

Korelasi Hambatan Konus Dengan California Bearing Ratio Lapangan Pada Tanah Lempung

Ros Anita Sidabutar¹, Yetty Saragi^{1,a}, Jesica Situmorang¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas HKBP Nommensen, Jl. Sutomo No 4 A Medan

^aEmail: yettyririssaragi@yahoo.com

Abstract

The bearing capacity of subgrade for pavement thickness planning needs is generally determined by carrying out CBR testing. The BCR test in this study will be carried out by field CBR tests (field CBR) using the results of the DCPT examination. Inspection with the DCPT tool produces soil bearing strength data to a depth of 90 cm below the subgrade. The results of this examination are expressed by the Penetrometer Scale Penetrability (SPP) and the Penetration Resistance Scale (SPR). Road construction, which is certain to continue, requires data on identification of soil types and CBR where such data is not always available. In fact, the correlation between CBR and conical tip resistance (q_c) already exists. Rahardjo (1996) suggests that for clay, the correlation between q_c and CBR is $CBR = 0.5 q_c$. However, the correlation results come from an unknown area, which of course the soil structure and properties are likely to be different and therefore it is also common to find that the time available to design a road pavement layer foundation is very urgent. Meanwhile, to obtain more accurate design results, Q_c and CBR data are needed. To provide this connection using Cone Penetration Test (CPT) data at 4 stations and using correlation from the initial soil state data, soil stratigraphy is needed from the segment that will receive the construction. In this study, the CBR value correlation from Rahardjo (1996) and the Novo SPT application was used to obtain the CBR value and then describe the stratigraphy of the soil in that segment. From the results of the CPT to the correlation and Novo SPT, the CBR value to a depth of 2.0 m has not reached 6%, meaning that in this segment, if road construction is to be carried out, it requires soil improvement to obtain a CBR of at least 6%.

Keywords: subgrade soil, California Bearing Ratio, Cone Penetration Test

1. PENDAHULUAN

Pembangunan jalan yang pastinya masih terus berlanjut memerlukan data identifikasi jenis tanah dan CBR dimana data tersebut tidak selalu ada. Berdasarkan uraian diatas maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah analisis korelasi/hubungan nilai hambatan konus (Q_c) dengan CBR Lapangan pada tanah lempung supaya waktu yang tersedia untuk mendesain pondasi lapisan perkerasan jalan tidak mendesak atau mampu dikerjakan tanpaharus menghawatirkan waktu yang tersedia.

Tujuan dari penulisan penelitian ini adalah menentukan klasifikasi tanah pada pengujian sondir di jalan Tarutung ke Tapanuli Selatan., menentukan nilai nilai tahanan ujung konus (q_c) untuk tanah dan menentukan nilai CBR (*California Bearing Ratio*) dari data pengujian sondir dan menentukan korelasi antara nilai CBR dan q_c untuk tanah lempun.

Pembangunan jalan yang pastinya masih terus berlanjut memerlukan data identifikasi jenis tanah dan CBR dimana data tersebut tidak selalu ada. Sebenarnya korelasi antara CBR dan tahanan ujung konus (q_c) sudah ada Rahardjo (1996) mengusulkan bahwa untuk tanah lempung korelasi antara q_c dan CBR adalah

CBR = 0,5 q_c . Tetapi hasil korelasi tersebut berasal dari daerah yang tidak diketahui, yang tentu struktur dan sifat tanahnya kemungkinan besar berbeda dan oleh karena itu juga kerap dijumpai juga waktu yang tersedia untuk mendesain suatu pondasi lapisan perkerasan jalan sangat mendesak. Sedangkan untuk memperoleh hasil desain yang lebih akurat diperlukan data Q_c dan CBR. Untuk itu digunakan korelasi nilai CBR hasil SPT untuk desain dan membandingkannya dengan nilai CBR lapangan yang dilakukan

2. TINJAUAN PUSTAKA

Cone Penetration Test (CPT)

Cone Penetration Test (CPT) atau yang lebih sering disebut sondir adalah salah satu survey lapangan yang berguna untuk memperkirakan letak lapisan tanah keras. Dari tes ini didapatkan nilai perlawanan penetrasi konus. Perlawanan penetrasi konus adalah perlawanan tanah terhadap ujung konus yang dinyatakan dalam gaya persatuan luas (kg/cm^2). Sedangkan hambatan lekat adalah perlawanan geser tanah terhadap selubung bikonus dalam gaya per satuan panjang (kg/cm). Nilai perlawanan penetrasi konus dan hambatan lekat dapat diketahui dari bacaan pada manometer. Hasil pengujian Cone Penetration Test (CPT), pengujian tersebut digunakan untuk mengevaluasi : *soil stratification, soil density, shear strength parameters*. Hasil dari Cone Penetration Test (CPT) juga dapat juga digunakan secara langsung untuk desain pondasi tiang pada tanah pasir dan bebatuan (*gravel*). Secara langsung dapat digunakan parameter *shear strength* untuk pondasi tiang pada tanah lempung (*clay*). Sejak Cone Penetration Test (CPT) dipandang sebagai suatu alat yang efektif untuk desain *pile* dan mempunyai kemiripan proses penetrasi pada *pile* (Borghi, 2001). Klasifikasi dari tanah hasil pengujian *cone penetration test* (SPT) sesuai Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Klasifikasi tanah berdasarkan data sondir

Hasil Sondir		Klasifikasi
q_c	f_s	
6.0	0.15 - 0.4	Humus, lempung sangat lunak
6.0 - 10.0	0.2	Pasir kelanauan lepas, pasir sangat lepas
	0.2 - 0.6	Lempung lembek, lempung kelanauan lembek
10.0 - 30.0	0.1	Kerikil lepas
	0.1 - 0.4	Pasir lepas
	0.4 - 0.6	Lempung atau lempung kelanauan
30.0 - 60.0	0.8 - 2.0	Lempung agak kenyal
	1.5	Pasir kelanauan, pasir agak padat
	1.0 - 3.0	Lempung atau lempung kelanauan kenyal
60.0 - 150.0	1.0	Kerikil kepasiran lepas
	1.0 - 3.0	Pasir padat, pasir kelanauan atau lempung padat dan lempung kelanauan
150.0 - 300.0	3.0	Lempung kerikil kenyal
	1.0 - 2.0	Pasir padat, pasir kerikilan, pasir kasar, pasir kelanauan sangat padat

Sumber : Das, 1995

California Bearing Ratio (CBR)

Nilai CBR adalah perbandingan (dalam persen) antara tekanan yang diperlukan untuk menembus tanah dengan piston berpenampang bulat seluas 3 inch^2 dengan kecepatan $0,05 \text{ inch/menit}$ terhadap tekanan yang diperlukan untuk menembus bahan standard tertentu. Tujuan dilakukan pengujian CBR ini adalah untuk mengetahui nilai CBR pada variasi kadar air pemadatan. Untuk menentukan kekuatan lapisan tanah dasar dengan cara percobaan CBR diperoleh nilai yang kemudian dipakai untuk menentukan

tebal perkerasan yang diperlukan di atas lapisan yang nilai CBRnya tertentu (Wesley,1977). Klasifikasi tanah berdasarkan nilai CBR sesuai Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Klasifikasi tanah berdasarkan nilai CBR

CBR	General Rating	Uses	Classification System	
			Unified	AASHTO
0 - 3	Very poor	Subgrade	OH, CH, MH, OL	A5, A6, A7
3 - 7	Poor to fair	Subgrade	OH, CH, MH, OL	A4, A5, A6, A7
7 - 20	Fair	Sub base	OL, CL, ML, SC, SM, SP	A3, A4, A6, A7
20 - 50	Good	Base, sub base	GM, GC, SW, SM, SP, GI	A1b, A2-5, A3, A2-6
> 50	Excellent	Base, sub base	GW, GM	A1a, A2-4, A3

Sumber : Das, 1995

Untuk tanah lempung, evaluasi kuat geser yang diperoleh dari uji sondir memberikan indikasi yang cukup baik. Untuk mendapatkan nilai CBR in-situ, uji sondir dapat digunakan berdasarkan korelasi empiris yang juga dapat dilakukan lebih dahulu di laboratorium. Rahardjo mendapatkan korelasi untuk tanah lempung sesuai persamaan (1) dan untuk tanah lempung sesuai persamaan (2) berikut. Semakin tinggi nilai CBR, menunjukkan kondisi tanah dasar semakin baik. Jika tanah asli mempunyai daya dukung (kepadatan kering,CBR) rendah, maka konstruksi jalan akan cepat mengalami kerusakan.

$$CBR = \frac{1}{2} q_c \quad (1)$$

$$CBR = \frac{1}{3} q_c \quad (2)$$

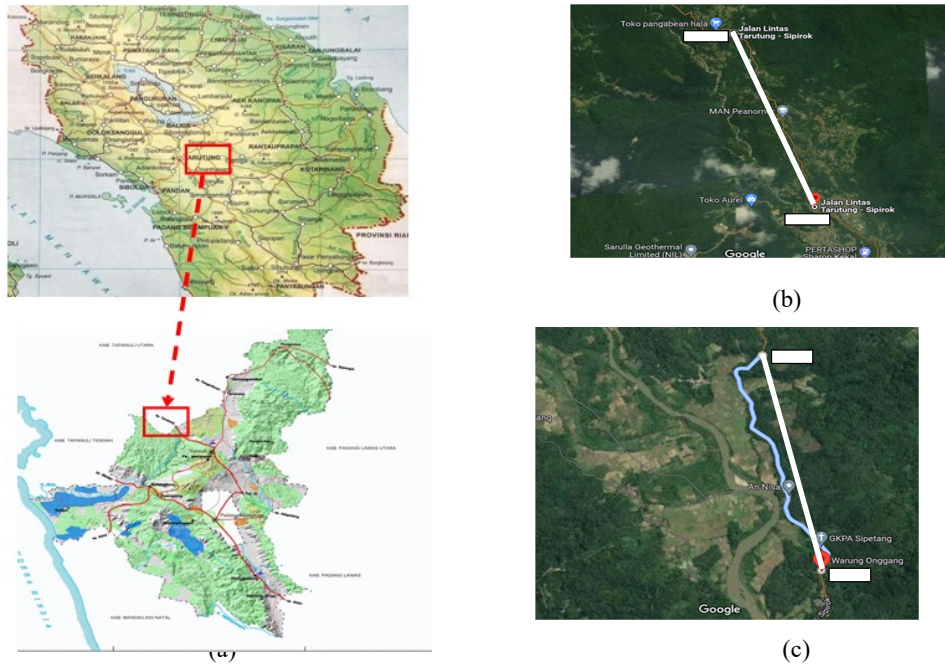
Simulasi Numerik

NovoSPT adalah program komputer untuk interpretasi Standard Penetration Test (SPT/ DCPT) dan menghubungkan jumlah pukulan (N) dengan sifat tanah berdasarkan lebih dari 300 korelasi. Analisa dengan Novo SPT dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

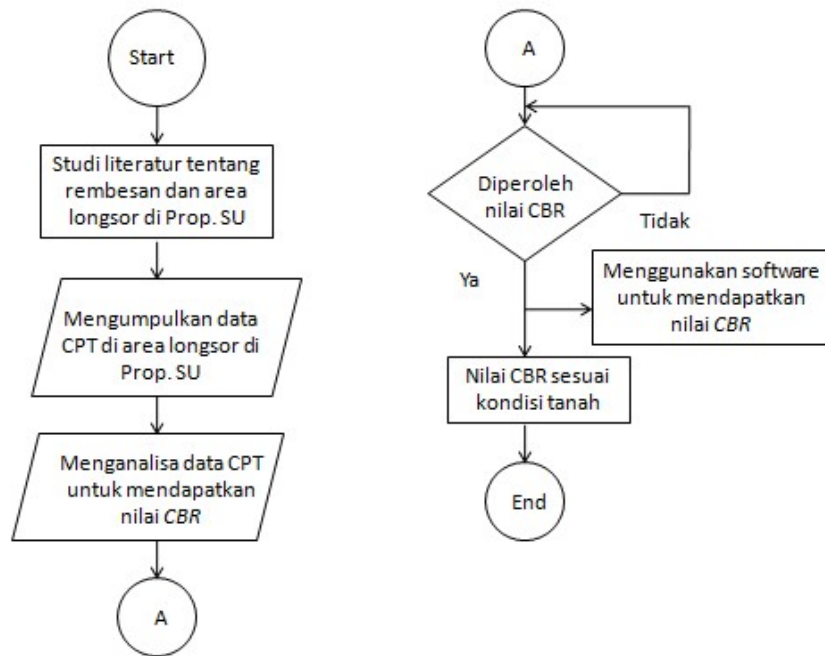
- Input nilai SPT yang sudah dikorelasi terhadap tingkat energi, diameter borehole, panjang rod.
- Input elevasi muka air tanah. Elevasi mat akan mempengaruhi besarnya tegangan overburden (σ'_v) yang digunakan dalam korelasi.
- Lakukan analisa NovoSPT

3. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini pengumpulan data dilakukan dengan mengambil hasil pengujian tanah melalui pihak perusahaan yang terkait dalam pekerjaan penyelidikan tanah. Data yang diperoleh berasal dari hasil pengujian tanah pada proyek Pekerjaan Jalan Longsor di kota Tarutung, Kabupaten Tapanuli Selatan (Gambar 1). Dalam penelitian ini digunakan data hasil pengujian CPT (Cone Penetration Test) berupa nilai tahanan konus (q_c) yang kemudian akan di korelasikan dengan parameter tanah dan nilai CBR. Selanjutnya untuk lebih komunikatif hasil CPT (Gambar 2) dari beberapa titik penyelidikan tanah tersebut dipetakan dan membentuk stratigrafi tanah pada segmen tersebut.



Gambar 1. Lokasi penyelidikan tanah (a) Peta lokasi penyelidikan tanah ,(b) Lokasi CPT di Sta 11+115 dan Sta 17+100, (c) Lokasi CPT di Sta 32+110 dan Sta 46+97



Gambar 2. Bagan alir penelitian

4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Klasifikasi tanah berdasarkan data CPT

Klasifikasi tanah adalah penggambaran atau pengelompokkan jenis tanah yang memiliki karakteristik berbeda. Untuk Penentuan klasifikasi tanah pada lokasi tersebut yang digunakan pada studi literatur berikut ini diperoleh berdasarkan hasil pengujian tanah dari uji sondir Tarutung – Tapanuli Selatan per Stasiun untuk klasifikasi tanah dasar (*Subgrade*). Untuk menentukan klasifikasi dari tanah hasil pengujian *cone penetration test* (SPT) tersebut digunakan Tabel 1 dan hasilnya dirangkum pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Klasifikasi tanah berdasarkan hasil penelitian tanah CPT yang dilakukan di Sta 11+115 (L)

Lapisan	Depth	Qc	Fs	Jenis tanah
1	0.00 - 0.40	1.7	1.3	Humus / Lempung Sangat Lunak
2	0.60 - 2.40	17.9	7.0	Lempung/ Lempung Kelanauan
3	2.60 - 2.80	10.0	10.0	Pasir Kelanauan
4	3.00 - 4.20	89.6	10.0	Pasir Padat/Pasir Kelanauan
5	4.40 - 6.80	16.0	16.0	Pasir Kekerikilan/Pasir Kasar

Tabel 4. Klasifikasi tanah berdasarkan hasil penelitian tanah CPT yang dilakukan di Sta 11+115 (R)

Lapisan	Depth	Qc	Fs	Jenis tanah
1	0.00	0	0	Humus / Lempung Sangat Lunak
2	0.20 - 0.40	9.0	6.0	Lempung Lembek
3	0.60 - 1.40	21.4	8.0	Lempung/ Lempung Kelanauan
4	1.60 - 2.40	40.4	11.2	Pasir Kelanauan
5	2.60 - 3.80	99.6	15.4	Pasir Padat/Pasir Kelanauan
6	4.00 - 5.20	187.6	19.1	Pasir kekerikilan/Pasir Kasar

Tabel 5. Klasifikasi tanah berdasarkan hasil penelitian tanah CPT yang dilakukan di Sta 17+100 (L)

Lapisan	Depth	Qc	Fs	Jenis tanah
1	0.00 - 0.80	2.8	2.4	Humus / Lempung Sangat Lunak
2	1.00 - 1.20	8.0	5.0	Lempung Lembek
3	1.40 - 2.00	21.3	6.0	Lempung/ Lempung Kelanauan
4	2.20 - 2.40	55.0	15	Pasir Kelanauan
5	2.60 - 4.20	90.0	18.4	Pasir Padat/Pasir Kelanauan
6	4.40 - 6.80	184.9	16.6	Pasir kekerikilan/Pasir Kasar

Tabel 6. Klasifikasi tanah berdasarkan hasil penelitian tanah CPT yang dilakukan di Sta 17+100 (R)

Lapisan	Depth	Qc	Fs	Jenis tanah
1	0.00	0	0	Humus / Lempung Sangat Lunak
2	0.20	10.0	10.0	Lempung Lembek
3	0.40 - 0.60	17.5	10.0	Lempung/ Lempung Kelanauan
4	0.80 - 1.00	42.5	11.0	Pasir Kelanauan
5	1.20 - 2.40	102.1	17.7	Pasir Padat/Pasir Kelanauan
6	2.60 - 5.20	187.4	17.3	Pasir kekerikilan/Pasir Kasar

Tabel 7. Klasifikasi tanah berdasarkan hasil penelitian tanah CPT yang dilakukan di Sta 32+100 (L)

Lapisan	Depth	Qc	Fs	Jenis tanah
1	0.00 - 0.20	2.5	3.0	Humus/Lempung Sangat Lunak
2	0.40 - 0.80	16.7	8.8	Lempung/Lempung Kelanauan
3	1.00 - 1.60	40.0	6.0	Pasir Kelanauan
4	1.80 - 2.40	77.5	10.0	Pasir Padat/Pasir Kelanauan
5	2.60 - 5.40	44.1	6.4	Pasir Kelanauan
6	5.60 - 8.60	100.8	9.8	Pasir padat/pasir kelanauan

Tabel 8. Klasifikasi tanah berdasarkan hasil penelitian tanah CPT yang dilakukan di Sta 46+950 (L)

Lapisan	Depth	Qc	Fs	Jenis Tanah
1	0.00 - 1.20	2.6	2.3	Humus / Lempung Sangat Lunak
2	1.40 - 1.80	8.0	4.0	Lempung Lembek
3	2.00 - 3.00	18.7	5.0	Lempung/ Lempung Kelanauan
4	3.20 - 4.80	107.3	10.0	Pasir Kelanauan
5	5.00	63.0	12.0	Pasir Padat/Pasir Kelanauan
6	5.20 - 5.40	58.0	13.0	Pasir Kelanauan
7	5.60 - 9.60	108.1	16.6	Pasir Padat/Pasir Kelanauan
8	9.80 - 11.60	174.9	20.0	Pasir kekerikilan/Pasir Kasar

Tabel 9. Klasifikasi tanah berdasarkan hasil penelitian tanah CPT yang dilakukan di Sta 46+950 (R)

Lapisan	Depth	Qc	Fs	Jenis Tanah
1	0.00 - 0.60	3.5	3.5	Humus / Lempung Sangat Lunak
2	0.80 - 1.00	9.5	6.0	Lempung Lembek
3	1.20 - 2.40	20.3	7.1	Lempung/ Lempung Kelanauan
4	2.60 - 3.20	41.5	10.0	Pasir Kelanauan
5	3.40 - 7.40	103.0	14.2	Pasir Padat/Pasir Kelanauan
6	7.60 - 9.40	180.9	19.6	Pasir kekerikilan/Pasir Kasar

Tabel 10. Klasifikasi tanah berdasarkan hasil penelitian tanah CPT yang dilakukan di Sta 49+670 (L)

Lapisan	Depth	Qc	Fs	Jenis Tanah
1	0.00 - 1.80	1.2	2.4	Humus / Lempung Sangat Lunak
2	2.00	15.0	6.0	Lempung/ Lempung Kelanauan
3	2.20 - 2.40	9.0	4.0	Lempung Lembek
4	2.60 - 5.60	14.8	4.5	Lempung/ Lempung Kelanauan
5	5.80	38.0	4.0	Pasir Kelanauan
6	6.00 - 6.60	23.5	4.0	Lempung/ Lempung Kelanauan
7	6.80 - 7.20	39.7	14.0	Pasir Kelanauan
8	7.40 - 7.60	80.0	16.0	Pasir Padat/Pasir Kelanauan
9	7.80 - 8.00	47.5	17.0	Pasir Kelanauan
10	8.20 - 9.60	109.4	19.8	Pasir Padat/Pasir Kelanauan
11	9.80 - 11.00	180.7	20.0	Pasir kekerikilan/Pasir Kasar

Tabel 11. Klasifikasi tanah berdasarkan hasil penelitian tanah CPT yang dilakukan di Sta 49+670 (R)

Lapisan	Depth	Qc	Fs	Jenis Tanah
1	0.00 - 0.20	0	0	Humus / Lempung Sangat Lunak
2	0.40 - 3.20	15.5	7.8	Lempung/ Lempung Kelanauan
3	3.40	40.0	4.0	Pasir Kelanauan
4	3.60 - 4.20	25.5	4.0	Lempung/ Lempung Kelanauan
5	4.40 - 4.80	40.7	4.0	Pasir Kelanauan
6	5.00 - 5.20	78.5	7.0	Pasir Padat/Pasir Kelanauan
7	5.40	38.0	4.0	Pasir Kelanauan
8	5.60 - 5.80	78.0	4.0	Pasir Padat/Pasir Kelanauan
9	6.00	40.0	4.0	Pasir Kelanauan
10	6.20 - 8.20	130.9	17.1	Pasir kekerikilan/Pasir Kasar

Analisa nilai CBR berdasarkan klasifikasi tanah hasil CPT

Setelah mendapatkan klasifikasi atau jenis tanah dari pengujian CPT digunakan persamaan (1), (2) dan Tabel 2 diperoleh nilai CBR dari tanah yang dilakukan CPT pada Tabel 12-20 berikut.

Tabel 12. Nilai CBR di Sta 11+115 (L)

Lapisan	Kedalaman	Jenis tanah	Rumus empiris	CBR
1	0.00 - 0.40	Humus / Lempung Sangat Lunak	$(=1/2*qc)$	0.833
2	0.60 - 2.40	Lempung/ Lempung Kelanauan	$(=1/2*qc)$	8.95
3	2.60 - 2.80	Pasir Kelanauan	$(=1/3*qc)$	17.5
4	3.00 - 4.20	Pasir Padat/Pasir Kelanauan	$(=1/3*qc)$	29.857
5	4.40 - 6.80	Pasir kekerikilan/Pasir Kasar	$(=1/3*qc)$	56.256

Tabel 13. Nilai CBR di Sta 11+115 (R)

Lapisan	Kedalaman	Jenis tanah	Rumus empiris	CBR
1	0.00	Humus / Lempung Sangat Lunak	$(=1/2*qc)$	0
2	0.20 - 0.40	Lempung Lembek	$(=1/2*qc)$	4.5
3	0.60 - 1.40	Lempung/ Lempung Kelanauan	$(=1/2*qc)$	9.75
4	1.60 - 2.40	Pasir Kelanauan	$(=1/3*qc)$	13.466
5	2.60 - 3.80	Pasir Padat/Pasir Kelanauan	$(=1/3*qc)$	33.190
6	4.00 - 5.20	Pasir kekerikilan/Pasir Kasar	$(=1/3*qc)$	62.523

Tabel 14. Nilai CBR di Sta 17+100 (L)

Lapisan	Kedalaman	Jenis tanah	Rumus empiris	CBR
1	0.00 - 0.80	Humus / Lempung Sangat Lunak	$(=1/2*qc)$	1.4
2	1.00 - 1.20	Lempung Lembek	$(=1/2*qc)$	4
3	1.40 - 2.00	Lempung/ Lempung Kelanauan	$(=1/2*qc)$	10.625
4	2.20 - 2.40	Pasir Kelanauan	$(=1/3*qc)$	18.333
5	2.60 - 4.20	Pasir Padat/Pasir Kelanauan	$(=1/3*qc)$	30
6	4.40 - 6.40	Pasir kekerikilan/Pasir Kasar	$(=1/3*qc)$	61.641

Tabel 15. Nilai CBR di Sta 17+100 (R)

Lapisan	Kedalaman	Jenis tanah	Rumus empiris	CBR
1	0.00	Humus / Lempung Sangat Lunak	$(=1/2*qc)$	0
2	0.20	Lempung Lembek	$(=1/2*qc)$	5
3	0.40 - 0.60	Lempung/ Lempung Kelanauan	$(=1/2*qc)$	8.75
4	0.80 - 1.00	Pasir Kelanauan	$(=1/3*qc)$	14.167
5	1.20 - 2.40	Pasir Padat/Pasir Kelanauan	$(=1/3*qc)$	34.047
6	2.60 - 5.20	Pasir kekerikilan/Pasir Kasar	$(=1/3*qc)$	62.452

Tabel 16. Nilai CBR di Sta 32+110 (L)

Lapisan	Kedalaman	Jenis Tanah	Rumus Empiris	CBR
1	0.00 - 0.20	Humus / Lempung Sangat Lunak	$(=1/2*qc)$	1.25
2	0.40 - 0.80	Lempung/ Lempung Kelanauan	$(=1/2*qc)$	8.333
3	1.00 - 1.60	Pasir Kelanauan	$(=1/3*qc)$	13.333
4	1.80 - 2.40	Pasir Padat/Pasir Kelanauan	$(=1/3*qc)$	25.833
5	2.60 - 5.40	Pasir Kelanauan	$(=1/3*qc)$	14.711
6	5.60 - 8.00	Pasir Padat/Pasir Kelanauan	$(=1/3*qc)$	27.23
7	8.20 - 8.60	Pasir kekerikilan/Pasir Kasar	$(=1/3*qc)$	61.111

Tabel 17. Nilai CBR di Sta 46+950 (L)

Lapisan	Kedalaman	Jenis Tanah	Rumus Empiris	CBR
1	0.00 - 0.20	Humus / Lempung Sangat Lunak	$(=1/2*qc)$	0.75
2	0.40	Lempung Lembek	$(=1/2*qc)$	4
3	0.60 - 1.40	Lempung/ Lempung Kelanauan	$(=1/2*qc)$	9.3
4	1.60 - 2.00	Pasir Kelanauan	$(=1/3*qc)$	14.89
5	2.20 - 2.40	Pasir Padat/Pasir Kelanauan	$(=1/3*qc)$	22.167

6	2.60 - 3.20	Pasir Kelanauan	$(=1/3*qc)$	16
7	3.40 - 4.80	Pasir Padat/Pasir Kelanauan	$(=1/3*qc)$	36.041
8	5.00 - 6.80	Pasir kekerikilan/Pasir Kasar	$(=1/3*qc)$	61.16

Tabel 18. Nilai CBR di Sta 46+950 (R)

Lapisan	Kedalaman	Jenis Tanah	Rumus Empiris	CBR
1	0.00 - 0.60	Humus / Lempung Sangat Lunak	$(=1/2*qc)$	1.75
2	0.80 - 1.00	Lempung Lembek	$(=1/2*qc)$	4.75
3	1.20 - 2.40	Lempung/ Lempung Kelanauan	$(=1/2*qc)$	10.143
4	2.60 - 3.20	Pasir Kelanauan	$(=1/3*qc)$	13.833
5	3.40 - 7.40	Pasir Padat/Pasir Kelanauan	$(=1/3*qc)$	34.333
6	7.60 - 9.40	Pasir kekerikilan/Pasir Kasar	$(=1/3*qc)$	60.3

Tabel 19. Nilai CBR di Sta 49+670 (L)

Lapisan	Kedalaman	Jenis Tanah	Rumus Empiris	CBR
1	0.00 - 1.80	Humus / Lempung Sangat Lunak	$(=1/2*qc)$	0.6
2	2.00	Lempung/ Lempung Kelanauan	$(=1/2*qc)$	7.5
3	2.20 - 2.40	Lempung Lembek	$(=1/2*qc)$	4.5
4	2.60 - 5.60	Lempung/ Lempung Kelanauan	$(=1/2*qc)$	7.406
5	5.80	Pasir Kelanauan	$(=1/3*qc)$	12.67
6	6.00 - 6.60	Lempung/ Lempung Kelanauan	$(=1/2*qc)$	11.75
7	6.80 - 7.20	Pasir Kelanauan	$(=1/3*qc)$	13.22
8	7.40 - 7.60	Pasir Padat/Pasir Kelanauan	$(=1/3*qc)$	26.67
9	7.80 - 8.00	Pasir Kelanauan	$(=1/3*qc)$	15.83
10	8.20 - 9.60	Pasir Padat/Pasir Kelanauan	$(=1/3*qc)$	36.45
11	9.80 - 11.00	Pasir kekerikilan/Pasir Kasar	$(=1/3*qc)$	60.23

Tabel 20. Nilai CBR di Sta 49+670 (R)

Lapisan	Kedalaman	Jenis Tanah	Rumus Empiris	CBR
1	0.00 - 0.20	Humus / Lempung Sangat Lunak	$(=1/2*qc)$	0
2	0.40 - 3.20	Lempung/ Lempung Kelanauan	$(=1/2*qc)$	7.767
3	3.40	Pasir Kelanauan	$(=1/3*qc)$	13.333
4	3.60 - 4.20	Lempung/ Lempung Kelanauan	$(=1/2*qc)$	12.75
5	4.40 - 4.80	Pasir Kelanauan	$(=1/3*qc)$	13.556
7	5.00 - 5.20	Pasir Padat/Pasir Kelanauan	$(=1/3*qc)$	26.167
8	5.40	Pasir Kelanauan	$(=1/3*qc)$	12.667
9	5.60 - 5.80	Pasir Padat/Pasir Kelanauan	$(=1/3*qc)$	26
10	6.00	Pasir Kelanauan	$(=1/3*qc)$	13.333
11	6.20 - 7.40	Pasir Padat/Pasir Kelanauan	$(=1/3*qc)$	32.905
12	7.60 - 8.20	Pasir kekerikilan/Pasir Kasar	$(=1/3*qc)$	62.417

Nilai CBR dari aplikasi NovoSPT**Tabel 21.** Nilai CBR dan klasifikasinya berdasarkan hasil NovoSPT pada Sta 11+115

Lokasi	Titik	Kedalaman	CBR	General Rating	Lapisan
STA 11 + 115	1	0.00 - 2.00	1.81	very poor	1
		2.40 - 2.80	4.50	Poor to fair	2
		3.00 - 3.80	13.40	Fair	3
		4.00 - 6.80	36.33	good	4
	2	0.00 - 1.40	2.428	Very Poor	1
		1.60 - 2.40	4.4	Poor to fair	2
		2.60 - 3.20	12.75	fair	3
		3.40 - 4.80	33.375	good	4
		5.00 - 5.20	54	Excellent	5

Tabel 22. Nilai CBR dan klasifikasinya berdasarkan hasil NovoSPT pada Sta 17+100

Lokasi	Titik	Kedalaman	CBR	General Rating	Lapisan
STA 17 + 100	1	0.00 - 1.80	2.25	very poor	1
		2.00 - 2.40	5.333	poor to fair	2
		2.60 - 3.80	14	fair	3
		4.00 - 6.80	39.6	good	4
	2	0.00- 0.60	1.75	very poor	1
		0.80 - 1.00	5	poor to fair	2
		1.20 - 2.00	13.2	fair	3
		2.20 - 5.00	35.467	good	4
		5.20	54	excellent	5

Tabel 23. Nilai CBR dan klasifikasinya berdasarkan hasil NovoSPT pada Sta 32+110

Lokasi	Titik	Kedalaman	CBR	General Rating	Lapisan
STA 32 + 110	1	0.00 - 0.80	2.25	very poor	1
		1.00- 1.60	4.5	poor to fair	2
		1.80 - 2.40	10.5	fair	3
		2.60 - 4.60	5.363	poor to fair	4
		4.80 -7.40	14.07	fair	5
		7.50 - 8.60	33.5	good	6
	2	0.00 - 1.40	2.285	very poor	1
		1.60 - 2.00	5	poor to fair	2
		2.20 - 2.40	8.5	fair	3
		2.60 - 3.00	5.33	poor to fair	4
		3.20 - 3.80	13.25	fair	5
		4.00 - 6.20	34.25	good	6
		6.40 - 6.80	54	excellent	7

Tabel 24. Nilai CBR dan klasifikasinya berdasarkan hasil NovoSPT pada Sta 46+950

Lokasi	Titik	Kedalaman	CBR	General Rating	Lapisan
		0.00 - 2.80	1.733	very poor	1
		3.00 - 4.20	5.28	poor to fair	2

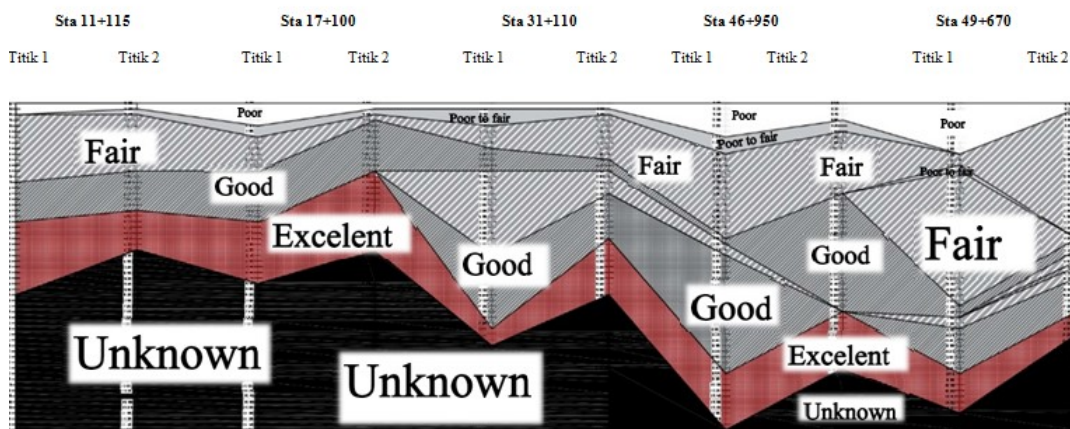
STA 46 + 950	1	4.40 - 6.40	12.455	fair	3
		6.60 - 11.40	33.52	good	4
		11.60	54	excellent	5
	2	0.00 - 2.40	2.153	very poor	1
		2.60 - 3.00	4	poor to fair	2
		3.20 -4.80	13	fair	3
		5.00 -8.80	32.6	good	4
		9.00 -9.40	59.333	excellent	5

Tabel 25. Nilai CBR dan klasifikasinya berdasarkan hasil NovoSPT pada Sta 49+670

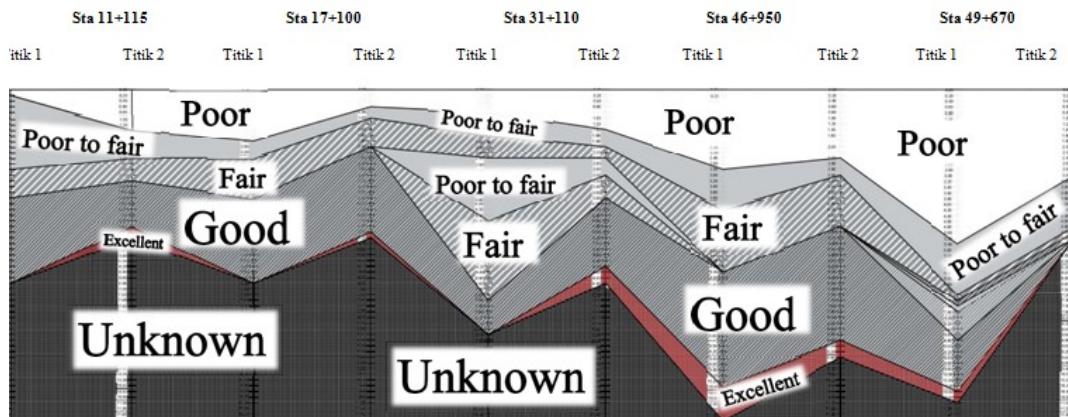
Lokasi	Titik	Kedalaman	CBR	General Rating	Lapisan
STA 49 + 670	1	0.00 - 5.40	1.78	very poor	1
		5.60 - 7.20	4.556	poor to fair	2
		7.40	14	fair	3
		7.60	20	good	4
		7.80	5	poor to fair	5
		8.00 - 8.80	17.4	fair	6
		9.00 - 10.60	37	good	7
		10.80 - 11.00	75.5	excellent	8
	2	0.00 - 3.00	1.81	very poor	1
		3.20 - 4.80	4.22	poor to fair	2
		5.00	13	fair	3
		5.20	22	good	4

Stratigrafi tanah

Dalam hal ini setelah nilai CBR dari rumus empiris di dapatkan beserta jenis tanahnya, maka dipetakan seperti Gambar 2 dan 3 dengan menggunakan aplikasi Autocad.



Gambar 2. Statigrafi tanah berdasarkan nilai CBR Empiris



Gambar 3. Statigrafi tanah berdasarkan nilai CBR dari NovoSPT

5. KESIMPULAN

1. Penyelidikan tanah CPT memberikan informasi daya dukung tanah per lapisan juga dapat memberikan informasi besarnya nilai CBR per lapisan dengan menggunakan rumus empiris dan program Novo
2. Pada kedalaman 2.0m diperoleh nilai CBR < 6% (poor – poor to fair) yang artinya lokasi tersebut memerlukan perbaikan tanah bila digunakan sebagai lapisan subgrade jalan.
3. Nilai CBR per lapisan dapat dinyatakan melalui stratigrafi tanah yang dapat digunakan sebagai data awal untuk perencanaan dan perbaikan badan jalan

5. DAFTAR PUSTAKA

- Braja M.Das, Mekanika Tanah 1 , Erlangga, Jakarta, 1998 Braja M.Das, Mekanika Tanah 2 , Erlangga, Jakarta, 1998
- De Ruiters, J. (Ed.). 1988. *Penetration Testing 1988, Proceedings, First International Symposium on Penetration Testing, ISOPT-1, March 20– 24, Orlando.*
- Lambe, T.W. & Whitman, R.V., *Soil Mechanics*, John Wiley and Son, Inc., New York, 1969
- Wesley L.D., 1977, Mekanika Tanah , Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- H.Bakrie Oemar & S.Nurly Gofar, 1995. Sifat-Sifat Tanah dan Metode Pengukurannya. Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Hardiyatmo, H.C. 2011 , Perancangan Perkerasan Jalan & Penyelidikan Tanah , Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Bowless. J.E, 1992. Analisis dan Desain Pondasi. Erlangga. Jakarta.
- Hardiyatmo, H. C., 2010, *Analisis dan Perancangan Fondasi I*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Edi Barnas1, Barian Karopeboka. Penelitian Kekuatan Tanah Metode Cbr (California Bearing Ratio)
- T. Lunne, P.K. Robertson, John J.J.M.Powell. 1997. *Cone Penetration Testing in Geotechnical Practice*. E & FN Spon, New York