

Alternatif Tebal Perkerasan Jalan Lentur Menggunakan Metode MDP 2024 untuk Jalan Lingkungan Kampus Universitas Borneo Tarakan

Muhammad Djaya Bakri^{*1}

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Borneo Tarakan,
Jalan Amal Lama No. 01 Tarakan 77123 Indonesia

e-mail: *jayabakri@gmail.com

Abstract

The growing needs for accessibility within the UBT campus area, along with the increasing number of academic community and the use of private vehicles, underscores the urgent need for an integrative internal road network to facilitate inter-zone mobility. This study aims to determine an alternative flexible pavement thickness using the MDP 2024, which adopts a mechanistic-empirical framework. This method is chosen for its ability to accommodate actual traffic conditions and local subgrade characteristics, particularly in areas with low traffic volumes. The research is based on secondary data from the report of the Detailed Engineering Design 2019 and traffic survey at 2025, which revealed the absence of commercial vehicles, classifying the road as a local access route. Consequently, the design traffic load was set at 0.5×10^6 CESA4. The subgrade's CBR value of 6% indicates a normal soil base condition. The pavement structure was selected based on Design Chart-4, resulting in a composition of 30 mm HRS-WC, 35 mm HRS-Base, 250 mm Class A Aggregate Base, 150 mm Class B Aggregate Subbase, and 400 mm of selected fill. These findings suggest that the application of MDP 2024 enables pavement structure planning that is responsive to actual traffic loads and geotechnical conditions in educational areas with low-volume traffic, while also offering potential benefits in material efficiency and ease of implementation.

Keywords: flexible pavement, MDP 2024, campus road, design catalogue

Abstrak

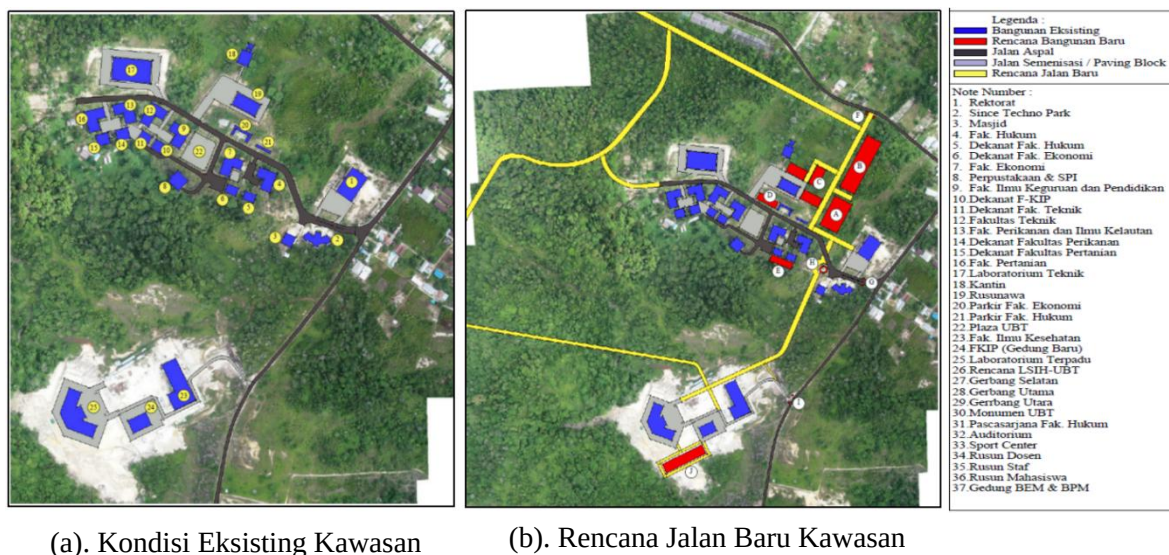
Kebutuhan aksesibilitas kawasan Kampus UBT seiring meningkatnya jumlah civitas akademika dan penggunaan kendaraan pribadi maka sangat mendesak pembangunan jalan lingkungan yang integratif guna mendukung mobilitas antarzona kampus. Studi ini bertujuan menentukan alternatif tebal perkerasan lentur menggunakan pendekatan Manual Desain Perkerasan Jalan 2024 yang berbasis mekanistik-empiris. Metode ini dipilih karena kemampuannya mengakomodasi kondisi lalu lintas aktual dan karakteristik tanah lokal, khususnya pada wilayah dengan lalu lintas rendah. Penelitian dilakukan berdasarkan data sekunder dari DED tahun 2019 serta survei lalu lintas tahun 2025, yang menunjukkan tidak adanya kendaraan niaga, sehingga jalan dikategorikan sebagai jalan lokal, dan ditetapkan nilai beban lalu lintas desain sebesar $0,5 \times 10^6$ CESA4. Nilai CBR tanah dasar sebesar 6% menunjukkan karakteristik tanah normal. Desain struktur perkerasan ditentukan menggunakan Bagan Desain-4, menghasilkan lapisan HRS-WC 30 mm, HRS-Base 35 mm, Lapis Fondasi Agregat Kelas A 250 mm, Lapis Fondasi Agregat Kelas B 150 mm, dan timbunan pilihan

400 mm. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan MDP 2024 memungkinkan perencanaan struktur perkerasan yang sesuai dengan beban lalu lintas aktual dan kondisi geoteknik lokal di kawasan pendidikan dengan volume lalu lintas rendah, serta berpotensi mendukung efisiensi material dan kemudahan implementasi desain.

Kata kunci: perkerasan lentur, MDP 2024, jalan lingkungan kampus, desain katalog

1. Pendahuluan

Perkembangan infrastruktur kampus merupakan bagian tak terpisahkan dari upaya peningkatan mutu pendidikan tinggi. Universitas Borneo Tarakan (UBT), sebagai salah satu perguruan tinggi negeri di kawasan perbatasan Indonesia-Malaysia, telah mengalami pertumbuhan jumlah mahasiswa yang signifikan setiap tahun. Pertambahan tersebut menuntut pengembangan fisik kampus, baik dalam pembangunan gedung-gedung baru, fasilitas laboratorium, maupun infrastruktur penunjang, salah satunya adalah sistem jaringan jalan lingkungan internal kampus (Universitas Borneo Tarakan, 2024). Kampus UBT berada pada satu hamparan lahan seluas $\pm 37,83$ Ha, yang terbagi menjadi dua zonasi yaitu zona utara dan zona selatan, karena adanya aliran sungai yang membentang ditengah kawasan, dan hingga saat ini belum terbangun jalan penghubung antar kedua kawasan. Akibatnya, mobilitas civitas akademika antar kedua zona hanya dapat dilakukan dengan memanfaatkan jalan kota yang berada diluar kawasan kampus. Kondisi ini menimbulkan permasalahan keamanan, keteraturan lalu lintas internal, dan fragmentasi spasial antara kedua kawasan. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dirancanglah pembangunan jalan lingkungan baru sepanjang ± 500 meter sebagai penghubung antar kawasan dalam kesatuan sistem transportasi internal kampus seperti ditampilkan pada Gambar 1 (CV. Menara Konsultan, 2019).



Gambar 1. Rencana Jalan Lingkungan Baru Dalam Kawasan Kampus UBT

Desain perkerasan jalan menjadi elemen kritis dalam perencanaan infrastruktur tersebut. Di Indonesia, desain perkerasan lentur lebih banyak digunakan dibandingkan perkerasan kaku karena lebih adaptif terhadap perubahan iklim tropis dan lebih ekonomis dalam konstruksi awal. Sebelumnya, jalan lingkungan dalam kawasan kampus UBT telah dianalisis menggunakan metode AASHTO 1993 (Bakri, 2020). Pendekatan metodologis Metode AASHTO 1993 cenderung empiris

tradisional, belum sepenuhnya mencerminkan kondisi khas Indonesia yang memiliki curah hujan tinggi, kelembapan tanah, variasi besar dalam karakteristik tanah lokal, serta tidak secara eksplisit menetapkan nilai reliabilitas dalam lalu lintas, tipe sumbu kendaraan fokus pada 3 jenis sumbu (sumbu tunggal, tandem, dan tridem) dengan ekuivalensinya terhadap beban standar 8,16 ton, dan pendekatan terhadap lalu lintas rendah tidak dibahas secara spesifik (Sukirman, 2010).

Untuk mengatasi persoalan tersebut, Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian PUPR menyempurnakan MDP 2017 (Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian PUPR, 2017) yang diluncurkan menjadi Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP) 2024. MDP 2024 memperkenalkan pendekatan desain katalog berbasis mekanistik-empiris yang dirancang untuk mengakomodasi daya dukung tanah lokal, drainase bawah permukaan, dan karakteristik lalu lintas aktual di Indonesia (Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian PUPR, 2024). Dalam konteks kebijakan transportasi berkelanjutan, MDP 2024 memiliki keunggulan tambahan berupa efisiensi penggunaan material, pengurangan ketebalan yang berlebih, dan dampak lingkungan yang lebih terkendali. Hal ini telah terkonfirmasi oleh Sugema & Maulana (2024) yang menunjukkan bahwa MDP 2024 menghasilkan struktur perkerasan yang 4% lebih tipis dan berpotensi menghemat anggaran hingga 9% dibanding metode AASHTO 1993, tanpa mengorbankan aspek kinerja jalan,

Penelitian Are et al (2025) di Jalan Madara Kabupaten Barito Selatan, membuktikan bahwa penerapan MDP 2024 menghasilkan desain tebal lapis perkerasan yang lebih kontekstual terhadap nilai CBR aktual tanah ($CBR = 1,31\%$) dan beban lalu lintas rendah, yang lazim dijumpai pada jalan lingkungan kampus dan desa. Perkerasan tersebut terdiri dari HRS-WC = 50 mm, Lapisan Fondasi Agregat (LFA) Kelas A = 150 mm, dan LFA Kelas B = 150 mm. Krisnanda *et al* (2025) dalam studi pada ruas jalan Poncowati-Purnama Tunggal Kabupaten Lampung Tengah juga menyimpulkan bahwa metode MDP menghasilkan desain tebal yang optimal berdasarkan volume lalu lintas harian, nilai CBR aktual (20,03%), serta perkiraan lalu lintas ekuivalen (ESA) dengan mempertimbangkan distribusi sumbu kendaraan. Studi ini menegaskan pentingnya mempertimbangkan data primer lokal, seperti nilai CBR dan LHR (Lalu Lintas Harian Rata-rata), dalam menentukan struktur lapis perkerasan yang efisien dan berkelanjutan.

Perbedaan hasil desain antara metode MDP 2024 dengan metode AASHTO 1993 (AASHTO, 1993) dalam konteks lokal menimbulkan pertanyaan berupa metode mana yang lebih relevan dan efisien digunakan untuk jalan lingkungan kampus dengan karakteristik lalu lintas rendah, umur rencana 20 tahun, serta tanah dasar ber-CBR rendah hingga sedang (Pratama *et al*, 2025). Studi ini bertujuan memberikan alternatif tebal perkerasan lentur Jalan Lingkungan Kampus UBT dengan menggunakan metode MDP 2024. Hasil ini diharapkan tidak hanya memberi kontribusi dalam konteks teknis desain jalan lingkungan kampus, tetapi juga menjadi acuan strategis dalam pengambilan keputusan perencanaan infrastruktur jalan yang efisien dan adaptif di kawasan pendidikan.

2. Metode Penelitian

2.1 Klasifikasi Jalan

Merujuk Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2022, jalan dalam kawasan pendidikan diklasifikasikan sebagai Jalan Khusus yang dibangun dan dipelihara untuk kepentingan sendiri entitas yang menyelenggarakannya (Pemerintah Republik Indonesia, 2022). Lebar badan Jalan Khusus minimal 3,5 (tiga koma lima) meter, dikategorikan menjadi 3 (tiga) sebagai berikut (Kementerian Pekerjaan Umum, 2011):

- a. Jalan Khusus yang hanya digunakan sendiri dengan jenis, ukuran, dan muatan sumbu terberat kendaraan yang tidak sama dengan kendaraan yang digunakan untuk Jalan Umum;
- b. Jalan Khusus yang hanya digunakan sendiri dengan jenis, ukuran, dan muatan sumbu terberat kendaraan sama dengan kendaraan yang digunakan untuk Jalan Umum, dan
- c. Jalan Khusus yang digunakan sendiri dan diizinkan digunakan untuk Jalan Umum.

Meskipun jalan khusus dipergunakan untuk kepentingan sendiri, namun dalam perencanaannya harus mengacu kepada persyaratan teknis jalan serta pedoman teknis jalan umum.

2.3 Metoda MDP 2024

Metode Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 03/M/BM 2024 diterbitkan sebagai pengganti edisi MDP 2017, dan mengadopsi pendekatan mekanistik empirik dalam perancangan perkerasan, baik lentur maupun kaku (*rigid pavement*) dengan keluaran berupa katalog struktur. Pendekatan ini menggabungkan prinsip mekanika dalam analisis struktur dengan data empiris untuk memprediksi kinerja jangka panjang perkerasan. Dibandingkan dengan versi sebelumnya, MDP 2024 mencakup sejumlah perubahan penting, seperti penghapusan istilah *capping layer* (lapis penopang), rekomendasi analisis geoteknik untuk tanah problematik dengan ketebalan diatas 1 (satu) meter, serta pembaharuan pada perhitungan lalu lintas, nilai reliabilitas menjadi 90% (konstan tidak variatif), dan bagan desain katalog perkerasan (Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian PUPR, 2024).

Desain perkerasan lentur berbasis bagan desain dalam bentuk katalog, memungkinkan pendesain fokus pada akuisisi data input yang tepat guna menghasilkan desain teknis yang optimal. Pendekatan ini dijelaskan lebih lanjut dalam subbab berikut sebagai dasar pengambilan keputusan desain.

2.3.1 Umur Rencana

Umur rencana perkerasan jalan baru ditentukan dengan menggunakan pedoman seperti disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (UR)

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun)
Perkerasan lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir	20
	Lapis Fondasi jalan	40
	Semua perkerasan untuk lokasi yang tidak dimungkinkan pelapisan ulang (<i>overlay</i>) seperti: jalan perkotaan, <i>underpass</i> , jembatan, dan terowongan	
	Lapis Fondasi Berpengikat Semen, <i>Cement Treated Based (CTB)</i>	
Perkerasan kaku	Lapis fondasi atas, lapis fondasi bawah, lapis beton semen, dan fondasi jalan	10
Jalan tanpa penutup	Semua elemen (termasuk fondasi jalan)	

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian PUPR (2024)

Rayid *et al* (2025) mengemukakan penentuan umur rencana perkerasan lentur harus mempertimbangkan kapasitas jalan. Apabila penggunaan umur rencana seperti disajikan pada Tabel 1 dirasakan tidak sesuai, alternatif umur rencana dapat digunakan, asalkan didukung oleh analisis dengan *discounted lifecycle cost* yang dapat menunjukkan bahwa umur rencana tersebut dapat memberikan biaya umur pelayanan terendah. Nilai suku bunga yang digunakan dalam analisis tersebut merujuk pada rata-rata suku bunga Bank Indonesia yang tersedia melalui sumber resmi. Pendekatan ini memastikan efisiensi ekonomi dalam perencanaan umur layanan perkerasan.

2.3.2 Pemilihan Struktur Perkerasan

Pemilihan jenis perkerasan akan bervariasi berdasarkan volume lalu lintas, umur rencana, dan kondisi fondasi jalan (Kumalawati *et al*, 2024). Pedoman pemilihan jenis perkerasan seperti ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pemilihan Jenis Perkerasan

Struktur Perkerasan	Bagan Desain	ESA5 (juta) dalam 20 tahun				
		0 - 1	1 - 4	4 - 10	>10 - 30	>30
AC modifikasi						2
AC dengan CTB	3, 3A, 3B				2	
AC Modifikasi dengan CTB						2
AC dengan lapis fondasi agregat	3, 3A, 3B		1, 2	1, 2	2	
HRS tipis di atas lapis fondasi agregat	4	2	2			
Burda atau Burtu dengan lapis fondasi agregat	5	3	3			
AC/HRS dengan lapis fondasi <i>Soil Cement</i>	6	2	2			
AC/HRS dengan lapis fondasi agregat dan perbaikan tanah dasar (dengan stabilisasi semen)	7	2	2			
Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat	8				2	2
Perkerasan kaku dengan lalu lintas rendah	8A			1, 2		
Perkerasan tanpa penutup (Japat dan jalan kerikil)	9	1				

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian PUPR (2024)

Notasi 1, 2, dan 3 pada kolom ESA menunjukkan tingkat kesulitan pelaksanaan dan persyaratan klasifikasi penyedia jasa (kontraktor) yang melaksanakan pekerjaan pembangunan perkerasan jalan. Angka 1 menunjukkan pekerjaan dapat dilaksanakan kontraktor kecil sampai medium, angka 2 dipersyaratkan untuk kontraktor besar dengan sumber daya yang memadai, dan angka 3 menunjukkan bahwa dibutuhkan keaahlian dan tenaga ahli khusus, atau kontraktor spesialis Burtu/Burda.

2.3.3 Lalu Lintas

a. Analisa Lalu Lintas

Dalam analisis struktur perkerasan, parameter lalu lintas memegang peranan penting karena digunakan untuk menghitung beban rencana yang akan ditanggung perkerasan selama umur layanannya (Sari *et al*, 2024). Perhitungan beban ini didasarkan pada volume lalu lintas saat tahun survei, yang kemudian diproyeksikan ke seluruh periode umur rencana. Volume lalu lintas tahun pertama merujuk pada total lalu lintas selama tahun pertama setelah konstruksi atau rehabilitasi perkerasan diselesaikan.

b. Data Lalu Lintas

Ketelitian data lalu lintas merupakan aspek penting dalam menghasilkan desain perkerasan yang efektif dan andal (Darmadi & Fauzi, 2025). Data lalu lintas yang digunakan harus mencakup seluruh jenis kendaraan komersial yang beroperasi di ruas jalan yang disurvei. Jika terdapat indikasi ketidaktepatan atau ketidakakuratan data, maka analisis lalu lintas khusus perlu dilakukan sebelum tahap akhir perencanaan untuk memastikan estimasi beban yang represntatif terhadap kondisi aktual.

c. Jenis Kendaraan

Pada Metode MDP 2024, jenis kendaraan yang diperhitungkan dalam desain perkerasan jalan minimal memenuhi klasifikasi kendaraan golongan 5B atau Bus Besar. Sedangkan kendaraan

ringan sampai sedang yang merupakan klasifikasi kendaraan golongan 1 sampai dengan golongan 4, tidak diperhitungkan dalam desain perkerasan jalan, karena memiliki beban gandar yang cukup kecil sehingga tidak berpotensi menimbulkan kerusakan struktur perkerasan jalan (Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian PUPR, 2024).

d. Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas dapat ditentukan berdasarkan data-data pertumbuhan series (*historical growth data*) atau melalui analisis korelasional dengan faktor pertumbuhan lain yang relevan dan berlaku. Jika data historis tidak tersedia, maka estimasi pertumbuhan lalu lintas dilakukan dengan merujuk pada nilai-nilai standar sesuai wilayah di Indonesia seperti yang tercantum dalam Tabel 3.

Tabel 3. Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas (i) (%)

Tipe Jalan	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

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian PUPR (2024)

Perhitungan pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dengan faktor pertumbuhan kumulatif (*cumulative growth factor*) menggunakan persamaan 1.

$$R = \frac{(1+0,01 i)^{UR}-1}{0,01 i} \quad (1)$$

Dengan:

R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

i = Laju pertumbuhan lalu lintas tahunan (%)

UR = Umur Rencana (Tahun)

e. Lalu Lintas pada Lajur Rencana

Lajur rencana merujuk pada lajur lalu lintas dalam suatu ruas jalan yang menerima beban kendaraan niaga terbesar, seperti truk dan bus besar. Beban lalu lintas pada lajur rencana ini dihitung dalam bentuk kumulatif beban gandar standar (ESA), dengan penyesuaian melalui dua parameter distribusi, yaitu faktor distribusi arah (DD) dan faktor distribusi lajur kendaraan niaga (DL). Untuk jalan dengan dua arah lalu lintas, nilai DD umumnya diasumsikan sebesar 0,50 kecuali pada kondisi khusus dimana terdapat dominasi kendaraan niaga yang signifikan pada satu arah tertentu (Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian PUPR, 2024).

Tabel 4. Faktor Distribusi Arah (DL)

Jumlah Lajur Tiap Arah	Kendaraan Niaga Pada Lajur Desain (% Terhadap Populasi Kendaraan Niaga)
1	100
2	80
3	60
4	50

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian PUPR (2024)

2.3.4 Faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*)

Dalam MDP 2024, beban lalu lintas dikonversi ke beban standar (ESA) menggunakan Faktor Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*), yaitu total ESA dari seluruh sumbu kendaraan. VDF memungkinkan penggabungan berbagai jenis kendaraan menjadi satuan ESA kumulatif. Analisis struktur perkerasan didasarkan pada total ESA selama umur rencana pada lajur lalu lintas tertentu (Mahfudah *et al*, 2025). Oleh karena itu, perhitungan beban lalu lintas yang akurat sangat penting. Survei beban gandar yang terencana dan dilaksanakan dengan baik menjadi dasar utama untuk memperoleh data ESA yang akurat (Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian PUPR, 2024).

MDP 2024, telah menampilkan nilai VDF regional masing-masing kelas kendaraan niaga untuk setiap provinsi yang dapat digunakan untuk merancang desain perkerasan lentur. Untuk wilayah Kalimantan Utara nilai VDF telah diberikan seperti ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai VDF Masing-Masing Jenis Kendaraan untuk Kalimantan Utara

Kondisi	Kelas Kendaraan	Gol 5B	Gol 6A	Gol 6B	Gol 7A2	Gol 7C1
VDF4	Faktual	1,2	0,5	1,1	6,7	3,7
	Normal	1,2	0,5	0,4	4,3	3,1
VDF5	Faktual	1,3	0,4	1,2	10,3	4,6
	Normal	1,3	0,4	0,3	5,5	3,6

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian PUPR (2024)

2.3.5 Beban Sumbu Standar Kumulatif

Cumulative Equivalent Single Axle Load (CESAL) didefinisikan sebagai total akumulasi beban sumbu lalu lintas kendaraan niaga pada lajur rencana sepanjang umur layanan perkerasan. Nilai ini dihitung menggunakan *Vehicle Damage Factor (VDF)* tiap jenis kendaraan niaga, volume lalu lintas harian rata-rata, serta penyesuaian distribusi arah dan distribusi lajur. CESAL merepresentasikan besarnya beban aktual yang harus ditanggung struktur perkerasan, dan menjadi parameter utama dalam penentuan ketebalan dan daya tahan perkerasan terhadap repetisi beban lalu lintas. Nilai CESAL dihitung menggunakan Persamaan 2 (Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian PUPR, 2024).

$$\text{CESAL} = (\sum \text{LHR}_{\text{JK}} \times \text{VDF}_{\text{JK}}) \times 365 \times \text{DD} \times \text{DL} \times \text{R} \quad (2)$$

Keterangan:

LHRJK = Lintas harian rata-rata tiap jenis kendaraan niaga (satuan kendaraan per hari)

VDFJK = Faktor ekuivalen beban (vehicle damage factor) tiap jenis kendaraan niaga

DD = Faktor distribusi arah

DL = Faktor distribusi lajur

CESAL = Kumulatif beban sumbu standar ekuivalen selama umur rencana

R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

Pada wilayah dengan volume lalu lintas rendah, di mana data lalu lintas kendaraan niaga (truk dan bus) tidak tersedia atau tidak representatif karena terlalu kecil, estimasi beban lalu lintas untuk kebutuhan desain perkerasan dapat dilakukan dengan merujuk pada parameter standar, seperti disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Perkiraan lalu lintas untuk jalan lalu lintas rendah

Deskripsi Jalan	LHR Dua Arah (kend/hari)	Kendaraan Berat (% dari Lalu Lintas)	Umur Rencana (th)	Pertumbuhan Lalu Lintas (%)	Faktor Pengali Pertumbuhan Kumulatif Lalu Lintas	Beban Lalu Lintas Desain (Aktual) (ESA4)
Jalan desa minor dengan akses kendaraan berat terbatas	50	5	20	1	22	25.000
Jalan kecil dua arah	100	5	20	1	22	45.000
Jalan lokal	500	10	20	1	22	500.000

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian PUPR (2024)

2.3.6 Desain Perkerasan Lentur

Desain perkerasan lentur berdasarkan beban lalu lintas rencana dan pertimbangan biaya terendah. Lalu lintas yang akan dilayani jalan lingkungan dalam kawasan kampus UBT, diperkirakan volumenya dalam kategori rendah ($< 0,1 \times 10^6$ CESA4) hingga sedang ($> 5 \times 10^6$ CESA5). Bagan desain perkerasan lentur yang digunakan disesuaikan dengan perkiraan volume lalu lintas. Dalam desain ini akan digunakan alternatif bagan desain 3B, 4, 5, 6, dan atau 7, seperti ditampilkan Tabel 7 sampai dengan Tabel 10.

Tabel 7. Bagan Desain-2 Desain Fondasi Jalan Minimum

CBR Tanah Dasar (%)	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Uraian Struktur Fondasi	Perkerasan Lentur		Perkerasan Lentur
			Beban Lalu Lintas Pada Jalur Rencana Dengan Umur Rencana 40 Tahun (Juta ESA5)		
			<10	>10	
			Tebal Minimum Perbaikan Tanah Dasar (mm)		
5	SG5	Perbaikan tanah dengan material timbunan pilihan (CBR ≥ 10%)	200	200	200
4	SG4				
3	SG3		300	400	400
2,5	SG2,5			600	600
Kekuatan tanah dasar < 2,5% atau tanah lunak			Untuk tebal tanah lunak > 1 m harus ditangani dengan penanganan geoteknik, sedangkan untuk ketebalan ≤ 1 m dapat diganti tanah timbunan dengan tebal minimum yang sama dengan ketentuan dan berlaku untuk tanah SG2,5 Bagan Desain ini		
Tanah ekspansif			Penanganan sesuai dengan kajian geoteknik terhadap besaran potensi pemuaian dengan ketebalan penutup tidak kurang dari 600 mm berupa material dengan potensi pemuaian tidak lebih besar dari 1,5%. Di atas lapis penutup tersebut harus ditambahkan lapis perbaikan SG2,5		

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian PUPR (2024)

Tabel 8. Bagan Desain-3B Penyesuaian tebal lapis timbunan pilihan berbutir kasar atau LFA kelas C atau stabilisasi semen (hanya untuk bagan desain-3A) beban rencana 20 tahun > 5 juta ESA5

		Tebal (mm)
Subgrade $6 < \text{CBR} < 10$	Timbunan Pilihan Berbutir Kasar atau LFA Kelas C atau Stabilisasi Semen	200
Subgrade $10 \leq \text{CBR} < 30$	Timbunan Pilihan Berbutir Kasar atau LFA Kelas C atau Stabilisasi Semen	150
Subgrade $\text{CBR} \geq 30$	Timbunan Pilihan Berbutir Kasar atau LFA Kelas C atau Stabilisasi Semen	-

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian PUPR (2024)

Tabel 9. Bagan Desain-4 Desain perkerasan lentur dengan HRS¹**Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (10⁶ CESA5)****FF1 < 0,5****0,5 ≤ FF2 ≤ 4,0**

Jenis permukaan	HRS atau Penetrasi Makadam	HRS²
Struktur perkerasan	Tebal lapisan (mm)	
HRS-WC	50	30
HRS-Base	-	35
LFA Kelas A	150	250
LFA Kelas B atau kerikil alam atau lapis distabilisasi dengan CBR > 10% ³	150	150

Catatan:

¹Bagan Desain-4 merupakan alternatif untuk daerah yang HRS menunjukkan riwayat kinerja yang baik dan daerah yang dapat menyediakan material yang sesuai (*gap graded mix*)²HRS tidak sesuai untuk jalan dengan tanjakan curam dan daerah perkotaan dengan beban lebih besar dari 2 juta ESA5³Kerikil alam dengan atau material stabilisasi dengan CBR > 10% dapat merupakan pilihan yang paling ekonomis jika material dan sumberdaya penyedia jasa yang mumpuni tersedia

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian PUPR (2024)

Tabel 10. Bagan Desain-5 Perkerasan berbutir dengan laburan¹

	Struktur Perkerasan		
	SD1	SD2	SD3
	Kumulatif Beban Rencana (ESA4 x 10⁶)		
	< 0,1	0,1 – 0,5	> 0,5 - 4
Burda			
Lapis Fondasi Agregat Kelas A ²	200	250	300
Lapis Fondasi Agregat Kelas B, atau kerikil alam, atau stabilisasi dengan CBR > 10%, pada <i>subgrade</i> dengan CBR ≥ 5% ^{2,5}	100	110	140

Catatan:

1. Ketentuan-ketentuan struktur fondasi jalan Bagan Desain-2 berlaku juga untuk Bagan Desain-5.

2. Lapis Fondasi Agregat Kelas A harus dihampar dengan tebal padat minimum 125 mm dan maksimum 200 mm.

3. Dibutuhkan pengendalian mutu yang baik untuk semua lapis perkerasan.

4. Kerikil alam dengan atau material stabilisasi dengan CBR > 10% dapat merupakan pilihan yang paling ekonomis jika material dan sumberdaya penyedia jasa yang mumpuni tersedia

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian PUPR (2024)

Tabel 11. Bagan Desain-6 Perkerasan dengan stabilisasi tanah semen (*soil cement*) (untuk area dengan sumber agregat atau kerikil terbatas)

	Struktur Perkerasan		
	SC1	SC2	SC3
	Beban Sumbu 20 tahun pada lajur desain (ESA4 x 10⁶)		
	< 0,1	0,1 – 0,5	> 0,5 - 4
	Ketebalan lapis permukaan (mm)		
HRS WC, AC WC		50*	
Lapis Fondasi Tanah Semen Target UCS 2,4 MPa	160	220	300

* 50 mm berlaku untuk HRS dan AC-WC (pada desain 2x50 tumbukan *marshall*)

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian PUPR (2024)

Tabel 12. Bagan Desain-7 Perkerasan dengan *improve subgrade* stabilisasi semen (untuk area dengan sumber agregat atau kerikil terbatas)

	Struktur Perkerasan ¹		
	SC1	SC2	SC3
Beban Sumbu 20 tahun pada lajur desain (ESA4 x 10 ⁶)	< 0,1	0,1 – 0,5	> 0,5 - 4
Ketebalan lapis permukaan (mm)			
HRS WC, AC WC		50*	
Lapis Fondasi Agregat Kelas A	160	220	300
Lapis Fondasi Agregat Kelas B	110	150	200
Stabilisasi tanah asli hingga mencapai CBR ekuivalen 6%	160	200	260

* 50 mm berlaku untuk HRS dan AC-WC (pada desain 2x50 tumbukan *marshall*)

Catatan:

1. Bagan Desain-7 digunakan untuk semua tanah dasar dengan CBR > 2.5%. Ketentuan Bagan Desain-2 tetap berlaku untuk tanah dasar yang lebih lemah.

2. Stabilisasi tanah asli untuk mendapatkan CBR desain ekuivalen dengan CBR minimal 6%, dengan menggunakan pendekatan kriteria sebagai berikut:

Nilai minimal dari (i) 15%, (ii) nilai ditentukan dari pengujian CBR atau perkiraan CBR, dan (iii) nilai ditentukan dari dukungan yang diberikan oleh tanah dasar tanah dasar *in-situ* terhadap tanah dasar pilihan atau tanah yang distabilisasi menggunakan persamaan yang identik dengan persamaan sebagai berikut:

$$CBR_{is} = CBR_{ti} \times 2^{(\text{tebal lapisan material pilihan atau stabilisasi (mm)} / 150)}$$

Keterangan,

CBR_{is} = CBR *improvement subgrade*

CBR_{ti} = CBR tanah *in-situ*

3. Stabilisasi satu lapis dengan tebal lebih dari 200 mm sampai dengan 300 mm diperbolehkan jika disediakan peralatan stabilisasi yang memadai dan pemadatan dilakukan dengan *pad-foot roller* dengan berat statis minimum 18 ton.

4. Hanya kontraktor berkualitas dan mempunyai peralatan diperbolehkan melaksanakan pekerjaan Burda atau pekerjaan Stabilisasi.

5. Dalam hal terdapat kendala untuk menerapkan Bagan Desain-5 dan Bagan Desain-6 dapat digunakan prosedur grafik Bagan Desain-9.

Sumber: Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian PUPR (2024)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Presensi Data

Data yang dipergunakan dalam studi ini menggunakan data sekunder yang tersaji pada Laporan Akhir DED Jalan Lingkungan Dalam Kawasan Kampus UBT (CV. Menara Konsultan, 2019), berupa umur rencana, data CBR dan pertumbuhan lalu lintas pertahun, seperti disajikan pada Tabel 13.

Tabel 13. Data Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur

No.	Uraian Data
1. Umur Rencana	20 Tahun
2. Tipe Jalan	Dua Arah Dua Lajur Tidak Terbagi (2/2 TT)
3. Faktor penyebaran arah kendaraan (D_D)	50%
4. Faktor penyebaran lajur (2 lajur 2 arah) (D_L)	100%
5. Pertumbuhan Lalu Lintas/Tahun	5,5%
6. CBR	6%

Sumber: CV. Menara Konsultan (2019)

Merpertimbangkan lokasi studi jalan di lingkungan kampus UBT merupakan kawasan pendidikan dengan karakteristik volume lalu lintas rendah hingga sedang, maka survei lapangan selama dilaksanakan selama tiga hari pada hari kerja (senin, rabu, dan jum'at) pada, dimulai jam 07.00-18.00 WITA. Berdasarkan Pedoman Survei Pencacahan Lalu Lintas (Pd T-19-2004-B), jalan yang diperkirakan melayani volume lalu lintas tinggi, idealnya survey dilaksanakan selama 7 x 24 jam

(Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah Republik Indonesia, 2004). Hasil survei LHR tersebut seperti disajikan pada Tabel 14.

Tabel 14. Rekapitulasi Hasil Suvei Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR)

Jenis Kendaraan	Golongan Kendaraan	Hasil Survei LHR			
		Hari Pertama	Hari Kedua	Hari Ketiga	Rata-rata
Sepeda motor dan kendaraan roda-3	1	3.268	4.139	3.849	3.752
Kendaraan ringan - sedan, jeep, dan station wagon	2	146	186	145	159
Kendaraan ringan – angkutan umum sedang	3	-	-	-	-
Kendaraan ringan – pick up dan micro truck	4	2	-	1	1
Bus kecil	5A	1	1	1	1
Bus besar	5B	-	-	-	-
Truk 3 sumbu-berat	7A2	-	-	-	-
Truk 4 sumbu-berat	7C1	-	-	-	-
Total		3.415	4.325	3.995	3.912

Sumber: Hasil Survey (2025)

3.2 Perhitungan Kumulatif Beban Sumbu Standar Ekuivalen

Kumulatif beban sumbu standar ekuivalen selama umur rencana atau disebut *CESAL (Cumulative Equivalent Single Axle Load)* merupakan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain selama umur rencana yang dapat dihitung menggunakan Persamaan 2. Hasil survey lalu lintas seperti ditampilkan pada Tabel 14, menunjukkan tidak terdapat data lalu lintas kendaraan niaga (truk dan bus), sehingga dikategorikan sebagai jalan dengan volume lalu lintas rendah. Jalan lingkungan dalam kawasan Kampus UBT dapat diklasifikasikan sebagai jalan lokal, sehingga nilai beban lalu lintas desain yang digunakan mengacu pada Tabel 6. ditetapkan sebesar $0,5 \times 10^6$ CESA4.

3.3 Desain Fondasi

Data nilai CBR hasil survei sebelumnya seperti disajikan pada Tabel 13 sebesar 6%, dikategorikan sebagai tanah dasr normal karena mempunyai nilai CBR *in-situ* lebih besar dari 2,5%. Berdasarkan Bagan Desain-2 seperti ditampilkan pada Tabel 7, nilai CBR 6% ($> 5\%$) tidak diperlukan perbaikan tanah dasar, namun untuk mengantisipasi elevasi muka air tanah dibawah lapisan perkerasan, maka untuk klasifikasi Jalan Kecil, dapat ditambahkan tanah timbunan setebal 400 mm dengan spesifikasi material tanah timbunan pilihan ($CBR \geq 10\%$) (Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian PUPR, 2024).

3.4 Penentuan dan Pemilihan Jenis Perkerasan Lentur

Dalam metode MDP 2024 (Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian PUPR, 2024), pemilihan struktur perkerasan jalan diharuskan memenuhi kriteria berikut:

- Mempertimbangkan faktor keselamatan jalan;
- Mempertimbangkan kelestarian lingkungan;
- Menjamin tercapainya tingkat layanan jalan sesuai umur rencana;
- Solusi desain perkerasan didasarkan pada analisis biaya umur pelayanan (*discounted-life cycle cost*) yang terendah dengan mempertimbangkan sumber daya konstruksi;
- Mempertimbangkan kemudahan pelaksanaan dan pemeliharaan, dan
- Menggunakan material secara efisien dan memanfaatkan material lokal semaksimal mungkin.

Berdasarkan pertimbangan tersebut diatas dan memperhatikan data jumlah civitas akademika dan penggunaan kendaraan dalam kawasan Kampus UBT yang setiap tahun mengalami peningkatan, yang akan berkontribusi terhadap peningkatan nilai *Cumulative Equivalent Single Axle Load*

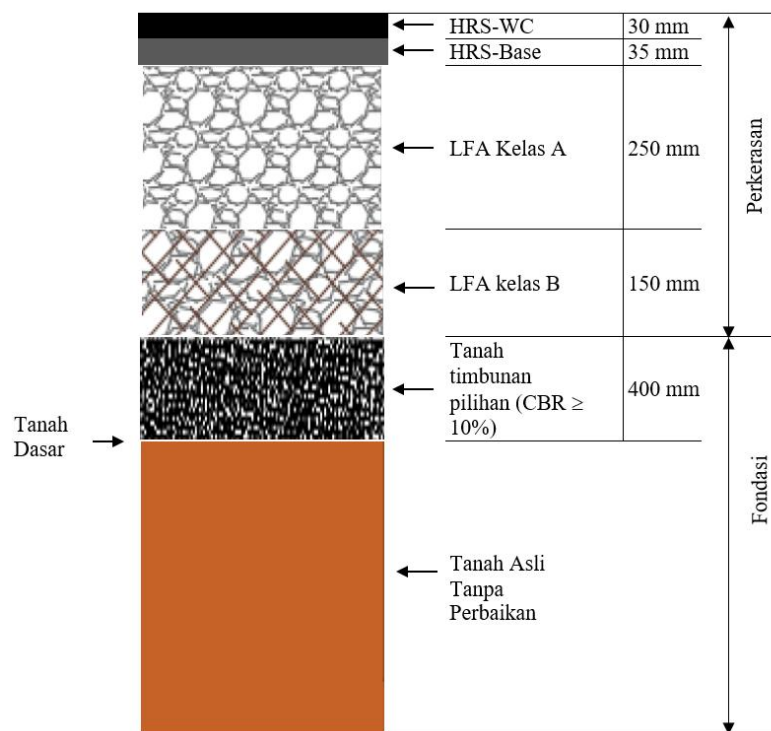
(CESAL), maka penentuan struktur perkerasan lentur Jalan Lingkungan ini menggunakan Bagan Desain-4, sehingga tebal lapisan perkerasannya seperti ditampilkan pada Tabel 15.

Tabel 15. Bagan Desain-4 Desain perkerasan lentur dengan HRS¹

Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (10^6 CESA5)		FF1 < 0,5	0,5 ≤ FF2 ≤ 4,0
Jenis permukaan	HRS atau Penetrasi Makadam	HRS ²	
Struktur perkerasan	Tebal lapisan (mm)		
HRS-WC	50	30	
HRS-Base	-	35	
LFA Kelas A	150	250	
LFA Kelas B atau kerikil alam atau lapis distabilisasi dengan CBR > 10% ³	150	150	

Sumber: Hasil Analisis (2025)

Hasil analisis struktur perkerasan Jalan Lingkungan dalam kawasan Kampus UBT dengan umur rencana 20 tahun, dan jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain selama umur rencana sebesar $0,5 \times 10^6$ CESA4, maka diperoleh ketebalan masing-masing lapisan perkerasan seperti ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur Lapisan Jalan Lingkungan Baru Dalam Kawasan Kampus UBT

3.5 Pembahasan Hasil Perencanaan Tebal Lapisan Perkerasan

Hasil survey selama 3 hari kerja dalam kawasan kampus UBT, menunjukkan tidak terdapat data lalu lintas kendaraan niaga (truk dan bus), sehingga jalan lingkungan ini diklasifikasikan sebagai jalan dengan volume lalu lintas rendah, berdasarkan Tabel 6 nilai beban lalu lintas desain yang digunakan sebesar $0,5 \times 10^6$ CESA4. Dengan pertimbangan volume lalu lintas akan meningkat pada tahun-tahun mendatang, maka struktur perkerasan lentur dianalisis menggunakan Bagan Desain-4. Data survey

pada studi sebelumnya menghasilkan nilai CBR tanah dasar sebesar 6%, yang dikategorikan sebagai tanah normal dan tidak memerlukan perbaikan struktur tanah dasar tambahan, namun tetap direkomendasikan penambahan timbunan pilihan setebal 400 mm untuk mengantisipasi elevasi terhadap muka air tanah. Dari aspek teknis dan keberlanjutan, ketebalan perkerasan yang diperoleh mencerminkan efisiensi material serta kesesuaian terhadap lalu lintas kampus yang mayoritas didominasi kendaraan ringan. Selain itu, struktur ini memungkinkan pelaksanaan konstruksi yang lebih ekonomis dan minim dampak lingkungan, selaras dengan prinsip-prinsip transportasi berkelanjutan sesuai MDP 2024 (Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian PUPR, 2024). Penerapan MDP 2024 dalam konteks jalan lingkungan kampus menghasilkan desain perkerasan yang tidak hanya teknis layak, namun juga ekonomis dan aplikatif secara lokal.

4. Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan alternatif tebal lapisan perkerasan lentur untuk jalan lingkungan dalam kawasan Kampus Universitas Borneo Tarakan menggunakan pendekatan Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP) 2024. Berdasarkan analisis lalu lintas menunjukkan jalan lingkungan ini diklasifikasikan sebagai jalan dengan volume lalu lintas rendah, sehingga nilai beban lalu lintas desain yang digunakan ditetapkan sebesar $0,5 \times 10^6$ CESA4. Pemilihan struktur perkerasan mengacu pada Bagan Desain-4, yang disesuaikan dengan karakteristik lokal dan umur rencana 20 tahun. Desain menghasilkan struktur perkerasan lentur dengan komposisi berupa lapisan HRS-WC 30 mm, HRS-Base 35 mm, Lapis Fondasi Agregat Kelas A 250 mm, Lapis Fondasi Agregat Kelas B 150 mm, dan timbunan pilihan 400 mm. Hasil ini menggambarkan relevansi metode MDP 2024 dalam mengakomodasi variabel lokal secara representatif, sekaligus memberikan dasar sistematis dalam mendesain jalan lingkungan kampus berbasis data lalu lintas aktual dan karakteristik tanah eksisting. Kontribusi ilmiah studi ini terletak pada validasi empiris terhadap penerapan desain katalog berbasis mekanistik-empiris di kawasan pendidikan dengan lalu lintas rendah.

Ucapan Terima Kasih

Dalam studi ini, kami ucapkan terima kasih kepada Kepala BPK2U Universitas Borneo Tarakan atas bantuan data yang diberikan berupa Laporan Hasil Perencanaan Jalan Lingkungan Dalam Kawasan Kampus UBT Tahun 2019 dan Laporan Kinerja UBT 2023, serta Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Borneo Tarakan.

Daftar Pustaka

- AASHTO. (1993). *AASHTO Guide for Design of Pavement Structures 1993*. Washington, D.C: American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Are, J. G., Murniati, & Robby. (2025). Penerapan Metode Manual Desain Perkerasan (MDP) 2024 untuk Menganalisis Tebal Perkerasan Lentur di Jalan Madara Kabupaten Barito Selatan. *Jurnal Teknik Sipil: PORTAL*, 17(1), 208–216. <https://doi.org/10.30811/portal.v17i1.6680>
- Bakri, M. D. (2020). Analisis Tebal Perkerasan Lentur Menggunakan Metode AASHTO 1993 (Studi Kasus pada Pembangunan Jalan Lingkungan Baru Dalam Kawasan Kampus Universitas Borneo Tarakan). *Jurnal Teknik Sipil, Borneo Engineering*, 4(1), 30–44. <https://doi.org/https://doi.org/10.35334/be.v4i1.1387>
- CV. Menara Konsultan. (2019). *Laporan Hasil Perencanaan Jalan Lingkungan Dalam Kawasan Kampus Universitas Borneo Tarakan Tahun 2019* (p. 90). p. 90. Tarakan: Bagian Perencanaan BPK2U Universitas Borneo Tarakan.

- Darmadi, & Fauzi, N. A. (2025). Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Akses PKP-PK Di Bandar Udara Juwata Tarakan. *Jurnal Teknik Sipil-Arsitektur*, 24(01), 7–14.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah Republik Indonesia, 2004, Pedoman Survei Pencacahan Lalu Lintas dengan Cara Manual Nomor: Pd T-19-2004-B, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian PUPR. (2017). *Manual Desain Perkerasan Jalan (Revisi 2017) Nomor. 02/M/BM/2017*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Direktorat Jenderal Bina Marga Kementerian PUPR. (2024). *Manual Desain Perkerasan Jalan 2024 No. 03/M/BM/2024*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Direktorat Jenderal Bina Marga.
- Kementerian Pekerjaan Umum. *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 11/PRT/M/2011 Tentang Pedoman Penyelenggaraan Jalan Khusus*. (2011).
- Kumalawati, A., Nara, F. S., & Nasjono, J. K. (2024). Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Ruas Jalan Baumata-Tarus dengan Metode Bina Marga 2017. *Jurnal Teknik Sipil*, 13(1), 41–54.
- Krisnanda, R., Wisman, M., & Oktarina, D. (2025). Perencanaan Perkerasan Jalan dengan Metode Manual Desain Perkerasan (MDP) (Studi Kasus: Jalan Poncowati–Purnama Tunggal Kabupaten Lampung Tengah). *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Sipil*, 9(1), 225–232. <https://doi.org/10.32832/komposit.v9i1.16388>
- Mahfuda, A., Al Karimi, M. B. U., & Kumala, N. R. D. (2025). Perencanaan Perkerasan Jalan Berdasarkan Lalu Lintas Angkutan Batubara di Kalimantan Timur. *Jurnal Proyek Teknik Sipil*, 8(1), 9–16. <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/potensi>
- Pemerintah Republik Indonesia. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2022 Tentang Perubahan Kedua atas Undang-Undang Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan. , Pemerintah Republik Indonesia (2022).
- Pratama, N., Putri, E. E., & Purnawan. (2025). Analisa Komparatif Perencanaan Perkerasan Lentur Jalan Kabupaten Antara Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP) 2024 dan Metode Analisa Komponen. *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*, 10(3), 2572-2587.
- Rayid, D. M. A., Rokhmawati, A., & Ingsih, A. I. S. (2025). Studi Alternatif Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pada Ruas Jalan Kembur-Paka–Nceang Kecamatan Borong Manggarai Timur Dengan Metode MDPJ 2024. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 15(01), 81–89.
- Sari, I. E. P. S., Murniati, & Robby. (2024). Perbandingan Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur dengan MDP 2024 dan Plaxis 3D Foundation pada Timbunan di Atas Tanah Clay Shale. *Jurnal Serambi Engineering*, X(2), 13430–13430.
- Sugema, R., & Maulana, R. (2024). Analisis Perbandingan Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Lentur Menggunakan Metode AASHTO 1993 dan MDP 2024 dalam Konteks Kebijakan Transportasi Berkelanjutan. *Jurnal Teknik: Media Pengembangan Ilmu Dan Aplikasi Teknik*, 23(02), 112–118. <https://doi.org/10.55893/jt.vol23no2.683>
- Sukirman, S. (2010). *Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: NOVA.
- Universitas Borneo Tarakan. (2024). *Laporan Kinerja Universitas Borneo Tarakan Tahun 2023*. Retrieved from <https://cloud.ubt.ac.id/s/42wap5dMo7Fw3k8>