

ANALISIS DAYA DUKUNG LAPISAN TANAH DASAR PADA PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL DENGAN METODE *DCP TEST*

^{*)}Ardha Kumara¹, Reki Arbianto¹, Dian Arumningsih D. P.¹

¹Fakultas Teknik, Universitas Tunas Pembangunan, Surakarta

^{*)}Email : ardha271@gmail.com

ABSTRACT

The infrastructure development program is a program that the government has been intensively carrying out in recent years. The program was carried out in order to improve interrelationships and stimulate inter-regional competitiveness throughout Indonesia. The Solo-Jogja Toll Road Section 1 construction project to be precise in the Central Java region is one of Government programs carried out by PT. Adhi Karya (Persero) Tbk. Soil compaction is a soil mechanical stability. After it is compacted and arranged, soil particles become denser. Soil density is measured by the volume weight of compacted dry soil. One of the factors that affect reduced carrying capacity of the soil is the high level of water content in the soil. High water content can cause the total volume of soil to increase but the level of density of the soil decreases. Therefore it is necessary to test the soil density using the DCP Test tool. From the data from the CBR test results in the field, only 50% or ten test points passed the test out of the twenty points that were tested. From the graph of testing the water content using the Speedy Test tool, it can be seen from the correlation coefficient value of (0.5392) which has a meaning (strong relationship) between the CBR value and the water content value. And from the SPP and CBR test graphs in the field, it can be seen that correlation coefficient value is (0.8968) which means (very strong relationship) between the CBR value and penetration SPP value.

Keywords : *DCP Test, Speedy Test, SPP Penetration.*

ABSTRAK

Program pembangunan infrastruktur merupakan program yang sedang gencar dilakukan pemerintah dalam beberapa tahun ini. Program tersebut dilakukan dalam rangka meningkatkan interelasi dan merangsang daya saing antar daerah di seluruh Indonesia. Proyek pembangunan Jalan Tol Solo - Jogja Seksi 1 tepatnya di wilayah Jawa Tengah merupakan salah satu program Pemerintah yang dikerjakan oleh PT. Adhi Karya (Persero) Tbk. Pematatan tanah merupakan stabilitas tanah secara mekanisme. Setelah dipadatkan dan disusunan partikel tanah menjadi lebih padat. Tingkat kepadatan tanah diukur dari berat volume tanah kering yang dipadatkan. Salah satu faktor yang mempengaruhi berkurangnya daya dukung tanah adalah tingginya tingkat kadar air dalam tanah tersebut. Kandungan kadar air yang tinggi dapat menyebabkan jumlah volume tanah meningkat tetapi tingkat kepadatan tanah tersebut berkurang. Oleh karena itu diperlukannya pengujian kepadatan tanah menggunakan alat *DCP Test* (Sriharyani, 2016). Dari data hasil pengujian *CBR* dilapangan hanya 50% nya saja atau sepuluh titik pengujian yang lolos uji dari dua puluh titik yang dilakukan pengujian. Dari grafik pengujian kadar air menggunakan alat *Speedy Test* dapat dilihat dari nilai koefisien korelasinya sebesar (0.5392) yang memiliki arti (Hubungan kuat) antara nilai *CBR* dan nilai Kadar airnya. Dan dari grafik pengujian *SPP* dan *CBR* dilapangan dapat dilihat nilai koefisien korelasinya sebesar (0.8968) yang memiliki arti (Hubungan sangat kuat) antara nilai *CBR* dan nilai *SPP* penetrasinya.

Kata kunci : *DCP Test, Speedy Test, SPP Penetrasi.*

1. PENDAHULUAN

Transportasi merupakan sarana yang sangat penting dan sudah menjadi bagian dari kebutuhan dan relevansi masyarakat, yang timbul karena adanya suatu sistem pemindahan benda berupa manusia atau barang, dari satu tempat ke tempat lain yang dikehendaki. Oleh karena itu, diperlukan adanya perencanaan jalan yang baik supaya laju transportasi dan perekonomian dapat terpenuhi dengan baik pula. Upaya untuk dapat mewujudkan hal tersebut yaitu dengan meningkatkan dan meluaskan pembangunan jalan. (A. Tatang Dachlan, 2005)

Di Indonesia sendiri memiliki banyak sekali jenis dan sifat tanah yang kurang mendukung untuk dijadikan kontruksi lapisan tanah dasar (*subgrade*). Sebagai contoh adalah tanah liat. Hampir ¼ tanah di Indonesia memiliki jenis tanah yang lunak, sehingga tanah ini belum mampu sepenuhnya menahan beban kontruksi di atasnya. Tanah liat sendiri memiliki kadar air yang tinggi dikarenakan tanah liat mampu menyerap air yang sangat banyak. Dan apabila pada tanah itu memiliki kadar air yang tinggi, menyebabkan daya dukung lapisan tanah dasar tersebut semakin berkurang. (Karyati, 2018).

Rumusan dalam Penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimanakah hasil pengujian kepadatan tanah pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Jogja Seksi 1 dengan Metode *DCP Test*?
2. Bagaimanakah pengaruh tingkat kelembapan tanah atau kadar air terhadap nilai kepadatan tanah pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Jogja Seksi 1 dengan Metode *DCP Test*?

3. Bagaimanakah korelasi antara nilai kepadatan tanah yang dihasilkan dari metode *DCP Test* dengan tingkat penurunan lapisan tanah dasar (*Sub Grade*) pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Jogja Seksi 1?.

Agar penelitian skripsi ini terarah, maka perlu dilakukan batasan masalah :

1. Lokasi penelitian berada di Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Jogja.
2. Pekerjaan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah pengujian galian dan timbunan.
3. Penelitian menggunakan jarak dari STA 3+00 sampai STA 6+00.
4. Memperoleh data primer dari pengujian *DCP Test*.
5. Pengujian yang dilakukan adalah Uji *Index Properties*, yaitu untuk mengetahui jenis tanah yang digunakan.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui hasil pengujian kepadatan tanah pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Jogja Seksi 1 dengan metode *DCP Test*.
2. Menganalisis pengaruh tingkat kelembapan tanah terhadap nilai kepadatan tanah pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Jogja Seksi 1 dengan Metode *DCP Test*.
3. Mengetahui korelasi antara nilai kepadatan tanah yang dihasilkan dari metode *DCP Test* dengan tingkat penurunan lapisan tanah dasar (*Sub Grade*) pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Jogja Seksi 1.

Tanah

Dalam ilmu Teknik ada beberapa pengertian ilmu tentang tanah, pengertian tanah adalah partikel mineral yang tersendimen atau terikat secara kimiawi satu dengan yang lain yang terbentuk karena adanya proses pelapukan dari batuan tersebut. (Purwoko, 2023)

Tanah merupakan dasar dari suatu struktur atau konstruksi perkerasan jalan. Tanah dasar yang baik untuk konstruksi perkerasan jalan adalah tanah dasar yang berasal dari lokasi itu sendiri atau didekatnya, yang telah dipadatkan sampai tingkat kepadatan tertentu sehingga mempunyai daya dukung yang baik serta berkemampuan mempertahankan perubahan volume selama masa pelayanan walaupun terdapat perbedaan kondisi lingkungan dan jenis tanah setempat. Sifat masing-masing jenis tanah tergantung dari tekstur, kepadatan, kadar air, kondisi lingkungan dan lain sebagainya. (Leni 2016)

Uji Dynamic Cone Penetrometer (DCP) telah banyak dilakukan pada Indonesia pada bidang geoteknik & transportasi, untuk mengevaluasi sifat- sifat tanah dasar atau pun pengerasan lentur. (Priska, 2013).

Setelah melakukan pengujian baik itu pengujian CBR, SPP maupun Kadar Air nanti akan keluar nilai koefisien korelasinya (Anonim). Dalam nilai tersebut ada ketentuan kekuatan hubungan antara masing – masing pengujian. Berikut adalah tabel koefisien korelasi beserta kekuatan hubungannya (Sujahtra, 2019):

Tabel 1. Koefisien korelasi beserta kekuatan hubungannya.

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 moderat
0,50 – 0,69	Hubungan kuat
0,70 – 0,89	Hubungan sangat kuat
> 0,90	Hubungan mendekati sempurna

Sumber : Interpretasi Koefisien Korelasi (*Versi de Vaus*)

Pengujian tanah dilapangan sangat diperlukan untuk mengetahui daya dukung tanah tersebut apakah kedepannya mampu menopang dengan kokoh konstruksi jalan di atasnya. Pengujian dilakukan dengan cara menguji langsung dilapangan atau dengan mengambil sampel tanah yang nantinya akan diuji di laboratorium. Tujuan dilakukan pengujian tersebut adalah untuk mengetahui sifat dan karakter jenis tanah tersebut dan juga dapat untuk menganalisis kapasitas daya dukung tanah dan penurunannya. Khusus untuk perencanaan jalan raya kekuatan tanah dasar ditandai dengan meningkatnya nilai *CBR* (*California Bearing Ratio*) dari tanah tersebut. (Sukirman, 1999).

Jenis dan sifat tanah selalu bergantung pada ukuran butirannya dan akan dipakai sebagai titik tolak ukur untuk klasifikasi teknis dari tanah. Jenis – jenis tanah dapat digolongkan berdasarkan ukurannya.

Tabel 2. Tanah Butiran Kasar.

Jenis – jenis tanah	Batas ukuran
Berangkal (<i>Boulder</i>)	≥ 20 cm
Kerakal (<i>Cobblestone</i>)	8 – 20 cm
Kerikil (<i>Gravel</i>)	0,2 – 8 cm
Pasir Kasar (<i>Course Sand</i>)	0,06 – 0,2 cm
Pasir Medium (<i>Medium Sand</i>)	0,02 – 0,06 cm
Pasir Halus	0,006 – 0,02 cm

Sumber : Das, 1995

Tabel 3. Tanah Butiran Halus.

Jenis – jenis tanah	Batas Ukuran
Lanau (<i>Silt</i>)	0,0002 – 0,0006 cm
Lempung (<i>Clay</i>)	$< 0,0002$ cm

Sumber : Das, 1995

Jenis – jenis pekerjaan pengujian tanah

1. DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*)

DCP merupakan kegiatan untuk mengetahui karakteristik tanah dan daya dukung serta kondisi geologi, misalnya mengetahui sifat tanah/susunan lapisan tanah, kepadatan serta daya dukung tanah, mengetahui sifat korosivitas tanah ataupun mengetahui kekuatan lapisan tanah sebagai penyelidikan tanah dasar dalam keperluan pondasi bangunan maupun jalan. Salah satu penyelidikan tanah di lapangan yang bisa dilakukan yakni uji DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*). (Iman Hidayat, 2022)

2. CBR (*California Bearing Ratio*)

Ada dua macam CBR Test yaitu :

a. CBR Test Laboratorium.

CBR Laboratorium merupakan perbandingan antara beban penetrasi suatu bahan terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama (SNI 03-1744-1989).

b. CBR Test Lapangan

Pengujian CBR lapangan dimaksudkan untuk mendapatkan nilai CBR langsung dilapangan (*in Place*) yang digunakan untuk perencanaan tebal perkerasan atau lapis tambah perkerasan / *overlay*. (SNI 03-1738-1989)

3. Sandcone

Sandcone sendiri merupakan alat yang dipakai untuk tes uji penentuan kepadatan lapisan tanah pada lapangan dengan memakai butiran pasir halus (*sillica*), baik lapisan tanah maupun perkerasan lapisan tanah yang akan dipadatkan. (Yuda, 2015)

4. Speedy Moisture Tester

Alat ini berfungsi untuk mengetahui kandungan kadar air tanah yang telah di ambil contohnya dengan cara mencampurkan sejenis serbuk karbit ke dalam alat tersebut.

5. Sondir / Cone Penetrometer Test (CPT)

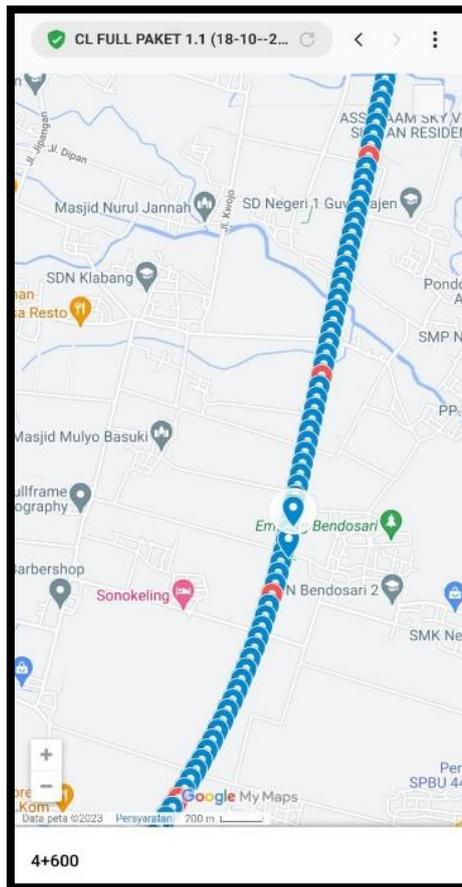
Pengujian sondir sudah banyak dilakukan di Indonesia, fungsi dari pengujian ini adalah untuk mencari nilai variasi kepadatan tanah. Pada tanah yang berpasir dan berbatuan pengujian ini kurang efektif, dikarenakan alat sondir tersebut mengalami kesulitan untuk masuk ke dalam tanah. Tujuan dilakukannya pengujian sondir adalah untuk

menentukan lapisan – lapisan permukaan tanah berdasarkan tahanan ujung konus dan daya lekat tanah di setiap kedalaman alat uji *sondir*.

2. METODE PENELITIAN

Pengumpulan data penelitian

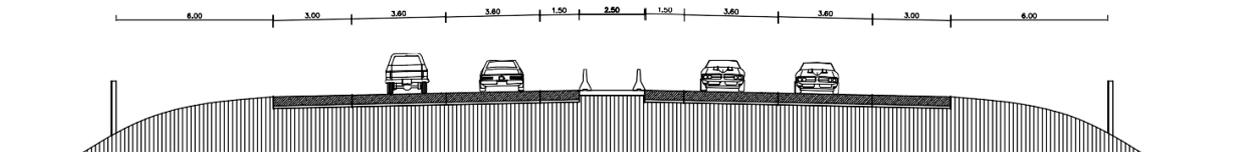
Lokasi penelitian berada di proyek Pembangunan Jalan Tol Solo-Jogja seksi 1, STA 3+000 s.d STA 6+000 yang membentang Kecamatan Ngasem Kabupaten Boyolali sampai Kabupaten Klaten, Provinsi Jawa Tengah. Data yang dikumpulkan adalah data primer dan data sekunder. Data primer antara lain survei lokasi, pengujian langsung dilapangan, data hasil pengujian dilapangan, pengumpulan data, dan dokumentasi. Sedangkan data sekunder antara lain data administrasi proyek dan data teknis proyek. Penelitian ini dilakukan kurang lebih selama dua bulan. Berikut peta lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Sumber : Maps STA Adhi Karya

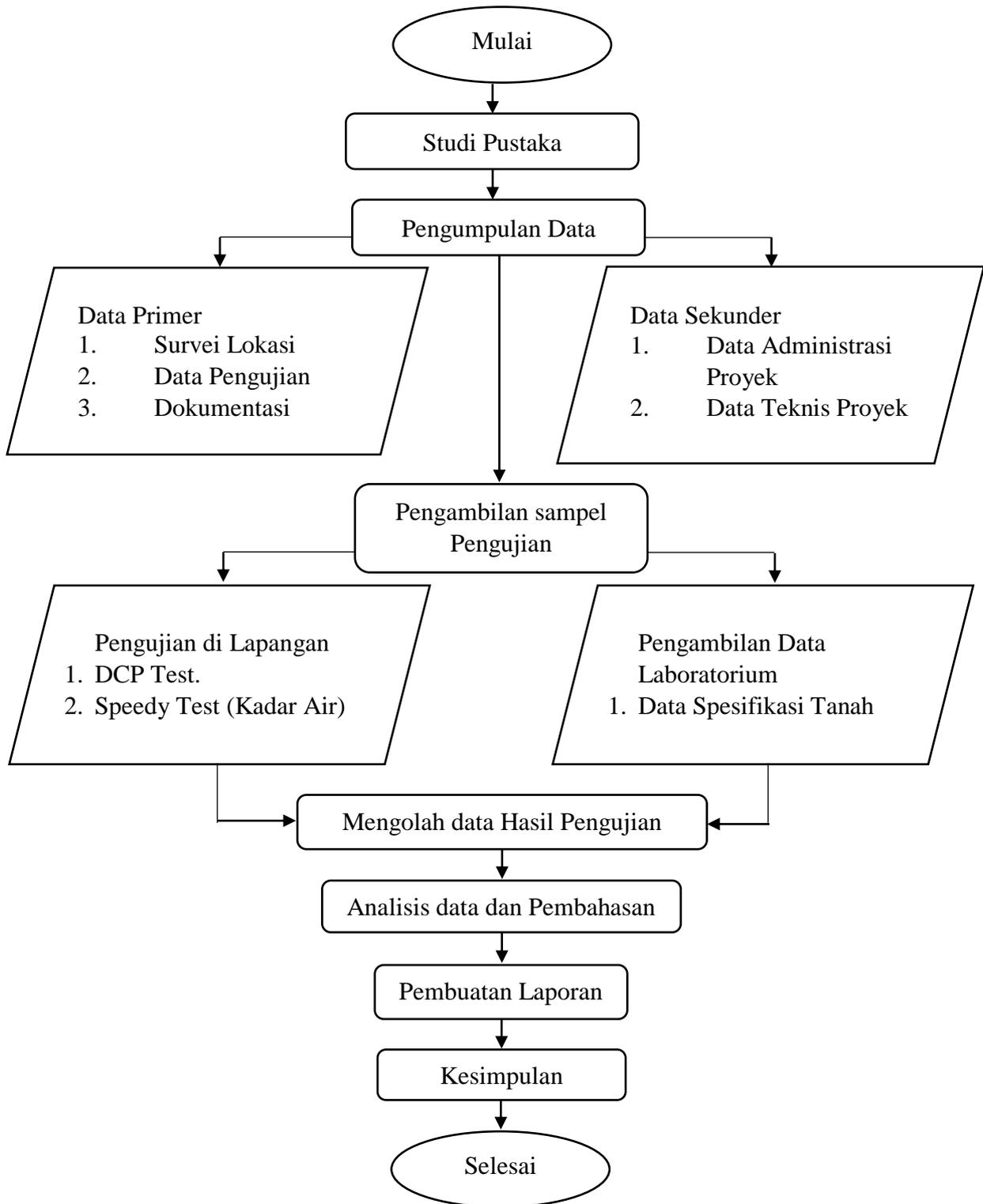
Gambar 1. Peta Lokasi penelitian

Jalan tol solo - jogja ini memiliki Panjang jalan 22,3 Km, setiap satu jalur memiliki 2 lajur dan masing – masing lajur memiliki lebar 3,6 m. memiliki lebar bahu dalam 1,5 m dan lebar bahu luar 3 m. desain potongan jalan tol solo jogja dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Desain potongan jalan tol Solo - Jogja

Adapun tahapan-tahapan kegiatan yang akan dilakukan dalam penelitian ini disajikan dalam bentuk diagram alir berikut.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

3. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada Bab ini akan dibahas hasil pengujian yang telah dilakukan di lapangan. Secara umum pengujian dilapangan dilakukan untuk mengetahui mengetahui tingkat kekerasan atau daya dukung lapisan tanah, tingkat kelembaban tanah dan tingkat penurunan tanah.

a. Hasil pengujian kepadatan tanah

Setelah dilakukannya pengujian laboratorium tersebut wajib juga dilakukan pengujian langsung dilapangan untuk mengetahui seberapa besar nilai *CBR* lapangannya dan untuk mengetahui apakah tanah tersebut lolos uji atau tidak. Nilai *CBR* lapangan minimum yang ditetapkan oleh pihak laboratorium sebesar 11%. Berikut adalah hasil pengujian *CBR* lapangan di beberapa titik, antara lain :

Pengujian	STA	CBR (%)	Ket
1	STA 5+450 (L) Main Road (After Clearing)	18.47	OK
2	STA 3+150	11.24	OK
3	STA 3+200	10.95	-
4	STA 5+050	7.15	-
5	STA 5+100	11.34	OK
6	STA 5+390 Akses IC Klaten (After Replace \pm 60 cm)	10.94	-
7	STA 5+410 Akses IC Klaten (After Replace \pm 60 cm)	10.99	-
8	STA 5+460 Akses IC Klaten (After Replace \pm 60 cm)	11.48	OK
9	STA 4+925	9.33	-
10	STA 4+975	4.43	-
11	STA 6+300 (L) IC Klaten	68.87	OK
12	STA 6+300 (R) IC Klaten	37.68	OK
13	STA 6+950 Main Road	18.14	OK
14	STA 3+950 Main Road	14.5	OK
15	STA 4+150 Main Road	13.44	OK
16	STA 3+625 (R) Main Road	6.76	-
17	STA 3+575 (R) Main Road	10.12	-
18	STA 6+700 (L) Main Road	9.26	-
19	STA 6+750 (L) Main Road	10.87	-
20	STA 3+925 Main Road	12.39	OK

Tabel 4. Tabel Data Hasil Pengujian *CBR* Lapangan lapisan tanah *Borrow*

Sumber : Pengujian *CBR* lapangan (Kumara 2023).

Dari data hasil pengujian *CBR* lapangan diatas hanya 50% nya saja atau sepuluh titik pengujian yang lolos uji dari dua puluh titik yang dilakukan pengujian. Dari sepuluh titik pengujian yang tidak lolos tersebut, perlu dilakukannya perbaikan ulang lapisan tanah dasar tersebut. Salah satu cara untuk memperbaiki lapisan tanah dasar yang memiliki nilai *CBR* rendah adalah dengan cara memadatkan kembali dengan alat berat *Tandem Roller*.

b. Pengaruh tingkat kelembaban tanah terhadap nilai kepadatan tanah

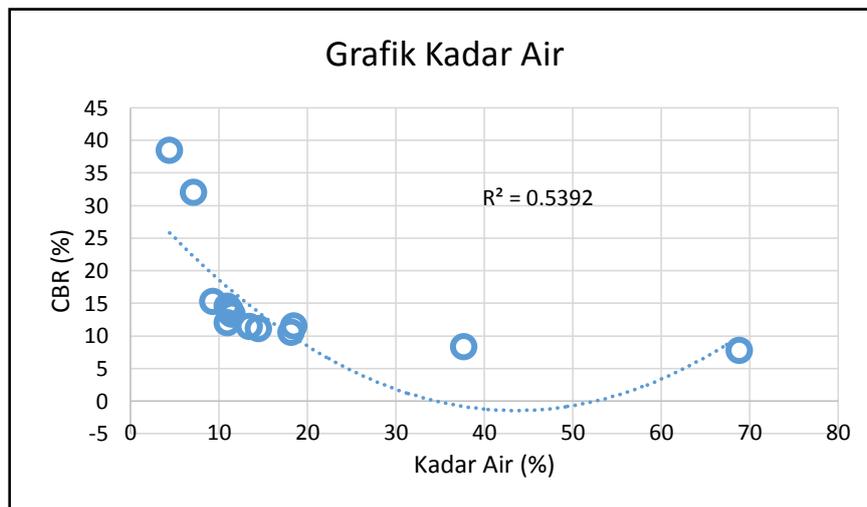
Tingkat kelembaban tanah sangat berpengaruh terhadap nilai *CBR* kepadatan tanah. Tinggi rendahnya nilai hasil *CBR* lapangan juga bergantung pada hasil dari nilai kadar air yang terdandung dalam tanah tersebut. Semakin besar kandungan kadar air dalam tanah maka nilai *CBR* lapangan yang diperoleh akan kecil. Dan sebaliknya, jika kandungan kadar air dalam tanah tersebut kecil maka nilai *CBR* lapangan yang didapat akan cukup besar. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi tingkat kadar air yang tinggi adalah kurangnya sinar matahari dan tingginya curah hujan sehingga mempengaruhi suhu tanah tersebut. Besarnya nilai *CBR* lapangan juga sangat berpengaruh terhadap

tingkat daya dukung lapisan tanah dasar (*subgrade*) tersebut. Kontribusi kelembaban pada tanah akan sangat berpengaruh terhadap hasil pengujian pada tanah tersebut. Berikut adalah hasil perhitungan nilai tingkat kadar air dan

Pengujian	STA	Kadar Air (%)	CBR (%)	CBR
1	STA 5+450 (L) Main Road (After Clearing)	11.5	18.47	:
2	STA 3+150	14	11.24	
3	STA 3+200	12	10.95	Table
4	STA 5+050	32	7.15	I 5.
5	STA 5+100	13.5	11.34	Hasil
6	STA 5+390 Akses IC Klaten (After Replace ± 60 cm)	14.5	10.94	nilai
7	STA 5+410 Akses IC Klaten (After Replace ± 60 cm)	14.3	10.99	dari
8	STA 5+460 Akses IC Klaten (After Replace ± 60 cm)	13.3	11.48	peng
9	STA 4+925	15.3	9.33	ujian
10	STA 4+975	38.5	4.43	Kada
11	STA 6+300 (L) IC Klaten	7.8	68.87	r Air
12	STA 6+300 (R) IC Klaten	8.3	37.68	dan
13	STA 6+950 Main Road	10.5	18.14	CBR
14	STA 3+950 Main Road	11.1	14.5	
15	STA 4+150 Main Road	11.4	13.44	

Sumber : Data hasil Pengujian Kadar Air dan CBR (Kumara 2023)

Dari pengujian diatas untuk menghitung nilai koefisien korelasinya dapat dilihat pada gambar grafik kadar air sebagai berikut :



Gambar 4. Grafik Kadar Air.

Dari grafik pengujian kadar air menggunakan alat Speedy Test diatas dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai CBR yang didapat maka semakin rendah kandungan kadar air yang tertera di dalam tanah tersebut. Dan sebaliknya, jika semakin kecil nilai CBR yang dihasilkan setelah melakukan pengujian maka semakin besar kandungan kadar air dalam tanah tersebut. Dan dapat dilihat nilai koefisien korelasinya sebesar (0.5392) yang artinya memiliki (Hubungan kuat) antara nilai CBR dan nilai Kadar airnya.

c. Korelasi antara nilai kepadatan tanah yang dihasilkan dari metode DCP Test

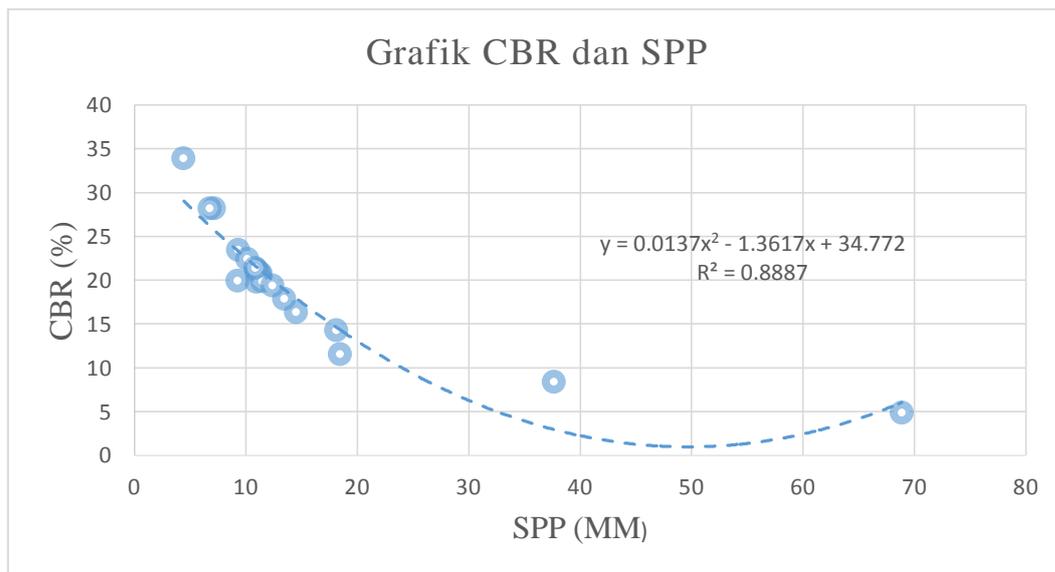
CBR Test sudah banyak dikenal diberbagai proyek di Indonesia, baik pada proyek pembangunan jalan maupun proyek pembangunan Gedung. Bahkan pengujian ini merupakan standar pengujian untuk mengetahui kekuatan daya dukung tanah yang akan digunakan. Berikut adalah perhitungan nilai CBR pada pengujian beberapa STA dilapangan :

Pengujian	STA	SPP	CBR (%)
1	STA 5+450 (L) Main Road (After Clearing)	11.58	18.47
2	STA 3+150	20.73	11.24
3	STA 3+200	21.22	10.95
4	STA 5+050	28.23	7.15
5	STA 5+100	20.78	11.34
6	STA 5+390 Akses IC Klaten (After Replace ± 60 cm)	19.85	10.94
7	STA 5+410 Akses IC Klaten (After Replace ± 60 cm)	21.10	10.99
8	STA 5+460 Akses IC Klaten (After Replace ± 60 cm)	19.90	11.48
9	STA 4+925	23.50	9.33
10	STA 4+975	33.93	4.43
11	STA 6+300 (L) IC Klaten	4.85	68.87
12	STA 6+300 (R) IC Klaten	8.38	37.68
13	STA 6+950 Main Road	14.31	18.14
14	STA 3+950 Main Road	16.36	14.50
15	STA 4+150 Main Road	17.86	13.44
16	STA 3+625 (R) Main Road	28.24	6.76
17	STA 3+575 (R) Main Road	22.43	10.12
18	STA 6+700 (L) Main Road	19.93	9.26
19	STA 6+750 (L) Main Road	21.39	10.87
20	STA 3+925 Main Road	19.40	12.39

Tabel 6. Hasil nilai SPP dan CBR dari pengujian DCP Test

Sumber : Data hasil Pengujian SPP (Penetrasi) dan CBR (Kumara 2023)

Dari pengujian diatas untuk menghitung nilai koefisien korelasinya dapat dilihat pada gambar grafik kadar air sebagai berikut :



Gambar 5. Grafik CBR dan SPP

Dari grafik pengujian SPP dan CBR lapangan diatas dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai CBR yang didapat maka semakin kecil nilai SPP (penetrasi) yang diperoleh. Dan sebaliknya, jika semakin kecil nilai CBR yang dihasilkan setelah melakukan pengujian maka semakin besar tingkat penurunan tanah (SPP Penetrasi) tersebut. Dan dapat dilihat nilai koefisien korelasinya sebesar (0.8968) yang artinya memiliki (Hubungan sangat kuat) antara nilai CBR dan nilai SPP penetrasinya

4. KESIMPULAN

Dari data hasil pengujian *CBR* lapangan diatas hanya 50% nya saja atau sepuluh titik pengujian yang lolos uji dari dua puluh titik yang dilakukan pengujian. Dari sepuluh titik pengujian yang tidak lolos tersebut, perlu dilakukannya perbaikan ulang lapisan tanah dasar tersebut. Dari grafik pengujian kadar air menggunakan alat *Speedy Test* diatas dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai *CBR* yang didapat maka semakin rendah kandungan kadar air yang tertera di dalam tanah tersebut. Dan sebaliknya, jika semakin kecil nilai *CBR* yang dihasilkan setelah melakukan pengujian maka semakin besar kandungan kadar air dalam tanah tersebut. Dan dapat dilihat nilai koefisien korelasinya sebesar (0.5392) yang artinya memiliki (Hubungan kuat) antara nilai *CBR* dan nilai Kadar airnya. Dari grafik pengujian *SPP* dan *CBR* lapangan diatas dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai *CBR* yang didapat maka semakin kecil nilai *SPP* (penetrasi) yang diperoleh. Dan sebaliknya, jika semakin kecil nilai *CBR* yang dihasilkan setelah melakukan pengujian maka semakin besar tingkat penurunan tanah (*SPP* Penetrasi) tersebut. Dan dapat dilihat nilai koefisien korelasinya sebesar (0.8968) yang artinya memiliki (Hubungan sangat kuat) antara nilai *CBR* dan nilai *SPP* penetrasinya.

DAFTAR PUSTAKA DAN PENULISAN PUSTAKA

- Batubara, Iman Hidayat. Dkk. (2022) Analisa Kepadatan Tanah Menggunakan *Dcp* Pada Pembangunan Ruas Jalan Saba Dolok Kecamatan Kota Nopan Kabupaten Mandailing Natal Provinsi Sumatera Utara. Buletin Utama Teknik. 18 (1)
- Tatang Dachlan, A. (2005) Pengujian Daya Dukung Perkerasan Jalan Dengan *Dynamic Cone Penetrometer (Dcp)* Sebagai Standar Untuk Evaluasi Perkerasan Jalan. Pengujian Daya Dukung Perkerasan Jalan. Jurnal Standardisasi. 7(3)
- Karyati, Dkk. (2018) Suhu Dan Kelembaban Tanah Pada Lahan Revegetasi Pasca Tambang Di Pt Adimitra Baratama Nusantara, Provinsi Kalimantan Timur. Jurnal Agrifor. Xvii (1). Samarinda : Universitas Mulawarman.
- Sujahtra, I Wayan., Dkk. (2019) Penyusunan Model Rumusan Korelasi Nilai *Dcp* Dengan Nilai *Cbr* Tanah Berbutir Kasar. Jurnal Spektran. 7 (1). Fakultas Teknik Universitas Udayana
- Wicaksono, Purwoko. dkk. (2023) Analisis Pengaruh Penambahan Aspal Emulsi Terhadap Nilai Kuat Geser dan *CBR* Tanah Lempung. JURNAL SLUMP Tes. 1(2)
- <http://www.setabasri.com/2012/04/uji-korelasi-spearman-dengan-spss-dan.html>
- Priska C. L., Dkk (2013) Hubungan Kuat Geser Pada Tanah Dengan Hasil Percobaan *Dynamic Cone Penetrometer* Pada Ruas Jalan Wori-Likupang Kabupaten Minahasa Utara Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.5, April 2013 (358-367) Issn: 2337-6732
- Sriharyani, Leni. (2012), Analisis Karakteristik Campuran Aspal Beton (Ac-Wc) Dengan Cara Uji Marshall (Studi Kasus Proyek Peningkatan Jalan Soekarno-Hatta Kab. Lampung Timur). TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi). vol.2 no.1
- Sukirman, Silvia. (1999). Perkerasan Lentur Jalan Raya. Nova, Bandung
- Badan Standarisasi Nasional. (1989). *Metode Pengujian CBR Lapangan* (SNI 03-1738-1989). Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. (1989). *Metode Pengujian CBR Laboratorium* (SNI 03-1744-1989). Jakarta.
- Yudistira, Yuda, 2014 , Laporan Kerja Praktek, Sekolah Tinggi Teknik Garut.
- Anonim, Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil, “Cara Uji *CBR* dengan *Dynamic Cone Penetrometer (DCP)*”. Departemen Pekerjaan Umum.
- L. Sriharyani and D. Oktami, (2016). Kajian Penggunaan *Dynamic Cone Penetrometer (DCP)* untuk Uji Lapangan pada Tanah Dasar Pekerjaan Timbunan APRON (Studi Kasus Di Bandar Udara Radin Inten II Lampung),” Tapak, vol. 5, no. 2, pp. 89–97,