

PERBANDINGAN KUAT TEKAN SILINDER TAK TERKEKANG DENGAN CONE INDEKS PADA TANAH DICAMPUR DENGAN SEMEN

Khaizal Jamaluddin^{1,2}

¹Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

²Jurusan Teknik Geofisika, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala,
Jl. Tgk. Syeh Abdul Rauf No. 7, Darussalam Banda Aceh 23111
email: khaizal@unsyiah.ac.id

Abstract: Since 1981, Indian geotechnical expert have been introduced shear strength of soil is cone index (CI). Recently, common existing shear strength index in soil mechanic studies such as N-SPT, qc-CPT. However, the cone index (CI) parameter till in this time not yet been made by standard of the testing of soil sample in the soil mechanics laboratory. Pursuant to this problem, we have correlated cone index (CI) with unconfined compression strength (qu). The research used two measurement are unconfined compression and penetration of cone bar silinder into soil sample. Diameter cone bar penetration is 0.5 cm, high 7 cm and cone angle part of 60 degree. The soil samples for research from Indrapuri sub district, Aceh Besar. For strength variation soil sample mixed cement with content 0%, 3%, 6% and 9% with waiting periode of samples 0, 2 and 4 days. The results of research showed good and strong correlation between cone index (CI) and unconfined compression strength (qu) parameters with R² 80% from linear comparison.

Keywords : Unconfined compression strength, cone index.

Abstrak: Sejak 1981, pakar geoteknik dari India Rohani telah memperkenalkan parameter indeks geser tanah berupa cone indeks (CI). Indeks geser yang sudah umum dikenal seperti N-SPT, qc-CPT. Parameter cone indeks (CI) tersebut hingga saat ini belum dijadikan standar menjadi salah satu uji kekuatan tanah pada laboratorium mekanika tanah. Berdasarkan hal ini, penulis ingin melihat bagaimana hubungan parameter cone indeks (CI) tersebut terhadap kuat tekan silinder (qu), dimana kuat tekan silinder merupakan parameter yang sudah standar. Penelitian ini menggunakan dua cara pengukuran yaitu kuat tekan silinder tak terkekang dan penekanan batang penetrasi ke dalam benda uji. Batang penetrasi diameter 0,5 cm dengan tinggi 7 cm, ujung berbentuk kerucut yang bersudut puncak 60 derajat. Asal benda uji tanah dari Kecamatan Indrapuri, Kabupaten Aceh Besar. Untuk melihat variasi kekuatan, tanah dicampur semen dengan kadar 0%, 3%, 6% dan 9%. Untuk masa tunggu diatur: 0, 2, dan 4 hari. Hasil penelitian terlihat korelasi kuat silinder tak terkekang terhadap hambatan penetrasi menunjukkan hubungan linear. Dari semua persamaan regresi, R² di atas 80%. Hal ini menunjukkan korelasi cone indeks (CI) terhadap kuat tekan silinder tak terkekang (qu) memperlihatkan hubungan korelasi yang cukup kuat.

Kata kunci : Kuat tekan silinder tak terkekang, cone indeks.

Tanah merupakan bagian yang penting dalam membangun suatu bangunan teknik sipil ataupun sebagai tempat diletakkannya suatu struktur. Kebutuhan akan jenis tanah yang baik sangat diharapkan agar tidak mengalami kegagalan. Tanah di alam sering kali tidak dapat digunakan langsung untuk suatu kebutuhan konstruksi bangunan teknik sipil karena tanah

memiliki beberapa sifat fisis dan mekanis yang heterogen yang kadang kala tidak sesuai dengan kebutuhan. Sebagai bahan konstruksi, tanah dituntut mempunyai syarat-syarat tertentu. Untuk itu tanah perlu diteliti terlebih dahulu sebelum dinyatakan dapat digunakan.

Dalam bidang geoteknik sifat mekanis tanah dinilai dalam ukuran kekuatan, umum-

nya kekuatan berupa kuat geser, kuat tekan, nilai CBR, nilai tahanan kerucut sondir, parameter N-SPT, nilai dinamik cone penetrometer (DCP) dan lain-lain yang sudah umum dipakai dalam perencanaan. Pada sekitar tahun 1981, Rohani dan Baladi pakar geoteknik India memperkenalkan parameter kekuatan tanah berupa cone indeks (CI), tulisannya dipublikasikan dalam jurnal ASCE (American Society of Civil Engineers). Parameter kekuatan cone indeks (CI) tersebut hingga saat ini belum dijadikan standar salah satu uji kekuatan tanah pada laboratorium mekanika tanah, padahal telah diperkenalkan sejak 1981. Namun demikian, penelitian terkini yang berbasis tahanan kerucut yang diuji di lapangan terus dikembangkan, diantaranya estimasi modulus deformasi subgrade jalan menggunakan dinamik cone penetrometer (Shahien dan Farouk, 2013) dan Muhammadi, et.al (2008) juga telah menggunakan parameter dinamik cone penetrometer untuk menentukan parameter engineering tanah yang berpasir. Berdasarkan hal ini maka penulis tertarik melihat hubungan parameter cone indeks terhadap parameter kekuatan tanah yang sudah umum digunakan. Dalam penelitian ini parameter cone indeks tersebut dilihat bagaimana hubungan terhadap nilai kekuatan tekan silinder tak terkekang (q_u). Menurut Davidson (1961) salah satu tindakan untuk mendapatkan korelasi antara alat ukur yang ada, diadakan suatu perbandingan terhadap nilai kekuatan maupun nilai parameter mekanis tanah. Korelasi yang sering dijumpai selama ini antara lain berupa korelasi antara nilai

dinamik cone penetrometer terhadap nilai N-SPT (Spagnoli, 2008), korelasi qc-CPT atau N-SPT terhadap D_r (Relatif Density) tanah pasir yang sering dijumpai di dalam berbagai literatur kepustakaan. Penelitian ini bertujuan mencari sebuah perbandingan atau korelasi antara parameter kuat tekan tanah berbentuk silinder dengan uji tak terkekang dengan parameter yang diperkenalkan oleh Rohani dan Baladi (1981) yaitu indeks geser tanah dengan parameter cone indeks. Walaupun telah diperkenalkan sejak 1981, sejauh penulis ketahui belum ada penelitian lanjutan tentang cone indeks.

TINJAUAN PUSTAKA

Pencampuran Tanah Dengan Semen

Untuk menentukan besarnya persentase semen yang diperlukan, AASHTO memberikan suatu batasan persentase semen untuk masing-masing jenis tanah (Tabel 1). Pada tabel tampak bahwa untuk jenis tanah A-1 sampai A-4 diperlukan 3% hingga 12% semen, sedangkan untuk jenis tanah A-5 sampai A-7 diperlukan 8% hingga 16% semen. Ingles dan Metcalf (1972) menyatakan bahwa untuk mendapatkan campuran tanah-semen yang baik dipengaruhi oleh jenis tanah, di mana semakin besar diameter butiran tanah maka persentase semen yang dibutuhkan semakin sedikit (Tabel 1 dan Tabel 2).

Kuat Tekan Silinder Tak Terkekang

Bowles (1993) mengatakan untuk mengetahui nilai kekuatan tanah, banyak jenis alat ukur yang dapat digunakan, misalnya dengan alat unconfined compression strength, CBR,

triaxial. Masing-masing alat ukur tersebut mempunyai satuan pengukuran yang berbeda. Tomlinson (1980) sebagaimana dikutip dari Thabrani (1993), mengatakan bahwa alat unconfined compression strength (UCS) mempunyai sifat hanya menekan atau kompresi. Alat kompresi adalah suatu alat yang mudah digunakan untuk mengukur kekuatan tanah.

Pada pengujian ini, suatu contoh tanah berbentuk silinder diletakkan pada alat pengujian kuat tekan silinder kemudian diberikan beban. Pembebanan diatur agar diperoleh regangan pada kecepatan 1% dari tinggi benda uji per menit. Kekuatan pada saat contoh tanah runtuh disebut kekuatan tekan maksimum yang disimbolkan dengan *qu*.

Tabel 1. Persentase semen untuk masing-masing jenis tanah berdasarkan AASHTO

AASHTO Soil Group	Usual Range In Cement Requirement		Estimated Cement Content And That Used In Density Test	Cement Contents For Wet-Dry and Freeze-Thaw Test
	Persent By Vol.	Persent By Wt		
A-1-a	5- 7	3- 5	5	3- 5- 7
A-1-b	7- 9	5- 8	6	4- 6- 8
A-2	7-10	5- 9	7	5- 7- 9
A-3	8-12	7-11	9	7- 9-11
A-4	8-12	7-12	10	8-10-12
A-5	8-12	8-13	10	8-10-12
A-6	10-14	9-15	12	10-12-14
A-7	10-14	10-16	13	11-13-16

Sumber : Winterkorn (1975)

Tabel 2. Persentase kebutuhan semen berdasarkan tipe tanah

Soil Type	Cement Requirement (per cent)
Fine crushed rock	½- 2
Well graded sandy clay graveis	2- 4
Well graded sand	2- 4
Poorly graded sand	4- 6
Sandy clay	4- 6
Silty clay	6- 8
Heavy clay	8-12
Very heavy ctay	12-15
Organic soil	10-15

Sumber : Ingles dan Metcalf (1972)

Pengukuran Hambatan Batang Penetrasi

Apabila suatu batang penetrasi ditekan kedalam suatu lapisan tanah, tanah akan mengadakan perlawanan berupa hambatan terhadap batang tersebut sehubungan dengan sifat mekanisnya (Ismail, 1984). Untuk mengukur besarnya hambatan terhadap batang penetrasi tersebut, Rohani dan Baladi (1981) menggunakan suatu besaran yang disebut Cone Indeks (CI). Cone Indeks didapat dengan mengguna-

kan persamaan:

$$CI = \frac{F}{\left(\pi \frac{D^2}{4}\right)} \quad (1)$$

Dimana:

F = gaya penetrasi (kg)

= angka sebesar 3,14

D = diameter batang penetrasi (cm)

Nilai hambatan batang penetrasi (Cone Indeks) menurut Rohani dan Baladi (1981), sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya: parameter kekuatan geser tanah

berupa kohesi c dan sudut geser ϕ . Kepadatan tanah yang diukur dengan besaran berat volume (γ), modulus geser (G), kedalaman batang penetrasi yang diukur dari permukaan tanah (z), dan bentuk batang penetrasi kerucut

$$CI = -c \cdot ctg\phi \frac{1\pi}{D^2/4} \frac{2tg\alpha(1+\sin\phi)(G^m)[3(tg\alpha+tg\phi)]}{\gamma^2tg^3\phi(3-\sin\phi)} \frac{(1)}{(2-n)(3-m)} \{ [c + \gamma(z+L)tg\phi]^{(3-n)} - [c + \gamma(z+L)tg\phi] \} + (2-n)(\gamma \cdot L \cdot tg\phi)[c + \gamma \cdot z \cdot tg\phi]^{(2-n)} \quad (2)$$

Besaran m dalam persamaan 2:

$$m = \frac{(4 \sin \phi)}{(1+\sin\phi)} \quad (3)$$

Kerumitan besaran persamaan ini disebabkan oleh besaran gaya penetrasi F yang merupakan fungsi dari c , ϕ , G , z , D dan L . Untuk tanah pasir dengan $c = 0$ dan jika diperhitungkan besarnya harga m berada antara 0 sampai 45 derajat, harga m pada persamaan 2 akan berharga antara 0 sampai 0,55 dan persamaan 2 dapat disederhanakan menjadi:

$$K1 = \frac{1\pi}{D^2/4} \frac{2tg\alpha(1+\sin\phi)(G^m)}{\gamma^2tg^3\phi} \quad (4a)$$

$$K2 = \frac{[3(tg\alpha+tg\phi)]}{(3-\sin\phi)} \frac{(1)}{(2-m)(3-m)} \quad (4b)$$

$$K3 = \{ [c + \gamma(z+L)tg\phi] \}^{(3-n)} - \{ [\gamma(z+L)tg\phi] \} \{ [(2-n)(\gamma \cdot L \cdot tg\phi)] [\gamma \cdot z \cdot tg\phi]^{(2-n)} \} \quad (4c)$$

Karena menggunakan batang penetrasi yang tetap dan dilakukan pada suatu lapisan tanah yang homogen, variabel c , ϕ , G , z , D dan L pada Persamaan (2) akan menjadi besaran yang konstan sehingga hanya z dalam persamaan ini yang diperhitungkan. Dengan kata lain besaran yang berubah dalam persamaan tersebut hanya harga z (kedalaman

batang penetrasi) yang nilainya selalu lebih besar atau sama dengan nol. Persamaan tersebut menurut Ismail (1984), ditulis dalam bentuk:

Rohani dan Baladi (1981) lebih lanjut menjabarkan besaran hambatan penetrasi (Cone Indeks) sebagai berikut:

batang penetrasi) yang nilainya selalu lebih besar atau sama dengan nol. Persamaan tersebut menurut Ismail (1984), ditulis dalam bentuk:

$$CI = K1 \{ [K2(z+L)]^{K3} - [K2(z+L) - K4] [K2 \cdot z]^{K5} \} \quad (5)$$

di sini:

$K1$ = bagian (a) dan (b) dari persamaan (4)

$K2$ = $\gamma \cdot tg\phi$

$K3$ = $(3-m)$,

apabila diperhitungkan $0 < m < 0,55$, harga $K5$ akan bernilai antara 2 sampai 1,45.

Nilai z akan lebih besar dari L bila batang penetrasi mulai bekerja menekan tanah. Hal ini menyebabkan kedalaman penetrasi menjadi lebih besar sehingga $(z+L)$ diperhitungkan sama dengan z . Persamaan (2) selanjutnya dapat disederhanakan menjadi:

$$CI = K6 \cdot z^{K5} \quad (6)$$

Di sini: $K6 = K1 \cdot K4 \cdot K2^{K5}$.

Jika diperhitungkan $K5$ bernilai antara 2 sampai 1,45. Grafik hubungan antara CI dan z pada persamaan (6) ini akan membentuk garis lengkung antara bentuk parabola dan garis lurus di mana bentuk ini cenderung terlihat pada saat batang penetrasi semakin dalam.

Dengan kata lain, nilai CI akan semakin besar bila kedalaman z semakin dalam.

METODE PENELITIAN

Tanah untuk benda uji di ambil dari lokasi pengambilan tanah timbun dari Kecamatan Indrapuri, Kabupaten Aceh Besar. Penelitian ini menggunakan alat ukur kekuatan tekan yang diukur dengan dua cara pengukuran yang berbeda yaitu kuat tekan silinder tak terkekang dan hambatan batang penetrasi kerucut yang ditekan ke dalam benda uji. Pada kuat tekan silinder tak terkekang akan diperhitungkan nilai kekuatan tanah yang mampu menahan tekanan maksimum dan dilakukan berdasarkan standar ASTM D 2166-72. Untuk hambatan penetrasi, dimana nilai kekuatan diperhitungkan berdasarkan tegangan perlawanan yang diberikan pada saat masuknya batang penetrasi. Batang penetrasi ini memiliki diameter 0,5 cm dengan tinggi 7 cm, salah satu ujungnya berbentuk kerucut yang bersudut puncak 60 derajat. Percobaan batang penetrasi, kepala beban atas pada mesin Versa Tester diganti dengan alat ukur penetrasi. Ujung batang lainnya dihubungkan dengan sebuah proving ring pada alat uji kuat tekan silinder tak terkekang. Berdasarkan dua parameter kekuatan ini dikorelasikan untuk mencari suatu hubungan dua parameter kekuatan dengan metode pengukuran yang berbeda.

Untuk melihat variasi data kekuatan, tanah yang digunakan dalam penelitian ini dicampur dengan semen dengan beberapa macam persentase semen. Benda uji seluruhnya berjumlah 84 buah dengan pembagian 42 buah untuk uji unconfined dan

sisia 42 buah untuk uji hambatan penetrasi. Sejumlah benda uji tersebut diatur dalam tiga variabel perlakuan yaitu kadar semen, kadar airpematatan, serta masa tunggu yang diberikan, hal ini untuk membentuk tanah tingkat kekuatan yang bermacam-macam. Perlakuan yang diatur : kadar semen 0%, 3%, 6% dan 9%. Kadar air pematatan yaitu: (OMC) dan (OMC + 5 %). Untuk masa tunggu diatur : tanpa masa tunggu 2 hari, dan 4 hari. Untuk menunjang analisis dilakukan serangkaian pengukuran sifat fisis tanah meliputi : pengukuran berat jenis, batas Atterberg, dan pengukuran pembagian butir. Pengujian kuat tekan silinder dilakukan dengan alat Soil Test Versa Tester. Rancangan benda uji diperlihatkan pada Tabel 3.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Sifat-sifat Fisis dan Klasifikasi Tanah

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil sifat-sifat fisis tanah yang terdiri dari berat jenis 2,68, batas cair 82,82%, batas plastis 32%, dan analisa saringan (lolos #200) 94,405%.

Secara visual tanah tersebut dapat dikatakan lempung yang menunjukkan sifat-sifat kohesif. Klasifikasi menurut AASHTO tanah termasuk jenis tanah lempung yang tergolong ke dalam kelompok A-7-5 (50,62) Penentuan jenis tanah menurut sistem klasifikasi USCS didasarkan pada analisa saringan, batas cair dan batas plastis, tanah tersebut digolongkan kedalam lempung organik dengan plastisitas tinggi adalah OH (*Organic High clay*).

Hasil Pengujian Pemadatan

Pengujian pemadatan pada tanah lempung dilakukan untuk memperoleh berat kering maksimum (w_{maks}) dan kadar air optimum (w_{opt}) pada masing-masing persentase penambahan semen. Hasil pengujian pemadatan diperlihatkan pada Tabel 4.

Hubungan Kuat Tekan pada Kadar Air OMC dan OMC+5 terhadap Semen dan Waktu Tunggu

Kadar air optimum pada pengujian pemadatan menjadi acuan untuk memperoleh benda uji dengan kadar air OMC dan OMC+5 %. Benda uji tersebut kemudian dibentuk dan diuji kuat tekannya dengan menggunakan alat Soil Test Versa Tester. Hasil pengujian kuat tekan pada kadar air di atas, dapat dilihat pada Tabel 5.

Nilai tegangan (qu) dan regangan pada kadar air OMC dan OMC+5 untuk setiap benda uji digambarkan pada sebuah grafik, yaitu grafik hubungan tegangan dan regangan, sehingga diperoleh nilai-nilai kuat tekan (qu) pada dua kondisi OMC yang berbeda sebagai perbandingan. Grafik untuk kedua kondisi ini diperlihatkan pada Gambar 1.

Hasil Pengujian Hambatan Penetrasi

Nilai hambatan penetrasi diletakkan sebagai sumbu ordinat dan kedalaman penetrasi

diletakkan sebagai sumbu absis, grafik ini diperlihatkan pada Gambar 2.

Hasil pengukuran hambatan batang penetrasi yang diperoleh terhadap keseluruhan benda uji diperlihatkan pada Tabel 6 dan 7.

Pengaruh Semen Portland dan Masa Tunggu Terhadap Nilai Hambatan Penetrasi

Untuk melihat pengaruh pemberian kadar semen portland terhadap nilai hambatan penetrasi pada setiap variasi masa pengerasan, maka dibuat grafik hubungan kadar semen dengan nilai hambatan penetrasi seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3. Grafik pada Gambar 3 menjelaskan suatu hubungan besarnya nilai hambatan penetrasi cone indeks (CI) yang terdiri dari variabel B dengan persentase semen portland 0, 3%, 6%, 9% dan waktu tunggu 0, 2 dan 4 hari. Variabel A dan B menyatakan titik pengambilan nilai hambatan penetrasi di mana A pada titik asimptot kurva sementara B sebagai titik maksimum dari nilai hambatan penetrasi.

Grafik hubungan nilai hambatan penetrasi variabel B dengan kadar semen portland dan masa tunggu cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya persentase kadar semen serta masa tunggu yang diberikan seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3.

Tabel 3. Rancangan benda uji

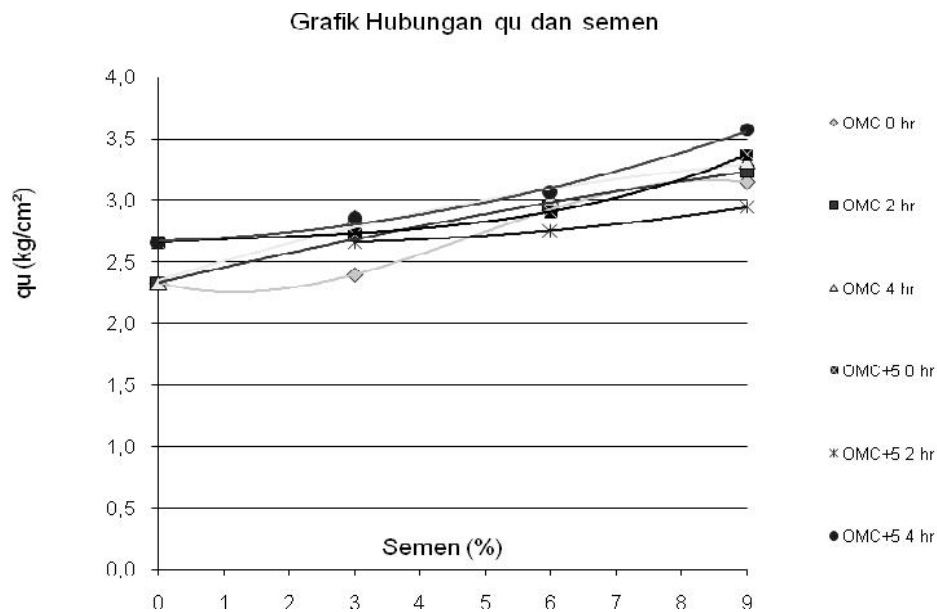
Masa Tunggu	Kadar Air	Kadar Semen				Total
		0%	3%	6%	9%	
0 hari	OMC %	3	3	3	3	
2 hari		-	3	3	3	
4 hari		-	3	3	3	
0 hari	OMC+ 5 %	3	3	3	3	
2 hari		-	3	3	3	
4 hari		-	3	3	3	
Total		6	18	18	18	42

Tabel 4. Hasil pengujian pematatan

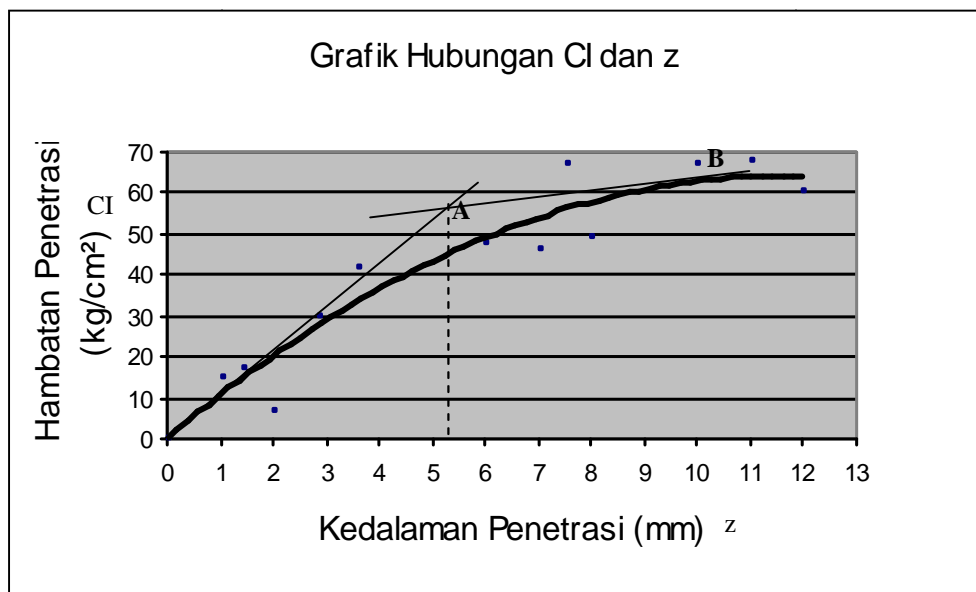
No.	Parameter	Tanah Asli	Variasi Persentase Semen		
			3%	6%	9%
1.	Berat volume kering maksimum (w_{maks}) (gr/cm^3)	1.086	1.103	1.119	1.214
2.	Kadar air optimum (w_{opt})	32.917	32.538	31.256	30.406

Tabel 5. Hasil Pengujian UCS pada Kadar Air OMC dan OMC +5

Waktu (hari)	qu rata-rata OMC (kg/cm^2)				qu rata-rata OMC+5 (kg/cm^2)			
	Kadar semen							
	0%	3%	6%	9%	0%	3%	6%	9%
0	2,329	2,397	2,922	3,145	2,657	2,729	2,906	3,368
2	-	2,710	2,956	3,236	-	2,745	2,946	3,458
4	-	2,862	3,019	3,318	-	2,849	3,059	3,578



Gambar 1. Hubungan qu dan kadar semen



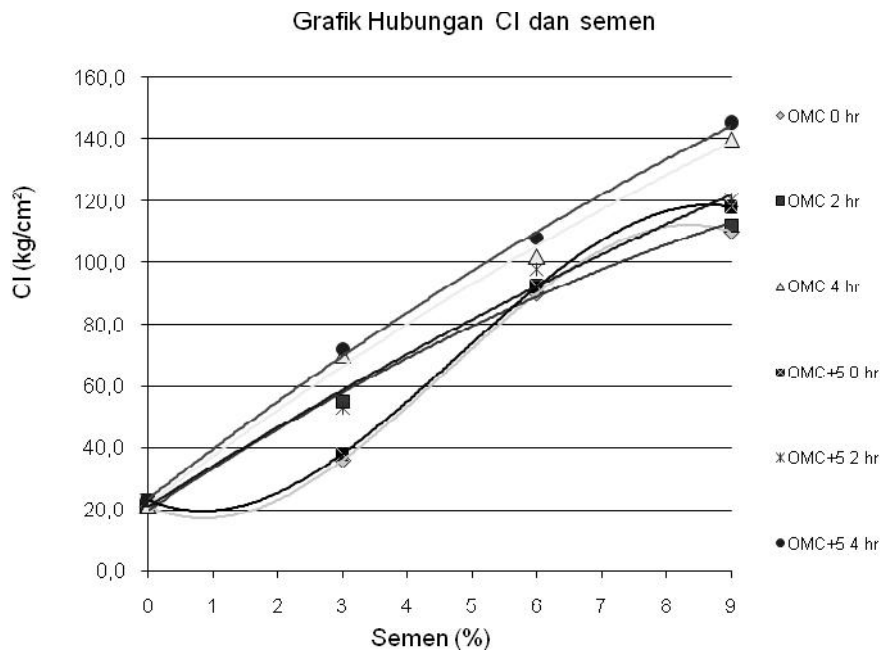
Gambar 2. Grafik hubungan hambatan penetrasi dan kedalaman penetrasi

Tabel 6. Hasil Percobaan Penetrasi pada OMC

Bentuk Batang	Semen (%)	Cone Indeks (CI, kg/cm ²)					
		Masa tunggu (hari)					
		0		2		4	
		A	B	A	B	A	B
Silinder	0	21	25	0	0	0	0
Kerucut	3	36	50	55	65	70	86
	6	90	100	92	107	102	125
	9	110	130	112	133	140	147,8

Tabel 7. Hasil Percobaan Penetrasi pada OMC+5

Bentuk Batang	Semen (%)	Cone Indeks (CI, kg/cm ²)					
		Masa tunggu (hari)					
		0		2		4	
		A	B	A	B	A	B
Silinder	0	23	25	0	0	0	0
Kerucut	3	38	50	53	64,4	72	86,4
	6	92	100	98	107,3	108	125
	9	118	130,2	120	133,3	145	147,9



Gambar 3. Grafik hubungan nilai hambatan penetrasi dengan kadar semen

Hubungan Kuat Tekan Prisma Bebas Terhadap Hambatan Penetrasi

Nilai hambatan penetrasi (CI) pada variabel A dihubungkan dengan nilai kuat tekan silinder tak terkekang (q_u) pada kondisi tanah dengan kadar air OMC, dan OMC+5. Hubungan hambatan penetrasi dan kuat tekan digambarkan dengan sebuah grafik hubungan hambatan penetrasi dan kuat tekan, di mana

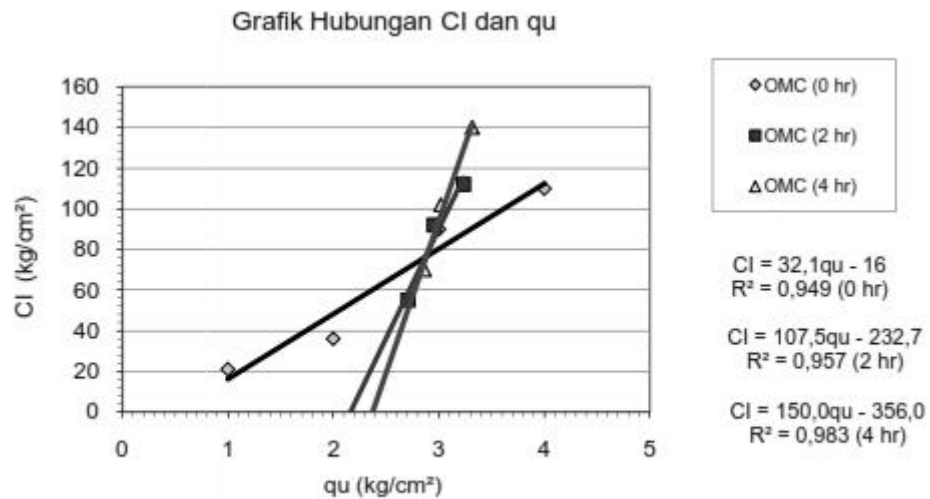
nilai hambatan penetrasi sebagai ordinat dan nilai kuat tekan sebagai absis.

Nilai kuat tekan yang diperoleh pada kondisi tanah OMC dan OMC+5 kemudian dihubungkan dengan nilai hambatan penetrasi (CI) yang diperoleh dari tabel hasil pengukuran (Tabel 8). Nilai hambatan penetrasi (CI) dihubungkan dengan nilai kuat tekan (q_u) dalam bentuk grafik pada kondisi tanah

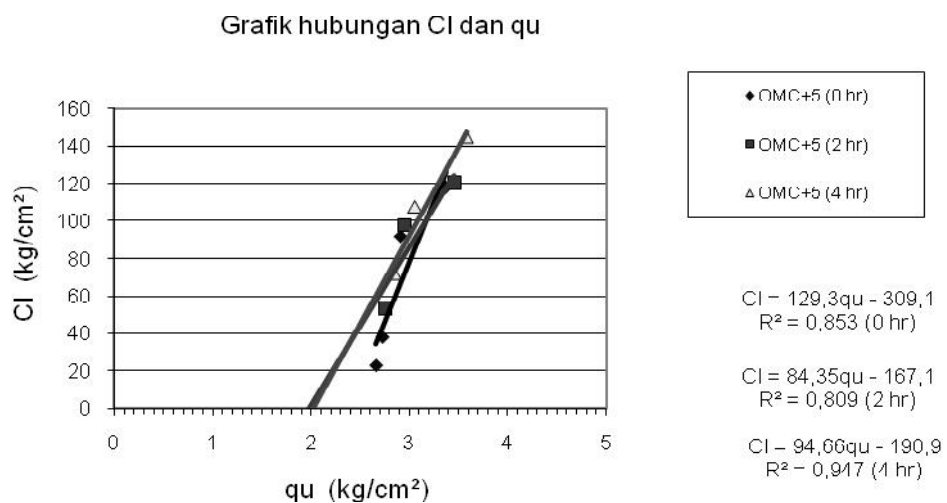
OMC dan OMC+5 dengan penambahan kuat tekan (q_u) terhadap nilai hambatan semen dan waktu tunggu. Gambar 4 dan 5 memperlihatkan hubungan linear antara nilai penetrasi (CI).

Tabel 8. Hubungan q_u dan CI Kondisi OMC dan OMC+5

Semen (%)	q_u OMC (kg/cm ²)			q_u OMC+5 (kg/cm ²)			CI OMC (kg/cm ²)			CI OMC+5 (kg/cm ²)		
	Waktu Tunggu (hari)											
	0	2	4	0	2	4	0	2	4	0	2	4
0	2,329	-	-	2,657	0	0	21	-	-	23	-	-
3	2,397	2,710	2,862	2,729	2,753	2,849	36	55	70	38	53	72
6	2,922	2,956	3,019	2,906	2,946	3,059	90	92	102	92	98	108
9	3,145	3,236	3,318	3,368	3,458	3,578	110	112	140	118	120	145



Gambar 4. Grafik hubungan CI dan q_u pada kadar air OMC



Gambar 5. Grafik hubungan CI dan q_u pada kadar air OMC+5

Pembahasan

Tanah lempung asal Indrapuri Kabupaten Aceh Besar tergolong tanah berbutir halus. Hasil pengujian sifat fisis diperoleh bahwa Tanah Indrapuri termasuk ke dalam kelompok A-7-5 (50,62) menurut AASHTO tergolong jenis tanah lempung berlanau dan menurut USCS termasuk ke dalam jenis tanah dengan simbol OH yaitu tanah lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi.

Hasil yang diperoleh untuk pengujian kuat tekan dan hambatan penetrasi pada kadar air OMC dan OMC+5, digambarkan dalam bentuk tabel dan grafik, salah satu nilai adalah kuat tekan q_u maksimum 3,59 kg/cm² dan CI 145 kg/cm² pada kadar air OMC+5 dengan variasi campuran semen 9% serta masa tunggu 4 hari. Dari tabel dan Gambar 1 dan 3 yang telah dikemukakan terlihat bahwa nilai pengujian pada kadar air OMC+5 lebih besar dari pada pengujian OMC, hal ini disebabkan karena benda uji pada kadar air pada OMC+5 air lebih banyak yang diperlukan untuk mencukupi kebutuhan air untuk hidrasi semen untuk mengikat butir-butir tanah sehingga tanah menjadi lebih kuat. Dengan tanah itu lebih kuat maka kuat tekan silinder dan hambatan penetrasi juga lebih besar. Semakin besar kadar semen dalam tanah, kekuatan tanah juga bertambah hal ini sesuai yang dikemukakan Ingles dan Metcalf (1972) bahwa untuk tanah jenis *heavy clay* batas maksimum kadar semen 8% hingga 12% lebih dari itu kekuatan tanah akan kembali turun.

Berdasarkan Gambar 4 dan 5 terlihat bahwa nilai hambatan batang penetrasi terlihat

lebih besar dibandingkan dengan nilai q_u , hal ini disebabkan karena saat masuknya batang penetrasi memberikan pengaruh tekanan tanah ke samping batang sehingga membuat gesekan butiran tanah dengan kulit batang penetrasi semakin besar. Pada kuat tekan silinder tak terkekang nilai kekuatan dipengaruhi daya ikat antara butir tanah sampai benda uji mengalami kehancuran akibat pergeseran butir saat penekanan. Untuk hambatan penetrasi, proses pergeseran antara butir tanah selalu diikuti dengan pemadatan butir akibat masuknya batang penetrasi. Hubungan kuat tekan silinder tak terkekang dengan hambatan penetrasi memperlihatkan bahwa pada tanah yang memiliki nilai kuat tekan besar maka nilai hambatan penetrasi juga akan semakin besar, jadi nilai hambatan penetrasi akan membesar apabila nilai kuat tekan tanahnya besar, atau sebaliknya nilai hambatan penetrasi kecil apabila nilai kuat tekan tanahnya kecil.

Persamaan regresi untuk korelasi hambatan penetrasi (CI) dengan kuat tekan (q_u) pada kadar air OMC diperoleh $CI = 32,1 q_u - 16$ dengan $R^2 = 0,949$ untuk 0 hari, $CI = 107,5 q_u - 232,7$ dengan $R^2 = 0,957$ untuk 2 hari, dan $CI = 150,0 q_u - 356,0$ dengan $R^2 = 0,983$ untuk 4 hari. Kadar air OMC+5 persamaan regresi diperoleh untuk 0 hari $CI = 129,3 q_u - 309,1$ dengan $R^2 = 0,853$, untuk 2 hari $CI = 84,35 q_u - 167,1$ dengan $R^2 = 0,809$ dan untuk masa tunggu 4 hari $CI = 94,66 q_u - 190,9$ dengan $R^2 = 0,947$. Berdasarkan persamaan regresi yang diperoleh terlihat bahwa untuk kadar air OMC persamaan yang agak mendekati terdapat pada masa tunggu 2 hari dan 4 hari

sedangkan pada 0 hari gradiennya agak menyimpang hal ini disebabkan pada 0 hari sifat mekanis tanah masih berproses dengan semen, sedangkan pada 2 hari dan 4 hari sifat kekerasan tanah sudah terjadi pengikatan dengan semen. Pada kadar air OMC+5 ketiga persamaan tersebut menunjukkan derajat gradien linear yang mendekati namun demikian dari semua persamaan ini menunjukkan korelasi cukup kuat yaitu diatas 80% berdasarkan R^2 yang diperoleh.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis yang telah disajikan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan seperti yang diuraikan pada bagian berikut:

1. Sampel tanah penelitian tergolong ke dalam kelompok A-7-5 (50,62) menurut AASHTO termasuk jenis tanah lempung, berlanau dan menurut USCS termasuk kedalam kelompok tanah lempung organik dengan plastisitas tinggi (OH).
2. Korelasi hambatan penetrasi (CI) terhadap kuat tekan silinder tak terkekang (q_u) memperlihatkan hubungan linear. Persamaan regresi untuk korelasi hambatan penetrasi (CI) dengan kuat tekan (q_u) kadar air OMC diperoleh $CI=32,1q_u-16$ dengan $R^2=0,949$ untuk 0 hari, $CI=107,5q_u-232,7$ dengan $R^2=0,957$ untuk 2 hari, dan $CI=150,0q_u-356,0$ dengan $R^2=0,983$ untuk 4 hari. Kadar air OMC+5 persamaan regresi diperoleh untuk 0 hari $CI=129,3q_u-309,1$ dengan $R^2=0,853$, untuk 2 hari $CI=84,35q_u-167,1$ dengan $R^2=0,809$ dan untuk masa tunggu 4 hari $CI=94,66q_u-$

190,9 dengan $R^2=0,947$.

3. Nilai R^2 diperoleh lebih besar dari 80%, ini memperlihatkan bahwa hubungan CI terhadap q_u cukup kuat.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, J. E. 1986. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah*. Edisi Kedua, diterjemahkan oleh Hainim, J.K., Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Davidson, D.T. 1961. *Soil Stabilization With Portland Cement*. Bulletin 292, Highway Research Board, Washington, D.C.
- Ingles, O.G. and Metcalf, J.B. 1972. *Soil Stabilisation Principles and Practices*. Butterworth, Limited, Sydney.
- Ismail, M.A. 1984. *Pengukuran Hambatan Penetrasi Terhadap Pencampuran dan Peresapan Semen Pada Tanah Pasir Gunung*. Fakultas Teknik Unsyiah Darussalam, Banda Aceh.
- Spagnoli, G. 2008. *An Empirical Correlation Between Different Dynamic Penetrometers*. Electric Journal of Geotechnical Engineering, 8.
- Shahien, M.M. and Farouk, A. 2013. *Estimation of deformation modulus of gravelly soils using dynamic cone penetration tests*. Ain Shams Engineering Journal, 4, 633-640.
- Rohani, B. and Baladi, G.Y. 1981. *Correlation of Cone Index With Soil Properties*. Cone Penetration Testing and Experience,

G.M. Norris and R.D. Holtz,
American Society of Civil Engineers,
New York.

Muhammadi, S.D., Nikoudel, M.L.,
Rahimi, H. and Khamchichyan,
M. (2008). *Application of the
Dynamic Cone Penetrometer
(DCP) for determination of the
engineering parameters of san-
dysoils*. Engineering Geology
Journal, 101.