

ANALISIS KEPADATAN TIMBUNAN MENGGUNAKAN METODE SANDCONE PADA PEMBANGUNAN JALAN TOL SOLO - YOGYAKARTA STA 6+250

^{*)}Gabriel Bagas Prasetya¹, Reki Arbianto¹, Suryo Handoyo¹

¹Fakultas Teknik, Universitas Tunas Pembangunan Surakarta

^{*)}Email : kugabriel11@gmail.com

ABSTRACT

The development of human civilization has progressed in the land transportation sector covering all parts of the road. Such as the construction of the Solo - Yogyakarta - NYIA Toll Road is one of the Trans Java network systems. Soil is a supporting material for road construction consisting of particles and water, so it is necessary to calculate its carrying capacity through mathematical calculations. The condition of the road design soil greatly affects the strength of the road. Sandcone testing on soil is performed to determine the on-site density of compacted soil layers or pavements. Judging from the design of toll road projects that use the at grade or backfill method, Sandcone testing is a very important test in a construction project. Sandcone is a method used to determine the density of soil layers that have been compacted, where 95% of the sample meets the required density degree (Density Degree > 95%). The water content in the field is known by testing using a gas pressure speedy test using calcium carbide, from 40 samples of which 95% meet the standard. The effect of moisture content on the value of soil density is that if the moisture content value does not meet the indicated percentage, it affects the soil density that is less than optimal. The degree of density is compared to the CBR value and results in an R² correlation value of 0.7671 where the correlation relationship is very strong

Keywords : Soil Density, Sandcone, Water Content, Dynamic Cone Penetrometer (DCP)

ABSTRAK

Perkembangan peradaban manusia telah mengalami kemajuan dalam sektor transportasi darat meliputi seluruh bagian jalan. Seperti pembangunan Jalan Tol Solo – Yogyakarta - NYIA merupakan salah satu sistem jaringan Trans Jawa. Tanah merupakan material pendukung konstruksi jalan yang terdiri dari partikel dan air, sehingga perlu dihitung daya dukungnya melalui perhitungan matematis. Kondisi tanah desain jalan sangat mempengaruhi kekuatan jalan. Pengujian *sandcone* pada tanah dilakukan untuk menentukan kepadatan di tempat dari lapisan tanah atau perkerasan yang telah dipadatkan. Ditinjau dari desain proyek jalan tol yang menggunakan metode *at grade* atau timbunan, pengujian *Sandcone* merupakan pengujian yang sangat penting dalam suatu proyek konstruksi. *Sandcone* merupakan metode yang dilakukan untuk mengetahui kepadatan lapis tanah yang telah dipadatkan, dimana 95% dari sample memenuhi derajat kepadatan yang disyaratkan (Derajat Kepadatan > 95%). Kadar air lapangan diketahui dengan pengujiannya menggunakan alat *speedy test* bertekanan gas menggunakan kalsium karbida alat ini digunakan untuk mengetahui kadar air lapangan secara cepat, dari 40 sample dimana 95% memenuhi standart, pengaruh kadar air terhadap nilai kepadatan tanah adalah jika nilai kadar air tidak memenuhi persentase yang diisyaratkan maka berpengaruh kepada kepadatan tanah yang kurang maksimal. Derajat kepadatan dibandingkan dengan nilai CBR dari pengujian DCP dan menghasilkan nilai korelasi R² sebesar 0,7671 dimana hubungan korelasi sangat kuat.

Kata Kunci : Kepadatan Tanah, Sandcone, Kadar Air, Dynamic Cone Penetrometer (DCP)

1. PENDAHULUAN

Perkembangan peradaban manusia telah mengalami kemajuan yang sangat signifikan, termaksud juga dalam sektor transportasi. Transportasi merupakan sarana kerja yang sangat penting dan telah menjadi bagian dari kebutuhan dan kepentingan masyarakat, yang bersumber dari sistem pemindahan benda berupa orang atau barang dari satu tempat yang diinginkan ke tempat lain. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan jalan yang baik untuk dapat merespon dengan tepat kecepatan dan penghematan transportasi. Upaya untuk dapat mewujudkan hal tersebut yaitu dengan meningkatkan dan meluaskan pembangunan jalan. Prasarana transportasi darat meliputi seluruh bagian jalan, termasuk bangunan penunjang dan perlengkapan lalu lintas (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 20/PRT/M/2010). Jalan dengan kondisi baik diperlukan untuk memperlancar lalu lintas, menjamin kenyamanan dan keamanan pengguna jalan, serta mengurangi kecelakaan lalu lintas. Mencapai kondisi jalan yang baik membutuhkan desain perkerasan yang baik, sistem drainase yang baik dan daya dukung kondisi tanah yang tinggi. Pembangunan ini bertujuan untuk mendukung peningkatan konektivitas, aksesibilitas, dan kapasitas jalan antar wilayah, untuk mengurangi kemacetan, serta untuk mendorong pengembangan wilayah dengan mendorong minat swasta dan masyarakat di Provinsi Jawa Tengah dan DIY (Surat Keputusan Gubernur DIY Nomor 206 Tahun 2020). Tanah merupakan material pendukung konstruksi jalan yang terdiri dari partikel dan air, sehingga perlu dihitung daya dukungnya melalui perhitungan matematis (Craig.F.R, Susilo Budi S “Mekanika Tanah Edisi 4, 1987). Kondisi tanah desain jalan sangat mempengaruhi kekuatan jalan. Daya dukung jalan yang rendah mempengaruhi kekuatan jalan sehingga mudah rusak dan mengalami penurunan. Dapat dikatakan ketahanan struktur perkerasan jalan raya atau jalan tol sangat ditentukan oleh kinerja dari masing-masing lapisan tersebut. Dalam menentukan daya dukung tanah, terdapat beberapa cara untuk mengetahui kemampuan tanah dalam memikul beban, salah satunya adalah pengujian

Sandcone. Pengujian *sandcone* pada tanah dilakukan untuk menentukan kepadatan di tempat dari lapisan tanah atau perkerasan yang telah dipadatkan. Walaupun nilai CBR telah memenuhi standar, namun jika kepadatan lapisannya masih belum baik, maka deformasi akibat konsolidasi masih dapat terjadi dan penyebaran beban ke lapis tanah di bawahnya akan menjadi kurang baik, serta berpotensi terjadi konsentrasi tegangan pada bagian tertentu dalam lapisan tanah tersebut yang dapat mengakibatkan kegagalan lapis tanah dasar pondasi secara keseluruhan (lauwtjunji).

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana hasil pengujian *Sandcone* terhadap kepadatan tanah pada pembangunan jalan Tol Solo –Yogyakarta STA 6+250?
2. Bagaimanakah pengaruh kadar air terhadap nilai kepadatan tanah pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Yogyakarta STA 6+250 dengan Metode *Sandcone*?
3. Bagaimanakah hubungan antara nilai kepadatan tanah yang dihasilkan dari metode *Sandcone* dengan nilai CBR dari pengujian *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Yogyakarta STA 6+250?

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui hasil pengujian kerucut pasir (*Sandcone*) terhadap kepadatan tanah pada pembangunan jalan tol Solo – Yogyakarta STA 6+250
2. Menganalisis pengaruh kadar air terhadap nilai kepadatan timbunan pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Yogyakarta STA 6+250 dengan Metode *Sandcone*.
3. Menganalisis hubungan antara nilai kepadatan tanah yang dihasilkan dari metode *Sandcone* dengan nilai CBR dari pengujian *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Yogyakarta STA 6+250.

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi Penulis
Melalui proposal tugas akhir ini, penulis dapat mengetahui dan menambah pengalaman tentang pekerjaan timbunan dan kepadatan tanah dalam pengerjaan proyek pembangunan jalan tol Solo-Yogyakarta Seksi 1.1.
2. Bagi Universitas Tunas Pembangunan.
Sebagai salah satu informasi untuk menambah atau mengembangkan pengetahuan dan gagasan dibidang teknik sipil, pada Fakultas Teknik Universitas Tunas Pembangunan Surakarta.
3. Bagi Pembaca
Membuat referensi atau bahkan menjadi acuan penelitian untuk menguji kepadatan timbunan pada bidang teknik sipil.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Sandcone

Kerucut pasir atau *Sandcone* merupakan pemeriksaan kepadatan pada tanah yang dilakukan untuk menentukan kepadatan di tempat dari lapisan tanah atau perkerasan yang telah dipadatkan dengan menggunakan pasir ottawa sebagai parameter kepadatan tanah dengan sifat kering, bersih, keras dan tidak memiliki bahan pengikat sehingga pasir dapat mengalir dengan bebas. Untuk pemeriksaan kepadatan tanah dilapangan pada lapisan tanah atau perkerasan yang di padatkan. Pengujian yang di uraikan butiran tanah dan batuan tidak lebih dari 5 cm diameternya. Kepadatan lapangan sesuai dengan kepadatan lapangan adalah berat kering persatuan isi. (Seputar teknik sipil). Analisis hasil pengujian kepadatan tanah di lapangan dan di laboratorium masing-masing dilakukan untuk mendapatkan nilai berat volume kering tanah (Ikbal, F. M., & Zhafirah, A. 2022)

Tanah

Tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong dimana partikel padat tersebut (Das, 1995). Menurut (Siregar, R. D., Sarifah, J., & Tanjung, D. 2021) Untuk membangun suatu konstruksi sangat berkaitannya dengan kondisi fisik dan mekanika tanah, hal ini disebabkan karena tanah merupakan salah satu material yang sangat berperan penting suatu konstruksi.

Lapis Timbunan

1. Lapis tanah dasar (*subgrade*)
Lapisan tanah dasar adalah lapisan tanah yang berfungsi sebagai tempat perletakan lapis perkerasan dan mendukung konstruksi perkerasan jalan di atasnya. Menurut Spesifikasi, tanah dasar adalah lapisan paling atas dari timbunan badan jalan setebal 30 cm (dpupr.grobogan)

2. Lapisan Pondasi Bawah (*Subbase Course*)

Lapis pondasi bawah ini berfungsi sebagai bagian dari konstruksi perkerasan untuk menyebarkan beban roda ke tanah dasar, Lapis peresapan, agar air tanah tidak berkumpul di pondasi, Lapisan untuk mencegah partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapis pondasi atas, Lapis pelindung lapisan tanah dasar dari beban roda-roda alat berat (akibat lemahnya daya dukung tanah dasar) pada awal-awal pelaksanaan pekerjaan, Lapis pelindung lapisan tanah dasar dari pengaruh cuaca terutama hujan.

3. Lapis Pondasi Atas (*Base Course*)

Lapisan pondasi atas adalah lapisan perkerasan yang terletak di antara lapis pondasi bawah dan permukaan. Lapisan pondasi atas ini berfungsi sebagai bagian perkerasan yang menahan gaya lintang dari beban roda dan menyebarkan beban ke lapisan ketamam bawah., Bantalan terhadap lapisan permukaan. Bahan -bahan untuk lapis pondasi atas ini, harus cukup kuat, tahan lama sehingga dapat menahan beban-beban roda.(dpupr.grobogan)

Jenis Material Yang Digunakan

1. Material Borrow

Borrow material adalah pekerjaan timbunan tanah yang bahan timbunannya berasal dari luar atau galian ditempat lain, Material ini harus bebas dari bahan-bahan organik dalam jumlah yang merusak, seperti daun, rumput, akar dan kotoran. Bahan yang dipilih sebaiknya tidak termasuk tanah yang berplastisitas tinggi. Dalam proses perencanaan jalan, tanah yang lepas (renggang) haruslah dipadatkan untuk meningkatkan berat volumenya.(HALIMAH, N. 2022)

2. Material Granular

Material Granular atau material butiran adalah sebuah material yang terdiri dari butiran-butiran bahan lain yang lebih kecil. Material granular adalah material kerikil, batu pecah, timbunan batu-batuan atau pasir alam atau campuran yang baik dari kombinasi material-material ini. Material ini letaknya tepat dibawah lapisan lean concrete (LC) atau yang sering disebut lantai kerja.

Pemadatan Tanah

Pemadatan tanah adalah proses peningkatan kerapatan tanah dengan cara memperkecil jarak antar partikel sehingga mengakibatkan berkurangnya volume udara. Tingkat pemadatan tanah diukur dengan berat unit kering yang dipadatkan. Ketika di ditambahkan ke tanah yang akan dipadatkan, air bertindak sebagai bahan pembasah atau pelumas untuk partikel tanah (Prihartono, Y., 2011). Adanya air memudahkan pergerakan dan perpindahan partikel-partikel tersebut satu sama lain, membentuk susunan yang lebih padat. Kekuatan pemadatan yang sama, massa satuan kering tanah meningkat seiring dengan peningkatan kadar air tanah yang dipadatkan. Kepadatan tanah merupakan usaha yang dilakukan dengan bantuan alat pemadat untuk memperkecil jarak antar partikel butiran-butiran tanah hingga partikel tersebut menjadi rapat. Menurut Cahyanti, Suci (2021) kepadatan dapat dilakukan dengan 2 (dua) cara yaitu pemadatan di lapangan (sandcone) dan pemadatan di laboratorium (standart proctor).

Spesifikasi Pemadatan Di Lapangan

Spesifikasi uji pemadatan dan kepadatan tanah Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo Yogyakarta spesifikasi kepadatan tanah yang disyaratkan untuk pembangunan konstruksi dalam subkontraktor untuk menentukan kepadatan tanah 95% atau lebih dari 95% berdasarkan hasil laboratorium sampel uji kering. Dan untuk KAO diantara 19-23% untuk tanah borrow dan 7%-10% untuk material granular, sedangkan untuk nilai CBR minimum adalah 15%. Prosedur kerja yang dilakukan yaitu menentujan isi pasir, berat ini tanah, kadar air dan derajat kepadatan (Permatasari, S. 2019)

Untuk mendapatkan lahan yang datar pada daerah perbukitan adalah dengan melakukan "cut and fill", sehingga kemungkinan bangunan dilatakan pada daerah "cut and fill".

Dynamic Cone Penetrometer (DCP Test)

Dynamic Cone Penetrometer (DCP Test) adalah pengujian untuk menentukan nilai kepadatan tanah, yang hasil akhirnya berupa nilai CBR (*California Bearing Ratio*), Pengujian ini untuk mengetahui hubungan antara nilai kepadatan tanah yang dihasilkan dari metode *Sandcone* dengan nilai CBR dari pengujian DCP.

Pengujian Kadar Air

Kadar air merupakan satu diantara dua parameter kontrol kepadatan timbunan. Untuk kebutuhan praktis yang cepat di lapangan, para praktisi biasanya melakukan pemeriksaan kadar air timbunan dengan cara pembakaran tanah secara langsung atau lebih cepatnya dengan menggunakan alat bernama *Speedy test*, dengan ini akan langsung keluar hasil kadar air dengan cepat dalam jarum yang mengarah ke angka kadar air tanah. Menurut Yudistira, Y., Permana, S., & Farida, I. (2015) penelitian ini untuk mengetahui nilai di lapangan secara langsung dengan membandingkan dengan nilai laboratorium

Cara Menghitung Kepadatan dengan Metode Sandcone

1. Pasang pelat corong pada tanah.
2. Gali lubang sedalam 12 cm.
3. Masukkan tanah galian ke wadah.
4. Timbang alat yang sudah diisi pasir.
5. Letakkan alat *sandcone* pada pelat.
6. Buka kran agar pasir keluar dan tutup setelah pasir berhenti mengalir.
7. Ambil sample tanah galian untuk uji kadar air.
8. Hitung berat pasir dalam lubang.

3. METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Lokasi pelaksanaan dalam penelitian berjudul Analisa Kepadatan Timbunan Menggunakan Metode *Sandcone* Pada Pembangunan Jalan Tol Solo - Yogyakarta terdapat pada lokasi pembangunan proyek Tol Solo – Yogyakarta seksi 1 paket 1.1 STA 6 + 250 yang lebih tepatnya berada pada Desa Kateguhan, Kecamatan Sawit, Kabupaten Boyolali.

Tahapan Penelitian

1. Melakukan survei dan observasi pada lokasi yang akan dijadikan lokasi penelitian untuk mendapatkan gambaran langsung kondisi pada lapangan.
2. Mencari referensi baik dari buku dan jurnal-jurnal peneliti yang terdahulu sebagai gambaran dan tambahan wawasan pengetahuan.
3. Identifikasi penggunaan alat dan kapasitas daya dukung tanah.
4. Menentukan kebutuhan data yang diperlukan.
5. Pengujian kepadatan timbunan dengan metode *sand cone* dan DCP pada lapangan.
6. Melakukan pengolahan data dari data yang sudah didapatkan agar sesuai dengan kebutuhan.
7. Kesimpulan dan saran.
8. Selesai.

Pengujian Material

1. *Spesific Gravity*
2. *Grain Size Analysis*
3. Analisis/Tes Hydrometer
4. Uji Batas Cair dan Plastis
5. *Modified Proctor Test*

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Laboratorium Material Timbunan

Sebelum material digunakan dalam proyek, material perlu diuji laboratorium untuk mengetahui karakteristik tanah dan spesifikasi tanah, apakah tanah memenuhi syarat atau tidak. Tanah yang diuji berasal dari tambang tanah Desa Tegalgiri, Kecamatan Nogosari, Kabupaten Boyolali. Berikut hasil pengujian laboratorium material.

Tabel 1. Hasil Pengujian Laboratorium Material Timbunan

No	Pengujian	Parameter	Satuan	Nilai
1	Specific Gravity	G_s	-	2,74
2	Grin Size Analysis	Gravel (G)	(%)	0,82
		Sand (S)	(%)	76,94
		Silt (M)	(%)	19,14
		Clay (C)	(%)	3,11
		Batas Cair (LL)	(%)	40,51
3	Atterberg Limit	Batas Plastis (PL)	(%)	22,88
		Indeks Plastis (PI)	(%)	17,63
		Klasifikasi Tanah	-	Pasir Berlanau (SM)
		Kadar Air Optimum (wopt)	(%)	17,20
4	Modified Proctor Test	γ_d maximum	gr/cm ³	1,654
5	CBR Usoanked	CBR 0,1"	(%)	23,61
		CBR 0,2"	(%)	29,97
		CBR 0,1"	(%)	12,88
6	CBR Soaked	CBR 0,2"	(%)	18,67
		Kadar Air	(%)	19,08
		Swelling	(%)	0,06

Sumber : Laboratorium PT Adhi Karya

Hasil Pengujian Sandcone

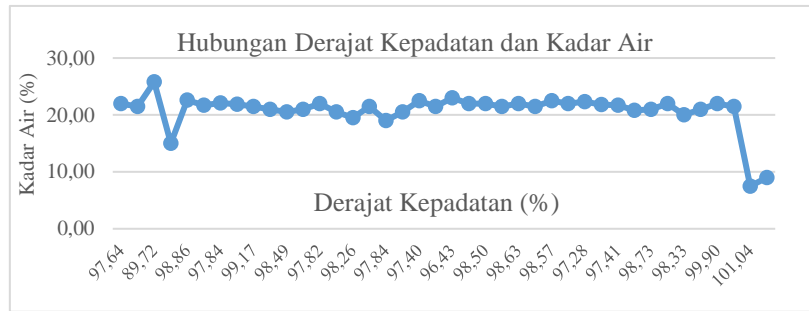
Sandcone merupakan pemeriksaan kepadatan pada tanah yang dilakukan untuk menentukan kepadatan di tempat dari lapisan tanah yang telah dipadatkan dengan menggunakan pasir ottawa. Pengujian sandcone dilakukan sebanyak 40 sample uji yang terdiri dari 20 layer kiri dan kanan. Berikut hasil pengujian sandcone pada lapis timbunan.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sandcone

Layer	Kiri / Kanan	Derajat Kepadatan di Isyaratkan (%)	Derajat Kepadatan (%)	Memenuhi Syarat	
				YA	TIDAK
1	Kiri	95,00	97,64	YA	-
1	Kanan	95,00	97,86	YA	-
2	Kiri	95,00	89,72	-	TIDAK
2	Kanan	95,00	92,73	-	TIDAK
3	Kiri	95,00	98,86	YA	-
3	Kanan	95,00	98,49	YA	-
4	Kiri	95,00	97,84	YA	-
4	Kanan	95,00	99,08	YA	-
5	Kiri	95,00	99,17	YA	-
5	Kanan	95,00	99,27	YA	-
6	Kiri	95,00	98,49	YA	-
6	Kanan	95,00	98,73	YA	-
7	Kiri	95,00	97,82	YA	-
7	Kanan	95,00	98,70	YA	-
8	Kiri	95,00	98,26	YA	-
8	Kanan	95,00	98,49	YA	-
9	Kiri	95,00	97,84	YA	-
9	Kanan	95,00	98,14	YA	-
10	Kiri	95,00	97,40	YA	-
10	Kanan	95,00	98,70	YA	-
11	Kiri	95,00	96,43	YA	-
11	Kanan	95,00	98,28	YA	-
12	Kiri	95,00	98,50	YA	-
12	Kanan	95,00	97,19	YA	-
13	Kiri	95,00	98,63	YA	-
13	Kanan	95,00	98,27	YA	-
14	Kiri	95,00	98,57	YA	-
14	Kanan	95,00	99,20	YA	-
15	Kiri	95,00	97,28	YA	-
15	Kanan	95,00	96,16	YA	-
16	Kiri	95,00	97,41	YA	-
16	Kanan	95,00	96,95	YA	-
17	Kiri	95,00	98,73	YA	-
17	Kanan	95,00	97,82	YA	-
18	Kiri	95,00	98,33	YA	-
18	Kanan	95,00	95,61	YA	-
19	Kiri	95,00	99,90	YA	-
19	Kanan	95,00	98,55	YA	-
20	Kiri	100,00	101,04	YA	-
20	Kanan	100,00	100,35	YA	-

Sumber : Hasil Penelitian, 2023

Dari tabel rekapitulasi pengujian kadar air dan derajat kepadatan tanah dapat digambarkan diagram perolehan sebagai berikut :



Sumber : Hasil Penelitian, 2023

Gambar 2. Grafik Hubungan Derajat Kepadatan Dan Kadar Air

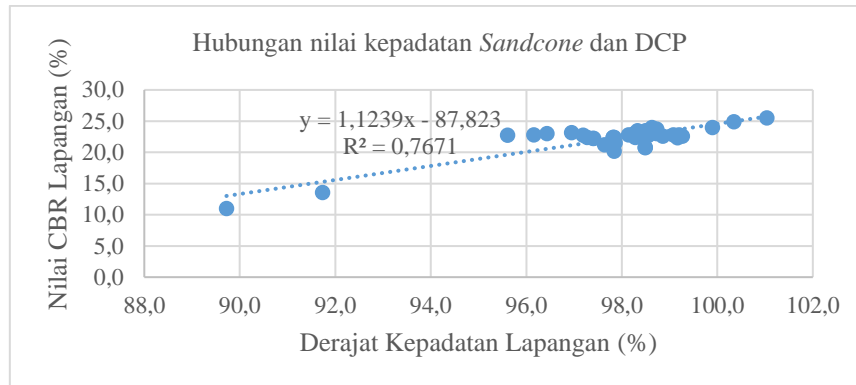
Hasil pengujian *Dynamic Cone Penetrasen (DCP)*

Dalam penelitian ini penulis menggunakan alat DCP Test sebagai alat yang digunakan untuk mengetahui nilai CBR guna membandingkan nilai Derajat Kepadatan dari pengujian *sandcone*. Berikut hasil pengujian DCP dan perbandingan dengan derajat kepadatan:

Tabel 3. Hasil Pengujian DCP dan Kepadatan Tanah

Layer	Kiri / Kanan	Nilai CBR Lapangan (%)	Derajat Kepadatan Lapangan (%)
1	Kiri	21,2	97,6
1	Kanan	21,5	97,9
2	Kiri	11,0	89,7
2	Kanan	13,5	91,7
3	Kiri	22,6	98,9
3	Kanan	20,8	98,5
4	Kiri	20,1	97,8
4	Kanan	22,8	99,1
5	Kiri	22,3	99,2
5	Kanan	22,6	99,3
6	Kiri	20,7	98,5
6	Kanan	23,7	98,7
7	Kiri	22,4	97,8
7	Kanan	23,1	98,7
8	Kiri	23,0	98,3
8	Kanan	22,8	98,5
9	Kiri	22,4	97,8
9	Kanan	22,8	98,1
10	Kiri	22,2	97,4
10	Kanan	23,1	98,7
11	Kiri	23,0	96,4
11	Kanan	22,4	98,3
12	Kiri	23,4	98,5
12	Kanan	22,8	97,2
13	Kiri	24,0	98,6
13	Kanan	22,7	98,3
14	Kiri	23,0	98,6
14	Kanan	22,8	99,2
15	Kiri	22,4	97,3
15	Kanan	22,8	96,2
16	Kiri	22,2	97,4
16	Kanan	23,1	97,0
17	Kiri	23,0	98,7
17	Kanan	22,4	97,8
18	Kiri	23,4	98,3
18	Kanan	22,8	95,6
19	Kiri	24,0	99,9
19	Kanan	22,7	98,6
20	Kiri	25,5	101,0
20	Kanan	24,9	100,4

Sumber : Hasil Penelitian, 2023



Gambar 3. Grafik Hubungan Derajat Kepadatan Dan Nilai CBR

Tabel 4. Hubungan Korelasi

Koefisien Korelasi	Kekuatan Hubungan
0,00	Tidak ada hubungan
0,01 – 0,09	Hubungan kurang berarti
0,10 – 0,29	Hubungan lemah
0,30 – 0,49	Hubungan moderator
0,50 – 0,69	Hubungan kuat
0,70 – 0,89	Hubungan sangat kuat
>0,90	Hubungan mendekati sempurna

(sumber : databee.id)

Hubungan antara nilai kepadatan tanah yang dihasilkan dari metode *Sandcone* dengan nilai CBR dari pengujian *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) menghasilkan nilai korelasi 0,7671 dimana kekuatan hubungan sangat kuat.

5. KESIMPULAN

Kepadatan tanah dari pengujian *sandcone* menunjukkan 95% sample memenuhi derajat kepadatan yang disyaratkan. dan 5% dari uji tidak memenuhi derajat kepadatan yang disyaratkan (syarat = $Dr > 95\%$). Jika tanah terlalu basah maka nilai kadar air akan tinggi yang mengakibatkan derajat kepadatan berkurang ($Dr < 95\%$) begitu pula sebaliknya. Untuk tanah borrow kadar air optimal berada pada 19% - 23%, Dan untuk material granular kadar air optimum berada pada 7% - 10%. Dari semua sample uji menghasilkan kepadatan tanah 95% memenuhi persyaratan. Hubungan antara nilai kepadatan tanah yang dihasilkan dari metode *Sandcone* dengan nilai CBR dari pengujian *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) menghasilkan nilai korelasi 0,7671 dimana kekuatan hubungan sangat kuat.

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyanti, S. (2021). Derajat Kepadatan Tanah Timbunan (Dalam Pembangunan Proyek Jalan Tol Tebing Tinggi-Indrapura Tahap 1) Sumatera Utara.
- Craig.F.R, Susilo Budi S (1987) "Mekanika Tanah Edisi 4,
- Das, B. M. (1991). Mekanika Tanah. Jilid I dan II [5].
- DPUPR Grobogan. (2014). (<https://dpupr.grobogan.go.id/>)
- HALIMAH, N. (2022). *ANALISIS KEPADATAN TANAH MENGGUNAKAN METODE SAND CONE PADA KEGIATAN PENINGKATAN STRUKTUR JALAN DI PROYEK PEMBANGUNAN PABRIK SEPATU DESA WANGANDOWO KECAMATAN BOJONG KABUPATEN PEKALONGAN* (Doctoral dissertation, Universitas Pancasakti Tegal).
- Ikkal, F. M., & Zhafirah, A. (2022). Evaluasi Kepadatan Tanah Timbunan dengan Sand Cone. *Jurnal Konstruksi*, 20(2), 228-233.
- Lauwtjunnji. (2020). Cara pengujian Sandcone. (<http://lauwtjunnji.weebly.com>)
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 20/PRT/M/ (2010). Tentang Pedoman Pemanfaatan dan Penggunaan Bagian-bagian Jalan <https://sip3rumijatol.binamarga.pu.go.id/>

Permatasari, S. (2019). Analisis Kepadatan Lapangan Menggunakan Metode Konus Pasir (Sand Cone) Pada Desa Sebelimbingan Kabupaten Kotabaru. *TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi): Jurnal Program Studi Teknik Sipil*, 8(1), 20-25.

Prihartono, Y. (2011) :” Pematatan Tanah

seputar teknik sipil (2017)

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(3), 157-162.

Surat Keputusan Gubernur DIY Nomor 206 Tahun (2020)

Yudistira, Y., Permana, S., & Farida, I. (2015). Analisa kepadatan tanah pada timbunan di saluran irigasi dengan metode pengujian Proctor dan Sand Cone. *Jurnal Konstruksi*, 13(1).