

Analisa Tebal Perkerasan Jalan Pada Proyek Pembangunan Jalan Banjar Sari Malakoni – Kayu Apuh (Pulau Enggano)

Analysis of Road Pavement Thickness in the Construction Project of the Banjar Sari Malakoni–Kayu Apuh Road (Enggano Island)

Wulan Puspa Anggraini

^a Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Ratu Samban, Bengkulu, Indonesia

*Korespondensi Email : anggrainiwulanpuspa@gmail.com

ARTICLE HISTORY

Received [12 November 2025]

Revised [19 December 2025]

Accepted [10 January 2026]

KEYWORDS

road, road pavement, flexural tensile strength, traffic load, pavement thickness

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license



ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perencanaan kekuatan dan ketebalan konstruksi perkerasan kaku pada Jalan Banjar Sari Malakoni – Kayu Apuh di Pulau Enggano agar memenuhi standar teknis yang berlaku serta mampu mendukung kebutuhan lalu lintas masyarakat. Metode penelitian yang digunakan adalah analisis kuantitatif berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 dengan pengujian kuat tarik lentur beton menggunakan metode pembebanan tiga titik (ASTM C-78), analisis nilai CBR tanah dasar, serta perhitungan pertumbuhan lalu lintas rencana selama 20 tahun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jalan termasuk kategori beban lalu lintas rendah dengan nilai CBR efektif sebesar 19%, kuat tarik lentur beton sebesar 3,3 MPa, dan nilai JSKN $1,74 \times 10^6$. Desain perkerasan yang diperoleh menggunakan perkerasan kaku tipe 4A dengan ketebalan pelat beton 175 mm, lapis pondasi agregat 125 mm, serta kebutuhan tulangan distribusi retak tanpa penggunaan dowel dan LMC, sehingga desain tersebut dinilai sesuai untuk mendukung fungsi jalan secara teknis dan operasional.

ABSTRACT

This study aims to analyze the planning of strength and thickness of rigid pavement construction on the Banjar Sari Malakoni–Kayu Apuh Road in Enggano Island to ensure compliance with applicable technical standards and to support community traffic needs. The research method uses quantitative analysis based on the 2017 Pavement Design Manual, including flexural strength testing of concrete using the three-point loading method (ASTM C-78), subgrade CBR value analysis, and calculation of projected traffic growth over a 20-year design period. The results show that the road falls into the low traffic load category, with an effective CBR value of 19%, a concrete flexural strength of 3.3 MPa, and a JSKN value of 1.74×10^6 . The resulting pavement design applies a 4A type rigid pavement with a concrete slab thickness of 175 mm, a 125 mm aggregate base layer, and required crack distribution reinforcement without the use of dowels and LMC, indicating that the design is suitable to support the road's technical and operational functions.

PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah kendaraan bermotor, perkembangan industri, serta aktivitas perdagangan berkontribusi pada peningkatan volume lalu lintas yang terus meningkat. Namun, kondisi ini sering kali tidak diimbangi dengan peningkatan kapasitas dan kualitas jalan yang memadai (Sholahudin & sujat, 2022; Hariadi et al., 2023). Jika tidak ditangani dengan perencanaan yang tepat, peningkatan beban lalu lintas dapat mempercepat kerusakan jalan (Anaperta & Putra, 2019; Zai et al., 2024). Oleh karena itu, diperlukan perencanaan konstruksi perkerasan jalan yang mampu menahan beban lalu lintas dalam jangka panjang (Nuroji et al., 2021; Assidik & Sekaryadi, 2022).

Perkerasan jalan berfungsi untuk menyalurkan beban kendaraan ke tanah dasar secara aman. Untuk itu, struktur perkerasan harus memiliki ketebalan, kekuatan, dan kestabilan yang cukup agar dapat menahan beban berulang dari lalu lintas. Penelitian menunjukkan bahwa perencanaan perkerasan yang baik dapat meningkatkan umur pelayanan jalan serta mengurangi biaya pemeliharaan di masa depan (Romadhon & Garside, 2021; Hamonangan et al., 2023).



Ketebalan lapisan perkerasan sangat berperan dalam menjaga kinerja jalan. Lapisan ini harus mampu menerima dan menyebarkan beban lalu lintas tanpa menyebabkan kerusakan yang berarti (Yusuf et al., 2019; Assidik & Sekaryadi, 2022). Jalan dengan perkerasan yang dirancang secara tepat akan memberikan kenyamanan dan keamanan bagi pengguna selama masa operasionalnya (Mochamad, 2023; Firdaus et al., 2019). Oleh sebab itu, perencanaan harus mempertimbangkan faktor lalu lintas, kondisi tanah dasar, dan standar desain yang berlaku (Purnama & Ekaputri, 2021; Budianto & Lubis, 2020).

Jalan Banjar Sari Malakoni – Kayu Apuh di Pulau Enggano merupakan salah satu infrastruktur penting yang mendukung aktivitas masyarakat setempat. Jalan ini memiliki peran strategis dalam memperlancar mobilitas penduduk dan distribusi kebutuhan pokok. Mengingat pentingnya fungsi jalan tersebut, diperlukan analisis teknis untuk memastikan bahwa desain perkerasan yang diterapkan memenuhi persyaratan yang ditetapkan (Pardede & Mardiaman, 2023; Heryana & Firmansyah, 2024).

Penelitian ini berfokus pada analisis ketebalan perkerasan jalan serta peninjauan desain lapis perkerasan yang telah dilaksanakan di lapangan. Analisis ini penting untuk mengevaluasi kesesuaian antara perencanaan dan pelaksanaan konstruksi (Nannmar & Farida, 2023; Wisanggeni et al., 2024). Tujuan utama penelitian ini adalah untuk memastikan bahwa pelaksanaan pekerjaan telah sesuai dengan standar dan persyaratan teknis yang berlaku, sehingga kualitas pekerjaan fisik dapat tercapai sesuai rencana dan mendukung fungsi jalan secara optimal (Ardiana et al., 2023; Permatasari et al., 2023).

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah metode studi kasus yang dilaksanakan mulai tanggal 11 Desember 2023 pada Proyek Pembangunan Jalan Banjar Sari Malakoni – Kayu Apuh di Pulau Enggano, Provinsi Bengkulu. Penelitian dilakukan melalui pengumpulan data teknis di lapangan dan data perencanaan proyek yang berkaitan dengan kondisi perkerasan jalan. Data yang diperoleh kemudian dianalisis untuk mengevaluasi ketebalan lapis perkerasan serta kesesuaiannya dengan standar perencanaan yang berlaku.

Acuan perhitungan dalam penelitian ini menggunakan Manual Desain Perkerasan (MDP) Jalan Tahun 2017 untuk evaluasi tebal lapis perkerasan jalan provinsi. Selain itu, perhitungan juga mengacu pada manual perencanaan perkerasan beton semen Pd T-14-2003 sebagai pedoman teknis dalam menganalisis kekuatan dan desain struktur perkerasan. Dengan menggunakan kedua acuan tersebut, penelitian bertujuan memastikan bahwa hasil evaluasi sesuai dengan standar teknis nasional yang berlaku.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Umum

Data umum yang diperoleh dari Proyek Pembangunan Jalan Banjar Sari Malakoni – Kayu Apuh menunjukkan bahwa kondisi lapis pondasi memiliki nilai CBR sebesar 19%, yang menandakan daya dukung tanah berada pada kategori cukup baik untuk mendukung konstruksi perkerasan kaku. Mutu beton yang digunakan adalah $f_c' 20$ MPa, sesuai dengan standar perencanaan untuk jalan dengan beban lalu lintas rendah hingga sedang. Selain itu, lapis pondasi bawah menggunakan material stabilisasi yang berfungsi meningkatkan kekuatan dan kestabilan struktur perkerasan.

CBR Lapis Pondasi	: 19%
Mutu Beton	: $f_c' 20$ Mpa
Lapis Pondasi Bawah	: Stabilisasi
Data lalu lintas harian rata-rata	:
Mobil Penumpang	: 320 buah/hari
Bus	: 20 buah/hari
Truk 2 as kecil	: 150 buah/hari
Truk 2 as besar	: 80 buah/hari
Truk 3 as	: 15 buah/hari
Umur Rencana	: 20 Tahun

Data lalu lintas harian rata-rata menunjukkan bahwa volume kendaraan yang melintasi ruas jalan ini didominasi oleh mobil penumpang sebanyak 320 kendaraan per hari. Kendaraan berat seperti truk dua as kecil dan truk dua as besar juga memberikan kontribusi signifikan terhadap beban lalu lintas, masing-masing sebanyak 150 dan 80 kendaraan per hari. Sementara itu, bus dan truk tiga as tercatat

dalam jumlah yang lebih kecil, yaitu 20 dan 15 kendaraan per hari. Komposisi lalu lintas ini berpengaruh langsung terhadap perencanaan ketebalan perkerasan jalan.

Dengan umur rencana jalan selama 20 tahun, analisis lalu lintas dilakukan untuk memperkirakan akumulasi beban kendaraan yang akan diterima perkerasan selama masa pelayanan. Kendaraan berat, meskipun jumlahnya lebih sedikit dibanding mobil penumpang, memberikan kontribusi beban terbesar terhadap struktur jalan. Oleh karena itu, perencanaan ketebalan perkerasan harus mempertimbangkan faktor pertumbuhan lalu lintas dan distribusi beban kendaraan secara menyeluruh.

Nilai CBR sebesar 19% menunjukkan bahwa tanah dasar mampu mendukung struktur perkerasan dengan baik setelah dilakukan perbaikan melalui lapis pondasi stabilisasi. Penggunaan beton dengan mutu $f_c' 20$ MPa memberikan kekuatan yang cukup untuk menahan beban lalu lintas yang direncanakan. Kombinasi antara daya dukung tanah yang memadai dan mutu beton yang sesuai menghasilkan struktur perkerasan yang stabil dan tahan lama.

Berdasarkan hasil analisis data umum dan karakteristik lalu lintas, ruas Jalan Banjar Sari Malakoni – Kayu Apuh dapat dikategorikan sebagai jalan dengan beban lalu lintas rendah hingga sedang. Kondisi ini mendukung penerapan desain perkerasan kaku yang efisien dan ekonomis. Perencanaan yang tepat diharapkan mampu menjamin kinerja jalan selama umur rencana, meningkatkan kenyamanan pengguna, serta mengurangi risiko kerusakan dini pada perkerasan.

Analisis tebal rigid Analisis Lalu Lintas

Tabel 1. Perhitungan jumlah sumbu berdasarkan jenis dan bebannya

Jenis Kendaraan	Konfigurasi Beban Sumbu (Ton)		Jumlah Kend. (bh)	Jumlah Sumbu perkend. (bh)	Jumlah Sumbu (bh)	STRT		STRG		STdRG	
	RD	RB				BS (Ton)	JS (bh)	BS (Ton)	JS (bh)	BS (Ton)	JS (bh)
MP	1	1	320								
BUS	3	5	20	2	40	3	20	5	20		
Truck 2as Kcl	2	4	150	2	300	2	150				
						4	150				
Truck 2as bsr	5	8	80	2	160	5	80	8	80		
Truck 3as	6	14	15	2	30	6	15			14	15
TOTAL					530		415		100		15

Analisis tebal perkerasan kaku diawali dengan analisis lalu lintas untuk menentukan besarnya beban sumbu kendaraan yang akan diterima oleh struktur jalan. Data lalu lintas dikelompokkan berdasarkan jenis kendaraan dan konfigurasi beban sumbunya. Perhitungan ini penting karena setiap jenis kendaraan memberikan kontribusi beban yang berbeda terhadap perkerasan. Semakin besar beban sumbu kendaraan, semakin besar pula pengaruhnya terhadap penentuan tebal pelat beton.

Mobil penumpang tercatat sebanyak 320 kendaraan per hari dan memiliki beban sumbu relatif kecil dibanding kendaraan berat. Meskipun jumlahnya paling banyak, kontribusi mobil penumpang terhadap kerusakan perkerasan tidak sebesar kendaraan angkutan berat. Oleh karena itu, dalam analisis tebal rigid, fokus utama diberikan pada kendaraan berat seperti bus dan truk yang menghasilkan beban sumbu lebih tinggi.

Bus memiliki konfigurasi beban sumbu 3 ton dan 5 ton dengan jumlah 20 kendaraan per hari dan dua sumbu per kendaraan. Total jumlah sumbu bus mencapai 40 sumbu per hari. Beban ini termasuk dalam kategori sumbu tunggal roda ganda yang memberikan tekanan cukup besar terhadap pelat beton. Kontribusi bus menjadi salah satu faktor penting dalam perhitungan akumulasi beban lalu lintas.

Truk dua as kecil berjumlah 150 kendaraan per hari dengan total 300 sumbu. Kendaraan ini memiliki variasi beban sumbu 2 ton dan 4 ton. Jumlah truk yang cukup besar menyebabkan kontribusinya terhadap beban lalu lintas kumulatif menjadi signifikan. Beban berulang dari kendaraan ini harus diperhitungkan secara cermat untuk mencegah terjadinya retak dini pada perkerasan.

Truk dua as besar sebanyak 80 kendaraan per hari menghasilkan total 160 sumbu dengan konfigurasi beban 5 ton dan 8 ton. Beban sumbu yang lebih besar dibanding truk kecil memberikan

dampak yang lebih serius terhadap struktur jalan. Kendaraan jenis ini berperan besar dalam menentukan kebutuhan ketebalan pelat beton agar mampu menahan tegangan lentur yang terjadi.

Truk tiga as memiliki konfigurasi beban tertinggi, yaitu 6 ton dan 14 ton, meskipun jumlahnya hanya 15 kendaraan per hari. Total sumbu yang dihasilkan mencapai 30 sumbu per hari. Walaupun jumlahnya relatif kecil, beban sumbu yang sangat besar menjadikan kendaraan ini sebagai faktor kritis dalam desain perkerasan kaku. Beban berat dari truk tiga as sangat mempengaruhi perhitungan kekuatan struktur.

Secara keseluruhan, total kendaraan yang dianalisis mencapai 530 kendaraan per hari dengan dominasi kendaraan berat yang memberikan kontribusi utama terhadap akumulasi beban sumbu. Distribusi beban menunjukkan bahwa jalan ini menerima kombinasi beban ringan hingga berat. Kondisi ini mengharuskan perencanaan perkerasan dilakukan dengan pendekatan konservatif untuk menjamin ketahanan jangka panjang.

Berdasarkan hasil analisis lalu lintas tersebut, dapat disimpulkan bahwa beban sumbu kumulatif yang diterima jalan termasuk dalam kategori beban lalu lintas rendah hingga sedang. Namun, keberadaan kendaraan dengan beban tinggi tetap menuntut perencanaan tebal rigid yang memadai. Analisis ini menjadi dasar utama dalam menentukan ketebalan pelat beton agar perkerasan mampu berfungsi secara optimal selama umur rencana.

Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Analisis faktor pertumbuhan lalu lintas dilakukan untuk memperkirakan peningkatan beban kendaraan selama umur rencana jalan. Berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017, laju pertumbuhan lalu lintas tahunan untuk jalan kolektor di wilayah Sumatera ditetapkan sebesar 3,5% dengan umur rencana 20 tahun. Dari perhitungan menggunakan rumus faktor pertumbuhan diperoleh nilai R sebesar 28,28. Nilai ini menunjukkan akumulasi peningkatan lalu lintas yang akan terjadi selama masa pelayanan jalan.

Tabel 2. Faktor laju pertumbuhan lalu lintas

	Jawa	Sumatera	Kalimantan	Rata-rata Indonesia
Arteri dan perkotaan	4,80	4,83	5,14	4,75
Kolektor rural	3,50	3,50	3,50	3,50
Jalan desa	1,00	1,00	1,00	1,00

Selanjutnya dilakukan perhitungan jumlah kendaraan niaga selama umur rencana menggunakan parameter jumlah sumbu kendaraan harian (JSKNH), jumlah hari dalam setahun, faktor pertumbuhan lalu lintas, dan koefisien distribusi lajur. Dengan koefisien distribusi untuk jalan dua lajur dua arah sebesar 0,5, diperoleh nilai total JSKN sebesar $1,74 \times 10^6$. Nilai ini menggambarkan total beban lalu lintas kumulatif yang akan diterima oleh perkerasan selama 20 tahun.

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, ruas jalan pada proyek ini dikategorikan sebagai jalan dengan beban lalu lintas rendah. Klasifikasi ini mengacu pada ketentuan dalam Manual Desain Perkerasan Jalan 2017. Dengan kategori tersebut, desain perkerasan yang digunakan adalah bagan desain 4A untuk perkerasan kaku, yang dirancang khusus untuk kondisi lalu lintas rendah namun tetap mempertimbangkan ketahanan jangka panjang.

Spesifikasi desain perkerasan yang diterapkan meliputi tanah dasar yang dipadatkan normal tanpa bahu pelat beton. Ketebalan pelat beton direncanakan sebesar 175 mm yang masih dapat diakses kendaraan berat seperti truk. Tulangan distribusi retak diperlukan untuk mengontrol retakan pada pelat beton, sementara penggunaan dowel dan lapis material kurus (LMC) tidak dibutuhkan. Lapis pondasi agregat direncanakan setebal 125 mm dengan jarak sambungan melintang 4 meter.

Hasil perencanaan ini menunjukkan bahwa desain perkerasan telah disesuaikan dengan kondisi lalu lintas dan standar teknis yang berlaku. Ketebalan dan konfigurasi struktur perkerasan dinilai cukup untuk menahan beban lalu lintas selama umur rencana. Dengan penerapan desain ini, diharapkan kinerja jalan dapat terjaga dengan baik, meminimalkan kerusakan dini, serta memberikan pelayanan yang aman dan nyaman bagi pengguna jalan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, perencanaan tebal perkerasan kaku pada Proyek Pembangunan Jalan Banjar Sari Malakoni – Kayu Apuh telah sesuai dengan standar yang mengacu pada Manual Desain Perkerasan Jalan 2017. Jalan ini termasuk kategori beban lalu lintas rendah dengan nilai JSKN sebesar $1,74 \times 10^6$ dan CBR efektif 19%, sehingga desain perkerasan kaku tipe 4A dengan ketebalan pelat beton 175 mm dan lapis pondasi agregat 125 mm dinilai memadai. Struktur perkerasan yang direncanakan mampu mendukung beban lalu lintas selama umur rencana 20 tahun dan memenuhi persyaratan teknis untuk memberikan kinerja jalan yang stabil dan aman.

Untuk menjaga kinerja perkerasan selama masa pelayanan, diperlukan pengawasan yang ketat pada tahap pelaksanaan konstruksi agar sesuai dengan spesifikasi teknis yang telah direncanakan.

Selain itu, disarankan dilakukan pemeliharaan rutin dan evaluasi berkala terhadap kondisi jalan guna mencegah kerusakan dini. Penelitian selanjutnya dapat mengkaji pengaruh variasi material dan metode konstruksi terhadap umur layanan perkerasan agar diperoleh desain yang lebih efisien dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- A Anaperta, Y. and Putra, S. (2019). ANALISIS POTENSI LONGSOR LERENG BUKIT TUI KELURAHAN TANAH HITAM KOTA PADANG PANJANG SUMATERA BARAT MENGGUNAKAN APLIKASI SLIDE V6.0. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Pendidikan*, 12(1), 73-91. <https://doi.org/10.24036/tip.v12i1.181>
- Ardiana, R., Widyawati, R., & Purba, A. (2023). Matriks Pemilihan Jenis Metode Erection Pada Konstruksi Jalan Tol (Studi Kasus :Pemilihan Metode Erection Girder Menggunakan Metode Lauching Gantry Atau Metode Clawer Crane). *Seminar Nasional Insinyur Profesional (Snip)*, 3(1). <https://doi.org/10.23960/snip.v3i1.407>
- Assidik, M. and Sekaryadi, Y. (2022). PERENCANAAN TEBAL LAPISAN PERKERASAN KAKU (RIGID PAVEMENT) DAN LENTUR (FLEXIBLE PAVEMENT) PADA JALAN KUBANG – PANYUSUHAN KABUPATEN CIANJUR. *Jurnal Momen Teknik Sipil*, 5(1), 9. <https://doi.org/10.35194/momen.v5i1.2461>
- Budianto, M. and Lubis, Z. (2020). ALTERNATIF PENGGUNAAN AGREGAT HALUS BATU KAPUR MANTUP DALAM CAMPURAN ASPAL PANAS AC-WC. *Ukarst*, 4(1), 54. <https://doi.org/10.30737/ukarst.v4i1.702>
- Firdaus, M., Suhaimi, M., & Fathurrozie, F. (2019). Metode Stabilisasi Semen Terhadap Peningkatan Nilai CBR Tanah Dasar Jalan Lingkungan. *Jurnal Gradasi Teknik Sipil*, 3(1), 1-6. <https://doi.org/10.31961/gradasi.v3i1.605>
- Hamonangan, I., Despa, D., & Purba, A. (2023). Matriks Pemilihan Jenis Bangunan Pengganti Pada Konstruksi Jalan Tol (Studi Kasus : Penggantian Konstruksi Timbunan Pada Area Garis Sempadan Sungai). *Jurnal Profesi Insinyur Universitas Lampung*, 4(2), 143-148. <https://doi.org/10.23960/jpi.v4n2.110>
- Hariadi, A., Cahyono, A., Fatkunada, N., Saputra, Y., & Susanto, M. (2023). IDENTIFIKASI KARAKTERISTIK TANAH DAERAH KARANGREJO UNTUK SUBGRADE JALAN RAYA. *Jurnal Ilmiah Desain & Konstruksi*, 22(1), 72-80. <https://doi.org/10.35760/dk.2023.v22i1.8272>
- Heryana, D. and Firmansyah, A. (2024). Green Infrastructure Framework: Sebuah Strategi Pembangunan Infrastruktur Hijau Nasional. *Journal of Law Administration and Social Science*, 4(2), 172-185. <https://doi.org/10.54957/jolas.v4i2.742>
- Mochamad, A. (2023). Analisis Kelekatan Aspal Polimer (Elastomer dan Plastomer) Terhadap Agregat. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur*, 9(1), 88-93. <https://doi.org/10.31943/jri.v9i1.201>
- Nannmar, I. and Farida, I. (2023). Evaluasi Tebal Perkerasan Jalan untuk Menahan Beban Rencana Lalu Lintas. *Jurnal Konstruksi*, 21(1), 47-54. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.21-1.1274>
- Nuroji, N., Setiadji, B., & Aktorina, W. (2021). Comparison of Precast and Conventional Concrete Rigid Pavements Using Analytical Hierarchy Process (AHP). *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 26(2), 212-219. <https://doi.org/10.14710/mkts.v26i2.31792>
- Pardede, J. and Mardiaman, M. (2023). ANALISIS PEMAKAIAN BETON PRECAST , READY MIX DAN BETON OLAH PADA PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL. *Menara Jurnal Teknik Sipil*, 18(1), 1-10. <https://doi.org/10.21009/jmenara.v18i1.29188>
- Permatasari, I., Fatah, A., & Sudarsono, I. (2023). Evaluasi Pengaruh Timbunan Material Ringan Mortar Busa Terhadap Penurunan Bahu Jalan (Ruas Jalan Padalarang, KM.15+725). *Jurnal Rekayasa Infrastruktur*, 9(1), 63-68. <https://doi.org/10.31943/jri.v9i1.198>
- Purnama, A. and Ekaputri, J. (2021). Penggunaan Fly Ash sebagai Agregat Buatan Pengganti Agregat



- Alami pada Campuran Beton. *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*, 5(2). <https://doi.org/10.12962/j26151847.v5i2.14498>
- Romadhon, F. and Garside, A. (2021). Aplikasi Perkerasan Jalan Raya Berkelanjutan Dengan Pemanfaatan Daur Ulang Agregat Beton: Tinjauan Literatur. *Seminar Keinsinyuran Program Studi Program Profesi Insinyur*, 1(2). <https://doi.org/10.22219/skpsppi.v2i1.4361>
- Salempa, C. and Kamba, C. (2021). Durability of Asphalt Concrete Binder Course Using Salassa River Aggregate, North Toraja Regency. *Paulus Civil Engineering Journal*, 3(3), 21-27. <https://doi.org/10.52722/pcej.v3i3.281>
- Sholahudin, M. and sujat, s. (2022). Analisis Kerusakan Jalan Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Pavement Condition Index Pada Ruas Jalan Raya Nasional Bojonegoro – Babad Sta 18+000 S/D 19+200. *dts*, 7(2), 1-10. <https://doi.org/10.56071/deteksi.v7i2.389>
- Wasanta, T., Tridamayanti, A., Hadi, P., & Santosa, W. (2025). STUDI KELAYAKAN JALAN PENGHUBUNG PELAWAN DAN BIATAN PROVINSI KALIMANTAN TIMUR. *Jurnal Hpji*, 11(2), 113-126. <https://doi.org/10.26593/jhpji.v11i2.9516.113-126>
- Wisanggeni, D., Sitorus, J., Putra, K., & Adityawan, M. (2024). Pengaruh Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Debit Banjir di Kawasan Inti Pusat Pemerintahan (KIPP) Ibu Kota Nusantara. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 9(2), 327-338. <https://doi.org/10.29244/jsil.9.2.327-338>
- Yusuf, F., Ridwan, A., & Poernomo, Y. (2019). PENELITIAN PENAMBAHAN BAHAN SERBUK DOLOMITE DAN PASIR BRANTAS PADA CAMPURAN ASPAL BETON. *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, 2(2), 214. <https://doi.org/10.30737/jurmateks.v2i2.513>
- Yusuf, M. and Mudiyo, R. (2024). PENERAPAN STRUKTUR PERKERASAN PAVING BLOK TIPE HOLLAND DENGAN KETEBALAN 8 CM PADA TRAFFIC LIGHT UNTUK KESELAMATAN DAN KENYAMANAN LALU LINTAS. *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety)*, 11(1), LAYOUTING. <https://doi.org/10.46447/kjt.v11i1.613>
- Zai, E., Siahaan, J., & Irwansyah, M. (2024). Perbandingan Perhitungan Tebal Perkerasan Jalan Dengan Menggunakan Dynamic Cone Penetrometer (Dcp) Dan Tes Pit Di Aek Godang-Hutabargot Kabupaten Mandailing Natal. *J. Bid. Apl. Tek. Sipil dan Sains*, 3(2), 14-23. <https://doi.org/10.36294/batas.v3i2.4329>