Kadir, Triana Sharly P. Arifin, Siti Nurjanah Ahmad, Masdiana, Hasmar Halim, & Syukuriah. (2021). PERANCANGAN PERKERASAN JALAN (Abdul Karim & Janner Simarmata, Eds.; 1st ed.). YayasanKitaMenulis.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 1985 Tentang Penglompokan Jalan Menurut Wewenang Pembinaan.
- Rokhmawati, A., & Ingsih, I. S. (2024a). STUDI EVALUASI KERUSAKAN JALAN WAGIR GUNUNG KAWI KABUPATEN MALANG MENGGUNAKAN METODE PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX). *Jurnal Rekayasa Sipil (e-Journal)*, 14(1).
- Rokhmawati, A., & Ingsih, I. S. (2024b). STUDI PENINGKATAN JALAN DENGAN LAPIS TAMBAH PERKERASAN METODE BINA MARGA MDPJ 2017 RUAS JALAN KREBET KECAMATAN GONDANGLEGI KABUPATEN MALANG. *Jurnal Rekayasa Sipil (e-Journal)*, 14(1), 681–690.
- Rokhmawati, A., & Ingsih, I. S. (2025). Evaluasi kinerja lalu lintas pada simpang empat mergan kota malang dengan software vissim. *Jurnal Rekayasa Sipil (e-Journal)*, 14(2), 112–120.
- Saodang, H. (2005). Konstruksi Jalan Raya. Bandung: Nova.

- Sopacoa, F. (2020). Perbandingan Rencana Anggaran Biaya Dengan Metode SNI Dan Rencana ANggaran Pelaksanaan Kontraktor Pada Pembangunan Pengganti Bangunan Di Yonif 611/AWL Kompi Senapan A Dan C Di Samarinda Seberang. *KURVA MAHASISWA*, 11(2), 33–42.
- Sukirman (1999). *Perkererasan Lentur Jalan Raya*. Bandung Nova
- Sukirman (2010). *Perencanaan Tebal Struktur perkerasan lentur*. Bandung: Nova
- Suprpto, B., & Bakhtiar, A. (2024). Studi Analisis Sisa Umur dan Penanganan Akibat Beban Normal dan Beban Berlebih Pada Ruas Jalan Mayjen Sungkono Kota Malang. *Jurnal Rekayasa Sipil (e-Journal)*, 14(2).
- Suprpto, B., & Rachmawati, A. (2021). ANALISA KERUSAKAN PERKERASAN LENTUR (FLEXIBLE PAVEMENT) PADA RUAS JALAN RAYA MAJANGTENGAH KECAMATAN DAMPIT â€“JALAN RAYA TLOGOSARI KECAMATAN TIRTOYUDO KABUPATEN MALANG DENGAN MENUNAKAN METODE PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI). *Jurnal Rekayasa Sipil (e-Journal)*, 10(2), 16–25.
- Undang – Undang Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 1980 Tentang Jalan.
- Warsito, W., & Bakhtiar, A. (2023). STUDI PENINGKATAN JALAN (OVERLAY) PADA RUAS JALAN MAMBORO SUMBA TENGAH NUSA TENGGARA TIMUR. *Jurnal Rekayasa Sipil (e-Journal)*, 13(2).
- Wiyono, S. (2009). *Prediksi Kerusakan pada Perkerasan Jalan Lentur (Cet.1)*. Pekanbaru: UIR Press.