

Pengelolaan Data Dcp (*Dynamic Cone Penetrometer*) Tanah Dan Perencanaan Tebal Lapis Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*) Pada Ruas Jalan Sipenggeng-Marancar-Sipirok Menggunakan Metode MDPJ 2017

Muhammad Farhan Abdillah¹

¹Fakultas Teknik dan Komputer, Universitas Harapan, Medan, Indonesia

Article Info

Article history:

Received Agustus 18, 2025

Revised Agustus 18, 2025

Accepted Agustus 26, 2025

Kata Kunci:

Tebal Lapis Perkerasan Lentur,
Manual Desain Perkerasan
Jalan 2017,

Lalu Lintas Harian Rata-rata

Keywords:

*Flexible Pavement Layer
Thickness,*

*Road Pavement Design Manual
2017,*

Average Daily Traffic

ABSTRAK

Salah satu parameter utama dalam perencanaan perkerasan adalah daya dukung tanah dasar (*subgrade*), yang dapat diperoleh melalui pengujian *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP). Penelitian ini bertujuan untuk mengelola data hasil uji DCP, mengonversi nilai kedalaman penetrasi menjadi nilai CBR, dan merencanakan tebal lapis perkerasan lentur menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2017. Data yang diperoleh dianalisis untuk menentukan klasifikasi tanah dasar dan digunakan dalam perhitungan tebal lapisan perkerasan berdasarkan beban lalu lintas rencana. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai CBR rata-rata tanah dasar pada ruas jalan ini berada pada kategori 4.95%, sehingga diperlukan tebal lapisan perkerasan total sebesar AC-WC 4 cm, tebal dari lapis AC-BC 6 cm, tebal dari lapis AC-Base 8 cm, tebal dari lapis agregat kelas A 30 cm dan Sirtu 40 cm,. Rekomendasi desain ini diharapkan dapat meningkatkan kinerja perkerasan dan memperpanjang umur layan jalan sesuai umur rencana yang ditetapkan.

ABSTRACT

One of the main parameters in pavement design is the bearing capacity of the subgrade, which can be obtained through Dynamic Cone Penetrometer (DCP) testing. This study aims to process the data obtained from DCP testing, convert the penetration depth values into CBR values, and design the flexible pavement layer thickness using the Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) 2017 method. The collected data were analyzed to determine the subgrade classification and used in calculating the pavement layer thickness based on the projected traffic load. The results show that the average CBR value of the subgrade on this road section is 4.95%, which falls under the moderate category. Based on these findings, the required total pavement layer thickness consists of: AC-WC 4 cm, AC-BC 6 cm, AC-Base 8 cm, Class A aggregate base 30 cm, and sirtu subbase 40 cm. This recommended design is expected to improve pavement performance and extend the road's service life according to the planned design life.

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



Corresponding Author

Muhammad Farhan Abdillah
Fakultas Teknik dan Komputer, Universitas Harapan,
Medan, Indonesia
Email: fabdillah258@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Perkerasan lentur merupakan konstruksi berlapis berbahan aspal. Setiap lapisan memiliki komposisi material dan persyaratan tertentu sesuai fungsinya, terutama untuk menyebarkan beban lalu lintas dari roda kendaraan sehingga dapat diteruskan dan ditahan oleh tanah dasar dalam kapasitas dukungnya [1].

Perkerasan lentur pada proyek jalan Sipenggeng-Marancar-Sipirok terdiri dari AC-BC dan AC-WC, yang mana AC-BC sebagai lapis antara yang terletak di bawah AC-WC. AC-WC merupakan lapisan perkerasan yang terletak paling atas dan berfungsi sebagai lapisan aus. Perkerasan lentur pada paket peningkatan struktur jalan provinsi pada proyek jalan Sipenggeng-Marancar-Sipirok di kab tapanuli tengah terdiri dari AC-BC, AC-WC, Agg A, dan Agg B, yang mana agg B menjadi lapis pondasi *agregat* yang berada di atas tanah dasar *subgrade*. Kemudian Agg B dilanjutkan dengan Agg. A, AC-BC di tengah dan AC-WC merupakan lapisan paling atas Pada proyek jalan Sipenggeng-Marancar-Sipirok, jenis perkerasan yang dipilih adalah perkerasan lentur, sebab sebelumnya telah dilakukan analisis penerapannya dengan mempertimbangkan aspek ekonomi, kondisi lingkungan, tingkat kebutuhan, kemampuan pelaksanaan, serta persyaratan teknis lainnya. Dengan demikian, pembangunan jalan yang direncanakan diharapkan tetap berjalan secara optimal. Jalan Sipenggeng-Marancar-Sipirok ini termasuk dalam jalan provinsi yang berfungsi menghubungkan kota kecamatan.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode analisis.

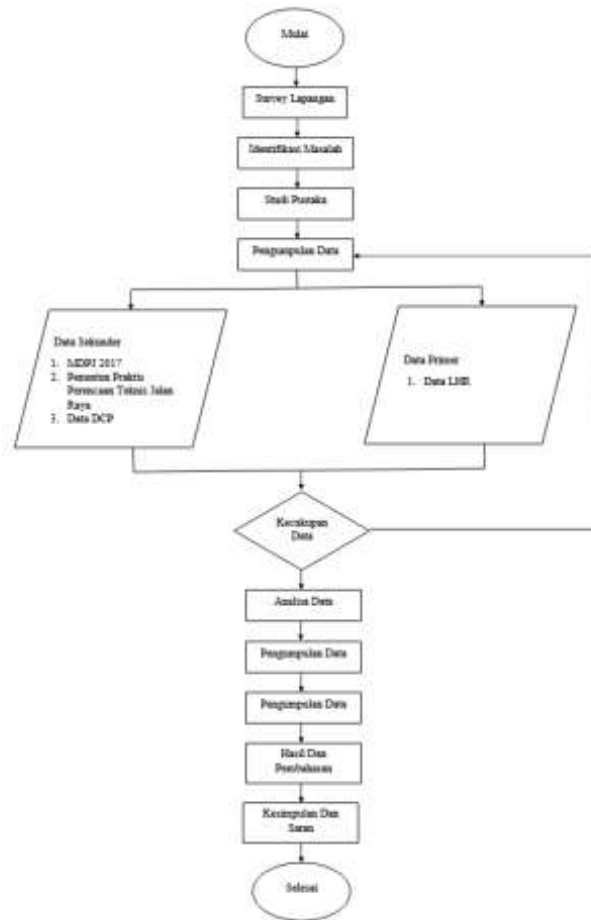
2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada ruas jalan penghubung Sipenggeng – Marancar – Sipirok kabupaten Tapanuli selatan, Sumatera Utara dengan pengambilan 10 titik sepanjang 1 kilometer. Daerah ini masih banyak jalan yang belum baik maka dari itu perlu adanya perbaikan jalan pada ruas ini.



Gambar 1 .Lokasi Penelitian

Pada penelitian ini tahapan proses yang akan dilakukan dalam penelitian ini digambarkan, dalam bentuk diagram alir sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

2.2 Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

Menggunakan Metode Bina Marga 2017

1. Data Tanah

- a. Menentukan Nilai DCP
- b. Mencari log CBR (DCP konus 60°)
- c. Menentukan CBR

2. Menentukan Tebal Lapis Perkerasan Dengan MDPJ 2017

- a. Waktu Rencana untuk perkerasan jalan biasanya ditentukan berdasarkan pada tabel Umur Rencana (UR) Perkerasan Jalan.
- b. Menentukan Volume Lalulintas
 1. Menentukan Jenis Kendaraan
 2. Menentukan Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas menggunakan ekivalen beban (*vehicle damage faktor/VDF*)
 3. Menentukan lintasan sumbu standar ekivalen (*Equivalen Standar Axle/ESA*).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Jalan

- A Tipe jalan : 1 Jalur – 2 Lajur – 2 Arah
- B Jenis Perkerasan : *Flexible Pavement*
- C Panjang jalan : 1,000 km (STA 0+000 – 1+000)
- D Lebar jalan : 4.0 meter

3.2 Hasil analisis Data DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*)

Penentuan nilai CBR secara grafik digunakan tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Rekapitulasi Nilai CBR

STA	CBR(%)	Nilai Sama/Lebih Besar
0+500	9,21	11
0+700	8,87	10
0+900	8,77	9
0+300	8,64	8
0+100	7,93	7
0+000	6,65	6
0+200	6,54	5
0+400	6,22	4
0+600	6,18	3
1+000	5,21	2
0+800	4,95	1

(Sumber: Perhitungan Menggunakan Microsoft Excel)

Pada grafik di atas didapat CBR terendah yaitu 4.95%. Berdasarkan Bina Marga 2017 CBR dengan kepadatan tanah 4.95% dikategorikan sebagai lempung berpasir.

Tabel 2. Nilai CBR tidak mencapai

No	CBR Tanah Dasar	Tebal Lapis Sirtu (cm)
1	< 2 %	60 cm atau Lebih
2	2 % - 4 %	40 cm - 60 cm
3	4 % - 6 %	30 cm - 40 cm

(Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 04/SE/Db/2017)

Untuk tanah yang tidak mencapai batas minimum CBR yaitu 6% diperlukan perbaikan tanah dengan menambahkan sirtu dengan tebal 30 – 40 cm untuk CBR 4.95% [2].

3.3 Analisis Data LHR

Untuk Rekapitulasi Rata Rata Volume lalu lintas Harian Selama 3 Hari

Tabel 3. LHR Hari Kedua

No	Jenis Kendaraan	Kode	LHR (Kend/hari)
1	Sepeda Motor/Becak	1	1906
2	Mobil Penumpang	2	627
3	Minibus,Oplet	3	391
4	Micro Truck, Pickup dll	4	396
5	Bus Kecil	5A	98
6	Bus Besar	5B	0
7	Truck Kecil 2 As	6A	173
8	Truck Sedang 2 As	6B	143
9	Truck 3 As	7A1	40
10	Truck Gandeng	7B	0
11	Truck Semi Trailer	7C	0
Total			3774

(Sumber: Survey Lalu Lintas)

3.4 Analisa Volume Lalu Lintas

Rumus : LHR Awal Umur Rencana = $LHR_0 \times (1 + i)^n$

LHR 2025 = $LHR_{2024} \times (1 + i)^n$

n = 2025 – 2024

n = 1 tahun

Berikut adalah contoh perhitungan LHR awal rencana :

Mobil Pribadi = $627 \times (1 + 3,50\%)^1 = 648,945$

Tabel 4. LHR Awal Rencana

No	Jenis Kendaraan	LHR (Kend/Hari)	
		2024	2025
1	Sepeda Motor	1906	1972,71
2	Mobil Pribadi	627	648,94
3	Mobil Pick Up	396	409,86
4	Mini Bus/Oplet	391	404,68
5	Bus Kecil	98	101,43
6	Bus Besar	0	0
7	Truk Kecil 2 AS Kecil	173	179,05
8	Truk Kecil 2 AS Sedang	143	148,00
9	Truk 3 AS	40	41,40

(Sumber: Perhitungan Menggunakan Microsoft Excel)

3.5 Faktor Beban Ekuivalen Beban (*Vehicle Damage Factor*)

Tabel 5. Faktor Distribusi Lajur

No	Jenis Kendaraan	Kode	VDF 4 (Normal)	VDF 5 (Normal)
1	Sepeda Motor/Becak	1	0,0	0,0
2	Mobil Penumpang	2	0,0	0,0
3	Minibus,Oplet	3	0,0	0,0
4	Micro Truck,Pickup dll	4	0,0	0,0
5	Bus Kecil	5A	0,0	0,0
6	Bus Besar	5B	1,0	1,0
7	Truck Kecil 2 As	6A	0,55	0,5
8	Truck Sedang 2 As	6B	3,4	4,6
9	Truck 3 As	7A1	5,4	7,4

Sumber: Metode Manual Desain 2017

Pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung dengan Faktor Pertumbuhan Kumulatif (*Cumulative Growth Factor*)

Menghitung Faktor Pengali Pertumbuhan Lalu Lintas

Umur rencana = 20 tahun

i (Pertumbuhan lalu lintas) = 3.50%

$$R (2025 - 2045) = \frac{(1+0,01i)^{UR}-1}{0,01i}$$

$$R (2025 - 2045) = \frac{(1+0,01 \cdot 3,5)^{20}-1}{0,01 \times 3,5} = 28,27$$

Menghitung beban standar kumulatif (ESA 5)

Untuk menghitung ESA 5 diperlukan nilai DD dan DL

DD = 0,5

DL = 1

Contoh perhitungan ESA awal rencana Truk Kecil 2 As Kecil:

$$ESA5 = LHR \times VDF5 \times 356 \times DD \times DL \times R (2025-2045)$$

$$= 175 \times 0,5 \times 365 \times 0,5 \times 1 \times 28,27$$

$$= 451.436,56$$

Tabel 6. ESA (25-45)

No	Jenis Kendaraan	Klasifikasi	LHR 2024	VDF 4 (Normal)	VDF 5 Normal	ESA 4 (25-45)	ESA 5 (25-45)
1	Sepeda Motor	1	1925	0	0	0	0
2	Mobil Pribadi	2	633	0	0	0	0
3	Mobil Pick Up	3	395	0	0	0	0
4	Mini Bus/Oplet	4	400	0	0	0	0
5	Bus Kecil	5A	99	0	0	0	0
6	Bus Besar	5B	0	1	1	0	0
7	Truk Kecil 2 AS Kecil	6A	175	0,55	0,5	496.580,21	451.436,56
8	Truk Kecil 2 AS Sedang	6B	144	3,4	4,6	2.525.981,04	3.417.503,76
9	Truk 3 AS	7A1	40	5,4	7,4	1.114.403,4	1.527.145,00
Total						4.136.964,65	5.396.085,32
						ESA4	ESA5

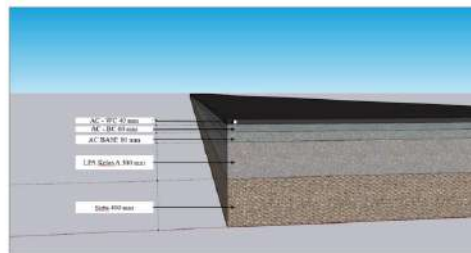
(Sumber: Perhitungan Menggunakan Microsoft Excel)

Pemilihan jenis perkerasan jalan dipengaruhi oleh faktor seperti volume lalu lintas, umur rencana, serta kondisi tanah dasar. Dalam perencanaannya, perlu diperhatikan aspek biaya terendah sepanjang umur rencana, keterbatasan yang ada, dan kemudahan pelaksanaan. Alternatif desain yang dipilih berdasarkan pedoman ini harus mengacu pada biaya siklus hidup (*discounted lifecycle cost*) terendah. Untuk menentukan pemilihan jenis perkerasan yang digunakan adalah CESA 4. Untuk CESA 4 dengan umur rencana selama 20 tahun didapat sebesar 4.136.964,65 sehingga tipe perkerasan yang dipilih yaitu AC tebal ≥ 100 mm dengan lapis pondasi berbutir [3].

Menurut Bagan Desain - 3B, ketebalan LFA dapat dikurangi apabila tanah dasar memiliki kapasitas dukung yang lebih tinggi serta struktur perkerasan dirancang dengan kemampuan drainase yang memadai (ditunjukkan dengan nilai faktor $m \geq 1$). Lihat Bagan Desain - 3C Penyesuaian Tebal Lapis Fondasi Agregat A Untuk Tanah Dasar CBR $< 6\%$ [4]. Berdasarkan nilai CBR yang didapatkan dari DCP sebesar 4,95%, tebal LFA kelas A dapat ditentukan.

Tabel 7. Bagan Desain 3C Bagan Desain 3C

		STRUKTUR PERKERASAN								
		FFF1	FFF2	FFF3	FFF4	FFF5	FFF6	FFF7	FFF8	FFF9
Kumulatif beban surtu 20 tahun pada lajur rencana (10 ⁶ CESA4)	<2									
	$\geq 2-4$									
	$>4-7$									
	$>7-10$									
	$>10-20$									
	$>20-30$									
	$>30-50$									
	$>50-100$									
	$>100-200$									
		PENYESUAIAN TERHADAP BAGAN DESAIN - 3B								
Subgrade CBR $> 6-7$	400	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Subgrade CBR $> 7-10$	330	230	215	210	206	200	200	200	200	200
Subgrade CBR $> 10-15$	260	160	150	150	150	150	150	150	150	150
Subgrade CBR > 15	200	150	150	150	150	150	150	150	150	150



Gambar 3. Hasil Perhitungan Tebal Lapis Perkerasan

Berdasarkan tabel diatas, maka didapatlah hasil seperti di bawah ini:

- AC-WC = 40 mm
- AC-BC = 60 mm
- AC Base = 80 mm
- LPA Kelas A = 300 mm
- Sirtu = 400 mm

4. PEMBAHASAN

Dalam perhitungan lapis tebal perkerasan pada proyek Perencanaan ketebalan Lapisan Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*) Pada segmen Jalan Sipenggeng-Marancar-Sipirok digunakan metode MDPJ, langkah penting untuk menghitung lapis tebal perkerasan yang di buat dalam menentukan lapis tebal perkerasan jalan adalah menetapkan data perencanaan, mengolah dan menganalisa dengan perhitungan serta menetapkan tebal perkerasan [5].

Dalam metode MDPJ 2017, tebal perkerasan lentur dihitung dengan mempertimbangkan pertumbuhan lalu lintas sebagai salah satu parameternya. Nilai pertumbuhan lalu lintas diambil berdasarkan wilayah perencanaan jalan, sehingga nilainya tetap dan menjadi faktor pengali dalam perhitungan nilai ESA. Faktor distribusi lajur dan faktor distribusi arah digunakan untuk menyesuaikan beban kumulatif (ESA) pada jalan. Pengaruh faktor distribusi lajur terhadap hasil tebal

perkerasan adalah jika jumlah lajur yang digunakan dalam merencanakan jalan lebih dari satu lajur, maka tebal lapis perkerasan akan semakin tipis. Umur rencana, data arus lalu lintas, faktor penggunaan lajur dan faktor penggunaan arah perjalanan berkaitan erat dengan hasil perhitungan nilai ESA (*Equivalent Standard Axle*). Berdasarkan hasil perhitungan dapat disimpulkan apabila parameter yang mempengaruhi perhitungan nilai ESA semakin kecil, maka nilai ESA yang diperoleh juga akan semakin kecil. Begitu juga sebaliknya, jika parameter yang mempengaruhi perhitungan nilai ESA semakin besar, maka nilai ESA yang diperoleh juga akan semakin besar. Pada perencanaan jalan Sipenggeng – Marancar – Sipirok, nilai CBR yang didapat pada segmen tersebut sebesar 4.95% kurang dari 6% maka perlu dilakukan perbaikan tanah dengan menambahkan sirtu dengan tebal 40 cm Umur rencana untuk perkerasan jalan baru ini diambil 20 tahun [6]. Faktor dari laju pertumbuhan lalu lintas (i) pada jalan ini yang berada pada pulau sumatera dengan fungsi jalan desa sebesar 3,50%. Jumlah lajur dan jalur pada jalan tersebut adalah 1 jalur 2 arah sehingga untuk jalan dua arah, nilai faktor distribusi arah (DD) diambil 50%. Nilai faktor distribusi lajur (DL) yang digunakan adalah 100% untuk satu lajur setiap arah [7]. Kemudian menghitung nilai LHR awal periode rencana, menentukan nilai VDF 4 dan 5 masing-masing jenis kendaraan niaga, lalu menghitung pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana (R) yaitu selama 20 tahun dihitung dengan Faktor Pertumbuhan Kumulatif (*Cumulatif Growth Factor*) didapat $R(2025-2045) = 28,27$. Kemudian Menghitung beban standar kumulatif (CESA) dengan mengalikan LHR Awal Umur Rencana x VDF 4 atau VDF 5 (tergantung saat ingin mencari nilai CESA 4 atau CESA 5) x 356 x DD x DL x R (2025-2045). Nilai CESA diperoleh dari perhitungan menggunakan persamaan tersebut yaitu $CESA 4 = 5.396.085,32$ dan $CESA 5 = 5.396.085,32$. Untuk menentukan pemilihan jenis perkerasan yang digunakan adalah CESA 4. Untuk CESA 4 dengan umur rencana selama 20 tahun didapat sebesar 4.136.964,65 sehingga tipe perkerasan yang dipilih yaitu AC tebal ≥ 100 mm dengan lapis pondasi berbutir pada Bagan Desain - 3B [8]. Penentuan jenis perkerasan berdasarkan nilai CESA 5 sebesar 5.396.085,32 diatas, maka didapat tebal perkerasan: AC-WC = 40 mm; AC-BC = 60 mm; AC Base = 80 mm; LPA Kelas A = 300 mm; Sirtu = 400 mm. Tebal LFA berdasarkan Bagan Desain-3B dapat dikurangi dengan Bagan Desain-3C Penyesuaian Tebal Lapis Fondasi Agregat A Untuk Tanah Dasar CBR < 6% [9]. Berdasarkan nilai CBR yang didapatkan dari DCP sebesar 4.95%, tebal LFA kelas A = 300 mm dan sirtu dengan tebal 400 mm. Nilai CBR dapat berpengaruh terhadap tebal perkerasan, semakin tinggi nilai CBR maka tebal LFA kelas A semakin dapat dikurangi seperti yang dapat ditentukan pada bagan desain 3C [10].

4. KESIMPULAN

Hasil nilai CBR yang didapat pada segmen tersebut tidak memenuhi syarat dan perlunya perbaikan tanah dengan menambahkan sirtu dengan tebal 400 mm di STA 0+800 dan STA 1+000 karena kurang dari 6%, yaitu: 4.95%. Nilai ESA 4 adalah 4.136.964,65 dan ESA 5 adalah 5.396.085,32 dalam 20 tahun. Dari perhitungan lapisan perkerasan lentur dengan menggunakan metode MDPJ 2017 didapatlah hasil tebal lapisan perkerasan di ruas jalan Sipenggeng – Marancar – Sipirok sebesar AC WC= 40 mm, AC BC= 60 mm, AC Base = 80 mm, LPA Kelas A= 300 mm, Sirtu = 400 mm.

REFERENSI

- [1] Panigoro, S., Ichsan, I., & Olii, M. R. (2025). *Analisis Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Pada Ruas Jalan Pinontoyonga Menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan (MDP), Metode Analisis Komponen (MAK) Dan Aashto 1993. 1(1), 27–46.*
- [2] Fadillah, M. I., Iswandaru, & Zaenal. (2022). Pengujian Daya Dukung Perkerasan Jalan Tambang dengan Dynamic Cone Penetrometer (DCP) di PT Mitra Multi Sejahtera. *Bandung Conference Series: Mining Engineering, 2(1)*. <https://doi.org/10.29313/bcsme.v2i1.146>.

- [3] Sriharyani, L., & Vetiana, V. (2023). Perencanaan Struktur Perkerasan Ruas Jalan Way Abung Kabupaten Lampung Tengah. *TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi): Jurnal Program Statik*. Vol 7 No 10. pp 1303-1316. 2019.
- [4] Praja, R., Purba, A., & Wardono, H. (2023). Analisis Tebal Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP) 2017 Pada Ruas Jalan Tanjung Lubuk-Sri Tanjung Kabupaten Ogan Komering Ilir. *Jurnal Profesi Insinyur Universitas Lampung*, 4(2), 163–169.
- [5] Hargiansyah, A. N., Indra, M., Hartatik, N., Sipil, J., Teknik, F., Surabaya, U. A., Jalan, R., & Tebuwung, S. (2024). Analisis Metode MDPJ 2024 Dalam Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pada Ruas Jalan Serah - Tebuwung Abstrak. 4(1), 1388–139
- [6] Hidayah, L. N. A., Gunawan, M. R. A., Somantri, A. K., Imam, M., & Kunci, K. (2025). Perancangan Tebal Perkerasan Jalan Lentur Metode AASHTO 1993 Terhadap Tanah Dasar Ekspansif yang Distabilisasi. 4, 84–90.
- [7] Tiza, M. T., Imoni, S., Akande, E. O., Mogbo, O., Jiya, V. H., & Onuzulike, C. (2024). Revolutionizing Infrastructure Development: Exploring Cutting-Edge Advances in Civil Engineering Materials. *Recent Progress in Materials*, 06(03), 1–68. <https://doi.org/10.21926/rpm.2403023>.
- [8] Samban, T. R., Alkas, M. J., & Haryanto, B. (2022). Analisa Tebal Perkerasan Lentur Dengan Metode MDP 2017 dan Austroads 2017 Pada Simpang 4 Outer Ringroads-Bandara Samarinda Baru Samarinda, Kalimantan Timur. *Kurva S : Jurnal Keilmuan Dan Aplikasi Teknik Sipil*, 10(3), 147. <https://doi.org/10.31293/teknikd.v10i3.6846>.
- [9] Manalu, Corey Novia dan Noviyona Br Surbakti. (2021). Analisa Perhitungan Tebal Lapis Perkerasan Lentur dengan Metode AASHTO 1993 dan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 Pada Proyek Peningkatan Ruas Jalan Tanjung Selamat-Namu Unggas-Tangkahan Kabupaten Langkat. Medan: Politeknik Negeri Medan.
- [10] Rijal, M.Q. (2021). Tinjauan Perencanaan Perkerasan Lentur Jalan Simpang Pasar Pariaman Sampai Dengan Keliling Kota Pariaman. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*. Vol 1(1). 193 – 197.