

Kepadatan Tanah Timbunan Menggunakan Metode *Sand cone* Pada Proyek Pembangunan Jalan Lintas Selatan (JLS) Lot 2 Bululawang – Sidomulyo – Tambakrejo

Adam Niestera Mahajana^{1*}, Abdurrosid Salim², I Nyoman Dita Pahang Putra³

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Surabaya-6-249, Indonesia¹

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Surabaya-60249, Indonesia^{2,3}

ARTICLE INFO

Kata Kunci:

Jalan Lintas Selatan (JLS), *Sand Cone*, Tanah Timbunan, Kepadatan Tanah.

*Correspondence email:

21035010115@student.upnjatim.ac.id

Submitted: 08-01-2025

Revised: 30-01-2025

Accepted: 08-02-2025

Published: 08-02-2025

ABSTRAK

Pembangunan jalan memiliki peran penting dalam mendukung mobilitas masyarakat dan pertumbuhan ekonomi. Pembangunan Jalan Lintas Selatan (JLS) merupakan salah satu upaya yang dirancang untuk meningkatkan konektivitas wilayah selatan Pulau Jawa. Pada segmen Bululawang – Sidomulyo – Tambakrejo, kualitas pekerjaan konstruksi jalan menjadi prioritas utama untuk memastikan keamanan, daya tahan, dan efisiensi transportasi. Pembangunan JLS memiliki relevansi yang kuat dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan atau *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya tujuan ke-17, yaitu *Partnerships for the Goals* dengan melibatkan berbagai pihak dalam kesuksesan pembangunannya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis apakah tanah timbunan pada Jalur Lintas Selatan Lot 2 memenuhi persyaratan atau tidak. Proses pengerjaan tanah timbunan merupakan salah satu aspek penting karena kepadatan tanah timbunan berperan langsung dalam menentukan stabilitas dan daya dukung struktur jalan. Metode penelitian diawali dengan studi pustaka, diikuti pengumpulan data sekunder, pengamatan lapangan, dan pengujian kepadatan dengan menggunakan pasir kuarsa dan alat *Speedy Moisture Tester* untuk pengecekan kadar air. Hasil pengujian *sand cone* pada titik STA 11+725 R, STA 11+750 L, dan STA 11+775 R menunjukkan bahwa semua titik memenuhi kriteria kepadatan minimum 95%, dengan kepadatan lapangan antara 97,46% hingga 98,24% dari kepadatan kering maksimum (MDD). Meskipun kadar air pada STA 11+725 R sedikit di luar rentang penerimaan, titik lainnya memenuhi kriteria kadar air yang diizinkan. Pengujian dilakukan mengacu pada SNI 03-2828-1992 dan SNI 1742-2008, yang memastikan kualitas pemadatan tanah timbunan sesuai standar teknis.

ABSTRACT

The construction of roads plays a crucial role in supporting public mobility and economic growth. The development of the South Java Road (JLS) is one of the initiatives designed to enhance connectivity in the southern region of Java Island. On the Bululawang – Sidomulyo – Tambakrejo segment, the quality of road construction work is a top priority to ensure safety, durability, and transportation efficiency. The development of JLS is strongly aligned with the Sustainable Development Goals (SDGs), particularly Goal 17, Partnerships for the Goals, involving various parties in ensuring the success of the project. The embankment soil work is a critical aspect, as the compaction of embankment soil directly influences the stability and load-bearing capacity of the road structure. The research methodology started with a literature review, followed by secondary data collection, field observations, and compaction testing using quartz sand and a Speedy Moisture Tester to verify moisture content. The results of the sand cone test at STA 11+725 R, STA 11+750 L, and STA 11+775 R indicate that all points met the minimum compaction criterion of 95%, with field compaction ranging from 97.46% to 98.24% of the maximum dry density (MDD). Although the moisture content at STA 11+725 R was slightly outside the acceptable range, the other points met the allowable moisture content criteria. The testing was conducted in accordance with SNI 03-2828-1992 and SNI 1742-2008, ensuring that the embankment soil compaction quality meets the technical standards.

Keywords:

South Java Road (JLS), *Sand Cone*, Embankment Soil, Soil Compaction.

PENDAHULUAN

Pembangunan jalan memiliki peran penting dalam mendukung mobilitas masyarakat dan pertumbuhan ekonomi. Pembangunan Jalan Lintas Selatan (JLS) merupakan salah satu upaya yang dirancang untuk meningkatkan konektivitas wilayah selatan Pulau Jawa. Pada segmen Bululawang – Sidomulyo – Tambakrejo, kualitas pekerjaan

konstruksi jalan menjadi prioritas utama untuk memastikan keamanan, daya tahan, dan efisiensi transportasi. Salah satu aspek penting dalam pembangunan jalan adalah proses pengerjaan tanah timbunan. Kepadatan tanah timbunan berperan langsung dalam menentukan stabilitas dan daya dukung struktur jalan (Rizal Fahtoni, 2023). Timbunan memerlukan pemadatan tanah agar dapat benar-benar kuat dan stabil terhadap beban struktur maupun beban non struktur (Setiyanto et al., 2021). Pengujian kepadatan tanah timbunan dilakukan sebagai bagian dari pengendalian kualitas. Tanah dapat dianggap padat jika derajat kepadatannya melebihi 95%, sehingga pekerjaan konstruksi jalan dapat diteruskan ke tahap berikutnya (Ikbal & Zhafirah, 1992). Pemadatan tanah selalu berkaitan erat dengan kadar air. Kadar air juga memiliki dampak besar pada kepadatan tanah yang dapat dicapai dari tanah tersebut. Faktor lain yang dapat mempengaruhi kepadatan yaitu jenis tanah dan seberapa padat tanah telah dikerjakan (Sukarmi et al., 2023). Pada kadar air tertentu akan tercapai kondisi kepadatan maksimum dengan pori tanah yang paling rendah (Hadijah, 2015). Metode yang digunakan ada 2 jenis pengujian yaitu uji lapangan dan uji laboratorium. Pada pengujian tanah dilapangan dapat menggunakan uji *sand cone*, sedangkan untuk uji laboratorium dapat menggunakan uji dengan standard proktor (Adenora, 2021). Metode *sand cone* ialah salah satu bentuk uji lapangan yang dapat digunakan untuk mengevaluasi berat isi kering kepadatan tanah asli atau sebagai hasil dari operasi pemadatan baik pada tanah kohesif maupun tanah non-kohesif (Wicaksana & Djati Wibowo, 2024).

Pembangunan infrastruktur jalan seperti JLS juga memiliki relevansi yang kuat dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan atau *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya tujuan ke-17, yaitu *Partnerships for the Goals*. Proyek JLS bukan hanya sekadar pembangunan fisik, tetapi juga mencerminkan kolaborasi antara berbagai pihak, mulai dari pemerintah pusat, pemerintah daerah, kontraktor, konsultan, hingga masyarakat setempat. Kemitraan yang terjalin antar semua pihak ini tidak hanya bertujuan untuk menyelesaikan proyek sesuai dengan waktu dan anggaran yang telah ditetapkan, tetapi juga untuk memastikan bahwa proyek ini memberikan manfaat jangka panjang bagi masyarakat, serta mendukung pengembangan wilayah yang berkelanjutan. Tujuan tersebut menekankan pentingnya kerja sama dari berbagai pemangku kepentingan, baik di tingkat lokal, nasional, serta internasional. Melalui peningkatan kerjasama, perlindungan lingkungan dan pembangunan berkelanjutan dapat diperkuat dengan menggerakkan sumber daya, pertukaran pengetahuan, dorongan terhadap inovasi teknologi ramah lingkungan, serta peningkatan kapasitas (Ramadani et al., 2024). Keberhasilan proyek JLS ini diharapkan tidak hanya menciptakan infrastruktur berkualitas, tetapi juga berkontribusi pada peningkatan kesejahteraan masyarakat sekitar, melalui lapangan pekerjaan, peningkatan aksesibilitas, dan pertumbuhan ekonomi lokal.

Pembahasan dalam tulisan ini akan mengupas analisis hasil pengujian kepadatan tanah timbunan yang dilakukan dengan metode *sand cone* pada segmen Bululawang – Sidomulyo – Tambakrejo dalam proyek pembangunan JLS. Uji *sand cone* bertujuan untuk menentukan tingkat kepadatan tanah di lapangan dan kepadatan relatif tanah (%) terhadap kepadatan tanah dari hasil pengujian yang telah dilakukan di laboratorium atau hasil pemadatan kompaksi berdasarkan ketentuan di ASTM D-1556 dan SNI 03-2828-1992 (Safrina et al., 2023). Proses pengujian, analisis data hasil uji, serta evaluasi terhadap standar kepadatan yang ditetapkan akan dibahas secara rinci. Karena semakin tinggi tingkat kepadatan dan nilai daya dukung lapisan, maka semakin baik kekokohan dan kestabilan dari konstruksi tersebut (Akbar et al., 2021). Diharapkan, hasil analisis ini dapat memberikan gambaran yang jelas tentang kualitas tanah timbunan yang digunakan dalam proyek, serta memperkuat dasar bagi pelaksanaan konstruksi jalan yang memenuhi standar teknis yang berlaku. Selain itu, pembahasan ini juga bertujuan untuk menunjukkan bagaimana proyek ini dapat mendukung pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs) 17, dengan mengedepankan prinsip kemitraan yang berkelanjutan dalam setiap tahapannya.

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif dengan melakukan pengujian dilapangan dan di laboratorium. Tahap penelitian dimulai dari studi literatur dari penelitian terdahulu dan standar pengujian sebagai landasan. Tahap selanjutnya yaitu pengambilan sampel tanah untuk pengujian kepadatan di laboratorium yaitu dengan uji proktor untuk mengetahui hubungan antara kadar air optimum dan derajat kepadatan tanah. Pengumpulan data terdiri dari data sekunder, yang mencakup spesifikasi dari hasil uji laboratorium, pengamatan langsung di lapangan, dan pengujian menggunakan metode *sand cone* lapis pondasi agregat dengan pengecekan kadar air menggunakan *Speedy Moisture Tester* (Febriana et al., 2024). Pengujian pemadatan standar proktor dilakukan terhadap tanah asli dan setiap campuran lempung– pasir mengikuti prosedur SNI 1742-2008. Lima sampel dipersiapkan dengan kadar air yang diperkirakan berdasarkan batas plastis dan batas cair. Pemadatan dilakukan terhadap sampel yang telah dimasukkan ke dalam cetakan berdiameter 104 mm dengan 25 pukulan pada tiga lapisan. Dalam hal ini palu pemadat dengan berat 2,5 kg di jatuhkan dari ketinggian 300 mm ke atas sampel tanah. Setelah selesai proses pemadatan, sampel dikeluarkan, di timbang dan diukur volumenya. Kemudian pengujian kadar air dilakukan terhadap contoh yang diambil di beberapa bagian sampel. Kadar air ditentukan mengikuti prosedur SNI 1965-2008. Berat kering tanah ditentukan berdasarkan berat dan volume tanah serta kadar air. Berat isi kering di plot terhadap kadar air untuk menentukan berat isi kering maximum (*Maximum dry density*, MDD) serta kadar air optimum (Fardyansah & Gofar,

2020). Waktu pelaksanaan *sand cone test*, penting untuk mempertimbangkan kondisi cuaca, karena intensitas hujan yang tinggi dapat mengganggu proses pengujian. Hujan dapat mengakibatkan tanah menjadi basah, sehingga pengujian kepadatan tidak dapat dilakukan jika titik uji terendam air (Permatasari, 2018). Pengujian kepadatan tanah menggunakan metode *sand cone* berdasar pada SNI 03-2828-1992, sedangkan pengujian kepadatan tanah di laboratorium mengacu pada SNI 1742-2008 (Upomo & Sukoco, 2024). Setelah melakukan kedua pengujian tersebut (*Proctor Test* dan *Sand Cone Test*) dan telah mendapatkan hasil tersebut disesuaikan dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang ditetapkan pada pengujian pemadatan tanah. Kedua pengujian tersebut dilakukan untuk mencari nilai kepadatan derajat kepadatan tanah (Yudistira et al., 2016).

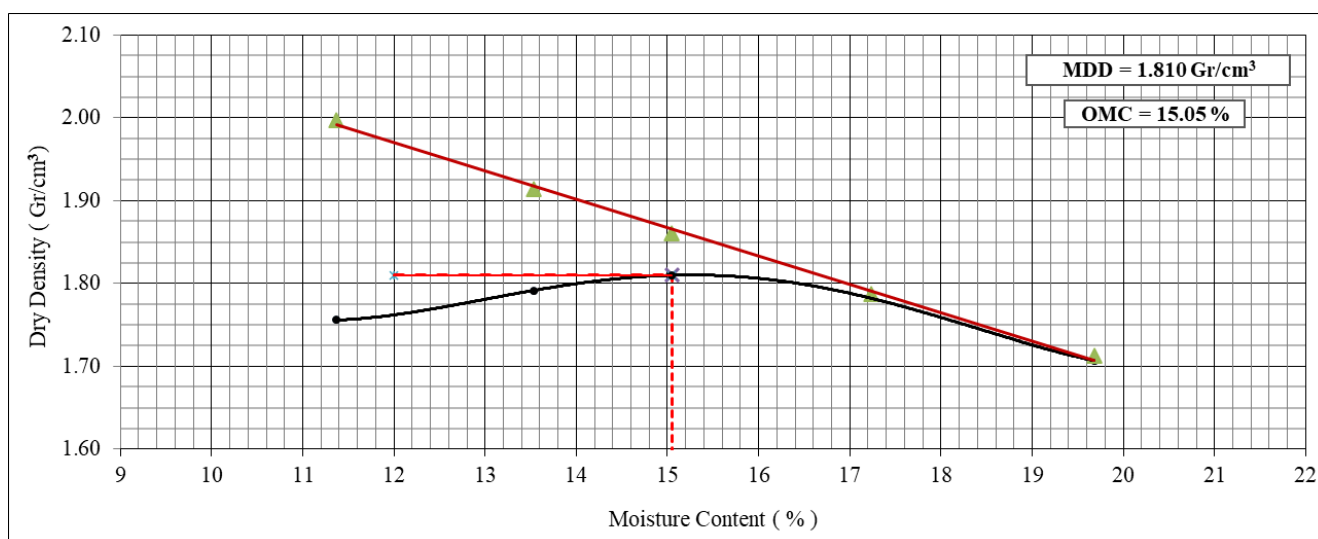
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian kepadatan tanah timbunan di lapangan dengan metode *sand cone* memerlukan nilai kepadatan kering maksimum dan kadar air optimum sebagai acuan untuk menentukan apakah kepadatan tanah yang dicapai memenuhi standar yang telah ditetapkan. Pengujian kepadatan laboratorium dilakukan dengan metode uji proktor dilakukan untuk menentukan kadar air optimal (*Optimum Moisture Content* atau OMC) dan kepadatan kering maksimum (*Maximum Dry Density* atau MDD) tanah yang dapat dicapai melalui pemadatan. Dari pengujian proktor yang telah dilaksanakan, didapatkan hasil seperti pada Tabel 1 dan grafik pada gambar 1 berikut:

Tabel 1 Data Pengujian Kepadatan Laboratorium (Uji Proktor)

Nomor Sampel	1	2	3	4	5
Berat tanah basah dan cetakan	10284	10446	10545	10559	10464
Berat cetakan	6259	6259	6259	6259	6259
Berat tanah basah	4025	4187	4286	4300	4205
Volume cetakan	2058.36	2058.36	2058.36	2058.36	2058.36
Berat isi basah	1.955	2.034	2.082	2.089	2.043
Berat isi kering	1.756	1.792	1.810	1.783	1.710
Water Content					
Nomor sampel	1	2	3	4	5
Berat tanah basah dan wadah	45.62	48.25	46.32	47.21	43.85
Berat tanah kering dan wadah	42.49	44.29	42.22	42.48	39.14
Berat air	3.13	3.96	4.10	4.73	4.71
Berat wadah	14.96	15.03	14.97	15.04	15.21
Berat kering tanah	27.53	29.26	27.25	27.44	23.93
<i>Moisture Content</i>	11.37	13.53	15.05	17.24	19.68

Sumber: Data Laboratorium PT.PP – WASKITA – SMU,JV 2024



Gambar 1 Grafik Pengujian Proktor

Sumber: Data Laboratorium PT.PP – WASKITA – SMU,JV 2024

Data pengujian pengujian proktor dari laboratorium dilakukan analisis sehingga didapatkan hasil nilai *Optimum Moisture Content* (OMC) dan *Maximum Dry Density* (MDD). Uraian contoh analisis data pengujian proktor pada sampel 3 adalah sebagai berikut:

Berat tanah basah = berat tanah basah dan cetakan – berat cetakan

$$\begin{aligned}
 &= 10545 - 6259 \\
 &= 4286 \text{ gram} \\
 \text{Berat isi basah} &= \frac{\text{berat tanah basah}}{\text{volume cetakan}} \\
 &= \frac{4286}{2058.36} \\
 &= 2.082 \text{ gram/cm}^3 \\
 \text{Berat air} &= \text{berat tanah basah dan wadah} - \text{berat tanah kering dan wadah} \\
 &= 46.32 - 42.22 \\
 &= 4.10 \text{ gram} \\
 \text{Berat kering tanah} &= \text{berat tanah kering dan wadah} - \text{berat wadah} \\
 &= 42.22 - 14.97 \\
 &= 27.25 \text{ gram} \\
 \text{Moisture Content} &= \left(\frac{\text{berat kering tanah}}{\text{berat air}} \times 100 \right) \% \\
 &= \left(\frac{27.25}{4.10} \times 100 \right) \% \\
 &= 15.05\% \\
 \text{Berat isi kering} &= \frac{\text{berat isi basah}}{1 + \frac{\text{moisture Content}}{100}} \\
 &= \frac{2.082}{1 + \frac{15.05}{100}} \\
 &= 1.810 \text{ gram/cm}^3
 \end{aligned}$$

Hasil pengujian proktor didapatkan nilai *Optimum Moisture Content* (OMC) sebesar 15,05% menunjukkan bahwa tanah memerlukan kadar air yang relatif tinggi untuk mencapai kepadatan maksimum. Nilai *Maximum Dry Density* (MDD) sebesar 1,810 gr/cm³ merepresentasikan kepadatan kering maksimum yang dapat dicapai tanah pada kondisi OMC, yang menjadi acuan penting untuk memastikan kualitas pemadatan di lapangan.

Nilai MDD 95% sebesar 1,719 gr/cm³ menjadi batas minimum kepadatan kering yang harus dicapai untuk memenuhi standar pemadatan. Dalam pelaksanaan di lapangan, pemadatan tanah harus dilakukan pada kadar air yang mendekati OMC agar dapat mencapai kepadatan maksimum. Kepadatan aktual yang berada di bawah nilai 95% MDD mengindikasikan perlunya tindakan pemadatan ulang atau pengendalian kadar air yang lebih baik. Parameter-parameter ini sangat penting untuk memastikan stabilitas dan daya dukung tanah timbunan, sehingga mampu mendukung konstruksi jalan dengan kualitas yang sesuai spesifikasi teknis dan memiliki daya tahan yang optimal.

Tabel 2 Hasil Kalibrasi Alat Sand cone

Jenis Pengujian	Hasil Pengujian
Berat pasir dalam corong (gram)	1681
Berat isi pasir (gram/cm ³)	1.475

Sumber: Data Laboratorium PT.PP – WASKITA – SMU,JV 2024

Hasil kalibrasi peralatan *sand cone* pada Tabel 2 menunjukkan bahwa berat pasir dalam corong adalah 1681 gram, dengan berat isi pasir sebesar 1,475 gram/cm³. Berat pasir dalam corong digunakan sebagai parameter untuk menentukan volume pasir yang keluar selama pengujian, sedangkan berat isi pasir merepresentasikan kerapatan material pasir dalam kondisi tertentu. Kalibrasi ini bertujuan untuk memastikan keakuratan volume pasir yang digunakan dalam pengujian kepadatan tanah di lapangan.

Tabel 3 Data Pengujian Kepadatan Lapangan

Titik Pengujian	A	B	C	D	Kadar Air
	gr	gr	gr	gr	%
STA 11+725 R	7642	3210	3803	10	14.5
STA 11+750 L	7625	3242	3726	10	15
STA 11+775 R	7586	3225	3684	10	15.0

Sumber: Data Laboratorium PT.PP – WASKITA – SMU,JV 2024

Keterangan:

- A = Berat pasir + corong + botol sebelum digunakan (gram)
- B = Berat pasir + corong + botol sesudah digunakan (gram)
- C = Berat agregat + wadah (gram)

D = Berat wadah (gram)

Data pengujian lapangan yang telah dikumpulkan kemudian dilakukan analisis untuk memperoleh parameter-parameter yang dibutuhkan sehingga didapatkan hasil derajat kepadatan tanah timbunan. Uraian contoh perhitungan kepadatan pada STA 11+725 R adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Berat pasir dalam corong dan lubang (W1)} &= A - B \\
 &= 7642 - 3210 \\
 &= 4432 \text{ gram} \\
 \text{Berat pasir dalam lubang (W2)} &= W1 - \text{Berat pasir dalam corong} \\
 &= 4432 - 1681 \\
 &= 2751 \text{ gram} \\
 \text{Volume lubang (V)} &= \frac{W2}{\text{Berat isi pasir}} \\
 &= \frac{2751}{1.475} \\
 &= 1865.085 \text{ cm}^3 \\
 \text{Berat tanah (W3)} &= C - D \\
 &= 3803 - 10 \\
 &= 3793 \text{ gram} \\
 \text{Berat isi basah tanah (Y}_w\text{)} &= \frac{W3}{V} \\
 &= \frac{3793}{1865.085} \\
 &= 2.034 \text{ gram/cm}^3 \\
 \text{Berat isi kering tanah (Y}_d\text{)} &= \frac{Y_w}{1 + \frac{\text{Kadar air}}{100}} \\
 &= \frac{2.034}{1 + \frac{14.5}{100}} \\
 &= 1.776 \text{ gram/cm}^3 \\
 \text{Derajat kepadatan (\%)} &= \frac{Y_d}{\text{MDD}} \times 100 \\
 &= \frac{1.776}{1.810} \times 100 \\
 &= 98.12\%
 \end{aligned}$$

Hasil analisis kepadatan tanah timbunan pada STA 11+725 R menggunakan metode *sand cone* menunjukkan bahwa derajat kepadatan yang diperoleh adalah sebesar 98.12%. Hal ini mengindikasikan bahwa pemadatan di lapangan telah memenuhi nilai kepadatan minimum untuk tanah timbunan yaitu sebesar 95%.

Data pengujian lapangan yang telah dikumpulkan kemudian dilakukan pada STA 11+725 – STA 11+775 dengan pengambilan titik secara zig-zag. Hasil pengujian yang tertera pada Tabel 3 di dilakukan analisis dan diperoleh parameter-parameter yang dibutuhkan sehingga didapatkan hasil derajat kepadatan tanah timbunan seperti pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4 Hasil Analisis Derajat Kepadatan Tanah Timbunan

Titik Pengujian	Kadar Air %	OMC %	Berat Isi		Hasil Kepadatan %	Kepadatan Minimum %
			Lapangan gr/cm ³	Laboratorium gr/cm ³		
STA 11+725 R	14.5	15.05	1.776	1.810	98.12	95
STA 11+750 L	15.0	15.05	1.764	1.810	97.46	95
STA 11+775 R	15.0	15.05	1.778	1.810	98.24	95

Sumber: Data Laboratorium PT.PP – WASKITA – SMU, JV 2024

Hasil pengujian *sand cone* pada Tabel 4, tanah timbunan menunjukkan bahwa setiap titik pengujian di STA 11+725 R, STA 11+750 L, dan STA 11+775 R telah memenuhi kriteria kepadatan minimum sebesar 95% sesuai dengan spesifikasi teknis yang berlaku. Pada titik STA 11+725 R, kadar air lapangan sebesar 14,5% menghasilkan kepadatan lapangan sebesar 1,776 gr/cm³, atau 98.12% dari kepadatan kering maksimum (MDD) di laboratorium. Di titik STA 11+750 L, kadar air lapangan sebesar 15% berada dalam rentang penerimaan dan sesuai dengan kadar air optimum (OMC), menghasilkan kepadatan lapangan sebesar 1,764 gr/cm³ atau setara dengan 97,46% dari MDD. Sementara itu, di STA 11+775 R, kadar air lapangan juga berada pada 15%, berada dalam rentang penerimaan, menghasilkan kepadatan lapangan sebesar 1,778 gr/cm³, dengan tingkat kepadatan sebesar 98,24% dari MDD. Proses

pengujian ini dilakukan mengacu pada SNI 03-2828-1992 tentang pengujian kepadatan tanah di lapangan menggunakan metode *sand cone*. Standar ini memastikan bahwa metode pengukuran volume lubang menggunakan pasir standar dilakukan secara akurat. Selain itu, pengujian laboratorium untuk menentukan kepadatan kering maksimum dan kadar air optimum dilakukan sesuai dengan SNI 1742-2008 tentang uji kepadatan tanah dengan proktor. Hasil pengujian menunjukkan bahwa meskipun kepadatan tanah di seluruh titik pengujian memenuhi standar minimum.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian *sand cone* pada tanah timbunan di titik STA 11+725 R, STA 11+750 L, dan STA 11+775 R, dapat disimpulkan bahwa seluruh titik pengujian telah memenuhi kriteria kepadatan minimum sebesar 95%, sesuai dengan spesifikasi teknis yang berlaku. Kepadatan lapangan yang tercapai berkisar antara 97,46% hingga 98,24% dari kepadatan kering maksimum (MDD), menunjukkan kualitas pemadatan yang baik. Meskipun kadar air pada titik STA 11+725 R sedikit berada di luar rentang penerimaan yang diizinkan (berada di bawah batas bawah OMC), titik lainnya (STA 11+750 L dan STA 11+775 R) memenuhi kriteria kadar air yang diizinkan, sehingga pemadatan tanah pada titik-titik tersebut dapat dianggap sesuai dengan standar. Proses pengujian mengacu pada standar SNI 03-2828-1992 dan SNI 1742-2008, yang menjamin keakuratan dalam pengukuran kepadatan tanah di lapangan dan penentuan kadar air optimum. Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa tanah timbunan pada proyek ini telah dipadatkan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adenora, N. (2021). *Perbandingan Nilai Derajat Kepadatan Tanah Metode Standard Proctor dengan Alat Uji Tekan Modikasi dan Uji Sand Cone di Lapangan Pengertian tanah sudah sangat umum dan luas , dalam ilmu teknik sipil dapat diartikan bahwa tanah merupakan material yang terdi*. 9(4), 739–748.
- Akbar, S. J., Burhanuddin, B., & Jufriadi, J. (2021). HUBUNGAN NILAI CBR DAN SAND CONE LAPISAN PONDASI BAWAH PADA PERKERASAN LENTUR JALAN. *Teras Jurnal : Jurnal Teknik Sipil*, 5(1). <https://doi.org/10.29103/tj.v5i1.4>
- Fardyansah, Y., & Gofar, N. (2020). Pengaruh Penambahan Pasir Terhadap Daya Dukung Subgrade Jalan. *Cantilever: Jurnal Penelitian Dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, 9(2), 63–68. <https://doi.org/10.35139/cantilever.v9i2.42>
- Febriana, D., Handy Dwi Adityawan, M., & Artikel, I. (2024). Evaluasi Lapis Pondasi Agregat Kelas A (LPA) Dengan Menggunakan Metode Sand Cone. *Jurnal Media Konstruksi*, 9(1), 35–44. <https://medkons.uho.ac.id/index.php/journal%0AEvaluasi>
- Hadijah, I. (2015). Analisis kepadatan lapangan dengan sand cone pada kegiatan peningkatan struktur Jalan Tegineneng –Batas Kota Metro. *Tapak*, 4(2), 87–92.
- Ikbal, F. M., & Zhafirah, A. (1992). Evaluasi Kepadatan Tanah Timbunan dengan Sand Cone Test. *Jurnal Konstruksi*, 1, 228–233. <https://jurnal.itg.ac.id/index.php/konstruksi/article/view/1136/976>
- Permatasari, S. (2018). Analisis Kepadatan Lapangan Menggunakan Metode Konus Pasir (Sand Cone) Pada Desa Sebelimbangan Kabupaten Kotabaru. *TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi): Jurnal Program Studi Teknik Sipil*, 8(1), 20–25.
- Ramadani, N., Dwi Febrianti, S., Fauzi Rachman, I., Siliwangi No, J., Tawang, K., Tasikmalaya, K., & Barat, J. (2024). Optimalisasi Literasi Digital oleh Pemerintah untuk Mendukung Agenda SDGs Goals-17: Partnership for The Goals. *Bahasa Dan Budaya*, 2(2), 218–229.
- Rizal Fahtoni, A. S. (2023). Analisis Kepadatan Tanah Menggunakan Sand Cone pada Peningkatan Struktur Jalan di Proyek Rancang dan Bangun Jembatan Akses Melintasi Sungai Cisadane di Kawasan PIK-2 Extention. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta*, 361–366.
- Safrina, S., Wiqoyah, Q., & Nuswantoro, D. (2023). Analisis Kepadatan Lapangan Menggunakan Uji Sand Cone Pada Proyek Peningkatan Ruas Jalan Keyongan - Batas Kab. Sragen R.205. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil 2023 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta*, 355–360.
- Setiyanto, T. T., Yamali, F. R., & Setiawan, A. (2021). Tinjauan Karakteristik Tanah Timbunan Sumber Bahan Di Desa Mendalo Darat Kecamatan Jambi Luar Kota. *Jurnal Talenta Sipil*, 4(2), 176. <https://doi.org/10.33087/talentsipil.v4i2.72>
- Sukarmi, S., Djamluddin, R., & Amir, A. (2023). Analisis Kepadatan Lapis Pondasi Kelas B Menggunakan Metode Sand Cone AASHTO 191-96 (Study Kasus Peningkatan Struktur Jalan Kabu Tunong-Cot Gud). 10(1), 33–36. <https://doi.org/10.21063/JTS.2023.V1001.033-36>
- Upomo, T. C., & Sukoco, I. (2024). Analisis Nilai Kepadatan Lapangan Menggunakan Alat Sandcone Test. August. <https://doi.org/10.30606/aptek.v16i2.2581>
- Wicaksana, A., & Djati Wibowo, G. (2024). Analisa Kepadatan Tanah Menggunakan Sand Cone pada Peningkatan Struktur Tanggul Pantai di Kota Pekalongan. *Jurnal Komposit: Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik Sipil*, 8(1), 67–73.

Adam Niestera Mahajana et al., *Kepadatan Tanah Timbunan Menggunakan Metode Sand cone Pada Proyek Pembangunan Jalan Lintas Selatan (JLS) Lot 2 Bululawang – Sidomulyo – Tambakrejo*

<http://dx.doi.org/10.32832/komposit.v8i1.14637>

Yudistira, Y., Permana, S., & Farida, I. (2016). Analisa Kepadatan Tanah Pada Timbunan Di Saluran Irigasi Dengan Metode Pengujian Proctor Dan Sand Cone. *Jurnal Konstruksi*, 13(1), 1–18.
<https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.13-1.260>