

Artikel Penelitian (Teknik Sipil)

Jumlah Lintasan Meningkatkan Rasio MDD Pemadatan Tanah

Nadiya Husna, Agata Iwan Candra^{*}, Mahardi Kamalika Khusna Ali

Fakultas Teknik, Teknik Sipil, Universitas Kadiri, Kediri, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 01 Juli 2025
Revisi Akhir: 18 Oktober 2025
Diterbitkan Online: 19 Oktober 2025

KATA KUNCI

Rasio MDD
Jumlah Lintasan
Sandcone
Proctor Standar
ANOVA

KORESPONDENSI (*)

Phone: +62 811-308-010
E-mail: iwan_candra@unik-kediri.ac.id

A B S T R A K

Rendahnya kualitas pemadatan tanah menjadi salah satu penyebab utama kerusakan dini infrastruktur jalan, terutama karena tidak tercapainya densitas kering lapangan sesuai spesifikasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh jumlah lintasan pemadatan terhadap nilai rasio *Maximum Dry Density* (MDD) sebagai indikator keberhasilan pemadatan tanah. Pengujian dilakukan pada proyek Jalan Tol Probolinggo-Banyuwangi Paket 3 di STA 31+166, membandingkan kedua perlakuan tersebut yaitu lintasan 8 dan 10 lintasan dengan menggunakan alat berat Vibro Roller. Data ANOVA satu arah pada tingkat signifikansi $< 0,05$ menunjukkan bahwa jumlah lintasan pemadatan berpengaruh signifikan terhadap rasio MDD ($p = 0,038$). Peningkatan lintasan menghasilkan distribusi energi yang lebih merata dan mampu meningkatkan berat isi kering lapangan. Temuan ini dapat digunakan sebagai acuan evaluasi dalam pengendalian mutu berdasarkan jumlah lintasan pemadatan yang tersedia dalam laporan proyek harian, serta memperkuat pemahaman teknis tentang hubungan distribusi energi pemadatan dengan kepadatan lapangan yang optimal.

PENDAHULUAN

Pemadatan tanah merupakan tahapan penting dalam pekerjaan konstruksi jalan dan fondasi karena berpengaruh langsung terhadap daya dukung, kestabilan, dan keawetan struktur di atasnya [1]. Tanah yang tidak dipadatkan sesuai spesifikasi berpotensi mengalami penurunan, retakan, dan kegagalan dini konstruksi [2]. Di Indonesia, sekitar 29% ruas jalan nasional mengalami kerusakan berat sebelum mencapai umur rencana, yang salah satu penyebab utamanya adalah mutu pemadatan yang tidak memenuhi standar spesifikasi [3].

Evaluasi mutu pemadatan dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian laboratorium dan lapangan [4]. Pengujian laboratorium menggunakan metode Proctor Standar untuk menentukan *Maximum Dry Density* (MDD) [5], sedangkan pengujian lapangan menggunakan metode Sandcone untuk memperoleh berat isi kering lapangan [6]. Derajat kepadatan ditentukan melalui rasio antara berat isi kering lapangan terhadap MDD laboratorium [7]. Mengacu pada standar spesifikasi AASHTO T 191, hasil pemadatan dianggap memenuhi syarat apabila mencapai minimal 95% dari MDD laboratorium [8].

Beberapa penelitian terdahulu menunjukkan hasil variasi rata-rata rasio MDD, seperti yang dilaporkan oleh Febriana sebesar 100,6% [9], Ikbal sebesar 115,4% [10], Fahrizal sebesar 95,9% [11], Safrina sebesar 104,5% [12], dan Sukarmi sebesar 100,2% [13]. Namun, sebagian besar penelitian tersebut belum menjadikan rasio MDD sebagai parameter evaluasi efisiensi pemadatan yang dikaitkan dengan jumlah lintasan pemadatan.

Dalam praktik di lapangan, jumlah lintasan pemadatan sering ditentukan berdasarkan uji coba (*Trial-and-Error*) tanpa dasar evaluasi kuantitatif terhadap kualitas pemadatan [14]. Pemahaman mendalam terhadap aspek jumlah lintasan pemadatan penting untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi pengendalian mutu pada pekerjaan timbunan tanah [15]. Jumlah lintasan pemadatan merupakan faktor teknis yang menentukan sebaran energi ke dalam tanah, semakin banyak lintasan, distribusi energi maka semakin merata. Sehingga susunan partikel tanah menjadi lebih padat dan menghasilkan berat isi kering lapangan yang lebih tinggi [16].

Sampai saat ini, penelitian yang membahas terkait hubungan antara jumlah lintasan pemadatan dengan nilai rasio MDD masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh jumlah lintasan pemadatan, yakni 8 dan 10 lintasan terhadap nilai rasio MDD. Hasil penelitian ini dapat menunjukkan bahwa penambahan lintasan berdampak signifikan terhadap peningkatan berat isi kering lapangan. Temuan ini bermanfaat sebagai acuan evaluasi dalam pengendalian mutu di lapangan berdasarkan data jumlah lintasan pemadatan yang tersedia dalam laporan proyek harian. Selain itu, hasil penelitian ini memperkuat pemahaman teknis mengenai peran distribusi energi pemadatan dalam mencapai kepadatan tanah lapangan yang optimal.

TINJAUAN PUSTAKA

Pemadatan Tanah dalam Konstruksi Jalan

Pemadatan tanah merupakan proses pengurangan volume rongga udara di antara butiran tanah melalui pemberian energi mekanis. Dalam proyek jalan dan fondasi, pemadatan bertujuan meningkatkan kekuatan geser tanah, mengurangi penurunan, dan memastikan kestabilan struktur di atasnya. Tanah yang dipadatkan dengan baik akan memiliki densitas yang tinggi, permeabilitas yang rendah, dan tahan terhadap deformasi yang berlebihan. Pemadatan dilakukan pada setiap lapisan timbunan, dan keberhasilannya dievaluasi menggunakan parameter *Maximum Dry Density* (MDD) [17].

Struktur Tanah Granular

Tanah granular tersusun dari butiran berpori yang memiliki drainase baik, porositas tinggi, serta daya dukung stabil. Struktur butirannya memudahkan pergerakan air dan udara sehingga mempercepat proses pemadatan dan meningkatkan kestabilan. Jenis tanah ini umum digunakan sebagai material timbunan pada konstruksi jalan karena mudah dipadatkan dan memiliki respons baik terhadap getaran pemadatan [18].

Maximum Dry Density (MDD) dan Derajat Kepadatan

Maximum Dry Density (MDD) adalah berat isi kering maksimum yang dapat dicapai oleh tanah dengan kadar air optimum, yang diperoleh melalui uji pemadatan Proctor Standar [19]. Uji ini menggunakan standar SNI 1742-2008 [20]. Derajat kepadatan atau rasio MDD digunakan untuk mengevaluasi keberhasilan pemadatan di lapangan [21]. Berdasarkan uji Sandcone dengan standar spesifikasi AASHTO T 191, nilai derajat kepadatan minimum sebesar 95%. Evaluasi ini penting untuk memastikan bahwa energi pemadatan di lapangan mampu mencapai kepadatan yang sesuai dengan spesifikasi desain laboratorium [22].

Jumlah Lintasan Pemadatan dan Distribusi Energi Pemadatan

Jumlah lintasan pemadatan mengacu pada seberapa banyak alat pemadat Vibro Roller yang melintasi suatu area permukaan tanah. Setiap lintasan memberikan distribusi energi pemadatan yang berdampak pada peningkatan berat isi kering lapangan. Studi Siswoyo, menunjukkan bahwa setelah mencapai titik optimum, peningkatan jumlah lintasan dapat menurunkan kepadatan lapangan akibat penggemburan ulang atau vibrasi yang berlebihan [23]. Sementara menurut Ali, menyatakan bahwa pada 10 lintasan pemadatan menunjukkan hasil kepadatan lapangan yang lebih optimal dari 8 lintasan pada material timbunan zona 3 bendungan [24].

METODOLOGI

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif komparatif untuk mengevaluasi pengaruh jumlah lintasan pemadatan terhadap rasio *Maximum Dry Density* (MDD) [25]. Kedua perlakuan dibandingkan, yaitu pemadatan dengan 8 lintasan dan 10 lintasan menggunakan alat berat Vibro Roller. Analisis dilakukan menggunakan uji ANOVA satu arah untuk mengetahui apakah perbedaan jumlah lintasan pemadatan memberikan pengaruh signifikan terhadap hasil pemadatan tanah [26].

Lokasi dan Data Penelitian

Penelitian dilakukan pada proyek Jalan Tol Probolinggo-Banyuwangi Paket 3 di STA 31+166. Data yang dianalisis merupakan data sekunder yang diperoleh dari PT. Lancar Mandiri Abadi, yang meliputi hasil uji Proctor Standar di laboratorium, uji Sandcone di lapangan, serta jumlah lintasan pemadatan yang tersedia dalam laporan proyek harian.

Variabel Penelitian

Jumlah lintasan pemadatan ditetapkan sebagai variabel independen (perlakuan), sedangkan rasio *Maximum Dry Density* (MDD) sebagai variabel dependen (hasil ukur). Hubungan antara kedua variabel tersebut dianalisis untuk mengetahui seberapa besar pengaruh variasi jumlah lintasan terhadap hasil pemadatan.

Karakteristik Tanah

Material timbunan berupa tanah granular dengan klasifikasi AASHTO A-1-a, yang terdiri atas campuran batu pecah, kerikil, dan pasir. Berdasarkan standar AASHTO, gradasi butiran tanah tersebut telah memenuhi klasifikasi A-1-a, yaitu lolos ayakan No. 10 diperoleh 49,322% (< 50%), No. 40 diperoleh 24,101% (< 30%), dan No. 200 diperoleh 12,858% (< 15%).

Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan menggunakan uji ANOVA satu arah untuk membandingkan rasio MDD antara dua perlakuan jumlah lintasan pemadatan. Nilai signifikansi ditetapkan pada $\alpha = 0,05$, hasil dianggap berbeda signifikan apabila $p < 0,05$ [27]. Perhitungan statistik dilakukan menggunakan SPSS, sedangkan pengolahan awal dan validasi numerik dilakukan melalui Microsoft Excel [28].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Laboratorium dan Lapangan

Nilai rata-rata berat isi kering lapangan (yd_Lap) pada perlakuan 8 lintasan diperoleh 1,916 g/cm³, dengan nilai rasio MDD sebesar 101,4%. Sementara pada perlakuan 10 lintasan, nilai rata-rata berat isi kering lapangan (yd_Lap) meningkat menjadi 1,937 g/cm³ dengan nilai rasio MDD sebesar 102,9%. Data lengkap ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Laboratorium dan Lapangan

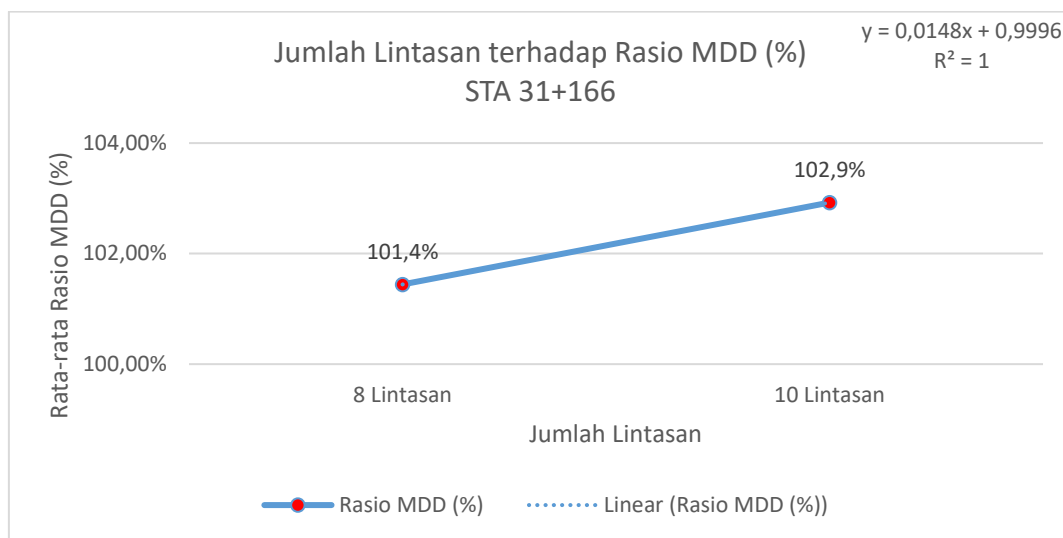
Jumlah Lintasan Pemadatan	Layer	(yd_Lab) (g/cm ³)	(yd_Lap) (g/cm ³)	Nilai Rasio MDD (%)
8 Lintasan	1	1,889	1,898	100,5%
8 Lintasan	2	1,889	1,906	100,9%
8 Lintasan	3	1,889	1,919	101,6%
8 Lintasan	4	1,889	1,944	102,9%
8 Lintasan	5	1,889	1,914	101,3%
10 Lintasan	6	1,882	1,911	101,5%
10 Lintasan	7	1,882	1,929	102,5%
10 Lintasan	8	1,882	1,937	102,9%
10 Lintasan	9	1,882	1,955	103,9%

10 Lintasan	10	1,882	1,953	103,8%
-------------	----	-------	-------	--------

Bertambahnya lintasan menghasilkan energi pemadatan yang lebih besar, maka berat isi kering lapangan dapat meningkat. Setiap lintasan tambahan memperkuat akumulasi energi pada tanah dan mendorong partikel tanah tersusun lebih padat. Dengan distribusi energi yang merata, terutama pada perlakuan 10 lintasan diperoleh penetrasi hingga ke lapisan bawah yang lebih optimal dari perlakuan 8 lintasan. Hal ini mendorong peningkatan berat isi kering lapangan. Temuan ini sesuai dengan Siregar, menyatakan semakin banyak lintasan, distribusi energi maka semakin merata, sehingga susunan partikel tanah menjadi lebih padat dan menghasilkan berat isi kering lapangan yang lebih tinggi [16].

Perbandingan Rasio MDD pada Dua Perlakuan Lintasan

Pada Gambar 1. menunjukkan bahwa terjadi peningkatan rasio MDD sebesar 1,48%, ketika jumlah lintasan pemadatan ditingkatkan dari 8 lintasan menjadi 10 lintasan dengan rata-rata rasio MDD mencapai 102,2%.



Gambar 1. Grafik Perbandingan Rasio MDD pada Dua Perlakuan Lintasan

Seluruh nilai rata-rata rasio MDD menunjukkan > 95% standar spesifikasi, yang mencerminkan bahwa pemadatan di lapangan optimal. Hal ini karena Vibro Roller menghasilkan tekanan dinamis yang merata, sehingga kadar air lapangan dapat mendekati atau bahkan melebihi kadar air optimum (OMC) laboratorium. Hasil penelitian ini selaras dengan temuan Ali, menyatakan bahwa pada 10 lintasan pemadatan menunjukkan hasil kepadatan lapangan yang lebih optimal dari 8 lintasan pada material timbunan zona 3 bendungan [24]. Namun menurut Siswoyo, lintasan yang melebihi batas optimum dapat menurunkan kepadatan di lapangan akibat pengemburan ulang atau vibrasi yang berlebihan [23]. Oleh karena itu, evaluasi karakteristik tanah dan jenis alat berat yang digunakan sangat penting untuk menentukan jumlah lintasan pemadatan yang optimal. Penelitian ini memberikan dasar kuantitatif dalam pengendalian mutu pemadatan tanah timbunan, dengan menunjukkan hasil dalam penambahan hingga 10 lintasan masih dalam batas optimal untuk meningkatkan berat isi kering lapangan. Korelasi antara jumlah lintasan pemadatan dengan rasio MDD dapat digunakan sebagai evaluasi mutu pemadatan di lapangan, terutama ketika data jumlah lintasan pemadatan yang tersedia dalam laporan pelaksanaan.

Hasil Uji ANOVA pada Dua Perlakuan Lintasan

Uji ANOVA satu arah diperoleh nilai $p < 0,05$, yang menandakan terdapat perbedaan signifikan antara perlakuan 8 lintasan dan 10 lintasan dalam hal rasio MDD. Hasil analisis ANOVA ditunjukkan pada Tabel 2.

Statistik	Nilai
F-value	6,161
p-value	0,038

Temuan ini memperkuat teori bahwa distribusi energi pemadatan yang optimal dapat meningkatkan berat isi kering lapangan. Uji ANOVA membuktikan bahwa jumlah lintasan pemadatan memiliki pengaruh signifikan terhadap rasio MDD. Validasi terhadap literatur dan konsistensi dengan spesifikasi AASHTO T 191 memperkuat pemahaman teoritis tentang hubungan antara energi pemadatan, kadar air, dan karakteristik tanah terhadap hasil akhir berat isi kering. Rasio MDD dapat digunakan sebagai indikator langsung untuk menilai hasil pemadatan. Data jumlah lintasan pemadatan yang tersedia dalam laporan harian dapat dikorelasikan dengan rasio MDD untuk menilai efektivitas pemadatan. Pendekatan ini lebih terukur dan efisien dibandingkan metode *Trial-and-Error* yang masih umum digunakan.

Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu

Pada Tabel 3. dan Tabel 4. diperoleh nilai p sebesar 0,540 pada uji ANOVA antar studi menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan antara hasil penelitian ini dengan temuan sebelumnya.

Tabel 3. Perbandingan Hasil dengan Studi Terdahulu

Penulis	Rata-rata Rasio MDD (%)	Standar Spesifikasi (%)
Febriana et al.	100,6%	100%
Ikbal et al.	115,4%	95%
Fahrizal et al.	95,9%	95%
Safrina et al.	104,5%	95%
Sukarmi et al.	100,2%	100%
Penelitian Ini.	102,2%	95%

Tabel 4. ANOVA Perbandingan Hasil dengan Studi Terdahulu

Statistik	Nilai
F-value	0,448
p-value	0,540

Nilai rata-rata rasio MDD sebesar 102,2% berada sedikit di atas hasil penelitian terdahulu. Uji ANOVA menghasilkan nilai p sebesar 0,540, menunjukkan bahwa perbedaan antara penelitian ini dan studi sebelumnya tidak signifikan. Namun, penelitian ini memberikan kebaruan dengan menghubungkan jumlah lintasan pemadatan dan rasio MDD menggunakan pendekatan statistik, yang belum banyak dikaji sebelumnya. Keterbatasan penelitian ini adalah belum dievaluasinya faktor lain seperti kadar air, frekuensi getaran, dan kondisi cuaca. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengkorelasikan rasio MDD dengan parameter kekuatan tanah nilai CBR.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil uji laboratorium dan lapangan serta analisis statistik ANOVA, disimpulkan bahwa jumlah lintasan pemadatan memengaruhi nilai rasio MDD yang signifikan. Nilai p sebesar 0,038 menunjukkan bahwa peningkatan jumlah lintasan berpengaruh signifikan terhadap hasil pemadatan. Terjadi peningkatan rasio MDD sebesar 1,48% ketika jumlah lintasan pemadatan ditingkatkan dari 8 lintasan menjadi 10 lintasan dengan rata-rata rasio MDD mencapai 102,2%. Penambahan lintasan pemadatan meningkatkan distribusi energi ke dalam lapisan tanah, sehingga partikel tersusun lebih padat dan berat isi kering lapangan dapat meningkat. Temuan ini bermanfaat sebagai acuan evaluasi dalam pengendalian mutu pemadatan berdasarkan jumlah lintasan pemadatan, serta memperkuat pemahaman mengenai hubungan distribusi energi pemadatan terhadap kepadatan lapangan.

Saran

Pengawasan lapangan perlu menggunakan data jumlah lintasan untuk kontrol mutu. Untuk penelitian selanjutnya dapat mengkaji pengaruh kadar air, frekuensi getaran, dan kondisi cuaca, serta korelasinya terhadap parameter kekuatan tanah dengan nilai CBR.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. A. Setiawan, "Pemadatan Tanah Dengan Intelligent Compactor Pada Pembangunan Jalan Toll Ikn Segmen Sp. Tempadung–Jembatan P. Balang," *COMSERVA J. Penelit. dan Pengabd. Masy.*, vol. 3, no. 06, pp. 2044–2055, 2023, doi: 10.59141/comserva.v3i06.1006.
- [2] H. Asnur, R. Sari, R. Yunita, and S. Desman, "Analisis Kepadatan Lapangan Menggunakan Metoda Sand Cone Di Jalan Perumahan Ekajaya Permata 1 Sicincin Kota Payakumbuh," *J. Bangunan, Konstr. Desain*, vol. 1, no. 3, pp. 115–122, 2023, doi: 10.25077/jbk.1.3.115-122.2023.
- [3] A. Saleh, "Analisis Kerusakan Jalan Berdasarkan Metode Bina Marga Dan Dampaknya Terhadap Pengguna (Studi Kasus : Jalan Nasional Lintas Timur Simpang Pangat Sta.0+000 S.D Sta.3+000)," *FROPIL (Forum Prof. Tek. Sipil)*, vol. 10, no. 2, 2022, doi: 10.33019/fropil.v10i2.3042.
- [4] A. H. Luciano, E. N. Lydia, F. Sari, P. Studi, T. Sipil, and U. Samudra, "GAMPONG ALUE DUA KOTA LANGSA," pp. 29–34, 2024.
- [5] A. G. Mahardika *et al.*, "Analysis of Soil Compaction using Proctor Standards in Highway Construction Design," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1933, no. 1, pp. 0–6, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1933/1/012084.
- [6] S. S. Park, P. D. Ogunjinmi, H. Il Lee, S. W. Woo, and D. E. Lee, "Effect of wetting conditions on the in situ density of soil using the sand-cone method," *Appl. Sci.*, vol. 11, no. 2, pp. 1–10, 2021, doi: 10.3390/app11020718.
- [7] Meti, T. Harianto, A. R. Djamiluddin, and A. B. Muhiddin, "Experimental study of laboratory compaction and sand cone on foundation tub soil," *Int. J. Eng. Trends Technol.*, vol. 69, no. 6, pp. 1–7, 2021, doi: 10.14445/22315381/IJETT-V69I6P201.
- [8] Y. A. Saputro, K. Umam, and S. Fauziah, "Analisis Sandcone Test (AASHTO T 191 dan ASTM D 1556 64) Pada Peningkatan Jalan Jepara – Kedungmalang – Pecangaan," no. September, pp. 41–46, 2020.
- [9] D. Febriana, M. Handy Dwi Adityawan, and I. Artikel, "Evaluasi Lapis Pondasi Agregat Kelas A (LPA) Dengan Menggunakan Metode Sand Cone," *J. Media Konstr.*, vol. 9, no. 1, pp. 35–44, 2024.
- [10] F. M. Ikbali and A. Zhafirah, "Evaluasi Kepadatan Tanah Timbunan dengan Sand Cone Test," no. 1, pp. 228–233, 2022.
- [11] Y. Fahrizal, Y. Adi Saputro, and D. Rochmanto, "Analisis Kepadatan Tanah Pada Akses Jalan Conveyor PLTU TJB Unit 3,4 Dengan Menggunakan Standar AASHTO T 191," *J. Civ. Eng. Study*, vol. 2, no. 01, pp. 44–49, 2022, doi: 10.34001/ces.02012022.6.
- [12] S. Safrina, Q. Wiqoyah, and D. Nuswantoro, "Analisis Kepadatan Lapangan Menggunakan Uji Sand Cone Pada Proyek Peningkatan Ruas Jalan Keyongan - Batas Kab. Sragen R.205," *Pros. Semin. Nas. Tek. Sipil 2023 Tek. Sipil Fak. Tek. Univ. Muhammadiyah Surakarta*, pp. 355–360, 2023.
- [13] S. Sukarmi, R. Djamiluddin, and A. Amir, "Analisis Kepadatan Lapis Pondasi Kelas B Menggunakan Metode Sand Cone AASHTO 191-96 (Study Kasus Peningkatan Struktur Jalan Kabu Tunong-Cot Gud)," vol. 10, no. 1, pp. 33–36, 2023, doi: 10.21063/JTS.2023.V1001.033-36.
- [14] A. K. Lubis, D. Kumalasari, and A. Nurdin, "Pengaruh Variasi Jumlah Lintasan Pemadatan Terhadap Kepadatan Perkerasan Asphalt Concrete Binder Course," *J. Talent. Sipil*, vol. 5, no. 1, p. 85, 2022, doi: 10.33087/talentsipil.v5i1.100.
- [15] G. ASTUTI, "Analisis Pengaruh Variasi Jumlah Lintasan Terhadap Kepadatan Campuran Asphalt Concrete Wearing Course (Ac-Wc)," vol. xx, pp. 1–9, 2023, [Online]. Available: [https://repository.unja.ac.id/50369/%0Ahttps://repository.unja.ac.id/50369/6/SKRIPSI GITA WIDIA ASTUTI FIX.pdf](https://repository.unja.ac.id/50369/%0Ahttps://repository.unja.ac.id/50369/6/SKRIPSI%20GITA%20WIDIA%20ASTUTI%20FIX.pdf)
- [16] R. D. Siregar, J. Sarifah, and D. Tanjung, "Analisa Kepadatan Tanah Menggunakan Metode Sand Cone Pada Pembangunan Relokasi Jalan Bendungan Lau Simeme Paket II Kab. Deli Serdang Sumatera Utara," *Bul. Utama Tek.*, vol. 16, no. 2, pp. 157–162, 2021.
- [17] J. Boulevard, B. Sektor, B. Jaya, and T. Selatan, "Mekanika Tanah 2 Universitas Pembangunan Jaya," vol. 5, 2021.
- [18] R. Febriyanti and H. N. Rahmi, "Identifikasi Jenis , Tekstur dan Struktur Tanah Di Komplek Jaka Permai Jakabaring Kota Palembang (Identification of Soil Type , Texture and Structure in the Jaka Permai Jakabaring Complex , Palembang City)," *Pros. SEMNAS BIO 2023*, pp. 483–490, 2023.
- [19] D. H. Agustina, "Pengaruh Energi Pemadatan Terhadap Nilai Kepadatan Tanah," *Sigma Tek.*, vol. 2, no. 2, p. 202, 2019, doi: 10.33373/sigma.v2i2.2067.
- [20] Badan Standardisasi Nasional, "SNI 1742:2008 Cara uji kepadatan ringan untuk tanah," *Badan Standardisasi Nas.*, pp. 1–20, 2008.
- [21] Y. A. Saputro, K. Umam, and D. M. Kakantini, "Kepadatan Urugan Tanah Pada Pekerjaan Penataan Lingkungan Rumah Nelayan Kedungmalang Kab. Jepara Menggunakan Pendekatan Standart Proctor & Sandcone," *Rev. Civ. Eng.*, vol. 3, no. 2, pp. 36–41, 2019, doi: 10.31002/rice.v3i2.1648.
- [22] F. M. L. Taqwa, N. Chayati, Alimuddin, and N. Salman, "Pemeriksaan Hasil Pelaksanaan Pemadatan Timbunan Tanah Di Lokasi Pembangunan Jalan Akses Gardu Induk Pln," *Civ. Eng. Environ. 2019*, vol. 3, no. 2, pp. 53–57, 2019, [Online]. Available: <https://doi.org/10.32832/komposit.v3i2.3280>
- [23] S. Siswoyo and F. R. Yamali, "Pemadatan Lapangan Asphalt Concrete Binder Course (Ac-Bc) Pada Pembangunan Jalan Simpang Karya Mukti Kabupaten Batanghari," *J. Talent. Sipil*, vol. 1, no. 1, p. 30, 2018, doi:

- 10.33087/talentsipil.v1i1.4.
- [24] M. Ali and A. Bakhtiar, “ANALISIS JUMLAH LINTASAN PEMADATAN TERHADAP TINGKAT KEPADATAN MATERIAL TIMBUNAN ZONA 3 PADA BENDUNGAN JRAGUNG KABUPATEN SEMARANG JAWA TENGAH,” vol. 15, no. 1, pp. 99–106, 2025.
- [25] Syafnidawaty, “Jenis data penelitian,” *Univ. Raharja*, vol. 10, no. 1, pp. 31–40, 2020, [Online]. Available: <https://raharja.ac.id/2020/11/08/data-sekunder/>
- [26] S. S. Dewi *et al.*, “Analisis Penerapan Metode One Way Menggunakan Alat Statistik SPSS. Sevita Sari Dewi, Rizka Ermina, Veila Anggoro Kasih, Fera Hefiana, Agus Sunarni, Rini Widianingsih. Fakultas Ekonomi dan Bisnis. Universitas Jendral Soedirman,” vol. 2, no. 2, pp. 121–132, 2023.
- [27] I. Sutisna, “Anava Satu Jalur (One Way – Anova),” *Univ. Negeri Gorontalo*, vol. 5, no. April, p. 99, 2020.
- [28] H. A. Saputri, Zulhijrah, N. J. Larasati, and Shaleh, “Analisis Instrumen Assesmen : Validitas, Reliabilitas, Tingkat Kesukaran, dan Daya Beda Butir Soal,” *Didakt. J. Ilm. PGSD FKIP Univ. Mandiri*, vol. 09, no. 05, pp. 2986–2995, 2023.