

PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KAKU (RIGIT PAVEMENT) MENGGUNAKAN METODE MANUAL DESAIN PERKERASAN JALAN (MDPJ) BINA MARGA 2017 (Studi Kasus: Ruas Jalan Wakal-Taeno)

Advent Dwi Dharma Wattimena
Teknik Sipil, Universitas Pattimura, Ambon
E-mail: addwattimena@gmail.com

ABSTRAK

Infrastruktur transportasi memiliki peran penting dalam mendukung pembangunan ekonomi dan sosial, di mana jaringan jalan raya menjadi elemen utama dalam sistem transportasi. Penelitian ini berfokus pada analisis desain tebal perkerasan kaku untuk Ruas Jalan Wakal-Taeno di Ambon dengan menerapkan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) Bina Marga 2017. Pendekatan penelitian yang digunakan adalah kuantitatif, dengan survei lapangan untuk mengumpulkan data lalu lintas harian, kekuatan tanah dasar, dan beban lalu lintas. Analisis dilakukan melalui pengukuran volume kendaraan, pengujian California Bearing Ratio (CBR) menggunakan Dynamic Cone Penetrometer, serta perhitungan beban gandar standar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain perkerasan kaku direncanakan untuk umur layanan 40 tahun (2023–2063), dengan tebal pelat beton 160 mm, lapis pondasi semen setebal 150 mm, dan lapisan drainase agregat kelas A setebal 125 mm. Struktur perkerasan dirancang dengan mempertimbangkan total beban lalu lintas kumulatif sebesar 203.145,88 ESA4 dan karakteristik tanah dasar dengan nilai CBR rata-rata 14,12%. Penelitian ini memberikan kontribusi metodologis dalam perencanaan infrastruktur jalan dengan pendekatan modern yang memperhitungkan kompleksitas beban lalu lintas dan kondisi lingkungan.

Kata kunci

Perkerasan Kaku, Manual Desain Perkerasan Jalan, Perencanaan Infrastruktur, Beban Lalu Lintas, Kekuatan Tanah Dasar

ABSTRACT

Transportation infrastructure plays an important role in supporting economic and social development, where the highway network is the main element in the transportation system. This study focuses on the analysis of rigid pavement thickness design for the Wakal-Taeno Road Section in Ambon by applying the 2017 Bina Marga Road Pavement Design Manual Method (MDPJ). The research approach used is quantitative, with a field survey to collect daily traffic data, subgrade strength, and traffic loads. The analysis was carried out through vehicle volume measurements, California Bearing Ratio (CBR) testing using a Dynamic Cone Penetrometer, and standard axle load calculations. The results showed that the rigid pavement design was planned for a service life of 40 years (2023–2063), with a concrete slab thickness of 160 mm, a cement base layer of 150 mm, and a class A aggregate drainage layer of 125 mm. The pavement structure was designed by considering the total cumulative traffic load of 203,145.88 ESA4 and subgrade characteristics with an average CBR value of 14.12%. This research provides a methodological contribution to road infrastructure planning with a modern approach that takes into account the complexity of traffic loads and environmental conditions.

Keywords

Rigid Pavement, Road Pavement Design Manual, Infrastructure Planning, Traffic Load, Subgrade Strength

1. PENDAHULUAN

Infrastruktur transportasi memiliki peranan krusial dalam mendukung pertumbuhan ekonomi dan sosial, dengan jaringan jalan raya menjadi elemen utama dalam sistem transportasi nasional. Seiring berkembangnya wilayah perkotaan dan meningkatnya aktivitas ekonomi, kebutuhan akan infrastruktur transportasi yang handal dan efisien semakin meningkat (Rahmawati *et all*, 2018). Kualitas jalan raya berpengaruh langsung terhadap produktivitas, mobilitas sosial, dan pembangunan daerah secara keseluruhan.

Jaringan jalan memegang peranan penting dalam memperlancar aktivitas ekonomi, memperkuat interaksi sosial, dan meningkatkan konektivitas antarwilayah. Menurut Hangge (2021), transportasi publik tetap menjadi kebutuhan mendasar bagi masyarakat, dengan berbagai moda seperti angkutan kota, bus, dan taksi yang terus melayani mobilitas harian. Sistem jalan nasional juga mendukung sektor ekonomi, sosial, budaya, dan lingkungan, sebagaimana dijelaskan dalam Undang-Undang No. 38 Tahun 2004 tentang Jalan (Rumkita dan Suaryana, 2012).

Pentingnya infrastruktur jalan tidak hanya berkaitan dengan konektivitas, tetapi juga berdampak pada aspek-aspek berikut:

- Efisiensi konsumsi bahan bakar
- Tingkat kebisingan lingkungan
- Kenyamanan pengguna jalan
- Keselamatan berkendara
- Daya saing produk daerah di pasar ekonomi

Perancangan perkerasan jalan adalah proses kompleks yang membutuhkan perencanaan matang dan kepatuhan terhadap standar teknis yang berlaku. Setiap lapisan perkerasan harus memenuhi spesifikasi tertentu terkait kekuatan, ketebalan, stabilitas, dan kekakuan untuk mendistribusikan beban lalu lintas secara optimal ke lapisan tanah di bawahnya (Kolinug *et all*, 2013). Hidayatullah dan Rohman (Hidayatullah dan Rohman, 2022) menyatakan bahwa proses ini memerlukan analisis menyeluruh terhadap data teknis dan non-teknis guna memastikan akurasi parameter desain.

Penelitian terkini mengidentifikasi sejumlah tantangan utama dalam desain perkerasan jalan:

- a. Variabilitas Data Lapangan: Penundaan proyek dapat menyebabkan perubahan signifikan pada data lalu lintas harian, sehingga desain perlu disesuaikan kembali (Kolinug *et all*, 2013).
- b. Keterbatasan Metode Konvensional: Banyak metode desain yang masih menggunakan pendekatan lama, sehingga ada kebutuhan mendesak untuk mengadopsi teknik perencanaan yang lebih inovatif dan akurat.
- c. Optimasi Kinerja Perkerasan: Memastikan kinerja optimal perkerasan jalan membutuhkan pemahaman mendalam tentang karakteristik material, intensitas beban lalu lintas, dan pengaruh lingkungan.

Menghadapi tantangan ini, penelitian ini mengadopsi metodologi desain perkerasan terbaru menggunakan Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2017. Lusyana (2022) berpendapat bahwa penerapan metode desain modern dapat secara signifikan meningkatkan kualitas dan ketahanan infrastruktur jalan.

Penelitian ini bertujuan menentukan ketebalan optimal perkerasan kaku untuk ruas jalan Wakal-Taeno menggunakan pendekatan MDPJ 2017, dengan umur rencana 20 tahun. Melalui pendekatan ini, penelitian berupaya untuk:

- Memberikan analisis mendalam terkait desain perkerasan kaku
- Menggambarkan penerapan metodologi desain modern dalam praktik nyata
- Menyediakan wawasan untuk mengoptimalkan perencanaan infrastruktur jalan ke depannya

Kontribusi penelitian ini meliputi:

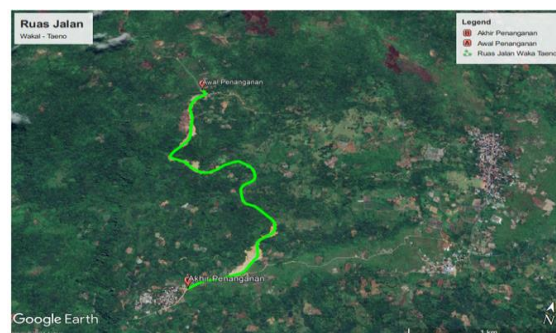
- Menyajikan metodologi rinci untuk desain perkerasan kaku
- Menyediakan studi kasus komprehensif pada ruas jalan Wakal-Taeno
- Menghadirkan pendekatan desain yang dapat direplikasi oleh perencana dan insinyur jalan

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode survei lapangan untuk merancang ketebalan perkerasan kaku. Fokus penelitian adalah pengumpulan dan analisis data utama yang mempengaruhi desain perkerasan, khususnya dengan menerapkan panduan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 (Rahmawati et al, 2018).

2.1 Lokasi Studi

Penelitian ini dilakukan di ruas jalan Wakal-Taeno, Ambon, Indonesia (Gambar 1). Lokasi ini dipilih sebagai studi kasus representatif yang dapat menggambarkan tantangan dan kebutuhan spesifik dalam perencanaan ketebalan perkerasan jalan di wilayah tersebut.



Gambar 1. Lokasi Penelitian - Ruas Jalan Wakal-Taeno

2.2 Variabel Penelitian

Penelitian ini menggabungkan dua kategori utama variabel:

a. Variabel Terikat (y):

- Ketebalan Perkerasan (mm)

b. Variabel Independen (x):

- Rata-rata Lalu Lintas Harian (ADT) (kendaraan/hari)
- Rasio Bantalan California (CBR) dari tanah dasar (%)
- Beban Gandar Standar (ESAL)

Hubungan antara variabel dapat direpresentasikan secara matematis sebagai:

$$\text{Rumus } y = f(x_1, x_2, x_3)$$

Di mana:

x_1 : Rata-rata Lalu Lintas Harian (ADT)

x_2 : CBR tanah dasar
 x_3 : Beban Gandar Standar (ESAL)

2.3 Instrumen Penelitian

Proses pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan beberapa alat sebagai berikut:

- a. Penghitung Manual: Digunakan untuk menghitung volume kendaraan secara langsung dan mengukur kepadatan lalu lintas.
- b. Dynamic Cone Penetrometer (DCP): Alat ini digunakan untuk menguji kekuatan tanah dasar dan mengukur nilai California Bearing Ratio (CBR).
- c. Smartphone: Dimanfaatkan untuk mendokumentasikan seluruh aktivitas penelitian lapangan.
- d. Formulir Pengumpulan Data: Berfungsi untuk mencatat hasil observasi dan pengukuran di lapangan.
- e. Perlengkapan Tulis: Digunakan sebagai alat pendukung untuk pencatatan tambahan.

2.4 Prosedur Pengumpulan Data

a. Pengumpulan Data Primer

Data primer diperoleh secara langsung melalui kegiatan lapangan, yang meliputi:

- Survei Volume Lalu Lintas: Mengukur Rata-rata Lalu Lintas Harian (ADT) untuk mengetahui intensitas kendaraan yang melintas.
- Pengujian Kekuatan Tanah Dasar: Melakukan uji DCP untuk menentukan nilai CBR sebagai indikator kekuatan tanah dasar.

b. Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder dikumpulkan melalui berbagai sumber referensi, antara lain:

- Studi literatur dan dokumen teknis yang relevan.
- Arsip dan dokumentasi terkait infrastruktur transportasi lokal.
- Peta geografis lokasi penelitian untuk analisis spasial.

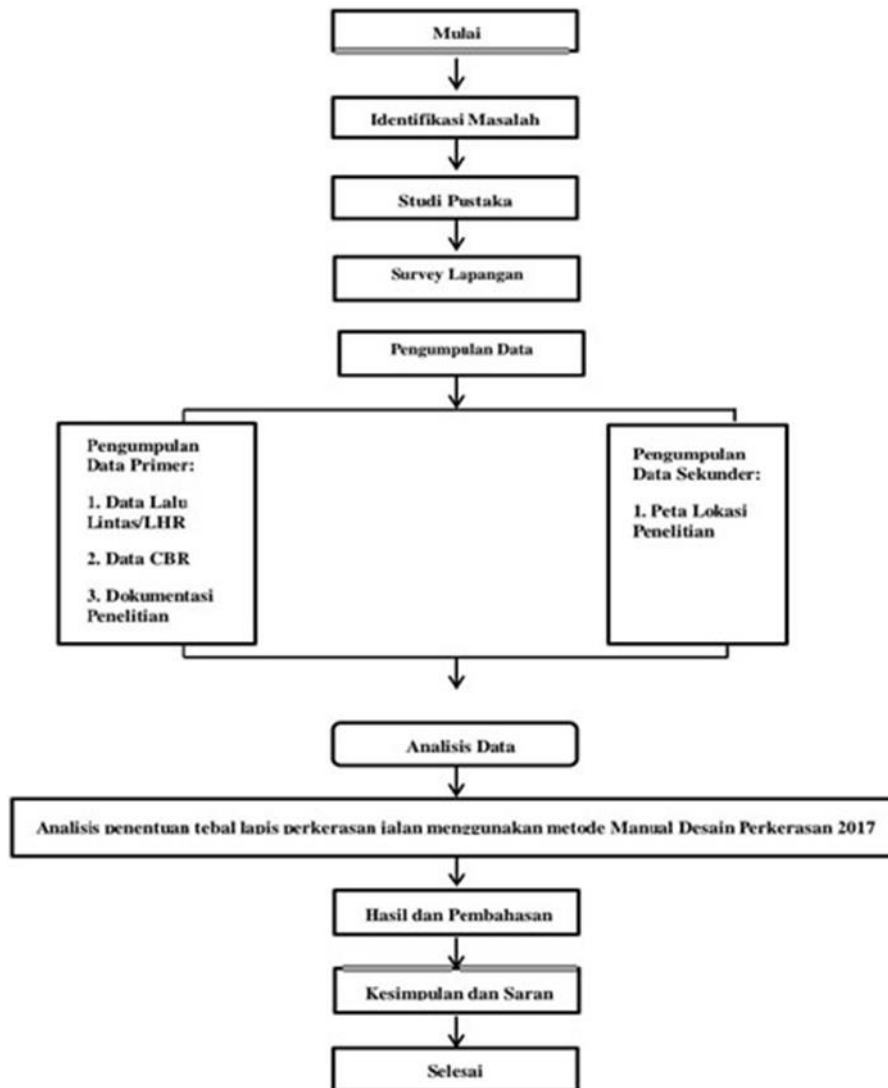
2.5 Metodologi Pengolahan Data

Proses pengolahan data dilakukan secara sistematis berdasarkan pedoman Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2017, meliputi:

- Penentuan Umur Layanan: Menghitung periode desain perkerasan.
- Perhitungan Beban Gandar Setara (ESA): Mengestimasi total beban kendaraan selama umur rencana.
- Klasifikasi Jenis Perkerasan: Menentukan tipe perkerasan yang paling sesuai.
- Identifikasi Karakteristik Tanah Subgrade: Mengklasifikasikan jenis dan kekuatan tanah dasar.
- Perhitungan Ketebalan Perkerasan: Menentukan ketebalan lapisan perkerasan yang optimal sesuai beban lalu lintas dan kondisi tanah.

2.6 Diagram Alur Penelitian

Seluruh metodologi penelitian disajikan dalam bentuk diagram alir (Gambar 2) yang menggambarkan tahapan penelitian secara terstruktur dan sistematis.



Gambar 2. Diagram Alur Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di ruas Jalan Wakal-Taeno, Kota Ambon, Provinsi Maluku, dengan fokus pada analisis dan penentuan ketebalan optimal perkerasan kaku menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) Bina Marga 2017. Ruas jalan ini berperan krusial dalam mendukung konektivitas masyarakat serta memperlancar aktivitas ekonomi lokal.

3.2 Hasil Penelitian

a. Rata-rata Lalu Lintas Harian (LHR)

Data LHR dikumpulkan melalui observasi langsung selama enam hari berturut-turut. Pengamatan dilakukan pada pukul 07.00 – 08.00 WIT, dengan interval pencatatan

setiap 30 menit. Klasifikasi kendaraan mengikuti ketentuan yang tercantum dalam MDPJ 2017 untuk memastikan akurasi data lalu lintas.

Tabel 1. Data Lalu Lintas Harian Rata-rata

No	Golongan	Jenis Kendaraan	Hari						Total	Rata-rata
			1	2	3	4	5	6		
1	1	Motor	501	485	462	385	454	415	2702	450.333
2	2	Sedan & jeep	36	83	80	71	67	47	384	64
3	3	Angkutan umum							0	0
4	4	Mini bus							0	0
5	5a	Pick up	1	1	1	2	0	0	5	0.833
6	5b	bus kecil	1	1	1	1	2	0	6	1
7	6a	Bus besar	1	0	0	1	0	1	3	0.5
8	6b	Truck ringan 2 sumbu	1	0	1	1	0	1	4	0.667
9	7a	Truck sedang 2 sumbu	1	1	0	0	1	0	3	0.5
10	7b	Truck 3 sumbu							0	0
Total Kendaraan										517.833

Data ini digunakan untuk menentukan beban lalu lintas dalam perencanaan struktur perkerasan jalan.

b. Data CBR Tanah Dasar

Penelitian ini melaksanakan pengujian tanah dasar menggunakan metode *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) di setiap interval 200 meter sepanjang 2,8 km, dengan total 8 titik pengujian. Nilai California Bearing Ratio (CBR) ditentukan melalui persamaan logaritmik sesuai dengan standar yang ditetapkan dalam Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2017.

Tabel 2. Hasil Pengujian CBR Tanah Dasar

No	STA	CBR
1	00+000	12.16
2	00+200	14.1
3	00+400	16.14
4	00+600	14.89
5	00+800	10.11
6	01+000	11.81
7	01+200	9.9
8	01+400	10.56
9	01+600	17.46

10	01+800	15.39
11	02+000	15.39
12	02+200	14.4
13	02+400	17.1
14	02+600	12.63
15	02+800	19.81
Jumlah		211.85
Rata-Rata		14.12
Standar Deviasi		0.84

Nilai CBR karakteristik dihitung menggunakan rumus berikut: $CBR_{karakteristik} = CBR_{rata-rata} - (fx \text{ deviasi standar})$

Dengan tingkat probabilitas 80% (untuk jalan lokal) dan deviasi standar sebesar 0,84, diperoleh hasil perhitungan:

$$CBR = 14.2 - (0.84 \times 3.63) = 11.07$$

Nilai CBR ini kemudian disesuaikan dengan faktor koreksi untuk memperhitungkan pengaruh kondisi musim.

c. Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku.

1) Umur Rencana

Sesuai dengan Manual Desain Perkerasan Jalan (2017), umur rencana untuk perkerasan kaku pada ruas Jalan Wakal-Taeno ditetapkan selama 40 tahun

2) Pemilihan Struktur Perkerasan

Berdasarkan analisis nilai ESA4 selama umur rencana, diperoleh nilai sebesar 203.145,88 ESA4. Karena nilai ini di bawah 30 juta ESA4, maka struktur perkerasan kaku dapat digunakan.

Tabel 3. Nilai ESA4 Umur rencana 40 Tahun

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Recana (tahun)(1)
Perkerasan Lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir(2)	20
	Fondasi Jalan	40
	Semua perkerasan untuk daerah yang tidak dimungkinkan pelapisan ulang (overlay) seperti : jalan perkotaan, underpass, jembatan, terowongan	
	Cement Treated Base (CTB)	
Perkerasan Kaku	Lapis fondasi atas, lapis fondasi bawah, lapis beton semen, dan fondasi jalan	

Jalan Tanpa Penutup	Semua elemen (termasuk fondasi jalan)	Minimum 10
<p>Catatan :</p> <p>1. Jika dianggap sulit untuk menggunakan umur rencana di atas, dapat digunakan umur rencana berbeda, namun sebelumnya harus dilakukan analisis dengan discounted lifecycle cost yang dapat menunjukkan bahwa umur rencana tersebut dapat memberikan discounted lifecycle cost terendah. Nilai bunga diambil dari nilai bunga rata-rata dari Bank Indonesia, yang dapat diperoleh dari http://www.bi.go.id/web/en/Moneter/BI+Rate/Data+BI+Rate/.</p> <p>2. Umur rencana harus memperhitungkan kapasitas jalan</p>		

Dari hasil perhitungan, diperoleh tebal pelat beton 160 mm berdasarkan Metode MDPJ 2017.

d. Perhitungan Sambungan Perkerasan

1) Sambungan Dowel

Dowel digunakan untuk membantu mendistribusikan beban antar sambungan perkerasan, sehingga mengurangi risiko kerusakan akibat konsentrasi beban. Berdasarkan Tabel 2.19 MDPJ 2017, spesifikasi dowel yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Diameter dowel: 25 mm
- Panjang dowel: 450 mm
- Jarak antar dowel: 300 mm

2) Sambungan Tie Bar

Tie Bar berfungsi mengikat sambungan antar pelat beton agar tetap stabil dan tidak bergeser akibat beban lalu lintas. Mengacu pada pedoman Pd T-14-2003, panjang tie bar dihitung dengan rumus: $I = (38,3 \times D) + 75$ $I = (38,3 \times D) + 75$ $I = (38,3 \times D) + 75$ Dengan diameter tie bar **16 mm**, panjang yang diperoleh adalah:
 $I = (38,3 \times 16) + 75 = 70 \text{ cm}$ $I = (38,3 \times 16) + 75 = 70 \text{ {cm}}$ $I = (38,3 \times 16) + 75 = 70 \text{ cm}$
 Sehingga, panjang tie bar yang digunakan adalah 70 cm, dengan jarak pemasangan antar tie bar sebesar 75 cm.

3.3 Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis, pemilihan perkerasan kaku untuk ruas Jalan Wakal-Taeno didukung oleh evaluasi lalu lintas, nilai CBR tanah dasar, dan beban sumbu standar kumulatif (ESA4). Dengan asumsi umur rencana 40 tahun dan total beban kumulatif sebesar 203.145,88 ESA4, ketebalan perkerasan beton 160 mm dinilai sesuai dengan standar teknis yang berlaku dalam MDPJ 2017.

Perkerasan kaku dipilih karena lebih tahan terhadap beban berat dalam jangka panjang dibandingkan perkerasan lentur. Penggunaan dowel dan tie bar terbukti

meningkatkan ketahanan terhadap beban dinamis, mengurangi deformasi sambungan, dan memperpanjang umur layanan jalan.

Selain itu, faktor lingkungan seperti curah hujan dan karakteristik tanah dasar juga menjadi pertimbangan penting. Oleh karena itu, penggunaan lapisan pondasi dengan stabilisasi semen setebal 150 mm direkomendasikan untuk meningkatkan daya dukung tanah. Secara keseluruhan, pendekatan desain berbasis MDPJ 2017 menghasilkan struktur perkerasan yang optimal, baik dari segi ketahanan, durabilitas, maupun kecocokan dengan kondisi lalu lintas di lokasi penelitian.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam perencanaan tebal perkerasan kaku untuk ruas Jalan Wakal-Taeno. Melalui penerapan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) Bina Marga 2017, diperoleh desain perkerasan yang komprehensif dan berkelanjutan.

Rancangan akhir menunjukkan bahwa struktur perkerasan dengan:

- Ketebalan pelat beton: 160 mm
- Lapisan pondasi stabilisasi semen: 150 mm
- Umur rencana: 40 tahun

mampu mengakomodasi proyeksi beban lalu lintas masa depan, dengan total beban kumulatif 203.145,88 ESA4. Analisis nilai CBR tanah dasar yang berada pada rata-rata 14,12% memperkuat validitas desain ini, menunjukkan kemampuannya untuk mendistribusikan beban secara merata dan mengurangi risiko deformasi struktural dalam jangka panjang.

Penelitian ini tidak hanya memperkaya literatur desain perkerasan, tetapi juga dapat menjadi acuan berharga bagi perencana dan insinyur jalan dalam mengembangkan infrastruktur transportasi yang tangguh dan berdaya guna tinggi.

5. Daftar Pustaka

- Rahmawati, D. Setiawan, M. A. Y. Pangestu, dan R. A. Aulia, "Evaluasi Tebal dan Analisis Kerusakan Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Analisa Komponen, Austroads, Asphalt Institute, dan Program Kenpave," *Jurnal Media Teknik Sipil*, vol. 16, no. 2, hlm. 79–85, 2018, doi: 10.22219/jmts.v16i2.6428.
- Hangge, R. A. Bella, dan M. C. Ullu, "Pemanfaatan Fly Ash untuk Stabilisasi Tanah Dasar Lempung Ekspansif," *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 10, no. 1, hlm. 89–102, 2021.
- Rumkita dan N. Suaryana, *Teknologi Perkerasan Kaku (Kajian Spesifikasi Perkerasan Kaku)*, 2012. [Online]. Tersedia: <https://binamarga.pu.go.id>
- A. Kolinug, T. K. Sendow, J. F., dan M. R. E. Manoppo, "Analisa Kinerja Jaringan Jalan dalam Kampus Universitas Sam Ratulangi," *Jurnal Sipil Statik*, vol. 1, no. 2, hlm. 119–127, 2013.
- F. Hidayatullah dan F. Rohman, "Analisis Perbandingan Tebal Beton pada Perkerasan Kaku dengan Metode Bina Marga 2017 dan AASHTO 1993," *Jurnal Ilmiah Sultan Agung*, hlm. 106–118, 2022.
- S. A. Lusyana, "Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen (Pd T-14-2003) dan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 pada Ruas Jalan Padang-Bukittinggi, Batang Anai," dalam 6th ACE Conference, 2019.