

**EVALUASI PERKERASAN JALAN MENGGUNAKAN
PENGUJIAN BERBASIS *SEISMIC* DI KALAPANUNGGAL
SUKABUMI**

SKRIPSI

ANGGA SEPTIANA ARDIANTO

20200010127



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK KOMPUTER DAN DESAIN
UNIVERSITAS NUSA PUTRA
SUKABUM**

2024

**EVALUASI PERKERASAN JALAN MENGGUNAKAN
PENGUJIAN BERBASIS *SEISMIC* DI KALAPANUNGGAL
SUKABUMI**

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Dalam Menempuh Gelar Sarjana
Teknik Sipil*

ANGGA SEPTIANA ARDIANTO

20200010127



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK KOMPUTER DAN DESAIN
UNIVERSITAS NUSA PUTRA
SUKABUMI**

2024

PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : EVALUASI PERKERASAN JALAN MENGGUNAKAN
PENGUJIAN BERBASIS SEISMIK DI KALAPANUNGGAL
SUKABUMI
NAMA : ANGGA SEPTIANA ARDIANTO
NIM : 20200010127

“Saya menyatakan dan bertanggungjawab dengan sebenarnya bahwa Skripsi ini adalah hasil karya kami kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing-masing telah kami jelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak lain yang mengklaim bahwa Skripsi ini sebagai karyanya, yang disertai dengan bukti- bukti yang cukup, maka kami bersedia untuk dibatalkan gelar Sarjana Teknik saya beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut”.



Mahasiswa

Materai 10000

ANGGA SEPTIANA A
20200010127

Penulis

PERSETUJUAN SKRIPSI

JUDUL : EVALUASI PERKERASAN JALAN MENGGUNAKAN
PENGUJIAN BERBASIS SEISMIK DI KALAPANUNGGAL
SUKABUMI
NAMA : ANGGA SEPTIANA ARDIANTO
NIM : 20200010127

Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui
Sukabumi,

Pembimbing ke I

Dio Damas Permadi, S.T.,M.Eng
NIDN.0416039303



Pembimbing ke II

Ardin Rozandi S.T..M.T
NIDN.DL05109401

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Ir. Utamy Sukmayu Saputri, S.T., M.T., IPP
NIDN : 0422108804

HALAMAN PENGESAHAN

JUDUL : EVALUASI PERKERASAN JALAN MENGGUNAKAN
PENGUJIAN BERBASIS SEISMIK DI KALAPANUNGGAL
SUKABUMI
NAMA : ANGGA SEPTIANA ARDIANTO
NIM : 20200010127

Evaluasi Perkerasan Jalan Menggunakan Pengujian Berbasis Seismik Di Kalapanunggal Sukabumi Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi teknik sipil Universitas Nusa Putra Sukabumi,

Pembimbing I

Pembimbing II

Dio Damas Permadi, S.T.,M.Eng
NIDN. 0416039303

Ardin Rozandi S.T..M.T
NIDN. 0429099603

Ketua Penguji

Ketua Program Studi

Bambang Jatmika,S.ST.,M.T

Ir. Utamy Sukmayu Saputri, ST., MT., IPP

NIDN.8875580018

NIDN. 0422108804

Dekan Fakultas Teknik Komputer dan Desain

Ir. Paikun, ST., MT., IPM., Asean Eng

NIDN. 0402037401

ABSTRAK

Evaluasi perkerasan dengan metode seismik sebagai teknik pengukuran yang masih kurang dikenal karena masih relative baru diperkenalkan dalam dunia teknik sipil termasuk pengujian non-destruktif dengan metode SASW harus dilakukan perbandingan DCP dikorelasikan untuk mendapatkan daya dukung tanah dasar dalam CBR dan prediksi empirik modulus elastisitas di lokasi penelitian PCI. Hasil dari penelitian ini menunjukkan perkerasan jalan menurut PCI menghasilkan tingkat variabilitas dan modulus elastisitas tanah yang lunak dengan nilai (271,3) yang perlu ditingkatkan kekakuan nya , pada metode sasw menunjukkan kekakuan yang tidak seragam memiliki faktor konidis geografis jalan, tanah yang terlalu lunak yang tidak memenuhi standart, tidak adanya drainase pada jalan kondisi aspal yang tidak berkualitas atau tidak memenuhi standart dan harus dilakukan perbaikan permukaan seperti overlay, aspal tipis, micro surfacing, pembersihan saluran drainase yang tidak menimbulkan genangan selanjutnya dilakukan pemeliharaan berkala dengan penguatan struktur jalan, penguatan tanah dasar yang lemah hingga panambahan lapisan pondasi dan melakukan pengendalian beban lalu lintas. Disarankan untuk melakukan pemeliharaan preventif serta kolaborasi antara pemerintah , kontraktor, dan Masyarakat dengan melibatkan semua pihak diharapkam dapat diperoleh Solusi yang optimal untuk masalah pemeliharaan jalan diakalapanunggal.

Kata Kunci : Evaluasi Perkerasan, *Seismik*, SASW, PCI, DCP.

ABSTRACT

Pavement evaluation with seismic method as a measurement technique that is still less well known because it is still relatively new to be introduced in the world of civil engineering including non-destructive testing with the SASW method must be compared DCP correlated to obtain the bearing capacity of the base soil in CBR and empirical prediction of the modulus of elasticity at the PCI research location. The results of this study indicate that road pavement according to PCI produces a level of variability and modulus of elasticity of soft soil with a value of (271.3) which needs to be increased in its stiffness, the SASW method shows non-uniform stiffness has a factor of geographical conditions of the road, soil that is too soft that does not meet standards, no drainage on the road, asphalt conditions that are not of good quality or do not meet standards and surface repairs must be carried out such as overlays, thin asphalt, micro surfacing, cleaning of drainage channels that do not cause puddles, then periodic maintenance is carried out by strengthening the road structure, strengthening weak base soil to adding foundation layers and controlling traffic loads. It is recommended to carry out preventive maintenance and collaboration between the government, contractors, and the community by involving all parties, it is hoped that a solution can be obtained. optimal for road maintenance problems in single lane.

Keywords: Pavement Evaluation, Seismic, SASW, PCI, DCP.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala nikmat dan hidayahnya kepada kita semua. Terima kasih kepada semuanya, penulis dapat menyelesaikan penulisan makalah yang berjudul “Evaluasi Perkerasan Jalan Menggunakan Pengujian Berbasis Seismik di Kalapanunggal Sukabumi

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil Universitas Nusa Putra Sukabumi. Dalam penulisan makalah ini, penulis menyadari bahwa penulisan makalah ini tidak dapat terselesaikan tanpa dukungan dan doa dari berbagai pihak.

Penulis mengucapkan terima kasih:

1. Terima Kasih kepada ALLAH SWT, yang telah memberikan kemudahan dan limpahan rezeki dalam menyelesaikan Skripsi ini/karya tulis ilmiah
2. Kepada keluarga, terutama untuk Ibu Elis Yulianti beserta Bapak Prianto selaku kedua orang tua penulis, beserta Putri Amelia P selaku adik Perempuan saya yang selalu memberikan doa serta cinta dan kasih terhadap penulis untuk menyelesaikan Skripsi ini
3. Bapak Dr. Kurniawan, ST., M.Si., MM. selaku rektor Universitas Nusa Putra.
4. Ibu Utamy Sukmayu Saputri, ST., MT, IPM selaku ketua Program Studi Teknik Sipil.
5. Bapak Dio Damas Permadi, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing pertama dan Bapak Ardin Rozandi S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan penyusunan skripsi ini sehingga skripsi ini selesai.
6. Sahabat Pergerakan Mahasiswa Islam Indonesia (PMII), Badan Eksekutif Mahasiswa NSP (BEM) & Himpunan Mahasiswa Sipil (HMS), yang selalu memberikan dukungan baik pandangan intelektual serta nalar kritis untuk kebermanfaatan bangsa dan negara ini serta untuk penulis.
7. Seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu atas dukungan dan energi positif bagi penulis

Pada akhirnya penyelesaian skripsi ini, penulis menyelesaikan dengan segala usaha tetapi penulis menyadari akan adanya keterbatasan pengetahuan sehingga skripsi ini jauh dari kata sempurna, maka dari itu penulis menerima segala kritik maupun saran kepada pembaca untuk menyempurnakan segala kekurangan dari penulisan skripsi ini. Sukabumi,

Agustus 2024

Penulis



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK

Sebagai sivitas akademik UNIVERSITAS NUSA PUTRA, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : ANGGA SEPTIANA ARDIANTO

NIM 20200010127

Program Studi : TEKNIK SIPIL

Jenis karya : SKRIPSI 2023/2024

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nusa Putra ***hak bebas royalti noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)*** atas karya ilmiah kami yang berjudul :” **Evaluasi Perkerasan Jalan Menggunakan Pengujian Berbasis Seismik Di Kalapanunggal Sukabumi**” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalti noneksklusif ini STT Nusa Putra berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama kami sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Sukabumi

Pada tanggal 2024

Mahasiswa

Materai

10000

ANGGA SEPTIANA A

20200010127

DAFTAR ISI

HALAMAN COVER	i
HALAMAN JUDUL	ii
PERNYATAAN PENULIS	iii
PERSETUJUAN SKRIPSI.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
ABSTRAK	6
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	x
HALAMAN PERNYATAAN.....	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL.....	xvi
LAMPIRAN.....	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terkait.....	5



2.2	Landasan Teori	7
2.2.1	Pengertian gelombang seismik.....	7
2.3	<i>Dynamic Cone Penetrometer</i> (DCP)	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		22
3.1	Tahapan penelitian.....	22
3.2	Pengumpulan data.....	23
3.3	Analisis Data Tahapan Pengujian	24
3.4	Lokasi penelitian.....	27
3.5	Alur Penelitian	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		29
4.1	Hasil Pavment Condition Index.....	29
4.1.1	Geometric jalan	29
4.1.2	Severity Level.....	30
4.1.3	Kerusakan (Density).....	31
4.1.4	Nilai Pengurangan (Deduct Value)	31
4.1.5	Total Deduct Value	32
4.2	Corrected Deduct Value (CDV)	32
4.3	Hasil pengujian DCP dan Konversi CBR-E.....	34
4.4	Hasil Pengujian SASW.....	37
4.5	Perbandingan Hasil DCP,CBR dan SASW	40
BAB V KESIMPULAN		41
DAFTAR PUSTAKA.....		41
LAMPIRAN		44

DAFTAR TABEL

Table 1 Penelitian terdahulu	6
Table 2 Nilai Kondisi Jalan	18
Table 3 Standarisasi Kondisi Perkerasan	21
Table 4 Geomectric jalan	29
Table 5 Jenis jenis Kerusakan	30
Table 6 Nilai Kerusakan di lapangan	31
Table 7 Nilai TDV dilapangan	32
Table 8 kondisi kerusakan disetiap STA.....	33
Table 9 Hasil sasw dipermukaan tanah	39
Table 10 Perbandingan DCP CBR & SASW	40



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Gelombang reyleight	9
Gambar 2 Gelombang love.....	10
Gambar 3 Profil Modulus Elastisitas	12
Gambar 4 Penetrasi Konus	14
Gambar 5Grafik Deduct Value.....	19
Gambar 6 Grafik CDV	20
Gambar 7 Bagan sumber data.....	23
Gambar 8 Lokasi Gmaps Kalapanunggal	27
Gambar 9 Lokasi kalapanunggal	30
Gambar 10 Pembagian Segmen Jalan	30
Gambar 11 grafik Pontheles sumber	32
Gambar 12 Indikator Kerusakan	34
Gambar 13 Grafik Perbandingan K. Penetrasi Dengan K.Tumbukan.....	36
Gambar 14 Grafik CBR % dengan DCP (mm/Tumbukan)	36
Gambar 15 Profil SASW dan nilai kecepatan gelombang geser m/s) dan modul MPa	38



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Perkerasan jalan merupakan elemen penting dalam infrastruktur transportasi yang memiliki peran vital dalam kelancaran *mobilitas* dan *aktivitas* ekonomi, Namun perkerasan jalan dapat mengalami kerusakan akibat faktor-faktor seperti beban lalu lintas, kondisi cuaca, dan kualitas konstruksi.[1] Kerusakan ini dapat berakibat pada penurunan kinerja perkerasan jalan, yang dapat membahayakan pengguna jalan dan meningkatkan biaya pemeliharaan. diperlukan evaluasi kinerja perkerasan jalan secara berkala untuk mengetahui kondisi dan tingkat kerusakannya dan metode ini adalah manajemen perkerasan (PMS) metode ini mendukung *system* pendukung keputusan yang terkait dengan strategi pengelolaan yang berkelanjutan secara teknis juga ekonomis dan menjaga kondisi optimal perkerasan sesuai dengan ketentuan dan peraturan yang berlaku pada jangka waktu tertentu.[2]

Manajemen perkerasan dalam *system* (PMS) yang penting adalah pengelolaan berdasarkan tingkat jaringan jalan dan tingkatan lainnya berdasarkan proyek yaitu bagian perkerasan tertentu dengan identifikasi teknis antara intervensi atau rehabilitasi karena membutuhkan analisa yang tepat dengan penanganan strategi yang mengetahui kemampuan struktural, penyebab terjadinya kerusakan jalan dan prediksi kinerja perkerasan jalan yang menentukan strategi pemeliharaan efisien, sehingga perkerasan jalan dapat tetap berfungsi dengan baik dan aman dengan identifikasi ini penilaian kerusakan yang paling tepat dengan metode *Non Destructive* (NDT) atau pengujian yang tidak merusak dengan implementasi nya sebagai alat ukur struktur perkerasan jalan dan aplikasi nya dengan pengujian gelombang seismik.[3]

Pengujian seismik merupakan salah satu metode (NDT) yang dapat digunakan untuk mengevaluasi kinerja perkerasan jalan. Memanfaatkan gelombang *seismik* untuk mendeteksi dan menentukan kondisi *internal* perkerasan jalan, seperti kekakuan, ketebalan, dan memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan metode pengujian lainnya

Metode (NDT) dilakukan pengembangan teknologi dan implementasi digunakan sebagai alat ukur struktur perkerasan jalan yang berkembang menjadi alat *investigasi* geoteknik dengan mengamati gelombang permukaan atau (*Spectral Analysis of Surface Wave*) SASW yang bertujuan menganalisa penebaran gelombang *Rayleigh* untuk mendapatkan kekakuan modulus elastisitas.[4]

Teknik pengukuran SASW sebagai teknik pengukuran yang masih kurang dikenal karena masih relative baru diperkenalkan dalam dunia teknik sipil namun demikian teknik ini mampu dengan akurat menghasilkan kondisi perkerasan jalan sebelum atau sesudah konstruksi. SASW dinyatakan dalam kecepatan gelombang geser dan modulus elastisitas pada setiap lapisan perkerasan lentur dan hasil yang diperoleh dari pengujian SASW harus dilakukan perbandingan DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*) [1] untuk mendapatkan nilai indeks penetrasi kerucut dinamik sehingga menggunakan nilai indeks DCPI dapat dikorelasikan untuk mendapatkan daya dukung tanah dasar dalam (*California Bearing Ratio*) atau CBR dan prediksi empirik modulus elastisitas di lokasi penelitian selanjutnya pengujian marshal menghasilkan dua kriteria utama yaitu stabilitas dan kelelahan (*flow*) di lokasi penelitian yang dipilih karena memiliki tingkat kerusakan yang tinggi

Lokasi penelitian ini diambil karena kinerja lokasi jalan tersebut tidak berjalan sesuai karena banyak sekali jalan berlubang,retak,hingga ambles pada jalan sekitar kalapanunggal dan sering mengalami kemacetan akibat kendaraan berat yang melintasi yang mengakibatkan kerusakan dan diperparah tidak adanya saluran drainase pada jalan tersebut. tercatat dalam data (BMKG) jalan ini termasuk dalam kondisi pergeseran (Menengah – Tinggi) dan melewati analisa PCI (*Pavement Condition Index*) dengan pengamatan secara *visual* berdasarkan fungsional yang tentunya penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan. membantu dalam meningkatkan kualitas dan ketahanan perkerasan jalan di Kalapanunggal, sehingga dapat meningkatkan keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan.

1.2 Rumusan Masalah

- 1) Bagaimana kinerja perkerasan jalan di Kalapanunggal berdasarkan pengujian SASW di 1 Km STA 0+100 hingga STA 1+000
- 2) Faktor-faktor apa yang mempengaruhi kinerja perkerasan jalan di Kalapanunggal?
- 3) Bagaimana pemeliharaan jalan yang tepat untuk meningkatkan kinerja perkerasan jalan di Kalapanunggal berdasarkan pengujian SASW?

1.3 Batasan penelitian

- a. Penelitian ini hanya berfokus pada lokasi Kalapanunggal di 1 Km STA 0+100 hingga STA 1+000
- b. Penelitian ini tidak membahas tentang biaya pemeliharaan jalan
- c. Penelitian ini berfokus pada metode SASW dan metode lain seperti DCP, CBR, PCI, sebagai hasil SASW

1.4 Tujuan Penelitian

- 1) Evaluasi kinerja perkerasan jalan dengan metode NDT di Kalapanunggal, Kabupaten Sukabumi.
- 2) Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja perkerasan jalan di Kalapanunggal.
- 3) Memberikan rekomendasi terkait dengan pemeliharaan dan *rehabilitasi* perkerasan jalan di Kalapanunggal, Kabupaten Sukabumi.

1.5 Manfaat Penelitian

- 1) Memberikan informasi tentang *efektivitas* metode SASW dalam mengevaluasi kinerja perkerasan jalan
- 2) Membantu dalam menentukan strategi pemeliharaan yang tepat dan efisien untuk perkerasan jalan di Kalapanunggal.

- 3) Meningkatkan kualitas dan ketahanan perkerasan jalan di Kalapanunggal untuk keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan di Kalapanunggal.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB 1 PENDAHULUAN

Memberikan penjelasan tentang topic latar belakang rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Penjelasan penelitian terdahulu antara perbedaan dan persamaan penelitian yang digunakan dalam kerangka berfikir

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

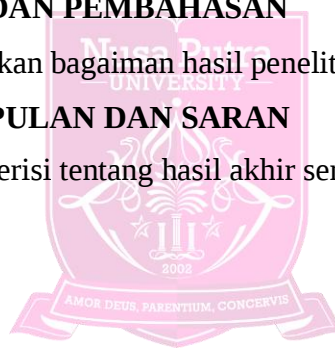
Menjelaskan tahap penelitian dan proses pengumpulan data

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Memberikan bagaimana hasil penelitian yang telah dilaksanakan

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang hasil akhir serta saran pada penelitian



5.1 KESIMPULAN

BAB V KESIMPULAN

1. Kinerja Perkerasan jalan dikalapanunggal menunjukkan kondisi yang buruk dengan nilai (18,4) dalam metode PCI dan memiliki Tingkat variabilitas dan modulus elastisitas tanah yang lunak dengan nilai (271,3) yang perlu ditingkatkan kekakuan nya , dan pada metode sasw menunjukkan kekakuan yang tidak seragam di STA 1 hingga STA 8 antara variasi material,struktur sehingga menyebabkan kegagalan dalam proses kontruksi jalan kalapanunggal
2. Faktor yang mempengaruhi kinerja perkerasan jalan adalah konidis geografis jalan,tanah yang terlalu lunak yang tidak memenuhi standart,tidak adanya drainase pada jalan, kondisi aspal yang tidak berkualitas atau tidak memenuhi standart, Tingkat pengguna jalan yang cukup tinggi kendaraan ringan – berat.
3. Pemeliharaan rutin sesuai dengan penelitian sasw adalah melakukan perbaikan permukaan seperti overlay,aspal tipis,micro surfacing,pembersihan saluran drainase yang tidak menimbulkan genangan selanjutnya dilakukan pemeliharaan berkala dengan penguatan struktur jalan,penguatan tanah dasar yang lemah hingga panambahan lapisan pondasi dan melakukan pengendalian beban lalu lintas

5.2 SARAN

1. Dengan memahami kondisi tanah dan merancang perbaikan yang tepat dengan pemeliharaan rutin, pemeliharaan berkala dengan memperhatikan kontur tanah secara detail.
2. pemeliharaan preventif serta kolaborasi antara pemerintah , kontraktor, dan Masyarakat dengan melibatkan semua pihak diharapkam dapat diperoleh Solusi yang optimal untuk masalah pemeliharaan jalan di kalapanunggal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. T. Dachlan, "Pengujian Daya Dukung Perkerasan Jalan Dengan Dynamic Cone Penetrometer (Dcp) Sebagai Standar Untuk Evaluasi Perkerasan Jalan," *J. Stand.*, vol. 7, no. 3, p. 126, 2005, doi: 10.31153/js.v7i3.15.
- [2] A. I. Rifai and S. Handayani, "Pengembangan Model Interface Decision Support System Manajemen Pemeliharaan Jalan Berbasis Data Mining," *Rekayasa Sipil*, vol. 5, no. 1, pp. 17–23, 2016.
- [3] S. A. P. Rosyidi, "PENGEMBANGAN TEKNOLOGI NDT BERBASIS SEISMIK UNTUK EVALUASI PERKERASAN JALAN DI INDONESIA Sri Atmaja P. Rosyidi."
- [4] I. Wirnanda, R. Anggraini, and M. Isya, "Analisis Tingkat Kerusakan Jalan Dan Pengaruhnya Terhadap Kecepatan Kendaraan (Studi Kasus: Jalan Blang Bintang Lama Dan Jalan Teungku Hasan Dibakoi)," *J. Tek. Sipil*, vol. 1, no. 3, pp. 617–626, 2018, doi: 10.24815/jts.v1i3.10000.
- [5] S. M. Mitu, N. A. Rahman, K. A. M. Nayan, M. A. Zulkifley, and S. A. P. Rosyidi, "Implementation of machine learning algorithms in spectral analysis of surface waves (Sasw) inversion," *Appl. Sci.*, vol. 11, no. 6, pp. 1–26, 2021, doi: 10.3390/app11062557.
- [6] R. A. Prakosa, "Evaluasi kondisi perkerasan lentur dengan metode PCI, dan metode lendutan balik untuk perbaikan.," *Univ. Islam Indones.*, 2018.
- [7] S. Suharsono, A. R. Samsudin, and A. G. Rafek, "Pengiraan nilai Penanda Mutu Batuan (RQD) menggunakan kaedah analisis spektral gelombang permukaan," *Bull. Geol. Soc. Malaysia*, vol. 49, no. 1, pp. 51–56, 2006, doi: 10.7186/bgsm49200609.
- [8] M. Muzli *et al.*, "Pengukuran Vs30 Menggunakan Metode Masw Untuk Wilayah Yogyakarta," *J. Meteorol. dan Geofis.*, vol. 17, no. 1, pp. 25–32, 2016, doi: 10.31172/jmg.v17i1.374.
- [9] I. Rusydy, K. Jamaluddin, E. Fatimah, S. Syafrizal, and F. Andika, "Studi awal: analisa kecepatan gelombang geser (Vs) pada cekungan Takengon dalam upaya mitigasi gempa bumi," *J. Tek. Sipil*, vol. 6, no. 1, pp. 1–12, 2016, [Online]. Available: <https://jurnal.sk.ac.id/JTS/article/view/677>.
- [10] K. Adi, "Pemodelan Matriks Sensitivitas Dispersi Kecepatan Grup Gelombang Love Dengan Metode Beda Hingga," vol. 5, no. 1, pp. 17–21, 2002.
- [11] D. Bulu, Djayus, Supriyanto, and B. Hendrawanto, "Penentuan Titik Epicenter Dan Hypocenter Serta Parameter Magnitude Gempabumi Berdasarkan Data Seismogram," *J. Geosains Kutai Basin*, vol. 3, no. 1, pp. 1–8, 2020.

- [12] Rosyidi and S. A. P, “Kajian Metode Analisis Gelombang Seismik Permukaan (SASW) untuk Pengembangan Teknik Evaluasi Perkerasan Lentur dan Kaku di Indonesia,” *Media Komun. Tek. Sipil*, vol. 14, no. 3, pp. 224–239, 2006.
- [13] M. I. Fadillah, Iswandaru, and Zaenal, “Pengujian Daya Dukung Perkerasan Jalan Tambang dengan Dynamic Cone Penetrometer (DCP) di PT Mitra Multi Sejahtera,” *Bandung Conf. Ser. Min. Eng.*, vol. 2, no. 1, pp. 95–103, 2022, doi: 10.29313/bcsme.v2i1.1465.
- [14] L. Sriharyani and D. Oktami, “Kajian penggunaan dynamic cone penetrometer (DCP) untuk uji lapangan pada tanah dasar pekerjaan timbunan apron (studi kasus di Bandar Udara radin Inten II Lampung),” *Tapak*, vol. 5, no. 2, pp. 89–97, 2016.
- [15] P. I. L. Lengkong *et al.*, “HUBUNGAN NILAI CBR LABORATORIUM DAN DCP PADA TANAH YANG DIPADATKAN PADA RUAS JALAN WORI–LIKUPANG KABUPATEN MINAHASA UTARA Prisila,” *J. Sipil Statik*, vol. 1, no. 5, pp. 368–376, 2013.
- [16] I. S. Pasiak, J. E. Waani, and T. K. Sendow, “Evaluasi Struktur Perkerasan Jalan Menggunakan Metode Pavement Condition Index (Pci) (Studi Kasus: Ruas Jalan Airmadidi-Kairagi) Sta 8+193,64-Sta 11+193,64,” *J. Sipil Statik*, vol. 8, no. 4, pp. 545–554, 2020.
- [17] A. D. Fatikasari and F. Teknik, “10361-26741-1-Pb,” vol. 6, no. 2, 2021.
- [18] M. Fatih Al madani, Kusumadi, and Yulfalentino, “Kajian Parameter Marshall Dengan Menggunakan Limbah Serbuk Kerang Hijau Sebagai Filler Campuran Lapis Aspal Beton,” *Menara J. Tek. Sipil*, vol. 15, no. 1, pp. 1–8, 2020.
- [19] C. Hangat, D. Modifikasi, and R. A. P. D. A. N. A. Oli, “Meindiar wikanta,” 2010.
- [20] M. Wahyudi, D. Jurusan, T. Sipil, F. Teknik, and U. Mataram, “Studi Praktis Konsep Zona Terlarang Campuran Agregat Gradasi Menerus Superpave,” *Din. Tek. sipil*, vol. 11, no. 2, pp. 143–150, 2011.