

# Evaluasi Kepadatan Lapisan Tanah Menggunakan Metode Sand Cone: Studi Kasus pada Ruas Jalan Kancebungi Liana Banggai Desa Gundu-Gundu

Endang Pratiwi Rausy<sup>1</sup>, Minson Simatupang Hasmina Tari Mokui<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Halu Oleo, Kendari  
Jalan H.E.A. Mokodompit, Kecamatan Mandonga, Kota Kendari, Sulawesi Tenggara

<sup>1</sup>E-mail: pratiwiendang16@gmail.com

*Abstract — Subgrade compaction is one of the most critical stages in road construction because it directly affects the strength, stability, and bearing capacity of the pavement layers. Inadequate soil compaction can lead to deformation, cracking, and settlement, ultimately reducing the road's service life. Therefore, evaluating field compaction levels is essential to ensure compliance with applicable technical standards. This study aims to evaluate the degree of soil compaction using the Sand Cone method along the Kancebungi Liana Banggai Road, Gundu-Gundu Village, and to analyze the variation of compaction values at each test station as an indicator of field uniformity. A quantitative descriptive approach was used, involving field tests conducted according to SNI 03-2828-2011 and ASTM D1556-00, and a Standard Proctor laboratory test as a reference comparison. The results show that the degree of compaction varies from 77.03% to 101.56%, where only station STA 1+600 meets the minimum standard of  $\geq 95\%$ . This variation is influenced by differences in soil type and properties, moisture content, compaction equipment intensity, and environmental factors such as humidity and topography. The analysis indicates that non-optimum moisture levels reduce compaction efficiency and lead to non-uniform density distribution. It can be concluded that successful compaction depends on material uniformity, maintaining water content near the optimum value, and consistent application of compaction techniques. This study recommends re-compaction at points below the standard, enhancement of field quality control, and implementation of real-time monitoring systems for moisture and compaction pressure to ensure the quality and stability of the subgrade in road construction projects located in humid tropical regions.*

*Keywords: soil compaction; sand cone method; degree of compaction; optimum moisture content; quality control.*

*Abstrak — Pematatan tanah dasar merupakan salah satu tahap paling krusial dalam pekerjaan konstruksi jalan karena berpengaruh langsung terhadap kekuatan, kestabilan, dan daya dukung lapisan perkerasan. Tanah dasar yang memiliki derajat kepadatan rendah dapat menyebabkan deformasi, retak, atau penurunan permukaan jalan. Oleh karena itu, evaluasi terhadap tingkat kepadatan lapangan perlu dilakukan untuk memastikan kesesuaian dengan standar teknis yang berlaku. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat kepadatan lapisan tanah menggunakan metode Sand Cone pada ruas Jalan Kancebungi Liana Banggai, Desa Gundu-Gundu, serta menganalisis variasi nilai derajat kepadatan di setiap stasiun pengujian sebagai indikator keseragaman pematatan. Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif deskriptif, dengan pelaksanaan uji lapangan berdasarkan SNI 03-2828-2011 dan ASTM D1556-00, serta uji Standard Proctor di laboratorium sebagai pembandingan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai derajat kepadatan tanah bervariasi antara 77,03% hingga 101,56%, di mana hanya stasiun STA 1+600 yang memenuhi standar minimal  $\geq 95\%$ . Variasi ini dipengaruhi oleh perbedaan jenis dan sifat tanah, kadar air, intensitas alat pemadat, serta faktor lingkungan seperti kelembapan dan topografi lokasi. Analisis menunjukkan bahwa kadar air yang tidak optimum mengurangi efisiensi pematatan dan menghasilkan distribusi kepadatan yang tidak seragam. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa keberhasilan pematatan sangat bergantung pada keseragaman material, pengendalian kadar air mendekati nilai optimum, dan penerapan metode pematatan yang konsisten. Penelitian ini merekomendasikan pematatan ulang pada titik di bawah standar, peningkatan pengawasan mutu lapangan, serta penerapan monitoring kadar air dan tekanan alat pemadat secara real time untuk menjamin mutu dan stabilitas tanah dasar pada proyek jalan di wilayah tropis lembap.*

*Kata kunci: kepadatan tanah; metode sand cone; derajat kepadatan; kadar air optimum; pengendalian mutu.*

## I. PENDAHULUAN

Konstruksi jalan merupakan salah satu elemen vital dalam sistem infrastruktur transportasi yang

berfungsi sebagai sarana utama mobilitas masyarakat serta distribusi barang dan jasa. Kualitas konstruksi jalan sangat bergantung pada

kekuatan dan kestabilan lapisan tanah dasar (subgrade), karena lapisan ini berperan penting dalam mendukung serta menyalurkan beban lalu lintas dari lapisan perkerasan ke tanah di bawahnya (Hardiyatmo, 2002). Apabila tanah dasar memiliki kepadatan dan daya dukung yang rendah, maka dapat menimbulkan berbagai permasalahan teknis seperti deformasi permanen, retak struktural, hingga penurunan permukaan (settlement) yang berakibat pada menurunnya umur rencana jalan (Fahrizal, Saputro, & Rochmanto, 2022). Oleh karena itu, pengujian kepadatan tanah menjadi langkah fundamental untuk memastikan bahwa pelaksanaan pemadatan telah sesuai dengan spesifikasi teknis dan standar nasional yang berlaku (Badan Standardisasi Nasional [BSN], 1992; BSN, 2011). Salah satu metode pengujian kepadatan yang umum diterapkan di lapangan adalah metode Sand Cone, sebagaimana diatur dalam SNI 03-2828-2011. Metode ini digunakan untuk menentukan berat isi tanah kering (dry density) dengan cara mengukur volume lubang yang diisi pasir kering bergradasi seragam (BSN, 2011). Keunggulan utama metode ini terletak pada tingkat akurasi, kemudahan penerapan, serta kesesuaiannya untuk kondisi lapangan yang minim fasilitas laboratorium (Joseph, 1996; Adenora, Afriani, Iswan, & Putra, 2021). Selain itu, metode Sand Cone juga terbukti mampu menghasilkan nilai kepadatan yang mendekati hasil pengujian laboratorium Standard Proctor, sehingga dinilai reliabel untuk mengevaluasi variasi mutu pemadatan pada berbagai titik uji di lapangan (Ikbal & Zhafirah, 2022; Mahajana, Salim, & Putra, 2025). Berbagai penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa metode Sand Cone efektif digunakan untuk mengevaluasi kualitas pemadatan tanah. Siregar, Sarifah, dan Tanjung (2021) melaporkan bahwa nilai kepadatan lapangan pada proyek Jalan Bendungan Lau Simeme mencapai  $\geq 92\%$ , sesuai standar konstruksi jalan. Sebaliknya, Permatasari (2018) menemukan bahwa rata-rata kepadatan sebesar 77,94% belum memenuhi batas minimal 95%, sehingga diperlukan pemadatan ulang. Hadijah (2015) juga menunjukkan bahwa derajat kepadatan sebesar 101,16% pada proyek Jalan Tegineneng–Batas Kota Metro menandakan keberhasilan pemadatan sesuai spesifikasi. Hasil serupa dikemukakan oleh Minmahddun (2025) yang menyatakan bahwa efektivitas pemadatan sangat bergantung pada kadar air optimum dan gradasi butiran tanah. Penelitian lain oleh

Pratama, Yudhistira, dan Fauzan (2025) mengonfirmasi bahwa metode penggantian volume air dapat menjadi alternatif validasi untuk hasil uji Sand Cone di lapangan. Meskipun metode Sand Cone memiliki akurasi yang baik, hasil pemadatan tanah tidak hanya ditentukan oleh metode uji, tetapi juga oleh karakteristik fisik tanah, kadar air, jenis material, dan kondisi lingkungan selama pelaksanaan (Yunianta et al., 2022). Variasi kadar air yang terlalu tinggi dapat menurunkan efisiensi pemadatan karena menyebabkan kejenuhan tanah yang mengurangi berat isi kering (Bamher, 2020; Agustin, 2022). Kondisi ini umum terjadi di wilayah tropis seperti Indonesia yang memiliki curah hujan tinggi, sehingga kadar air tanah dapat berubah secara signifikan (Diana, Hartono, Muntohar, & Wulandary, 2022). Fenomena ini menjadi tantangan pada ruas Jalan Kancebungi Liana Banggai di Desa Gundu-Gundu, Kabupaten Banggai, yang didominasi oleh tanah urugan berbutir halus dan plastisitas tinggi. Jenis tanah tersebut mudah menyerap air dan kehilangan daya dukung ketika jenuh, sehingga evaluasi lapangan terhadap tingkat kepadatan menjadi penting dilakukan secara komprehensif. Secara khusus, masalah utama dalam penelitian ini terletak pada belum diketahuinya secara pasti sejauh mana tingkat kepadatan lapisan tanah pada ruas Jalan Kancebungi Liana Banggai telah memenuhi standar teknis sebagaimana diatur dalam SNI 03-2828-2011 (BSN, 2011). Selain itu, variasi nilai derajat kepadatan antar titik pengujian (stasiun/STA) perlu dikaji untuk menilai keseragaman hasil pemadatan (Saraswati & Prabawati, 2024). Faktor lingkungan seperti kondisi kadar air, jenis material urugan, dan metode pemadatan juga perlu dianalisis karena berpotensi memengaruhi hasil pengujian di lapangan (Nurokhman, Suharyanto, Subagyo, & Purnomo, 2024). Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan akan sistem evaluasi kepadatan yang andal guna memastikan daya dukung tanah dasar tetap konsisten di sepanjang ruas jalan, terutama di wilayah dengan kondisi iklim tropis lembap (Nuraini, Viola, Putra, & Widiyanto, 2025). Ketidaksesuaian hasil pemadatan terhadap standar teknis dapat berdampak pada kerusakan dini konstruksi jalan dan meningkatkan biaya pemeliharaan (Ferdiana, Hatmoko, & Setiadji, 2023). Oleh karena itu, penelitian ini penting sebagai dasar perbaikan metode dan prosedur pengendalian mutu pekerjaan tanah dasar.

Kebaruan (novelty) penelitian ini terletak pada penerapan pendekatan evaluatif berbasis analisis spasial terhadap derajat kepadatan di tiap titik uji menggunakan metode Sand Cone, yang belum banyak diterapkan di wilayah pedesaan Sulawesi Tenggara (Panigoro, Ichsan, & Ollii, 2025). Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi empiris terhadap pengembangan metode pengendalian mutu konstruksi jalan di daerah beriklim lembap. Berdasarkan uraian tersebut, tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi tingkat kepadatan lapisan tanah pada ruas Jalan Kancebungi Liana Banggai menggunakan metode Sand Cone, menganalisis variasi nilai derajat kepadatan di setiap stasiun pengujian sebagai indikator keseragaman pemadatan, serta mengidentifikasi faktor-faktor lapangan yang memengaruhi hasil pengujian. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi referensi praktis dalam peningkatan kualitas pekerjaan tanah dasar dan pengambilan keputusan teknis pada proyek pembangunan jalan di wilayah tropis Indonesia (Supriadi, Said, & Alifuddin, 2024).

## II. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif deskriptif dengan pendekatan lapangan (field research), yang bertujuan untuk mengevaluasi tingkat kepadatan tanah hasil pemadatan menggunakan metode Sand Cone sesuai ketentuan SNI 03-2828-2011 (BSN, 2011). Lokasi penelitian berada pada ruas Jalan Kancebungi Liana Banggai, Desa Gundu-Gundu, Kabupaten Banggai, Provinsi Sulawesi Tengah. Pengambilan data dilakukan selama periode Juli hingga Agustus 2025, yang bertepatan dengan musim hujan ringan hingga sedang, sehingga memungkinkan peneliti untuk mengamati pengaruh kadar air terhadap tingkat kepadatan tanah di lapangan (Hadijah, 2015; Minmahddun, 2025). Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui hasil pengujian kepadatan tanah di lapangan menggunakan metode Sand Cone, sedangkan data sekunder mencakup hasil uji Standard Proctor di laboratorium, data curah hujan dari BMKG, serta spesifikasi teknis pekerjaan tanah dari dokumen proyek (Permatasari, 2018). Variabel utama yang dianalisis meliputi berat isi tanah lapangan ( $\gamma_d$  field), berat isi maksimum laboratorium ( $\gamma_d$  max), kadar air tanah, dan derajat kepadatan

(%). Tahapan pelaksanaan penelitian meliputi: (1) penentuan titik uji pada beberapa stasiun (STA) di sepanjang ruas jalan; (2) pelaksanaan uji Sand Cone untuk memperoleh nilai berat isi tanah di lapangan; (3) pengujian kadar air di laboratorium menggunakan metode oven sebagaimana diatur dalam SNI 1742-2008 (BSN, 2008); serta (4) perhitungan derajat kepadatan menggunakan Persamaan 1.

$$\text{Compaction Degree (\%)} = \frac{\gamma_d(\text{field})}{\gamma_d(\text{max})} \quad (1)$$

Hasil pengujian dianalisis secara kuantitatif deskriptif dengan membandingkan nilai derajat kepadatan lapangan terhadap standar minimal  $\geq 95\%$  dari hasil uji Standard Proctor (Diana et al., 2022). Analisis spasial dilakukan untuk menilai variasi keseragaman hasil pemadatan antar titik pengujian di sepanjang ruas jalan (Fahrizal et al., 2022). Validasi dilakukan dengan pengujian ulang di beberapa titik acak guna memastikan konsistensi dan keandalan data (Siregar et al., 2021). Hasil akhir penelitian diharapkan mampu memberikan gambaran empiris mengenai kondisi kepadatan tanah dasar di lapangan serta menjadi acuan dalam peningkatan mutu pekerjaan tanah dasar di proyek infrastruktur jalan (Mahajana et al., 2025).

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian kepadatan tanah lapangan menggunakan metode Sand Cone disajikan secara rinci berdasarkan empat titik pengamatan, yaitu STA 1+400, STA 1+600, STA 1+800, dan STA 2+000. Data umum hasil uji ditampilkan pada Tabel 1. Derajat Kepadatan Lapangan Hasil Pengujian dengan Alat Sand Cone, yang memperlihatkan variasi derajat kepadatan antara 77,03% hingga 101,56%. Dari tabel tersebut diketahui bahwa hanya STA 1+600 yang memenuhi standar minimal  $\geq 95\%$ , sedangkan tiga titik lainnya belum mencapai nilai yang dipersyaratkan oleh SNI 03-2828-2011.

Tabel 1. Derajat kepadatan lapangan hasil pengujian dengan alat *Sand Cone*

Stasiun (STA)	Derajat Kepadatan (%)	Keterangan
1+400	77,03	Tidak Memenuhi
1+600	101,56	Memenuhi
1+800	86,41	Tidak Memenuhi
2+000	91,40	Tidak Memenuhi

Pada Tabel 2. Hasil Pengujian Kepadatan Tanah Metode Sand Cone STA 1+400, diperoleh berat isi kering ( $\gamma_d$ ) sebesar 1,724 gr/cm<sup>3</sup> dan derajat kepadatan sebesar 77,03%. Nilai ini menunjukkan bahwa kondisi kadar air lapangan yang mencapai 7,69% masih terlalu tinggi, sehingga tanah belum mencapai tingkat pemadatan maksimum. Hal tersebut

mengindikasikan bahwa intensitas alat pemadat di lokasi ini belum optimal, atau kondisi kelembapan tanah melebihi kadar air optimum (optimum moisture content). Akibatnya, struktur butiran tanah tidak dapat tersusun rapat, menyebabkan rendahnya berat isi kering dan ketidaksesuaian dengan spesifikasi teknis.

Tabel 2. Hasil Pengujian kepadatan tanah metode Sand Cone STA 1+400

No.	Station	Satuan	Hitungan	1+400
1	Posisi	L/R		
2	Kedalaman Luang	cm		10
Penentuan Isi Lubang				
3	Berat Pasir + Botol + Corong	gr		5730
4	Berat Sisa Pasir + Botol + Corong	gr		1930
5	Berat Pasir Terpakai	gr	3 - 4	3800
6	Berat Pasir Dalam Corong = (Kalibrasi Lab)	gr		2,5
7	Berat Pasir Dalam Botol	gr	5 - 6	3797,5
8	Berat Isi Pasir = (Kalibrasi Lab)	gr/cm <sup>3</sup>		2,2
9	Volume Lubang	gr	7 : 8	1726,14
Penentuan Kadar Air				
10	Berat Tanah Basah+ Tempat	gr		225
11	Berat Tanah Kering + Tempat	gr		220
12	Berat Tempat	gr		155
13	Berat Air	gr	10 - 11	5
14	Berat Tanah Kering + Tempat	gr	11 - 12	65
15	Kadar Air	%	13 : 14 x 100	7,69
Penentuan Kepadatan				
16	Berat Material Dalam Lubang	gr		3205
17	Berat Material Tertahan 3/4"	gr		670
18	Berat Material Lolos 3/4"	gr	16 - 17	2535
19	% Material Tertahan 3/4"	gr	17 : 16 x 100	20,90
20	% Material Lolos 3/4"	gr	18 : 16 x 100	79,10
21	Berat Jenis Gabungan (Sp.Gr)	%		2,65
22	BERAT ISI BASAH ( $\gamma_{wet}$ )	%	16 : 9	1,86
23	BERAT ISI KERING ( $\gamma_d$ )	gr/cm <sup>3</sup>	(22/ (15+100)) * 100	1,724
24	$\gamma_d$ LAB	gr/cm <sup>3</sup>		2,15
25	GABUNGAN Sp.Gr $\gamma_d$	gr/cc	21 x 24	5,698
26	$\gamma_d$ Koreksi = (25 ) X 100/ {(19) X (24)} + {(20) X (21)}	gr/cm <sup>3</sup>		2,238
27	% Derajat Kepadatan	%	23 : 26 x 100	77,03

Hasil berbeda ditunjukkan pada Tabel 3. Hasil Pengujian Kepadatan Tanah Metode Sand Cone STA 1+600, di mana berat isi kering mencapai 2,234 gr/cm<sup>3</sup> dengan derajat kepadatan 101,56%. Nilai ini menunjukkan bahwa proses pemadatan pada titik tersebut sangat baik, bahkan sedikit melampaui nilai optimum. Kondisi ini mencerminkan bahwa kadar air berada dalam kisaran optimum (sekitar 9,52%), serta proses pemadatan dilakukan dengan alat dan tekanan

yang memadai. Nilai ini menjadi acuan keberhasilan pelaksanaan pemadatan tanah dasar di lapangan karena mendekati hasil uji laboratorium Standard Proctor. Sementara itu, pada Tabel 4. Hasil Pengujian Kepadatan Tanah Metode Sand Cone STA 1+800, diperoleh berat isi kering sebesar 1,902 gr/cm<sup>3</sup> dengan derajat kepadatan 86,41%. Nilai ini masih di bawah standar minimum yang disyaratkan.

Tabel 3. Hasil pengujian kepadatan tanah metode *Sand Cone* STA 1+600

No.	Station	Satuan	Hitungan	1+600
1	Posisi	L/R		
2	Kedalaman Luang	cm		10
	Penentuan Isi Lubang			
3	Berat Pasir + Botol +Corong	gr		5700
4	Berat Sisa Pasir + Botol + Corong	gr		2510
5	Berat Pasir Terpakai	gr	3 - 4	3190
6	Berat Pasir Dalam Corong = (Kalibrasi Lab)	gr		2,5
7	Berat Pasir Dalam Botol	gr	5 - 6	3187,5
8	Berat Isi Pasir = (Kalibrasi Lab)	gr/cm <sup>3</sup>		2,2
9	Volume Lubang	gr	7 : 8	1448,86
	Penentuan Kadar Air			
10	Berat Tanah Basah+ Tempat	gr		250
11	Berat Tanah Kering + Tempat	gr		240
12	Berat Tempat	gr		135
13	Berat Air	gr	10 - 11	10
14	Berat Tanah Kering + Tempat	gr	11 - 12	105
15	Kadar Air	%	13 : 14 x 100	9,52
	Penentuan Kepadatan			
16	Berat Material Dalam Lubang	gr		3545
17	Berat Material Tertahan 3/4"	gr		425
18	Berat Material Lolos 3/4"	gr	16 - 17	3120
19	% Material Tertahan 3/4"	gr	17 : 16 x 100	11,99
20	% Material Lolos 3/4"	gr	18 : 16 x 100	88,01
21	Berat Jenis Gabungan (Sp.Gr)	%		2,65
22	BERAT ISI BASAH ( $\gamma_{wet}$ )	%	16 : 9	2,45
23	BERAT ISI KERING ( $\gamma_d$ )	gr/cm <sup>3</sup>	$(22 / (15+100)) * 100$	2,234
24	$\gamma_d$ LAB	gr/cm <sup>3</sup>		2,15
25	GABUNGAN Sp.Gr $\gamma_d$	gr/cc	21 x 24	5,698
26	$\gamma_d$ Koreksi = $(25) \times 100 / \{(19) \times (24)\} + \{(20) \times (21)\}$	gr/cm <sup>3</sup>		2,200
27	% Derajat Kepadatan	%	23 : 26 x 100	101,56

Kondisi ini disebabkan oleh kadar air tanah sebesar 9,52%, yang menunjukkan bahwa meskipun nilainya mendekati kadar optimum, intensitas pemadatan di lapangan tidak cukup tinggi untuk menghasilkan densitas maksimum.

Faktor lokal seperti tekstur tanah halus dan plastisitas tinggi juga diduga menghambat kemampuan partikel tanah untuk menyusun diri secara rapat selama proses pemadatan.

Tabel 4. Hasil pengujian kepadatan tanah metode *Sand Cone* STA 1+800

No.	Station	Satuan	Hitungan	1+800
1	Posisi	L/R		
2	Kedalaman Luang	cm		10
	Penentuan Isi Lubang			
3	Berat Pasir + Botol +Corong	gr		5650
4	Berat Sisa Pasir + Botol + Corong	gr		2331
5	Berat Pasir Terpakai	gr	3 - 4	3319
6	Berat Pasir Dalam Corong = (Kalibrasi Lab)	gr		2,5
7	Berat Pasir Dalam Botol	gr	5 - 6	3316,5
8	Berat Isi Pasir = (Kalibrasi Lab)	gr/cm <sup>3</sup>		2,2
9	Volume Lubang	gr	7 : 8	1507,5
	Penentuan Kadar Air			

No.	Station	Satuan	Hitungan	1+800
10	Berat Tanah Basah+ Tempat	gr		250
11	Berat Tanah Kering + Tempat	gr		240
12	Berat Tempat	gr		135
13	Berat Air	gr	10 - 11	10
14	Berat Tanah Kering + Tempat	gr	11 - 12	105
15	Kadar Air	%	13 : 14 x 100	9,52
Penentuan Kepadatan				
16	Berat Material Dalam Lubang	gr		3141
17	Berat Material Tertahan 3/4"	gr		390
18	Berat Material Lolos 3/4"	gr	16 - 17	2751
19	% Material Tertahan 3/4"	gr	17 : 16 x 100	12,42
20	% Material Lolos 3/4"	gr	18 : 16 x 100	87,58
21	Berat Jenis Gabungan (Sp.Gr)	%		2,65
22	BERAT ISI BASAH ( $\gamma_{wet}$ )	%	16 : 9	2,08
23	BERAT ISI KERING ( $\gamma_d$ )	gr/cm <sup>3</sup>	(22/ (15+100)) * 100	1,902
24	$\gamma_d$ LAB	gr/cm <sup>3</sup>		2,15
25	GABUNGAN Sp.Gr $\gamma_d$	gr/cc	21 x 24	5,698
26	$\gamma_d$ Koreksi = (25 ) X 100/ {(19) X (24)} + {(20) X (21)}	gr/cm <sup>3</sup>		2,202
27	% Derajat Kepadatan	%	23 : 26 x 100	86,41

Selanjutnya, Tabel 5. Hasil Pengujian Kepadatan Tanah Metode Sand Cone STA 2+000 memperlihatkan berat isi kering 2,031 gr/cm<sup>3</sup> dengan derajat kepadatan 91,40%. Nilai ini menunjukkan tingkat pemadatan yang cukup baik, namun masih di bawah batas minimal 95%. Kadar air yang relatif rendah, yaitu 3,13%, menandakan bahwa tanah cenderung kering saat

proses pemadatan dilakukan. Kondisi tanah yang terlalu kering membuat partikel tidak dapat tersusun rapat, sehingga pemadatan tidak mencapai densitas optimal. Oleh karena itu, pengendalian kadar air sangat penting untuk mencapai hasil pemadatan yang memenuhi standar.

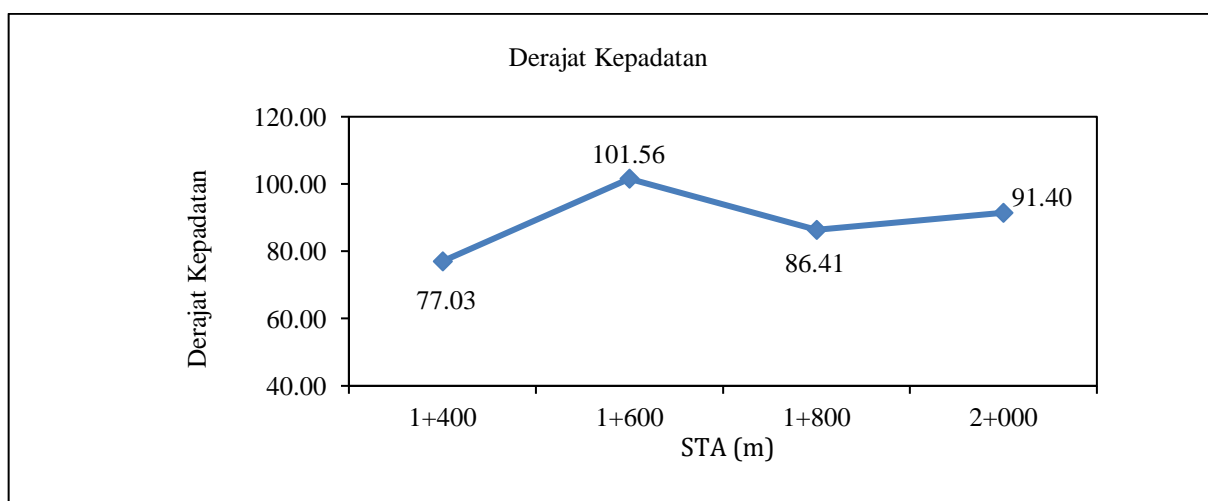
Tabel 5. Hasil pengujian kepadatan tanah metode *Sand Cone* STA 2+000

No.	Station	Satuan	Hitungan	2+000
1	Posisi	L/R		
2	Kedalaman Luang	cm		10
Penentuan Isi Lubang				
3	Berat Pasir + Botol +Corong	gr		5555
4	Berat Sisa Pasir + Botol + Corong	gr		1435
5	Berat Pasir Terpakai	gr	3 - 4	4120
6	Berat Pasir Dalam Corong = (Kalibrasi Lab)	gr		2,5
7	Berat Pasir Dalam Botol	gr	5 - 6	4117,5
8	Berat Isi Pasir = (Kalibrasi Lab)	gr/cm <sup>3</sup>		2,2
9	Volume Lubang	gr	7 : 8	1871,59
Penentuan Kadar Air				
10	Berat Tanah Basah+ Tempat	gr		300
11	Berat Tanah Kering + Tempat	gr		295
12	Berat Tempat	gr		135
13	Berat Air	gr	10 - 11	5
14	Berat Tanah Kering + Tempat	gr	11 - 12	160
15	Kadar Air	%	13 : 14 x 100	3,13
Penentuan Kepadatan				
16	Berat Material Dalam Lubang	gr		3920
17	Berat Material Tertahan 3/4"	gr		675

No.	Station	Satuan	Hitungan	2+000
18	Berat Material Lolos 3/4"	gr	16 - 17	3245
19	% Material Tertahan 3/4"	gr	17 : 16 x 100	17,22
20	% Material Lolos 3/4"	gr	18 : 16 x 100	82,78
21	Berat Jenis Gabungan (Sp.Gr)	%		2,65
22	BERAT ISI BASAH ( $\gamma_{wet}$ )	%	16 : 9	2,09
23	BERAT ISI KERING ( $\gamma_d$ )	gr/cm <sup>3</sup>	(22/ (15+100)) * 100	2,031
24	$\gamma_d$ LAB	gr/cm <sup>3</sup>		2,15
25	GABUNGAN Sp.Gr $\gamma_d$	gr/cc	21 x 24	5,698
26	$\gamma_d$ Koreksi = (25) X 100/{(19) X (24)} + {(20) X (21)}	gr/cm <sup>3</sup>		2,222
27	% Derajat Kepadatan	%	23 : 26 x 100	91,40

Apabila nilai derajat kepadatan dari keempat titik uji diplot dalam Gambar 1. Grafik Persentase Derajat Kepadatan Tanah, terlihat adanya fluktuasi yang cukup jelas di sepanjang lintasan pengujian. Nilai terendah terdapat pada STA 1+400 (77,03%), sedangkan nilai tertinggi terdapat pada STA 1+600 (101,56%). Titik STA 1+800 dan STA 2+000 menunjukkan nilai menengah, masing-masing 86,41% dan 91,40%. Pola ini menunjukkan bahwa hasil pemadatan di lapangan tidak seragam dan dipengaruhi oleh kondisi material, kadar air, serta metode pemadatan yang diterapkan di setiap lokasi. Hasil pengujian ini mengindikasikan bahwa faktor keseragaman material dan kondisi lapangan berperan besar terhadap variasi derajat kepadatan. Tanah dengan gradasi butiran yang seragam dan kadar air mendekati nilai optimum cenderung

mudah dipadatkan hingga mencapai densitas maksimum. Sebaliknya, tanah dengan kadar air terlalu tinggi atau terlalu rendah sulit mencapai kepadatan ideal. Hal ini sejalan dengan teori dasar mekanika tanah yang menyatakan bahwa kadar air optimum menghasilkan kondisi di mana gaya geser antarpartikel minimum, sehingga partikel tanah dapat tersusun lebih rapat. Selain itu, faktor alat pemadat, frekuensi pemadatan, dan kondisi topografi turut memengaruhi hasil. Lokasi STA 1+600 menunjukkan keberhasilan pemadatan karena berada pada area yang relatif datar dan stabil, sedangkan lokasi lainnya memiliki variasi elevasi yang mengurangi efektivitas alat pemadat. Variasi tekanan dan frekuensi lintasan alat di lapangan juga menjadi penyebab utama perbedaan nilai derajat kepadatan antar titik pengamatan.



Gambar 1. Grafik grafik % kepadatan tanah

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kepadatan tanah dasar di sepanjang ruas Jalan Kancebungi Liana Banggai belum seragam. Hanya satu titik (STA 1+600) yang memenuhi standar minimal,

sementara tiga titik lainnya masih di bawah batas teknis yang ditetapkan oleh SNI 03-2828-2011. Oleh karena itu, diperlukan tindakan pemadatan ulang (re-compaction) pada titik-titik dengan nilai di bawah standar, disertai pengawasan mutu

lapangan yang lebih ketat. Pengaturan kadar air mendekati nilai optimum dan penerapan metode pemadatan yang konsisten akan sangat membantu dalam meningkatkan efektivitas pemadatan tanah dasar serta memperpanjang umur layanan perkerasan jalan.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai evaluasi tingkat kepadatan lapisan tanah menggunakan metode Sand Cone pada ruas Jalan Kancebungi Liana Banggai, Desa Gundu-Gundu, dapat disimpulkan bahwa tingkat kepadatan tanah dasar di lapangan belum menunjukkan keseragaman yang optimal. Dari empat titik pengujian yang dilakukan, hanya STA 1+600 yang memenuhi standar minimal kepadatan tanah sebesar  $\geq 95\%$  sesuai ketentuan SNI 03-2828-2011, dengan nilai derajat kepadatan mencapai 101,56%. Tiga titik lainnya, yaitu STA 1+400, STA 1+800, dan STA 2+000, memiliki nilai berturut-turut sebesar 77,03%, 86,41%, dan 91,40%, yang berada di bawah standar teknis. Hasil tersebut menunjukkan adanya variasi yang cukup besar antarstasiun, menandakan bahwa kondisi pemadatan di lapangan tidak seragam. Perbedaan nilai kepadatan tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor utama, antara lain perbedaan kadar air tanah, variasi intensitas dan tekanan alat pemadat, serta sifat fisik tanah seperti gradasi butiran dan plastisitas. Kadar air terbukti berperan signifikan terhadap pencapaian berat isi kering maksimum; kadar air yang terlalu tinggi atau terlalu rendah menyebabkan pemadatan tidak efisien. Faktor lingkungan seperti kelembapan tinggi dan topografi yang bervariasi juga turut menghambat proses pemadatan di beberapa lokasi. Dari hasil analisis dapat disimpulkan bahwa keberhasilan pemadatan tanah dasar sangat bergantung pada pengendalian kadar air mendekati nilai optimum, keseragaman material urugan, serta konsistensi penerapan metode pemadatan di lapangan. Untuk meningkatkan mutu pekerjaan tanah dasar, direkomendasikan agar dilakukan pemadatan ulang (re-compaction) pada titik dengan nilai kepadatan di bawah standar, disertai pengawasan teknis yang lebih ketat selama proses pemadatan berlangsung. Selain itu, perlu diterapkan sistem pemantauan kadar air dan tekanan alat pemadat secara periodik atau real time, guna memastikan seluruh area pemadatan mencapai derajat kepadatan yang seragam dan sesuai spesifikasi

teknis. Penerapan langkah-langkah tersebut diharapkan dapat meningkatkan daya dukung tanah dasar, memperpanjang umur layanan perkerasan, serta menjamin stabilitas struktur jalan, khususnya pada wilayah tropis lembap seperti Kabupaten Banggai.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adenora, N., Afriani, L., Iswan, I., & Putra, A. D. (2021). Perbandingan nilai derajat kepadatan tanah metode Standard Proctor dengan alat uji tekan modifikasi dan uji Sand Cone di lapangan. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, 9(4), 482828.
- Agustin, M. (2022). Analisis perbandingan tebal perkerasan lentur metode Analisa Komponen Bina Marga dengan metode desain perkerasan jalan MDPJ 2017 (studi kasus: Jalan Kurai Mudiak Liki Suliki). *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1(2), 69–73.
- Anisarida, A. A., Hafudiansyah, E., & Kurniawan, E. (2020). Perencanaan tebal perkerasan ruas jalan A di Kabupaten Lebak. *Jurnal Teknik Sipil Cendekia (JTSC)*, 1(1), 1–14.
- Badan Standardisasi Nasional. (1992). *SNI 03-2828-1992: Metode pengujian kepadatan lapangan dengan alat konus pasir*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *SNI 1742-2008: Tata cara pengujian kadar air tanah*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2011). *SNI 03-2828-2011: Metode uji densitas tanah di tempat (lapangan) dengan alat konus pasir*. Jakarta: BSN.
- Bamher, B. G. (2020). *Analisis tebal perkerasan lentur menggunakan metode manual desain perkerasan jalan 2017 pada proyek jalan baru batas kota Singaraja–Mengwitani, Buleleng* (Doctoral dissertation, Universitas Atma Jaya Yogyakarta).
- Brata, A., & Siregar, C. A. (2021). Perbandingan pemadatan tanah Gunung Hejo Kabupaten Purwakarta pada pengujian secara lapangan dan laboratorium menggunakan metode A. *Sistem Infrastruktur Teknik Sipil (SIMTEKS)*, 1(1), 64–73.
- Diana, W., Hartono, E., Muntohar, A. S., & Wulandary, K. (2022). Evaluasi pemadatan tanah pada proyek pembangunan gedung. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 28(1), 1–8.
- Fahrizal, Y., Saputro, Y. A., & Rochmanto, D. (2022). Analisis kepadatan tanah pada akses jalan conveyor PLTU TJB Unit 3, 4 dengan menggunakan standar AASHTO T 191. *Jurnal Civil Engineering Study*, 2(1), 44–49.
- Ferdiana, F. C., Hatmoko, J. U. D., & Setiadj, B. H. (2023). Pengaplikasian tingkatan sistem manajemen mutu pada proyek konstruksi (Quality Inspection, Quality Control, Quality Assurance, dan Total Quality Management). *Journal of Syntax Literate*, 8(7).
- Hadijah, I. (2015). Analisis kepadatan lapangan dengan sand cone pada kegiatan peningkatan struktur Jalan Tegineneng–Batas Kota Metro. *Jurnal Tapak*, 4(2), 87–92.
- Hardiyatmo, H. C. (2002). *Craig & Susilo (1989:72)*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Iqbal, F. M., & Zhafirah, A. (2022). Evaluasi kepadatan tanah timbunan dengan Sand Cone. *Jurnal*

- Konstruksi*, 20(2), 228–233.
- Joseph, B. (1996). *Foundation analysis and design*. New York: Civil Engineering Materials Press.
- Leweherilla, N. M., Amahoru, J., & Kelbulan, M. (2022). Analisis perencanaan tebal perkerasan lentur dengan menggunakan metode Manual Desain Perkerasan (MDP) 2018 pada ruas jalan Desa Lauran Kecamatan Tanimbar Selatan Kabupaten Kepulauan Tanimbar. *Manumata: Jurnal Ilmu Teknik*, 8(1), 20–27.
- Mahajana, A. N., Salim, A., & Putra, I. N. D. P. (2025). Kepadatan tanah timbunan menggunakan metode Sand Cone pada proyek pembangunan Jalan Lintas Selatan (JLS) Lot 2 Bululawang–Sidomulyo–Tambakrejo. *Jurnal Talenta Sipil*, 8(1), 367–373.
- Meuthia, S., Suraji, A., & Hidayat, B. (n.d.). Evaluasi penerapan spesifikasi Bina Marga 2018 untuk pelaksanaan lapisan perkerasan lentur.
- Minmahaddun, A. (2025). Analisis efektivitas pematatan tanah berdasarkan uji laboratorium dan lapangan pada pekerjaan timbunan tanah di Sulawesi Tenggara. *Jurnal Aspirasi Teknik Sipil*, 3(1), 20–30.
- Nuraini, I., Viola, B. O., Putra, P. P., & Widiyanto, R. (2025). Peningkatan pengendalian mutu pekerjaan bored pile dan timbunan proyek pembangunan jalan tol. *Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat*, 3(1), 64–71.
- Nurokhan, N., Suharyanto, I., Subagyo, S., & Purnomo, J. (2024). Evaluasi keterlibatan mahasiswa dan alumni dalam pekerjaan pengendalian mutu lapisan aspal beton di Kulon Progo. *Gemi: Jurnal Penelitian dan Pengabdian*, 3(2), 99–108.
- 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. *SIPILART (Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur)*, 1(1), 27–46.
- Permatasari, S. (2018). Analisa kepadatan lapangan menggunakan metode konus pasir (Sand Cone) pada Desa Sembelimbangan Kabupaten Kota Baru. *Jurnal Teknik Sipil*, 8(1), 20–25.
- Prasetyo, H., Poernomo, Y. C. S., & Candra, A. I. (2020). Studi perencanaan perkerasan lentur dan rencana anggaran biaya (pada proyek ruas jalan Karangtalun–Kalidawir Kabupaten Tulungagung). *Jurnal Manajemen Teknologi Teknik Sipil*, 3(2), 347–361.
- Pratama, S. A. M., Yudhistira, A. K., & Fauzan, S. A. (2025). Evaluasi kepadatan tanah dengan metode penggantian volume air pada sumur uji di proyek jalan tol Probolinggo–Banyuwangi Paket 3. *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, 4(3), 5672–5682.
- Rahmawati, A., Aldiansyah, F., & Setiawan, D. M. (2021). Desain tebal perkerasan lentur jalan menggunakan program Kenpave di ruas jalan Maospati–Sukomoro, Kabupaten Magetan, Jawa Timur. *Bulletin of Civil Engineering*, 1(1), 29–32.
- Safrina, S., Wiqoyah, Q., & Nuswantoro, D. (2023, May). Analisis kepadatan lapangan menggunakan uji Sand Cone pada proyek peningkatan ruas Jalan Keyongan–Batas Kab. Sragen R.205. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil UMS* (pp. 355–360).
- Saraswati, D. S., & Prabawati, N. P. A. (2024). Evaluasi proses quality control fasilitas di Bandar Udara I Gusti Ngurah Rai berdasarkan PM Nomor 41 Tahun 2023. *Socio-political Communication and Policy Review*, 1(4), 65–70.
- Siregar, R. D., Sarifah, J., & Tanjung, D. (2021). Analisa kepadatan tanah menggunakan metode sand cone pada pembangunan relokasi Jalan Bendungan Lau Simeme Paket II Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara. *Buletin Utama Teknik*, 16(2), 157–162.
- Sirait, F. O. S., & Elvina, I. (2020). Perencanaan tebal perkerasan lentur (flexible pavement) menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Tahun 2017. *Jurnal Teknika: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Keteknikaan*, 3(2), 186–197.
- Supriadi, S., Said, L. B., & Alifuddin, A. (2024). Kajian tebal lapis permukaan dengan metode Manual Desain Perkerasan Jalan dan metode AASHTO: Perkerasan preservasi jalan ruas Maros–Pangkep. *Jurnal Flyover*, 4(2), 257–264.
- Wijaya, M. F., Lau, D., Ridwan, A., Zikri, N. F., & Khairunas, K. (2025, October). Analisis kepadatan tanah timbunan untuk jalan akses proyek (studi kasus: Kabupaten Siak). In *Jurnal Forum Teknik Sipil (J-ForTekS)* (Vol. 5, No. 2, pp. 58–65).
- Yunianta, A., Astari, M. D., Rochmawati, R., Sila, A. A., Widiati, I. R., Lapian, F. E. P., & Mabui, D. S. S. (2022). *Pengujian tanah di laboratorium*. Tohar Media.