

Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Menggunakan MDP 2017 dan Pengujian DCP pada Ruas Jalan Malaka Mari-Mari

¹Humairah Annisa, ²Ilham Yunus, ³Fitriyanti, ⁴Ismawati

^{1,2,3,4} Prodi Teknik Sipil, Universitas Lamappapoleonro

^{1,2,3} Jl. Salotungo No 62, Soppeng, Sulawesi Selatan-Indonesia

e-mail : ¹humairah.annisa@unipol.ac.id, ²ilham.yunus@unipol.ac.id, ³fitriyanti@unipol.ac.id,

⁴ismawati@unipol.ac.id

JTEKSIL

Abstrak

Kata Kunci :

Perkerasan lentur,
MDP 2017, DCP,
CBR, CESA.

Penelitian ini bertujuan menentukan daya dukung tanah dasar, beban lalu lintas kumulatif, dan tebal perkerasan lentur pada ruas Jalan Malaka–Mari-Mari STA 3+000 sampai STA 5+000 menggunakan Manual Desain Perkerasan (MDP) 2017. Data primer diperoleh melalui survei lalu lintas selama 7 × 24 jam pada dua arah dan pengujian Dynamic Cone Penetrometer (DCP) setiap 100 m dengan pola zigzag pada 21 titik. Nilai DCP dikonversi menjadi California Bearing Ratio (CBR), kemudian dianalisis bersama Vehicle Damage Factor, faktor distribusi arah, faktor distribusi lajur, laju pertumbuhan lalu lintas, dan umur rencana 20 tahun. Hasil pengujian menunjukkan CBR minimum 9,94%, maksimum 47,91%, dan rata-rata 21,44%. CBR segmen diperoleh sebesar 9,499%, sehingga tidak diperlukan perbaikan tanah dasar. Dengan laju pertumbuhan lalu lintas 3,50%, diperoleh CESA4 sebesar 4,02 juta dan CESA5 sebesar 5,36 juta. Berdasarkan pemilihan desain MDP 2017, struktur perkerasan yang direkomendasikan terdiri atas AC-WC 40 mm, AC-BC 60 mm, AC-Base 80 mm, dan Lapis Fondasi Agregat Kelas A 300 mm. Hasil ini menunjukkan bahwa integrasi parameter daya dukung tanah dan proyeksi beban lalu lintas dapat menghasilkan struktur perkerasan yang sesuai dengan kebutuhan pelayanan ruas jalan selama umur rencana.

Abstract

Keywords:

Flexible pavement,
MDP 2017, DCP,
CBR, CESA.

This study aims to determine subgrade bearing capacity, cumulative traffic loading, and flexible pavement thickness along the Malaka–Mari-Mari Road from STA 3+000 to STA 5+000 using the 2017 Indonesian Pavement Design Manual (MDP 2017). Primary data were collected through a 7 × 24-hour two-direction traffic survey and Dynamic Cone Penetrometer (DCP) tests at 100 m intervals in a zigzag pattern at 21 points. DCP values were converted into California Bearing Ratio (CBR) values and analyzed together with the Vehicle Damage Factor, directional distribution factor, lane distribution factor, traffic growth rate, and a 20-year design life. The tests produced a minimum CBR of 9.94%, a maximum of 47.91%, and an average of 21.44%. The segment CBR was 9.499%, indicating that subgrade improvement was not required. With a traffic growth rate of 3.50%, the cumulative loads were 4.02 million CESA4 and 5.36 million CESA5. Based on MDP 2017, the recommended pavement structure consists of 40 mm AC-WC, 60 mm AC-BC, 80 mm AC-Base, and 300 mm Class A aggregate base. The results demonstrate that integrating subgrade strength and projected traffic loading provides a pavement structure that is compatible with the expected service requirements over the design life.

PENDAHULUAN

Jalan merupakan prasarana transportasi yang berfungsi menghubungkan pusat kegiatan, mendukung mobilitas masyarakat, serta memperlancar distribusi barang dan jasa. Kinerja jalan sangat dipengaruhi oleh kemampuan struktur perkerasan dalam menerima pengulangan beban kendaraan dan menyalurkannya ke tanah dasar. Struktur yang tidak direncanakan berdasarkan kondisi tanah dan karakteristik lalu lintas berisiko mengalami penurunan pelayanan sebelum umur rencana tercapai. Oleh karena itu, perencanaan tebal perkerasan perlu dilakukan menggunakan parameter lapangan yang representatif dan pedoman desain yang sesuai dengan kondisi Indonesia.

Perkerasan lentur terdiri atas lapisan beraspal dan lapisan fondasi yang bekerja secara bertahap dalam mendistribusikan tegangan akibat beban kendaraan. Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 memberikan pendekatan desain yang mempertimbangkan beban lalu lintas kumulatif, karakteristik kendaraan, umur rencana, serta daya dukung tanah dasar. Penerapan MDP 2017 pada berbagai ruas jalan menunjukkan bahwa pemilihan tipe dan ketebalan lapisan sangat ditentukan oleh kombinasi nilai CESA dan kualitas subgrade (Lao, 2022; Adiman & Pranata, 2024).

Daya dukung tanah dasar merupakan salah satu input penting pada desain perkerasan. Pengujian *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) banyak digunakan untuk menilai kekuatan lapisan tanah di lapangan karena dapat memberikan data penetrasi secara cepat dan selanjutnya dikorelasikan dengan *California Bearing Ratio* (CBR). Pemanfaatan DCP untuk evaluasi tanah dasar telah diterapkan pada sejumlah studi perkerasan jalan dan memberikan gambaran variasi kekuatan tanah sepanjang trase (Dachlan, 2005; Haryati & Malim, 2022; Yunus et al., 2022).

Ruas Jalan Malaka–Mari-Mari merupakan jalan kabupaten di Kabupaten Soppeng yang menghubungkan wilayah Kecamatan Lalabata dan Kecamatan Ganra. Segmen yang ditinjau berada pada STA 3+000 sampai STA 5+000 sepanjang 2 km. Ruas ini digunakan oleh masyarakat sebagai akses permukiman dan pertanian, serta dilalui kendaraan pengangkut hasil bumi. Kondisi tersebut menyebabkan kebutuhan struktur perkerasan yang mampu melayani kendaraan ringan maupun kendaraan niaga selama umur rencana. Pada lokasi studi, sebagian ruas telah mengalami kerusakan berat sehingga penanganan direncanakan dengan prinsip struktur jalan baru.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menentukan nilai CBR tanah dasar berdasarkan pengujian DCP, menganalisis beban lalu lintas kumulatif selama umur rencana 20 tahun, dan menentukan tebal perkerasan lentur menggunakan MDP 2017. Hasil penelitian diharapkan memberikan dasar teknis untuk pemilihan struktur perkerasan pada ruas Jalan Malaka–Mari-Mari dan menjadi referensi bagi perencanaan jalan kabupaten dengan kondisi lalu lintas serta tanah dasar yang sejenis.

TINJAUAN PUSTAKA

Perkerasan Lentur dan Manual Desain Perkerasan 2017

Perkerasan lentur merupakan sistem berlapis yang umumnya terdiri atas lapis permukaan, lapis pondasi, dan tanah dasar. Lapis permukaan menerima pengaruh langsung roda kendaraan dan lingkungan, sedangkan lapisan di bawahnya berfungsi meneruskan serta menyebarkan beban sehingga tegangan yang mencapai tanah dasar tetap berada dalam batas kemampuan dukungnya. Dalam MDP 2017, pemilihan struktur perkerasan dilakukan dengan menghubungkan kategori beban lalu lintas desain dengan kondisi fondasi dan jenis lapisan yang akan digunakan.

Pendekatan ini menempatkan CESA dan CBR sebagai parameter utama dalam proses pemilihan bagan desain.

Beberapa penelitian terdahulu memperlihatkan penggunaan MDP 2017 menghasilkan konfigurasi lapisan yang berbeda sesuai kondisi lokasi dan tingkat beban. Anugrasyah (2023) menggunakan MDP 2017 pada pekerjaan Jalan Rempe–Seloto, sedangkan Wahyuda et al. (2019) menerapkannya untuk pelebaran dan overlay ruas jalan. Adiman dan Pranata (2024) mengembangkan analisis lebih lanjut dengan pendekatan mekanistik-empiris menggunakan Kenpave. Perbedaan hasil desain pada studi-studi tersebut menunjukkan pentingnya ketelitian dalam menentukan input lalu lintas dan daya dukung tanah.

Dynamic Cone Penetrometer dan California Bearing Ratio

DCP mengukur ketahanan penetrasi tanah melalui jumlah tumbukan dan kedalaman penetrasi konus. Nilai penetrasi rata-rata per tumbukan kemudian dikorelasikan dengan CBR untuk memperkirakan daya dukung tanah dasar. Pada penelitian ini digunakan konus 60° dan hubungan logaritmik sesuai pedoman pengujian DCP. Evaluasi nilai CBR tidak hanya memperhatikan nilai masing-masing titik, tetapi juga nilai representatif segmen agar desain tidak ditentukan oleh kondisi lokal yang terlalu tinggi atau terlalu rendah.

Beban Lalu Lintas dan CESA

Pengaruh lalu lintas terhadap kerusakan struktur dinyatakan dalam beban sumbu standar ekuivalen. Setiap jenis kendaraan niaga memiliki Vehicle Damage Factor (VDF) yang berbeda sesuai konfigurasi sumbu dan beban. Beban kumulatif desain dihitung dengan menggabungkan Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR), VDF, faktor distribusi arah (DD), faktor distribusi lajur (DL), jumlah hari dalam setahun, dan faktor pertumbuhan lalu lintas. Hasil perhitungan dinyatakan dalam CESA4 dan CESA5 sebagai dasar pemilihan struktur perkerasan pada MDP 2017.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada ruas Jalan Malaka–Mari-Mari, Kabupaten Soppeng. Panjang ruas secara keseluruhan sekitar 9 km, sedangkan segmen penelitian dibatasi sepanjang 2 km mulai STA 3+000 sampai STA 5+000. Ruas ini menghubungkan Jalan Malaka Raya dengan Jalan Mari-Mari dan menjadi salah satu akses menuju jaringan jalan kabupaten.

Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui observasi, pengujian lapangan, dan studi kepustakaan. Data primer berupa survei volume lalu lintas pada kedua arah selama 7 × 24 jam serta pengujian DCP untuk mengetahui kondisi tanah dasar. Data sekunder berupa parameter dan ketentuan desain yang mengacu pada Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 serta pedoman pengujian CBR dengan DCP. Pengujian DCP dilaksanakan setiap 100 m secara zigzag antara sisi kiri dan kanan sehingga diperoleh 21 titik pengamatan sepanjang segmen penelitian

Analisis DCP dan Penentuan CBR Segmen

Nilai DCP dihitung dari perbandingan penetrasi kumulatif terhadap jumlah tumbukan. Untuk konus 60°, nilai DCP dikonversi ke CBR menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Log(CBR)} = 2,8135 - 1,3131 \text{ Log(DCP)}$$

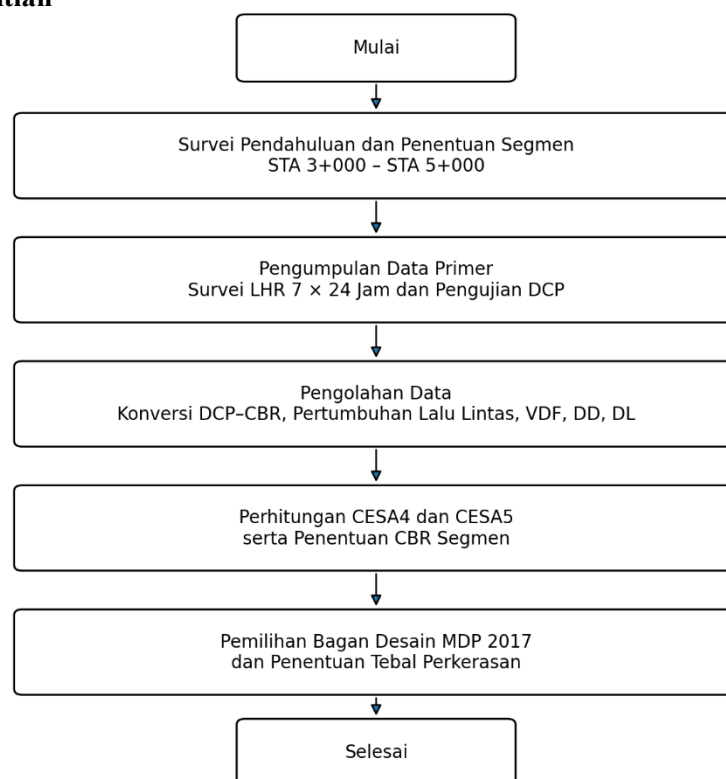
Karena jumlah titik pengujian lebih dari 10, nilai R yang digunakan adalah 3,18. Nilai CBR representatif segmen dihitung menggunakan hubungan:

$$\text{CBR segmen} = \text{CBR rata-rata} - (\text{CBR maksimum} - \text{CBR minimum}) / R$$

Analisis Lalu Lintas dan Desain Perkerasan

Perhitungan lalu lintas menggunakan umur rencana 20 tahun. Berdasarkan klasifikasi jalan kolektor di wilayah Sulawesi, laju pertumbuhan lalu lintas digunakan sebesar 3,50% per tahun. Faktor distribusi arah (DD) ditetapkan 0,50 untuk jalan dua arah dan faktor distribusi lajur (DL) sebesar 1,00. Beban kumulatif dihitung untuk CESA4 dan CESA5 dengan mempertimbangkan VDF faktual dan normal pada periode desain. Setelah nilai CESA dan CBR segmen diperoleh, struktur perkerasan dipilih dari bagan desain MDP 2017.

Tahapan Penelitian



Gambar 1. Tahapan Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Ruas dan Data Lalu Lintas

Segmen STA 3+000 sampai STA 5+000 memiliki status sebagai jalan kabupaten dan pada saat survei berada dalam kondisi rusak berat. Lingkungan sekitar merupakan kawasan yang menghasilkan komoditas pertanian sehingga ruas jalan juga dilalui kendaraan niaga pengangkut hasil bumi. Survei lalu lintas menunjukkan keberadaan kendaraan berat yang berpengaruh dominan terhadap nilai beban sumbu standar. LHR dasar yang digunakan dalam perhitungan CESA untuk kendaraan niaga disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. LHR Kendaraan Niaga sebagai Dasar Perhitungan CESA

Golongan Kendaraan	Jenis Kendaraan	LHR (kend/hari)
5b	Bus besar	79
6a	Truk 2 sumbu 4 roda	178
6b	Truk 2 sumbu 6 roda	134
7a	Truk 3 sumbu	16

Nilai pertumbuhan lalu lintas sebesar 3,50% menghasilkan faktor pengali pertumbuhan kumulatif R sebesar 3,106 untuk tahap awal dan 22,705 untuk periode lanjutan hingga akhir umur rencana. Penggunaan DD sebesar 0,50 dan DL sebesar 1,00 sesuai dengan kondisi jalan dua arah dengan satu lajur efektif pada masing-masing arah. Nilai-nilai tersebut kemudian digunakan bersama VDF untuk menghitung beban sumbu kumulatif.

Hasil Pengujian DCP dan CBR Tanah Dasar

Pengujian DCP menghasilkan variasi CBR pada setiap STA. Nilai tersebut menggambarkan heterogenitas kekuatan tanah dasar sepanjang segmen. Rekapitulasi hasil pengujian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Nilai CBR Hasil Pengujian DCP

STA	CBR (%)	Sisi
3+000	22,31	Kiri
3+100	10,47	Kanan
3+200	33,73	Kiri
3+300	12,10	Kanan
3+400	20,39	Kiri
3+500	9,94	Kanan
3+600	16,35	Kiri
3+700	15,36	Kanan
3+800	15,86	Kiri
3+900	12,03	Kanan
4+000	21,78	Kiri
4+100	29,88	Kanan
4+200	20,48	Kiri
4+300	47,91	Kanan
4+400	17,47	Kiri
4+500	24,52	Kanan
4+600	34,83	Kiri
4+700	13,48	Kanan
4+800	14,57	Kiri
4+900	38,94	Kanan
5+000	17,94	Kiri

Dari 21 titik pengujian diperoleh CBR maksimum 47,91%, CBR minimum 9,94%, dan CBR rata-rata 21,44%. Dengan $R = 3,18$, perhitungan CBR segmen adalah sebagai berikut:

$$\text{CBR segmen} = 21,44 - (47,91 - 9,94) / 3,18 = 9,499\%$$

Nilai CBR segmen 9,499% lebih besar dari 6%. Berdasarkan kriteria fondasi pada MDP 2017 yang digunakan dalam penelitian, kondisi tersebut tidak memerlukan perbaikan tanah dasar berupa timbunan pilihan atau capping layer. Hasil ini menunjukkan bahwa meskipun nilai CBR antar titik cukup bervariasi, nilai representatif segmen masih memenuhi batas daya dukung yang dibutuhkan untuk penerapan struktur perkerasan yang dipilih.

Perhitungan Beban Lalu Lintas Kumulatif

Beban lalu lintas dihitung untuk dua pendekatan ekuivalensi, yaitu CESA4 dan CESA5. Kendaraan Golongan 6b dan 7a memberikan kontribusi yang relatif besar karena memiliki nilai VDF lebih tinggi dibandingkan Golongan 5b dan 6a. Rekapitulasi hasil perhitungan selama umur rencana 20 tahun disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Beban Sumbu Kumulatif

Periode	CESA4	CESA5
2025–2029	667.442,24	1.136.127,45
2029–2045	3.350.814,20	4.222.396,78
Total 20 tahun	4.018.256,44	5.358.524,23

Total CESA4 sebesar 4,02 juta menempatkan desain pada rentang beban yang memungkinkan penggunaan perkerasan aspal dengan lapis fondasi berbutir. Sementara itu, CESA5 sebesar 5,36 juta berada pada kelompok FF2 (2–7 juta) pada bagan desain yang digunakan. Nilai CESA5 yang lebih besar menegaskan bahwa pengaruh kendaraan niaga dan proyeksi pertumbuhan lalu lintas harus diperhitungkan secara konservatif agar struktur mampu mempertahankan kinerja selama umur rencana.

Desain Tebal Perkerasan Lentur

Pemilihan jenis perkerasan menggunakan Bagan Desain 3B MDP 2017 karena nilai CESA4 sebesar 4,02 juta dan kebutuhan struktur berupa Asphalt Concrete (AC) dengan lapis fondasi berbutir. Selanjutnya, dengan CESA5 sebesar 5,36 juta dan CBR segmen 9,499%, diperoleh struktur perkerasan sebagaimana Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Desain Tebal Perkerasan Lentur

Lapisan	Tebal	Keterangan
AC-WC	40 mm	Lapis aus/permukaan
AC-BC	60 mm	Lapis antara
AC-Base	80 mm	Lapis pondasi beraspal
LFA Kelas A	300 mm	Lapis fondasi agregat
Perbaikan tanah dasar	Tidak diperlukan	CBR segmen > 6%

Total lapisan beraspal adalah 180 mm dan lapis fondasi agregat Kelas A setebal 300 mm. Dengan demikian, ketebalan struktur di atas tanah dasar mencapai 480 mm. AC-WC berfungsi sebagai lapisan yang menerima pengaruh langsung roda dan lingkungan, AC-BC serta

AC-Base memperkuat distribusi beban, sedangkan LFA Kelas A menjadi lapis fondasi berbutir sebelum beban diteruskan ke tanah dasar.

Konfigurasi AC-WC 40 mm, AC-BC 60 mm, AC-Base 80 mm, dan LFA Kelas A 300 mm juga sejalan dengan pola desain yang ditemukan pada sejumlah studi MDP 2017 dengan rentang beban dan kebutuhan perkerasan yang sejenis. Namun, kesamaan tebal tidak dapat dipandang sebagai nilai yang berlaku umum karena setiap lokasi memiliki variasi CBR, komposisi kendaraan, pertumbuhan lalu lintas, serta distribusi beban yang berbeda. Oleh sebab itu, hasil penelitian ini terutama berlaku untuk karakteristik segmen Jalan Malaka–Mari-Mari yang dianalisis.

Secara teknis, hasil desain menunjukkan bahwa tanah dasar pada segmen penelitian memiliki kapasitas yang cukup sehingga kebutuhan struktur lebih ditentukan oleh proyeksi beban lalu lintas kumulatif. Kondisi ini penting untuk perencanaan anggaran karena penghilangan lapisan perbaikan tanah dasar dapat mengurangi pekerjaan tambahan, tetapi pelaksanaannya tetap harus mempertahankan mutu pemadatan, drainase, dan kualitas material sesuai spesifikasi agar nilai daya dukung lapangan tidak menurun selama masa konstruksi dan pelayanan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan desain pada ruas Jalan Malaka–Mari-Mari STA 3+000 sampai STA 5+000, nilai CBR tanah dasar dari 21 titik pengujian memiliki nilai minimum 9,94%, maksimum 47,91%, dan rata-rata 21,44%. Nilai CBR segmen sebesar 9,499% lebih besar dari 6%, sehingga berdasarkan kriteria desain yang digunakan tidak diperlukan perbaikan tanah dasar. Analisis lalu lintas untuk umur rencana 20 tahun menghasilkan CESA4 sebesar 4,02 juta dan CESA5 sebesar 5,36 juta. Berdasarkan MDP 2017, struktur perkerasan lentur yang diperoleh adalah AC-WC 40 mm, AC-BC 60 mm, AC-Base 80 mm, dan Lapis Fondasi Agregat Kelas A 300 mm. Struktur tersebut merupakan alternatif desain yang sesuai dengan kondisi tanah dasar dan beban lalu lintas rencana pada segmen penelitian.

SARAN

Survei lalu lintas perlu dilaksanakan dengan ketelitian tinggi karena variasi jumlah dan jenis kendaraan niaga sangat memengaruhi nilai CESA dan tebal perkerasan. Pada tahap pelaksanaan, kondisi tanah dasar harus diverifikasi kembali terutama pada titik yang memiliki nilai CBR rendah agar tidak terjadi penurunan daya dukung akibat perubahan kadar air atau gangguan konstruksi. Penelitian lanjutan dapat menambahkan evaluasi biaya siklus hidup, kondisi drainase, serta verifikasi mekanistik untuk membandingkan kinerja desain MDP 2017 dengan pendekatan analitis lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Program Studi Teknik Sipil Universitas Lamappapoleonro serta pihak-pihak yang mendukung kegiatan survei lalu lintas, pengujian DCP, dan pengumpulan data pada ruas Jalan Malaka–Mari-Mari Kabupaten Soppeng

DAFTAR PUSTAKA

Adiman, E. Y., & Pranata, Y. (2024). Analisis desain perkerasan lentur berdasarkan MDPJ 2017 menggunakan metode mekanistik empiris pada program Kenpave. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 7(2), 651–662. <https://doi.org/10.24912/jmts.v7i2.26800>.

Anugrasyah, A. (2023). Analisa struktur perkerasan jalan berdasarkan MDP No. 04/SE/DB/2017 pada pekerjaan Jalan Rempe-Seloto

Asidin, A., & Nur, H. S. (2021). Perencanaan tebal perkerasan lentur jalan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan pada Kelurahan Lakam. *Jurnal Media Inovasi Teknik Sipil UNIDAYAN*, 10(1), 44–48.

Dachlan, A. T. (2005). Pengujian daya dukung perkerasan jalan dengan Dynamic Cone Penetrometer (DCP) sebagai standar untuk evaluasi perkerasan jalan. *Jurnal Standardisasi*, 7(3), 126. <https://doi.org/10.31153/js.v7i3.15>

Direktorat Jenderal Bina Marga. (2017). *Manual Desain Perkerasan Jalan 2017*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Haryati, N., & Malim, L. O. (2022). Analisa daya dukung tanah dasar (subgrade) menggunakan alat DCP (Dynamic Cone Penetrometer). *Jurnal Media Inovasi Teknik Sipil UNIDAYAN*, 11(2), 89–97. <https://doi.org/10.55340/jmi.v11i2.988>.

Lao, V. C. (2022). Perbandingan metode perencanaan tebal perkerasan lentur pada jalan batas provinsi. *Rekayasa Sipil*, 16(3), 191–197. <https://doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil.2022.016.03.6>

PUPR. (2010). Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No. 04/SE/M/2010 tentang pemberlakuan pedoman cara uji California Bearing Ratio (CBR) dengan Dynamic Cone Penetrometer (DCP). Kementerian Pekerjaan Umum.

Syafutra, E., Sukmana, I., & Murdapa, F. (2022). Perencanaan lapis perkerasan lentur dengan metode analisa komponen pada jalan provinsi ruas Jalan Kota Gajah–Seputih Surabaya Kabupaten Lampung Tengah. *Seminar Nasional Insinyur Profesional*, 2(2). <https://doi.org/10.23960/snip.v2i2.263>.

Wahyuda, R., Syafira, W., Fauziah, S. B., & Alimin, G. (2019). Penerapan tebal perkerasan lentur menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 untuk pelebaran dan overlay pada ruas Bts. Kota Sungguminasa–Bts. Kab. Takalar. *JILMATEKS*, 1(1), 48–67

Yunus, M., Narfafen, L. R. H., & Rum, M. A. R. (2022). Kajian penentuan nilai CBR tanah menggunakan Dynamic Cone Penetrometer pada pembangunan ruas jalan Mambruk–Kadamber Kabupaten Fakfak. *Wahana Teknik Sipil*, 27(2), 165–175