

CIRI-CIRI KEJURUTERAAN TANAH BAKI GRANIT DI SEMENANJUNG MALAYSIA

Aminaton Marto ¹, Fauziah Kasim ¹, Mohd Fairus Yusof ²

¹ *Jabatan Geoteknik & Pengangkutan, Fakulti Kejuruteraan Awam, Universiti Teknologi Malaysia, 81310 UTM Skudai, Johor.*

² *Jabatan Kejuruteraan Pengangkutan, Geoteknik & Geomatik, Fakulti Kejuruteraan Awam & Alam Sekitar, Kolej Universiti Teknologi Tun Hussein Onn, 86400 Parit Raja, Batu Pahat, Johor*

Abstrak: Pengetahuan tentang kelakuan dan korelasi antara ciri-ciri tanah adalah penting dan berguna bagi rekabentuk dan ramalan pembinaan. Objektif utama kajian ini adalah untuk menentukan sifat-sifat kejuruteraan tanah baki granit di Semenanjung Malaysia. Tanah baki granit di Semenanjung Malaysia boleh dikelaskan sebagai tanah liat hingga pasir berkelodak dengan keplastikan rendah sehingga tinggi. Kandungan lembapan semulajadi bertambah dengan kedalaman dan kandungan lempung dan ianya berjulat di antara 10% - 40 %. Nilai graviti tentu didapati berjulat di antara 2.50 dan 2.74. Indeks mampatan, pekali pengukuhan dan pekali kebolehtelapan masing-masing berjulat 0.11–0.42, 1.53 – 49.64 m² tahun⁻¹ dan 1.1 x 10⁻¹¹ – 9.86 x 10⁻⁹ ms⁻¹. Nilai kejeleketan berkesan pula antara 0 – 36.4 kNm⁻² manakala sudut geseran berkesan di antara 16° – 31°. Beberapa kolerasi di antara ciri-ciri kejuruteraan tanah baki dapat ditentukan dan boleh dijadikan panduan dalam rekabentuk awalan bagi pembinaan struktur.

Katakunci: Tanah Baki; Ciri-Ciri Kejuruteraan Tanah; Korelasi Ciri-Ciri Tanah.

Abstrak: Knowledge on characteristics and correlation between soil properties is important in design and construction. The objectives of this study are to determine the engineering characteristics of granite residual soil found in Peninsular Malaysia. The granite residual soils can be classified as clay to silty sand with low to high plasticity. The natural moisture contents increase with depth and clay content, and range from 10% to 40 %. The specific gravity range from 2.50 to 2.74. Compression index, coefficient of consolidation and coefficient of permeability range from 0.11 to 0.42, 1.53 to 49.64 m²year⁻¹ and 1.1 x 10⁻¹¹ to 9.86 x 10⁻⁹ ms⁻¹, respectively. The effective cohesions were between of 0 and 36.4 kNm⁻² while the effective friction angles ranged from 16° 31°. Several correlations between residual soil characteristics were developed. These correlations can be indirectly used as guidelines in the preliminary design of structures.

Keywords: Residual Soils; Soil Characteristics; Correlations of Soil Characteristics

1.0 Pengenalan

Lebih daripada 75% permukaan tanah di Semenanjung Malaysia terdiri daripada tanah baki. Selebihnya adalah aluvium atau tanah liat yang wujud terutamanya di sepanjang sungai dan pantai (Taha et al,1997).

Keadaan topografi dan iklim di Malaysia yang panas dan lembap sepanjang tahun menyumbang kepada pembentukan profil tanah baki yang tebal. Profil tanah yang tebal ini lazimnya di temui di beberapa bahagian Semenanjung Malaysia terutamanya di lereng bukit yang agak mendatar kerana pembentukan tanah baki adalah lebih cepat berbanding kadar hakisan tanah. Kawasan Semenanjung Malaysia dibahagikan oleh satu banjaran tengah yang bermula dari Melaka sehingga ke Perak yang bersempadan dengan Thailand. Batuan granit merupakan komponen utama banjaran ini. Setelah batuan mengalami proses luluhawa akibat cuaca yang panas dan lembap, tanah baki terbentuk dengan kedalaman tertentu bergantung kepada keadaan topografi. Taburan tanah baki granit di Semenanjung Malaysia boleh dilihat seperti dalam Rajah 1.

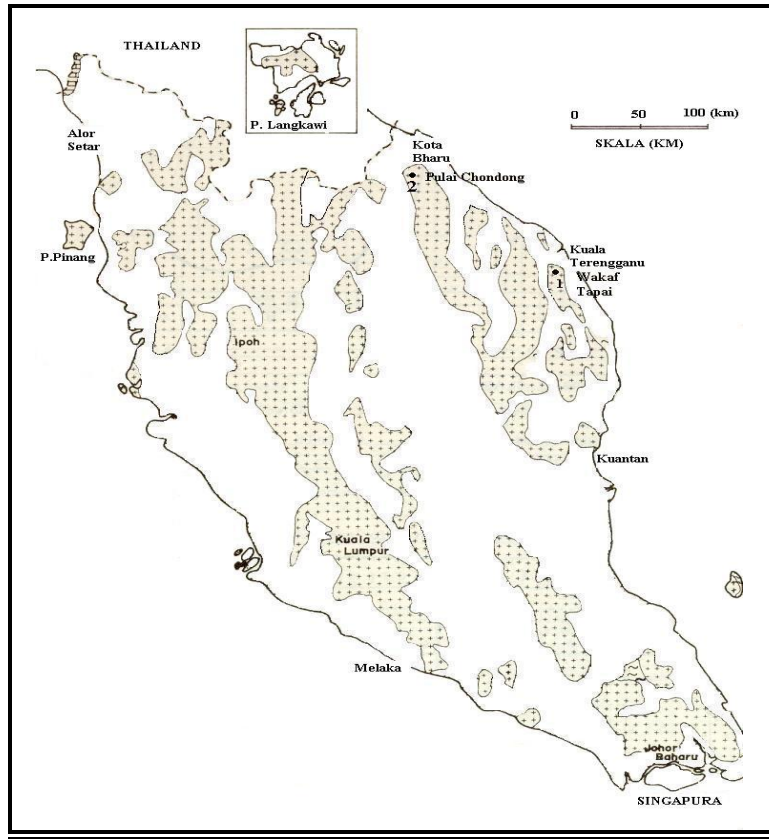
Kajian tentang tanah baki granit di Malaysia telah dijalankan oleh beberapa pengkaji seperti Lee (1967), West dan Dumbleton (1970), Chan dan Chin (1972), Tan dan Ooi (1976), Balasubramaniam et al (1985), Komoo (1985;1989), Tan and Ong (1993), Tan (1995) dan Khairul (2002). Ringkasan keputusan pengkaji-pengkaji lepas adalah seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 1.

2.0 Objektif dan Skop Kajian

Objektif utama kajian adalah menentukan ciri-ciri kejuruteraan tanah baki, menyediakan katalog ringkas ciri-ciri kejuruteraan tanah baki Semenanjung Malaysia dan mewujudkan korelasi antara ciri-ciri kejuruteraan tanah baki. Hanya tanah baki (luluhawa Gred VI) yang berasal dari batuan granit sahaja ditumpukan dalam kajian ini. Sampel-sampel tak terganggu tanah baki diambil di lapan lokasi di Semenanjung Malaysia menggunakan kaedah pensampel berdinging nipis dan Mazier. Semua ujikaji dijalankan di Makmal Geoteknik, Fakulti Kejuruteraan Awam, Universiti Teknologi Malaysia, menggunakan peralatan sediada berpandukan British Standards Institution (1990), Head (1986;1988;1992) dengan sedikit ubahsuai terutama dalam menentukan kandungan lembapan semulajadi tanah.

Jadual 1 : Keputusan ciri-ciri kejuruteraan tanah baki dari kajian lepas

Taburan saiz zarah			Had Atterberg			w	k	Kekuatan ricih	G_s	Rujukan
Lempung (%)	Kelodak (%)	Pasir (%)	w_L (%)	w_P (%)	I_P (%)	(%)	(ms^{-1})	(kNm^{-2})		
10-27	37-46	17-42	-	-	-	18	-	-	-	Lee (1967)
-	-	-	42-107	21-34	20-74		-	-	-	West dan Dumbleton, (1970)
35-53	31-43	9-26	33-50	19-33	12-18	24-31	10^{-8}	-	2.64-2.72	Chan dan Chin (1972)
51	8	41	-	-	-	-	-	100	-	Ting dan Ooi (1976)
20-60	30-70	40-70	35-110	-	15-70	20-30			2.62-2.64	Balasubramaniam et al (1985)
40	7-62	-	-	-	-	-	10^{-5} - 10^{-7}	30-200	2.5-2.85	Poh et al (1985)
	5-55	35-70	27-78	-	2-32	12-99				Komoo (1989)
-	-	-	-	-	-	20-30	-	30-270	2.7	Todo dan Pauzi (1989)
32	15	52	73	36	37	27	-	-	2.68	Ali (1990)
20-35	10-30	30-38	68-96	40-50	30-50	-	-	-	2.60-2.70	Tan dan Ong (1993)
<20	-	-	40-70	20-30	20-40	10-60	10^{-7}	200	2.6-2.9	Todo et al (1994)
0-60	1-66	20-97	29-96	15-49	1-53	7-57			2.30-2.77	Tan (1995)



Rajah 1 : Taburan tanah baki granit di Semenanjung Malaysia
Diubahsuai dari Komoo and Mogana (1988)

3.0 Metodologi Kajian

Satu metodologi kajian telah direkabentuk seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2. Kajian ini bermula dengan pemilihan dan pensampelan tanah diikuti dengan menentukur peralatan makmal, melakukan ujian makmal, penghasilan carta kolerasi dan akhir sekali penyediaan katalog ringkas.

Sampel diambil dari lapan lokasi di Malaysia menggunakan pensampel tiub berdinding nipis dan Mazier yang mewakili wilayah Utara, Selatan dan Timur Semenanjung Malaysia seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 2 iaitu Bukit Mertajam dan Brinchang (Utara), Sedenak, Senai, Mutiara Rini dan Tampin (Selatan) dan Wakaf Tapai dan Pulau Chondong (Timur).

Sebelum sesuatu peralatan digunakan untuk ujikaji, peralatan tersebut ditentukur terlebih dahulu bagi menghasilkan data keputusan yang berkualiti dan boleh dipercayai. Di antara peralatan yang ditentukur adalah peralatan hidrometer, Sistem Digital Geoteknik (GDS), botol piknometer dan tolok dail. Jadual 3 menunjukkan kaedah ujikaji yang dibahagikan kepada ujian pengelasan dan indeks, ujian kebolehmampatan dan ujian kekuatan ricih.

Jadual 2 : Lokasi dan kod sampel

Wilayah	Lokasi	Kod Sampel
Utara	Bukit Mertajam, Pulau Pinang	BM1 – BM4
	Brinchang, Pahang	BR1 – BR2
Selatan	Sedenak, Johor	SD1 – SD2
	Senai, Johor	SN1
	Mutiara Rini, Johor	MR1
	Tampin, Negeri Sembilan	TM1 – TM4
Timur	Wakaf Tapai, Terengganu	WT1 – WT4
	Pulai Chondong, Kelantan	PC1 – PC6

Jadual 3 : Kaedah ujikaji

Nama Ujikaji Utama	Nama Ujikaji	Bil. Sampel	Kaedah
Ujian pengelasan dan indeks	Kandungan lembapan semulajadi	24	BS 1377 dan Head (1992)
	Graviti tentu		BS 1377
	Had Atterberg		BS 1377
	Hidrometer		BS 1377
	Ayakan		BS 1377
Ujian kebolehmampatan	Pengukuhan satu dimensi oedometer	24	BS 1377 dan Head (1988)
Ujian kekuatan ricih	Ricih tiga paksi pengukuhan tak salir	16	Head (1986)

4.0 Keputusan dan Perbincangan

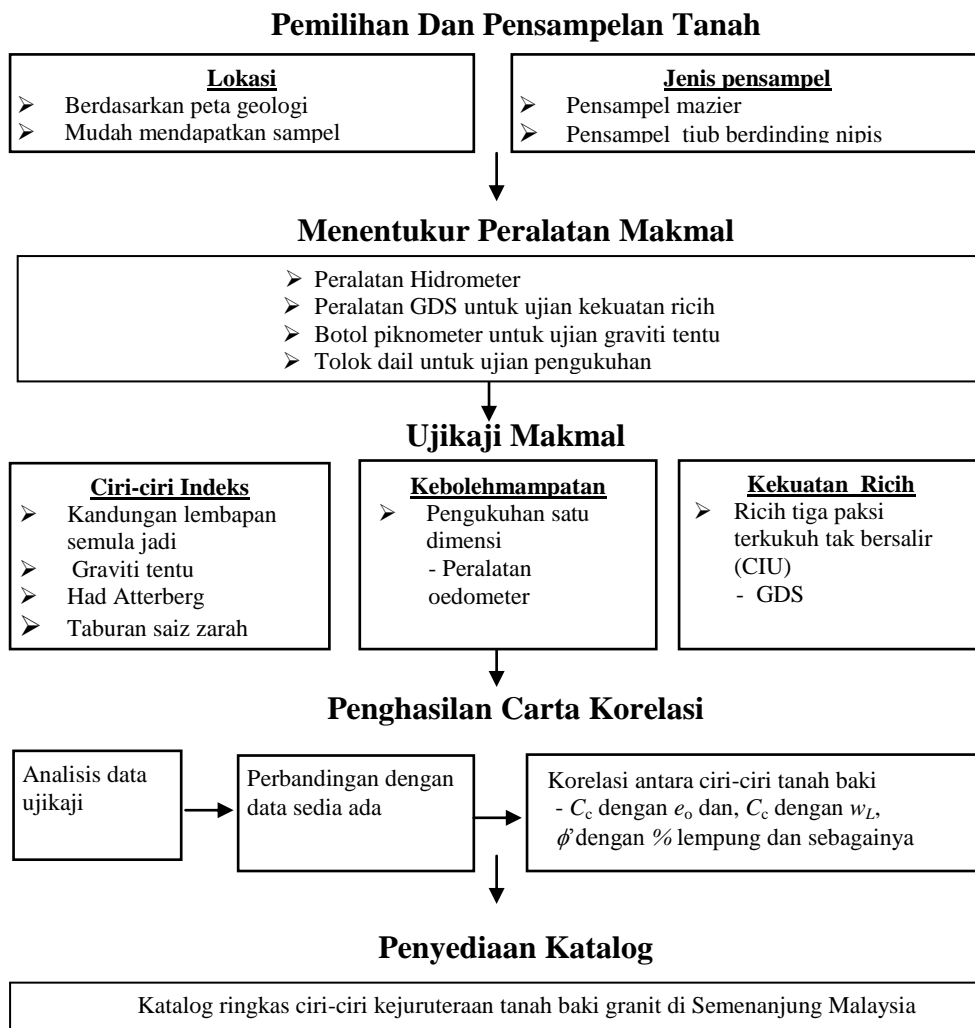
Kandungan lembapan semula jadi tanah baki di Semenanjung Malaysia berjulat antara 10% - 40% dan didapati bertambah dengan pertambahan kandungan lempung. Kandungan lempung yang tinggi menunjukkan struktur tanah mempunyai keluasan permukaan yang tinggi yang dapat menyerap dan mengekalkan kandungan air dengan lebih tinggi.

Daripada analisis taburan saiz zarah, secara keseluruhan didapati tanah baki granit yang diuji mengandungi 0% – 37 % kerikil, 22% – 71% pasir, 7% – 57% kelodak dan 3% - 66% lempung. Taburan saiz zarah tanah dipengaruhi oleh kadar luluhawa di sesuatu tempat yang berbeza antara satu sama lain.

Nilai had cecair berjulat antara 30% - 119% tetapi kebanyakannya bernilai antara 50% - 70%. Nilai had cecair didapati bertambah dengan pertambahan kandungan lempung seperti yang diperolehi oleh Gidigasu (1976). Had plastik pula berjulat antara 18% - 46%. Nilai indeks keplastikan pula berada dalam julat 11% - 77% dan ianya juga dipengaruhi oleh kandungan lempung dalam tanah tersebut.

Ujian pengukuhan satu dimensi dijalankan bertujuan mendapatkan parameter-parameter pengukuhan seperti nisbah lompong asal (e_o), tekanan prapengukuhan (P_c), indeks mampatan (C_c), pekali kebolehmampatan isipadu (m_v) dan pekali pengukuhan (c_v). Daripada ujikaji, didapati nilai nisbah lompong berjulat antara 0.528 sehingga 1.456. Nilai nisbah lompong asal ini

bergantung kepada tahap luluhawa dan larut lesap yang dialami oleh tanah tersebut. Nilai nisbah lompong asal juga dipengaruhi oleh kandungan lembapan semulajadi di dalam tanah. Semakin tinggi nilai kandungan lembapan semulajadi di dalam tanah, maka semakin tinggi nilai nisbah lompong asal tanah.



Rajah 2: Metodologi kajian

Nilai tekanan prapengukuhan yang diperolehi berjulat di antara 50 – 322 kNm⁻². Berdasarkan nilai tegasan sebenar di tapak, didapati tanah baki bersifat terkukuh hampir sama seperti yang dinyatakan oleh Braksdale dan Blight (1977). Ini disebabkan oleh pengubahsuaian kimia akibat luluhawa, curahan hujan dan penukaran ion (Mitchell, 1993).

Nilai indeks mampatan didapati berjulat di antara 0.11 sehingga 0.42 dan ianya bergantung kepada nisbah lompong asal di dalam tanah. Semakin tinggi

nilai nisbah lompang asal, maka semakin tinggi nilai indeks mampatan. Keputusan yang diperoleh adalah hampir menyamai kajian yang dijalankan oleh Azzouz et al (1977), Poh et al (1985) dan Winn et al (2001). Di samping itu kandungan lempung juga mempengaruhi nilai indeks mampatan. Didapati nilai indeks mampatan bertambah dengan pertambahan kandungan lempung, kandungan lembapan semulajadi dan had cecair.

Pekali kebolehmampatan isipadu berada dalam julat $0.08 - 1.27 \text{ m}^2\text{MN}^{-1}$. Nilai pekali kebolehmampatan isipadu tanah didapati bertambah dengan pertambahan nisbah lompang asal dan berkurang dengan pertambahan nilai tekanan prapenguhan. Pekali penguhan yang diperoleh menggunakan kaedah Casagrande pula didapati berjulat antara 1.53 hingga $49.64 \text{ m}^2\text{tahun}^{-1}$.

Nilai pekali kebolehtelapan adalah berjulat antara 0.011×10^{-9} hingga $44.71 \times 10^{-9} \text{ ms}^{-1}$. Nilai yang diperoleh adalah sangat rendah dan ini menunjukkan tanah baki di kawasan ujikaji adalah tanah baki yang matang.

Daripada ujian kekuatan ricih yang dijalankan menggunakan sistem GDS, parameter-parameter kekuatan ricih tanah seperti nilai kejelekitan berkesan (c') dan sudut geseran berkesan (ϕ') telah diperoleh. Didapati nilai kejelekitan berkesan berada dalam julat $0 - 36.4 \text{ kNm}^{-2}$. Nilai sudut geseran dalaman berkesan pula adalah berjulat antara $23.4^\circ - 34.5^\circ$. Nilai sudut geseran berkesan didapati berkurang dengan pertambahan kandungan lempung dan kandungan lembapan semulajadi sama seperti keputusan yang diperoleh Winn et al (2001).

5.0 Korelasi Ciri-Ciri Tanah

Seperti yang telah dilihat sebelumnya, banyak korelasi yang telah dihasilkan dari ujian yang dijalankan. Bagi mempercepatkan proses rekabentuk, para jurutera boleh menggunakan korelasi antara ciri-ciri kejuruteraan yang telah diwujudkan oleh pengkaji lepas. Ketepatan korelasi yang diwujudkan boleh dibahagikan kepada empat bahagian berdasarkan nilai pekali penentuan (R^2) seperti yang diberikan oleh Marto (1996) dalam Jadual 4.

Sehingga kini, tidak banyak korelasi yang diterbitkan bagi tanah baki. Beberapa korelasi yang telah diwujudkan adalah korelasi kandungan lempung dengan ciri-ciri keplastikan, korelasi kekuatan ricih dengan ciri-ciri indeks, korelasi kandungan lembapan dengan pekali kebolehtelapan dan sebagainya.

Dalam kajian yang dijalankan, korelasi yang diwujudkan dibahagikan kepada dua kategori. Kategori pertama adalah korelasi yang dapat diwujudkan dengan persamaan tertentu apabila pekali penentuan, R^2 lebih besar dari 0.55 iaitu sekurang-kurangnya dari jenis korelasi yang baik seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 5.

Bagi kategori kedua pula, korelasi yang diwujudkan tidak dapat dibuat dengan persamaan kerana pekali penentuan, R^2 yang terhasil apabila persamaan cuba diwujudkan adalah lebih kecil dari 0.55. Oleh itu korelasi-korelasi ini diberikan dalam persamaan had atas dan had bawah sahaja.

Korelasi yang terhasil ditunjukkan seperti dalam Jadual 5(i) dan 5(ii). Rajah 2(a) hingga 2(d) pula menunjukkan beberapa contoh korelasi yang dihasilkan.

Jadual 4 : Ketepatan korelasi (Marto, 1996)

Nilai R^2	Jenis Korelasi
< 0.25	Kurang baik
0.25 – 0.55	Agak baik
0.56 – 0.80	Baik
> 0.80	Sangat baik

Jadual 5 : Ciri-ciri kejuruteraan tanah baki di Semenanjung Malaysia

(a) Ciri-ciri indeks

w (%)	G _s	Kerikil	Pasir	Kelodak	Lempung	w _L (%)	w _p (%)	I _p (%)
10-40	2.50-2.74	0-37%	22-71%	7-57%	3-66%	30-119	18-46	11-77
Bertambah dengan kandungan lempung		Dipengaruhi oleh kadar luluhawa				Bertambah dengan kandungan lempung		

(b) Ciri-ciri pengukuhan

e _o	P _c (kNm ⁻²)	C _c	m _v (m ² MN ⁻¹)	c _v (m ² tahun ⁻¹)	k (ms ⁻¹) x 10 ⁻⁹
0.53-1.46	50-322	0.11-0.42	0.08-1.27	1.53-49.64	0.011-44.71
-bertambah dengan pertambahan w	-bersifat terkukuh lebih	-bertambah dengan e _o , kandungan lempung, w & w _L	-bertambah dengan e _o		-tanah baki matang
*proses larut lesap & luluhawa	-akibat luluhawa, curahan hujan & penukaran ion		-berkurang dengan P _c		

(c) Kekuatan ricih

c' (kNm ⁻²)	φ' (°)
0-36.4	23.4-34.5
	berkurang dengan pertambahan kandungan lempung dan kandungan lembapan semulajadi.

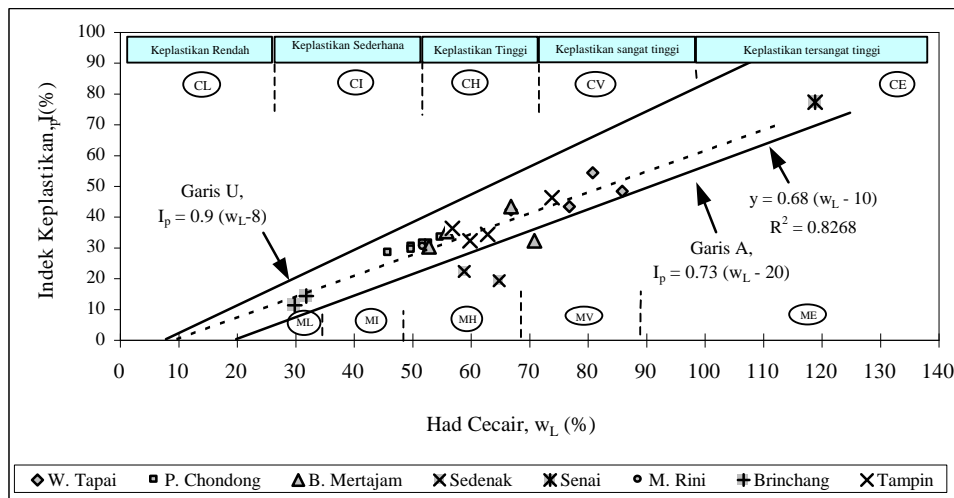
Jadual 5 : Ringkasan korelasi

(i) Korelasi dengan persamaan

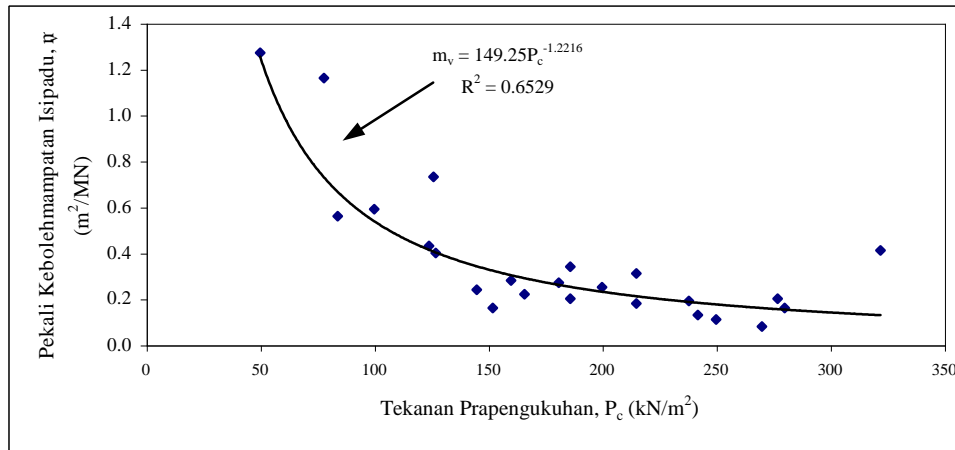
Bil	Korelasi	Persamaan	R ²	Jenis korelasi
1	Indeks keplastikan & had cecair	$I_p = 0.68(w_L - 10)$	0.83	Sangat baik
2	Indeks mampatan ternormal & kandungan lembapan semulajadi	$\frac{C_c}{1 + e_o} = 0.004(w + 15.2)$	0.83	Sangat baik
3	Pekali kebolehmampatan isipadu & tekanan prapengukuhan	$m_v = 149.25P_c^{-1.2216}$	0.65	Baik

(ii) Korelasi dengan persamaan had atas dan had bawah

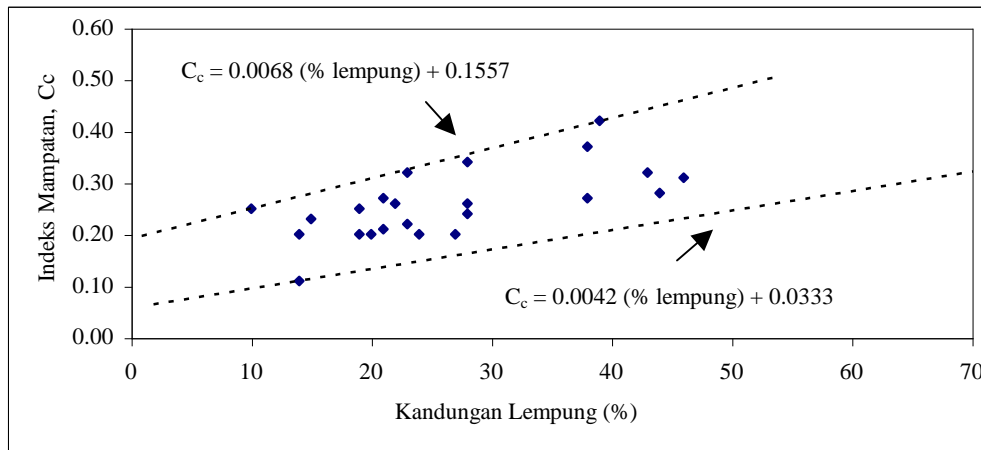
Bil	Korelasi	Had atas	Had bawah
1	Kandungan lembapan semulajadi & kandungan lempung	$w = 0.76(\% \text{ lempung} + 38.48)$	$w = 0.22(\% \text{ lempung} + 6.24)$
2	Had cecair & kandungan lempung	$w_L = 0.88 (\% \text{ lempung} + 62)$	$w_L = 0.70 (\% \text{ lempung} + 23)$
3	Indeks keplastikan & kandungan lempung	$I_p = 0.56 (\% \text{ lempung} + 73)$	$I_p = 0.56 (\% \text{ lempung} + 12)$
4	Nisbah lompong asal & kandungan lembapan semulajadi	$e_o = 0.03w + 0.64$	$e_o = 0.01w + 0.38$
5	Indeks mampatan & nisbah lompong asal	$C_c = 0.3(e_o + 0.12)$	$C_c = 0.3(e_o - 0.38)$
6	Indeks mampatan & kandungan lempung	$C_c = 0.01(\% \text{ lempung}) + 0.16$	$C_c = 0.01(\% \text{ lempung}) + 0.03$
7	Indeks mampatan & kandungan lembapan semulajadi	$C_c = 0.01(w + 32)$	$C_c = (0.01(w + 15))$
8	Indeks mampatan & had cecair	$C_c = 0.01(w_L - 8)$	$C_c = 0.003(w_L - 22)$
9	Pekali kebolehmampatan isipadu & nisbah lompong asal	$m_v = 3.86(e_o - 0.48)$	$m_v = 0.24(e_o - 0.52)$
10	Sudut geseran berkesan & kandungan lempung	$\phi = 0.15 (257.6 - \% \text{ lempung})$	$\phi = 0.1 (242 - \% \text{ lempung})$
11	Sudut geseran berkesan & kandungan lembapan semulajadi	$\phi' = 0.12 (315 - w)$	$\phi' = 0.14 (197 - w)$



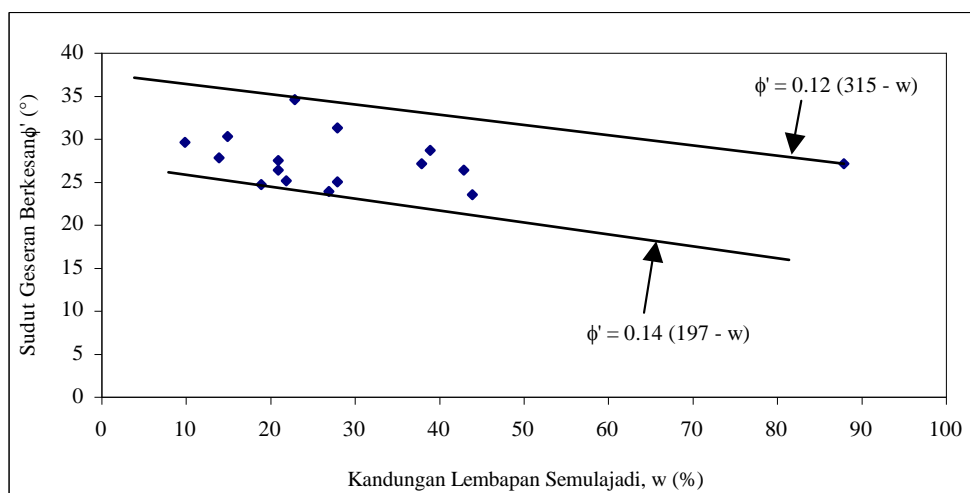
Rajah 2 (a) : Korelasi indeks keplastikan dan had cecair



Rajah 2 (b) : Korelasi pekali kebolehmampatan isipadu dan tekanan prapengukuhan



Rajah 2 (c) : Korelasi indeks mampatan dan kandungan lempung



Rajah 2 (d) : Korelasi sudut geseran berkesan dan kandungan lembapan semulajadi

6.0 Katalog Ringkas Ciri-Ciri Kejuruteraan

Katalog ciri-ciri kejuruteraan tanah baki dihasilkan mengikut wilayah atau lokasi. Contoh katalog untuk tanah baki Wilayah Timur adalah seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3. Katalog lengkap boleh dilihat dalam Yusof (2003). Katalog ini menunjukkan lokasi sampel, kaedah pensampelan dan bilangan sampel. Bagi setiap lokasi, keputusan taburan saiz zarah, kandungan lembapan semulajadi, nilai graviti tentu tanah, sifat-sifat keplastikan, ciri-ciri pengukuhan dan parameter kekuatan ricih bagi setiap sampel diberikan.

7.0 Kesimpulan

Berdasarkan keputusan ujikaji dan perbincangan beberapa kesimpulan kajian telah di buat iaitu:

- (i) Kandungan lembapan semulajadi, graviti tentu, had cecair dan indeks keplastikan dipengaruhi oleh kandungan lempung. Kandungan lembapan semulajadi bertambah dengan pertambahan kandungan lempung. Ini kerana lempung yang mempunyai keluasan permukaan yang tinggi dapat menyerap dan mengekalkan kandungan air dengan lebih tinggi. Graviti tentu berkurang dengan pertambahan kandungan lempung. Had cecair dan indeks keplastikan bertambah dengan pertambahan kandungan lembapan.
- (ii) Nisbah lompong asal adalah agak tinggi disebabkan oleh proses luluhawa kimia dan larut lesap. Ia juga dipengaruhi oleh kandungan lembapan di dalam tanah. Nisbah lompong meningkat dengan pertambahan kandungan lembapan semulajadi.
- (iii) Indeks mampatan tanah dipengaruhi oleh nisbah lompong, kandungan lempung, kandungan lembapan semulajadi dan had cecair dalam tanah. Indeks mampatan bertambah dengan nisbah lompong, kandungan lempung, kandungan lembapan semulajadi dan had cecair.
- (iv) Pekali kebolehmampatan isipadu adalah rendah sehingga tinggi dan bergantung kepada nisbah lompong dan tekanan prapengukuhan. Pekali kebolehmampatan isipadu bertambah dengan pertambahan nisbah lompong tetapi berkurang dengan tekanan prapengukuhan.
- (v) Kejelekitan berkesan tanah baki adalah kecil sementara sudut geseran berkesan dipengaruhi oleh kandungan lempung dan kandungan lembapan semulajadi. Sudut geseran berkesan berkurang dengan pertambahan lempung dan kandungan lembapan semulajadi dalam tanah.
- (vi) Beberapa korelasi dan katalog ringkas telah dihasilkan bagi membolehkan para jurutera membuat rekabentuk awalan dengan mudah, cepat dan berkesan.



Lokasi :
Wakaf Tapai, Terengganu

Kaedah Pensampelan :
Tiub berdinding nipis

Bilangan Sampel :
BH 1 - 1 & 3 m

No. Sampel	Taburan Saiz Zarah (%)				Kandungan Lembapan Semula jadi w	Graviti Tentu G_s
	Kerikil	Pasir	Kelodak	Lempung		
BH1 - 1m	4	22	41	33	21	2.65
BH1 - 3 m	7	22	46	25	21	2.60
BH2 - 1 m	5	52	25	18	19	2.50
BH2 - 3 m	1	66	12	21	22	2.61

No. Sampel	Sifat-sifat Keplastikan				Aktiviti, A
	w_L (%)	w_P (%)	I_P (%)	I_L	
BH1 - 1m	86	34	52	-0.25	1.45
BH1 - 3 m	81	33	48	-0.11	2.16
BH2 - 1 m	77	34	43	-0.35	2.39
BH2 - 3 m	67	25	42	-0.07	2.00

No. Sampel	Ciri-ciri Pengukuhan					Pekali Kebolehtelapan k ($\times 10^{-9}$) ms^{-1}
	P_c (kNm^{-2})	c_v ($\text{m}^2\text{thn}^{-1}$)	C_c	m_v (m^2MN^{-1})	e_o	
BH1 - 1m	250	33.70	0.21	0.11	0.792	0.916
BH1 - 3 m	280	46.40	0.27	0.16	0.804	1.839
BH2 - 1 m	181	20.14	0.25	0.27	0.846	3.518
BH2 - 3 m	270	49.64	0.26	0.08	0.771	0.256

No. Sampel	Parameter Kekuatan Ricih	
	c' (kNm^{-2})	ϕ' ($^\circ$)
BH1 - 1m	29.7	27.4
BH1 - 3 m	27.9	26.3
BH2 - 1 m	22.0	24.6
BH2 - 3 m	19.9	25.0

Rajah 3 : Katalog ringkas ciri-ciri kejuruteraan tanah baki Wilayah Timur (Wakaf Tapai, Terengganu)

Rujukan

- Ali, F.H. (1990) Improvement of a residual soils. *Proceedings of Tenth Southeast Asian Geotechnical Conference, Taipei*. Vol. 1, p.3-4.
- Azzouz, A.S., Krizek, R.J. and Corotis, R.B. (1977) Regression Analysis of Soil compressibility. *Soils and Foundation*, 16 (2): pp 19-29.
- Balasubramaniam, A.S., Bergado, D.T. and Sivandran, C. (1985). Engineering Behavior of soils in Southeast Asia. *Geotechnical Engineering in Southeast Asia*, p.25- 92.
- Barksdale, R.D. and Blight, G.E. (1977) *Compressibility and Settlement of Residual Soils.* dlm. Blight, G.E., *Mechanics of Residual Soils*. Netherlands: A.A. Balkema. 95-152.
- British Standards Institution. (1990) *Soils for Civil Engineering Purposes*. London : (BS 1377).
- Chan, S.F. and Chin, F.K. (1972) Engineering characteristics of the soils along the Federal Highway in Kuala Lumpur. *Proceedings. 3rd Southeast Asian Conference on Soil Engineering., Hong Kong*, p.41-45.
- Gidigasau, M.D. (1976) *Laterite Soil Engineering*. Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam.
- Head, K.H. (1992) Manual of soil laboratory testing. Volume 1: *Soil Classification and Compaction Test*. 2th.ed. London: Pentech Press Limited Graham Lodge.
- Head, K.H. (1988) Manual of soil laboratory. Vol. 2: *Permeability, Shear Strength and Compressibility Test*. London: Pentech Press Limited Graham Lodge.
- Head, K.H.(1986) Manual of soil laboratory. Vol. 3: *Effective Stress Tests*. London: Pentech Press Limited Graham Lodge.
- Khairul, N.M.Y. (2002) *Mineralogi, Mikrostruktur dan Komposisi Kimia Tanah Baki Granit di Semenanjung Malaysia*. Universiti Teknologi Malaysia: Tesis Sarjana.
- Komoo, I. and Mogana, S.N.(1988) Physical characterization of weathering profile of clastic Metasediments in Peninsular Malaysia.” *Proceedings of the Second International Conference on Geomechanics in Tropical Soils, Singapore*. 1,p. 37-42.
- Komoo, I. (1989) Engineering geology of Kuala Lumpur, Malaysia.” *Proceedings of The International Conference in Tropical Terrains*,p. 262-272.
- Komoo, I. (1985) Engineering properties of weathered rock profiles in Peninsular Malaysia. *Eight Southeast Asian Geotechnical Conference*,1.3-81-3-84.
- Lee, C.M. (1967) Shear strength characteristics of undisturbed and compacted samples of decomposed Granite from Malaya. *Proceedings of the Second Symposium on Scientific and Technological Research in Malaysia and Singapore*, p. 214 – 228.
- Marto, A. (1996) *Volumetric Compression of a Silt under Periodic Loading*. University of Bradford: Tesis Ph.D.
- Mitchell, J.K. (1993) *Fundamentals of Soil Behavior*. New York. Wiley.
- Poh, K.B., Chuah, H.L. and Tan, S.B. (1985) Residual granite soil of Singapore. *Proceedings of Eighth Southeast Asian Geotechnical Conference, Kuala Lumpur*.
- Taha, M.R, Sarac. D, Chik, Z and.Nayan, K.A.M. (1997) Geotechnical and Geoenvironmental aspects of residual soils. *Proceedings of 4th Regional Conference in Geotechnical Engineering (GEOTROPIKA 97), Johor, Malaysia*, p. 331-341.

- Tan, B.K. and Ong, C.Y. (1993) Physico-chemical properties of granitic soils along the Ipoh-Changkat Jering expressway, Perak, Malaysia. *Conference on Eleventh Southeast Asian Geotechnical Conference, Singapore*, p. 217-221.
- Tan, B.K. (1995) Some experience on weathering of rocks and its engineering significance in Malaysia. Ikram Geotechnical Meeting 1995. *Workshop on Comparative Geotechnical Engineering Practice*, Novotel, Penang, Vol.2.
- Ting, W.H. and Ooi, T.A. (1976) Behaviour of a Malaysian residual granite soil as a sand-silt-clay composite soil. *Geotechnical Engineering*, 7: 67-78.
- Todo, H. and Pauzi, M.M. (1989) Geotechnical Engineering Properties of Residual Soils originated from granite in Malaysia and Singapore. *Proceedings of the International Conference in Tropical Terrains*, p. 160-169.
- Todo, H., Sagae, T, Orihara, K. and Yokokawa, K. (1994) Geotechnical property of Kenny Hill Formation in Kuala Lumpur. *Regional Conference in Geotechnical Engineering '94, GEOTROPIKA '94*.
- West, G. and Dumbleton, M.J. (1970) The mineralogy of tropical weathering illustrated by some West Malaysian soils. *Quarterly Journal of Engineering Geology*, 3: 25-40.
- Winn, K., Rahardjo, H. and Peng, S.C. (2001) Characterization of residual soils in Singapore. *Journal of the Southeast Asian Geotechnical Society*. k1-13.
- Yusof, M.F. (2003) *Ciri-ciri Kejuruteraan Tanah Baki Granit di Semenanjung Malaysia*, Universiti Teknologi Malaysia: Tesis Sarjana.