

**STUDI PENINGKATAN PERKERASAN LENTUR (*FLEXIBLE PAVEMENT*) MENGGUNAKAN METODE BINA MARGA 2024
PADA RUAS JALAN NASIONAL III JAWA TIMUR**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Strata Satu (S1)
Teknik Sipil



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

2025

**STUDI PENINGKATAN PERKERASAN LENTUR (*FLEXIBLE PAVEMENT*) MENGGUNAKAN METODE BINA MARGA 2024
PADA RUAS JALAN NASIONAL III JAWA TIMUR**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Strata Satu (S1)
Teknik Sipil



Disusun Oleh:

MUHAMMAD IQBAL FACHRUDIN

22001051061

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM MALANG

2025

RINGKASAN

Muhamad Iqbal Fachrudin, 22001051061. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Malang, Studi Peningkatan Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*) Menggunakan Metode Bina Marga 2024 Pada Ruas Jalan Nasional III Jawa Timur, Dosen Pembimbing: **Anang Bakhtiar, S.T., M.T.** Dan **Gilang Ramadan Kololikiye, S.T., M.T.**

Dengan adanya aktivitas manusia sehari-hari yang meningkat, kendaraan bermotor menjadi salah satu penunjang sarana dan prasarana untuk melakukan kegiatan sehari-hari. Oleh karena itu kendaraan-kendaraan tersebut akan meningkat setiap tahunnya sehingga menyebabkan volume kendaraan dan beban lalu lintas pada jalan yang dihasilkan cukup tinggi. Sehingga hal tersebut akan berimbas pada kepadatan lalu lintas dan kekuatan struktur perkerasan jalan yang tinggi, dimana hal tersebut menjadi penyebab kerusakan jalan dan ketidaknyamanan masyarakat dalam melintas jalan tersebut.

Pada ruas jalan Nasional III merupakan jalur alternatif penghubung jalur utama menuju Kawasan barat dengan panjang ruas jalan 12,267 km, dan memiliki rata-rata eksisting badan jalan dengan lebar jalan berkisar antara 4,3 – 4,5 meter. Dengan demikian diperlukan pelebaran (*widening*) menuju standar. Ruas jalan ini terbagi menjadi 4 segmen yaitu, STA 43+950 – 44+367, STA 47+070 – 53+380, 53+960 – 58+210, STA 58+960 – 60+250. Analisis dilakukan dengan menggunakan data LHR dan metode Bina Marga 2024 untuk memperoleh nilai CESA5, yaitu beban lalu lintas yang digunakan untuk menentukan ketebalan tiap lapis perkerasan. Setelah ketebalan lapis diketahui, dilakukan analisis menggunakan aplikasi KENPAVE untuk mengetahui nilai tegangan dan regangan, serta menilai apakah struktur perkerasan tersebut mampu menahan beban lalu lintas. Perhitungan juga mencakup penyusunan RAB.

Hasil perhitungan dari penelitian ini didapatkan nilai *CESA5* dengan menggunakan metode Bina Marga 2024 sebesar 18.817.027,305 ESAL dengan lebar 11 meter. Untuk nilai tebal lapisan perkerasan lentur pada kondisi $ESA > 15-30$ didapat AC-WC = 4 cm, AC-BC = 6 cm, AC-Base = 8 cm, AC-Base = 8 cm, LPA Kelas A = 20 cm, LPA Kelas B = 15 cm, dan Timbunan Pilihan = 20 cm. Setelah di analisis menggunakan aplikasi KENPAVE berupa *fatigue cracking* sebesar 371.315.046,098 ESAL pada kedalaman 25,99 cm, *rutting* sebesar 75.833.597,243 ESAL pada kedalaman 61,01 cm dan *permanent deformation* sebesar 54.040.482,100 ESAL pada kedalaman 61,01 cm. Rencana Anggaran Biaya (RAB) tebal perkerasan sebesar Rp. 105.832.239.000,00 .

Kata kunci: Bina Marga 2024, Aplikasi KENPAVE, Perkerasan Lentur.

SUMMARY

Muhamad Iqbal Fachrudin, 22001051061. *Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Islamic University of Malang. "Study of Flexible Pavement Improvement Using the Bina Marga 2024 Method on National Road Section III, East Java". Supervisors: Anang Bakhtiar, S.T., M.T. Dan Gilang Ramadan Kololikiye, S.T., M.T.*

With the increasing daily human activities, motorized vehicles become one of the supporting facilities and infrastructure for carrying out daily activities. Therefore, these vehicles will increase every year, causing the volume of vehicles and traffic loads on the resulting roads to be quite high. So that this will have an impact on traffic density and high road pavement structure strength, which is the cause of road damage and public discomfort in crossing the road.

On the National Road III section, it is an alternative route connecting the main route to the West Region with a road length of 12.267 km, and has an average existing road body with a road width ranging from 4.3 - 4.5 meters. Thus, widening is needed to the standard. This road section is divided into 4 segments, namely, STA 43+950 – 44+367, STA 47+070 – 53+380, 53+960 – 58+210, STA 58+960 – 60+250. The analysis was carried out using LHR data and the Bina Marga 2024 method to obtain the CESA5 value, which is the traffic load used to determine the thickness of each pavement layer. After the layer thickness is known, an analysis is carried out using the KENPAVE application to determine the stress and strain values, and to assess whether the pavement structure is able to withstand traffic loads. The calculation also includes the preparation of the RAB.

The calculation results from this study obtained a CESA5 value using the Bina Marga 2024 method of 18,817,027.305 ESAL with a width of 11 meters. For the flexible pavement layer thickness value at ESA conditions >15-30, AC-WC = 4 cm, AC-BC = 6 cm, AC-Base = 8 cm, AC-Base = 8 cm, LPA Class A = 20 cm, LPA Class B = 15 cm, and Selected Embankment = 20 cm. After being analyzed using the KENPAVE application in the form of fatigue cracking of 371,315,046.098 ESAL at a depth of 25.99 cm, rutting of 75,833,597.243 ESAL at a depth of 61.01 cm and permanent deformation of 54,040,482.100 ESAL at a depth of 61.01 cm. The Cost Budget Plan (RAB) for pavement thickness is Rp. 105,832,239,000.00.

Keywords: *Bina Marga 2024, KENPAVE Application, Flexible Pavement*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang mempunyai bagian penting dalam sektor perhubungan khususnya untuk keseimbangan ekonomi pada daerah tersebut. (Attamimi. M. Y, Rokhmawati. A, dan Rachmawati. A, 2023). Pemilihan terhadap penggunaan jalan pada umumnya disebabkan oleh beberapa hal, antara lain: jangkauan yang relative lebih luas, dan bebas dari kemacetan. Ketersediaan jalan juga sangat berguna bagi masyarakat untuk melakukan semua aktifitas atau suatu pergerakan seperti pendidikan pekerjaan dan lain-lain. Sehingga volume lalu lintas akan semakin padat tanpa ada pelebaran jalan yang sebanding dengan banyaknya volume lalu lintas.

Dengan adanya aktivitas manusia sehari-hari yang meningkat, kendaraan bermotor menjadi salah satu penunjang sarana dan prasarana untuk melakukan kegiatan sehari-hari. Oleh karena itu kendaraan-kendaraan tersebut akan meningkat setiap tahunnya sehingga menyebabkan volume kendaraan dan beban lalu lintas pada jalan yang dihasilkan cukup tinggi. Sehingga hal tersebut akan berimbas pada kepadatan lalu lintas dan kekuatan struktur perkerasan jalan yang tinggi, dimana hal tersebut menjadi penyebab kerusakan jalan dan ketidaknyamanan masyarakat dalam melintas jalan tersebut (Widiastuti, 2018).

Kabupaten Lumajang merupakan salah satu daerah yang berada di wilayah bagian Selatan Jawa Timur. Kabupaten ini berbatasan dengan Kabupaten Probolinggo di utara, kabupaten Jember di Timur, Samudera Hindia di Selatan, serta Kabupaten Malang di Barat. Secara geografis, Kab. Lumajang berada pada posisi 112°53' - 113°23' Bujur Timur dan 7°54' - 8°23' Lintang Selatan. Hal ini menjadikan Kabupaten Lumajang bagian dari wilayah Tapal Kuda Jawa Timur.

Ruas jalan Nasional III merupakan salah satu daerah yang tingkat penggunaan kendaraan bermotor semakin tinggi. Sementara itu bila melihat kondisi yang ada pada saat ini, salah satu permasalahan yang di hadapi adalah jalur transportasi yang kurang memenuhi standart perencanaan jalan penghubung, dengan kondisi jalan yang tergolong sempit sehingga kendaraan dengan kapasitas besar sulit untuk melewati jalan tersebut.

Pada ruas jalan Nasional III merupakan jalur alternatif penghubung jalur utama menuju Kawasan barat dengan panjang ruas jalan 12,267 km, dan memiliki rata-rata eksisting badan jalan dengan lebar jalan berkisar antara 4,3 – 4,5 meter. Dengan demikian diperlukan pelebaran (*widening*) menuju standar. Oleh karena itu desain yang akan diterapkan pada penangan jalan tersebut adalah perkerasan lentur (*flexible pavement*),

sehingga dapat memaksimalkan badan jalan yang sebelumnya dengan kemiringan badan jalan 2% dan 5% untuk bahu jalan. Ruas jalan ini terbagi menjadi 4 segmen yaitu, STA 43+950 – 44+367, STA 47+070 – 53+380, 53+960 – 58+210, STA 58+960 – 60+250.

Dalam merencanakan perkerasan jalan dapat menggunakan metode atau standar yang telah ditentukan agar dapat tercipta hasil yang baik dari segi kualitas maupun juga segi ekonominya. Di dunia ini kita dapat menjumpai berbagai macam metode yang berbeda dalam perencanaan tebal perkerasan, antara lain : Metode *Road Note* (Inggris), Metode *AASHTO* (*American Association of State Highway and Transportation Officials*), Metode *AUSTROADS* (Australia), Metode *The Asphalt Institute* (Amerika), dan Metode Bina Marga (Wahidy. A. C, Rokhmawati. A, dan Bakhtiar. A, 2022). Metode – metode tersebut adalah dasar indikator dalam merencanakan tebal perkerasan jalan. Setelah mendapatkan hasil yang akurat dalam perhitungan perencanaan tebal perkerasan jalan, perlu adanya evaluasi terhadap tebal perkerasan jalan tersebut, agar dapat mengetahui jalan tersebut mampu untuk menahan beban rencana atau tidak. Untuk mengevaluasi hasil dari perencanaan metode tersebut dapat digunakan aplikasi pada bidang transportasi antara lain : *Everseries 5.0*, *Kenpave*, *WinPAS 12*, *Plaxis 3D* (Abid dan Bakhtiar, 2019).

Program *KENPAVE* adalah program yang dikembangkan oleh Dr. Yang H. Huang P.E *Profesor Emeritus* dari *Civil Engineering University of Kentucky*. Program ini digunakan untuk mengetahui nilai regangan yang terjadi pada jalan akibat beban lalu lintas. Aplikasi ini merupakan program analisis untuk perkerasan yang berdasar pada metode mekanistik. Program *KENPAVE* memiliki keunggulan dari program lain diantaranya program ini adalah program yang mudah dipahami dan dapat menganalisis perkerasan sampai 19 lapisan (Huang, 2004). Metode ini dipilih agar dapat mempermudah analisis dan untuk mengetahui hasil perhitungan dari metode Bina Marga 2024.

Software KENPAVE bertujuan untuk menganalisis tebal perkerasan lentur dalam mengetahui nilai regangan. Penggunaan *software* sangat diperlukan sehingga dapat menghasilkan perencanaan yang lebih detail dan cepat. Karena itu perlu dilakukan beberapa percobaan dengan metode-metode yang lama maupun yang terbaru sebagai perbandingan untuk hasil perencanaan yang lebih efisien dan sesuai dengan fungsi maupun kondisi lingkungan (Alvi Saputra. K. W, Rokhmawati. A, dan Rahmawati. A, 2022).

Pada penelitian ini digunakan MDPJ 2024 yang bertujuan sebagai metode perencanaan tebal lapis perkerasan lentur dan menggunakan program aplikasi *Kenpave*

dan RAB (Rencana Anggaran Biaya) sebagai alat kontrol pelaksanaan pekerjaan, sehingga dapat memperhitungkan biaya yang diperlukan dalam peningkatan jalan tersebut.

1.2 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dari penelitian ini ialah :

1. Terjadinya kerusakan jalan akibat beban kendaraan berlebih dan meningkatnya jumlah kendaraan yang menyebabkan tingkat pelayanan jalan menurun, kondisi ini mengakibatkan eksisting jalan tidak lagi mampu menampung arus lalu lintas harian, sehingga diperlukan peningkatan lebar dan struktur jalan.
2. Pada ruas jalan Nasional III memiliki eksisting jalan yang berkisar antara 4,3 – 4,5 meter, sehingga jalan tersebut tidak memenuhi standar jalan Arteri Primer dengan lebar jalan ≥ 7 meter.
3. Kondisi perkerasan jalan yang sudah melewati umur rencana mengakibatkan deformasi permanen dan kerusakan.

1.3 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Berapa nilai kumulatif beban standar selama umur rencana (*CESA*) pada ruas jalan Nasional III?
2. Berapa nilai tebal lapis perkerasan lentur pada ruas jalan Nasional III dengan menggunakan metode Bina Marga 2024?
3. Bagaimana hasil evaluasi dengan menggunakan aplikasi *KENPAVE* terhadap tebal lapis perkerasan lentur di ruas jalan Nasional III?
4. Berapa Rencana Anggaran Biaya (RAB) pekerjaan perkerasan lentur pada ruas jalan Nasional III?

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini :

1. Menggunakan Program Aplikasi *KENPAVE* sebagai kontrol hasil tebal lapis perkerasan menggunakan metode Bina Marga 2024.
2. Pada ruas jalan . Nasional III terbagi dalam 4 segmen, yaitu :
 - Segmen 1 : Km. 43+950 – Km. 44+367
 - Segmen 2 : Km. 47+070 – Km. 53+380
 - Segmen 3 : Km. 53+960 – Km. 58+210
 - Segmen 4 : Km. 58+960 – Km. 60+250

3. Tidak menghitung drainase dan gemetrik jalan.
4. Tidak menghitung dinding penahan tanah dan perkerasan bahu jalan.
5. Tidak membahas RAB untuk pelaksanaan pekerjaan drainase, dan dinding penahan tanah.

1.5 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Mengetahui nilai beban lalu lintas yang terjadi pada ruas jalan Nasional III.
2. Mengetahui nilai tebal lapis perkerasan jalan pada ruas jalan Nasional III dengan menggunakan metode Bina Marga 2024.
3. Mengetahui hasil evaluasi pekerasan jalan dengan menggunakan program aplikasi *KENPAVE*.
4. Mengetahui Rencana Anggaran Biaya (RAB) pekerjaan perkerasan lentur pada ruas jalan Nasional III.

Adapun manfaat yang diperoleh yaitu, sebagai berikut:

1. Secara teoritis, penelitian ini bisa digunakan sebagai referensi dalam perencanaan tebal lapis perkerasan jalan.
2. Bagi Mahasiswa Teknik Sipil, penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi penyusunan skripsi mengenai perencanaan perkerasan lentur jalan.
3. Untuk Instansi terkait, penelitian ini dapat dijadikan pertimbangan dalam pemilihan metode pada perencanaan perkerasan lentur jalan, agar dapat menentukan perkerasan yang telah memenuhi standar.

1.6 Lingkup Pembahasan

Adapun lingkup pembahasannya yaitu, sebagai berikut :

1. Analisis lalu lntas
 - a. Menentukan nilai VDF (*Vechine Demage Factor*),
 - b. Menentukan Faktor Distribusi Arah (DD)
 - c. Menentukan Faktor Distribusi Lajur (DL)
 - d. Menentukan Faktor Pengali Pertumbuhan Lalu Lintas (R)
 - e. Menentukan nilai *Cumulatif Equivalent Single Axel Load* (CESA)
2. Menghitung Daya Dukung Tanah
 - a. Perhitungan CBR Segmen.
 - b. Daya Dukung Tanah.
3. Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan

- a. Pada tebal lapis permukaan menggunakan Metode Bina Marga (MDP) Nomor 03/M/BM/2024.
4. Kontrol Analisis menggunakan aplikasi *KENPAVE*.
5. Analisis RAB
 - a. Volume pekerjaan
 - b. Analisa harga satuan
 - c. Rencana anggaran biaya
6. Kesimpulan dan Saran.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari analisa data yang telah dilakukan pada ruas jalan Nasional III didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

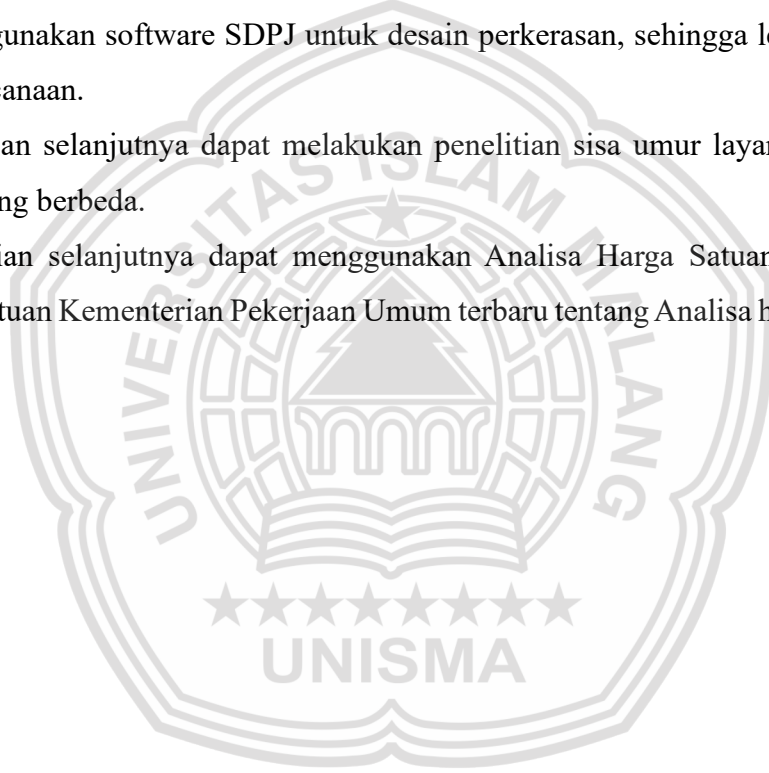
1. Berdasarkan hasil perhitungan pada tabel 4.7, didapatkan nilai *CESA* dengan menggunakan metode Bina Marga 2024 sebesar 18.817.027,305 ESAL. Faktor yang mempengaruhi nilai *CESA* metode Bina Marga 2024 adalah nilai VDF, dimana nilai VDF menyesuaikan dengan kondisi kendaraan yang berada di Indonesia dengan melakukan survey WIM (*Weigh In Motion*/pengukuran sumbu kendaraan secara dinamis).
2. Nilai untuk tebal lapisan perkerasan lentur pada kondisi ESA >15-30 juta adalah sebagai berikut:
 - AC-WC (*Asphalt Concrete – Wearing Course*) = 4 cm
 - AC-BC (*Asphalt Concrete – Binder Course*) = 6 cm
 - AC-Base (*Asphalt Concrete – Base Course*) = 8 cm
 - AC-Base (*Asphalt Concrete – Base Course*) = 8 cm
 - LPA Kelas A (Lapis Pondasi Agregat Kelas A) = 20 cm
 - LPA Kelas B (Lapis Pondasi Agregat Kelas B) = 15 cm
 - Timbunan Pilihan (Perbaikan Tanah Dasar) = 20 cm
3. Dari hasil Analisa yang diperoleh menggunakan aplikasi *KENPAVE* terhadap tebal lapis perkerasan lentur, didapatkan nilai tegangan dan regangan penyebab kerusakan berupa *fatigue cracking* (Nf) terjadi sebesar 371.315.046,098 ESAL pada kedalaman 25,99 cm (dibawah lapisan permukaan atau *HMA*), dan pada kedalaman 61,01 cm diperoleh nilai regangan dan tegangan penyebab kerusakan berupa *rutting* (Nd) sebesar 75.833.597,243 ESAL dan kerusakan *permanent deformation* (Nd) sebesar 54.040.482,100 ESAL. Dari hasil kontrol aplikasi *KENPAVE* tersebut, diketahui tebal perkerasan tersebut mampu menahan beban lalu lintas/beban rencana (Nr) sebesar 18.817.027,305 ESAL.

4. Hasil perhitungan rencana anggaran biaya (RAB) pekerjaan perkerasan lentur pada ruas jalan Nasional III menggunakan metode Bina Marga 2024 dan kontrol aplikasi *KENPAVE* sebesar Rp. 105.832.239.000,00 .

5.2 Saran

Dari perencanaan yang sudah dibuat ada beberapa saran yang dapat saya sampaikan sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya, dalam perencanaan tebal perkerasan lentur dapat menggunakan metode AUSTROADS atau NCSA.
2. Dapat menggunakan software SDPJ untuk desain perkerasan, sehingga lebih efisien dalam perencanaan.
3. Pada penelitian selanjutnya dapat melakukan penelitian sisa umur layanan dengan parameter yang berbeda.
4. Pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Peraturan Kementerian Pekerjaan Umum terbaru tentang Analisa harga satuan pekerjaan.



DAFTAR PUSTAKA

- Abid, Moh Syaiful, dan Anang Bakhtiar. 2019. “STUDI PENINGKATAN JALAN RAYA NASIONAL PADA RUAS JARAKAN – BATAS PACITAN KABUPATEN TRENGGALEK,” Februari.
- Aji, Zaki Andito, dan Budi Hartanto Susilo. 2023. “EVALUASI TEBAL PERKERASAN JALAN MENGGUNAKAN PROGRAM SOFTWARE KENPAVE” 01.
- Alvi Saputra, Krisna Wahyu, Azizah Rokhmawati, dan Anita Rahmawati. 2022. “STUDI PERENCANAAN PERKERASAN LENTUR JALAN JALUR LINTAS SELATAN (JLS) LOT9 KABUPATEN MALANG.”
- Arrahman, Muhammad Farhan, dan Miftahul Fauziah. 2023. “EVALUASI KINERJA PERKERASAN LENTUR DAN NILAI SISA BERDASARKAN METODE BINA MARGA 2017 MENGGUNAKAN PROGRAM KENPAVE PADA RUAS JALAN TAWANG – NGALANG SEGMENT I STA 0+000 – STA 1+950.”
- Attamimi, Mohammad Yuslam, Azizah Rokhmawati, dan Anita Rachmawati. 2023. “STUDI EVALUASI TEBAL PERKERASAN LENTUR MENGGUNAKAN METODE BINA MARGA 2017 DAN ANALISIS MENGGUNAKAN PROGRAM KENPAVE PADA RUAS JALAN NASIONAL CIREBON - LOSARI.”
- BR Regar, Nursyafitri. 2021. “Analisis Tebal Perkerasan Lentur Dengan Menggunakan Program Kenpave.”
- CV. MUTU UTAMA GEOTEKNIK. 2022. “Jenis Perkerasan Jalan Raya dan Penjelasan Lengkapnya,” 21 September 2022.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2024. “Manual Desain Perkerasan Jalan 2024.”
- Huang, Yang H. 2004. *Pavement Analysis and Design*. 2nd ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson/Prentice Hall.
- Kumalawati, Andi, Fransisco S Nara, dan Judi K Nasjono. 2024. “PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN LENTUR RUAS JALAN BAUMATA-TARUS DENGAN METODE BINA MARGA 2017.” *Jurnal Teknik Sipil* 13 (1).

- Lia, Nur, dan Purwo Mahardi. 2022. “EVALUASI KINERJA STRUKTUR PERKERASAN JALAN LENTUR MENGGUNAKAN APLIKASI KENPAVE” 04.
- Marlina, Elza, John H Frans, dan Judi K Nasjono. 2023. “ANALISIS TEBAL PERKERASAN LENTUR DENGAN METODE BINA MARGA 2017 DAN PROGRAM KENPAVE.” *Jurnal Teknik Sipil* 12 (2).
- Megacon Beton. 2021. “Pengertian Rigid Pavement (Pengerasan Beton),” Februari.
- Nurparistin, Ilma Sucianty, Bambang Suprpto, dan Anang Bakhtiar. 2024. “ANALISIS TEBAL PERKERASAN LENTUR (FLEXIBLE PAVEMENT) DENGAN MENGGUNAKAN APLIKASI KENPAVE PADA RUAS JALAN GATOT SUBROTO KECAMATAN TUREN – JALAN SEMERU SELATAN KECAMATAN DAMPIT,” Februari.
- Paul, Rizky Steven, Renny James Betaubun, dan Sjafrudin Latar. 2024. “PERENCANAAN TEBAL LAPIS PERKERASAN LENTUR RUAS JALAN PENGHUBUNG DESA LAHA – DESA NEGERI LIMA” 3 (1).
- Putri Syuhada, Indah, Helga Yermadona, dan Surya Eka Priana. 2022. “ANALISIS PERBANDINGAN TEBAL PERKERASAN LENTUR METODE KOMPONEN BINA MARGA DAN MDPJ 2017.” *Ensiklopedia Research and Community Service Review* 1 (3): 29–34. <https://doi.org/10.33559/err.v1i3.1233>.
- Sukirman, S. 1999. “Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur.”
- Tenriajeng Tenrisukki, Andi. 2002. “Rekayasa Jalan Raya.”
- Wahidy, Achmad Choirul, Azizah Rokhmawati, dan Anang Bakhtiar. 2022. “STUDI EVALUASI PERKERASAN LENTUR DENGAN MENGGUNAKAN METODE BINA MARGA 2013 DAN APLIKASI KENPAVE (Studi kasus Ruas Jalan Raya Ketapang - Sampang, Kabupaten Sampang),” Desember.
- Widiastuti, A. P. 2018. “Comparison Analysis Of Pavement Structure Design Using Empirical and Empirical-Mechanistic Method,” 2018.