

ANALISIS KORELASI NILAI N-SPT DENGAN NILAI TAHANAN KONUS SONDIR MENGGUNAKAN METODE STATISTIKA

Desy Arisandi¹, Yayuk Apriyanti S.T., M.T.², Ferra Fahriani S.T., M.T.³

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung

Email : desy.ars.arisandi@gmail.com

²Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung

Email : yayukapriyanti26@gmail.com

³Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung

Email : f2_ferra@yahoo.com

ABSTRAK

Pertumbuhan infrastruktur di Kota Pangkalpinang berkembang semakin pesat dan menyebabkan semakin sedikit ruang gerak dan lahan kosong pada wilayah ini. Dalam merencanakan suatu sub structure tentunya membutuhkan data-data tentang parameter tanah dari hasil penyelidikan tanah di lapangan guna memperkirakan daya dukung lapisan tanah pada lokasi konstruksi. Penyelidikan tanah lapangan yang digunakan adalah pengujian CPT (Cone Penetration Test) dan pengujian SPT (Standard Penetration Test). Oleh karena itu perlu dilakukan analisis korelasi antara N-SPT dengan q_c -CPT untuk membantu penyelidikan tanah yang lebih ekonomis.

Analisis data tanah dilakukan berdasarkan hasil penyelidikan tanah pada 4 lokasi proyek di Wilayah Kota Pangkalpinang yang meliputi data sondir (CPT) dan data SPT dengan menggunakan program SPSS. Tahapan analisis pengujian statistika yaitu uji normalitas, analisis regresi, dan uji t. Analisis korelasi menggunakan data tanah pada Proyek Pembangunan Kantor Terpadu Pemerintahan Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, Proyek Pembangunan Kantor Bank Sumsel Babel Pangkalpinang, Proyek Pembangunan Dermaga CPO Ketapang Pelabuhan Pangkal Balam, dan Proyek Pembangunan Gedung Bank Indonesia Bangka Belitung.

Hasil analisis pengujian statistik dari 4 lokasi proyek yang telah diperhitungkan membuktikan bahwa Proyek Pembangunan Gedung Bank Indonesia Bangka Belitung merupakan proyek dengan model persamaan regresi terbaik. Hal tersebut terbukti dengan nilai koefisien korelasi (R) dan koefisien determinasi (R^2) yang tertinggi paling mendekati nilai 1 serta uji t yang menunjukkan bahwa variabel N berpengaruh signifikan terhadap variabel q_c . Sedangkan hasil korelasi SPT-CPT diperoleh dari data Proyek Pembangunan Kantor Terpadu Pemerintahan Provinsi Kepulauan Bangka Belitung sebesar $q_c = 4,377 N - 5,909$, untuk Proyek Pembangunan Kantor Bank Sumsel Babel Pangkalpinang sebesar $q_c = 0,075 N^2 + 3,590 N + 6,294$, untuk Proyek Pembangunan Dermaga CPO Ketapang Pelabuhan Pangkal Balam sebesar $q_c = -0,001 N^3 + 0,054 N^2 + 1,844 N + 15,736$, dan Proyek Pembangunan Gedung Bank Indonesia Bangka Belitung sebesar $q_c = -0,001 N^3 + 0,081 N^2 + 1,594 N + 26,651$.

Kata kunci : Korelasi, N-SPT, q_c -CPT, pengujian, statistik

PENDAHULUAN

Tanah merupakan dasar sebuah konstruksi yang berperan sebagai pendukung pondasi pada sebuah konstruksi bangunan. Dalam merencanakan suatu *sub*

structure tentunya membutuhkan data-data tentang parameter tanah yang didapat dari hasil penyelidikan tanah baik di lapangan maupun di laboratorium guna memperkirakan daya dukung lapisan tanah

pada lokasi konstruksi. Untuk mendapatkan data yang cukup teliti dan lengkap harus dilakukan penyelidikan tanah yang terperinci, yang berarti tidak hanya berdasarkan satu jenis percobaan saja.

Penyelidikan tanah yang biasa digunakan di Indonesia dalam mendesain pondasi adalah pengujian CPT (*Cone Penetration Test*) dan pengujian SPT (*Standard Penetration Test*). Penyelidikan sondir (*Cone Penetration Test/ CPT*) bertujuan untuk mengetahui perlawanan penetrasi konus dan hambatan lekat tanah yang merupakan indikasi dari kekuatan daya dukung lapisan tanah dengan menggunakan rumus empiris. Sedangkan *Standart Penetration Test* (SPT) bertujuan untuk mendapatkan nilai *N-value* sebagai nilai kerapatan relatif dari suatu lapisan tanah yang diuji dan mendapatkan gambaran lapisan tanah berdasarkan jenis dan warna tanah melalui pengamatan secara visual.

Kota Pangkalpinang merupakan ibukota Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Karena Kota Pangkalpinang merupakan pusat mayoritas kegiatan bagi keseluruhan Pulau Bangka baik itu pusat pemerintahan, pusat pendidikan, pusat industri terbesar maupun pusat perbelanjaan. Hal tersebut terlihat dari pertumbuhan infrastruktur yang semakin pesat di Kota Pangkalpinang, dan menyebabkan semakin sedikit pula ruang gerak dan lahan kosong pada wilayah ini. Sehingga sangat diperlukan pengujian yang benar-benar akurat dalam penentuan perencanaan stabilitas tanah yang nantinya akan dilakukan pembangunan.

Oleh karena itu dibutuhkan sebuah data awal berupa korelasi nilai q_c dengan N , sehingga dapat memberikan informasi awal mengenai kondisi dan daya dukung tanah khususnya pada beberapa daerah di Kota Pangkalpinang. Dengan adanya korelasi itu pula akan membantu dalam penyelidikan tanah yang lebih ekonomis kedepannya. Hal inilah yang menjadi dasar peneliti dalam mengambil dan

mengimplementasikan judul ini dalam analisis penelitiannya.

Penelitian ini memfokuskan pada analisis pengujian statistik guna mendapatkan model persamaan regresi terbaik korelasi antara nilai N dari uji SPT dengan nilai q_c dari hasil uji sondir/CPT pada 4 lokasi penelitian serta melihat pengaruh yang signifikan antara kedua variabel tersebut.

LANDASAN TEORI

Penyelidikan Tanah

Penyelidikan tanah dimaksudkan untuk mendapatkan informasi yang representatif tentang formasi dan jenis tanah pada lokasi dimana bangunan akan didirikan. Perencana sering mengabaikan pentingnya penyelidikan tanah, khususnya pada bangunan yang relatif kecil/ ringan karena penyelidikan tanah dianggap hanya membuang waktu dan uang. Hal ini tentu saja tidak benar, karena setiap lokasi memiliki formasi tanah dengan karakter yang berbeda-beda. Selain itu, biaya penyelidikan tanah hanya berkisar antara 0,5 sampai 1 persen dari keseluruhan biaya bangunan. (Bowles, 1988)

Sondir atau CPT (*Cone Penetration Test*)

Djarmiko dan Edy (1997) menyatakan penetrometer statis di Indonesia dikenal dengan sebutan alat sondir Belanda (*Dutch penetrometer* atau *Dutch deepsounding apparatus*) atau disebut juga percobaan penetrasi kerucut (*Cone Penetration Test* = CPT). Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui perlawanan penetrasi konus (q_c) dan hambatan lekat (f_s) tanah. Tujuan dilakukan pengujian ini dilapangan adalah untuk menentukan lapisan-lapisan tanah berdasarkan tahanan ujung konus dan daya lekat tanah setiap kedalaman pada alat sondir.

SPT (*Standard Penetration Test*)

Penetrometer dinamis yang percobaannya disebut percobaan penetrasi standar (*Standard Penetration Test* = SPT)

berasal dari Amerika Serikat. Uji SPT (*Standard Penetration Test*) terdiri atas uji pemukulan tabung belah dinding tebal ke dalam tanah, disertai pengukuran jumlah pukulan untuk memasukskan tabung belah sedalam 300 mm vertikal. Dalam sistem beban jatuh ini digunakan palu dengan berat 63,5 kg, yang dijatuhkan secara berulang dengan tinggi jatuh 0,76 m. Pelaksanaan pengujian dibagi dalam tiga tahap, yaitu berturut-turut setebal 150 mm untuk masing-masing tahap. Tahap pertama dicatat sebagai dudukan, sementara jumlah pukulan untuk memasukkan tahap kedua dan ketiga dijumlahkan untuk memperoleh nilai pukulan N atau perlawanan SPT (*Standard Penetration Test*) (dinyatakan dalam pukulan/ 0,3 m) (SNI 4153-2008).

Analisis Regresi

Metode analisis regresi digunakan untuk menghasilkan hubungan antara dua variabel atau lebih dalam bentuk numerik, dan untuk melihat bagaimana dua atau lebih peubah saling berkait, dimana telah diketahui variabel mana yang variasinya dipengaruhi oleh variabel lainnya dan variabel mana yang mempengaruhinya. Persamaan regresi ini merupakan persamaan garis yang paling mewakili hubungan antara dua variabel tersebut.

Analisis regresi terdiri dari analisis regresi linier sederhana dan analisis regresi non linier.

1. Analisis Regresi Linier Sederhana

Variabel analisis regresi dibedakan menjadi dua jenis variabel yaitu variabel bebas (X) dan variabel tak bebas/ terikat (Y). Persamaan umum dituliskan sebagai berikut :

$$Y = a + bX \dots\dots\dots (1)$$

2. Analisis Regresi Non Linier

Regresi non linier dapat mengestimasi model hubungan variabel dependen dan independen dalam bentuk non linier dengan keakuratan yang lebih baik daripada regresi linier, karena dalam mengestimasi model dipakai iterasi algoritma. Ada 2 jenis model

regresi non linier yaitu terdiri dari model regresi kudratik dan model regresi kubik.

Model regresi kuadratik mempunyai persamaan umum (Hadi, 2004) :

$$Y = a + bX + cX^2 \dots\dots\dots (2)$$

Model regresi kubik mempunyai persamaan umum (Hadi, 2004) :

$$Y = a + bX + cX^2 + dX^3 \dots\dots\dots (3)$$

Uji Asumsi Dasar

Uji asumsi dasar yang digunakan adalah uji normalitas. Pengujian normalitas adalah pengujian tentang kenormalan distribusi data. Data yang mempunyai distribusi yang normal berarti mempunyai sebaran yang normal pula. Distribusi normal standar memiliki parameter berupa *mean* dan simpangan baku. Distribusi normal dengan *mean* = 0 dan simpangan baku = 1. Apabila digambarkan dalam grafik, kurva distribusi normal berbentuk seperti genta (*bell shaped*) yang simetris.

Uji Statistik dalam Model

Uji statistik dalam model terdiri dari pengujian hipotesis secara uji t. Uji t digunakan untuk mengetahui apakah variabel independen (X) berpengaruh secara signifikan terhadap variabel dependen (Y). Signifikan berarti pengaruh yang terjadi dapat berlaku untuk populasi (dapat digeneralisasikan). Dasar pengambilan keputusan :

- Membandingkan statistik hitungan dengan statistik tabel, dengan tingkat signifikan 5%, dan derajat kebebasan N-k-1, dimana N merupakan jumlah data yang dilibatkan dan k merupakan jumlah variabel bebas.
 1. Jika statistik $t_{hitung} < t_{tabel}$, maka H_0 diterima, yaitu menerima anggapan bahwa pengaruh tidak signifikan.
 2. Jika statistik $t_{hitung} > t_{tabel}$, maka H_0 ditolak, yaitu menolak anggapan bahwa pengaruh signifikan.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada beberapa daerah di Kota Pangkalpinang sebagaimana tercantum dalam gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

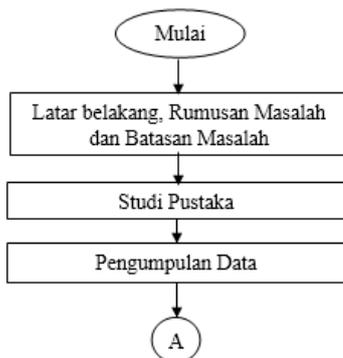
Sumber : Data diolah, 2017

Lokasi/ tempat penelitian yang diambil pada penelitian ini terdiri dari 4 lokasi yaitu :

1. Proyek “Pembangunan Kantor Bank Sumsel Babel di Pangkalpinang”
2. Proyek “Pembangunan Kantor Terpadu Pemerintahan Provinsi Kepulauan Bangka Belitung Jl. Pulo Belitung-Bangka Belitung”
3. Proyek “Pembangunan Dermaga CPO Ketapang di Pelabuhan Pangkal Balam”
4. Proyek “Pembangunan Gedung Bank Indonesia Bangka Belitung”

Alat dan Bahan

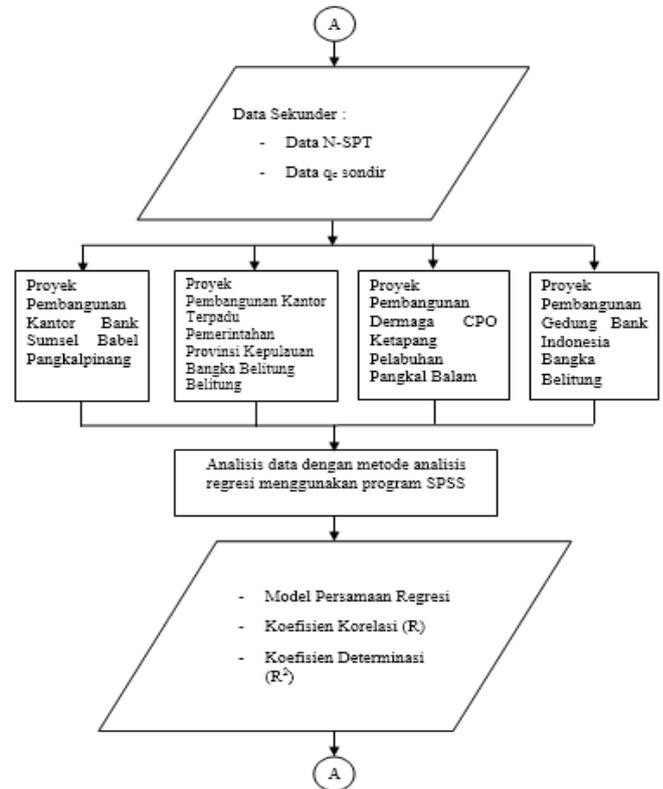
Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah program SPSS dan *Microsoft Office* untuk mengolah data sekunder yang



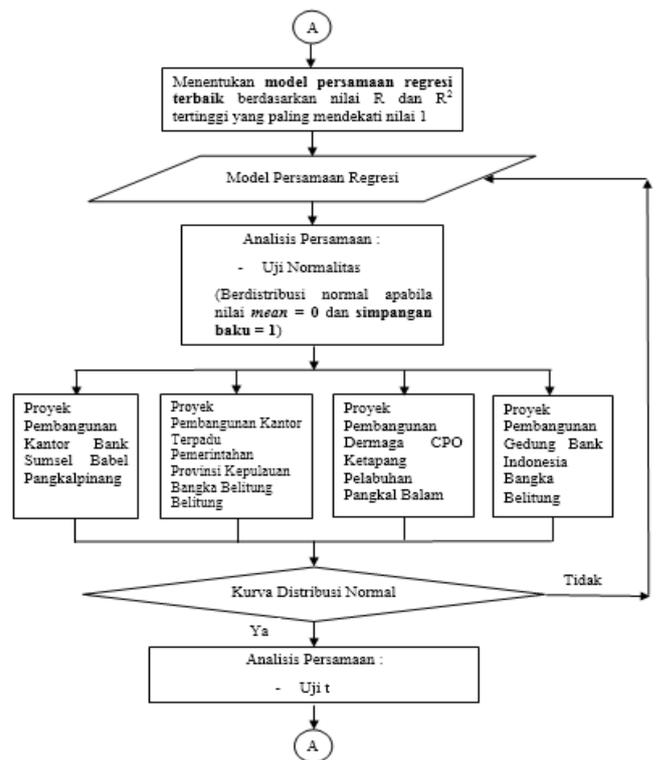
telah dipilih pada beberapa proyek.

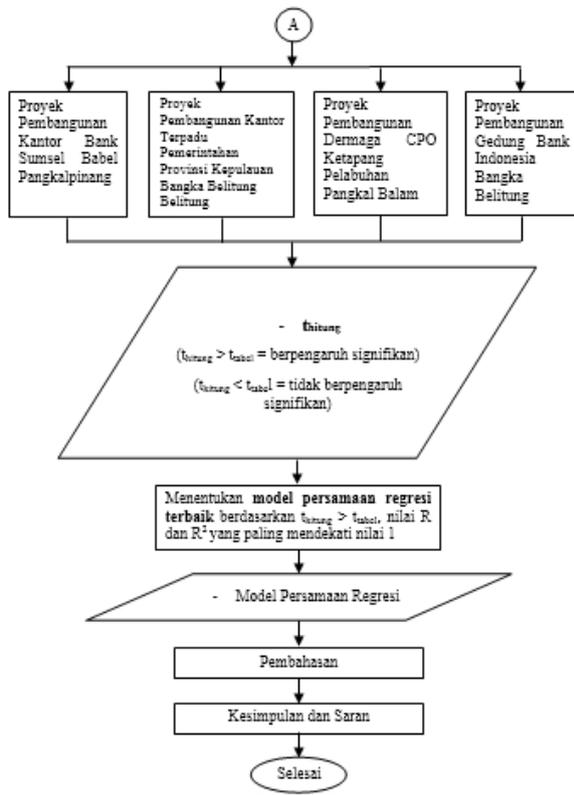
Diagram Alir (Flowchart) Penelitian

Diagram alir (*flowchart*) penelitian



yang digunakan dalam penelitian ini tersaji seperti pada Gambar 2.





Gambar 2. Diagram Alir (*flowchart*) penelitian

Sumber : Data diolah, 2017

ANALISIS DAN PEMBAHASAN Data Tanah

Analisis data tanah dilakukan berdasarkan hasil penyelidikan tanah pada 4 lokasi proyek di Wilayah Kota Pangkalpinang yang meliputi data sondir (CPT) dan data SPT yang dilakukan di lokasi tersebut dan pengolahannya dilakukan oleh pihak proyek terkait. Pada penelitian ini, setiap kedalaman titik pengujian ditinjau per 0,3 m dengan variasi kedalaman yang berbeda-beda.

Analisis Pengujian Statistik

Berdasarkan perhitungan dan analisis data tanah pada 4 lokasi penelitian di beberapa Wilayah Kota Pangkalpinang yang meliputi data sondir (CPT) berupa nilai q_c dan data SPT berupa nilai N , maka diperoleh model persamaan regresi terbaik yang telah memenuhi beberapa parameter yang ditentukan pada saat analisis dilakukan. Parameter-parameter tersebut

terdiri dari nilai koefisien korelasi (R) yang paling mendekati +1 atau -1, nilai koefisien determinasi (R^2) yang paling mendekati +1 dan uji t dengan syarat hasil uji $t_{hitung} > t_{tabel}$.

Analisis Pengujian Statistik pada Proyek Pembangunan Kantor Terpadu Pemerintahan Provinsi Kepulauan Bangka Belitung

Model persamaan regresi terbaik pada Proyek Pembangunan Kantor Terpadu Pemerintahan Provinsi Kepulauan Bangka Belitung yaitu model persamaan regresi linier dengan $q_c = 4,377 N - 5,909$ (Tabel 1) dengan parameter sebagai berikut :

- a) Nilai koefisien korelasi (R) = 0,779 (Tabel 2)
- b) Nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,607 (Tabel 2)
- c) Uji t dengan hasil $t_{hitung} > t_{tabel} = 6,574 > 2,048$ (Tabel 1)

Tabel 1. Output Persamaan Regresi Linier Sederhana q_c dengan N Menggunakan Program SPSS

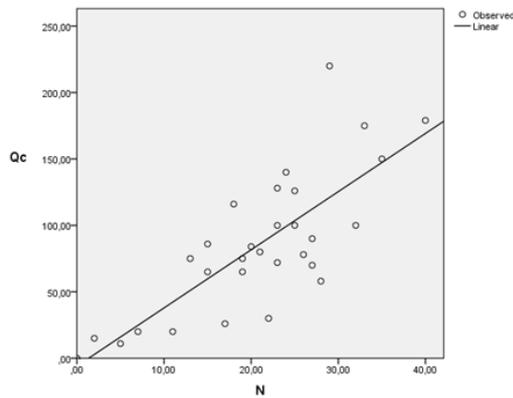
	Coefficients			t	Sig.
	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
	B	Std. Error	Beta		
N	4,377	,666	,779	6,574	,000
(Constant)	-5,909	15,176		-,389	,700

Sumber : Data diolah, 2017

Tabel 2. Output Nilai Koefisien Korelasi (R) dan Koefisien Determinasi (R^2) q_c dengan N Menggunakan Program SPSS

Model Summary			
R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
,779	,607	,593	34,005

The independent variable is N.
Sumber : Data diolah, 2017



Gambar 3. Garis Regresi Linier qc dengan N Menggunakan Program SPSS
Sumber : Data diolah, 2017

Analisis Pengujian Statistik pada Proyek Pembangunan Kantor Bank Sumsel Babel Pangkalpinang

Model persamaan regresi terbaik pada Proyek Pembangunan Kantor Bank Sumsel Babel Pangkalpinang yaitu model persamaan regresi kuadratik dengan $q_c = 0,075 N^2 + 3,590 N + 6,294$ (Tabel 3) dengan parameter sebagai berikut :

- a) Nilai koefisien korelasi (R) = 0,835 (Tabel 4)
- b) Nilai koefisien determinasi (R²) = 0,698 (Tabel 4)
- c) Uji t dengan hasil $t_{hitung} > t_{tabel} = 3,735 > 1,988$ (Tabel 3)

Tabel 3. Output Persamaan Regresi Kuadratik qc dengan N Menggunakan

	Coefficients				t	Sig.
	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients			
	B	Std. Error				
N	3,590	,961	,570	3,735	,000	
N ** 2	,075	,041	,280	1,836	,070	
(Constant)	6,294	4,804		1,310	,194	

Program SPSS

Sumber : Data diolah, 2017

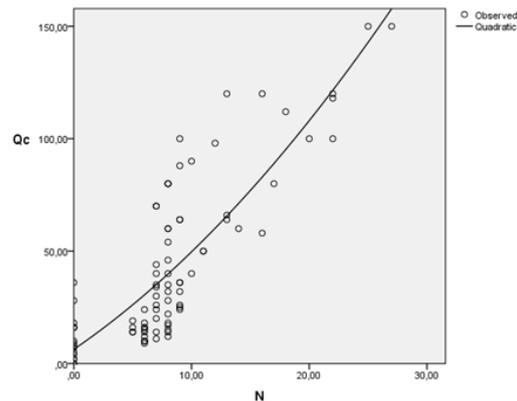
Tabel 4. Output Nilai Koefisien Korelasi

Model Summary			
R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
,835	,698	,691	20,332

The independent variable is N.

(R) dan Koefisien Determinasi (R²) qc dengan N Menggunakan Program SPSS

Sumber : Data diolah, 2017



Gambar 4. Garis Regresi Kuadratik qc dengan N Menggunakan Program SPSS
Sumber : Data diolah, 2017

Analisis Pengujian Statistik pada Proyek Pembangunan Dermaga CPO Ketapang Pangkal Balam

Model persamaan regresi terbaik pada Proyek Pembangunan Dermaga CPO Ketapang Pelabuhan Pangkal Balam yaitu model persamaan regresi kubik dengan $q_c = -0,001 N^3 + 0,054 N^2 + 1,844 N + 15,736$ (Tabel 5) dengan parameter sebagai berikut :

- a) Nilai koefisien korelasi (R) = 0,718 (Tabel 6)
- b) Nilai koefisien determinasi (R²) = 0,516 (Tabel 6)
- c) Uji t dengan hasil $t_{hitung} > t_{tabel} = 2,254 > 1,968$ (Tabel 5)

Tabel 5. Output Persamaan Regresi Kubik q_c dengan N Menggunakan Program SPSS

	Coefficients			t	Sig.
	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
	B	Std. Error	Beta		
N	1,844	,818	,542	2,254	,025
N** 2	,054	,043	,735	1,257	,210
N** 3	-,001	,001	-,641	-1,643	,102
(Constant)	15,736	3,159		4,981	,000

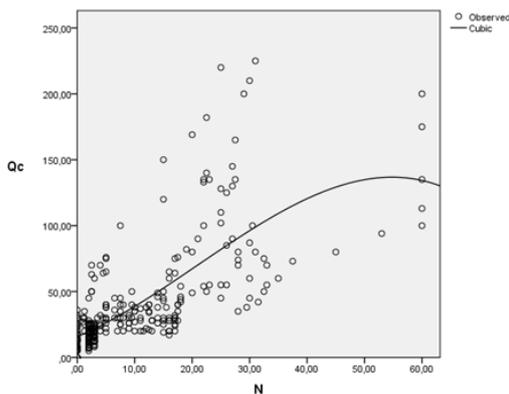
Sumber : Data diolah, 2017

Tabel 6. Output Nilai Koefisien Korelasi (R) dan Koefisien Determinasi (R^2) q_c dengan N Menggunakan Program SPSS

Model Summary			
R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
,718	,516	,511	28,428

The independent variable is N.

Sumber : Data diolah, 2017



Gambar 5. Garis Regresi Kubik q_c dengan N Menggunakan Program SPSS

Sumber : Data diolah, 2017

Analisis Pengujian Statistik pada Proyek Pembangunan Kantor Gedung Bank Indonesia Bangka Belitung

Model persamaan regresi terbaik pada Proyek Pembangunan Gedung Bank Indonesia Bangka Belitung yaitu model persamaan regresi kubik dengan yaitu $q_c = -0,001 N^3 + 0,081 N^2 + 1,594 N + 26,651$ (Tabel 7) dengan parameter sebagai berikut :

a) Nilai koefisien korelasi (R) = 0,866 (Tabel 8)

b) Nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,750 (Tabel 8)

c) Uji t dengan hasil $t_{hitung} > t_{tabel} = 2,155 > 1,975$ (Tabel 7)

Tabel 7. Output Persamaan Regresi Kubik q_c dengan N Menggunakan Program SPSS

	Coefficients			t	Sig.
	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
	B	Std. Error	Beta		
N	1,594	,740	,430	2,155	,033
N** 2	,081	,046	,906	1,748	,082
N** 3	-,001	,001	-,487	-1,357	,177
(Constant)	26,651	3,436		7,757	,000

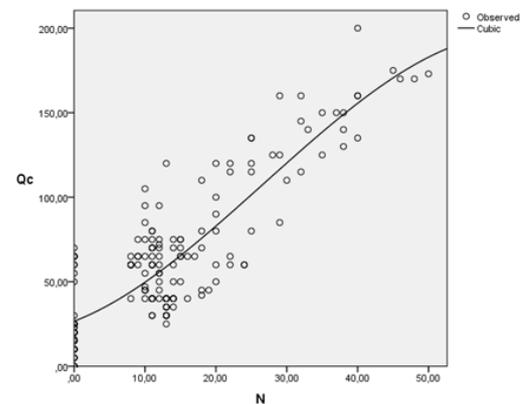
Sumber : Data diolah, 2017

Tabel 8. Output Nilai Koefisien Korelasi (R) dan Koefisien Determinasi (R^2) q_c dengan N Menggunakan Program SPSS

Model Summary			
R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
,866	,750	,746	21,985

The independent variable is N.

Sumber : Data diolah, 2017



Gambar 6. Garis Regresi Kubik q_c dengan N Menggunakan Program SPSS

Sumber : Data diolah, 2017

Model persamaan regresi yang terbaik dari 4 lokasi penelitian adalah model persamaan regresi pada Proyek Pembangunan Gedung Bank Indonesia Bangka Belitung. Hal tersebut terbukti dari nilai koefisien korelasinya (R) yang paling tinggi diantara 3 lokasi penelitian lainnya yaitu sebesar 0,866 nilai yang paling mendekati +1 yang berarti hubungan korelasi antara N dan q_c yang paling kuat. Serta nilai koefisien determinasi yang paling mendekati nilai 1 yaitu sebesar 0,75.

Sehingga didapat model persamaan regresi untuk korelasi hubungan N dengan q_c yaitu $q_c = -0,001 N^3 + 0,081 N^2 + 1,594 N + 26,651$.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan baik program maupun manual berupa data tanah yang diperoleh dari 4 lokasi penelitian yaitu sondir (CPT) dan SPT, bahwa terdapat perbandingan masing-masing model persamaan regresi terbaik yang diuji pada setiap lokasi penelitian dengan menggunakan program SPSS. Dari hasil perhitungan dan analisis dapat disimpulkan :

1. Model persamaan regresi terbaik korelasi antara nilai N dari hasil uji N-SPT dengan nilai q_c dari hasil uji sondir pada 4 lokasi penelitian adalah model persamaan regresi kubik pada Proyek Pembangunan Gedung Bank Indonesia Bangka Belitung yaitu $q_c = -0,001 N^3 + 0,081 N^2 + 1,594 N + 26,651$
2. Model persamaan regresi pada Proyek Pembangunan Gedung Bank Indonesia Bangka Belitung memiliki pengaruh yang signifikan. Hal tersebut terbukti dengan pengujian yang telah dilakukan pada uji t dengan hasil akhir $t_{hitung} > t_{tabel} = 2,155 > 1,975$ yang menunjukkan N berpengaruh secara signifikan terhadap q_c .

Saran

Saran yang dapat penulis berikan mengenai analisis korelasi antara nilai N terhadap q_c pada tugas akhir ini adalah untuk menganalisis penelitian dengan ruang lingkup wilayah yang lebih besar lagi hendaknya memiliki data tanah yang banyak agar analisis dan hasil yang didapatkan lebih akurat dan bisa digeneralisasikan pada banyak wilayah.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Fadly. 2011. *Korelasi Nilai Hambatan Korus (q_c) dan CBR Lapangan pada Tanah Lempung Desa Imbodu*. Jurnal Saintek Volume 6 Nomor 1 Tahun 2011 Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo.
- Anonim. 2008. *Cara Uji Penetrasi Lapangan dengan Alat Sondir SNI 2827:2008*. Indonesia : Badan Standardisasi Nasional.
- Anonim. 2008. *Cara Uji Penetrasi Lapangan dengan SPT SNI 4153:2008*. Indonesia : Badan Standardisasi Nasional.
- Bahtiar, Muhammad Agus. 2016. *Korelasi Nilai Kohesi (c) dan Sudut Geser Dalam (ϕ) dengan Nilai Tahanan Korus (q_c) Sondir Menggunakan Metode Statistika*. Fakultas Teknik. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Bowles, Joseph E. 1991. *Analisis dan Desain Pondasi*. Edisi keempat jilid 1. Jakarta: Erlangga.
- Bowles, Joseph E. 1984. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Jakarta: Erlangga.
- Budi, Gogot Setyo. 2011. *Pondasi Dangkal*. Yogyakarta: ANDI.
- D. Wesley, Laurence 2012. *Mekanika Tanah Untuk Tanah Endapan dan Residu* (Edisi terjemahan oleh Satyawana Pranyoto). Yogyakarta: ANDI.
- Das, M. Braja. 1988. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 1*. Surabaya: Erlangga.

- Gunawan, Sumiyati. 2014. *Korelasi Nilai CPT dan SPT pada Lokasi Ring Road Utara Yogyakarta*. Konferensi Nasional Teknik Sipil 8 (KoNTekS 8) ITB, 16-18 Oktober 2014.
- Hardiyatmo, hary christady. 2012. *Mekanika Tanah 1 Edisi Keenam*. Yogyakarta: UGM Press.
- Hardiyatmo, hary christady. 2011. *Analisis dan Perancangan Fondasi I*. Yogyakarta: UGM Press.
- Hadi, Sutrisno. 2004. *Statistik Jilid 1*. Yogyakarta : Andi Offset.
- Iswanta, Daniel Ricky Septia. 2015. *Analisis Daya Dukung Tiang dan Korelasi Antara SPT dan CPT di Jl. Yogyakarta-Solo, Kecamatan Depok dan Kalasan, Sleman, Yogyakarta*. Fakultas Teknik. Universitas Atma Jaya. Yogyakarta.
- Priyatno, Duwi. 2016. *Belajar Alat Analisis Data dan Cara Pengolahannya dengan SPSS*. Yogyakarta: Gava Media.
- Sihite, Abram Sanggam. 2015. *Analisis Daya Dukung Tanah dan Korelasi Pengujian SPT dengan CPT pada Kecamatan Gedongtengen Yogyakarta*. Fakultas Teknik. Universitas Atma Jaya. Yogyakarta.
- Silalahi, Sido. 2013. *Korelasi Nilai N-SPT dengan Parameter Kuat Geser Tanah untuk Wilayah Jakarta dan Sekitarnya*. Konferensi Nasional Teknik Sipil 7 (KoNTekS 7) UNS Surakarta, 24-26 Oktober 2013.
- Soedarmo, G. Djatmiko dan Purnomo, S. J. Edy. 1997. *Mekanika Tanah 2*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sugiyono, 2007. *Statistik Untuk Penelitian (Edisi Revisi)*. Bandung : Alfabeta
- Tanjung, Matheus Dani. 2015. *Korelasi Nilai Mackintosh Probe dengan N-SPT dan CPT pada Tanah Lempung*. Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil Volume 4 Nomor 2 Tahun 2015 Universitas Kristen Petra Surakarta, Surakarta.
- Yusti, Andi. 2014. *Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Diverifikasi Dengan Hasil Uji Pile Driving Analyzer Test Dan Capwap (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Kantor Bank Sumsel Babel di Pangkalpinang)*. Fakultas Teknik. Universitas Bangka Belitung. Bangka.

