

## KORELASI EMPIRIK KOMPRESIBILITAS TANAH PERMUKAAN DI KOTA PEKANBARU

Akmam Wahyudi <sup>1)</sup> Syawal Satibi <sup>2)</sup> S A Nugroho <sup>2)</sup>  
<sup>1)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil <sup>2)</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Riau, Pekanbaru 28293  
E-mail : [AkmamW@gmail.com](mailto:AkmamW@gmail.com)

### ABSTRACT

*preliminary study is needed to provide a general overview as well as the characteristics of the local soil conditions. So, we need an estimate of the local soil conditions and characteristics based on soil conditions and characteristics that have been known about the condition and characteristics, in order for a plan to be more efficient. Basically one soil parameter that is needed in the design of index compression (compression index) can be found using the correlation formula. This study aims to find the correlation formula recommendations more precise than some formula to use in calculating or predicting the value of index compression. Hand drill data obtained from the Laboratory of Soil Mechanics. To find a correlation formula recommendations, used some statistical parameters such as mean, standard deviation, and correlation index. Zoning analysis results showed that the thickness of the soft soil in general area of Pekanbaru has soft soil thickness was (a thickness of ten to fifteen feet). Zoning analysis results showed that the level of congestion ground Pekanbaru City area has a moderate level of congestion ground. From the evaluation of the correlation formula, based on static parameters obtained correlation formula recommendations azzous et al (1976) that  $C_c = 0.40 (E-0.25)$  and  $C_c = -0.156 + + 0.00058w_n$  sebagai 0.41eo correlation formula is best used in Pkenabaru.*

*Keywords: soft ground, index compression, empirical correlations, the statistical parameters*

### I. PENDAHULUAN

Penyelidikan tanah dilapangan merupakan bagian awal dari perencanaan untuk mengetahui daya dukung tanah, tipe perbaikan tanah yang cocok dipakai serta tipe pondasi yang akan digunakan pada suatu lokasi perencanaan (Hardiyatmo,1996). Aspek penting yang harus diketahui sebelum memulai penyelidikan tanah dilapangan adalah adanya studi awal (Preliminary Study) serta referensi mengenai kondisi tanah pada lokasi perencanaan sehingga perencana dapat memperkirakan metode serta alat penyelidikan tanah yang akan

digunakan, memperkirakan biaya operasional dan memilih tenaga ahli yang tepat dalam penyelidikan tanah dilapangan.

Data hasil penyelidikan tanah yang sudah pernah dilakukan seperti data sondir dan bor tangan, seringkali tidak dipergunakan kembali setelah suatu konstruksi fisik selesai. Apabila data-data hasil penyelidikan tanah yang sudah ada dikumpulkan dan kemudian disusun berdasarkan tinjauan tertentu, maka kita dapat memperkirakan kondisi umum tanah pada lokasi tertentu meskipun belum dilakukan penyelidikan tanah lapangan

seperti dapat diperkirakan mengenai nilai kemampuan tanah dan ketebalan tanah lunaknya.

Dalam sejumlah literatur, beberapa peneliti telah mencari kemungkinan hubungan antara indeks kemampuan dengan sejumlah parameter-parameter. Beberapa parameter tampaknya memiliki kolerasi terhadap kompresi tanah lempung. Parameter yang memiliki kolerasi itu adalah seperti liquid limit (LL), angka pori ( $e_0$ ), indeks plastisitas (IP) dan kadar air ( $W_n$ ). Namun belum dapat diketahui persamaan mana yang lebih tepat untuk diaplikasikan dalam mencari atau memprediksi nilai indeks kemampuan tanah di kota Pekanbaru. Maka dilakukan penelitian dengan tujuan mendapatkan data awal mengenai zonasi tingkat kompresibilitas tanah permukaan, Zonasi ketebalan tanah lunak serta mencari rekomendasi persamaan empirik yang dapat digunakan dalam memprediksi nilai kemampuan tanah di kota Pekanbaru.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Tingkat Kemampatannya

Indeks pemampatan yang digunakan untuk menghitung besarnya penurunan yang terjadi dilapangan sebagai akibat dari konsolidasi dapat ditentukan dari kurva yang menunjukkan hubungan antara angka pori dan tekanan yang didapatkan dari uji konsolidasi di laboratorium.

Nilai dari indeks pemampatan ( $C_c$ ) dapat memberikan penilaian yang berbeda terhadap tingkat kemampuan tanah seperti yang dijelaskan dalam tabel dibawah berikut:

Tabel 1. Klasifikasi tanah berdasarkan tingkat kemampatannya (Coduto, 1994)

$\frac{C_c}{(1 + e_0)}$	Classification
0 - 0,05	Tingkat kemampuan sangat kecil
0,05 - 0,1	Tingkat kemampuan kecil
0,1 - 0,2	Tingkat kemampuan sedang
0,2 - 0,35	Tingkat kemampuan tinggi
>0,35	Tingkat kemampuan sangat tinggi

mengkuantifikasi variansi dari nilai yang diestimasi sehingga tingkat presisi dari hasil estimasi dapat diketahui. Metode Kriging tetap dapat digunakan meskipun tidak ditemukan korelasi spasial antar data. Kelemahan Kriging diantaranya adalah: banyaknya metode yang membangun teknik ini, sehingga menghendaki banyak asumsi yang jarang sekali dapat dipenuhi. Kriging mengasumsikan data menyebar normal sementara kebanyakan data lapangan tidak memenuhi kondisi tersebut.

### B. Korelasi dan Regresi

Korelasi adalah metode untuk mengetahui tingkat keeratan hubungan dua peubah atau lebih yang digambarkan oleh besarnya koefisien korelasi. Koefisien korelasi adalah koefisien yang menggambarkan tingkat keeratan hubungan antara dua peubah atau lebih. Besaran dari koefisien korelasi tidak menggambarkan hubungan sebab akibat antara dua peubah atau lebih, tetapi semata-mata menggambarkan keterkaitan linier antar peubah (Mattjik, 2000).

Untuk dapat memberikan penafsiran terhadap koefisien korelasi yang ditemukan tersebut besar atau kecil, maka dapat berpedoman pada ketentuan yang

tertera pada tabel 3. Dalam analisis korelasi terdapat suatu angka yang disebut dengan Koefisien Determinasi, yang besarnya adalah kuadrat dari koefisien korelasi ( $R^2$ ). Koefisien ini disebut koefisien penentu, karena varians yang terjadi pada variabel dependen dapat dijelaskan melalui varians yang terjadi pada variabel independen.

Tabel 3. Tabel korelasi menurut Suharsimi Arikunto, (1991)

$R^2$	Jenis Korelasi
0	Tidak ada Korelasi
0-0.25	Korelasi sangat lemah
0.25-0.50	Korelasi cukup
0.50-0.75	Korelasi Kuat
0.75-0.99	Korelasi sangat Kuat
1	Korelasi Sempurna

### C. Presisi dan Akurasi

Akurasi dapat diartikan tingkat ketidakadaan bias dalam sampel. Agar sampel dapat memprediksi dengan baik suatu populasi, sampel harus mempunyai selengkap mungkin karakteristik populasi. Dan perlu diketahui bahwa akurasi prediktibilitas dari suatu sampel tidak bisa dijamin dengan banyaknya sampel.

Cooper dan Emory, (1997) dalam Somantri dan Muhidin, (2006) mendefinisikan presisi (precision) sebagai ukuran seberapa jauh sesuatu alat akan memberikan hasil yang konsisten. Presisi erat kaitannya dengan variasi data. Oleh karena itu tingkat presisi diukur dengan menggunakan koefisien kesalahan standar. Semakin kecil koefisien kesalahan standar mengindikasikan semakin tinggi presisi dari alat ukur yang diperiksa. Sedangkan akurasi adalah seberapa tepat suatu alat mengukur apa yang seharusnya diukur. Jadi akurasi berbicara tentang jarak yang diukur dari target. Dengan demikian akurasi

menunjukkan ketepatan atau ketelitian. Oleh karena itu tingkat akurasi diukur dengan menggunakan rata-rata. Semakin mendekati nilai 1 (satu) menunjukkan semakin akurat alat ukur yang diperiksa. Pada penelitian ini,  $C_c$  hasil uji oedometer digunakan sebagai referensi untuk mengukur presisi dan akurasi  $C_c$  hasil ketiga rumus empiris.

Salah satu manfaat metode statistika adalah memberikan gambaran terhadap persoalan yang diteliti, kemudian memberikan rekomendasi terhadap kondisi-kondisi yang mungkin muncul berkaitan dengan masalah yang diteliti. Secara garis besar ada 3(tiga) permasalahan dasar pada statistika yaitu: rata-rata (average), pemencaran atau penyebaran (variability atau dispersion), dan saling hubungan (correlation). Ketiga persoalan statistika yaitu ratarata, pemencaran, dan korelasi dapat dinyatakan dengan suatu besaran dan dengan batas-batas tertentu sehingga dapat dilakukan suatu rekomendasi terhadap suatu kondisi yang diteliti (Somantri, 2006).

Akurasi juga dapat dilakukan dengan studi "recovery" yaitu, melakukan pemeriksaan bahansampel yang telah ditambahkan analit murni, kemudian hasilnya dihitung terhadap hasil yang diharapkan.

## III. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Umum

Proses pelaksanaan studi ini pada prinsipnya terbagi dalam empat bagian yaitu pengumpulan data, pengolahan data/perhitungan, pembuatan peta zonasi dan analisa parameter statistik. Langkah-langkah yang diambil dalam prosedur

penelitian ini adalah studi literatur, survey dan pengumpulan data.

## B. Bagan Alir penelitian

Tahap-tahap yang akan dilakukan dalam penyelesaian tugas akhir dapat dilihat dalam bagan alir penelitian pada Gambar 1.

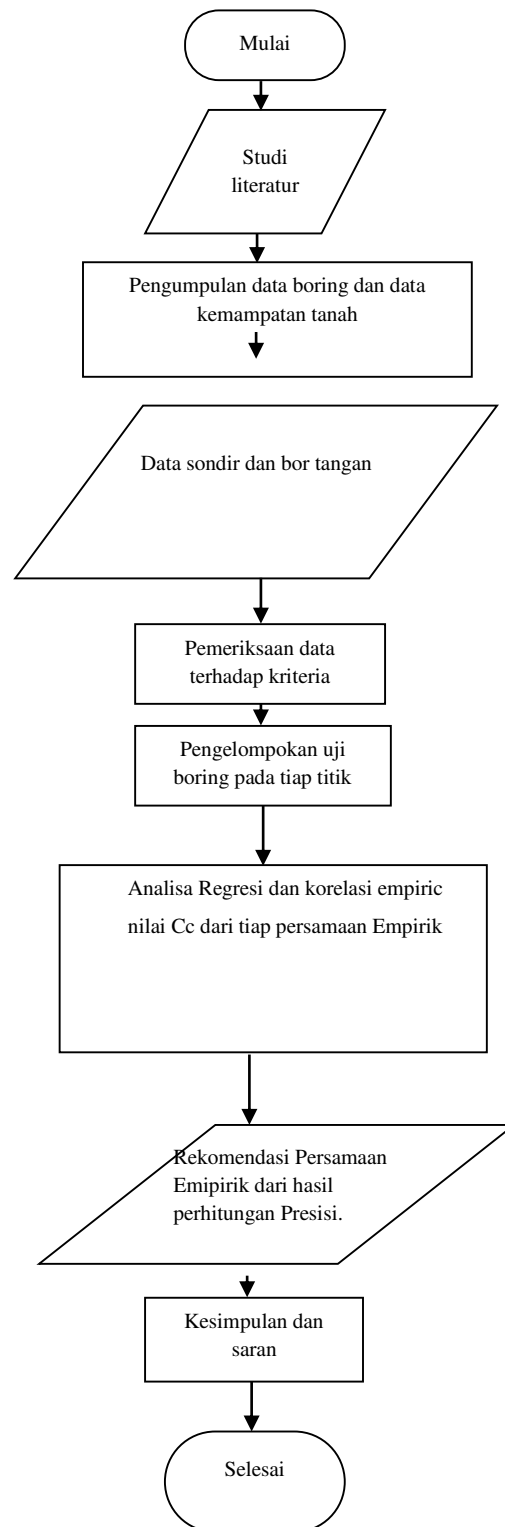
## C. Survey dan Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang diperlukan untuk penelitian ini dilakukan dengan dua cara, yaitu survei instasional dan survei lapangan.

### 1. Survei Instasional

Survei yang dilakukan dengan cara pengumpulan data dari Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Riau dan Konsultan Perencana ataupun penyedia jasa pengujian sondir dan bor tangan (*Hand Bore*). Data-data tersebut dibutuhkan untuk mendapatkan data parameter tanah yang digunakan untuk analisis dalam penelitian ini.

Jenis data yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah Data hasil pemboran: berupa data kompresibilitas tanah, liquid limit, angka pori, kadar air, dan indeks plastisitas



Gambar 1. Diagram Alir Peneliti

Tabel 2. Contoh analisis data tingkat kemampuan tanah

No.	Lokasi	Konsolidasi				cc/(1+e)	Compressibility
		Cc	wn %	Y wet kN/m <sup>3</sup>	e		
1	Jl.Yos Sudarso 2	0.0869	25.62	17.54	0.90	0.046	Very Slightly Compressible
2	Handayani	0.1111	56.64	14.17	1.94	0.038	Very Slightly Compressible
3	Villa Mas Permai	0.1024	23.95	17.87	0.83	0.056	Slighty Compressible
4	Tuah Karya Indah	1.4014	181.75	10.57	3.35	0.322	Higly Compressible
5	Jl. Bukit Barisan	0.3364	25.23	17.21	0.94	0.173	Moderately Compressible

Pada Tabel 4 dan 5 dapat dilihat hasil pengelompokkan sebagian data contoh kedalaman tanah lunak dan kemampuan tanah di Pekanbaru.

**A. Analisa Regresi dan Parameter statistik Rumus korelasi empirik**

Penelitian ini menggunakan data-data bor tangan yang telah diuji di laboratorium mekanika tanah Universitas Riau. Data bor tangan (handbore) yang di dapat di laboratorium mekanika tanah Universitas Riau ada 42 titik atau lokasi yang tersebar di wilayah kota Pekanbaru. Data yang di gunakan terdiri dari nilai indeks kompresibilitas (Cc), liquid limit (LL), indeks platisitas (IP), kadar air (Wn), dan angka pori (e0). Dari data-data tersebut dicari nilai (Cc) dengan menggunakan beberapa rumus korelasi empirik yang dapat dilihat pada tabel 3.

Kemudian dievaluasi performa rumus-rumus yang telah dicari untuk memprediksi nilai (Cc) dengan menggunakan rangking indeks (RI). Semakin mendekati 1 (satu) nilai suatu Rangking indeks maka semakin baik performa suatu rumus. RI ini juga menjadi tolak ukur untuk merekomendasikan rumus mana yang baik digunakan untuk wilayah Pekanbaru.

$$RI = \frac{R1 + R2 + R3}{3}$$

Dengan:

RI= Rangking Indeks

R1= X (mean)

R2= SD (deviasi standar)

R3= R2 (Koefisien determinasi)

Tabel 3. Persamaan indeks Kompresibilitas dari beberapa literatur

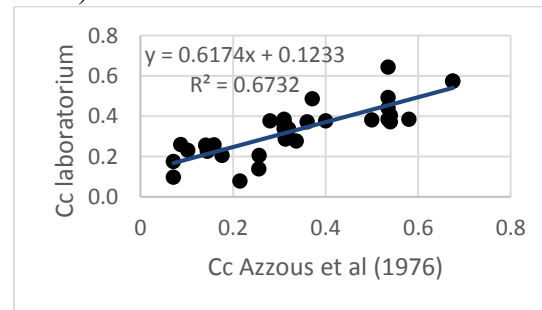
No	Persamaan	Referensi
1	$C_c = 0.009 (LL - 10)$	Terzaghi & Peck, 1967
2	$C_c = 0.01 w_n$	Osterberg, 1972
3	$C_c = 0.40(e^{-0.25})$	Azzous et al., 1976
4	$C_c = -0.156 + 0.41e_o + 0.00058w_n$	Azzous et al., 1976
5	$C_c = 0.005G_s I_p$	C. P. Wroth and D. M. Wood, 1978
6	$C_c = 0.009w_n + 0.002w_{LL} - 0.10$	Nagaraj and Murthy, 1986

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

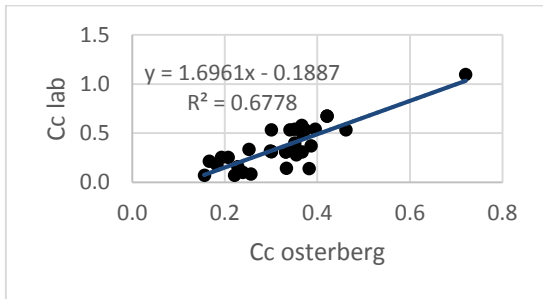
##### A. Hasil Regresi dan Parameter statistik dari Rumus Korelasi Empirik

Analisis ini dilakukan untuk membandingkan nilai  $C_c$  yang di hitung dengan enam rumus korelasi empirik yang dapat dilihat pada tabel 6. Dengan nilai  $C_c$  yang di peroleh dari oedometer berdasarkan parameter statistik. Nilai  $C_c$  hasil rumus-rumus tersebut merupakan nilai prediksi (predicted value). Nilai  $C_c$  laboratorium digunakan sebagai alat pencocokan/calibration (observed value). Rangkuman evaluasi secara analitis dan evaluasi secara grafis (Gambar 6 sampai dengan Gambar 12) diberikan di Tabel 9. Kemudian diberikan rekomendasi terhadap kondisi-kondisi yang mungkin muncul berkaitan dengan masalah yang diteliti. Secara garis besar ada 3(tiga) permasalahan dasar pada statistika yaitu: rata-rata (average), pemencaran atau

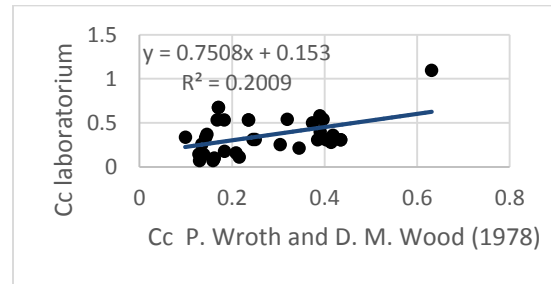
penyebaran (variability atau dispersion), dan saling hubungan (correlation). Ketiga persoalan statistika yaitu ratarata, pemencaran, dan korelasi dapat dinyatakan dengan suatu besaran dan dengan batas-batas tertentu sehingga dapat dilakukan suatu rekomendasi terhadap suatu kondisi yang diteliti (Somantri, 2006).



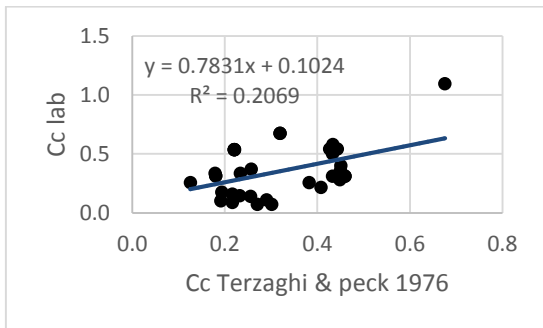
Gambar 7. Perbandingan Nilai  $C_c$  laboratorium dan Hasil Rumus Azzouz et al. (1976)



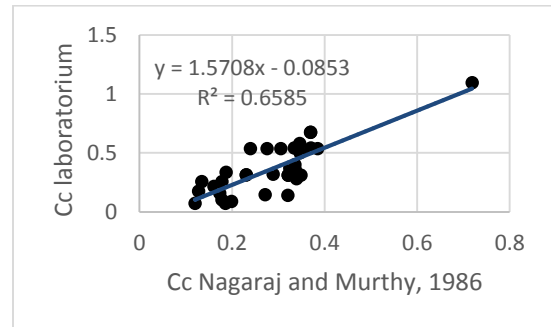
Gambar 8. Perbandingan Nilai Cc laboratorium dan Hasil Rumus Osterberg (1972)



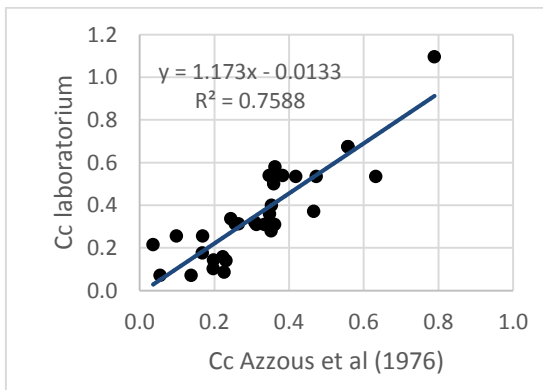
Gambar 11. Perbandingan Nilai Cc Laboratorium dan Hasil Rumus Wroth and Wood (1978)



Gambar 9. Perbandingan Nilai Cc laboratorium dan Hasil Rumus Terzaghi & Peck (1967)



Gambar 12. Perbandingan Nilai Cc laboratorium dan Hasil Rumus Nagaraj and Murthy (1986)



Gambar 10. Perbandingan Nilai Cc Laboratorium dan Hasil Rumus Azzouz et al. (1976)

## B. Evaluasi Peforma Rumus-Rumus

Setelah menghitung parameter statistik mean ( $\bar{X}$ ) dan Standar deviation (SD), serta menggambarkan hubungan Cc laboratorium dengan Cc hasil rumus-rumus korelasi empiris sehingga diperoleh koefisien determinasi ( $R^2$ ). Maka dapat dilakukan evaluasi terhadap peforma rumus-rumus menggunakan rangking indeks (RI) yang dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9 Nilai Parameter Statistik Rumus Empiris dan Nilai Ranking Indeksnya

	$R^2 (=R1)$	$X (=R2)$	$SD (=R4)$	$RI = \frac{R1+R2+R3}{3}$
Terzaghi & Peck, 1967	0.2069	0.9148	0.5810	0.5675
Osterberg, 1972	0.6778	0.8958	0.4854	0.6863
Azzous et al, 1976	0.6732	0.9786	0.7524	0.8014
Azzous et al, 1976	0.7588	0.8836	0.7426	0.7950
Wroth and Wood, 1978	0.2009	0.7590	0.5969	0.5189
Nagaraj and Murthy, 1986	0.6585	0.7860	0.5165	0.6536

Merujuk Tabel 4.3 terlihat bahwa dua rumus Azzous et al (1976) mempunyai nilai RI paling mendekati 1 sehingga dapat dikatakan  $C_c$  hasil rumus Azzous et al tahun 1976 paling mendekati nilai  $C_c$  laboratorium. Pada kedua rumus Azzous et al tahun 1976 rumus yang dievaluasi memberikan nilai  $R^2$  yang relatif cukup bagus (nilai  $R^2$  yang ideal sama dengan satu). Pada gambar 4.1 dan 4.4 dapat dilihat sebaran nilainya cukup baik dan memiliki error yang kecil

Pada rumus empiris Osterberg (1972) dan Nagaraj and Murthy (1986) sebenarnya juga memberikan nilai  $R^2$  dalam kategori korelasi kuat namun nilai  $X$  dan standar deviation dari perbandingan memberikan nilai yang kurang baik, meskipun nilai  $X$  dan standar deviation kurang cukup untuk menggambarkan baik atau tidaknya suatu rumus. Karena bisa jadi rumus dengan nilai  $R^2$  yang dalam kategori korelasi lemah memberikan nilai  $X$  (mean) yang mendekati 1. Untuk itu kedua persamaan tersebut masih dapat di gunakan untuk memprediksi nilai  $C_c$ .

Pada dua rumus empiris (Terzaghi & Peck dan Wroth & Wood) menggunakan parameter batas cair (LL),  $G_s$ , dan IP memberikan nilai  $R^2$  dalam kategori korelasi sangat lemah dan pada gambar 4.1

dan 4.5 juga dapat kita lihat sebaran data menggunakan dua persamaan ini yang memiliki error yang cukup besar. Berdasarkan hasil analisa dapat disimpulkan bahwa nilai batas cair (LL),  $G_s$ , dan IP belum dapat memberikan korelasi yang jelas dengan nilai kompresibilitas tanah.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan kedua rumus azzous et al (1976) adalah yang paling baik digunakan untuk memprediksi nilai kompresibilitas tanah untuk wilayah pekanbaru meskipun dalam prakteknya harus lebih hati-hati dalam menggunakan rumus-rumus tersebut karna harus disesuaikan berdasarkan jenis tanah yang akan dicari parameternya.

## V. KEIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

1. Persamaan empirik untuk memprediksi nilai  $C_c$  yang paling direkomendasikan untuk wilayah kota Pekanbaru adalah persamaan azzous et al (1976) yaitu  $C_c = 0.40(e-0.25)$  dan  $C_c = -0.156 + 0.41e_o + 0.00058w_n$
2. Nilai  $PI, G_s$  dan LL belum dapat memberikan korelasi yang cukup baik dengan nilai  $C_c$ .



## B. Saran

Adapun saran-saran dari penulis demi kemajuan penelitian ini adalah:

1. Hasil penelitian ini hanya sebagai acuan atau patokan dalam memprediksi nilai Kemapatan tanah terhadap perencanaan konstruksi di Pekanbaru. oleh karena itu penyelidikan detail terhadap investigasi lapangan tetap harus dilakukan.

### Daftar Pustaka

- Anas Abdul Latif**, (2008), *Studi Perbandingan Metode Nearest Neighbourhood Point (Nnp), Inverse Distance Weight (Idw) Dan Kriging Pada Perhitungan Cadangan Nikel Laterit*.
- Anonim**, *Membaca dan Memanfaatkan Peta Topografi*, GeoAdventure-Geografi UI.
- Bowles, Joseph E**, (1999), *Sifat – Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*, Jakarta: Erlangga
- Begemann**, (1953). *Cone Penetration Testing in Geotechnical Practice*. Tom Lunne: New York.
- Budhu, M**, (1999). *Soil Mechanics and Foundations*. United State of America.\
- ESRI**, (1996). *Using the ArcView Spatial Analyst. Redlands, Environmental Systems Research Institute, Inc*
- ESRI**, (1999). *ArcView Help*. Redlands, Environmental Systems Research Institute, Inc.
- Coduto, D.P**, (1994). *Foundation Analysis and Desgin-Second Editon*. McGraw-Hill Kogakusha Ltd: Tokyo.
- Das, Braja M**, (1991), *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 1*, Jakarta: Erlangga.
- Das, Braja M**, (1993), *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 2*, Jakarta: Erlangga.
- Davis, J.C**, (1986), *Statistical and Data Analysis in Geology. 2<sup>nd</sup> Ed*, John Wiley & Son, New York, 646th.
- Davis, J.C**, (2002), *Statistical and Data Analysis in Geology. 3<sup>rd</sup> Ed*, John Wiley & Son, New York, 638<sup>th</sup>.
- Dunn, I.S, Anderson, L.R, Kiefer**, (1992), *Dasar-dasar Analisis Geoteknik*, IKIP Semarang Press, Semarang.
- Gatot H. Pramono**, (2001), *Akurasi Metode Idw Dan Kriging Untuk Interpolasi Sebaran Sedimen Tersuspensi*
- Haecker, M.A**, (1992), *Convergent Gridding: A New Approach to Surface Reconstruction*, GEOBYTE 06/1992: 48-53.
- Hardiyatmo, Hary Christady**, (1992), *Mekanika Tanah I*, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Hardiyatmo, Hary Christady**, (1996), *Teknik Pondasi I*, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- M. Ay, Sen Lav, Atilla M. Ansal**, (1999), *Regression Analysis Of Soil Compressibility*.
- Niken Silmi Surjandari**, (2013), *Representasi Parameter Statistik Nilai Cc Menggunakan Rumus Korelasi Empiris*.
- PelaGis**, (2011), *Modul Pelatiha System Informasi Geografis Tingkat Lanjut*, Banda Aceh: Yayasan PelaGis.

- Schmertmann, J.H, Hartman, J.P, and Brown, P.R,** (1978), *Improved Strain Influence Factor Diagram*, Proc. Am.Soc.Civ. Engrs – J. Geotech, Engineering Division, August 1978, 104 (GT8), 1131-1135.
- Staf Pemerintah Kota Banda Aceh,** (2007), Modul Pelatihan ArcGis Tingkat Dasar.
- Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2827-1992),** *Metode Pengujian Lapangan dengan Alat Sondir.*
- Terzaghi, K and R.B. Peck,** (1993), *Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa*, Erlangga: Jakarta.