

**LAPORAN
PENELITIAN DOSEN**



**KORELASI PARAMETER KUAT GESER TANAH TERHADAP N-SPT
PADA TANAH LEMPUNG OVER KONSOLIDASI DI JAKARTA DAN
SEKITARNYA.**

Tim Peneliti

Ketua : DR. Ir. Idrus M. Alatas M.Sc

NIDN : 0316016101

Anggota : Sugiarto

NIM : 09110009

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL
2017**

PENGESAHAN LAPORAN PENELITIAN

- 1 Judul Penelitian : KORELASI PARAMETER KUAT GESER TANAH TERHADAP N-SPT PADA TANAH LEMPUNG OVER KONSOLIDASI DI JAKARTA DAN SEKITARNYA
- 2 Ketua Peneliti :
a. Nama Lengkap : DR.Ir. Idrus M. Alatas M.Sc
b. Jenis Kelamin : Laki-laki
c. NIP : 11860032
d. Disiplin ilmu : Geoteknik (Teknik Sipil)
e. Pangkat/Golongan : Lektor /III d
f. Jabatan : Dosen
g. Fakultas/Prodi : Teknik Sipil dan Perencanaan / Teknik Sipil
h. Alamat : Jl. Moh. Kahfi II, Srengseng Sawah Jak-Sel.
i. Telpon/Faks/E-mail : 0218410387/hb_idrus@yahoo.com
- 3 Anggota Peneliti : Sugiarto
- 4 Lokasi Penelitian : Hambalang, Jawa Barat dan Semarang-Bawen , Jawa Tengah
- 5 Jumlah biaya : Rp.7.500.000,-

Jakarta, Juni 2017

**Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknik Sipil**



Ir. Marsiano, MT

Ketua Peneliti



Ir. Idrus M. Alatas M.Sc

**Menyetujui,
Ketua LP2M – ISTN**



DR. Ir. Syamsul Elyumin MSc

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji dan syukur kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala rahmat dan karunia-Nya dan Rasulnya Baginda Nabi Muhammad Sallallahu Alaihi Wasallam, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan laporan akhir ini dengan baik.. Meskipun demikian kendala dan kekurangan selalu ada baik dari segi penulisan, penyajian maupun pengolahan data yang ada.

Kritik dan saran yang sifatnya konstruktif atau membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan dari laporan ini dan juga dapat menambah pengetahuan dari penulis itu sendiri.

Akhir kata penulis ucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak, atas segala dukungannya. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat, terutama bagi kalangan praktisi geoteknik di Indonesia

Jakarta, September 2017

Penulis

DR. Ir. Idrus M. Alatas M.Sc

Sugiarto ST

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAK	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4 Metode Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Umum	7
2.2 Pemboran Inti	8
2.3 Standard Penetration Test (SPT)	8
2.4 Pengambilan Sample (UDS / DS / Visual Classification).....	23
2.5 Analisis Mekanika Tanah	23
2.5.1 Indeks Properties	24

2.5.1.1	Kadar Air	24
2.5.1.2	Berat Jenis Tanah.....	24
2.5.1.3	Analisis Butir	25
2.5.1.4	Hidrometer.....	26
2.5.1.5	Atterberg Limits.....	26
2.5.2	Engineering Properties	27
2.5.2.1	Triaxial Test	27
2.5.2.2	Konsolidasi Test	34
2.6	Sondir / Dutch Cone Penetration Test (DCPT)	36

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Metodologi Penelitian	42
3.2	Persiapan Penelitian	42
3.3	Tahapan Penelitian	44
3.4	Metode Pengumpulan Data	47
3.4.1.	Data Primer	47
3.4.2	Data Sekunder	48
3.5	Data Masukan (<i>Input</i>)	49
3.5.1	Data Profil dan Karakteristik Teknis Tanah	49
3.6	Hasil Keluaran (<i>Output</i>)	53

BAB IV ANALISIS PENELITIAN

4.1	Pendahuluan	54
4.2	Pembahasan Data Hasil Penyelidikan Tanah	54
4.3	Pembahasan Data Hasil Uji Bor Dalam N-SPT	55
4.4	Pembahasan Data Hasil Uji Sondir (DCPT).....	57

4.5	Pembahasan Data Hasil Laboratorium	58
4.5.1	Data Hasil Laboratorium Bor Dalam 1	58
4.5.2	Data Hasil Laboratorium Bor Dalam 2	63
4.6	Hasil Analisis Penelitian	69
4.6.1	Hubungan antara N-SPT dan Kohesi (c).....	70
4.6.2	Hubungan antara N-SPT dan Sudut Geser Dalam (ϕ).....	75
4.7	Hasil Analisis Data Sekunder.....	80
4.7.1	Hubungan antara N-SPT dan Kohesi (c).....	80
4.7.2	Hubungan antara N-SPT dan Sudut Gese Dalam (ϕ).....	85
4.8	Verifikasi Hasil Penelitian.....	90
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1.	Kesimpulan	94
5.2.	Saran	95
DAFTAR PUSTAKA		96

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Flowchart Metodologi Penelitian	3
Gambar 2.1	Grafik hubungan antara kohesi (c) dan nilai N-SPT untuk tanah kohesif	14
Gambar 2.2	Grafik korelasi antara nilai N-SPT dan <i>undrained</i> <i>shear strength</i> untuk tanah kohesif	15
Gambar 2.3	Grafik hubungan sudut geser (ϕ) dan nilai N-SPT untuk tanah pasir	18
Gambar 2.4	<i>Consolidated Drained Test</i>	29
Gambar 2.5	Keruntuhan Mohr-Colomb tanah terkonsolidasi normal kondisi drained	29
Gambar 2.6	<i>Consolidated Undrained Test</i>	30
Gambar 2.7	Lingkaran Mohr untuk tegangan total dan tegangan efektif tanah terkonsolidasi normal kondisi undrained	31
Gambar 2.8	Lingkaran Mohr untuk tegangan total dan tegangan efektif tanah <i>overconsolidated</i> kondisi <i>undrained</i>	32
Gambar 2.9	<i>Unconsolidated Undrained Test</i>	33
Gambar 2.10	Lingkaran Mohr untuk tanah NC pada tes triaxial UU	34
Gambar 2.11	Konus Bagian Alat Uji Sondir	37
Gambar 2.12	Metode Interpretasi Jenis Tanah dari Uji Sondir	39
Gambar 2.13	Perkiraan Jenis Tanah dari Dutch Cone Penetration Test	39
Gambar 2.14	Perkiraan Koreksi antara NSPT dengan Sudut Geser Tanah ..	40

Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian.....	46
Gambar 3.2	Data tanah berdasarkan hasil penyelidikan pada <i>bore hole</i> 1.	50
Gambar 3.3	Data tanah berdasarkan hasil penyelidikan pada <i>bore hole</i> 2.	51
Gambar 3.4	Data tanah berdasarkan hasil penyelidikan pada <i>sondir</i>	52
Gambar 4.1	Titik pengujian sondir dan bor dalam	54
Gambar 4.2	Grafik hasil sondir pada tanah yang diteliti.....	57
Gambar 4.3	Grafik penentuan kuat geser dari garis Coulomb sample UDS-1 BH-1.....	61
Gambar 4.4	Grafik penentuan kuat geser dari garis Coulomb sample UDS-2 BH-1.....	61
Gambar 4.5	Grafik penentuan kuat geser dari garis Coulomb sample UDS-3 BH-1.....	61
Gambar 4.6	Grafik penentuan kuat geser dari garis Coulomb sample UDS-4 BH-1.....	62
Gambar 4.7	Grafik penentuan kuat geser dari garis Coulomb sample UDS-5 BH-1.....	62
Gambar 4.8	Grafik penentuan kuat geser dari garis Coulomb sample UDS-6 BH-1.....	62
Gambar 4.9	Grafik penentuan kuat geser dari garis Coulomb sample UDS-1 BH-2.....	66
Gambar 4.10	Grafik penentuan kuat geser dari garis Coulomb sample UDS-2 BH-2.....	66
Gambar 4.11	Grafik penentuan kuat geser dari garis Coulomb sample UDS-3 BH-2.....	66

Gambar 4.12	Grafik penentuan kuat geser dari garis Coulomb sample UDS-4 BH-2.....	67
Gambar 4.13	Grafik penentuan kuat geser dari garis Coulomb sample UDS-5 BH-2.....	67
Gambar 4.14	Grafik penentuan kuat geser dari garis Coulomb sample UDS-6 BH-2.....	67
Gambar 4.15	Grafik SPT vs c tegangan cell 1 & 2.....	70
Gambar 4.16	Grafik SPT vs c tegangan cell 1 & 3	71
Gambar 4.17	Grafik SPT vs c tegangan cell alternatif.....	72
Gambar 4.18	Grafik SPT vs c tegg. cell (a) 1 & 2, (b) 1 & 3, (c) tegg. cell gabungan (a) (b) dan (d) tegg. cell alternatif.....	73
Gambar 4.19	Grafik perbandingan penelitian c pada tanah keras dengan c yang diteliti pada tanah lunak.....	74
Gambar 4.20	Grafik SPT vs ϕ tegangan cell 1 & 2.....	75
Gambar 4.21	Grafik SPT vs ϕ tegangan cell 1 & 3.....	76
Gambar 4.22	Grafik SPT vs ϕ tegangan cell alternatif.....	77
Gambar 4.23	Data Grafik SPT vs ϕ tegangan cell (a) 1 & 2, (b) 1 & 3, (c) gabungan (a) (b) dan (d) alternatif.....	78
Gambar 4.24	Grafik perbandingan penelitian N-SPT vs ϕ tanah pasir	79
Gambar 4.25	Grafik perbandingan penelitian N-SPT vs ϕ tanah lempung..	79
Gambar 4.26	Grafik SPT vs c Jakarta.....	80
Gambar 4.27	Grafik SPT vs c Depok.....	81

Gambar 4.28	Grafik SPT vs c Tangerang.....	82
Gambar 4.29	Grafik SPT vs c Bekasi.....	83
Gambar 4.30	Grafik SPT vs c data sekunder.....	84
Gambar 4.31	Grafik SPT vs ϕ Jakarta.....	85
Gambar 4.32	Grafik SPT vs ϕ Depok.....	86
Gambar 4.33	Grafik SPT vs ϕ Tangerang.....	87
Gambar 4.34	Grafik SPT vs ϕ Bekasi.....	88
Gambar 4.35	Grafik SPT vs ϕ data sekunder.....	89
Gambar 4.36	Grafik perbandingan penelitian N-SPT vs c pada tanah keras dengan N-SPT vs c yang diteliti pada tanah lempung.....	90
Gambar 4.37	Grafik perbandingan penelitian N-SPT vs ϕ pada tanah pasir.....	92
Gambar 4.38	Grafik perbandingan penelitian N-SPT vs ϕ tanah pada lempung.....	92

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Hubungan D_r , ϕ dan N dari Pasir	9
Tabel 2.2	Hubungan N dengan D_r , untuk Tanah Lempung	10
Tabel 2.3	Hal-hal yang Perlu Dipertimbangkan untuk Penentuan Harga N	11
Tabel 2.4	Hubungan antara Angka Penetrasi Standard dengan Sudut Geser Dalam dan Kepadatan Relatif pada Tanah Pasir	12
Tabel 2.5	Hubungan antara N dengan Berat Isi Tanah	13
Tabel 2.6	Korelasi empiris antara nilai N -SPT dengan <i>unconfined compressive strength</i> (q_u) dan berat jenis tanah jenuh (γ_{sat}) untuk tanah kohesif	15
Tabel 2.7	Korelasi berat jenis (γ) untuk tanah kohesif dan tanah non- kohesif	16
Tabel 2.8	Korelasi berat jenis tanah jenuh (γ_{sat}) untuk tanah non-kohesif ..	17
Tabel 2.9	Korelasi nilai N -SPT dengan <i>relative density</i> tanah non kohesif	18
Tabel 2.10	Korelasi nilai N -SPT dengan Kepadatan Tanah Lempung	19
Tabel 2.11	Hasil Pengukuran Energi Pada Berbagai Sistem SPT	20
Tabel 2.12	Korelasi Antar Kepadatan Relative (D_r) dan Sudut Geser Dalam (f) dengan Nilai SPT N'_{70} untuk Tanah Pasir	21
Tabel 2.13	Hubungan Antar SPT, CPT dan Sudut Geser Dalam Pasir	21
Tabel 2.14	Konsistensi Tanah Lempung Berdasarkan Nilai SPT	22

Tabel 2.15 Hubungan antara SPT dan Kekuatan Tekanan Tanah Lempung	22
Tabel 2.16 Dimensi / ukuran konus	37
Tabel 2.17 Korelasi nilai N-SPT dengan CPT	41
Tabel 3.1 Data kedalaman boring	49
Tabel 3.2 Data Kedalaman sondir	50
Tabel 4.1 Perbandingan bor log BH-1 dan BH-2 dengan jarak 70 cm	55
Tabel 4.2 Bor log 1 dan N-SPT	56
Tabel 4.3 Bor log 2 dan N-SPT	56
Tabel 4.4 Hasil tes laboratorium dan SPT	68
Tabel 4.5 Perbandingan nilai N-SPT vs c penelitian	74
Tabel 4.6 Perbandingan nilai N-SPT vs ϕ penelitian	78
Tabel 4.7 Perbandingan nilai N-SPT vs c data sekunder	83
Tabel 4.8 Perbandingan nilai N-SPT vs ϕ data sekunder	88
Tabel 4.9 Perbandingan nilai N-SPT vs c data primer dan sekunder	91
Tabel 4.10 Perbandingan nilai N-SPT vs ϕ data primer dan sekunder	93

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Laboratorium Bor Dalam 1	97
Lampiran 2 Hasil Laboratorium Bor Dalam 2	98
Lampiran 3 Hasil Korelasi N-SPT vs ϕ Data Primer	99
Lampiran 4 Data Lapangan dan Laboratorium Jakarta	100
Lampiran 5 Data Lapangan dan Laboratorium Depok	101
Lampiran 6 Data Lapangan dan Laboratorium Tangerang	102
Lampiran 7 Data Lapangan dan Laboratorium Bekasi.....	103

ABSTRAK

Pada perencanaan suatu struktur bawah dibutuhkan data parameter tanah yang didapat dari hasil penyelidikan tanah baik dilapangan maupun di laboratorium. Pada umumnya dari suatu laporan penyelidikan tanah, data N-SPT lebih lengkap disetiap kedalaman dibandingkan data laboratorium. Oleh sebab itu korelasi perlu dilakukan diantaranya untuk mendapatkan nilai parameter kuat geser tanah terhadap nilai N-SPT. Korelasi untuk N-SPT dengan kohesi (c) sudah banyak dilakukan akan tetapi korelasi N-SPT dengan sudut geser dalam (ϕ) khususnya pada tanah lempung tidak ada, karena pada tanah lempung dianggap nilai $\phi = 0$ tetapi pada tanah lempung over konsolidasi nilai $\phi \neq 0$.

Data dari penelitian ini didapat dengan cara menguji langsung dilapangan dengan membanding N-SPT dengan parameter kuat geser tanah pada lokasi dan kedalaman yang sama dengan jarak antara lubang bor yang dekat 70 cm. Tujuan dari penelitian ini untuk mengisi kekosongan korelasi N-SPT dengan sudut geser dalam (ϕ) dan kohesi (c) pada tanah lempung over konsolidasi.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat diketahui untuk korelasi N-SPT dengan kohesi (c) didapat persamaan $c = 0,13N + 0,54 \text{ ton/m}^2$ yang berlaku pada $SPT 8 < N < 25$. Untuk korelasi N-SPT dengan sudut geser dalam (ϕ) didapat persamaan $\phi = 13,36 \sqrt[4,16]{N}$ yang berlaku pada $SPT 8 < N < 25$. Ternyata untuk tanah lempung over konsolidasi nilai $\phi \neq 0$ untuk itu dalam sebuah perencanaan daya dukung pondasi perlu lebih diperhatikan nilai ϕ pada tanah lempung.

Kata kunci : Tanah, Korelasi, N-SPT, Kohesi, Sudut Geser Dalam.

ABSTRACT

In the planning of a sub-structure would need data of soil parameters obtained from results of soil investigation either field or in the laboratory. But in general, the time will do undisturbed sampling, the samples could not be obtained while making N-SPT can be obtained at each depth. Therefore, the correlation needs to be done to find the value of shear strength parameters that can not be derived from it. Correlation to N-SPT with the cohesion (c) has been done but the correlation N-SPT with friction angle in (ϕ) especially on clay soil does not exist because the clay is considered a value $\phi = 0$ but on clay over consolidation is not necessarily.

The purpose of this study was to fill the void N-SPT correlation with the shear angle (ϕ) on clay over consolidation. According to the research done can be seen for N-SPT correlation with the cohesion (c) obtained equation $c = 0,13N + 0.54$ tonnes / m^2 in effect on SPT $8 < N < 25$. For N-SPT correlation with the shear angle (ϕ) obtained equation $\phi = 13.36 \sqrt[4]{N}$ applied at SPT $8 < N < 25$. Turns on clay over the consolidated value of $\phi \neq 0$ for it in a planing carry capacity greater concern value foundation ϕ on clay.

Key word : Soil, Pile foundation, loading test, back analysis.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kuat geser tanah adalah gaya perlawanan internal tanah oleh butir-butir tanah per satuan luas terhadap desakan atau tarikan sepanjang bidang geser dalam tanah. Pada tanah tidak berkohesi, kekuatan gesernya hanya terletak pada gesekan antar butir tanah saja ($c = 0$) sedangkan pada tanah berkohesi dalam kondisi jenuh, maka $\phi = 0$ dan $S = c$. Formulasi kuat geser tanah seperti yang dikemukakan oleh Coulomb (1976) dalam Das (1993).

Pada perencanaan suatu *sub structure* tentunya membutuhkan data-data parameter tanah yang didapat dari hasil penyelidikan tanah baik dilapangan maupun di laboratorium. Namun pada umumnya saat akan melakukan pengujian laboratorium tidak semua sample diuji. Hal ini terjadi karena pengaruh biaya yang ditimbulkan menjadi besar. Sementara itu kebutuhan untuk perencanaan struktur seharusnya terdapat data tanah hasil uji lab disetiap centimeternya.

Pemakaian korelasi parameter-parameter tanah hasil uji laboratorium pada saat ini telah banyak dikembangkan. Salah satu korelasi yang umum dipakai adalah hubungan dengan nilai N-SPT. Uji penetrasi standar (SPT = *Standard Penetration Test*) adalah salah satu jenis uji tanah yang digunakan untuk mengetahui daya dukung tanah baik perlawanan

dinamik tanah maupun pengambilan contoh terganggu dengan teknik penumbukan.

Pada tanah lempung kekuatan geser tanah diistilahkan dengan kohesi (c) atau kekuatan tak tersekap (unconfined compressive strenght) yaitu q_u . Khusus untuk undrained shear strenght (S_u) diperoleh dari pengujian triaksial UU (unconsolidated undrained). Adapun harga S_u dari UCS yang menghasilkan harga q_u dihitung melalui persamaan $S_u = 0.5 q_u$ (Hara,dkk 1974).

Penelitian awal mengenai hubungan antara q_u vs N SPT dan N-SPT terhadap kuat geser S_u dilaksanakan oleh Terzaghi & Peck (1967). Selanjutnya pada tanah tidak berkohesi, kekuatan gesernya hanya terletak pada gesekan antar butir tanah saja ($c = 0$) sedangkan pada tanah berkohesi dalam kondisi jenuh, maka $\phi = 0$ dan $S = c$. Formulasi kuat geser tanah seperti ini dikemukakan oleh Coulomb (1776) dalam Das (1993).

1.2. Maksud dan Tujuan Penelitian

Adapun maksud penulisan tugas akhir ini adalah :

- a. Melakukan penelitian ini untuk menganalisa tentang korelasi parameter kuat geser tanah khususnya tanah lempung over konsolidasi terhadap nilai N-SPT.

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah :

- a. Mencari nilai korelasi N-SPT dengan sudut geser dalam (ϕ) pada tanah lempung over konsolidasi

1.3. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada masalah tanah lempung dengan mencari nilai korelasi antara N-SPT dengan nilai c (kohesi tanah) dan ϕ (sudut geser dalam) dari uji Triaxial UU (Undrained Unconsolidated) pada tanah over konsolidasi.

Penelitian langsung dilakukan dengan pengujian 2 titik bor dalam pada lokasi yang sama, dengan kedalaman yang sama sedalam 12,00 m dan pada jarak yang dekat antar lubang bor 70 cm dan sondir 90 cm. Dan pengumpulan data tanah dari beberapa lokasi sekitar Jakarta, Depok, Tangerang dan Bekasi

1.4. Metodologi Penelitian

Dalam penulisan tugas akhir ini, data diperoleh dengan cara :

1. Metode Pengambilan Data

A. Pengambilan Data Lapangan

1. Sondir : tujuannya untuk mendapatkan nilai-nilai daya dukung dari lapisan tanah sehubungan dengan kedalamannya mengenai nilai Daya dukung (q_c), lekatan (f), jumlah hambatan (tf) dan menduga jenis tanah berdasarkan diameter butir tanah (f/q_c)
2. Boring dan SPT : tujuannya untuk mengetahui tentang jenis tanah, susunan lapisan tanah dan kondisi air tanah pada suatu kedalaman tertentu. Untuk pengambilan contoh tanah asli (undisturb) dan tidak asli (disturbed) dari setiap lapisan tanah pada kedalaman tertentu guna pemeriksaan dilaboratorium.

B. Pengambilan Data Laboratorium

1. Index properties dan Specific Gravity : tujuannya untuk menentukan nilai-nilai yang meliputi, kadar air, berat isi tanah, angka pori, derajat kejenuhan, berat isi kering, berat jenis tanah, porositas dan berat isi butir.
2. Grain Size Distribution dan Hydrometer : tujuannya untuk menentukan pembagian butir tanah dengan cara pengendapan untuk butir-butir halus lolos ayakan no. 200.

3. Atterberg limits : tujuannya untuk mendapatkan nilai batas cair LL, batas plastis PL dan batas susut SL dari batasan ini dapat mengetahui jenis dan sifat-sifat fisis dari tanah yang dianalisa.
4. Triaxial Test UU : tujuannya untuk menentukan parameter kekuatan geser tanah yaitu nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ) pada kondisi pembebanan triaxial.
5. Konsolidasi : tujuannya untuk menentukan parameter-parameter konsolidasi satu dimensi dari suatu contoh tanah asli yaitu nilai-nilai : tekanan prakonsolidasi (P_c), Index Compresi (C_c) dan koefisien konsolidasi (C_v).

2. Metode Studi Kepustakaan

Melakukan studi literatur berdasarkan buku-buku yang berkaitan dengan masalah-masalah yang dibahas dalam tugas akhir ini

1.5. Batasan Penelitian

Agar dalam penelitian tidak membahas terlalu jauh dan melebar maka diperlukan batasan masalah pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Korelasi membandingkan dari data yang didapat dari N-SPT dengan *undisturbed sample*.
2. Masing – masing *properties* sampel tanah tak terganggu tidak dibandingkan antara bor dalam 1 maupun bor dalam 2.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Membahas latar belakang, identifikasi masalah, maksud dan tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tinjauan pustaka yang digunakan sebagai acuan serta kerangka pemikiran yang digunakan dalam penulisan skripsi ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan metode penelitian, jenis penelitian, Tipe Penelitian, Metode Pengumpulan Data, Metode Pengolahan dan Analisis Data.

BAB IV ANALISIS KORELASI NILAI PARAMETER KUAT GESER TANAH LEMPUNG

Pada Bab ini akan di bahas mengenai analisis penulis seperti yang menjadi pokok permasalahan pada bab 1.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Berisikan kesimpulan dari evaluasi yang dilakukan pada bab-bab sebelumnya dan juga saran-saran mengenai kekurangan yang ada.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Pada umumnya merencanakan suatu *sub structure* tentunya membutuhkan data-data tentang parameter tanah yang didapat dari hasil penyelidikan tanah baik di lapangan maupun di laboratorium. Namun ada kalanya data tidak cukup dan tidak memungkinkan dilakukan pengujian lagi, sehingga interpretasi dan korelasi parameter melalui grafik-grafik yang sudah ada akan sangat membantu. Oleh karena itu sampai saat ini, grafik-grafik maupun tabel korelasi parameter masih sangat diperlukan. Korelasi tanah juga digunakan oleh para praktisi dalam memberikan gambaran umum mengenai sifat-sifat tanah, berikut pertimbangan awal dalam melakukan rencana pendahuluan desain fondasi.

Pemakaian korelasi parameter-parametertanah hasil uji laboratorium pada saat ini telah dikembangkan dan dipublikasikan oleh para ahli tanah. Tetapi pembuatan grafik-grafik korelasi parameter tanah yang banyak dipakai selama ini dibuat sebagian besar berasal dari luar Indonesia untuk tanah di luar Indonesia. Salah satu korelasi yang umum dipakai adalah hubungan dengan nilai N-SPT.

2.2 Pemboran Inti

Defenisi dari Pemboran inti atau yang umumnya dikenal dengan Boring test adalah suatu cara membor tanah di lapangan dengan menggunakan Bor Mesin. Pemboran dimaksudkan untuk mengetahui jenis litologi tanah/batuan, tingkat serta sifat-sifat fisik mekanik masing-masing tanah/batuan bawah permukaan, baik vertikal maupun secara horizontal.

Pengujian pengeboran bertujuan untuk :

1. Mengetahui susunan lapisan tanah secara visual dan terperinci
2. Mengambil contoh tanah tidak terganggu (*Undisturbed sample*) dan contoh tanah terganggu (*disturbed sample*) sampai kedalaman yang diinginkan untuk tujuan deskripsi dan klasifikasi tanah (*visual soil classification*).
3. Melakukan pengujian SPT pada kedalaman tertentu.
4. Mencatat muka air tanah
5. Mengetahui kepadatan relatif dan besarnya hambatan lekat berdasarkan korelasi data dengan pekerjaan *Dutch Cone Penetration Test*.

2.3 Standard Penetration Test (SPT)

Standard Penetration Test (SPT) adalah sejenis percobaan dinamis dengan memasukkan suatu alat yang dinamakan *split spoon* ke dalam tanah. Dengan percobaan ini akan diperoleh kepadatan relatif (*relative density*), sudut geser tanah (ϕ) berdasarkan nilai jumlah pukulan (N). Hubungan

kepadatan relatif, sudut geser tanah dan nilai N dari pasir dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.1 Hubungan Dr, ϕ dan N dari Pasir (*Sosrodarsono S., 1988*)

Nilai N	Kepadatan Relatif (Dr)		Sudut geser dalam ϕ	
			Menurut Peck	Menurut Mayerhof
0 – 4	0,0 – 0,2	Sanngat Lepas	< 28,5	< 30
4 – 10	0,2 – 0,4	Lepas	28,5 – 30	30 – 35
10 – 30	0,4 – 0,6	Sedang	30 – 36	35 – 40
30 – 50	0,6 – 0,8	Padat	36 – 41	40 – 45
> 50	0,8 – 1,0	Sangat Padat	> 41	> 45

SPT yang dilakukan pada tanah tidak kohesif tapi berbutir halus atau lanau, yang permeabilitasnya rendah, mempengaruhi perlawanan penetrasi yakni memberikan harga SPT yang lebih rendah dibandingkan dengan tanah yang permeabilitasnya tinggi untuk kepadatan yang sama. (*Shamsher Prakash, 1989*).

Tabel 2.2 Hubungan N dengan Dr, untuk Tanah Lempung (*Shamsher Prakash, 1989*)

Relative density (Dr)	N
Very soft / Sangat Lunak	2
Soft / Lunak	2 – 4
Medium / Kenyal	4 – 8
Stiff / Sangat Kenyal	8 – 15
Hard / Keras	15 – 30
Padat	> 30

Hal ini mungkin terjadi bila jumlah tumbukan $N > 15$, maka sebagai koreksi Terzaghi dan Peck (1948) memberikan harga ekivalen N_0 yang merupakan hasil jumlah tumbukan N yang telah dikorelasi akibat pengaruh permeabilitas yang dinyatakan dengan:

$$N_0 = 15 + \frac{1}{2}(N - 15) \quad (2.1)$$

Gibs dan Holz (1957) juga memberikan harga ekivalen N_0 yang merupakan hasil jumlah tumbukan N yang telah terkoreksi akibat tekanan berlebih yang terjadi untuk jenis tanah dinyatakan dengan:

$$N_0 = N \frac{50}{1+2\sigma+10} \quad (2.2)$$

dimana σ adalah tegangan efektif berlebih, yang tidak lebih dari 2,82 kg/cm².

Dari pelaksanaan pengujian dengan metode SPT, maka angka N dari suatu lapisan dapat diketahui dan dari angka tersebut dapat ditentukan karakteristik suatu lapisan tanah seperti pada Tabel 2.3 berikut:

Tabel 2.3 Hal-hal yang Perlu Dipertimbangkan untuk Penentuan Harga N
(*Sosrodarsono S., 1988*)

Klasifikasi	Hal-hal yang perlu diperhatikan dan dipertimbangkan
Hal yang perlu dipertimbangkan secara menyeluruh dari hasil-hasil survei sebelumnya.	Unsur tanah, variasi daya dukung vertikal (kedalaman permukaan dan susunannya), adanya lapisan lunak (ketebalan lapisan yang mengalami konsolidasi atau penurunan), kondisi drainase dan lain-lain.
Tanah Pasir (tidak Kohosif).	Berat isi, sudut geser dalam ketahanan terhadap penurunan dan daya dukung tanah.
Tanah Lempung (kohesif).	Keteguhan, kohesi, daya dukung dan ketahanan terhadap hancur.

Harga N yang diperoleh dari SPT tersebut diperlukan untuk memperhitungkan daya dukung tanah. Daya dukung tanah tergantung pada kuat geser tanah.

Untuk mendapatkan harga sudut geser tanah dari tanah tidak kohesif (pasiran) biasanya dapat dipergunakan rumus Dunham (1962) sebagai berikut:

- Tanah berpasir berbentuk bulat dengan gradasi seragam, atau butiran pasir bersegi-segi dengan gradasi tidak seragam, mempunyai sudut sebesar:

$$\phi = \sqrt{12N + 15} \quad (2.3)$$

$$\phi = \sqrt{12N + 50} \quad (2.4)$$

- Butiran pasir bersegi dengan gradasi seragam, maka sudut gesernya adalah:

$$\phi = 0,3 N + 27 \quad (2.5)$$

Angka penetrasi sangat berguna sebagai pedoman dalam eksplorasi tanah dan untuk memperkirakan kondisi lapisan tanah.

Hubungan antara angka penetrasi standard dengan sudut geser tanah dan kepadatan relatif untuk tanah berpasir, secara perkiraan dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut:

Tabel 2.4: Hubungan antara Angka Penetrasi Standard dengan Sudut Geser Dalam dan Kepadatan Relatif pada Tanah Pasir (*Das, 1995*)

Angka penetrasi standar, N	Kepadatan relatif (%)	Sudut geser dalam (°)
0 – 5	0 – 5	26 – 30
5 – 10	5 – 30	28 – 35
10 – 30	30 – 60	35 – 42
30 – 50	60 – 65	38 – 46

Hubungan antara harga N dengan berat isi yang sebenarnya hampir tidak mempunyai arti karena hanya mempunyai partikel kasar (Tabel 2.5).

Harga berat isi yang dimaksud sangat tergantung pada kadar air.

Tabel 2.5 Hubungan antara N dengan Berat Isi Tanah (Sosrodarsono S., 1988)

Tanah Tidak Kohesif	Harga N	< 10	10 – 30	30 – 50	> 50
	Berat isi γ (kn/m ³)	12 – 16	14 – 18	16 – 20	18 – 23
Tanah Kohesif	Harga N	< 4	4 – 15	16 – 25	> 25
	Berat isi γ (kn/m ³)	14 – 18	16 – 18	16 – 18	> 20

Pada tanah tidak kohesif daya dukung sebanding dengan berat isi tanah, hal ini berarti bahwa tinggi muka air tanah banyak mempengaruhi daya dukung pasir. Tanah di bawah muka air mempunyai berat isi efektif yang kira-kira setengah berat isi tanah diatas muka air.

Tanah dapat dikatakan mempunyai daya dukung yang baik, dapat dinilai dari ketentuan berikut ini:

- Lapisan kohesif mempunyai nilai SPT, $N > 35$.
- Lapisan kohesif mempunyai harga kuat tekan (q_u) 3-4 kg/cm² atau harga SPT, $N > 15$.

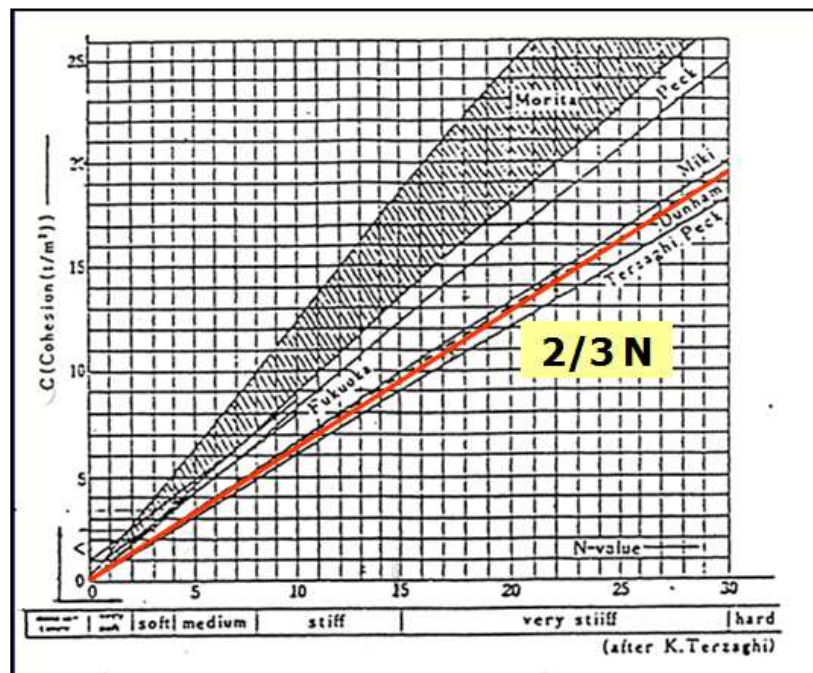
Hasil percobaan pada SPT ini hanya merupakan perkiraan kasar, jadi bukan merupakan nilai yang teliti.

Apabila jumlah pukulan untuk hasil percobaan pada SPT sebanyak 15, maka:

$$N = 15 + \frac{1}{2} (N' - 15) \quad (2.6)$$

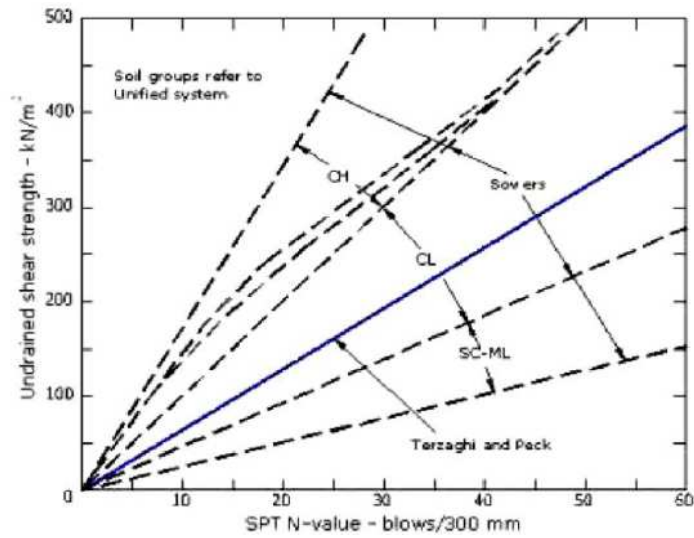
Dalam pelaksanaan umumnya hasil sondir lebih dapat dipercaya dari pada percobaan SPT. (Sosrodarsono S., 1988)

Selain pendapat diatas untuk menentukan korelasi nilai kohesi (C_u) pada tanah kohesif dari hasil N-SPT dapat menggunakan grafik dibawah ini :



Gambar 2.1 Grafik hubungan antara kohesi (c) dan nilai N-SPT untuk tanah kohesif (Irsyam, 2011)

Undrained shear strength (C_u) pada tanah kohesif dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah kandungan air, kerapatan, tekstur tanah, kandungan mineral lempung, struktur tanah, dan *stress history*.



Gambar 2.2 Grafik korelasi antara nilai N-SPT dan *undrained shear strength* untuk tanah kohesif (SI-3221 Rekayasa Pondasi, Mahsyur Irsyam, 2011)

Tabel 2.6 Korelasi empiris antara nilai N-SPT dengan *unconfined compressive strength* (q_u) dan berat jenis tanah jenuh (γ_{sat}) untuk tanah kohesif. (*Soil Mechanics, Lambe & Whitman, from Terzaghi and Peck 1948, International Edition, 1969*)

N-SPT	Konsistensi	Unconfined Compressive Strength (Cu) (ton/ft ²)	γ_{sat} (kN/m ³)
< 2	Very Soft	< 0.25	16 – 19
2 – 4	Soft	0.25 - 0.50	16 – 19
4 – 8	Medium	0.50 - 1.00	17 – 20
8 – 15	Stiff	1.00 - 2.00	19 - 22
15 – 30	Very Stiff	2.00 - 4.00	19 - 22
> 30	Hard	> 4.00	19 - 22

Tabel 2.7 Korelasi berat jenis (γ) untuk tanah kohesif dan tanah non- kohesif (*Soil Mechanics, William T., Whitman, Robert V., 1962*)

Cohesive Soil					
N	< 4	4 - 6	6 - 15	16 - 25	> 25
Unit Weight (γ), kN/m ³	14 – 18	16 - 18	16 - 18	16 - 20	> 20
qu, kPa	< 25	16 - 18	16 - 18	16 - 20	> 100
Consistency	Very Soft	Soft	Medium	Stiff	Hard

Cohesionless Soil				
N	0 – 10	11 – 30	31 - 50	> 50
Unit Weight (γ), kN/m ³	12 – 16	14 – 18	16 - 20	18 - 23
Angle of Friction, ϕ	< 25	28 – 36	30 - 40	> 35
State	Loose	Medium	Dense	Very Dense

Korelasi untuk menentukan berat jenis tanah dan berat jenis tanah jenuh (γ_{sat}) pada tanah non - kohesif ditentukan dari Tabel 2.7 dan Tabel 2.8

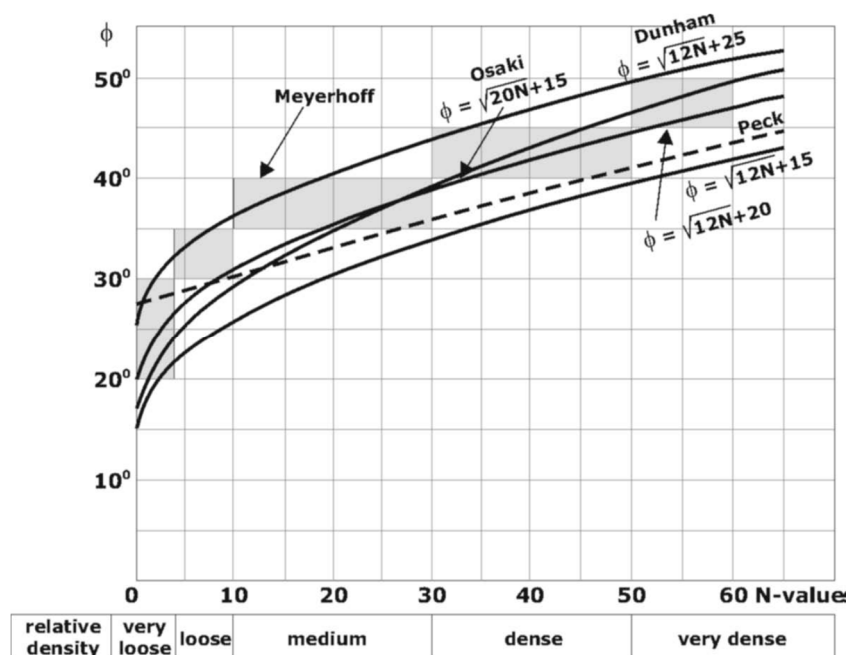
Tabel 2.8 Korelasi berat jenis tanah jenuh (γ_{sat}) untuk tanah non – kohesif (*Soil Mechanics, William T., Whitman, Robert V., 1962*)

Description	Very Loose	Loose	Medium	Dense	Very Dense
N-SPT					
Fine	1 – 2	3 – 6	7 – 15	16 – 30	
Medium	2 – 3	4 – 7	8 – 20	21 – 40	> 40
Coarse	3 – 6	5 – 9	10 – 25	26 – 45	> 45
Ø					
Fine	26 – 28	28 – 30	30 – 34	33 – 38	
Medium	27 – 28	30 – 32	32 – 36	36 – 42	< 50
Coarse	28 – 28	30 – 34	33 – 34	40 – 50	
$\gamma_{sat}(kN/m^3)$	11 – 16	14 – 18	17 – 20	17 - 22	20 - 23

Korelasi nilai N-SPT dengan sudut geser pada tanah pasir dapat ditentukan dengan menggunakan Grafik 2.2. Untuk mengetahui nilai konsistensi tanah pasir diketahui dengan mengacu Tabel 2.9.

Tabel 2.9 Korelasi nilai N-SPT dengan *relative density* tanah non kohesif (*Soil Mechanics, Lambe & Whitman, from Terzaghi and Peck 1948, International Edition, 1969*)

Penetration Resistance N (blows/ft ²)	Relative Density
0 – 4	Very Loose
4 – 10	Loose
10 – 30	Medium
30 – 50	Dense
> 50	Very Dense



Gambar 2.3 Grafik hubungan sudut geser (ϕ) dan nilai N-SPT untuk tanah pasir (SI-3221 Rekayasa Pondasi, *Mahsyur Irsyam*)

Tabel 2.10 Korelasi nilai N-SPT dengan Kepadatan Tanah Lempung
(Terzaghi and Peck 1948)

Kepadatan (Consistency)	N Er = 45%	N ₆₀	Pengujian dengan Tangan	Berat Jenis γ_{sat} (t/m ³)	Kuat Geser Undrained Su (Kg/cm ²)
Sangat Lunak (very soft)	< 2	< 2	Keluar dari jari-jari tangan bila ditekan dalam genggaman	1,44 – 1,60	0,00 – 0,25
Lunak (soft)	2 – 4	2 – 3	Dapat dibentuk hanya dengan tekanan yang lemah	1,60 – 1,76	0,12 – 0,25
Teguh (firm)	4 – 8	3 – 6	Dapat dibentuk dengan tekanan yang kuat	1,76 – 1,92	0,25 – 0,50
Kokoh (stiff)	8 – 15	6 – 11	Bertanda bila ditekan ibu jari	1,92 – 2,08	0,50 – 1,00
Sangat Kokoh (very stiff)	15 – 30	11 – 23	Dapat digurat dengan kuku ibu jari	2,08 – 2,24	1,00 – 2,00
Keras (hard)	> 30	> 23	Sukar digurat dengan kuku ibu jari	> 2,00	> 2,00

Tabel 2.11 Hasil Pengukuran Energi Pada Berbagai Sistem SPT
(SKEMTON, 1986; Carter & Bently, 1991)

Negara	Sistem Penjatuhan Palu			Jenis Palu			Er (%)
	Sistem	Ukuran Pemutar	U (%)	Palu	Berat (kg) Bantalan	n (%)	
Jepang	Otomatis (tombi)	-	100	Donut	2,0	0,78	78
Jepang	T-K-P (2 putaran)	Kecil 130 mm	83	Donut	2,0	0,78	65
Inggris	Otomatis (pilcon)	-	100	Donut (pilcon)	19,0	0,60	60
Inggris	T-K-P (1 putaran)	Kecil 100 mm	85	Selubung (old standard)	3,0	0,71	60
RRC	Otomatis (pilcon)			Donut (pilcon)			60
RRC	Tambang & Katrol (Manual)			Donut			55
Amerika	T-K-P (2 putaran)	Besar 200 mm	70	Pengaman (Safety)	2,5	0,79	55
Inggris	T-K-P (2 putaran)	Besar 100 mm		Selubung (old standard)	3,0		50
Amerika	T-K-P (2 putaran)	Besar 200 mm	70	Donut	12,0	0,64	45

Catatan : T-K-P = Tambang-Katrol-Pemutar, Ukuran tambang yang digunakan di Jepang berukuran 12 – 17 mm dan Amerika berukuran 19 – 25 mm.

Tabel 2.12 Korelasi Antar Kepadatan Relative (D_r) dan Sudut Geser Dalam (ϕ) dengan Nilai SPT N'70 untuk Tanah Pasir (Bowles, 1988)

Deskripsi	Sangat Lepas (Very Loose)	Lepas (Loose)	Medium	Padat (Dense)	Sangat Padat (Very Dense)
Kepadatan relative, D_r (%)	0 – 15	15 – 35	35 – 65	65 – 85	> 85
SPT N'70 Halus	1 – 2	3 – 6	7 – 15	16 – 30	
: Medium	2 – 3	4 – 7	8 – 20	21 – 40	> 40
: Kasar	3 – 6	5 – 9	10 – 25	26 – 45	> 45
ϕ : Halus	26 – 28	28 – 30	30 – 34	33 – 38	
: Medium	27 – 28	30 – 32	32 – 36	36 – 42	> 50
: Kasar	28 – 30	30 – 34	33 – 40	40 – 50	
γ_w (kN/m ³)	11 – 16	14 – 18	17 – 20	17 – 22	20 – 23

Tabel 2.13 Hubungan Antar SPT, CPT dan Sudut Geser Dalam Pasir (ϕ) (Schmertmann, 1978)

Tipe Pasir	Kepadatan Relatif D_r (%)	SPT, N60 (Terzaghi & Peck 1967)	CPT, q_c (kN/m ²) (Meyerhof 1974)	Sudut Geser Dalam	
				Meyerhof 1974	Peck, Hanson & Tomburn 1974
Sangat Lepas	< 20	< 4	-	< 30	< 29
Lepas	20 – 40	4 – 10	0 – 5000	30 – 35	29 – 30
Medium	40 – 60	10 – 30	5000 – 15000	35 – 48	30 – 36
Padat	60 – 80	30 – 50	15000 – 25000	38 – 41	36 – 41
Sangat Padat	> 80	50	25000 - 40000	41 – 44	> 41

Tabel 2.14 Konsistensi Tanah Lempung Berdasarkan Nilai SPT (*Bowles, 1988*)

Kondisi	Konsistensi	N'70	Bila Tanah Dipencet Menggunakan Telunjuk dan Ibu Jari
Normally	Sangat Lunak	0 – 2	Merembes keluar
Consolidated	Lunak	3 – 5	Mudah berubah bentuk
Berusia muda	Menengah	6 – 9	
Over Consolidated	Kaku	10 – 16	Sukar untuk berubah bentuk
Berusia tua,	Sangat kaku	17 – 30	Sangat Sukar berubah bentuk
Cemented	Keras	> 30	Hampir tidak bisa berubah bentuk

Tabel 2.15 Hubungan antara SPT dan Kekuatan Tekanan Tanah Lempung (*Bowles, 1988*)

N SPT	Konsistensi	Kekuatan Tanah Unconfined q_u (kN/m ²)	Identifikasi Visual
0 – 2	Sangat Lunak (very soft)	0 – 25	Dapat ditekan dengan ibu jari lebih dari 2,5 cm
2 – 5	Lunak (Soft)	25 – 50	Dapat ditekan dengan ibu jari sedalam 2,5 cm
5 – 10	Agak Kaku (medium stiff)	50 – 100	Perlu tenaga untuk menekan dengan ibu jari
10 – 20	Kaku (Stiff)	100 – 200	Dapat ditekan dengan ibu jari sedalam 8 mm
20 – 30	Sangat Kaku	200 – 400	Dapat ditekan dengan kuku ibu jari
> 30	Keras (Hard)	> 400	Perlu tenaga untuk menekan dengan kuku ibu jari

2.4 Pengambilan Sample (UDS / DS / Visual Classification)

Pekerjaan pengambilan contoh tanah tidak terganggu (*Undisturbed sample*) dan contoh tanah terganggu (*Disturbed sample*) dilakukan dengan menggunakan Shelby tube berdiameter 76 mm panjang 65 cm. Tabung berikut contoh tanah yang terambil selanjutnya ditutup/dilapisi dengan paraffin dengan maksud agar tidak terjadi perubahan kadar air aslinya. Pengujian yang dilakukan (Pengambilan *UDS* atau *Undisturbed Sample*) dilakukan pada setiap pergantian tanah (*Litologi*) dan dari berbagai ke dalaman Interval yang diinginkan, biasanya dilakukan di samping atau berdekatan dengan *Dutch Cone Penetration Test* (DCPT) agar didapat korelasi antara kekuatan tanah (qc) dan Daya lekat Friksi (*JHP*) yang diperoleh dari pengujian DCPT dengan jenis tanah.

2.5 Analisis Mekanika Tanah

Analisis mekanika tanah di laboratorium dilakukan terhadap contoh tanah tak terganggu (*Undisturbed Sample*) maupun sample tanah terganggu (*Disturbed Sample*) yang diperoleh dari pengambilan sample di lapangan dilakukan pengujian di laboratorium yang bertujuan untuk mendapatkan parameter-parameter fisik yang berupa tes Kadar Air (*Moisture Content*), Berat Jenis, Atterberg Limit, Analisa Butiran (*Grain Size Analysis*), Berat Volume dan Porositas, dan Derajat Kejenuhan.

2.5.1 Indeks Properties

2.5.1.1 Kadar Air

Test ini dilakukan untuk mengetahui kadar air dari contoh tanah. Perbandingan ini dinyatakan dalam persentase dari berat air pada suatu masa tanah terhadap berat dari suatu partikel tanah.

Adapun Peralatan yang digunakan:

- oven, yang dilengkapi dengan Pengatur Suhu (110 - 115°C)
- cawan kedap udara dan tak berkarat
- neraca dengan Ketelitian 0.01 gram
- desikator

Prosedur Pengujian ASTM D 2216-71, ASSTHO T 265-79, Bina Marga PB – 0117 – 76.

2.5.1.2 Berat Jenis Tanah (Specific Gravity)

Test ini dilakukan untuk mengetahui dan menentukan berat jenis tanah yang lolos saringan No. 4 (4,75 mm) dengan menggunakan labu ukur. Test ini diperoleh dengan membandingkan berat satuan bahan didalam udara terhadap berat satuan air suling pada suhu 4°C. Adapun Peralatan yang digunakan:

- piknometer dengan Capacity minimum 100 ml
- desikator
- oven, yang dilengkapi dengan Pengatur Suhu (110 - 115°C)
- neraca dengan Ketelitian 0.01 gram
- thermometer ukuran 0°C - 50°C dengan ketelitian 1°C

- saringan no.4, no.10 dan no.40, serta penedahnya
- pompa Hampa Udara (Vakum 1 – 1,5 PM) atau tungku listrik
- botol yang berisi air Suling dan Bak Perendam

Prosedur Pengujian ASTM D 854-72, ASSTHO T 100-82, Bina Marga PB – 0108 – 76.

2.5.1.3 Analisis Butir (Grain Size Analysis)

Test ini dilakukan untuk mengetahui gradasi dari material dan dilaksanakan baik dengan menggunakan analisa saringan maupun analisa hidrometer. Test ini meliputi penentuan kuantitatif dari distribusi ukuran 75 mm (*tertahan pada saringan # 200*) yang didapatkan dari penyaringan. Adapun peralatan yang digunakan:

- timbangan dan neraca dengan ketelitian 0.2 gram dari berat benda uji.
- satu set saringan 76.2 mm (3”), 63.5 mm (2.5”), 50.8 mm (2”), 37,5 mm (1,5”),
- 25 mm (1”), 19.1 mm (3/4”), 12.5 mm (1/2”), 9.5 mm (3/8), no.4, no.8, no.16, no.50, no.100, no. 200 (Standard ASTM).
- oven, yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanasi (110°C - 115°C).
- mesin pengguncang saringan.
- kuas, sikat kuningan, sendok dan alat pendukung lainnya.

Prosedur Pengujian ASTM D 421-72,D 422–72, ASSTHO T 87–72, Bina Marga PB–0105–76.

2.5.1.4 Hidrometer

Pengujian Dengan metode hydrometer Analysis dimaksudkan untuk menentukan ukuran dan susunan butir (gradasi) tanah yang lolos saringan No. 200. Adapun cara proses pengujian:

- Beaker glass dan aquades
- Mixer dan wadahnya
- hydrometer tipe ASTM – 152 H
- oven dan termometer
- gelas ukur dan stopwatch
- neraca ketelitian 0,01 gr

Prosedur Pengujian ASTM D 422-63 (98), ASSTHO T 146, SNI 3423:2008

2.5.1.5 Atterberg Limits

Dari test atterberg limit akan diperoleh nilai *Liquid Limit* (LL), *Plastic Limit* (PL) dan *Plastic Index* (PI). *Liquid Limit* adalah kadar air yang dibutuhkan oleh tanah kering yang ditunjukkan dalam persen sampai mencapai kondisi plastis. *Plastic Limit* dari suatu tanah adalah suatu kadar air yang dinyatakan dalam persen dari suatu masa tanah pada kondisi kering pada batas antara kondisi plastis dan setengah cair. Kadar air pada batas ini secara jelas didefinisikan sebagai harga kadar air terendah dimana contoh tanah dapat digulung sampai diameter mencapai 1/8 inch (3.2 mm) tanpa mengalami retak. Tes atterberg limits dimaksudkan untuk

menentukan sifat-sifat atau karakteristik serta klasifikasi dari tanah berbutir halus. Adapun peralatan yang digunakan :

- alat batas cair standard.
- alat pembuat alur (Grooving Tool).
- sendok dempul.
- neraca dengan ketelitian 0.01 gram
- plat kaca 45 x 45 x 0.9 mm
- cawan kadar air
- spatula dengan panjang 12.5 cm.
- botol tempat air suling.
- air suling.
- oven, yang dilengkapi dengan pengukur suhu (110 – 115°C).

Prosedur Pengujian ASTM D 423-66, D 424 – 74, D 427 – 74, ASSHTO 89 - 81, Bina Marga PB – 0109 – 76.

2.5.2 Engineering Properties

2.5.2.1. Triaxial Test

Tes triaxial digunakan untuk mengetahui karakteristik kuat geser tanah pada tanah lempung jenuh. Pada tes triaxial terdapat tiga jenis tes untuk memodelkan kondisi di lapangan, yaitu:

1. *Consolidated Drained Test (CD)*
2. *Consolidated Undrained Test (CU)*
3. *Unconsolidated Undrained Test (UU)*

Adapun peralatan yang digunakan :

- alat triaxial
- membran karet dan stretcher
- stopwatch
- silinder pengambil contoh tanah dan piston plunger
- timbangan ketelitian 0,1 gr
- cawan
- desikator
- pisau
- batu pori dan kertas saring

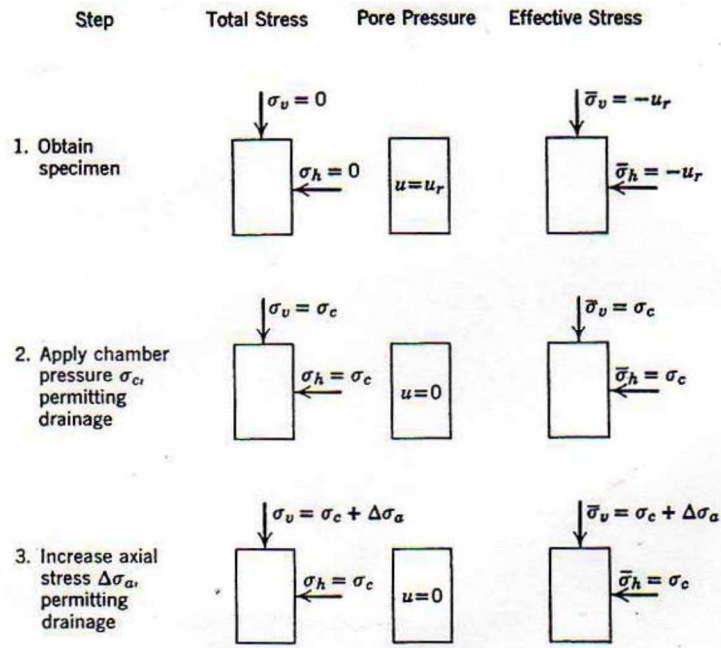
Prosedur Pengujian ASTM D-2850-95

1. *Consolidated Drained Test (CD)*

CD tes disebut juga S-tes (*slow*) karena penambahan tegangan aksial harus lambat agar air pori dapat benar-benar teralirkan. Sampel jenuh air diberi *confining pressure* σ_3 yang melebihi tegangan *overburden* σ_c . Tegangan aksial diberikan kepada sampel tanah secara perlahan. Pada CD tes, *void ratio* pada tanah akan berkurang akibat pengaliran selama tes berlangsung, tegangan air pori tidak dihitung karena nilainya mendekati nol. Tegangan total pada *drained* tes selalu sama dengan tegangan efektif, maka:

$$\sigma_3c = \sigma'_3c = \sigma_3f = \sigma'_3f \text{ dan } \sigma'_1f = \sigma'_3c + \Delta\sigma_f$$

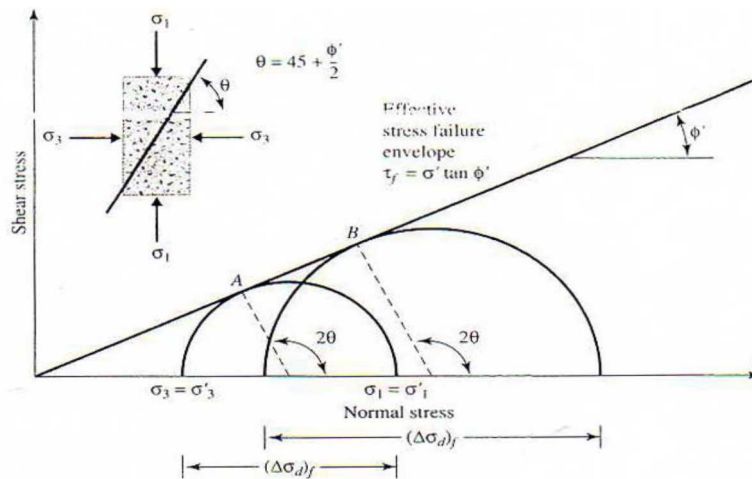
$$s = \sigma' \tan \phi' \text{ atau } qf = p' \tan \alpha'$$



Gambar 2.4 Consolidated Drained Test (CD test).

(Soil Mechanics, Lambe & Whitman, International Edition, 1969)

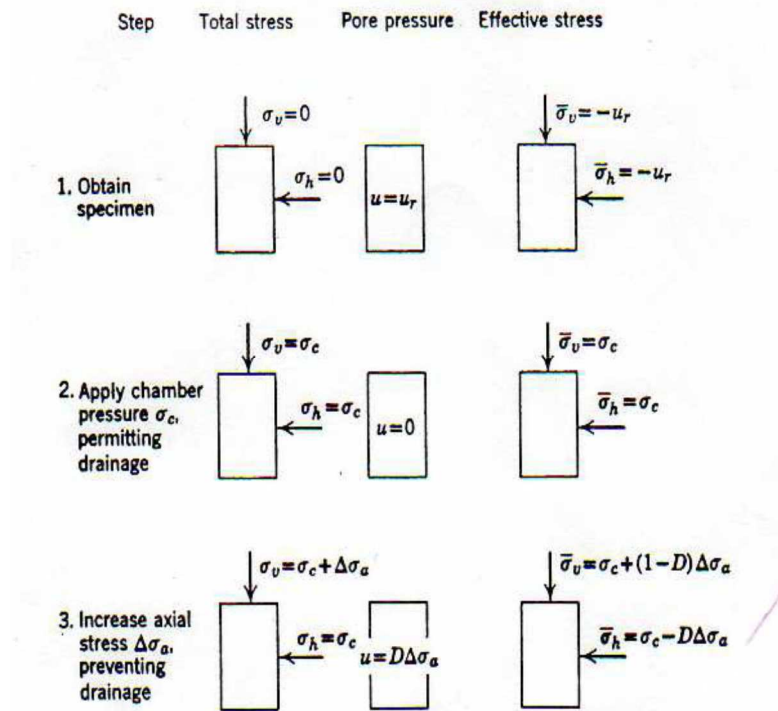
Untuk tanah *normally consolidated*, garis keruntuhan ditarik dari titik origin, oleh karena itu $c' = 0$.



Gambar 2.5 Keruntuhan Mohr-Colomb tanah terkonsolidasi normal kondisi drained (CD). (An Introduction to Geotechnical Engineering, Holtz and Kovacs, 1981)

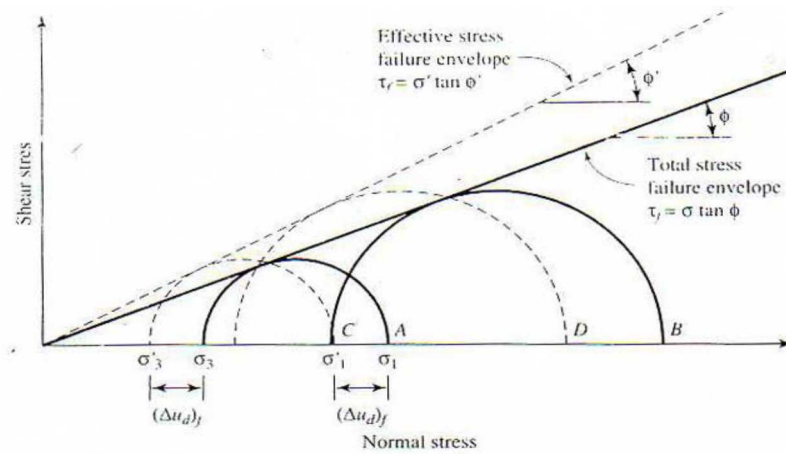
2. Consolidated Undrained Test

Peningkatan tegangan air pori selama tes diukur. Tegangan air pori yang terukur bisa positif ataupun negatif. Tegangan air pori positif terjadi pada tanah NC, sedangkan negatif terjadi pada tanah OC. Tegangan total maupun tegangan efektif dapat diukur pada CU tes. Untuk tanah NC, $\sigma' = \sigma - \Delta u$ dan $\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma'_1 - \sigma'_3$. Oleh karena itu, lingkaran mohr yang menggambarkan tegangan total maupun tegangan efektif memiliki diameter yang sama.



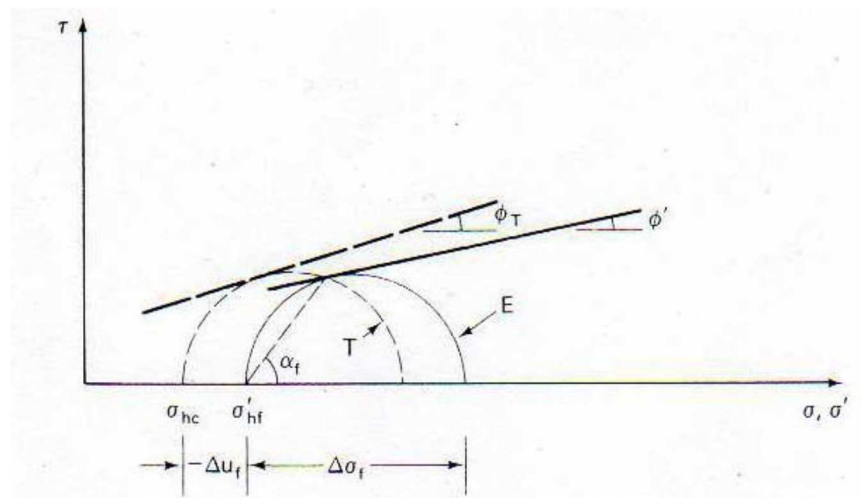
Gambar 2.6 Consolidated Undrained Test (CU test).

(Soil Mechanics, Lambe & Whitman, International Edition, 1969)



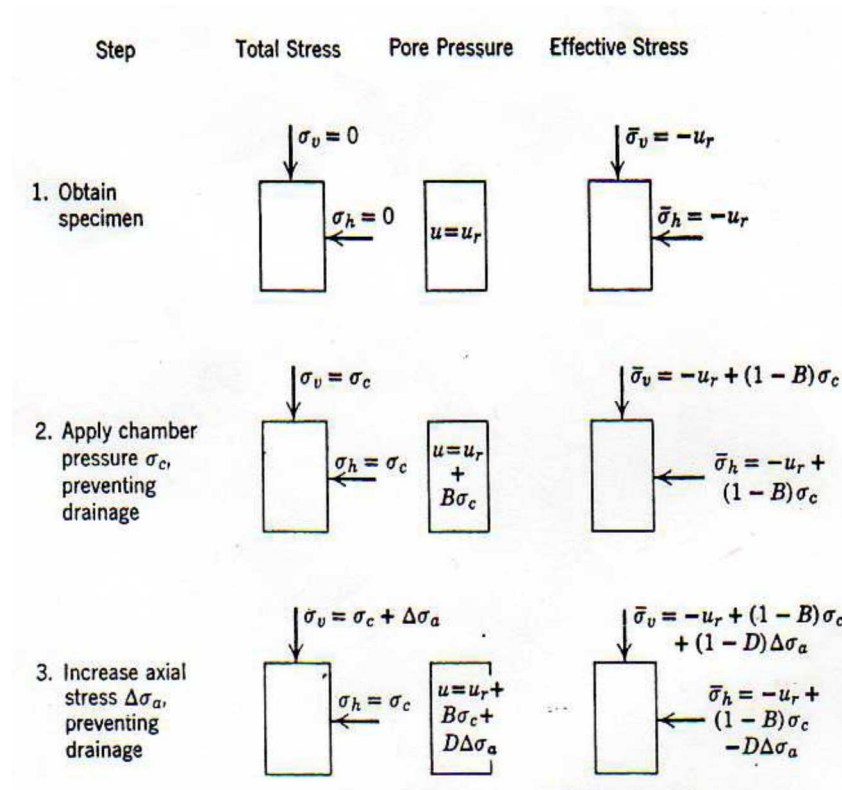
Gambar 2.7 Lingkaran Mohr untuk tegangan total dan tegangan efektif tanah terkonsolidasi normal kondisi undrained (CU). (*An Introduction to Geotechnical Engineering, Holtz and Kovacs, 1981*)

Pada tanah *overconsolidated*, tanah cenderung mengembang selama diberi tegangan dan terjadi penurunan tegangan air pori. Karena $\sigma'_{3f} = \sigma_{3f} - (-\Delta u)$ dan $\sigma'_{1f} = \sigma_{1f} - (-\Delta u)$, tegangan efektif akan lebih besar daripada tegangan total, lingkaran Mohrnya berada di sebelah kanan lingkaran Mohr tegangan total seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.5.



Gambar 2.8 Lingkaran Mohr untuk tegangan total dan tegangan efektif tanah *overconsolidated* kondisi *undrained (CU)*. (*An Introduction to Geotechnical Engineering, Holtz and Kovacs, 1981*)

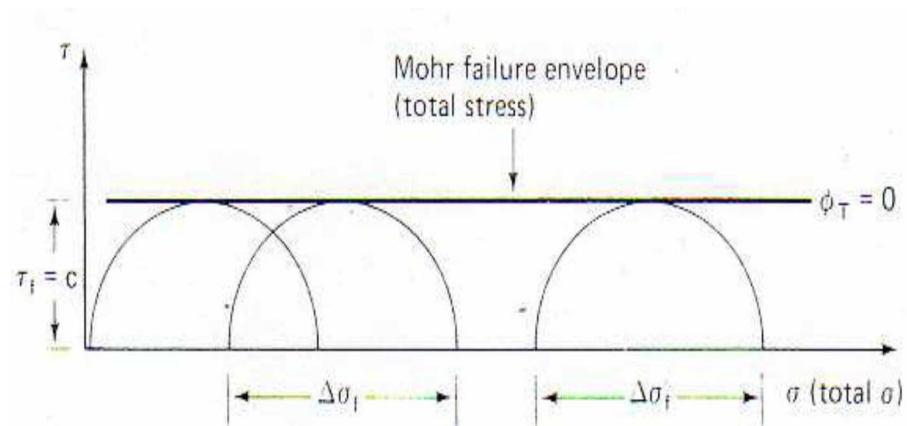
3. Unconsolidated Undrained Test



Gambar 2.9 *Unconsolidated Undrained Test (UU test).*

(*Soil Mechanics, Lambe & Whitman, International Edition, 1969*)

Pada tes triaxial UU tidak terjadi pengaliran maka tidak ada pengukuran tegangan air pori dan yang terukur hanya tegangan total. Cassagrande menamakan tes ini dengan sebutan Q-tes (*quick*) karena keruntuhan yang terjadi lebih cepat dibandingkan S-tes. Lingkaran Mohr saat runtuh yang menggambarkan tegangan total diperlihatkan pada Gambar 2.7. Garis keruntuhan menunjukkan *undrained shear strength*, $\tau_f = c$.



Gambar 2.10 *Lingkaran Mohr untuk tanah NC pada tes triaxial UU (An Introduction to Geotechnical Engineering, Holtz and Kovacs, 1981)*

2.5.2.2 Konsolidasi Test

Pengujian *Consolidasi Test* dilakukan dengan maksud memberikan beban secara bertahap kepada tanah dan mengukur perubahan volume contoh tanah terhadap waktu. Tujuan tes konsolidasi adalah untuk menentukan sifat kemampatan tanah dan karakteristik konsolidasinya yang merupakan fungsi dari permeabilitas tanah. Dari percobaan ini diperoleh; Koefisien Consolidation dalam satuan cm^2/sec , simbol CV ; Koefisien Permeabilitas dalam satuan cm/sec , simbol K ; Compression Index, simbol Cc. Adapun Peralatan yang digunakan :

- alat konsolidasi dan alat pembebanan
- arloji ukur
- alat untuk meletakkan contoh tanah ke ring konsolidasi
- neraca dengan ketelitian 0,01 dan 0,1 gram

- oven
- stop watch dan penggaris
- desikator
- ring untuk pengambilan contoh tanah

Prosedur Pengujian ASTM D 2435-70, ASSTHO T 216 - 81,

Bina Marga PB – 0115 – 76.

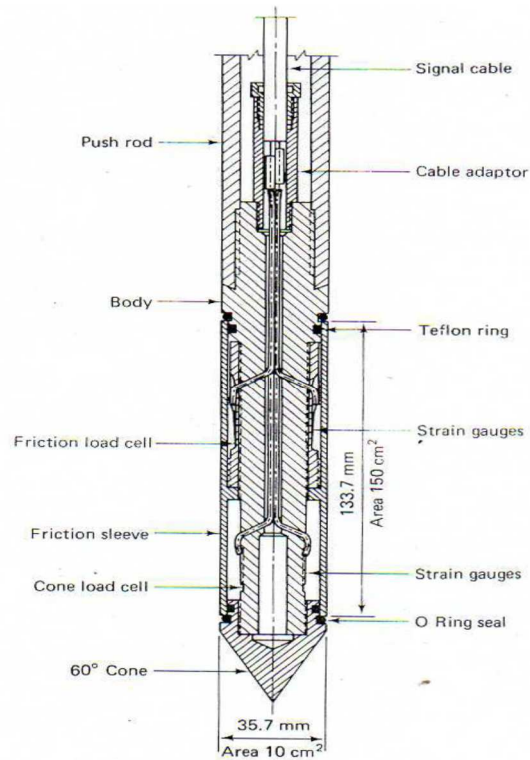
2.6 Sondir / Dutch Cone Penetration Test (DCPT)

Riwayat penetrometer konus di lapangan dimulai dari suatu desain oleh *The Netherlands Department of Public Works* pada tahun 1930. Penetrometer buatan Belanda adalah alat yang dioperasikan secara mekanik menggunakan manometer untuk pembacaan beban dan pasangan batang dalam dan luar yang didorong dalam interval 20 cm.

Pengujian ini berguna untuk memperoleh nilai variasi kepadatan tanah pasir yang tidak padat. Pada tanah pasir yang padat dan tanah berkerikil dan berbatu, penggunaan alat sondir menjadi tidak efektif, karena mengalami kesulitan dalam menembus tanah. Cone Penetration Test adalah salah satu survey lapangan yang berguna untuk memperkirakan letak tanah keras. Dari tes ini didapatkan nilai perlawanan penetrasi konus. Tes sondir menggunakan penetrometer statis dengan ujung konus bersudut 60° dan luas ujungnya 1.000 mm² (diamter 35,7mm). Tes dilakukan umumnya pada tanah kohesif.

Hasil pengukuran tes sondir berupa nilai tahanan friksi (f_c) dan tahanan ujung konus (q_c). Tes ini bertujuan menentukan parameter dan klasifikasi tanah melalui nilai pengukuran tersebut. Robertson dan Campanella (1983) mengembangkan grafik hubungan antara *friction ratio* dengan tahanan ujung untuk menentukan klasifikasi tanah. Friction ratio dinyatakan sebagai perbandingan tahanan friksi (f_c) dengan tahanan ujung konus (q_c).

$$Fr = \frac{\text{friction resistance}}{\text{cone resistance}} = \frac{f_c}{q_c}$$



Gambar 2.11 Konus Bagian Alat Uji Sondir (*Holtz and Konvacs, 1981*)

Tabel 2.16 Dimensi / Ukurran Konus

Type Alat	Hg (cm)	Dg (cm)	Dc (cm)
A (Kapasitas 2,5 ton)	11	3,62	3,58
B (Kapasitas 2,5 ton)	11	3,62	3,58
C (Kapasitas 2,5 ton)	9	3,51	3,63
D (Kapasitas 5 ton)	10	3,61	3,56

Untuk mengolah data sondir digunakan rumus sebagai berikut :

- a. Luas potogan melintang bikonus (A_c)

$$A_c = \frac{1}{4} \pi D_c^2$$

b. Gaya Geser yang bekerja (P)

$$P = Ac(JH - qc)$$

c. Luas Selimut Geser (Ag)

$$Ag = \pi \cdot Dg \cdot Hg$$

d. Hambatan Pelekat (HP)

$$HP = 20 \frac{P}{Ag}$$

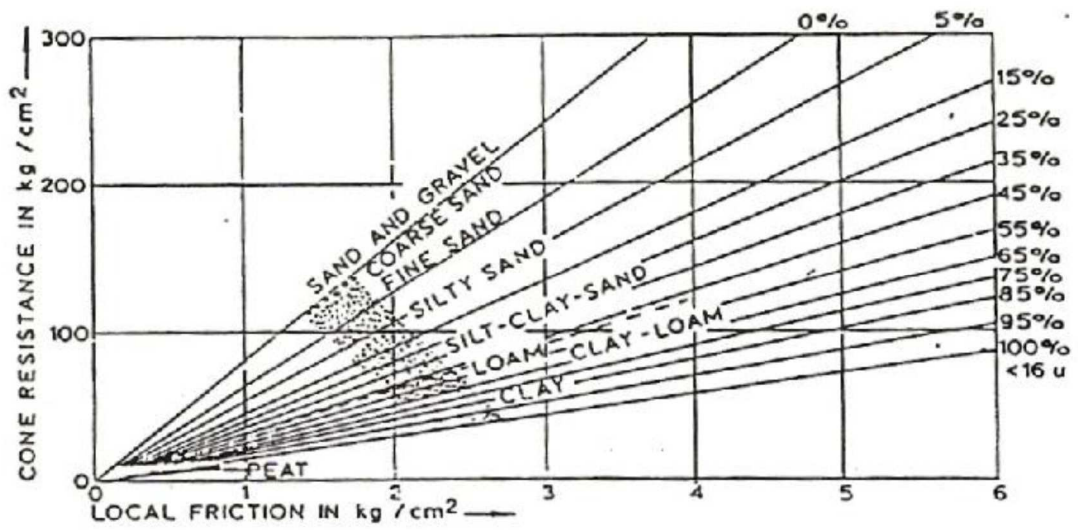
e. Jumlah Hambatan Pelekat (JHP)

$$JHP = \sum HP$$

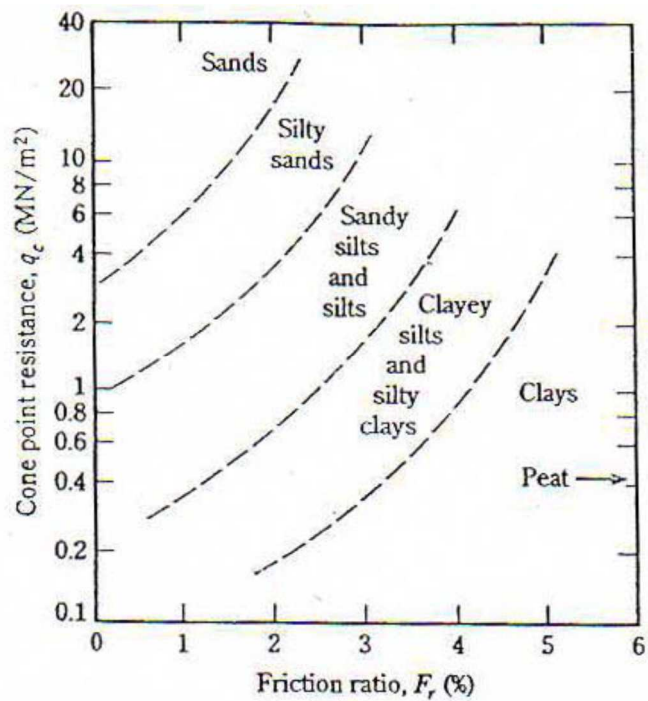
f. Hambatan Setempat (HS)

$$HS = \frac{P}{Ag}$$

Berdasarkan perbedaan ratio (Rf) pada berbagai jenis tanah, Begemann secara sederhana melakukan klasifikasi tanah dengan memperhatikan besarnya tahanan ujung (qc). Demikian pula Schamertmann telah mengumpulkan data dalam jumlah yang cukup besar dan mengklasifikasikan tanah berdasarkan tahanan ujung (qc) dan rasio gesekan (Rf), namun demikian korelasi ini amat dipengaruhi oleh keadaan lokal berhubung ada perbedaan pembentukan tanah secara geologis.



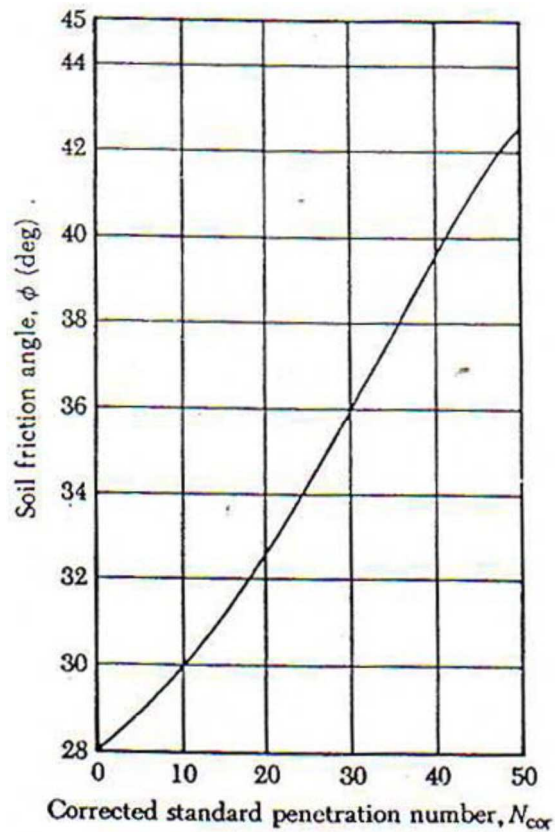
Gambar 2.12 Metode Interpretasi Jenis Tanah dari Uji Sondir (*Bagemann*)



Gambar 2.13 Perkiraan Jenis Tanah dari Dutch Cone Penetration Test

(*Principles of Foundation Engineering, Braja M. Das, Fourth Edition*)

Korelasi empiris yang menyatakan hubungan antara tahanan ujung dengan sudut geser tanah dikembangkan oleh Mayerhoff (1976) melalui Gambar 2.13.



Gambar 2.14 Perkiraan Koreksi antara NSPT dengan Sudut Geser Tanah (ϕ) (*Principles of Foundation Engineering, Braja M. Das, Fourth Edition*)

Parameter kohesi dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$C_u = \frac{q_c - \sigma_{voc}}{N_{cor}}$$

Dimana:

σ_{voc} = Tekanan *overburden* total

N_{cor} = Faktor koreksi

Korelasi antara N-SPT dengan nilai sondir sangat bermanfaat dalam perencanaan. Oleh karena itu banyak ahli juga membuat korelasinya. Berikut Korelasi N-SPT vs CPT dari beberapa peneliti :

Tabel 2.17 Korelasi N-SPT dengan CPT

Pemeliti	Jenis Tanah	Hubungan
De Alencar Velloso 1959	Clay and silty clay	$n = qc / N = 0,35$
	Sandy Clay and silty clay	$n = qc / N = 0,2$
Franki Piles 1960 from (Akca 2003)	Silty clay	$n = qc / N = 0.3$
	Clays	$n = qc / N = 0.2$
Schmertmann 1970	Silt, sandy silt and silt	$n = (qc+fs)/N = 0.2$
Chang 1988	Clayey silt, sandy clayey silt	$n = qc / N^* = 1.8$
	Sandy clayey silt	$n = qc / N^* = 2.1$
Danziger et al. 1998	Clayey silt	$n = qc / N^* = 3.1$
	Clay, silt and sand mixtures	$n = qc / N^* = 1.0-3.5$
	Clay	Clay $n = qc / N^* = 4.5$
	Clayey sand and silty clay	$n = qc / N^* = 4.6-5.3$
	Sandy clay	$n = qc / N^* = 1.8-3.5$
Barata et al. 1978	Sandy silty clay	$n = qc / N^* = 1.5-2.5$
	Clayey silty sand	$n = qc / N^* = 2.0-3.5$

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metodologi Penelitian

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (1976), kata metodologi berasal dari kata metodik yang memiliki arti pengetahuan tentang metode yang digunakan dalam pendidikan. Sebuah metodologi sangat diperlukan dalam ilmu pengetahuan, khususnya bagi setiap penelitian-penelitian yang dilakukan untuk menghasilkan suatu karya ilmiah. Metode-metode yang digunakan dalam setiap penelitian dapat beraneka ragam.

Penelitian dengan korelasi banyak dilakukan dengan N-SPT dan parameter geser tanah karena adakalanya data tidak cukup dan tidak memungkinkan dilakukan pengujian lagi. Pengujian dengan bor juga banyak dipakai karena fleksibel dan akurat. Karena itu penulis memakai metode ini untuk melakukan penelitian.

3.2 Persiapan Penelitian

A. Lokasi Penelitian

Kegiatan penelitian berlokasi di daerah Kp. Rambutan Jakarta, lalu di Laboratorium Mekanika Tanah Teknik Sipil ISTN dan Laboratorium Mekanika Tanah Geoinves Jakarta.

B. Peralatan Lapangan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian yaitu mesin bor type TOHO

(1 unit) berikut perlengkapannya:

- Mesin Bor Type : 1 unit
- Mesin penggerak type Jiang Fa : 1 unit
- Jenis SPT : dengan selubung
- Stang bor (Rod) 3,0 meter : 5 batang
- Stang bor (Rod) 1,5 meter : 2 batang
- Single core 0,5 meter : 1 unit
- Perlengkapan SPT : 1 set
- Tripod panjang 7,00 meter : 1 set
- Corbox, plastik sample memanjang : 14 set
- Hammer berat 63,5 kg : 1 set
- Kunci-kunci lengkap : 1 set
- Tabung sample : 14 unit
- Diameter ukuran tabung : 12 mm
- Perlengkapan penunjang dan bahan lainnya

Mesin sondir yang digunakan yaitu :

- Sondir kapasitas 2,5 tonf : 1 unit
- Konus : 1 unit
- batang sondir : 15 unit
- Jangkar : 2 unit
- Manometer : 2 unit

C. Peralatan Laboratorium

Uji laboratorium penelitian ini menggunakan beberapa alat yang masing-masing alat mempunyai fungsi yang berbeda-beda, berikut alat-alat yang digunakan dalam penelitian :

1. Alat uji Triaxial UU
2. Alat uji Atteberg Limits
3. Alat uji Index Properties
4. Alat uji Grained Size Distribution
5. Alat uji Konsolidasi

3.3 Tahapan Penelitian

Dalam penulisan tugas akhir ini, beberapa tahapan dilaksanakan sehingga tercapai maksud dan tujuan dari penelitian. Seperti diketahui dari bab I, tujuan dari penulisan ini adalah : menganalisis tentang korelasi parameter kuat geser tanah khususnya tanah lempung terkonsolidasi terhadap nilai N-SPT pada kondisi tanah yang sama dengan mengacu pada korelasi – korelasi yang telah ada, kemudian membuat suatu kesimpulan maupun saran berupa acuan atau patokan untuk mencari nilai c , ϕ , q_c pada tanah lempung. Dalam mencapai tujuan tersebut maka dilakukan tahapan-tahapan yang sebagai berikut :

a. Tahap Pertama

Kegiatan yang dilakukan adalah mengumpulkan berbagai jenis judul buku, jurnal, dan makalah yang mendukung terhadap penelitian sesuai dengan judul yang akan dibahas.

b. Tahap Kedua

Pada tahap ini dilakukan pengambilan sampel dilapangan berupa hasil penyelidikan tanah, pengujian SPT dan Bor log. Dari hasil analisa data N-SPT dan Bor Log akan didapat nilai N-Value dan Lapisan tanah pada kedalaman yang dbor.

c. Tahap Ketiga

Tahap ini dilakukan pengujian sampel tanah yang sudah diambil dari uji di lapangan. Pengujian sampel tanah ini dilakukan dilaboratium untuk mengetahui sifat, jenis, berat jenis (γ), karakteristik dan susunan tanah asli serta nilai parameter tanah kohesi (c) dan sudut geser (ϕ) di tiap lapisan tanah.

d. Tahap Keempat

Melakukan analisis antara data lapangan dan data laboratorium dengan buku literatur/teori dasar yang sesuai dengan penelitian tentang penggunaan teori dan persamaan yang sesuai, serta pendekatan yang akan digunakan.

e. Tahap Kelima

Melakukan perhitungan data lapangan dan data laboratoium untuk digunakan sebagai korelasi yang akan dicari. Lalu disusun sesuai dengan acuan yang telah ada.

f. Tahap Keenam

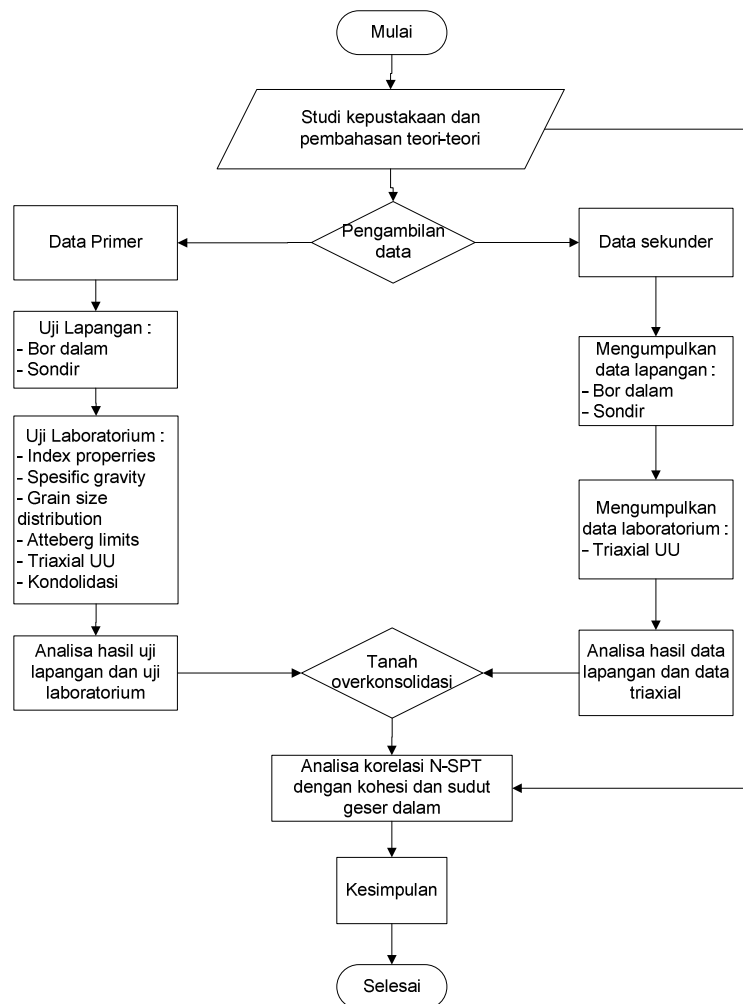
Melakukan perbandingan antara hasil data lapangan dan data laboratorium yang telah dicari tersebut dengan data lapangan dan data

laboratorium yang ada disekitaran Jabodeabek..

g. Tahap Ketujuh

Membuat kesimpulan atas perbandingan korelasi-korelasi antara nilai kohesi (c), N-SPT dan sudut geser dalam (ϕ) yang dicari tersebut dengan melihat literatur yang ada.

Skema pelaksanaan studi ini dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut:



Gambar 3.1 *Flowchart* Metodologi Penelitian

3.4 Metode Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data merupakan sarana pokok untuk menentukan penyelesaian suatu masalah secara ilmiah. Data - data yang dikumpulkan meliputi data primer dan data sekunder. Adapun hal - hal yang diperhatikan dalam pengumpulan data adalah :

1. Jenis data
2. Tempat diperolehnya data
3. Jumlah data yang diperlukan

Berkaitan dengan penelitian terhadap nilai kohesi (c), sudut geser dalam (ϕ) N-SPT maka diperlukan data primer, data sekunder, juga didukung dengan data - data penunjang lainnya. Tujuan yang hendak dicapai melalui pengumpulan data yang memadai adalah memberikan solusi alternatif secara ilmiah.

3.4.1 Data Primer

A. Penyelidikan Tanah di Lapangan

Penyelidikan dengan alat bor dalam

Pengeboran berguna untuk mengetahui lapisan struktur tanah, kedalaman air tanah dan pengambilan sampel untuk dihitung sifatnya. Jarak antara lubang bor yang satu dengan lainnya dibuat 7 cm agar hasil yang didapat bisa mendekati kenyataan. Pengeboran dilakukan sedalam 13 m masing – masing lubang. Alat yang digunakan yaitu type kano japan dan hammer SPT dengan berat 63,5 Kg. Pengambilan sampel tanah dilakukan setiap meter dimana

70 cm pertama untuk pengambilan SPT dan kedalaman selanjutnya diambil sampel tanah tidak terganggu begitu sebaliknya dengan lubang yang lain sampai dengan kedalaman rencana.

Penyelidikan tanah dengan alat sondir

Penyelidikan ini berguna untuk mengetahui kepadatan relatif dan lekatan pada tanah serta daya dukungnya. Grafik sondir yang didapat dari data praktek ada 3 macam yaitu grafik conus resistance, grafik local friction dan grafik total friction. Jarak lubang sondir yang di test ini kurang lebih 90 cm dari masing-masing lubang bor, Dekatnya jarak ini bertujuan agar hasil yang didapat pada tanah tidak jauh berbeda.

B. Penyelidikan Tanah di Laboratorium

Sampel yang telah diambil ketika melakukan pekerjaan bor dalam dilakukan pengamatan di laboratorium untuk mendapatkan hasil uji distribusi butiran, uji batas platis, uji permeabilitas, dan uji triaxial. Hasil pengujian ini dimanfaatkan untuk pengisian data parameter tanah dengan metode korelasi.

3.4.2 Data Sekunder

Data-data sekunder diperoleh melalui studi literatur yang berhubungan dengan tema penelitian ini dan Bisa juga diperoleh dari instansi-instansi yang terkait. Data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu data Bor dalam tanah lengkap dengan

data laboratorium baik index maupun engineering properties dan data sondir. Data-data tersebut akan diambil dari beberapa Instansi swasta konsultan *soil investigation* dan dari Laboratorium Mekanika Tanah ISTN.

3.5 Data Masukan (*Input*)

Adapun data - data yang dimasukkan untuk menghitung korelasi antara kohesi (c), sudut geser dalam (ϕ) dengan N-SPT, yaitu:

1. Tanah dasar, menggunakan data - data yang terlampir sesuai dengan :
 - Kohesi (c) (*Unconsolidated Undrained*)
 - Sudut geser dalam (ϕ)
 - N-SPT

3.5.1 Data Profil dan Karakteristik Teknis Tanah

Dalam perhitungan korelasi yang pertama kali dilakukan adalah mendeskripsikan jenis tanah, menggambarkan hasil uji lapangan, menggambarkan hasil uji laboratorium, menggambarkan hasil sondir. Penyelidikan tanah dengan cara *drilling log* dilakukan sebanyak 2 lubang. Penyelidikan tanah untuk sondri dilakukan 1 lubang.

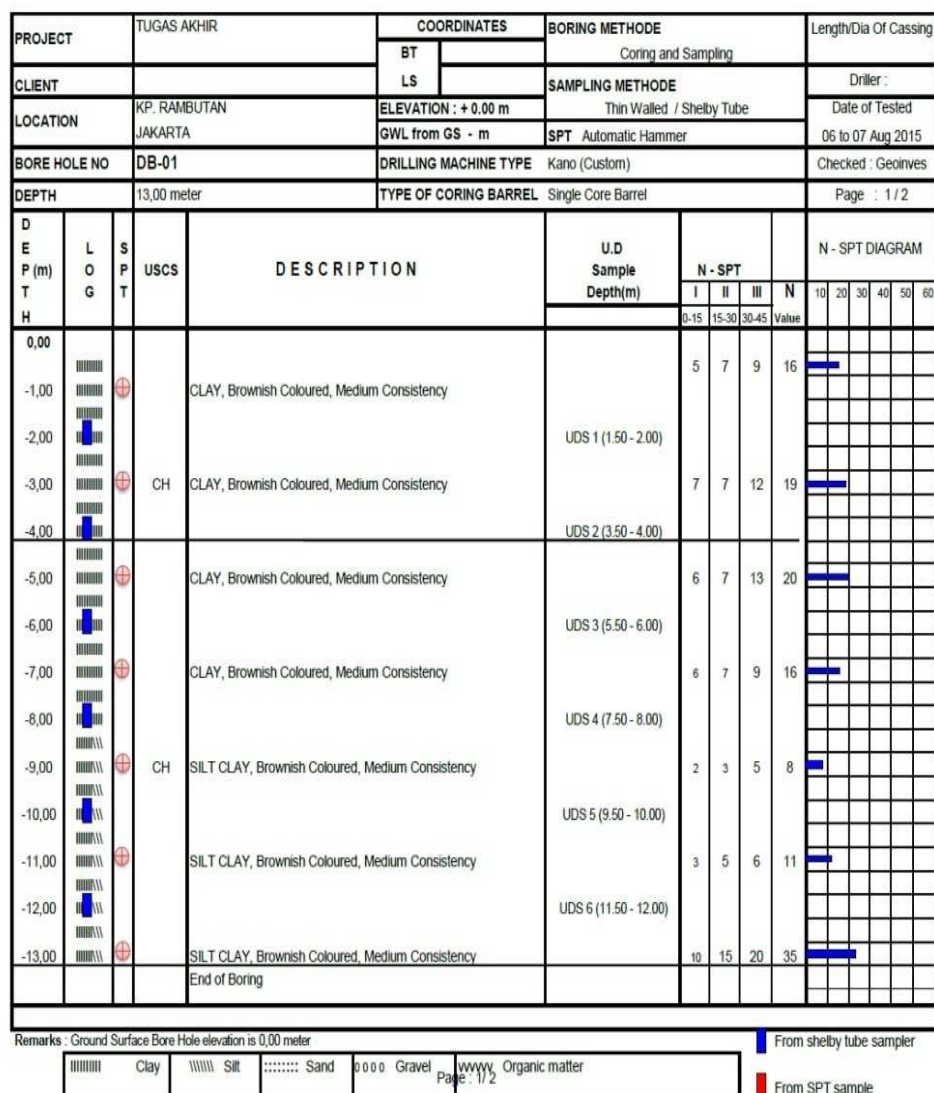
Tabel 3.1 Data Kedalaman Boring

Kedalaman Bor Hole	
Bore Hole	Elevasi (m)
BH 1	-13,00
BH 2	-13,00

Tabel 3.2 Data Kedalaman Sondir

Kedalaman Sondir	
CPT Hole	Elevasi (m)
S 1	-15,00

BORING LOG



Gambar 3.2 Data tanah berdasarkan hasil penyelidikan pada bore hole 1

BORING LOG

PROJECT	TUGAS AKHIR		COORDINATES		BORING METHODE		Length/Dia Of Casing								
			BT		Coring and Sampling										
CLIENT			LS		SAMPLING METHODE		Driller :								
LOCATION	KP. RAMBUTAN JAKARTA		ELEVATION : + 0.00 m		Thin Walled / Shelby Tube		Date of Tested								
			GWL from GS - 7.50 m		SPT Automatic Hammer		07 to 08 Aug 2015								
BORE HOLE NO	DB-02		DRILLING MACHINE TYPE Kano (Custom)			Checked : Geoinves									
DEPTH	13,00 meter		TYPE OF CORING BARREL Single Core Barrel			Page : 1 / 2									
DEPTH (m)	LOG	SPT	USCS	DESCRIPTION	U.D Sample Depth(m)	N - SPT				N - SPT DIAGRAM					
						I	II	III	N	10	20	30	40	50	60
						0-15	15-30	30-45	Value						
0,00					UDS 1 (0.50 - 1.00)										
-1,00															
-2,00			CH	CLAY, Brownish Coloured, Medium Consistency	UDS 2 (2.50 - 3.00)	3	5	7	12						
-3,00															
-4,00			CH	CLAY, Brownish Coloured, Medium Consistency		6	9	16	25						
-5,00					UDS 3 (4.50 - 5.00)										
-6,00				CLAY, Brownish Coloured, Medium Consistency		6	8	11	19						
-7,00					UDS 4 (6.50 - 7.00)										
-8,00				SILT CLAY, Dark Brownish Coloured, Medium Consistency		2	4	6	10						
-9,00					UDS 5 (8.50 - 9.00)										
-10,00			CH	SILT CLAY, Brownish Coloured, Medium Consistency		4	6	7	13						
-11,00					UDS 6 (10.50 - 11.00)										
-12,00				SILT CLAY, Brownish Grey Coloured, Medium Consistency		3	5	6	11						
-13,00					UDS 7 (12.50 - 13.00)										
				End of Boring											

Remarks : Ground Surface Bore Hole elevation is 0,00 meter

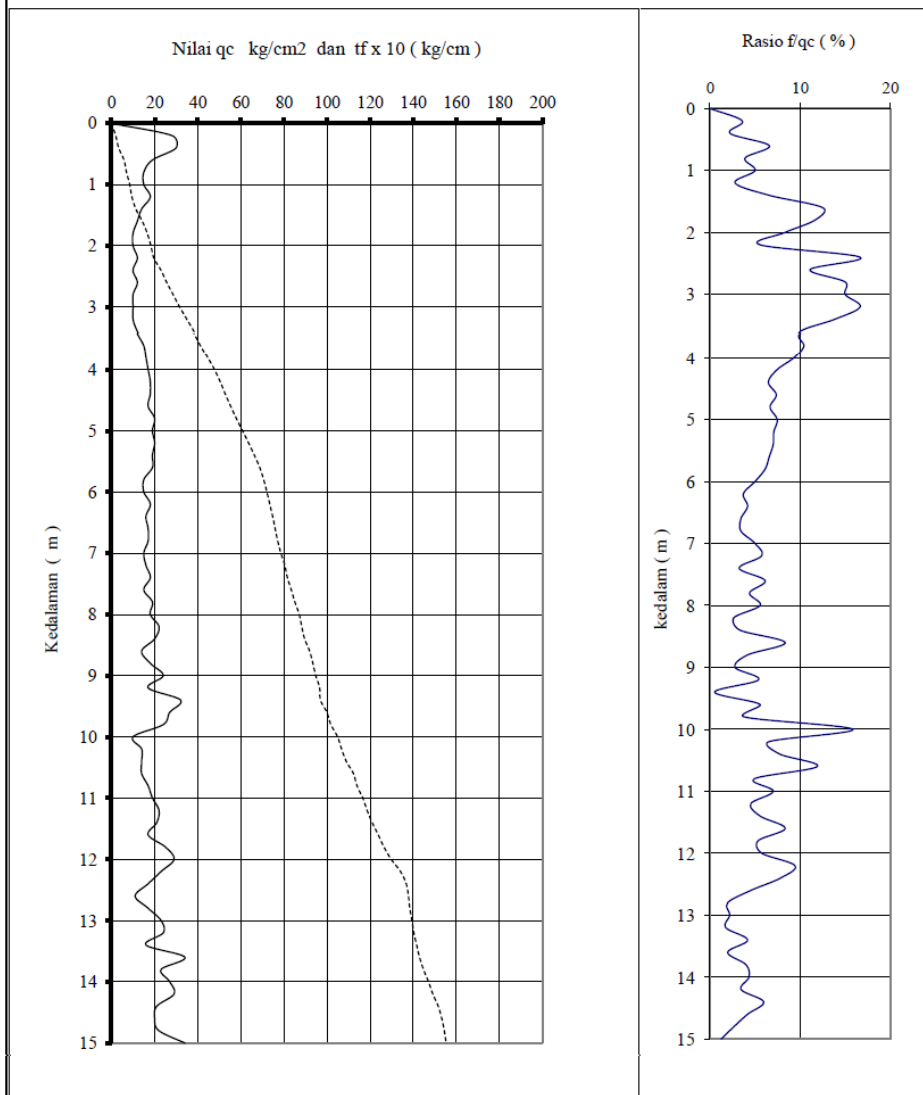
From shelly tube sampler
 From SPT sample

Clay
 Silt
 Sand
 Gravel
 Organic matter

Gambar 3.3 Data tanah berdasarkan hasil penyelidikan pada *bore hole* 2

CONE PENETRATION TEST

SONDIR NO : S-1	D1 (Qonus) : 3.54 cm
PROJECT : Tugas Akhir	D2 (Jacked) : 3.56 cm
LOCATION : Kp. Rambutan	H (jacked) : 10.8 cm
DATE OF TESTED : 08 Agustus 2015	Ratio (R)
TESTED BY : Sugiarto	Elevation (- 0.00)
CHECKED BY : GEOINVES	G W L (-) : - 7.50 m



Gambar 3.4 Data tanah berdasarkan hasil penyelidikan pada sondir 1

Selanjutnya, data tanah diolah dan dikaji untuk mendapatkan parameter tanah sebagai dasar analisis perhitungan perencanaan pondasi yaitu data tanah pada titik BH-1 dan BH-2 serta titik sondir S-1.

Perolehan nilai parameter tanah dijelaskan sebagai berikut :

- a. Jenis tanah ditentukan berdasarkan hasil *bore log*.
- b. Nilai N-SPT
- c. Nilai kohesi (c)
- d. Nilai sudut geser dalam (ϕ)
- e. berat isi tanah γ dan γ_{sat}
- f. Faktor adhesi (α)
- g. Faktor-faktor daya dukung (N_c), (N_q), dan (N_γ)
- h. Nilai q_c , nilai t_f

3.6 Hasil Keluaran (*Output*)

Adapun hasil keluaran berupa :

- a. Hasil laboratorium index properties dan engineering properties
- b. Nilai korelasi antara kohesi (c) dan N-SPT.
- c. Nilai korelasi antara sudut geser dalam (ϕ) dan N-SPT

BAB 4

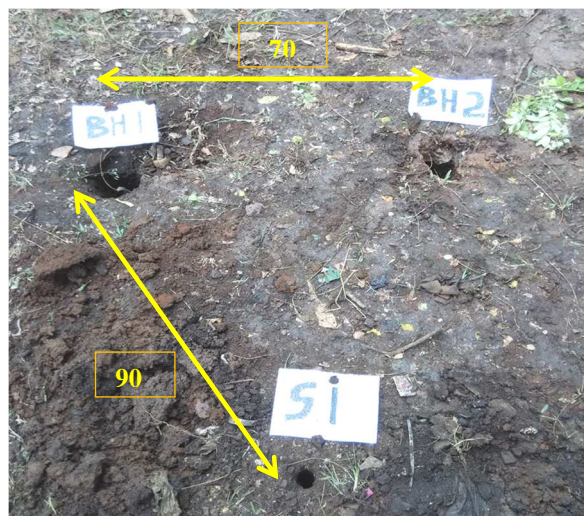
ANALISA PENELITIAN

4.1 Pendahuluan

Pada bab ini akan dibahas data dari hasil penelitian primer dan sekunder untuk mencari korelasi antara kohesi dan N-SPT lalu korelasi sudut geser dalam (ϕ) dan N-SPT pada tanah lempung. Data primer didapat dari uji coba langsung dilapangan dan laboratorium. Selain itu penelitian ini menggunakan data sekunder yang diambil dari beberapa lokasi yaitu Jakarta 16 lokasi, Depok 6 lokasi, Tangerang 9 lokasi dan Bekasi 8 lokasi.

4.2 Pembahasan Data Hasil Penyelidikan

Data primer penelitian ini dilakukan dengan 2 titik bor dalam dan 1 titik sondir seperti gambar berikut.



Gambar 4.1 Titik pengujian sondir dan bor dalam koordinat
6°18'34.2"S - 106°52'14.8"E

4.3 Pembahasan Data Hasil Uji Bor Dalam N-SPT

Berdasarkan hasil bor dalam 1 dan 2 diperoleh data bor log sebagai berikut :

Tabel 4.1 Perbandingan bor log BH-1 dan BH-2 dengan jarak 70 cm

D E P T H P (m)	BH - 1						L O G	DESCRIPTION	BH - 2									
	U D S	S P T	N - SPT			N			U D S	S P T	N - SPT			N				
			I	II	III						I	II	III					
			0-15	15-30	30-45						Value	0-15	15-30		30-45	Value		
0,00																		
-1,00		⊗	5	7	9	16		Lempung, kecoklatan, sedang padat	■									
-2,00	■							Lempung, kecoklatan, sedang padat		⊗	3	5	7	12				
-3,00		⊗	7	7	12	19		Lempung, kecoklatan, sedang padat	■									
-4,00	■							Lempung, coklat, sedang padat		⊗	6	9	16	25				
-5,00		⊗	6	7	13	20		Lempung, kecoklatan, sedang padat	■									
-6,00	■							Lempung, kecoklatan, padat		⊗	6	8	11	19				
-7,00		⊗	6	7	9	16		Lempung sedikit lanau, kecoklatan sedang padat	■									
-8,00	■							Lanau sedikit kelepungan, coklat gelap, sedang		⊗	2	4	6	10				
-9,00		⊗	2	3	5	8		Lanau sedikit kelepungan, coklat sedang	■									
-10,00	■							Lanau sedikit kelepungan, coklat padat sedang		⊗	4	6	7	13				
-11,00		⊗	3	5	6	11		Lempung kelanauan, kecoklatan padat	■									
-12,00	■							Lempung kelanauan, kecoklatan padat		⊗	3	5	6	11				
								End of Boring										

Tabel 4.2 Bor log 1 dan N-SPT

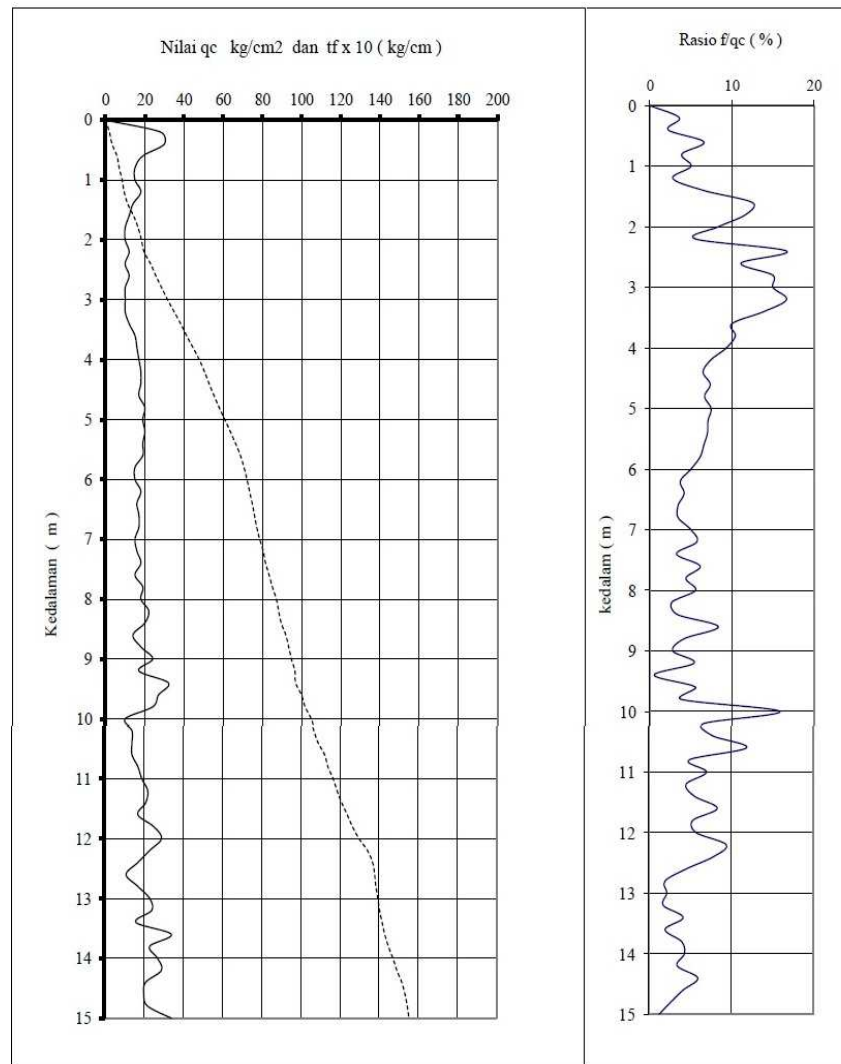
Kedalaman (m)	Deskripsi	N-SPT
- 0.50 - 01.00	Lempung, kecoklatan, sedang padat	16
- 2.50 - 03.00	Lempung, kecoklatan, sedang padat	19
- 4.50 - 05.00	Lempung, kecoklatan, sedang padat	20
- 6.50 - 07.00	Lempung sedikit lanau, kecoklatan, sedang padat	16
- 8.50 - 09.00	Lanau sedikit kelempungan, coklat, sedang	8
- 10.50 - 11.00	Lempung kelanauan, kecoklatan, padat	11

Tabel 4.3 Bor log 2 dan N-SPT

Kedalaman (m)	Deskripsi	N-SPT
- 1.50 - 02.00	Lempung, kecoklatan, sedang padat	12
- 3.50 - 04.00	Lempung, coklat, sedang padat	25
- 5.50 - 06.00	Lempung, kecoklatan, padat	19
- 7.50 - 08.00	Lanau sedikit kelempungan, coklat gelap, sedang	10
- 9.50 - 10.00	Lanau sedikit kelempungan, coklat, padat sedang	13
- 11.50 - 12.00	Lempung kelanauan, kecoklatan, padat	11

4.4 Pembahasan Data Hasil Uji Sondir (DCPT)

Pembahasan data CPT dilakukan dengan nilai tahanan konus dari alat sondir (CPT). Dari analisis tersebut bisa didapatkan tekanan *conus* (q_c) dan hambatan pelekat (f_s). Berikut grafik hasil dari sondir yang diteliti.



Gambar 4.2 Grafik hasil sondir pada tanah yang diteliti

4.5 Pembahasan Data Hasil Laboratorium

4.5.1 Data Hasil Laboratorium Bor Dalam 1

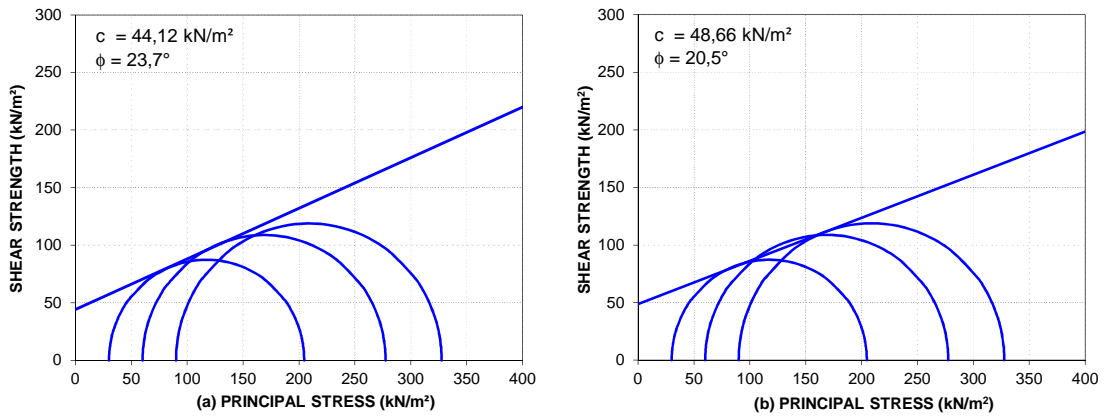
- Pada titik bor 1 UDS 1 diperoleh bahwa pada kedalaman -1,50 m sampai -2,00 m ditemukan tanah nilai berat isi kering sebesar $1,116 \text{ gr/cm}^3$, liquid limit (LL) 111,21 %, Plastic Limit (PL) 50,837 %, Plasticity Index (PI) 60,373 %, nilai kohesi tak teganggu (c) tegangan cell 1 & 2 $44,1 \text{ kN/m}^2$, sudut geser dalam (ϕ) adalah $23,71^\circ$, nilai kohesi tak teganggu (c) tegangan cell 1 & 3 $48,7 \text{ kN/m}^2$, sudut geser dalam (ϕ) adalah $20,53^\circ$.
- Pada titik bor 1 UDS 2 diperoleh bahwa pada kedalaman -3,50 m sampai -4,00 m ditemukan tanah nilai berat isi kering (γ_d) sebesar $1,194 \text{ gr/cm}^3$, liquid limit (LL) 111,21 %, Plastic Limit (PL) 39,75 %, Plasticity Index (PI) 71,46 %, nilai kohesi tak teganggu (c) tegangan cell 1 & 2 $24,63 \text{ kN/m}^2$, sudut geser dalam (ϕ) adalah $31,9^\circ$, nilai kohesi tak teganggu (c) tegangan cell 1 & 3 $30,79 \text{ kN/m}^2$, sudut geser dalam (ϕ) adalah $27,3^\circ$.
- Pada titik bor 1 UDS 3 diperoleh bahwa pada kedalaman -5,50 m sampai -6,00 m ditemukan tanah nilai berat isi kering sebesar $1,244 \text{ gr/cm}^3$, liquid limit (LL) 111,21 %, Plastic Limit (PL) 47,98 %, Plasticity Index (PI) 63,23 %, nilai kohesi tak teganggu (c) tegangan cell 1 & 2 $65,3 \text{ kN/m}^2$, sudut geser dalam (ϕ) adalah

24,2°, nilai kohesi tak teganggu (c) tegangan cell 1 & 3 69,9 kN/m², sudut geser dalam (ϕ) adalah 21,69°.

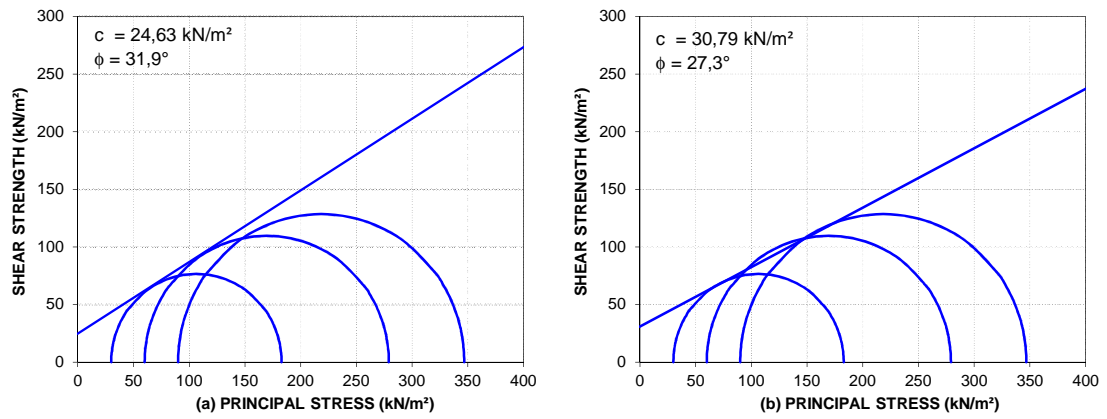
- Pada titik bor 1 UDS 4 diperoleh bahwa pada kedalaman -7,50 m sampai -8,00 m ditemukan tanah nilai berat isi kering sebesar 1,187 gr/cm³, liquid limit (LL) 111,21 %, Plastic Limit (PL) 38,38 %, Plastisity Index (PI) 72,83 %, nilai kohesi tak teganggu (c) tegangan cell 1 & 2 17,7 kN/m², sudut geser dalam (ϕ) adalah 28,05°, nilai kohesi tak teganggu (c) tegangan cell 1 & 3 24,3 kN/m², sudut geser dalam (ϕ) adalah 23,72°.
- Pada titik bor 1 UDS 5 diperoleh bahwa pada kedalaman -9,50 m sampai -10,00 m ditemukan tanah nilai berat isi kering sebesar 1,003 gr/cm³, liquid limit (LL) 111,21 %, Plastic Limit (PL) 34,61 %, Plastisity Index (PI) 76,6 %, nilai kohesi tak teganggu (c) tegangan cell 1 & 2 1,02 kN/m², sudut geser dalam (ϕ) adalah 20,91°, nilai kohesi tak teganggu (c) tegangan cell 1 & 3 0,51 kN/m², sudut geser dalam (ϕ) adalah 21,44°.
- Pada titik bor 1 UDS 6 diperoleh bahwa pada kedalaman -11,50 m sampai -12,00 m ditemukan tanah nilai berat isi kering sebesar 0,835 gr/cm³, liquid limit (LL) 111,21 %, Plastic Limit (PL) 47,29 %, Plastisity Index (PI) 63,92 %, nilai kohesi tak teganggu (c) tegangan cell 1 & 2 19,1 kN/m², sudut geser dalam

(ϕ) adalah $13,09^\circ$, nilai kohesi tak tegang (c) tegangan cell 1 & 3 $20,7 \text{ kN/m}^2$, sudut geser dalam (ϕ) adalah $16,01^\circ$.

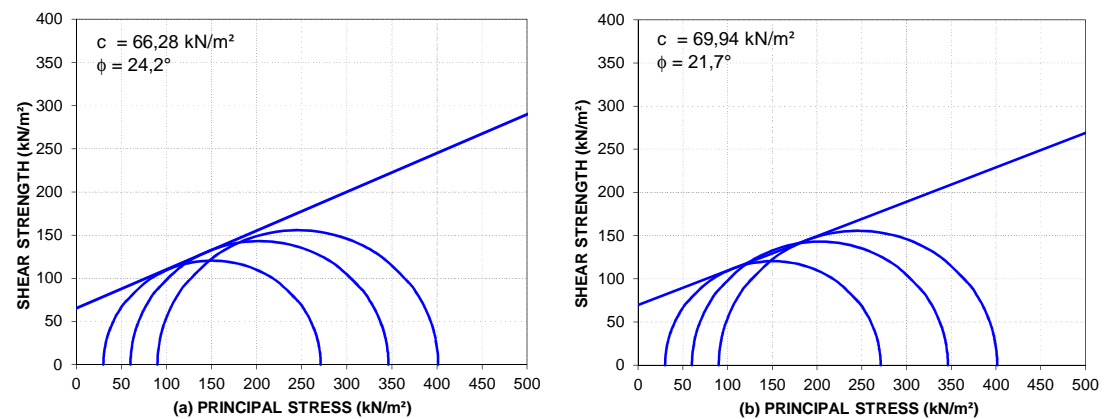
(Data laboratorium BH 1 dapat dilihat secara lengkap pada lampiran 1 hal 97)



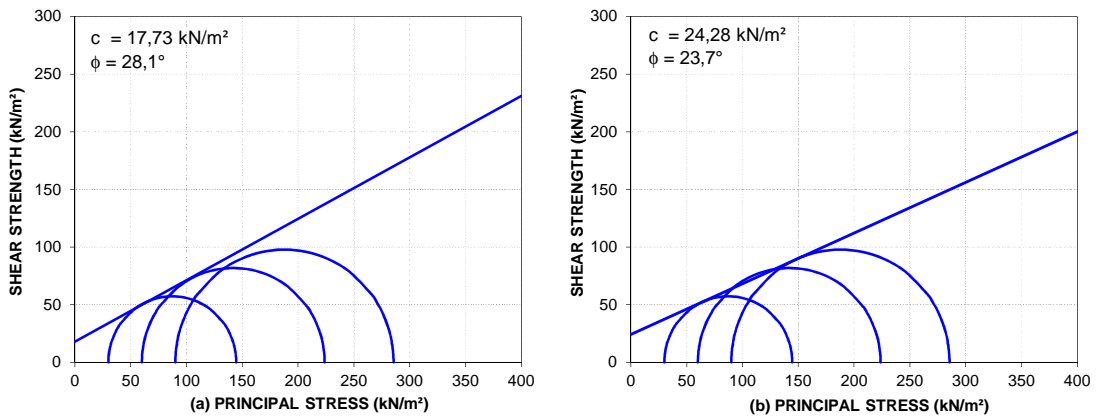
Gambar 4.3 Grafik penentuan kuat geser dari garis Coulomb sample UDS-1 BH-1 (a) tegangan cell 1 & 2 (b) tegangan cell 1 & 3



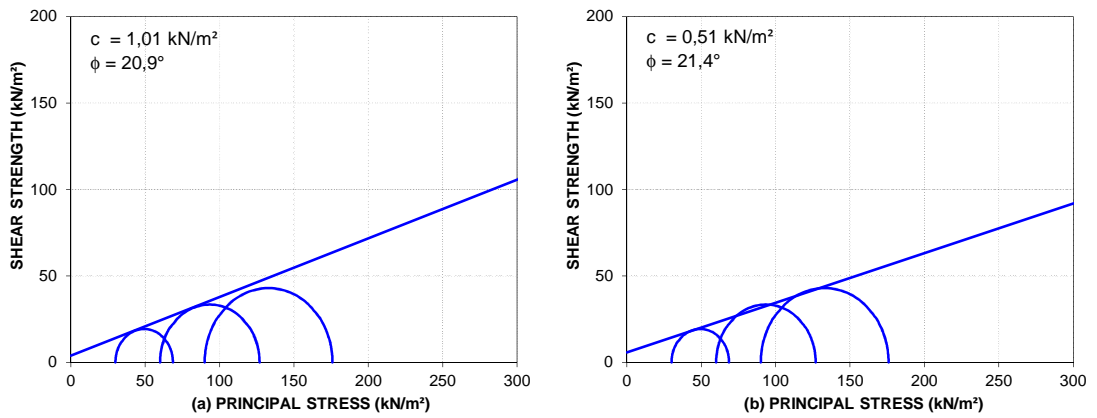
Gambar 4.4 Grafik penentuan kuat geser dari garis Coulomb sample UDS-2 BH-1 (a) tegangan cell 1 & 2 (b) tegangan cell 1 & 3



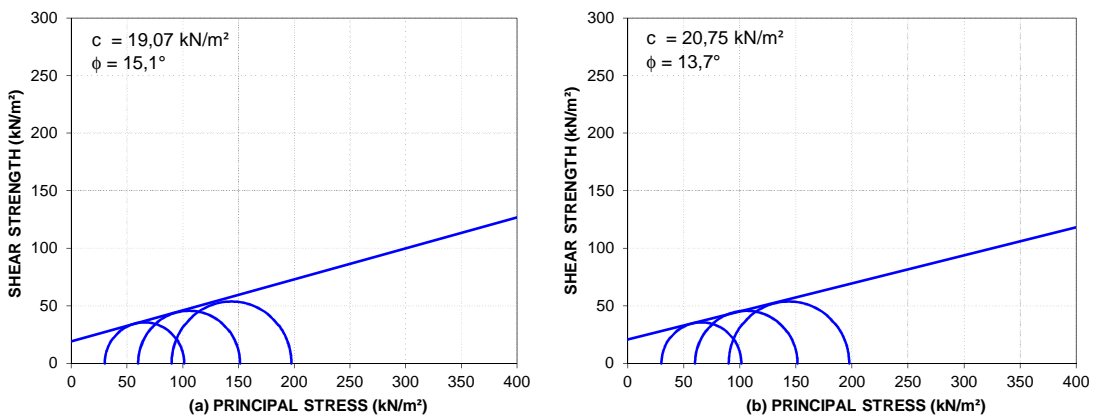
Gambar 4.5 Grafik penentuan kuat geser dari garis Coulomb sample UDS-2 BH-1 (a) tegangan cell 1 & 2 (b) tegangan cell 1 & 3



Gambar 4.6 Grafik penentuan kuat geser dari garis Coulomb sample UDS-4 BH-1 (a) tegangan cell 1 & 2 (b) tegangan cell 1 & 3



Gambar 4.7 Grafik penentuan kuat geser dari garis Coulomb sample UDS-5 BH-1 (a) tegangan cell 1 & 2 (b) tegangan cell 1 & 3



Gambar 4.8 Grafik penentuan kuat geser dari garis Coulomb sample UDS-6 BH-1 (a) tegangan cell 1 & 2 (b) tegangan cell 1 & 3

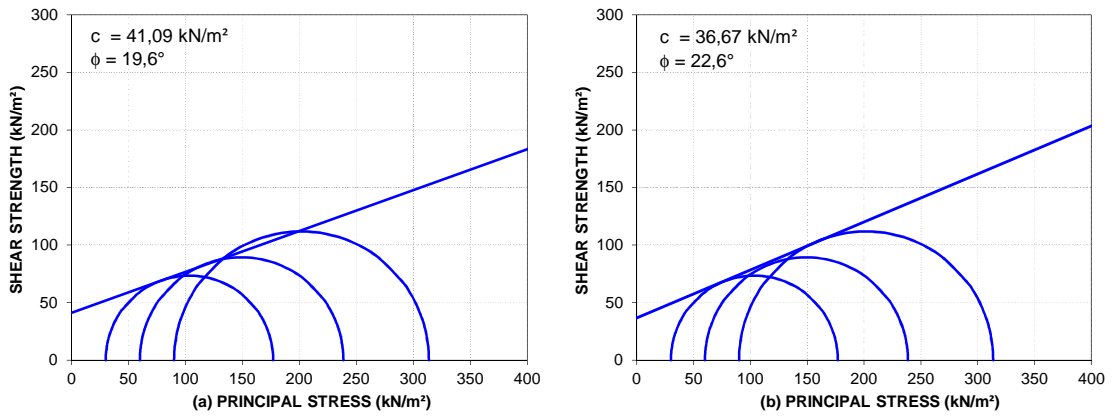
4.5.2 Data Hasil Laboratorium Bor Dalam 2

- Pada titik bor 2 UDS 1 diperoleh bahwa pada kedalaman -0,50 m sampai -1,00 m ditemukan tanah nilai berat isi kering sebesar $1,087 \text{ gr/cm}^3$, liquid limit (LL) 111,21 %, Plastic Limit (PL) 46,04 %, Plasticity Index (PI) 65,17 %, nilai kohesi tak teganggu (c) tegangan cell 1 & 2 $41,1 \text{ kN/m}^2$, sudut geser dalam (ϕ) adalah $19,57^\circ$, nilai kohesi tak teganggu (c) tegangan cell 1 & 3 $36,7 \text{ kN/m}^2$, sudut geser dalam (ϕ) adalah $22,63^\circ$.
- Pada titik bor 2 UDS 2 diperoleh bahwa pada kedalaman -2,50 m sampai -3,00 m ditemukan tanah nilai berat isi kering (γ_d) sebesar $1,007 \text{ gr/cm}^3$, liquid limit (LL) 111,21 %, Plastic Limit (PL) 51,33 %, Plasticity Index (PI) 59,88 %, nilai kohesi tak teganggu (c) tegangan cell 1 & 2 $33,4 \text{ kN/m}^2$, sudut geser dalam (ϕ) adalah $17,59^\circ$, nilai kohesi tak teganggu (c) tegangan cell 1 & 3 $36,5 \text{ kN/m}^2$, sudut geser dalam (ϕ) adalah $16,03^\circ$.
- Pada titik bor 2 UDS 3 diperoleh bahwa pada kedalaman -4,50 m sampai -5,00 m ditemukan tanah nilai berat isi kering sebesar $1,247 \text{ gr/cm}^3$, liquid limit (LL) 111,21 %, Plastic Limit (PL) 47,84 %, Plasticity Index (PI) 63,37 %, nilai kohesi tak teganggu (c) tegangan cell 1 & 2 $55,2 \text{ kN/m}^2$, sudut geser dalam (ϕ) adalah $26,6^\circ$, nilai kohesi tak teganggu (c) tegangan cell 1 & 3 $62,2 \text{ kN/m}^2$, sudut geser dalam (ϕ) adalah $23,5^\circ$.

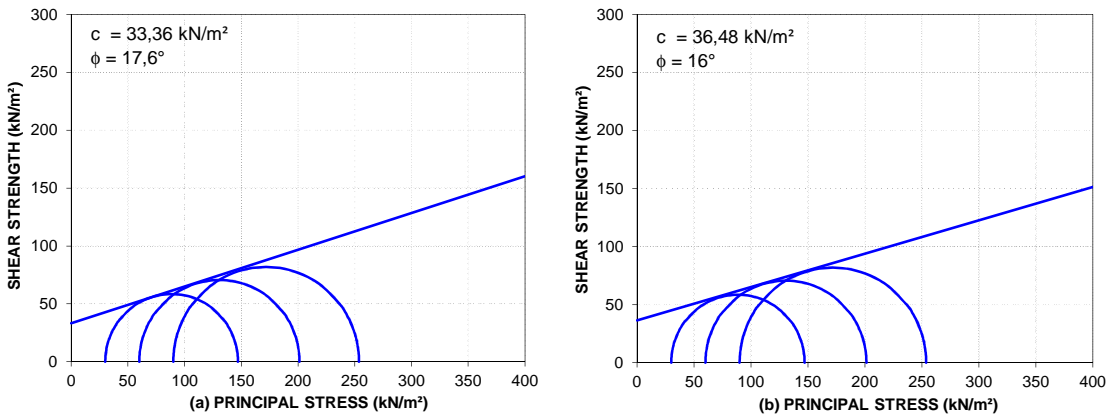
- Pada titik bor 2 UDS 4 diperoleh bahwa pada kedalaman -6,50 m sampai -7,00 m ditemukan tanah nilai berat isi kering sebesar $0,835 \text{ gr/cm}^3$, liquid limit (LL) 111,21 %, Plastic Limit (PL) 47,29 %, Plasticity Index (PI) 63,92 %, nilai kohesi tak teganggu (c) tegangan cell 1 & 2 $32,7 \text{ kN/m}^2$, sudut geser dalam (ϕ) adalah $18,23^\circ$, nilai kohesi tak teganggu (c) tegangan cell 1 & 3 $27,2 \text{ kN/m}^2$, sudut geser dalam (ϕ) adalah $20,82^\circ$.
- Pada titik bor 2 UDS 5 diperoleh bahwa pada kedalaman -8,50 m sampai -9,00 m ditemukan tanah nilai berat isi kering sebesar $1,146 \text{ gr/cm}^3$, liquid limit (LL) 111,21 %, Plastic Limit (PL) 42,51 %, Plasticity Index (PI) 68,7 %, nilai kohesi tak teganggu (c) tegangan cell 1 & 2 17 kN/m^2 , sudut geser dalam (ϕ) adalah $32,9^\circ$, nilai kohesi tak teganggu (c) tegangan cell 1 & 3 $26,5 \text{ kN/m}^2$, sudut geser dalam (ϕ) adalah $26,5^\circ$.
- Pada titik bor 2 UDS 6 diperoleh bahwa pada kedalaman -10,50 m sampai -11,00 m ditemukan tanah nilai berat isi kering sebesar $1,022 \text{ gr/cm}^3$, liquid limit (LL) 111,21 %, Plastic Limit (PL) 38,15 %, Plasticity Index (PI) 73,06 %, nilai kohesi tak teganggu (c) tegangan cell 1 & 2 $3,9 \text{ kN/m}^2$, sudut geser dalam (ϕ) adalah $18,7^\circ$, nilai kohesi tak teganggu (c) tegangan cell 1 & 3 $5,8 \text{ kN/m}^2$, sudut geser dalam (ϕ) adalah 16° .

- Pada titik bor 2 UDS 7 diperoleh bahwa pada kedalaman -12,50 m sampai -13,00 m ditemukan tanah nilai berat isi kering sebesar $0,848 \text{ gr/cm}^3$, liquid limit (LL) 111,21 %, Plastic Limit (PL) 41,28 %, Plasticity Index (PI) 69,93 %, nilai kohesi tak teganggu (c) tegangan cell 1 & 2 $3,9 \text{ kN/m}^2$, sudut geser dalam (ϕ) adalah 0° , nilai kohesi tak teganggu (c) tegangan cell 1 & 3 $5,8 \text{ kN/m}^2$, sudut geser dalam (ϕ) adalah $6,1^\circ$.

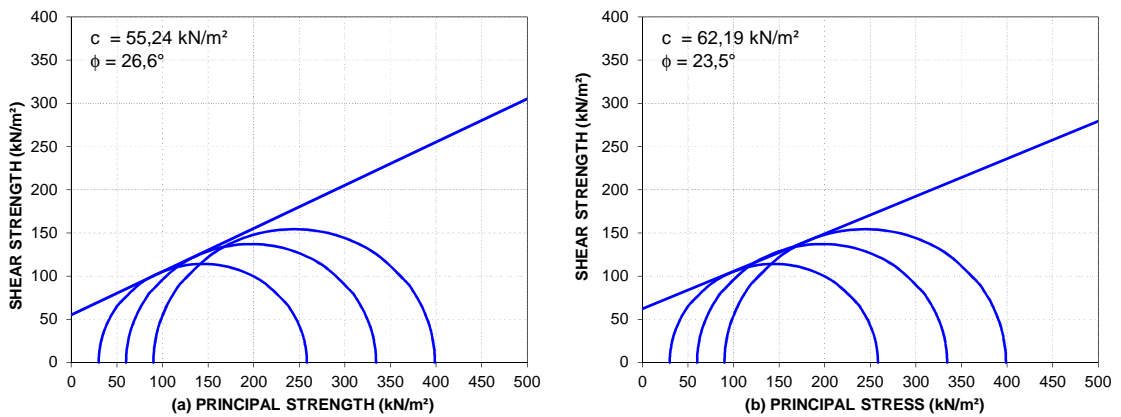
(Data laboratorium BH 2 dapat dilihat secara lengkap pada lampiran 2 hal 98)



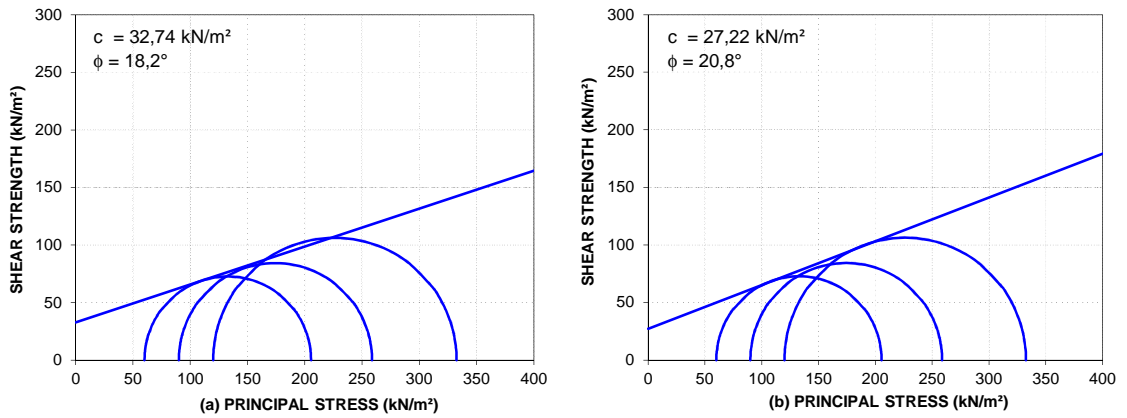
Gambar 4.9 Grafik penentuan kuat geser dari garis Coulomb sample UDS-1 BH-2 (a) tegangan cell 1 & 2 (b) tegangan cell 1 & 3



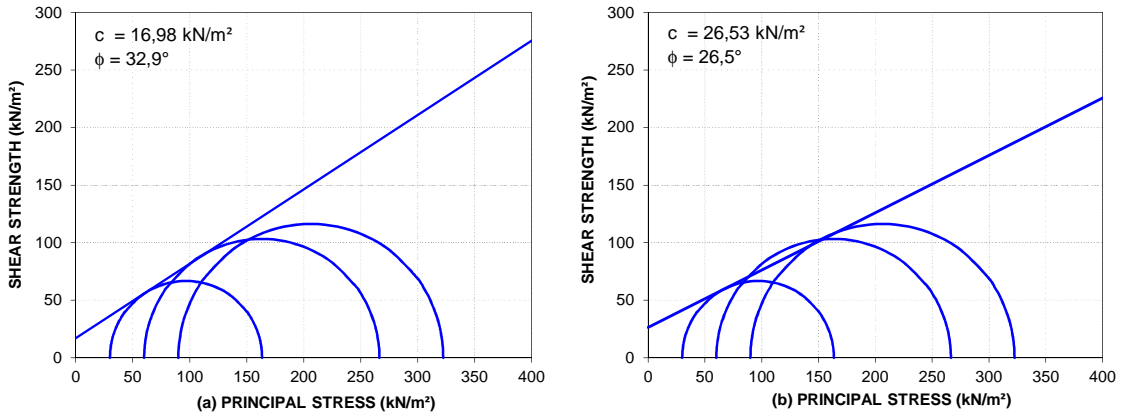
Gambar 4.10 Grafik penentuan kuat geser dari garis Coulomb sample UDS-2 BH-2 (a) tegangan cell 1 & 2 (b) tegangan cell 1 & 3



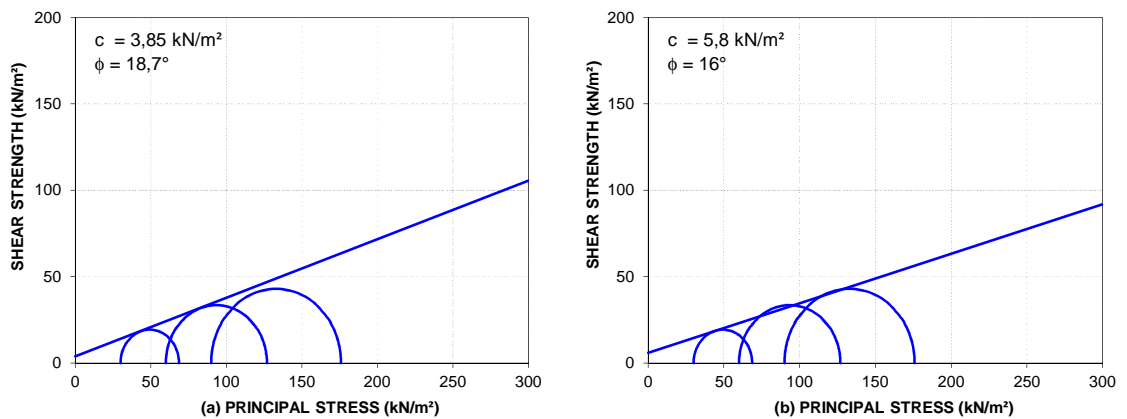
Gambar 4.11 Grafik penentuan kuat geser dari garis Coulomb sample UDS-3 BH-2 (a) tegangan cell 1 & 2 (b) tegangan cell 1 & 3



Gambar 4.12 Grafik penentuan kuat geser dari garis Coulomb sample UDS-4 BH-2 (a) tegangan cell 1 & 2 (b) tegangan cell 1 & 3



Gambar 4.13 Grafik penentuan kuat geser dari garis Coulomb sample UDS-5 BH-2 (a) tegangan cell 1 & 2 (b) tegangan cell 1 & 3



Gambar 4.14 Grafik penentuan kuat geser dari garis Coulomb sample UDS-6 BH-2 (a) tegangan cell 1 & 2 (b) tegangan cell 1 & 3

Tabel 4.4 Hasil tes laboratorium dan SPT

Kedalaman (m)	N-SPT	Liquid Limit (%)	Plastic Limit (%)	Plastisity Index (%)	c Teg. Cell (1 & 2) *ton/m ²	Sudut Geser Dalam (φ)	c Teg. Cell (1 & 3) *ton/m ²	Sudut Geser Dalam (φ)
0.50 – 1.00	16	94,78	46,04	48,74	4,11	19,6	3,67	22,6
1.50 – 2.00	12	111,21	50,837	60,373	4,41	23,71	4,87	20,53
2.50 – 3.00	19	91,01	51,33	39,68	3,34	17,59	3,65	16,03
3.50 – 4.00	25	89,98	39,75	50,22	2,46	31,9	3,79	27,3
4.50 – 5.00	20	100,3	47,84	52,45	5,52	26,6	6,2	23,5
5.50 – 6.00	19	83,36	47,98	35,58	6,53	24,2	6,99	21,69
6.50 – 7.00	16	79,2	47,29	31,9	3,27	18,23	2,72	20,82
7.50 – 8.00	10	58,8	38,38	20,42	1,77	28,05	2,43	23,72
8.50 – 9.00	8	60,98	42,51	18,47	1,7	32,9	2,65	26,5
9.50 – 10.00	13	72,8	34,611	38,19	0,1	20,91	0,05	21,44
10.50 – 11.00	11	68,1	38,15	29,95	0,39	18,7	0,58	16
11.50 – 12.00	11	79,17	47,29	31,88	19,1	15,1	2,07	13,7

*mulai tabel ini dan seterusnya satuan c dikonversi menjadi ton/m² dari kN/m²

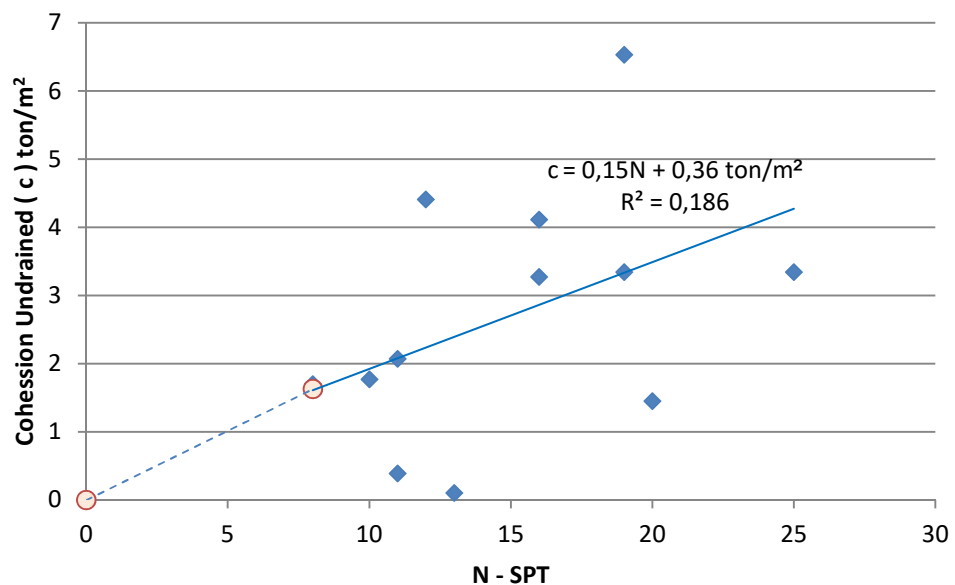
4.6 Hasil Analisis Penilitan

Pada bagian berikut, hasil yang diperoleh dari lapangan dan laboratorium tes disajikan dan dibahas secara rinci. Mengingat koefisien korelasi (R^2), antara hasil terbaik telah diplot. Tujuan dari penggunaan metode statistik ini adalah untuk memberi kita statistik yang dikenal sebagai koefisien korelasi yang merupakan nilai ringkasan satu set data yang besar mewakili derajat asosiasi linear antara dua variabel yang diukur.

R^2 adalah statistik yang akan memberikan beberapa informasi tentang kebaikan dari sebuah hubungan korelasi. Dalam regresi, koefisien R^2 determinasi adalah ukuran statistik dari seberapa baik garis regresi mendekati titik data riil (Sugiyono, 2007). Menurut nilai-nilai R^2 , hubungan antara dua parameter dapat diklasifikasikan sebagai (R^2 0,00 – 0,199) dianggap sangat rendah, (R^2 dari 0,20 – 0,399) dianggap hubungan rendah, (R^2 0,40 – 0,599) dianggap hubungan sedang, (R^2 0,60 – 0,799) dianggap hubungan kuat dan, (R^2 dari 0,80 – 1,0) dianggap menjadi hubungan yang sangat kuat. Banyak peneliti khususnya bidang geoteknik telah memplot data untuk menganalisis dan menggambarkan hubungan antara lapangan dan data laboratorium. Berikut lingkup penelitian untuk mendapatkan efek dan hubungan antara parameter yang telah dilakukan:

4.6.1 Hubungan antara N-SPT dengan Kohesi (c)

Berdasarkan hasil penelitian laboratorium diperoleh nilai – nilai kohesi dari sampel tak terganggu, selanjutnya nilai kohesi disajikan dalam bentuk grafik hubungan antara N-SPT dengan kohesi (c) seperti berikut :



Gambar 4.15 Grafik SPT vs c tegangan cell 1 & 2

Dari grafik diatas dapat dianalisa korelasi antara N-SPT dengan nilai kohesi memiliki koefisien yang sangat rendah yaitu $R^2 = 0,186$ ini dapat menjadi indikasi yang tidak baik. Hal ini dapat disimpulkan bahwa parameter c tegangan cell 1 & 2 kurang berpengaruh pada jumlah SPT.

- Untuk SPT antara $8 \leq N < 25$ nilai c adalah :

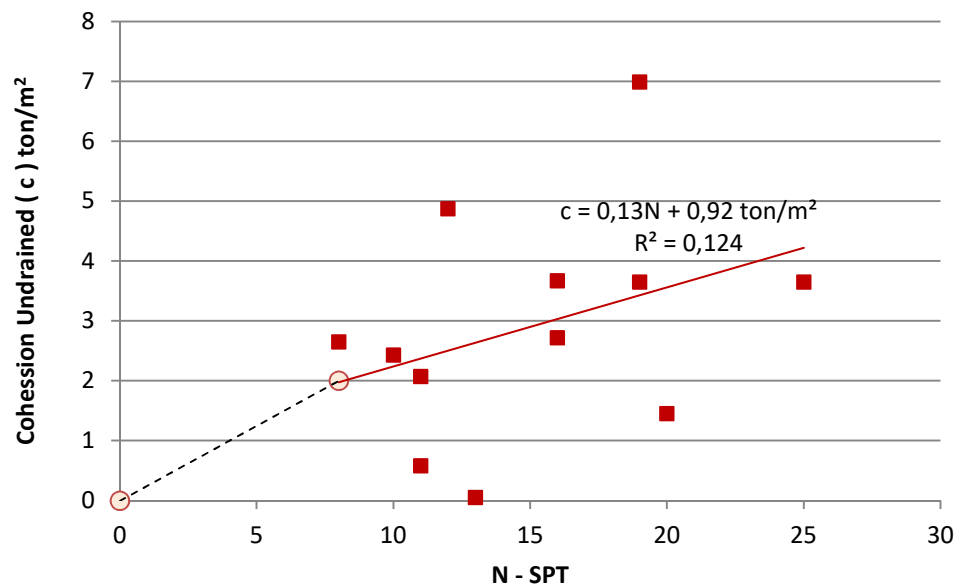
$$c = 0,15N + 0,36 \text{ ton/m}^2$$

- Dari gambar 4.15 diperoleh SPT $0 < N < 8$ nilai c adalah :

$$N = 8 \ \& \ c = 1,61$$

$$\frac{c}{N} = \frac{1,61}{8} = 0,201$$

sehingga hubungan antara c & SPT antara $0 < N < 8$ adalah $c = 0,201N$
 ton/m^2



Gambar 4.16 Grafik SPT vs c tegangan cell 1 & 3

Dari grafik diatas dapat dianalisa korelasi antara N-SPT dengan nilai kohesi memiliki koefiisen yang sangat rendah yaitu $R^2 = 0,124$ dapat menjadi indikasi yang tidak baik. Hal ini dapat disimpulkan bahwa parameter c tegangan cell 1 & 3 kurang berpengaruh pada jumlah SPT.

- Untuk SPT antara $8 \leq N < 25$ nilai c adalah :

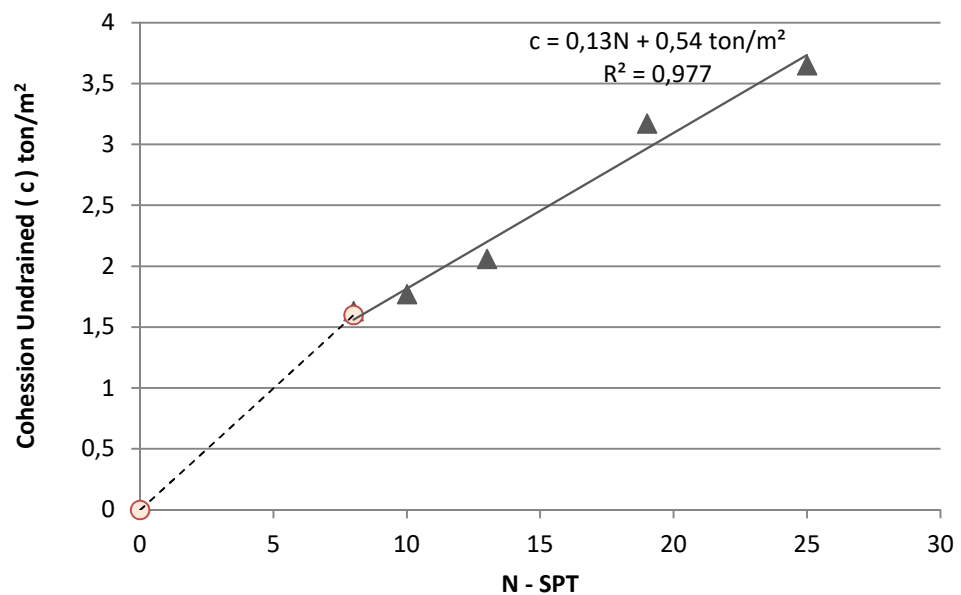
$$c = 0,13N + 0,92 \text{ ton/m}^2$$

- Dari gambar 4.16 diperoleh SPT $0 < N < 8$ nilai c adalah :

$$N = 8 \ \& \ c = 2$$

$$\frac{c}{N} = \frac{2}{8} = 0,25$$

sehingga hubungan antara c & N pada $0 < N < 8$ adalah $c = 0,25N$ ton/m²



Gambar 4.17 Grafik SPT vs c alternatif

Dari grafik diatas dapat dianalisa korelasi antara N-SPT dengan nilai kohesi memiliki koefiisen yang sangat kuat yaitu $R^2 = 0,977$ dapat menjadi indikasi yang baik. Hal ini dapat disimpulkan bahwa parameter c alternatif berpengaruh pada jumlah SPT.

- Untuk SPT antara $8 \leq N < 25$ nilai c adalah :

$$c = 0,13N + 0,54 \text{ ton/m}^2$$

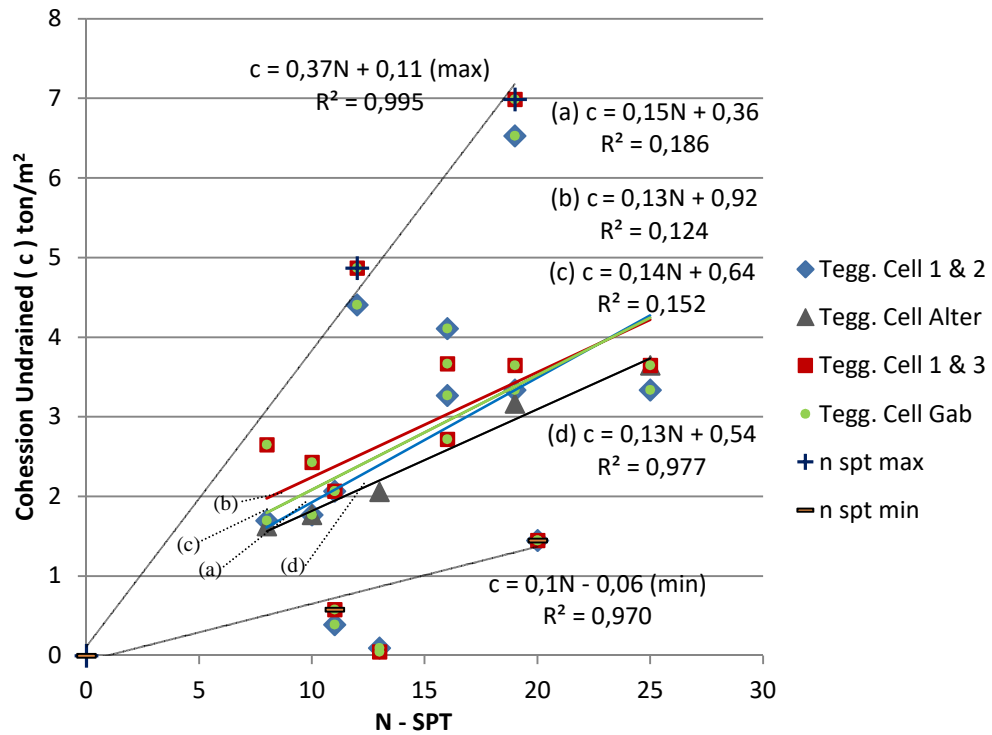
- Dari gambar 4.17 diperoleh SPT $0 < N < 8$ nilai c adalah :

$$N = 8 \ \& \ c = 1,6$$

$$\frac{c}{N} = \frac{1,6}{8} = 0,2$$

sehingga hubungan antara c & N pada $0 < N < 8$ adalah $c = 0,2N$ ton/m²

Setelah mengetahui masing-masing nilai korelasi yang didapat, selanjutnya data-data tersebut digabungkan dan dipilih nilai terbaik.



Gambar 4.18 Grafik SPT vs c tegg. cell (a) 1 & 2, (b) 1 & 3, (c) tegg. cell gabungan (a) (b) dan (d) tegg. cell alternatif

Dari hasil hubungan yang ditunjukkan pada gambar 4.18 persamaan empiris untuk memberikan parameter kuat geser pada tanah lempung antara N-SPT vs c adalah :

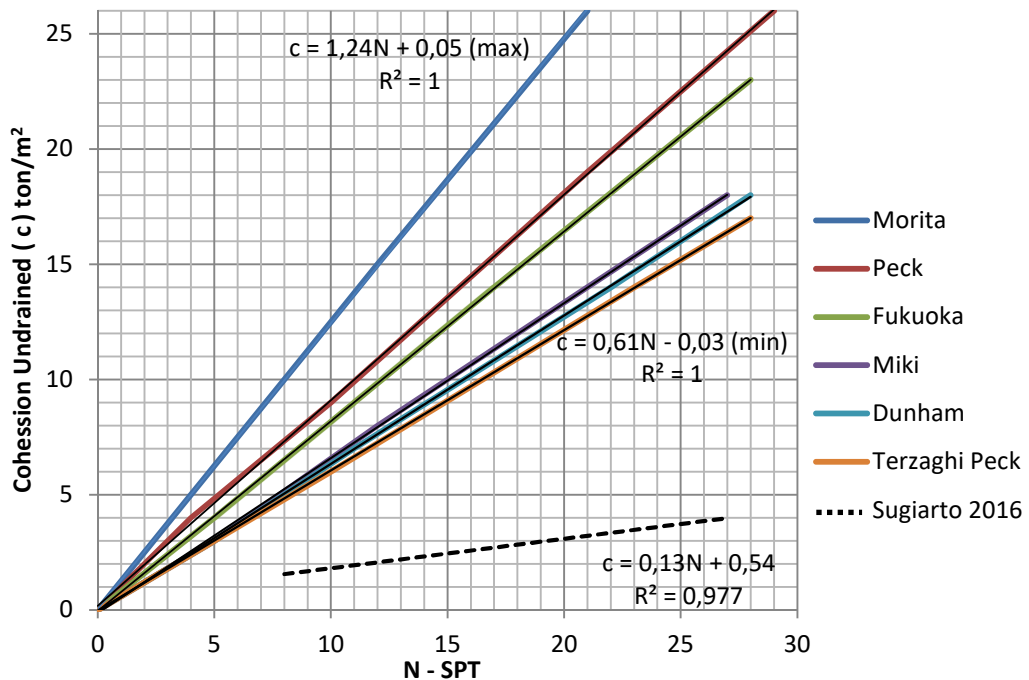
- Untuk SPT antara $8 \leq N < 25$: $c = 0,13 N + 0,54 \text{ ton/m}^2$

Pada nilai max $c = 0,37N + 0,11 \text{ ton/m}^2$ dan min $c = 0,1N - 0,06 \text{ ton/m}^2$

- Untuk SPT antara $0 < N < 8$: $c = 0,2N \text{ ton/m}^2$

Tabel 4.5 Perbandingan nilai N-SPT vs c penelitian

Nilai N-SPT vs c	SPT $8 \leq N < 25$ (ton/m ²)	SPT $0 < N < 8$	R ²
Tegg. Cell 1 & 2	$c = 0,15N + 0,36$	$c = 0,201 N$	0,186
Tegg. Cell 1 & 3	$c = 0,13N + 0,92$	$c = 0,25 N$	0,124
Tegg. Cell alternatif	$c = 0,13N + 0,54$	$c = 0,2 N$	0,977
Tegg. Cell gabungan	$c = 0,14N + 0,64$	$c = 0,22 N$	0,152



Gambar 4.19 Grafik perbandingan penelitian c pada tanah keras dengan c yang diteliti pada tanah lunak

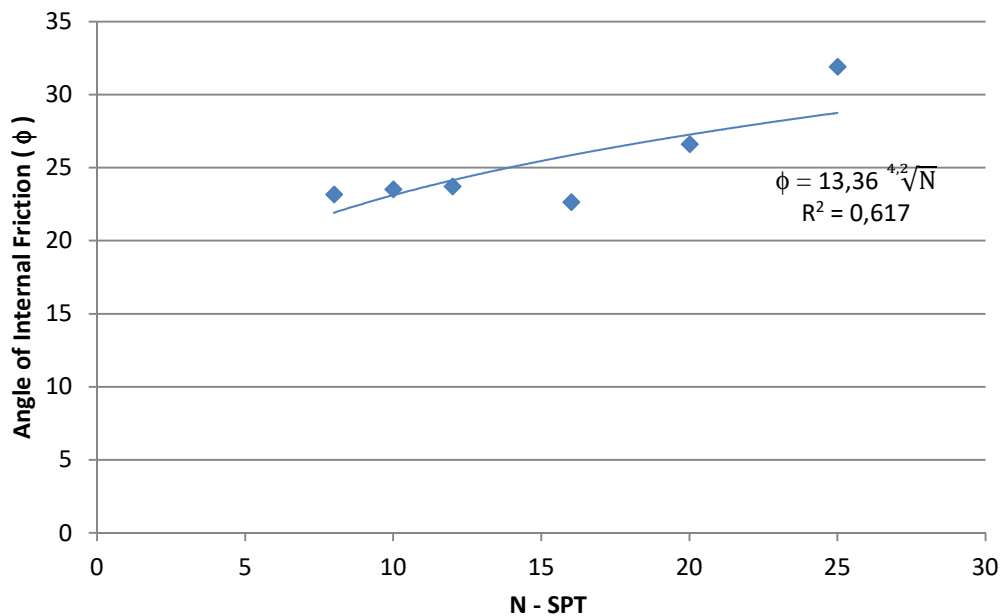
Dari hasil hubungan yang ditunjukkan pada gambar 4.19 persamaan penelitian sebelumnya, untuk N-SPT vs c antara $0 \leq N < 30$ mempunyai nilai max $c = 1,24N + 0,05$ ton/m² dan min $c = 0,61N - 0,03$ ton/m².

Korelasi penelitian penulis menunjukkan perbedaan yang signifikan antara sumber penelitian sebelumnya. Hal ini terjadi karena perbedaan cara pengujian triaxial antara CU dan UU. Akan tetapi hasil yang didapat dari

penelitian tersebut masih relevan untuk dipakai sebagai korelasi khususnya pada tanah lempung.

4.6.2 Hubungan Antara N-SPT dengan Sudut Geser Dalam (ϕ)

Berdasarkan hasil penelitian laboratorium diperoleh nilai – nilai sudut geser dalam (ϕ), selanjutnya nilai sudut geser dalam disajikan dalam bentuk grafik hubungan antara N-SPT dengan nilai ϕ seperti berikut :

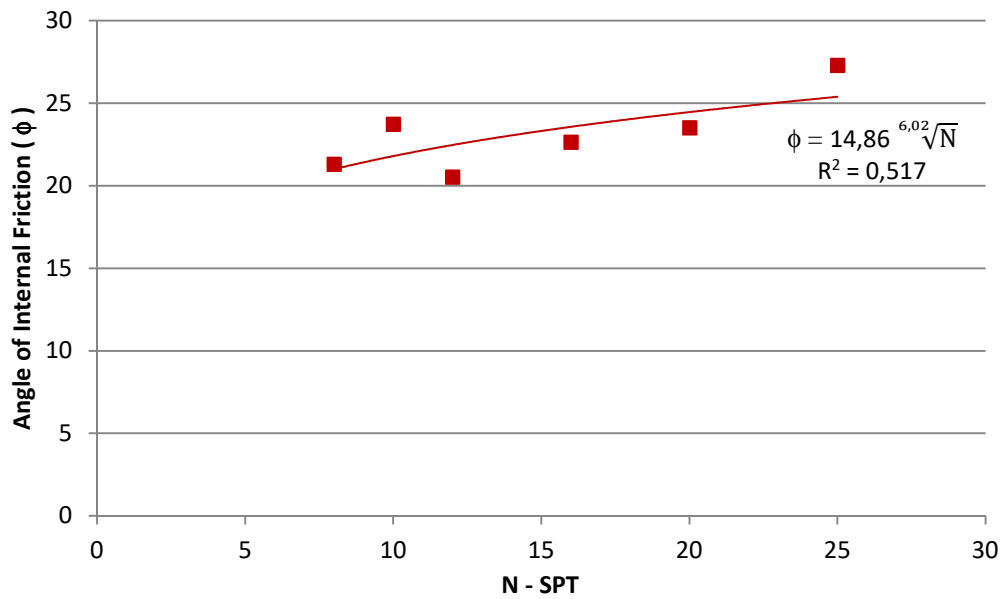


Gambar 4.20 Grafik SPT vs ϕ tegangan cell 1 & 2

Dari grafik diatas dapat dianalisa korelasi antara N-SPT dengan nilai sudut geser dalam memiliki koefiisen kuat yaitu $R^2 = 0,617$ dapat menjadi indikasi yang cukup baik. Hal ini dapat disimpulkan bahwa parameter ϕ tegangan cell 1 & 2 berpengaruh pada jumlah SPT.

Untuk SPT antara $8 \leq N < 25$ nilai ϕ adalah :

$$\phi = 13,36 \cdot 4,2 \sqrt{N}$$

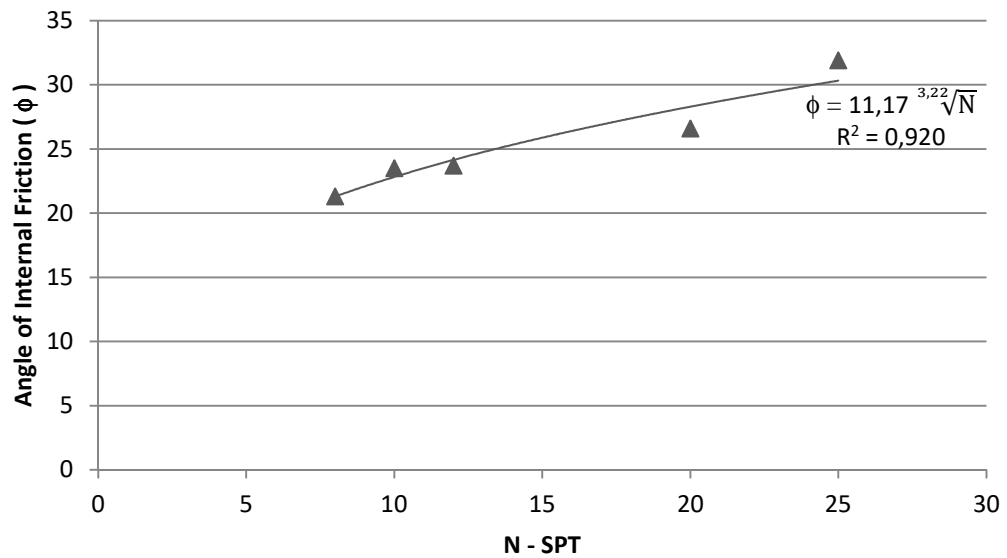


Gambar 4.21 Grafik SPT vs ϕ tegangan cell 1 & 3

Dari grafik diatas dapat dianalisa korelasi antara N-SPT dengan nilai sudut geser dalam memiliki koefisien sedang yaitu $R^2 = 0,517$ dapat menjadi indikasi yang cukup baik. Hal ini dapat disimpulkan bahwa parameter ϕ tegangan cell 1 & 3 berpengaruh pada jumlah SPT.

Untuk SPT antara $8 \leq N < 25$ nilai ϕ adalah :

$$\phi = 14,86 \cdot 6,02 \sqrt{N}$$



Gambar 4.22 Grafik SPT vs ϕ tegangan cell alternatif

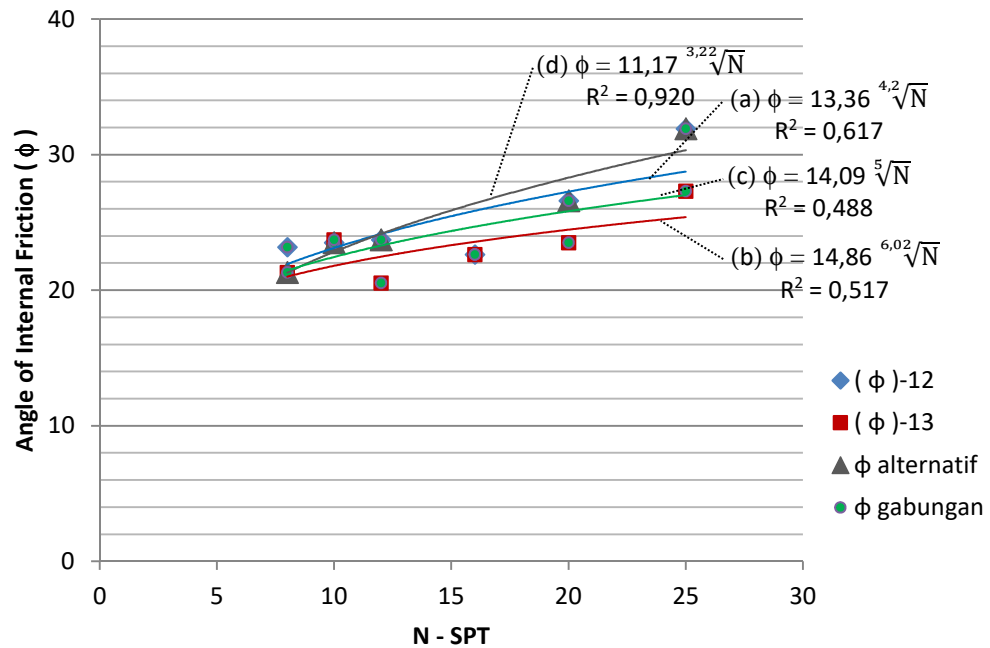
Dari grafik diatas dapat dianalisa korelasi antara N-SPT dengan nilai sudut geser dalam memiliki koefiisen sangat kuat yaitu $R^2 = 0,920$ dapat menjadi indikasi yang sangat baik. Hal ini dapat disimpulkan bahwa parameter ϕ tegangan cell alternatif sangat berpengaruh pada jumlah SPT.

Untuk SPT antara $8 \leq N < 25$ nilai ϕ adalah :

$$\phi = 11,17 \sqrt[3,22]{N}$$

Setelah mengetahui masing-masing nilai korelasi yang didapat, selanjutnya data-data tersebut digabungkan dan dipilih nilai terbaik.

(Data yang tersaji pada gambar grafik 4.20 – 4.22 diperoleh dari *selected* data, untuk data mentah korelasi N-SPT dengan ϕ dapat dilihat pada lampiran 3 halaman 99)



Gambar 4.23 Grafik SPT vs ϕ tegangan cell (a) 1 & 2, (b) 1 & 3, (c) gabungan (a) (b) dan (d) alternatif

Dari hasil hubungan yang ditunjukkan pada gambar 4.23 persamaan empiris untuk memberikan parameter kuat geser pada tanah lempung antara N-SPT vs sudut geser dalam (ϕ) untuk SPT antara $8 \leq N < 25$ adalah

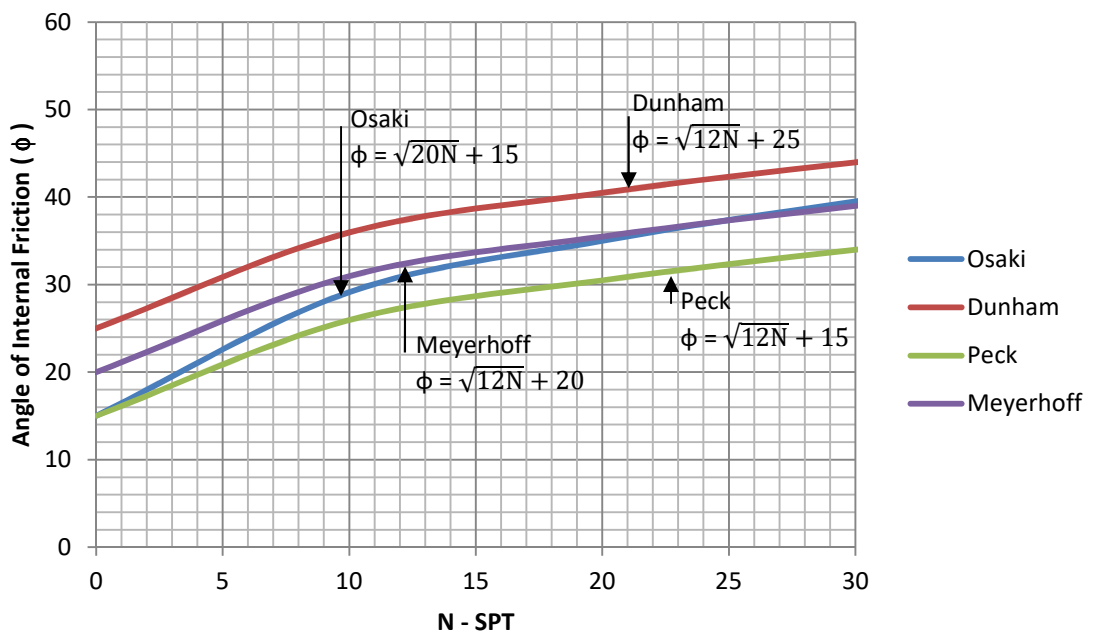
$$\phi = 13,36 \sqrt[4.2]{N}$$

Tabel 4.6 Perbandingan nilai N-SPT vs ϕ penelitian

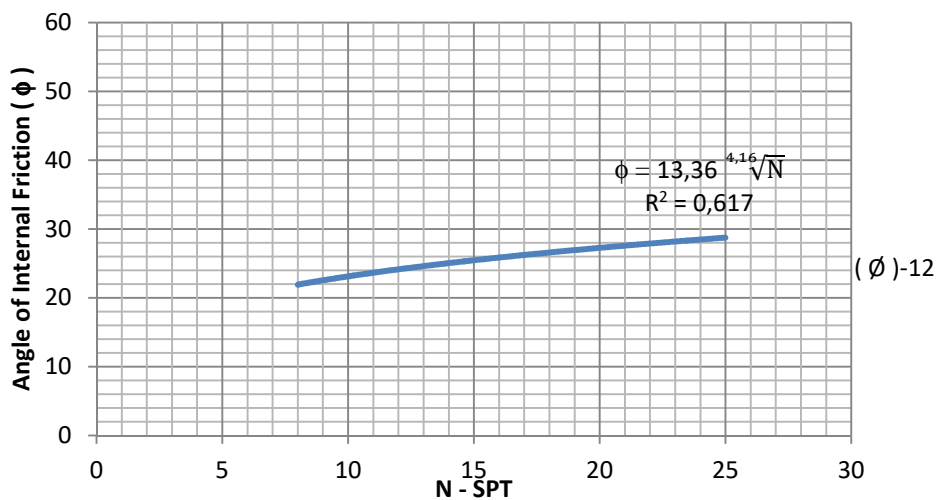
Nilai N-SPT vs ϕ	SPT $8 \leq N < 25$	R^2
N-SPT vs ϕ Tegg. Cell 1 & 2	$\phi = 13,36 \sqrt[4.2]{N}$	0,617
N-SPT vs ϕ Tegg. Cell 1 & 3	$\phi = 14,86 \sqrt[6.02]{N}$	0,517
N-SPT vs ϕ Tegg. Cell alternatif	$\phi = 11,17 \sqrt[3.22]{N}$	0,920
N-SPT vs ϕ Tegg. Cell gabungan	$\phi = 14,09 \sqrt[5]{N}$	0,488

Setelah kita ketahui hasil korelasi N-SPT vs ϕ pada penelitian diatas kemudian kita bandingkan dengan N-SPT vs ϕ dari hasil penelitian ahli

geoteknik yang sudah ada pada tanah pasir karena sampai saat ini belum ada penelitian yang membahas korelasi N-SPT vs ϕ pada tanah lempung. Pada tanah lempung dianggap $\phi = 0$ akan tetapi itu berlaku pada lempung *normally consolidated* sedangkan pada lempung *over consolidated* ternyata nilai $\phi \neq 0$. Berikut grafik perbandingan N-SPT vs ϕ .



Gambar 4.24 Grafik perbandingan penelitian N-SPT vs ϕ tanah pasir



Gambar 4.25 Grafik perbandingan penelitian N-SPT vs ϕ tanah lempung

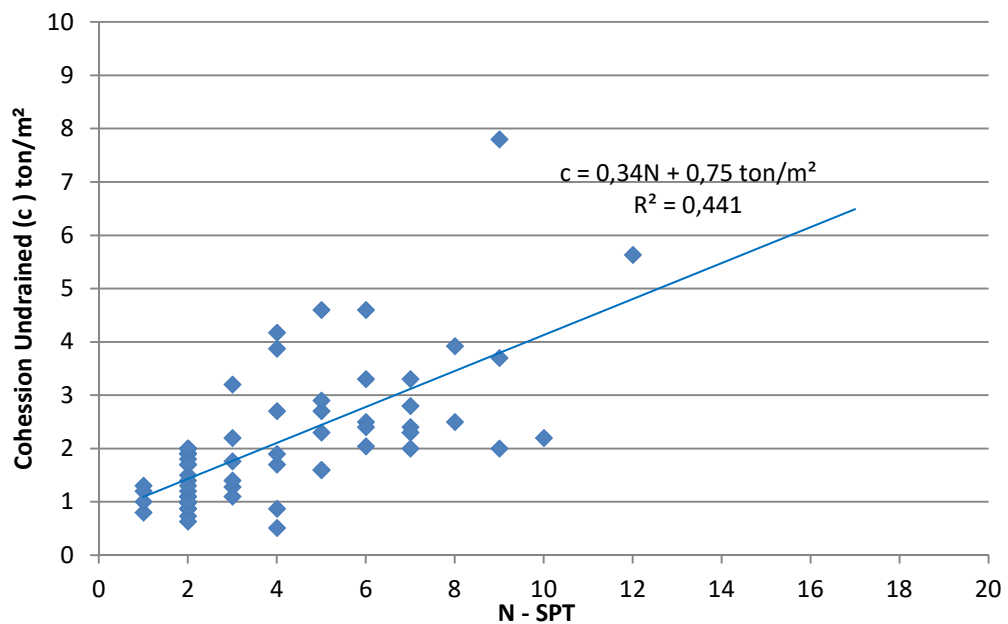
Dari hasil grafik diatas ternyata membuktikan bahwa pada tanah lempung *over consolidated* mempunyai nilai $\phi = 13,36 \sqrt[4,2]{N}$.

4.7 Hasil Analisis Data Sekunder

Pada bab ini akan menampilkan hasil data lapangan dan laboratorium yang diperoleh dari beberapa lokasi sekitar Jakarta, Depok, Tangerang dan Bekasi. Pengumpulan data – data ini dilakukan untuk melihat hubungan antara penelitian penulis dengan penyelidikan tanah dilapangan.

4.7.1 Hubungan antara N-SPT dengan Kohesi (c) Data Sekunder

Berdasarkan hasil penelitian di laboratorium diperoleh nilai – nilai kohesi dari sampel tak terganggu (c), selanjutnya nilai kohesi disajikan dalam bentuk grafik hubungan antara N-SPT dengan kohesi (c) seperti berikut :



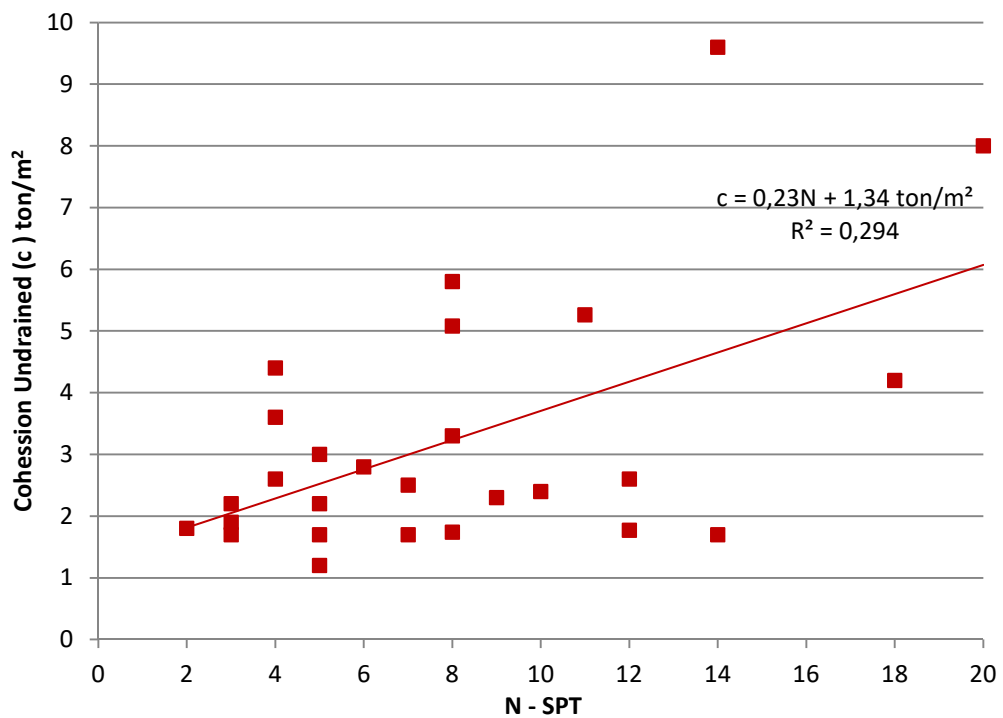
Gambar 4.26 Grafik SPT vs c Jakarta

Dari grafik diatas dapat dianalisa korelasi antara N-SPT dengan nilai kohesi memiliki koefiisen yang sedang yaitu $R^2 = 0,441$ ini dapat menjadi indikasi yang baik. Hal ini dapat disimpulkan bahwa parameter c untuk tanah di Jakarta berpengaruh pada jumlah SPT.

Untuk SPT antara $1 \leq N < 16$ nilai c adalah :

$$c = 0,34N + 0,75 \text{ ton/m}^2$$

(Data lokasi Jakarta dapat dilihat pada lampiran 4 hal 100)



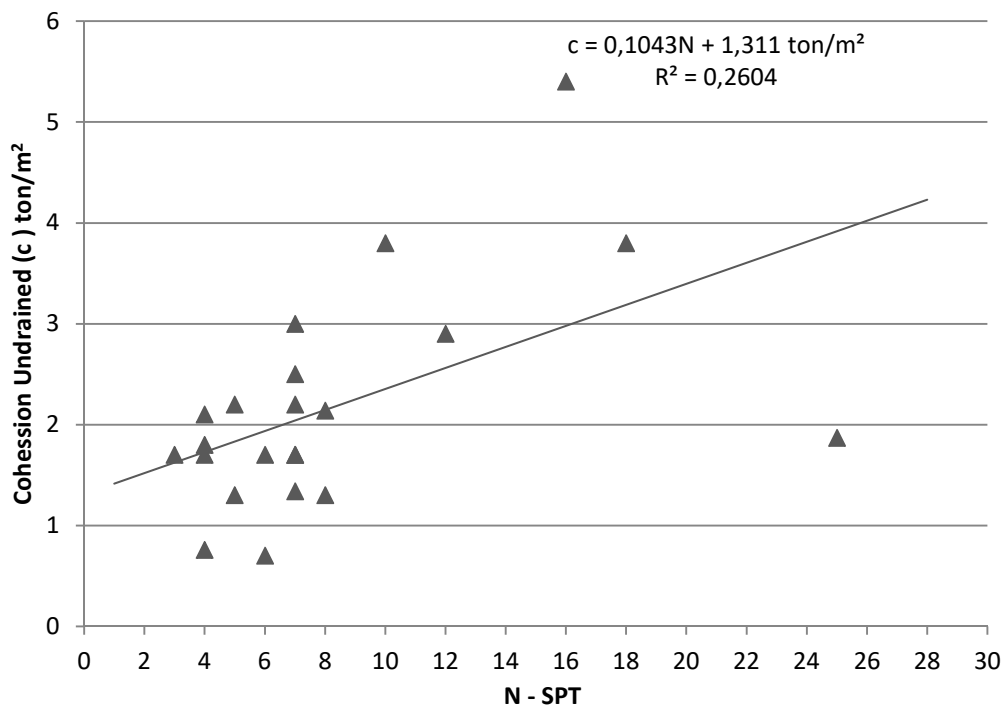
Gambar 4.27 Grafik SPT vs c Depok

Dari grafik diatas dapat dianalisa korelasi antara N-SPT dengan nilai kohesi memiliki koefiisen yang rendah yaitu $R^2 = 0,294$ ini dapat menjadi indikasi yang kurang baik. Hal ini dapat disimpulkan bahwa parameter c untuk tanah di Depok agak berpengaruh pada jumlah SPT.

Untuk SPT antara $2 \leq N < 20$ nilai c adalah :

$$c = 0,23N + 1,34 \text{ ton/m}^2$$

(Data lokasi Depok dapat dilihat pada lampiran 5 hal 101)



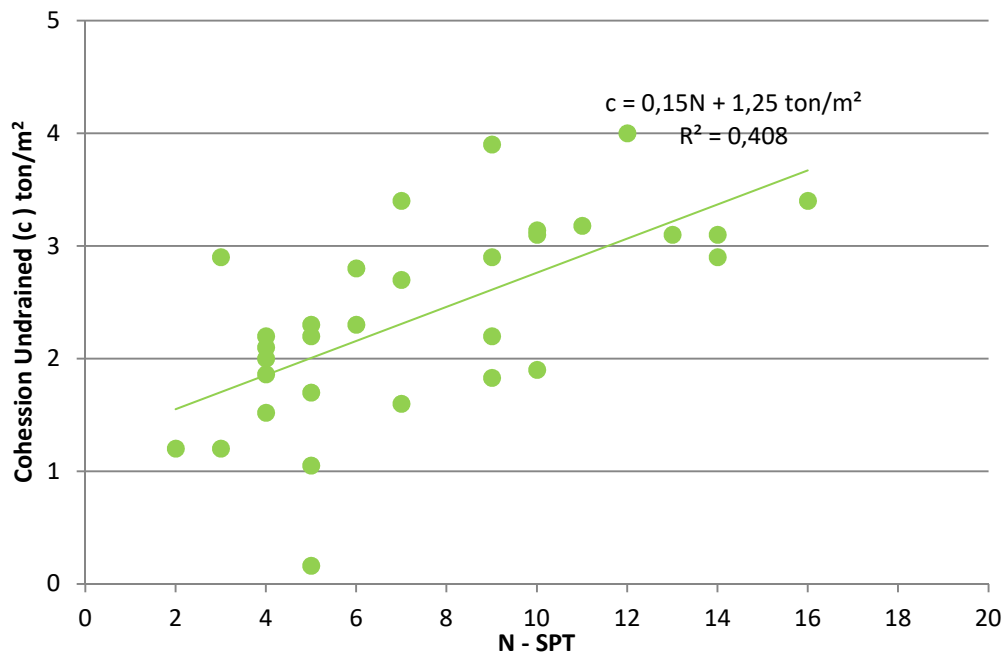
Gambar 4.28 Grafik SPT vs c Tangerang

Dari grafik diatas dapat dianalisa korelasi antara N-SPT dengan nilai kohesi memiliki koefiisen yang rendah yaitu $R^2 = 0,260$ ini dapat menjadi indikasi yang kurang baik. Hal ini dapat disimpulkan bahwa parameter c untuk tanah di Tangerang agak berpengaruh pada jumlah SPT.

Untuk SPT antara $2 \leq N < 25$ nilai c adalah :

$$c = 0,10N + 1,31 \text{ ton/m}^2$$

(Data lokasi Tangerang dapat dilihat pada lampiran 6 hal 102)



Gambar 4.29 Grafik SPT vs c Bekasi

Dari grafik diatas dapat dianalisa korelasi antara N-SPT dengan nilai kohesi memiliki koefiisen yang sedang yaitu $R^2 = 0,408$ ini dapat menjadi indikasi yang baik. Hal ini dapat disimpulkan bahwa parameter c untuk tanah di Bekasi berpengaruh pada jumlah SPT.

Untuk SPT antara $2 \leq N < 16$ nilai c adalah :

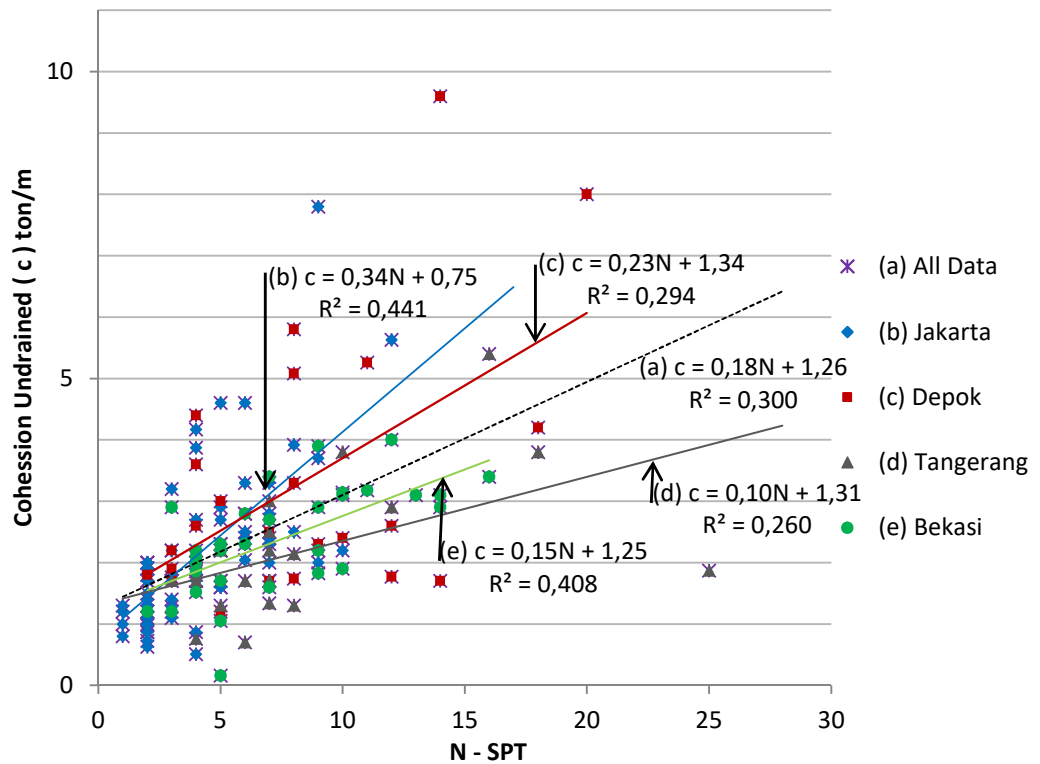
$$c = 0,15N + 1,25 \text{ ton/m}^2$$

(Data lokasi Bekasi dapat dilihat pada lampiran 7 hal 103)

Tabel 4.7 Perbandingan nilai N-SPT vs c data sekunder

Lokasi	Korelasi N-SPT vs c (ton/m ²)	R ²
Jakarta	$c = 0,34N + 0,75$	0,441
Depok	$c = 0,23N + 1,34$	0,294
Tangerang	$c = 0,10N + 1,31$	0,260

Bekasi	$c = 0,15N + 1,25$	0,408
--------	--------------------	-------



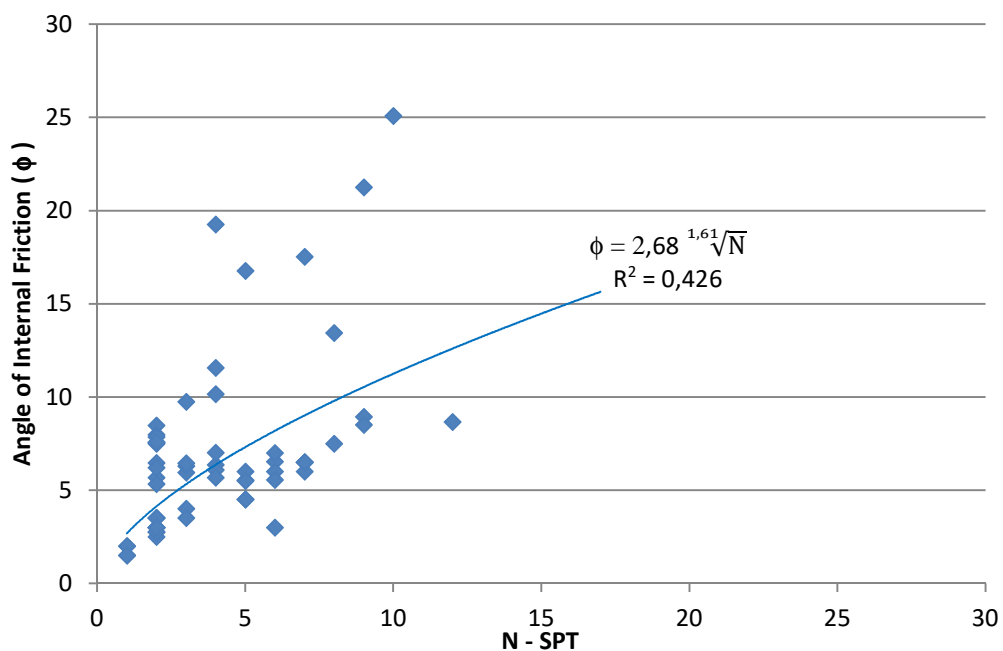
Gambar 4.30 Grafik SPT vs c data sekunder

Dari grafik diatas dapat dianalisa korelasi antara N-SPT dengan nilai kohesi dari keseluruhan data memiliki koefiisen yang rendah yaitu $R^2 = 0,300$ dapat menjadi indikasi yang agak baik. Hal ini dapat disimpulkan bahwa parameter c dari seluruh lokasi agak berpengaruh pada jumlah SPT. Untuk SPT antara $1 \leq N < 25$ pada keseluruhan data nilai c adalah :

$$c = 0,18N + 1,26 \text{ ton/m}^2$$

4.7.2 Hubungan Antara N-SPT dengan Sudut Geser Dalam (ϕ) Data Sekunder

Berdasarkan hasil penelitian di laboratorium diperoleh nilai – nilai sudut geser dalam (ϕ), selanjutnya nilai sudut geser dalam disajikan dalam bentuk grafik hubungan antara N-SPT dengan nilai ϕ seperti berikut :



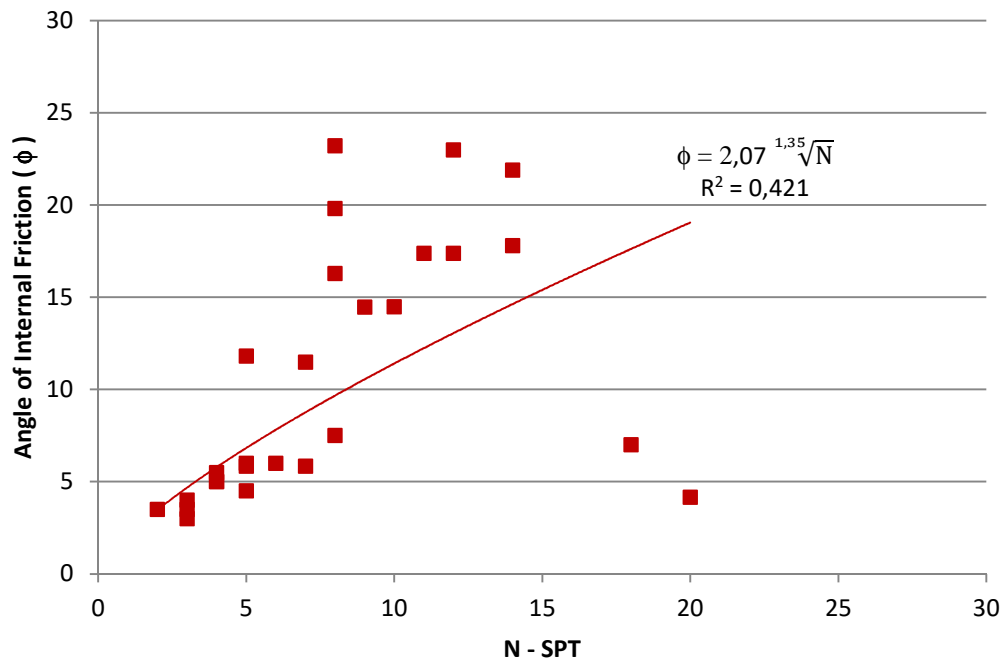
Gambar 4.31 Grafik SPT vs ϕ Jakarta

Dari grafik diatas dapat dianalisa korelasi antara N-SPT dengan nilai kohesi memiliki koefiisen yang sedang yaitu $R^2 = 0,426$ dapat menjadi indikasi yang baik. Hal ini dapat disimpulkan bahwa parameter ϕ untuk lokasi Jakarta berpengaruh pada jumlah SPT.

Untuk SPT antara $2 \leq N < 17$ nilai ϕ adalah :

$$\phi = 2,68 \cdot 1,61 \sqrt{N}$$

(Data lokasi Jakarta dapat dilihat pada lampiran 4 hal 100)



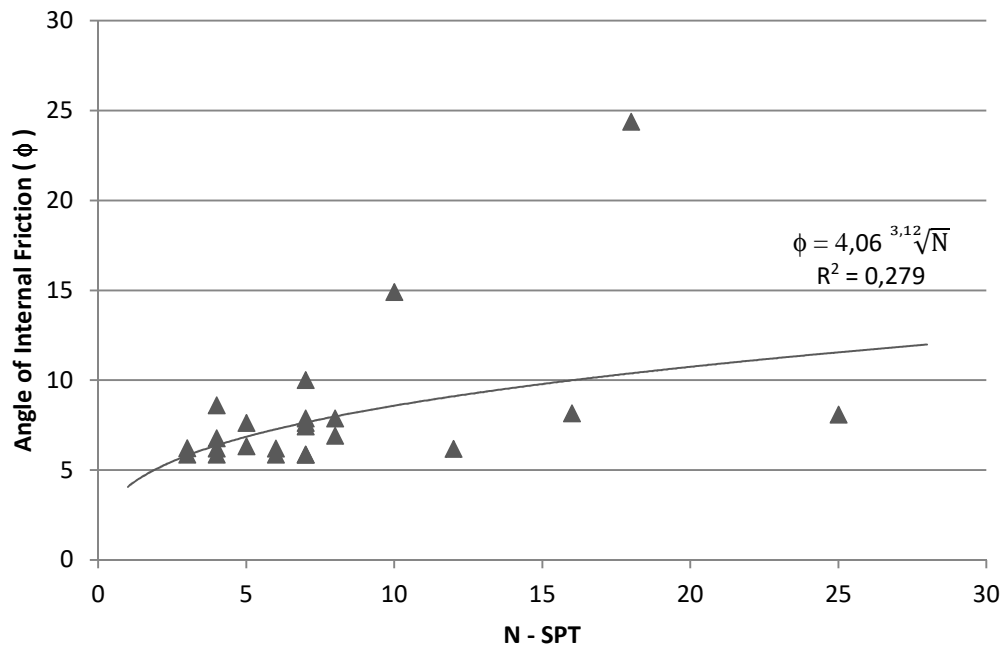
Gambar 4.32 Grafik SPT vs ϕ Depok

Dari grafik diatas dapat dianalisa korelasi antara N-SPT dengan nilai kohesi memiliki koefiisen yang sedang yaitu $R^2 = 0,421$ dapat menjadi indikasi yang baik. Hal ini dapat disimpulkan bahwa parameter ϕ untuk lokasi Depok berpengaruh pada jumlah SPT.

Untuk SPT antara $2 \leq N < 20$ nilai ϕ adalah :

$$\phi = 2,07 \sqrt[1,35]{N}$$

(Data lokasi Depok dapat dilihat pada lampiran 5 hal 101)



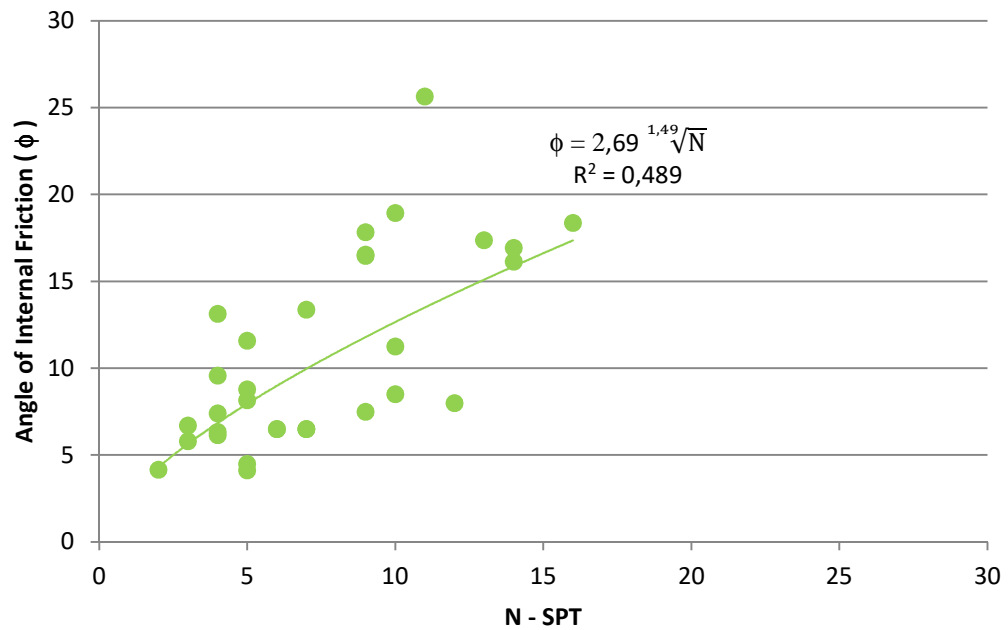
Gambar 4.33 Grafik SPT vs ϕ Tangerang

Dari grafik diatas dapat dianalisa korelasi antara N-SPT dengan nilai kohesi memiliki koefiisen yang rendah yaitu $R^2 = 0,279$ dapat menjadi indikasi yang kurang baik. Hal ini dapat disimpulkan bahwa parameter ϕ untuk lokasi Tangerang agak berpengaruh pada jumlah SPT.

Untuk SPT antara $2 \leq N < 25$ nilai ϕ adalah :

$$\phi = 4,06 \cdot 3,12\sqrt{N}$$

(Data lokasi Tangerang dapat dilihat pada lampiran 6 hal 102)



Gambar 4.34 Grafik SPT vs ϕ Bekasi

Dari grafik diatas dapat dianalisa korelasi antara N-SPT dengan nilai kohesi memiliki koefisien yang sedang yaitu $R^2 = 0,489$ dapat menjadi indikasi yang baik. Hal ini dapat disimpulkan bahwa parameter ϕ untuk lokasi Bekasi berpengaruh pada jumlah SPT.

Untuk SPT antara $2 \leq N < 16$ nilai ϕ adalah :

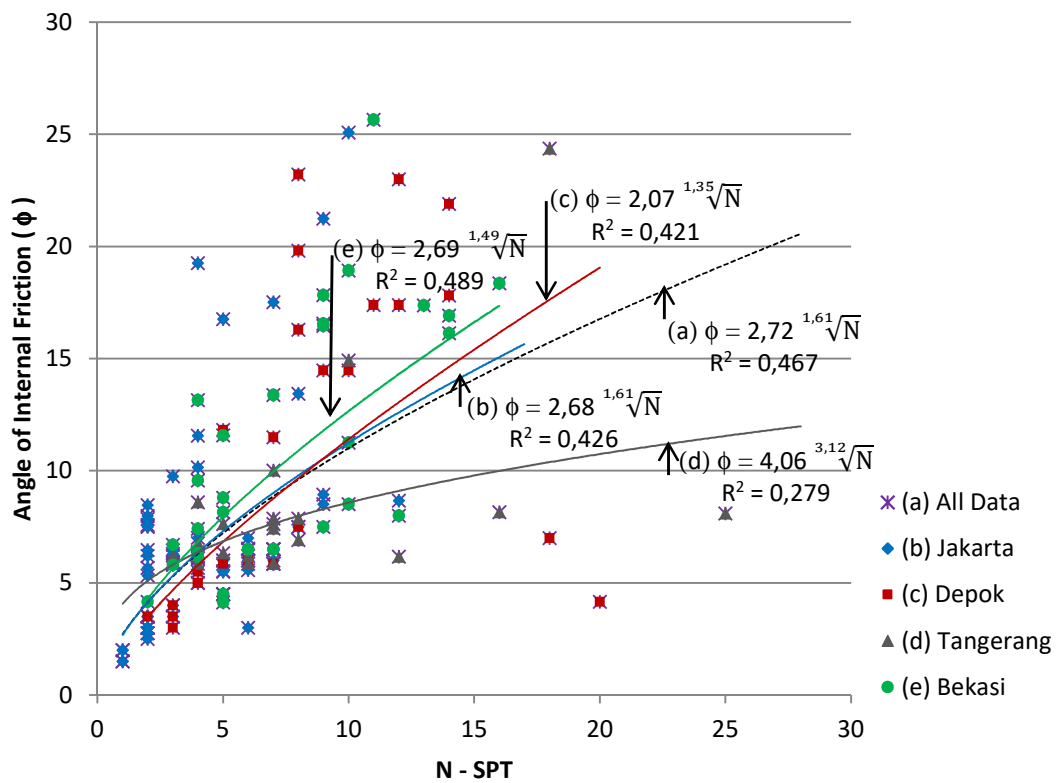
$$\phi = 2,69 \cdot 1,49 \sqrt{N}$$

(Data lokasi Bekasi dapat dilihat pada lampiran 7 hal 103)

Tabel 4.8 Perbandingan nilai N-SPT vs ϕ data sekunder

Lokasi	Korelasi N-SPT vs ϕ	R^2
Jakarta	$\phi = 2,68 \cdot 1,61 \sqrt{N}$	0,426
Depok	$\phi = 2,07 \cdot 1,35 \sqrt{N}$	0,421
Tangerang	$\phi = 4,06 \cdot 3,12 \sqrt{N}$	0,279

Bekasi	$\phi = 2,69 \sqrt[1,49]{N}$	0,489
--------	------------------------------	-------



Gambar 4.35 Grafik SPT vs ϕ data sekunder

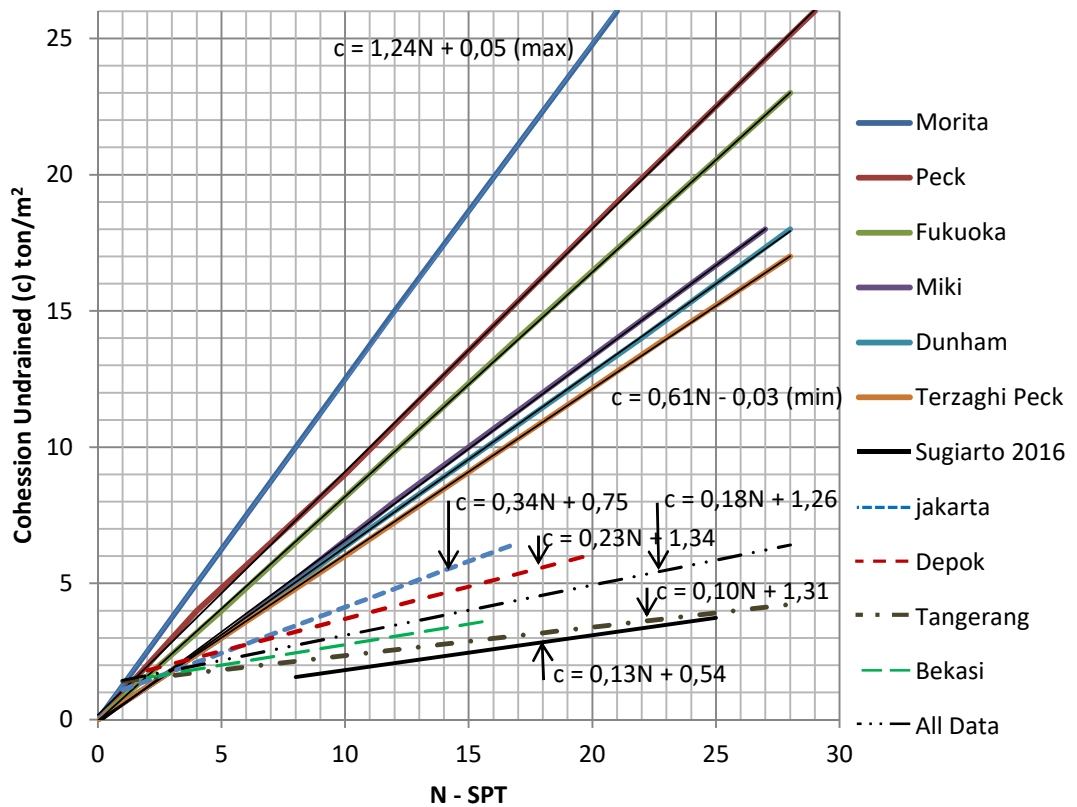
Dari grafik diatas dapat dianalisa korelasi antara N-SPT dengan nilai kohesi dari keseluruhan data memiliki koefiisen yang sedang yaitu $R^2 = 0,467$ dapat menjadi indikasi yang baik. Hal ini dapat disimpulkan bahwa parameter ϕ dari seluruh lokasi berpengaruh pada jumlah SPT.

Untuk SPT antara $1 \leq N < 25$ pada keseluruhan data nilai ϕ adalah :

$$\phi = 2,72 \sqrt[1,61]{N}$$

4.8 Verifikasi Hasil Penelitian

Bab ini akan menampilkan hasil penelitian yang dilakukan penulis secara langsung dan diperoleh dari beberapa lokasi sekitar Jakarta, Depok, Tangerang dan Bekasi. Kemudian diplot pada grafik dari literatur peneliti sebelumnya. Karena sampai saat ini belum ada penelitian yang membahas korelasi N-SPT vs ϕ pada tanah lempung.



Gambar 4.36 Grafik perbandingan penelitian N-SPT vs c pada tanah keras dengan N-SPT vs c yang diteliti pada tanah lempung

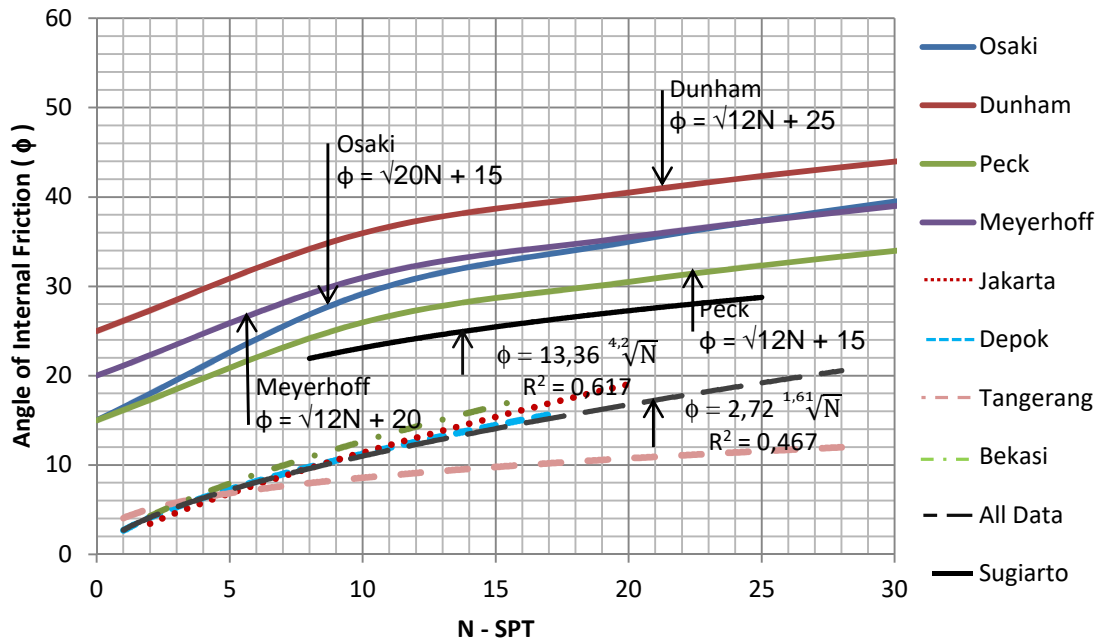
Berdasarkan grafik 4.36 diatas korelasi penelitian dari data primer penulis dengan data sekunder tidak jauh berbeda. Akan tetapi dengan penelitian

dari literatur terlihat menunjukkan perbedaan yang signifikan dimana nilai korelasi c lebih tinggi hasilnya. Hal ini terjadi karena perbedaan cara pengujian triaxial antara CU dan UU. Akan tetapi hasil yang didapat dari penelitian tersebut masih relevan untuk dipakai sebagai korelasi, khususnya pada tanah lempung.

Tabel 4.9 Perbandingan nilai N-SPT vs c data primer dan sekunder

Lokasi	Korelasi N-SPT vs c (ton/m ²)	R ²
Jakarta (data primer)	$c = 0,13N + 0,54$	0,977
Jakarta	$c = 0,34N + 0,75$	0,441
Depok	$c = 0,23N + 1,34$	0,294
Tangerang	$c = 0,10N + 1,31$	0,260
Bekasi	$c = 0,15N + 1,25$	0,408
All Data	$c = 0,18N + 1,26$	0,300

Selanjutnya pada grafik dibawah akan disajikan data korelasi N-SPT vs ϕ dari literatur penelitian yang sudah ada. Nilai korelasi yang dipakai ada pada tanah pasir karena sampai saat ini belum ada penelitian yang membahas korelasi N-SPT vs ϕ pada tanah lempung. Karena pada tanah lempung dianggap $\phi = 0$ akan tetapi itu berlaku pada lempung *normaly consolidated* sedangkan pada lempung *over consolidated* hasilnya dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



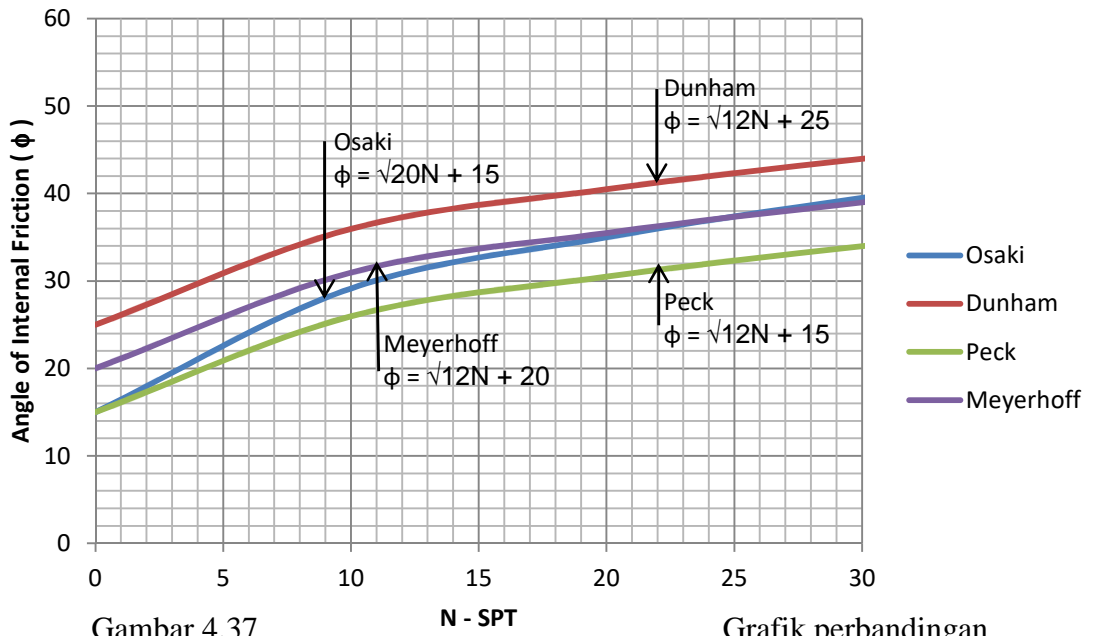
Gambar 4.37 Grafik perbandingan penelitian N-SPT vs ϕ pada tanah pasir dengan N-SPT vs ϕ yang diteliti pada tanah lempung

Dari hasil grafik diatas ternyata membuktikan bahwa pada tanah lempung *over consolidated* mempunyai nilai $\phi \neq 0$. Dan pada tanah sekitaran Jakarta, Depok, Tangerang dan Bekasi mempunyai nilai ϕ artinya tanah sekitar lokasi ini merupakan jenis lempung *over consolidated*.

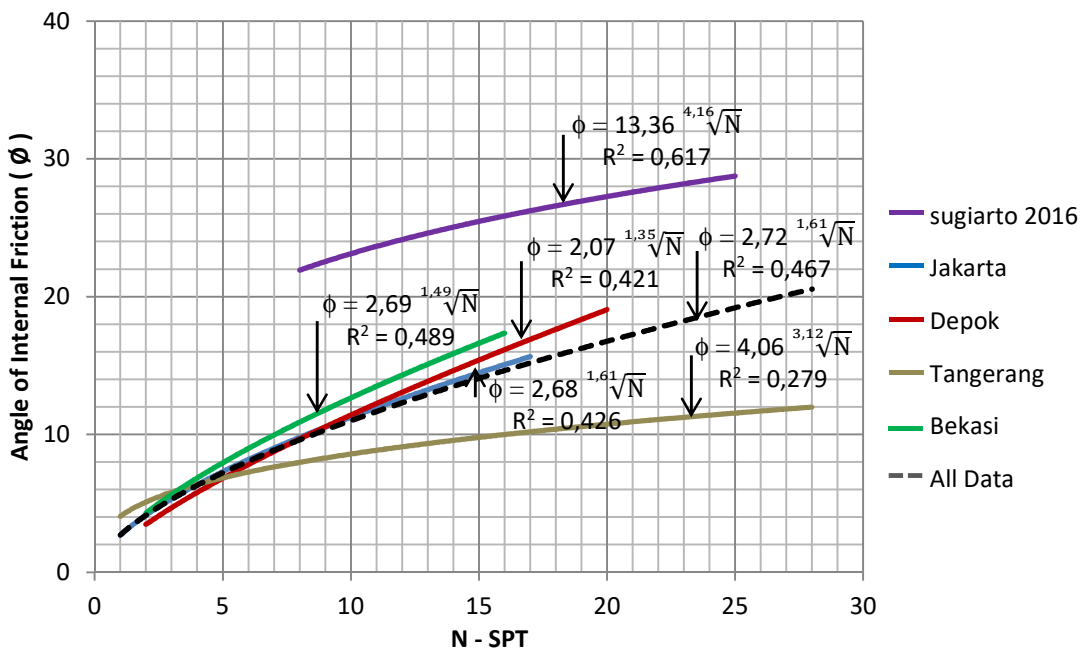
Tabel 4.10 Perbandingan nilai N-SPT vs ϕ data primer dan sekunder

Lokasi	Korelasi N-SPT vs ϕ	R ²
Jakarta (data primer)	$\phi = 13,36 \sqrt[4.2]{N}$	0,617
Jakarta	$\phi = 2,68 \sqrt[1.61]{N}$	0,426
Depok	$\phi = 2,07 \sqrt[1.35]{N}$	0,421

Tangerang	$\phi = 4,06 \sqrt[3,12]{N}$	0,279
Bekasi	$\phi = 2,69 \sqrt[1,49]{N}$	0,489
All Data	$\phi = 2,72 \sqrt[1,6]{N}$	0,467



Gambar 4.37 Grafik perbandingan penelitian N-SPT vs ϕ pada tanah pasir

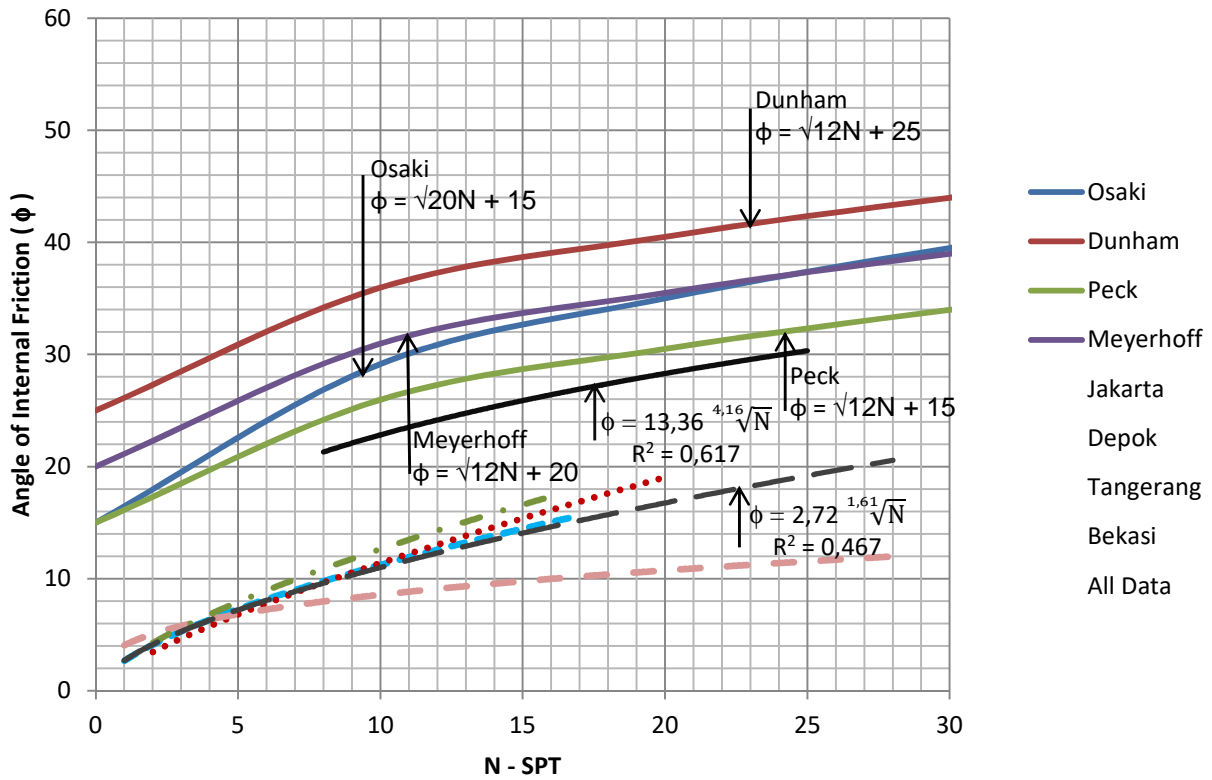


Gambar 4.38 Grafik perbandingan penelitian N-SPT vs ϕ tanah pada lempung

Dari hasil grafik diatas ternyata membuktikan bahwa pada tanah lempung *over consolidated* mempunyai nilai $\phi \neq 0$. Dan pada tanah sekitaran Jakarta, Depok, Tangerang dan Bekasi mempunyai nilai ϕ artinya tanah sekitar lokasi ini merupakan jenis lempung *over consolidated*.

Tabel 4.10 Perbandingan nilai N-SPT vs ϕ data primer dan sekunder

Lokasi	Korelasi N-SPT vs ϕ	R ²
Jakarta (data primer)	$\phi = 13,36 \sqrt[4,16]{N}$	0,617
Jakarta	$\phi = 2,68 \sqrt[1,61]{N}$	0,426
Depok	$\phi = 2,07 \sqrt[1,35]{N}$	0,421
Tangerang	$\phi = 4,06 \sqrt[3,12]{N}$	0,279
Bekasi	$\phi = 2,69 \sqrt[1,49]{N}$	0,489
All Data	$\phi = 2,72 \sqrt[1,6]{N}$	0,467



BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Tujuan utama dari tugas akhir ini ialah melihat korelasi N-SPT dengan parameter kuat geser tanah, kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ) pada tanah lempung. Hasil penelitian yang telah dianalisis dapat disimpulkan sebagai berikut :

- 1) Pada hasil korelasi N-SPT vs c yang penulis uji mempunyai perbedaan terhadap hasil peneliti sebelumnya. Hal ini terjadi karena perbedaan cara pengujian triaxial antara CU dan UU. Hasil yang penulis dapatkan pada korelasi N-SPT vs c untuk $SPT\ 8 < N < 25$ berlaku persamaan $c = 0,13N + 0,54\ \text{ton/m}^2$.
- 2) Hal yang penting dalam penelitian ini adalah bahwa selama ini pada tanah lempung selalu diasumsikan $\phi = 0$ padahal kenyataannya pada tanah lempung *over consolidated* nilai $\phi \neq 0$. Sehingga mempunyai nilai korelasi dengan N-SPT. Walaupun hasil korelasi masih lebih kecil dari penelitian sebelumnya seperti Peck yang mempunyai nilai $\phi = \sqrt{12N} + 15$ hasil yang didapat penelitian langsung diperoleh hubungan N-SPT vs ϕ untuk $SPT\ 8 < N < 25$ berlaku persamaan $\phi = 13,36\ \sqrt[4,16]{N}$.

5.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan dan melihat pada hasil dari penelitian tersebut, maka ada beberapa saran yang disampaikan oleh penulis diantaranya adalah :

- 1) Untuk penelitian lebih lanjut perlu dilakukan pengetesan bor dalam lebih banyak lagi agar data yang didapat menjadi variatif dan lebih baik.
- 2) Penelitian lebih lanjut dapat melakukan uji coba pengetesan triaxial dengan metode *Consolidated Undrained Test / CU test* atau *Consolidated Drained Test / CD test*.
- 3) Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan membandingkan masing – masing properties sampel tanah yang didapat dari sampel tak terganggu.

DAFTAR PUSTAKA

1. Das, Braja M. "*Mekanika Tanah Jilid 1, terjemahan*". Erlangga, Jakarta, 1995.
2. Das, Braja M. "*Mekanika Tanah Jilid 2, terjemahan*". Erlangga, Jakarta, 1995.
3. Craig, R. F. "*Mekanika Tanah, terjemahan*", Erlangga, Jakarta, 1991.
4. Bowles, Joseph E. "*Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah, terjemahan*", Erlangga, Jakarta, 1989.
5. Christady, Harry Hardiyatmo. "*Mekanika Tanah 1*". Gramedia, Yogyakarta, 1992.
6. Sosrodarsono, Suyono, Ir. Dr., "*Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*" Erlangga, Jakarta 1988.
7. Whitman & Lambe, "Soil Mechanics from Terzaghi and Peck 1948", International Edition 1969.
8. Whitman, Robert V., "Soil Mechanics", 1962
9. *Schmertmann, 1978; SKEMTON, 1986; Carter & Bently, 1991*
10. *Holtz and Kovacs, An Introduction to Geotechnical Engineering, 1981*