

ANALISIS KEPADATAN LAPANGAN MENGGUNAKAN UJI SAND CONE PADA PROYEK PENINGKATAN RUAS JALAN KEYONGAN - BATAS KAB.SRAGEN R.205

Shera Safrina^{1*}, Qunik Wiqoyah^{2*}, Dian Nuswantoro^{3*}

^{1,2} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta,

³ PT. Surya Jaya Mulya

^{1,2} Jalan Ahmad Yani, Pabelan, Kartasura, Surakarta, Jawa Tengah,

³ Jl. Sultan Hadiwijaya No. 8, Kene, Mangunjiwan, Kec. Demak, Kabupaten Demak, Jawa Tengah

¹ d100190194@student.ums.ac.id, ² qq170@ums.ac.id, ³ Aridedi123@gmail.com

Abstrak

Uji sand cone adalah tes tingkat kepadatan tanah yang dilakukan di lokasi dengan menggunakan pasir Ottawa sebagai tingkat probabilitas kepadatan tanah. Ini karena pasir Ottawa bersih, kering, keras dan bebas pengikat. Sehingga dapat mengalir dengan bebas. Uji sand cone ini perlu dilakukan untuk mengetahui tingkat kepadatan tanah timbunan yang telah dipadatkan yg digunakan sebagai subgrade pada jalan yang terdapat di desa Keyongan, Kecamatan Gabus, Kabupaten Grobogan. Penelitian ini dilakukan dengan metode kuantitatif dimana proses pelaksanaan uji sand cone ini dilakukan berdasarkan pada SNI 03 – 2828 – 1992. Uji sand cone dilakukan untuk menilai apakah hasil pemadatan di lokasi memenuhi standar yang ditetapkan., yaitu sebesar 95% dari kepadatan laboratorium. Tahapan penelitian ini diawali dengan pengumpulan data terkait karakteristik tanah asli desa Keyongan, yang kemudian dilakukan uji sand cone sesuai ketentuan, dan diakhiri dengan analisis data. Berdasarkan salah satu dari kelima sampel yang telah di teliti pada SPOT 7, didapatkan berat volume tanah basah (γ_b) sebesar 2,3 gr/cm³, berat volume tanah kering (γ_d) sebesar 2,2 gr/cm³, kadar air (w) sebesar 5%, dan derajat kepadatan (D) sebesar 105,6% yang terdapat pada STA 4 +450. Sehingga dapat diketahui bahwa tanah dasar atau subgrade yang telah diteliti ini sudah cukup padat atau sudah memenuhi standar spesifikasi yang telah ditentukan.

Kata kunci: Derajat Kepadatan, Kadar Air, Sand Cone, Tanah Dasar.

Abstract

The sand cone test is a site-level soil density test using Ottawa sand as the probability soil density level. This is because Ottawa sand is clean, dry, hard and free of binders. So it can flow freely. This sand cone test needs to be carried out to determine the density of compacted embankment used as a subgrade on roads in Keyongan Village, Gabus District, Grobogan Regency. This research was carried out using a quantitative method where the process of carrying out the sand cone test was carried out based on SNI 03 – 2828 – 1992. The sand cone test was carried out to assess whether the compaction results at the location met the set standard, which was 95% of the laboratory density. The stages of this research began with collecting data related to the characteristics of the original soil of Keyongan village, which was then carried out by a sand cone test according to the provisions, and ended with data analysis. Based on one of the five samples examined at SPOT 7, it was found that the unit weight of wet soil (γ_b) was 2.3 gr/cm³, the unit weight of dry soil (γ_d) was 2.2 gr/cm³, the water content (w) of 5%, and the degree of density (D) of 105.6% which is at STA 4 +450. So that it can be seen that the subgrade or subgrade that has been studied is dense enough or meets the specified standard specifications.

Keywords: Degree of Density, Moisture Content, Sand Cone, Subgrade.

1. PENDAHULUAN

Terjadinya kerusakan tanah dasar atau *subgrade* pada jalan yang terdapat di desa Keyongan, Kecamatan Gabus, Kabupaten Grobogan ini menyebabkan akses jalan bagi masyarakat menjadi terhambat. Sehingga

kebutuhan prasarana berupa perbaikan jalan dan pembukaan jalan baru untuk memenuhi berbagai infrastruktur dan perekonomian masyarakat perlu dilakukan.

Langkah dalam melakukan perbaikan ini dimulai dengan persiapan pekerjaan (pengukuran

dan pemasangan patok STA, mobilisasi, pengujian material bangunan, dan pengendalian lingkungan), pengerjaan galian dan timbunan, penyiapan tanah dasar berupa pemadatan tanah menggunakan alat berat semaksimal mungkin. Langkah selanjutnya yaitu dilanjutkan dengan pengerjaan lapis pondasi atas (LPA), pengerjaan lapis pondasi bawah (LPB), kemudian dilakukan pengecoran yang diakhiri dengan perawatan.

Menurut Skempton (1953), didapatkan nilai *activity* (A) yaitu 1,5. Sedangkan menurut Seed et al (1962) nilai *activity* (A) yaitu 2,24. Dalam kedua kasus tersebut, nilai $A > 1,25$ menjelaskan bahwa tanah kabupaten Grobogan merupakan tanah aktif. Karena nilai PI kabupaten Grobogan sebesar 44,96, sampel tanah asli termasuk ke dalam jenis tanah ekspansif yang diketahui memiliki tingkat pengembangan yang menjadi sangat tinggi. (Sri Prabandiyani Retno Wardan dkk, 2018)

Berdasarkan data tanah (*subgrade*) tersebut maka perlu dilakukan perbaikan pada *subgrade* jalan dengan cara menimbun dengan tanah yg memiliki kualitas yang lebih baik dan kemudian dipadatkan sehingga *subgrade* memiliki daya dukung sesuai yang direncanakan. Setelah dilakukan pemadatan maka perlu dilakukan pengecekan apakah nilai kepadatan maksimum di lapangan sudah sesuai dengan kepadatan maksimum di laboratorium. Untuk mengetahui γ_d lapangan, maka perlu dilakukan uji *sand cone*. Hal ini dilakukan untuk meminimalisir kerusakan struktur jalan.

Analisis kepadatan lapangan dengan menggunakan pengujian *sand cone* ini dilakukan untuk menilai hasil pemadatan di lapangan, apakah sudah memenuhi yang dipersyaratkan dengan spesifikasi 95% dari SNI 03 – 2828 – 1992. (Sylvina Permatasari, 2018)

Oleh karena itu, perlu dilakukannya analisis kepadatan lapangan menggunakan uji *sand cone* pada kegiatan peningkatan ruas jalan Keyongan - batas Kabupaten Sragen R.205 sebagai bahan dalam penelitian ini.

Uji Sand Cone

Uji *sand cone* yaitu suatu pengujian untuk memeriksa tingkat kepadatan tanah yang dilakukan di lapangan dengan bahan utama berupa pasir Ottawa sebagai acuan yang bersifat bersih, kering, keras, serta tidak mempunyai bahan pengikat. Sehingga mampu mengalir tanpa adanya hambatan berarti. Syarat pasir yang digunakan yaitu pasir yang tertahan di saringan nomor 200 dan lolos saringan nomor 10

Ketebalan ukuran lapisan atas tanah untuk metode ini terbatas, yaitu antara 10 – 15 cm. (Ida Hajidah, 2015)

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. Uji *sand cone* menggunakan pasir ottawa yang memiliki berat jenis tetap dalam kondisi apapun. Maka dari itu material pasir ottawa dijadikan sebagai material untuk mengukur tingkat kepadatan di lapangan. (Angga Brata dkk, 2021)

Sifat – Sifat Fisis Tanah

a. Berat Isi Tanah (γ_b)

Berat isi tanah (γ_b) yaitu berat isi tanah yang masih mengandung air. Berat isi tanah disebut juga berat isi tanah basah. Sedangkan berat isi tanah kering (γ_d) merupakan berat isi tanah dalam kondisi yang tidak mengandung air. (SNI 03 – 2929 – 1992)

b. Kadar Air Tanah (w)

Kadar air tanah (w) adalah perbandingan berat air yang terkandung di dalam tanah dengan berat tanah kering yang dilaam pelaksanaan penentuan kadar air ini harus dilakukan di laboratorium. (Sri Prabandiyani Retno Wardani dkk, 2018)

Sifat Mekanis Tanah

Yaitu sifat pada tingkat struktur massa tanah yang dilakukan di bawah tekanan atau gaya yang dilakukan dengan menggunakan metode teknis mekanis.

a. Kepadatan

Kepadatan merupakan suatu proses meningkatnya kepadatan tanah dengan cara memperpendek jarak antarpartikel, sehingga pengurangan volume rongga udara dapat terjadi dan tidak terjadi peningkatan volume air yang berlebih. Sehingga tingkat kepadatan tanah tersebut dapat diketahui dari berat volume kering tanah yang dirapatkan. Elemen yang mempengaruhi kepadatan ini adalah kadar air, jenis tanah, dan upaya pemadatannya. (Angga Brata dkk, 2021)

Pemadatan Tanah

Pemadatan tanah merupakan cara yang dilakukan secara mekanis untuk mengurangi volume pori yang terkandung di dalam tanah, sehingga seluruh volume tanah tersebut menjadi berkurang. Tujuan Pemadatan yaitu meningkatkan kuat dukung tanah, penurunan beban di atasnya menjadi semakin kecil, daya rembesan air ke dalam tanah mengecil, air yang ditampung mengecil sehingga kembang susutnya tanah plastis berkurang.

a. Pemadatan di Laboratorium

Pemadatan ini digunakan untuk mencari hubungan antara berat volume tanah kering (kepadatan) dan kadar air. Proses pemadatan ini terdiri dari 2 pengujian, yaitu dengan *Standar Proctor* dan *Modified Proctor*.

b. Pemadatan di Lapangan

Pemadatan di lapangan ini dilakukan menggunakan mesin gilas yang untuk mendapatkan kepadatan maksimumnya kadar air tanah saat pemadatan dibuat sama atau mendekati kadar air optimum (kurang lebih 2%). (Anto Budi Listyawan dkk, 2017)

Alat yang digunakan untuk memadatkan tanah umumnya yaitu *Vibratory Roller*.

Manfaat dari pemadatan tanah adalah diantaranya :

- Memperbaharui kuat geser tanah.
- Mengurangi kompreibilitas.
- Mengurangi permeabilitas.
- Mengurangi sifat mengembang dan menyusutnya tanah. (Dian Hastari Agustina, 2019)

Tanah Ekspansif

Tanah ekspansif adalah tanah yang komponen utamanya adalah mineral lempung hidrofilik, yang kandungan airnya berubah dan volume tanah bertambah. Dalam kondisi tanah yang seperti ini membuat rusaknya kekuatan struktur bangunan yang menempati tanah tersebut. Diantaranya seperti pondasi, lantai, dan dinding yang retak ini menjadi ciri khas terjadinya kerusakan yang disebabkan oleh tanah ekspansif (*expansif soil*). (Angga Brata dkk, 2021)

Analisa Uji *Sand Cone*

$$a. w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \quad \dots\dots (1)$$

$$b. \gamma_b = \frac{W}{V} \quad \dots\dots (2)$$

$$c. \gamma_d = \frac{W}{100+W} \times 100\% \quad \dots\dots (3)$$

$$d. D = \frac{\gamma_d}{\text{Kepadatan Laboratorium}} \dots\dots (4)$$

Keterangan:

- w = Kadar Air (%)
- W = Berat Tanah (gr)
- W_w = Berat Air (gr)
- W_s = Berat Tanah Kering (gr)
- V = Volume Tanah (cm³)
- γ_b = Berat isi tanah basah (gr/cm³)
- γ_d = Berat isi tanah kering (gr/cm³)
- D = Derajat Kepadatan (%)

2. METODE PENELITIAN

Metode Pelaksanaan Uji *Sand Cone*

Pelaksanaan uji *sand cone* pada proyek ini bertumpu pada SNI 03-2828-1992 berikut.

a. Lokasi titik uji dengan ketentuan sebagai berikut.

- Pengujian kepadatan tidak dapat dilakukan jika titik uji berada di dalam air.
- Uji kerapatan minimal dilaksanakan sebanyak dua kali disetiap titiknya, dengan jarak setiap 50 cm.
- Dalam pengujian, tidak boleh ada getaran.
- Hasil perhitungan dari pengujian ini berupa nilai rata-rata dari pengujian kepadatan ini, dihitung dengan menuliskan bentuk angka yaitu dua desimal.

b. Dalam pelaksanaan penghitungan kadar air tanah, alat yang dipakai berupa oven atau dilakukan penggorengan. Pada pengujian ini, tanah yang masih basah di dalam cawan dicampur cairan spirtus kemudian dibakar hingga benar – benar kering.

c. Bahan pasir yang dipakai disini berupa pasir biasa sesuai dengan syarat yang ditentukan, yaitu pasir harus bersih, kering, keras dan bebas mengalir.

d. Pengisian lubang dengan pasir dengan saksama supaya terpadatkan secara merata.

e. Saat mengganti dengan tipe baru, tentukan dulu berat jenisnya.

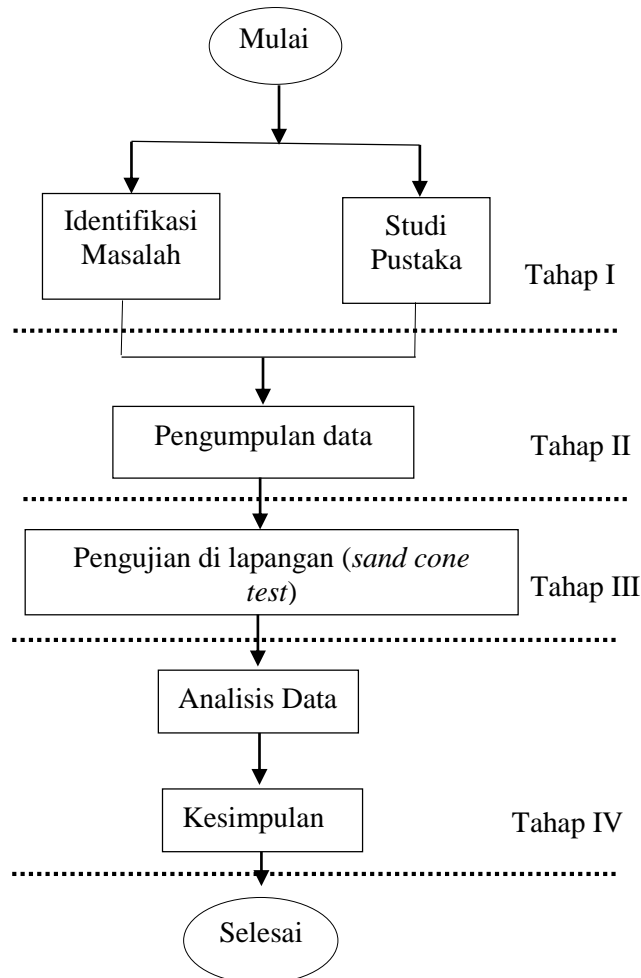
Waktu dan Lokasi Penelitian

Yaitu setiap 7 hari sekali yang setiap pengambilan sampelnya diambil dari lapangan. Lokasi pengambilan sampel di Jalan di Desa Keyongan, Kecamatan Gabus sepanjang 6,075 meter x 4 meter.

Jumlah sampel yang digunakan

Ada lima sampel yang akan diteliti yang terletak pada SPOT 7 dengan masing – masing STA yaitu pada STA 4 + 450, STA 4 +350, STA

4 +250, STA 4 + 150, dan STA 4 + 075 yang datanya diambil berdasarkan Laporan Hasil Uji *Sand Cone* Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Grobogan Tahun 2022. Tahapan pelaksanaan pada pengujian ini yaitu :



Gambar 1. Alur Penelitian

Pengujian Data Lapangan

Dalam pengujian data lapangan, maka langkah pertama yang perlu dilakukan yaitu uji kalibrasi. Peralatan yang akan digunakan untuk pengujian ini harus di kalibrasi terlebih dulu supaya ukuran-ukuran yang didapatkan menjadi akurat dalam pelaksanaan pengujian.

Pengambilan sampel dilakukan disetiap titiknya dengan jarak setiap pengujian lapangan yaitu sebesar 25 meter. Pengambilan sampel ini juga dilakukan dengan menggali timbunan tanah hingga kedalaman 50 cm untuk menentukan nilai kerapatan tanah dengan menggunakan metode *sand cone*.

Kedalaman galian tanah yaitu sebesar 15 cm dari permukaan tanah dengan cara diletakkannya plat

sand cone dengan ketebalan timbunan sebesar ± 80 cm berdasarkan gambar rencana yang telah disepakati, dan kemudian dilakukan pengujian. Dari pengujian ini, kita dapat menentukan nilai kerapatan tanah di lapangan.

Data awal harus dikumpulkan sebelum melakukan uji *sand cone* di lapangan, diantaranya berat botol pasir, berat pasir, dan berat isi pasir dalam corong. (Sylvina Permatasari, 2018)

Pengujian Tanah di Laboratorium

Setelah diperoleh contoh tanah yang didapatkan di lapangan, maka hasil contoh tanah ini diperiksa di laboratorium untuk mendapat nilai kadar air didalamnya. Data yang digunakan dapat berupa sifat fisis tanah dan sifat mekanis tanah. Kedua sifat ini digunakan untuk mendapatkan nilai γ_{dmax} (berat kering lapangan maksimum).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Karakteristik Tanah Asli

Nilai berat isi tanah basah (γ_b) kabupaten Grobogan sebesar 1,694 gr/cm^3 . Nilai berat isi tanah kering (γ_d) yaitu sebesar 1,253 gr/cm^3 . (Sri Prabandiyani Retno Wardani dkk, 2018)

Kadar air di Kabupaten Grobogan didapatkan sebesar 35,130 %. (Sri Prabandiyani Retno Wardani dkk, 2018)

Sedangkan tanah yang ada pada kabupaten Grobogan merupakan jenis tanah dengan daya dukung yang rendah. nilai CBR tanah kabupaten Grobogan sebesar 1-3 %. Semakin tinggi nilai CBR maka semakin besar daya dukung jalan tersebut. Nilai CBR Kabupaten Grobogan tergolong rendah dibandingkan dengan kebutuhan pembangunan jalan yang minimal 5%. (Kustopo Budiraharjo, dkk. 2020)

b. Hasil Uji Kepadatan Lapangan menggunakan Uji *Sand Cone*

Berdasarkan hasil pengujian kepadatan lapangan dengan menggunakan uji *sand cone*, serta analisa dan uji laboratorium, maka didapatkan data – data seperti pada salah satu sampel di Tabel 1 yang ada di bawah ini.

Tabel 1
Hasil Uji Sand Cone

		No. Titik 1	SPOT 7	STA 4 + 450
KALIBRASI	Berat Botol + Corong		W1	1760 gr
	Berat Botol + Corong + Air		W2	6705 gr
	Volume Botol		WB	4945 gr
	Berat Botol + Corong + Pasir		W3	8175 gr
	Berat Isi Pasir	$\gamma_p = \frac{W3 - W1}{W2 - W1}$		
AGREGAT	Berat Botol + Corong + Sisa Pasir		W4	6525 gr
	Berat Pasir Dalam Corong	$W5 = W3 - W4$		1650 gr
AGREGAT	Berat Sampel	(1)		3755 gr
	Berat Tertahan Saringan No.4	(2)		2280 gr
	Persentase Tertahan Saringan No.4	$(2 / 1 \times 100)$		60,72 %
KADAR AIR	Berat Cawan + Tanah Basah	A	gr	160 gr
	Berat Cawan + Tanah Kering	B	gr	155 gr
	Berat Cawan	C	gr	55 gr
	Berat Air	$D = A - B$	gr	5 gr
	Berat Tanah Kering	$E = B - C$	gr	100 gr
	Kadar Air	$w = \frac{D}{E}$	%	
KEPADATAN	Berat Tanah Basah		W6	3755 gr
	Berat Botol + Corong + Pasir		W7	9760 gr
	Berat Botol + Corong + Sisa Pasir		W8	5950 gr
	Berat Pasir Dalam Corong + Dalam Lubang	$W9 = W7 - W8$		3810 gr
	Berat Pasir Dalam Lubang	$W10 = W9 - W5$		2160 gr
	Volume Pasir Dalam Lubang	$V = \frac{W10}{\gamma_p}$		1665,0 gr
	Berat Isi Tanah Basah	$\gamma_b = \frac{W6}{V}$		2,26 gr
	Berat Isi Tanah Kering	$\gamma_d \text{ Lap} = \frac{\gamma_b}{100 + w} \times 100$ (%)		2,15 gr
	Kepadatan Laboratorium	$\gamma_d \text{ maks}$		2,03 gr
	Derajat Kepadatan	$D = \frac{\gamma_d \text{ Lap}}{\gamma_d \text{ maks}} \times 100$ (%)		105,6 gr

Berdasarkan data yang telah didapatkan dari uji *sand cone*, maka didapatkan rekapitulasi hasil analisa uji *sand cone* menggunakan lima sampel pada SPOT 7 di Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2
Rekapitulasi Lima Sampel Hasil Uji Sand Cone

No. Titik	STA	% Tertinggal No. 4	Kadar air (W)	Berat Volume Tanah Basah (γ_b)	Berat Volume Tanah Kering ($\gamma_d \text{ lap.}$)	Derajat Kepadatan (D)
		(%)	(%)	(gr/cm^3)	(gr/cm^3)	(%)
1	4 + 450	60,7	5,0	2,3	2,2	105,6
2	4 + 350	61,8	7,1	2,3	2,2	105,5
3	4 + 250	55,8	6,7	2,2	2,0	102,5
4	4 + 150	54,7	7,8	2,3	2,1	105,0
5	4 + 075	55,3	5,9	2,2	2,1	103,9

1) Berat Volume Basah Setelah Dipadatkan (γ_b)

Berdasarkan pada Tabel 2 di atas, didapatkan berat volume tanah basah setelah dipadatkan (γ_b) pada kelima sampel yang terletak di SPOT 7 yaitu sebesar 2,3 gr/m^3 pada STA 4 + 450, 2,3 gr/m^3 pada STA 4 +350, 2,2 gr/m^3 pada STA 4 +250, 2,3 gr/m^3 pada STA 4 + 150, dan 2,2 gr/m^3 pada STA 4 + 075.

Berdasarkan data tersebut, maka nilai rata – rata berat volume tanah basah setelah dipadatkan (γ_b) kelima sampel lebih besar dari berat isi tanah basah kabupaten Grobogan dengan selisih sebesar 0,566 gr/m^3 .

2) Kadar Air Tanah (w)

Berdasarkan data yang ada pada Tabel 2, didapatkan kadar air tanah pada kelima sampel yang terletak di SPOT 7 yaitu sebesar 5% pada STA 4 + 450, 7,14% pada STA 4 +350, 6,73% pada STA 4 +250, 7,84% pada STA 4 + 150, dan 5,88% pada STA 4 + 075.

Berdasarkan hasil uji *sand cone* jika dibandingkan dengan nilai kadar air tanah kabupaten Grobogan yang ada, dapat diketahui bahwa kadar air tanah dari hasil pemadatan sudah berkurang, hal ini menunjukkan bahwa tanah sudah lebih padat dibandingkan dengan sebelumnya. Sehingga air semakin sulit untuk menembus tanah dan mampu meminimalisir kerusakan jalan karena meningkatnya daya dukung tanah.

3) Berat Volume Tanah Timbunan

Dari Tabel 2 didapatkan berat volume tanah timbunan pada sampel 1 yaitu sebesar 2.160 gr/m^3 . Pada sampel 2, berat volume tanah timbunannya sebesar 1638,1 gr/m^3 , sampel 3 sebesar 1.555,6 gr/m^3 , sampel 4 sebesar 2.025 gr/m^3 , dan sampel 5 sebesar 1.993 gr/m^3 .

Berdasarkan pada Tabel 2 pun didapatkan persen lolos no. 4 dengan nilai kelima sampel di atas sebesar 39,3%; 38,2%; 44,2%; 45,3%; dan 46,5%. Dengan demikian tanah yang digunakan untuk timbunan adalah tanah berbutir kasar, sehingga kelima sampel sesuai dengan spesifikasi sebagai tanah timbunan.

4) Berat Volume Kering Tanah (γ_d)

Berdasarkan pada Tabel 2 di atas, didapatkan berat volume kering tanah (γ_b) pada kelima sampel yang terletak di SPOT 7 yaitu sebesar 2,2 gr/m^3 pada STA 4 + 450, 2,2 gr/m^3 pada STA 4 +350, 2,0 gr/m^3 pada STA 4 +250,

2,1 gr/m³ pada STA 4 + 150, dan 2,1 gr/m³ pada STA 4 + 075.

Berdasarkan data tersebut, maka nilai rata – rata berat volume tanah kering setelah dipadatkan (γ_d) kelima sampel lebih besar dari berat isi tanah kering kabupaten Grobogan. Selisih yang didapat yaitu sebesar 0,867 gr/m³.

Pada tabel 1 merupakan salah satu hasil uji *sand cone* yang diambil dari salah satu diantara lima titik yang digunakan, yaitu STA 4 + 450 pada SPOT 7, sedangkan rekapitulasi dari hasil uji *sand cone* kelima titik ada di Tabel 2.

Berdasarkan pada data yang ada di Tabel 2, dapat diketahui bahwa nilai kelima titik tersebut didapatkan perbandingan derajat kepadatan yang didapat lebih dari 100%. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa kepadatan lapangan telah memenuhi persyaratan.

4. KESIMPULAN

- 1) Didapatkan nilai kadar air pada kelima titik yang hampir sama, yaitu 5%, 7,14%, 6,73%, 7,84%, dan 5,88%.
- 2) Didapatkan berat volume kering tanah (γ_d) pada kelima sampel yaitu sebesar 2,2 gr/m³ pada STA 4 + 450, 2,2 gr/m³ pada STA 4 +350, 2,0 gr/m³ pada STA 4 +250, 2,1 gr/m³ pada STA 4 + 150, dan 2,1 gr/m³ pada STA 4 + 075.
- 3) Didapatkan nilai derajat kepadatan pada kelima titik yang hampir sama, yaitu 105,60%, 105,50%, 102,50%, 105,00%, dan 103,90 %. Sehingga kondisi tanah ini sudah cukup padat dan memenuhi persyaratan yang telah ditentukan.

DAFTAR PUSTAKA

Agustina, Dian Hastari, dkk., 2019, Pengaruh Pemadatan Terhadap Nilai Kepadatan Tanah, *Sigma Teknika*, Vol. 2 No. 2, hal 203.

Badan Standarisasi Nasional. 1992. *Metode Pengujian Kepadatan Lapangan Dengan Alat Konus Pasir*. SNI No. 03:2828. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.

Brata, Angga, dkk., 2021, Perbandingan Pemadatan Tanah Gunung Hejo Kabupaten Purwakarta Pada Pengujian Secara Lapangan Dan Laboratorium Menggunakan Metode A, *Sistem Infrastruktur Teknik Sipil*, Vol. 3, No 1, hal 65 – 67.

Budiraharjo, Kustopo, dkk., 2020, Kinerja Rantai Nilai Kedelai Di Kabupaten Grobogan, *AGRISEP*, Vol. 19, No. 2, hal 347 – 360.

Hajidah, Ida, 2015, Analisis Kepadatan Lapangan Dengan *Sand Cone* pada Kegiatan Peningkatan Struktur Jalan Tegineneng – Batas Kota Metro, *TAPAK* Vol. 4 No. 2, hal 87 – 88.

Fahrizal, Yusuf, dkk. (2022) Analisis Kepadatan Tanah Pada Akses Jalan Conveyor PLTU TJB UNIT 3,4 Dengan Menggunakan Standar AASHTO T 191, *Jurnal Civil Engineering Study*, Vol. 2, No. 1, hal 1.

Koagouw, Pingkan B. J., dkk. (2016) Pengaruh Kepipihan Butiran Agregat Kasar Terhadap Daya Dukung Lapis Pondasi Agregat Kelas-A, *Jurnal Sipil Statistik*, Vol. 4 No. 5, hal 287 – 294.

Listyawan, Anto Budi, dkk., 2017, Mekanika Tanah dan Rekayasa Pondasi, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.

Permatasari, Sylvina, 2018, Analisis Kepadatan Lapangan Menggunakan Metode Konus Pasir (*Sand Cne*) pada Desa Sebelimbangan Kabupaten Kotabaru, *TAPAK*, Vol 8 No. 1, Hal 20-21.

Wardani, Sri Prabandiyani Retno, dkk., 2018, Stabilisasi Tanah Ekspansif dengan Menggunakan Tanah Putih untuk Tanah Dasar di Daerah Godong, Kabupaten Grobogan Jawa Tengah, *Media Komunikasi Teknik Sipil*, Vol. 24 No. 1, Hal 1-8.