



Terbit *online* pada laman web jurnal :
<https://ejournal.sttp-yds.ac.id/index.php/js/index>

SAINSTEK

| ISSN (Print) 2337-6910 | ISSN (Online) 2460-1039 |



Analisis Kepadatan Lapangan Dengan *Sand Cone* Pada Jalan Banteng Kabupaten Indragiri Hulu

Lisa Trisnawati^{a*}, Sri Guntur S^b

^{a,b}Institut Teknologi dan Bisnis Indragiri, Rengat, Indragiri Hulu, 29314, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 22 Maret 2025

Revisi Akhir: 29 Juni 2025

Diterbitkan Online: 29 Juni 2025

KATA KUNCI

Kepadatan Tanah, *Sand Cone*

*KORESPONDENSI

Telepon: -

E-mail: trisnalis0301@gmail.com

ABSTRACT

Jalan Banteng, yang terletak di Kelurahan Kampung Besar Seberang, Kecamatan Rengat, Kabupaten Indragiri Hulu, adalah jalan yang baru dibuka. Saat ini, permukaannya masih berupa lapisan tanah yang dipadatkan. Salah satu bagian yang terpenting dalam proses pembangunan jalan adalah diperlukannya data analisis kepadatan tanah. Untuk mengukur seberapa padat tanah di lokasi proyek, salah satu cara yang umum digunakan adalah metode kerucut pasir. Tujuan penelitian ini yaitu untuk menganalisis kepadatan tanah di area konstruksi dengan metode *sand cone* (kerucut pasir) guna mendapatkan informasi apakah lapisan perkerasan jalan tersebut derajat kepadatannya sudah memenuhi standar sebesar 95% (SNI 03-2828-1992). Panjang ruas jalan yang akan dilakukan pengujian adalah ± 550 m dengan mengambil sampel sebanyak 12 titik untuk setiap jarak 50 m. Prosedur pengujian kepadatan tanah dengan konus pasir ini merujuk pada SNI 03-2828-1992 dan pengujian kadar air tanah di lapangan menggunakan alat *speedy moisture tester* mengacu pada SNI 03-1965.1-2000. Berdasarkan hasil derajat kepadatan menunjukkan bahwa pada STA 0+000 sampai dengan STA 0+550 nilainya melebihi 95% dan memiliki nilai rata-rata kepadatan lapangan yaitu sebesar 104,52%. Nilai ini menunjukkan bahwa spesifikasi kepadatan lapangan telah memenuhi syarat, sehingga tahapan pekerjaan berikutnya bisa dilaksanakan.

1. PENDAHULUAN

Ketersediaan jalan yang berkualitas sangat penting untuk mendukung pertumbuhan ekonomi. Kondisi jalan saat ini seringkali rusak, baik akibat faktor alam maupun beban kendaraan, sehingga perbaikan dan peningkatan diperlukan untuk memenuhi kebutuhan lalu lintas yang terus meningkat. Dalam pembangunan jalan, pengendalian kualitas material seperti agregat, tanah dasar, dan lapisan pondasi bawah sangatlah krusial. Tanah dasar, sebagai penopang utama beban lalu lintas, harus memiliki daya dukung yang baik untuk memastikan struktur jalan yang kokoh. Demikian pula, lapisan pondasi bawah yang padat akan meningkatkan daya dukung dan kekuatan konstruksi jalan. Menurut Fathurrozi & Sesiliana (2015) dalam perencanaan

konstruksi jalan perlu adanya kontrol kualitas baik dari segi tanah dasar, agregat dan lapis pondasi bawah. Dalam setiap proyek konstruksi, baik itu gedung, jembatan, dermaga, atau jalan, investigasi tanah sangatlah penting. Tujuannya adalah untuk memastikan bangunan dapat berdiri stabil dan aman dari risiko penurunan atau keruntuhan. Salah satu contoh penerapan teknik tanah adalah pemadatan tanah timbunan untuk mencapai tingkat kepadatan yang diinginkan. Menurut Jalalul Akbar et al (2015) jika lapisan pondasi bawah kepadatannya baik maka akan memberikan daya dukung yang baik sehingga memberikan kekuatan pada struktur jalan tersebut. Untuk mengukur seberapa padat tanah di lokasi proyek, salah satu cara yang dapat dipakai adalah kerucut pasir (*sand cone*), seperti yang disebutkan dalam penelitian Siregar et al. (2021). Rumusan permasalahan dalam penelitian ini yaitu bagaimana tingkat kepadatan lapangan pada Proyek

Peningkatan Jalan Banteng Kelurahan Kp. Besar Seberang Kecamatan Rengat Kabupaten Indragiri Hulu dengan menggunakan *Sand Cone*. Metode kerucut pasir ini digunakan untuk menganalisis tingkat kepadatan tanah di lokasi konstruksi tersebut apakah telah sesuai standar kepadatan yakni sebesar 95% berdasarkan spesifikasi Standar Nasional Indonesia nomor 03-2828-1992.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanah

Material utama dalam konstruksi adalah tanah, namun karakteristiknya sangat bervariasi. Sifat fisik dan sifat teknis tanah seperti kadar air, kepadatan, dan berat jenis dapat berubah akibat pengaruh dari luar. Menurut Braja (1993) tanah terdiri dari tiga fase berdasarkan kejadiannya, yaitu *solid*, *water* dan *air*. Dalam konteks teknik sipil tanah adalah campuran dari partikel padat (mineral dan organik) yang tidak terikat serta cairan dan gas yang mengisi rongga di antaranya (Adenora et al., 2021).

Sifat fisik tanah antara lain:

- Berat volume/unit weight (γ_d) adalah ukuran kepadatan tanah, yang dapat diukur dalam kondisi basah (mengandung air) atau kering (tanpa air). Berat isi tanah basah mengacu pada kondisi tanah alami, sedangkan berat isi tanah kering mengacu pada kondisi setelah air dihilangkan, yang standarnya diatur dalam SNI 03-2929-1992.
- Kadar air/moisture content (w)
Kadar air tanah menggambarkan seberapa banyak air yang terkandung dalam tanah, diukur dengan membandingkan antara berat air dan berat butiran padat dari volume tanah yang diselidiki. Sementara itu, sifat mekanis tanah mengacu pada bagaimana tanah bereaksi terhadap gaya atau tekanan, yang diuji melalui metode mekanis (Safrina et al., 2023).

2.2. Prinsip Umum Pemadatan

Pada proyek timbunan tanah untuk jalan raya, dam tanah serta struktur teknik lainnya, tanah yang longgar (*loose*) harus dipadatkan guna meningkatkan berat volumenya. Pemadatan bertujuan untuk meningkatkan daya dukung tanah, mempercepat proses konsolidasi dan mengurangi besarnya penurunan. Proses ini biasanya diawali dengan penyesuaian kondisi tanah, seperti:

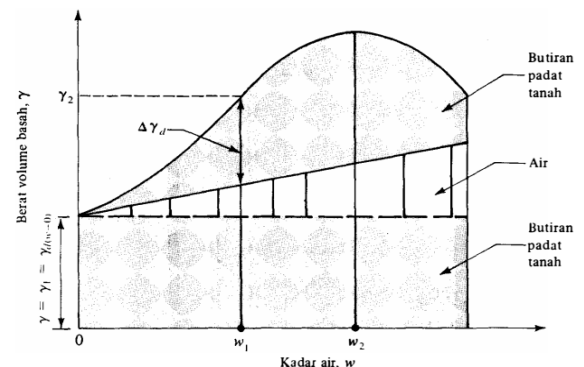
- Pengeringan atau penambahan kadar air.
- Penambahan agregat (butiran tanah) atau bahan stabilisasi (seperti semen, kapur, atau abu batu bara).

- Pencampuran tanah menggunakan alat-alat seperti garu, bajak, atau mesin pencampur, disesuaikan dengan kondisi tanah.

Energi pemadatan kemudian diberikan ke tanah di lapangan menggunakan alat-alat seperti:

- Penggilas besi.
 - Mesin getar dalam.
 - Alat pemadat yang menggunakan beban jatu h.
- Pada intinya, pemadatan tanah dilakukan untuk mengurangi rongga udara di dalam tanah, sehingga tanah menjadi lebih padat dan stabil.

Kualitas pemadatan tanah diukur dengan parameter berat volume kering tanah hasil pemadatan. Air yang diinjeksikan dalam proses pemadatan berfungsi sebagai pelumas yang mengurangi gesekan antar partikel tanah, sehingga meningkatkan mobilitas dan memungkinkan partikel untuk menyusun diri dalam kondisi yang lebih padat. Dengan energi pemadatan yang konstan, berat isi kering tanah akan meningkat seiring dengan bertambahnya kandungan air pada saat pemadatan (Das, 1995).



Gambar 1. Prinsip Pemadatan
(Sumber: Das, 1995)

Pemadatan tanah yang dilakukan dengan benar akan menghasilkan tanah yang kuat dan mampu menahan beban. Proses pemadatan ini pada dasarnya adalah upaya untuk menghilangkan udara yang terperangkap di antara partikel-partikel tanah. Ini dilakukan dengan cara penekanan atau pemukulan, di lapangan, proses ini biasanya melibatkan penggunaan alat berat untuk menekan tanah sedangkan di laboratorium, tanah dipadatkan dengan cara ditumbuk atau dipukul (Refiyanni, 2022).

Jenis tanah dan tingkat pemadatan yang diinginkan adalah dua faktor utama yang menentukan seberapa padat tanah dapat dicapai. Jumlah air yang terkandung dalam tanah sangat mempengaruhi seberapa padat tanah tersebut (Sukarmi et al., 2023). Lapisan pondasi bawah yang padat sangat penting untuk memastikan jalan yang kuat dan tahan lama. Namun, tingkat kepadatan yang dicapai sangat dipengaruhi oleh jumlah air dalam tanah, meskipun energi pemadatan yang digunakan sama.

Beberapa metode standar dalam menentukan berat volume akibat pemadatan di lapangan:

- Balon karet

- b. Kerucut pasir
- c. Menggunakan alat ukur kepadatan nuklir

2.3. Kerucut Pasir (Sand Cone)

Uji *sand cone* adalah metode untuk mengukur kepadatan tanah langsung di lapangan. Dalam pengujian ini, pasir *Ottawa* digunakan sebagai bahan acuan karena sifatnya yang kering, bersih, keras, tidak memiliki bahan pengikat sehingga mudah mengalir. Pasir *Ottawa* yang digunakan harus memenuhi kriteria ukuran tertentu, yaitu:

- a. Lolos dari saringan nomor 10
- b. Tertahan di saringan nomor 200

Hasil dari uji ini memungkinkan kita untuk menghitung berat isi kering tanah. Nilai ini kemudian dibandingkan dengan hasil uji kepadatan tanah di laboratorium. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa lapisan tanah atau perkerasan yang telah dipadatkan mencapai kepadatan minimal 95% (Fathoni & Sudjatmiko, 2023). Metode ini memiliki batasan dalam penerapannya, yaitu hanya efektif untuk mengukur kepadatan lapisan tanah bagian atas, dengan kedalaman antara 10 hingga 15 cm. Pengujian berlaku terbatas pada ukuran butiran tanah dan batuan tidak lebih dari 5 cm diameternya.

Menurut Liu et al., (2008) yang merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi hasil uji kerucut pasir adalah:

- a. Jenis pasir: Pasir yang digunakan harus seragam, bersih, dan kering.
- b. Ketelitian pengukuran: Ketelitian dalam pengukuran berat pasir dan tanah sangat penting untuk hasil yang akurat.
- c. Kondisi lapangan: Kondisi lapangan seperti kelembaban dan jenis tanah dapat mempengaruhi hasil uji.

Prosedur dalam pemeriksaan kerucut pasir antara lain:

1. Pemeriksaan berat volume uji
2. Pemeriksaan volume kerucut
3. Pemeriksaan kepadatan tanah di lapangan

Analisis uji *sand cone*:

- a. Menentukan berat isi pasir

$$\gamma_{sand} = \frac{W_3 - W_1}{V_b} \quad (1)$$

- b. Menentukan berat pasir dalam corong (W_{pc})

$$W_{pc} = W_4 - W_5 \quad (2)$$

- c. Menentukan volume lubang

$$V_l = \frac{W_{pl}}{\gamma_{sand}} \quad (3)$$

- d. Menentukan berat isi tanah kering (γ_{dry})

$$\gamma_{dry} = \frac{\gamma_{wet}}{1 + (w(\%)/100)} \quad (4)$$

- e. Menentukan kepadatan di lapangan (D)

$$D = \frac{\gamma_{dry}}{\gamma_{d \text{ lab}}} \times 100\% \quad (5)$$

Keterangan:

W₁ = Berat botol + kerucut (gram)

W₂ = Berat botol berisi air penuh + kerucut (gram)

W₃=W₄= Berat botol berisi pasir penuh + kerucut (gram)

W₅ = Berat botol + corong + sisa pasir (gram)

W_{pc} = Berat pasir dalam corong (gram)

W_{pl} = Berat pasir dalam lubang (gram)

w = Kadar air (%)

V_l = Volume lubang (cm³)

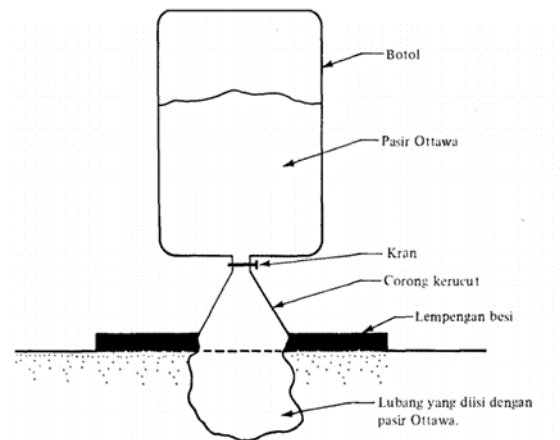
V_b = Volume botol (cm³)

γ_{wet} = Berat isi tanah basah (gram/cm³)

$\gamma_{d \text{ lab}}$ = Berat isi tanah kering laboratorium (gr/cm³)

γ_{dry} = Berat isi tanah kering lapangan (gr/cm³)

D = Derajat kepadatan (%)



Gambar 2. Menentukan Berat Volume Tanah di Lapangan dengan Metode Kerucut Pasir
(Sumber: Das, 1995)

3. METODOLOGI

Pengujian kepadatan lapangan dilakukan di Jl. Banteng Kelurahan Kp. Besar Seberang Kecamatan Rengat Kabupaten Indragiri Hulu dengan panjang ruas jalan ± 550 m dan lebar 5 m dengan mengambil sampel sebanyak 12 titik untuk setiap jarak 50 meter yaitu STA 0+000 sampai dengan STA 0+550.



Gambar 3. Lokasi Penelitian

Pengujian *sand cone* dilakukan sesuai dengan standar yang ditetapkan dalam SNI 03-2828-1992. Pengujian kadar air tanah di lapangan menggunakan alat *speedy moisture tester* mengacu pada SNI 03-1965.1-2000.

3.1 Peralatan

Alat-alat yang dipakai dalam tes *sand cone*:

- Tabung kalibrasi
 - Botol/silinder
 - Kerucut dengan keran: wadah untuk mengukur volume pasir secara akurat.
 - Pelat dasar berlubang: wadah untuk mengukur volume pasir secara akurat.
 - Peralatan bantu: palu, linggis, sekop kecil, perata, dan peralatan lain yang diperlukan untuk menggali dan meratakan tanah.
 - Neraca dengan ketelitian 1,0 gr.
 - Pasir *Ottawa*
 - Alat pengukur kadar air cepat (*speedy*)
- Peralatan tambahan lainnya yaitu berupa alat ukur untuk mengukur dimensi lubang.

Berikut ini merupakan peralatan *speedy test*:

- Sikat dan kain pembersih.
- speedy*
- Bahan kimia berbentuk serbuk halus/kalsium karbida (CaC_2) yang bereaksi dengan air yang menghasilkan gas asetilena minimal $0,14 \text{ m}^3/\text{kg}$ kalsium karbida.
- Neraca yang memiliki ketelitian 0,1 gram.
- Bola-bola baja diameter 31,75 mm.
- Sendok untuk mengukur kalsium karbida.



Gambar 4. *Speedy*

3.2 Prosedur Pengujian Sand Cone

- Persiapan lokasi: bersihkan area yang akan diuji selebar pelat dasar kemudian ratakan permukaan tanah dan letakkan pelat dasar di atasnya.
- Pembuatan lubang uji: gali lubang dengan diameter yang sama dengan lubang pada pelat dasar, dengan kedalaman kurang lebih sama dengan diameternya.
- Pengumpulan tanah galian: masukkan tanah dari hasil galian tersebut ke dalam wadah/kantong plastik, kemudian timbang beratnya.
- Persiapan pasir uji: siapkan botol/silinder yang sudah berisi pasir uji, lalu timbang beratnya.
- Pengisian lubang dengan pasir: letakkan botol/silinder di atas lubang dengan posisi berada

di atas pelat dasar, lalu kerannya dibuka. Biarkan pasir mengalir mengisi lubang dan kerucut hingga penuh.

- Penimbangan sisa pasir: setelah lubang dan kerucut penuh, lalu keran tersebut ditutup, angkat botol/silinder, dan ditimbang.
- Pengembalian pasir: pasir uji yang ada di dalam lubang tadi dikembalikan ke tempat semula.



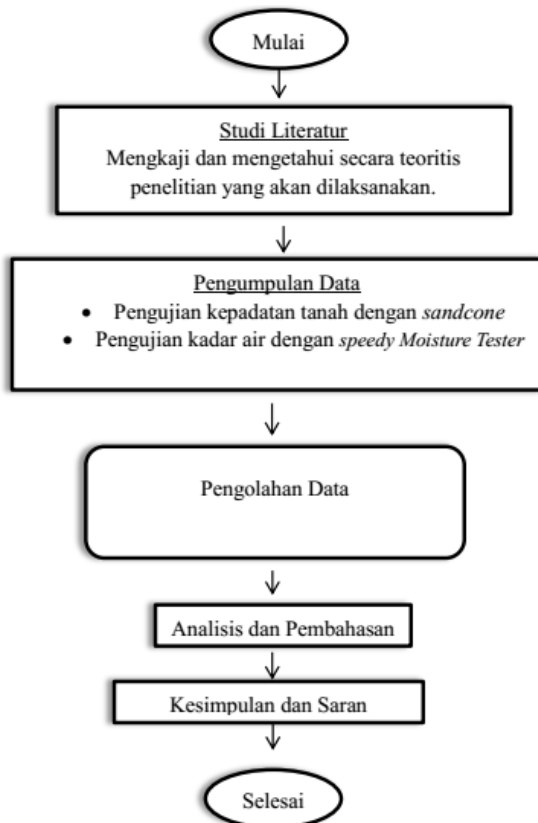
Gambar 5. Pembuatan Lubang Uji

Adapun prosedur menggunakan *speedy* adalah:

- Pengambilan sampel.
Ambil sampel tanah dari lokasi yang ingin diuji, lalu keringkan atau hancurkan menjadi butiran halus agar reaksi kimia dapat berlangsung dengan maksimal.
- Penimbangan sampel.
Timbang sampel tanah dengan akurat sesuai dengan instruksi alat.
- Mempersiapkan kartrid uji.
Siapkan kartrid uji yang berisi bahan kimia reaktan. Masukkan sampel tanah yang sudah dipersiapkan ke dalam kartrid.
- Proses terjadinya reaksi kimia.
Tutup wadah alat *speedy*, dan lakukan pengocokan agar kalsium karbida bercampur dengan tanah. Air dalam sampel tanah bereaksi dengan kalsium karbida, menghasilkan gas asetilena.
- Mengukur tekanan gas.
Tekanan gas yang dihasilkan diukur menggunakan manometer pada alat.
- Menghitung kadar air.
Berdasarkan tekanan gas yang terukur, hitung kadar air dalam sampel. Gunakan formula yang telah dikalibrasi sebelumnya untuk perhitungan yang akurat.
- Hasil akhir.
Bagian akhir pengujian menggunakan *Speedy Moisture Tester* adalah persentase kadar air dalam sampel tanah. Hasil ini menunjukkan jumlah air yang terkandung dalam tanah, dinyatakan dalam persentase dari berat sampel awal.

3.3 Bagan Alur Penelitian

Adapun alur kerja pelaksanaan penelitian dapat dilihat dari bagan alur berikut:



Gambar 6. Bagan Alur Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perhitungan Pengujian Sand Cone

Hasil pengujian kepadatan tanah dapat dilihat pada Tabel 1 sampai dengan Tabel 6 berikut:

Tabel 1. Hasil Perhitungan Kepadatan Tanah dengan Kerucut Pasir dari STA (0+000) hingga STA (0+050)

Uraian	Satuan	STA Pengetesan		
		STA (0+000)	STA (0+050)	
		R	CL	
Menentukan Berat Isi Pasir (ysand)				
Berat Botol + Kerucut	W1	gr	614	614
Berat Botol Berisi Air Penuh + Kerucut	W2	gr	5524	5524
Berat Botol Berisi Pasir Penuh + Kerucut	W3	gr	7435	7435
Volume Botol	Vb= W2-W1	cm ³	4910	4910
Berat Isi Pasir (ysand)	ysand =(W3-W1)/Vb	gr/cm ³	1.389	1.389
Menentukan Berat Pasir Dalam Corong (Wpc)				
Berat Botol + Corong + Pasir	W4=W3	gr	7435	7435
Berat Botol + Corong + Sisa Pasir	W5	gr	5759	5759
Berat Pasir Dalam Kerucut	Wpc= W4- W5	gr	1676	1676
Menentukan Volume Lubang				
Berat Botol + Corong + Pasir	W6	gr	7620	7630
Berat Botol + Corong + Sisa Pasir	W7	gr	3260	3081
Berat pasir Dalam (kerucut + Lubang)	W8= W6- W7	gr	4360	4549
Berat pasir dalam kerucut	Wpc	gr	1676	1676
Berat pasir dalam Lubang	Wpl = W8 - Wpc	gr	2684	2873
Berat isi pasir	ysand	gr/cm ³	1.389	1.389
Volume Lubang	VI = Wpl/ysand	cm ³	1932	2068
Menentukan Berat Isi Tanah Kering (ydry)				
Berat Tanah Basah + Cawan	W9	gr	4480	5070
Berat Cawan	W10	gr	600	600
Berat Tanah Basah	W11= W9- W10	gr	3880	4470
Berat Isi Tanah Basah	ywet = W11/VI	gr/cm ³	2.008	2.161
Kadar Air	w	%	6	4.5
Berat Isi Tanah Kering	ydry= ywet/(1+w/100)	gr/cm ³	1.895	2.068
Derajat Kepadatan Di Lapangan (D)				
Berat Isi Tanah Kering Laboratorium	yLab	gr/cm ³	1.930	1.930
Berat Isi Tanah Kering Lapangan	ydry	gr/cm ³	1.895	2.068
Derajat Kepadatan	D = (ydry/yd Lab) x 100%	%	98.164	107.168

Tabel 2. Hasil Perhitungan Kepadatan Tanah dengan Kerucut Pasir dari STA (0+100) hingga STA (0+150)

Uraian		Satuan	STA Pengetesan	
			STA (0+100)	STA (0+150)
			L	R
Menentukan Berat Isi Pasir (γ_{sand})				
Berat Botol + Kerucut	W1	gr	614	614
Berat Botol Berisi Air Penuh + Kerucut	W2	gr	5524	5524
Berat Botol Berisi Pasir Penuh + Kerucut	W3	gr	7435	7435
Volume Botol	$V_b = W2 - W1$	cm^3	4910	4910
Berat Isi Pasir (γ_{sand})	$\gamma_{sand} = (W3 - W1) / V_b$	gr/cm^3	1.389	1.389
Menentukan Berat Pasir Dalam Corong (W_{pc})				
Berat Botol + Corong + Pasir	W4=W3	gr	7435	7435
Berat Botol + Corong + Sisa Pasir	W5	gr	5759	5759
Berat Pasir Dalam Kerucut	$W_{pc} = W4 - W5$	gr	1676	1676
Menentukan Volume Lubang				
Berat Botol + Corong + Pasir	W6	gr	7580	7630
Berat Botol + Corong + Sisa Pasir	W7	gr	3320	3210
Berat pasir Dalam (kerucut + Lubang)	$W8 = W6 - W7$	gr	4260	4420
Berat pasir dalam kerucut	W_{pc}	gr	1676	1676
Berat pasir dalam Lubang	$W_{pl} = W8 - W_{pc}$	gr	2584	2744
Berat isi pasir	γ_{sand}	gr/cm^3	1.389	1.389
Volume Lubang	$V_l = W_{pl} / \gamma_{sand}$	cm^3	1860	1975
Menentukan Berat Isi Tanah Kering (γ_{dry})				
Berat Tanah Basah + Cawan	W9	gr	4450	4468
Berat Cawan	W10	gr	600	600
Berat Tanah Basah	$W11 = W9 - W10$	gr	3850	3868
Berat Isi Tanah Basah	$\gamma_{wet} = W11 / V_l$	gr/cm^3	2.070	1.958
Kadar Air	ω	%	5	5.5
Berat Isi Tanah Kering	$\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1 + \omega / 100)$	gr/cm^3	1.971	1.856
Derajat Kepadatan Di Lapangan (D)				
Berat Isi Tanah Kering Laboratorium	γ_{Lab}	gr/cm^3	1.930	1.930
Berat Isi Tanah Kering Lapangan	γ_{dry}	gr/cm^3	1.971	1.856
Derajat Kepadatan	$D = (\gamma_{dry} / \gamma_{Lab}) \times 100\%$	%	102.138	96.174

Tabel 3. Hasil Perhitungan Kepadatan Tanah dengan Kerucut Pasir dari STA (0+200) hingga STA (0+250)

Uraian		Satuan	STA Pengetesan	
			STA (0+200)	STA (0+250)
			CL	L
Menentukan Berat Isi Pasir (γ_{sand})				
Berat Botol + Kerucut	W1	gr	614	614
Berat Botol Berisi Air Penuh + Kerucut	W2	gr	5524	5524
Berat Botol Berisi Pasir Penuh + Kerucut	W3	gr	7435	7435
Volume Botol	$V_b = W2 - W1$	cm^3	4910	4910
Berat Isi Pasir (γ_{sand})	$\gamma_{sand} = (W3 - W1) / V_b$	gr/cm^3	1.389	1.389
Menentukan Berat Pasir Dalam Corong (W_{pc})				
Berat Botol + Corong + Pasir	W4=W3	gr	7435	7435
Berat Botol + Corong + Sisa Pasir	W5	gr	5759	5759
Berat Pasir Dalam Kerucut	$W_{pc} = W4 - W5$	gr	1676	1676
Menentukan Volume Lubang				
Berat Botol + Corong + Pasir	W6	gr	7598	7480
Berat Botol + Corong + Sisa Pasir	W7	gr	3475	3145
Berat pasir Dalam (kerucut + Lubang)	$W8 = W6 - W7$	gr	4123	4335
Berat pasir dalam kerucut	W_{pc}	gr	1676	1676
Berat pasir dalam Lubang	$W_{pl} = W8 - W_{pc}$	gr	2447	2659
Berat isi pasir	γ_{sand}	gr/cm^3	1.389	1.389
Volume Lubang	$V_l = W_{pl} / \gamma_{sand}$	cm^3	1761	1914
Menentukan Berat Isi Tanah Kering (γ_{dry})				
Berat Tanah Basah + Cawan	W9	gr	4430	4550
Berat Cawan	W10	gr	600	600
Berat Tanah Basah	$W11 = W9 - W10$	gr	3830	3950
Berat Isi Tanah Basah	$\gamma_{wet} = W11 / V_l$	gr/cm^3	2.174	2.064
Kadar Air	ω	%	6	5
Berat Isi Tanah Kering	$\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1 + \omega / 100)$	gr/cm^3	2.051	1.965
Derajat Kepadatan Di Lapangan (D)				
Berat Isi Tanah Kering Laboratorium	γ_{Lab}	gr/cm^3	1.930	1.930
Berat Isi Tanah Kering Lapangan	γ_{dry}	gr/cm^3	2.051	1.965
Derajat Kepadatan	$D = (\gamma_{dry} / \gamma_{Lab}) \times 100\%$	%	106.284	101.835

Tabel 4. Hasil Perhitungan Kepadatan Tanah dengan Kerucut Pasir dari STA (0+300) hingga STA (0+350)

Uraian		Satuan	STA Pengetesan	
			STA (0+300)	STA (0+350)
			R	CL
Menentukan Berat Isi Pasir (γ_{sand})				
Berat Botol + Kerucut	W1	gr	614	614
Berat Botol Berisi Air Penuh + Kerucut	W2	gr	5524	5524
Berat Botol Berisi Pasir Penuh + Kerucut	W3	gr	7435	7435
Volume Botol	$V_b = W_2 - W_1$	cm^3	4910	4910
Berat Isi Pasir (γ_{sand})	$\gamma_{sand} = (W_3 - W_1) / V_b$	gr/cm^3	1.389	1.389
Menentukan Berat Pasir Dalam Corong (W_{pc})				
Berat Botol + Corong + Pasir	W4=W3	gr	7435	7435
Berat Botol + Corong + Sisa Pasir	W5	gr	5759	5759
Berat Pasir Dalam Kerucut	$W_{pc} = W_4 - W_5$	gr	1676	1676
Menentukan Volume Lubang				
Berat Botol + Corong + Pasir	W6	gr	7510	7515
Berat Botol + Corong + Sisa Pasir	W7	gr	3450	3210
Berat pasir Dalam (kerucut + Lubang)	$W_8 = W_6 - W_7$	gr	4060	4305
Berat pasir dalam kerucut	W_{pc}	gr	1676	1676
Berat pasir dalam Lubang	$W_{pl} = W_8 - W_{pc}$	gr	2384	2629
Berat isi pasir	γ_{sand}	gr/cm^3	1.389	1.389
Volume Lubang	$V_l = W_{pl} / \gamma_{sand}$	cm^3	1716	1892
Menentukan Berat Isi Tanah Kering (γ_{dry})				
Berat Tanah Basah + Cawan	W9	gr	4610	4520
Berat Cawan	W10	gr	600	600
Berat Tanah Basah	$W_{11} = W_9 - W_{10}$	gr	4010	3920
Berat Isi Tanah Basah	$\gamma_{wet} = W_{11} / V_l$	gr/cm^3	2.337	2.071
Kadar Air	ω	%	4	3.5
Berat Isi Tanah Kering	$\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1 + \omega / 100)$	gr/cm^3	2.247	2.001
Derajat Kepadatan Di Lapangan (D)				
Berat Isi Tanah Kering Laboratorium	γ_{Lab}	gr/cm^3	1.930	1.930
Berat Isi Tanah Kering Lapangan	γ_{dry}	gr/cm^3	2.247	2.001
Derajat Kepadatan	$D = (\gamma_{dry} / \gamma_{Lab}) \times 100\%$	%	116.416	103.697

Tabel 5. Hasil Perhitungan Kepadatan Tanah dengan Kerucut Pasir dari STA (0+400) hingga STA (0+450)

Uraian		Satuan	STA Pengetesan	
			STA (0+400)	STA (0+450)
			L	R
Menentukan Berat Isi Pasir (γ_{sand})				
Berat Botol + Kerucut	W1	gr	614	614
Berat Botol Berisi Air Penuh + Kerucut	W2	gr	5524	5524
Berat Botol Berisi Pasir Penuh + Kerucut	W3	gr	7435	7435
Volume Botol	$V_b = W_2 - W_1$	cm^3	4910	4910
Berat Isi Pasir (γ_{sand})	$\gamma_{sand} = (W_3 - W_1) / V_b$	gr/cm^3	1.389	1.389
Menentukan Berat Pasir Dalam Corong (W_{pc})				
Berat Botol + Corong + Pasir	W4=W3	gr	7435	7435
Berat Botol + Corong + Sisa Pasir	W5	gr	5759	5759
Berat Pasir Dalam Kerucut	$W_{pc} = W_4 - W_5$	gr	1676	1676
Menentukan Volume Lubang				
Berat Botol + Corong + Pasir	W6	gr	7250	7490
Berat Botol + Corong + Sisa Pasir	W7	gr	3460	3240
Berat pasir Dalam (kerucut + Lubang)	$W_8 = W_6 - W_7$	gr	3790	4250
Berat pasir dalam kerucut	W_{pc}	gr	1676	1676
Berat pasir dalam Lubang	$W_{pl} = W_8 - W_{pc}$	gr	2114	2574
Berat isi pasir	γ_{sand}	gr/cm^3	1.389	1.389
Volume Lubang	$V_l = W_{pl} / \gamma_{sand}$	cm^3	1522	1853
Menentukan Berat Isi Tanah Kering (γ_{dry})				
Berat Tanah Basah + Cawan	W9	gr	4314	4255
Berat Cawan	W10	gr	600	600
Berat Tanah Basah	$W_{11} = W_9 - W_{10}$	gr	3714	3655
Berat Isi Tanah Basah	$\gamma_{wet} = W_{11} / V_l$	gr/cm^3	2.441	1.973
Kadar Air	ω	%	5	4
Berat Isi Tanah Kering	$\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1 + \omega / 100)$	gr/cm^3	2.324	1.897
Derajat Kepadatan Di Lapangan (D)				
Berat Isi Tanah Kering Laboratorium	γ_{Lab}	gr/cm^3	1.930	1.930
Berat Isi Tanah Kering Lapangan	γ_{dry}	gr/cm^3	2.324	1.897
Derajat Kepadatan	$D = (\gamma_{dry} / \gamma_{Lab}) \times 100\%$	%	120.436	98.278

Tabel 6. Hasil Perhitungan Kepadatan Tanah dengan Kerucut Pasir dari STA (0+500) hingga STA (0+550)

Uraian		Satuan	STA Pengetesan	
			STA (0+500)	STA (0+550)
			CL	L
Menentukan Berat Isi Pasir (γ_{sand})				
Berat Botol + Kerucut	W1	gr	614	614
Berat Botol Berisi Air Penuh + Kerucut	W2	gr	5524	5524
Berat Botol Berisi Pasir Penuh + Kerucut	W3	gr	7435	7435
Volume Botol	$V_b = W2 - W1$	cm^3	4910	4910
Berat Isi Pasir (γ_{sand})	$\gamma_{sand} = (W3 - W1) / V_b$	gr/cm^3	1.389	1.389
Menentukan Berat Pasir Dalam Corong (W_{pc})				
Berat Botol + Corong + Pasir	W4=W3	gr	7435	7435
Berat Botol + Corong + Sisa Pasir	W5	gr	5759	5759
Berat Pasir Dalam Kerucut	$W_{pc} = W4 - W5$	gr	1676	1676
Menentukan Volume Lubang				
Berat Botol + Corong + Pasir	W6	gr	7500	7600
Berat Botol + Corong + Sisa Pasir	W7	gr	3372	3368
Berat pasir Dalam (kerucut + Lubang)	$W8 = W6 - W7$	gr	4128	4232
Berat pasir dalam kerucut	W_{pc}	gr	1676	1676
Berat pasir dalam Lubang	$W_{pl} = W8 - W_{pc}$	gr	2452	2556
Berat isi pasir	γ_{sand}	gr/cm^3	1.389	1.389
Volume Lubang	$V_l = W_{pl} / \gamma_{sand}$	cm^3	1765	1840
Menentukan Berat Isi Tanah Kering (γ_{dry})				
Berat Tanah Basah + Cawan	W9	gr	4272	4310
Berat Cawan	W10	gr	600	600
Berat Tanah Basah	$W_{11} = W9 - W_{10}$	gr	3672	3710
Berat Isi Tanah Basah	$\gamma_{wet} = W_{11} / V_l$	gr/cm^3	2.080	2.016
Kadar Air	ω	%	4.5	4
Berat Isi Tanah Kering	$\gamma_{dry} = \gamma_{wet} / (1 + \omega / 100)$	gr/cm^3	1.991	1.939
Derajat Kepadatan Di Lapangan (D)				
Berat Isi Tanah Kering Laboratorium	γ_{lab}	gr/cm^3	1.930	1.930
Berat Isi Tanah Kering Lapangan	γ_{dry}	gr/cm^3	1.991	1.939
Derajat Kepadatan	$D = (\gamma_{dry} / \gamma_{lab}) \times 100\%$	%	103.151	100.459

Tabel 7. Rekapitulasi Hasil Pengujian *Sand Cone*

Titik Pengujian	Derajat Kepadatan (%)	Derajat Kepadatan Rata-rata (%)
Station 0+000	98.164	104,52
Station 0+050	107.168	
Station 0+100	102.138	
Station 0+150	96.174	
Station 0+200	106.284	
Station 0+250	101.835	
Station 0+300	116.416	
Station 0+350	103.697	
Station 0+400	120.436	
Station 0+450	98.278	
Station 0+500	103.151	
Station 0+550	100.459	

Berdasarkan hasil analisis maka nilai derajat kepadatan rata-rata diperoleh sebesar 104,52 %. Berdasarkan tiap-tiap titik pengujian mulai dari Stasiun 0+000 hingga Stasiun 0+550 menunjukkan bahwa derajat kepadatan sudah memenuhi spesifikasi persyaratan hal ini dikarenakan nilai kepadatan yang diperoleh melebihi 95%, sehingga dapat dilakukan ke tahapan pekerjaan selanjutnya.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian *sand cone* pada ruas Jalan Banteng Kelurahan Kampung Besar Kecamatan Rengat Kabupaten Indragiri Hulu, maka dapat disimpulkan bahwa nilai derajat kepadatan rata-rata diperoleh sebesar 104,52 % dan sudah memenuhi persyaratan spesifikasi kepadatan lapangan yaitu sebesar 95%.

5.2 Saran

- Sebaiknya perlu dilakukan kajian lebih lanjut dengan membandingkan hasil pengujian *sand cone* dengan hasil pengujian kepadatan tanah lainnya, seperti uji kepadatan *proctor* atau uji CBR.
- Lakukan penelitian lanjutan yang membandingkan hasil pengujian *sand cone* dengan menggunakan berbagai jenis pasir yang berbeda (misalnya, pasir kuarsa, pasir sungai, pasir laut), tujuannya untuk menentukan jenis pasir yang paling optimal untuk pengujian *sand cone* dalam kondisi tanah tertentu.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih penulis ucapkan kepada P3M (Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat) Institut Teknologi dan Bisnis Indragiri dan kepada pihak-pihak yang turut membantu dalam penelitian ini sehingga berjalan dengan baik dan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fathurrozi dan Sesiliana. I. G. (2015). Pengendalian Mutu Agregat Kelas A dan Kelas B Pada Pekerjaan Jalan Sungai Ulin-Mataraman. *Poros Teknik*, 7(1).
- [2] Akbar, S. J., Burhanuddin, B., & Jufriadi, J. (2015). Hubungan Nilai CBR dan Sand Cone Lapisan Pondasi Bawah Pada Perkerasan Lentur Jalan. *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil*, 5(1).
- [3] Siregar, R. D., Sarifah, J., & Tanjung, D. (2021). Analisa Kepadatan Tanah Menggunakan Metode Sand Cone Pada Pembangunan Relokasi Jalan Bendungan Lau Simeme Paket II Kab. Deli Serdang Sumatera Utara. *Buletin Utama Teknik*, 16(2), 157–162.

- [4] SNI 03-2828-1992. *Pengujian Kepadatan Di Lapangan Menggunakan Alat Konus Pasir (Sand Cone)*. Pustran-Balitbang PU. Bandung.
- [5] Braja, M. Das., 1993. *Mekanika Tanah Jilid 1*. Erlangga. Jakarta.
- [6] Adenora, N., Afriani, L., Iswan, I., & Putra, A. D. (2021). Perbandingan Nilai Derajat Kepadatan Tanah Metode Standard Proctor dengan Alat Uji Tekan Modikasi dan Uji Sand Cone di Lapangan. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain*, 9(4), 482828.
- [7] 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. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil UMS* (pp. 355-360).
- [8] Braja, M. Das., 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 1*. Erlangga. Jakarta.
- [9] Refiyanni, M. (2022). Analisa Ketebalan Perkerasan Pada Agregat Kelas B Dengan Kerucut Pasir Pada Ruas Ii Kegiatan Peningkatan Kapasitas Kontruksi Jalan Desa Lhok Buya-Lhok Bot. *Jurnal Ilmiah Teknik Unida*, 3(2), 132-139.
- [10] Sukarmi, S., Djamluddin, R., & Amir, A. (2023). Analisis Kepadatan Lapis Pondasi Kelas B Menggunakan Metode Sand Cone AASHTO 191-96 (Studi Kasus Peningkatan Struktur Jalan Kabu Tunong-Cot Gud). *Jurnal Prokons*, 17(1), 7-10.
- [11] Fathoni, R., & Sudjatmiko, A. (2023). Analisa Kepadatan Tanah menggunakan Sand Cone pada Peningkatan Struktur Jalan di Proyek Rancang dan Bangun Jembatan Akses Melintasi Sungai Cisadane di Kawasan PIK-2 Extention. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil UMS* (pp. 361-366).
- [12] Liu, Cheng., Jack B. Evett. (2008). *Soils and Foundations*. Pearson Prentice Hall.
- [13] SNI 03-1965.1-2000. *Metoda Pengujian Kadar Air Tanah dengan Alat Speedy*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.