

KARAKTERISTIK SIFAT MEKANIS DAN FISIK TANAH LUNAK DI KOTA DUMAI BERDASARKAN PENGUJIAN *DOKENBO* DAN VANE *SHEAR*

Muhammad Naufal¹⁾, Muhamad Yusa²⁾, Ferry Fatnanta²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²⁾Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293

Email : muhammad.naufal@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Soft soil has low shear strength and high compressibility. In this study, portable tools i.e. Dokenbo tool and field Vane Shear were used to determine mechanical characteristics of soft soil quickly and cheaply. Dokenbo is a relatively new field method, developed by the National Institute of Civil Engineering in Japan, to measure shear strength of soft soil. Obtained parameters from Dokenbo are penetration and torsion. This study aimed to determine range of shear strength values from both methods. Correlation of mechanical properties from Dokenbo and Vane Shear was also analyzed. Likewise, correlation between Dokenbo results and soil physical properties. The test was carried out at 3 points field test in Lubuk Gaung Village, Dumai City. From the research, it was obtained that the type of soil was soft soil based on the value of shear strength (S_u) with a range of 12-25 kPa. Soil consistency based on the value of penetration resistance is moderately stiff with a value range of 500-1000 kN/m². Statistical analysis show that penetration value is directly proportional to the S_u value, if the penetration value is large, the S_u value also increases. Penetration and internal shear angle has a very low correlation. While there is low correlation between penetration and physical properties, where there is no good data connection.

Keywords: *Soft soil, Shear Strength, Dokenbo, Vane Shear*

1. PENDAHULUAN

Tanah lunak merupakan tanah kohesif yang terdiri dari tanah yang sebagian besar terdiri dari butir-butir yang sangat kecil seperti lempung dan lanau. Tanah lunak dalam konstruksi seringkali menjadi permasalahan. Hal ini disebabkan karena tanah lunak mempunyai kuat geser yang rendah dan kompresibilitas yang sangat tinggi. Kuat geser yang rendah akan mengakibatkan terbatasnya beban yang dapat bekerja di atasnya dan kompresibilitas yang sangat tinggi mengakibatkan terjadinya penurunan setelah pembangunan selesai.

Setiap daerah memiliki keadaan tanah yang beragam, baik dari segi jenis tanah, daya dukung, maupun parameter lainnya dari tanah. Tentu saja hal tersebut dapat mengakibatkan daya dukung dan parameter tanah selalu berubah. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengujian sifat-sifat fisik dan

mekanis tanah yang dalam hal ini tanah lunak agar dapat diketahui perilaku tanah tersebut agar mampu menahan beban di atasnya.

Provinsi Riau sebagian besar terdiri dari tanah lunak berupa tanah gambut dan lempung lunak. Berdasarkan peta sebaran tanah lunak dari Badan Geologi (2019) sebagian besar tanah lunak berada di bagian pesisir Provinsi Riau, dalam hal ini penulis akan melakukan penelitian terhadap tanah lunak di Kota Dumai menggunakan alat *Dokenbo* dan *Vane Shear*.

Dokenbo merupakan metode dan peralatan untuk mengukur kekuatan geser tanah dilapangan yang dikembangkan oleh Institut Nasional Teknik Sipil di Jepang. Parameter – parameter yang didapat pada pengujian *Dokenbo* berupa Penetrasi, torsi dan Sudut Geser Dalam. Pengujian *Vane Shear* merupakan salah satu metode

penyelidikan tanah untuk mengetahui kekuatan geser tak terdrainasi.

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan metode pengambilan nilai Kuat Geser di lapangan menggunakan alat *Dokenbo* dan alat *Vane Shear*. Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan hubungan sederhana (korelasi) antara sifat mekanis tanah lunak dari alat *Dokenbo* dengan alat *Vane Shear* dan mendapatkan korelasi antara sifat mekanis *Dokenbo* dengan sifat fisik tanah. Dimana korelasi ini diharapkan akan menghasilkan suatu rumus empiris yang dapat membantu penyelidikan tanah lunak dalam mendapatkan sifat mekanis agar lebih cepat dan murah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah Lunak

Sifat tanah lunak adalah gaya gesernya kecil, kemampatannya besar, koefisien permeabilitas yang kecil dan mempunyai daya dukung rendah jika dibandingkan dengan tanah lempung lainnya.

Menurut Terzaghi dan Peck (1967) tanah lempung kohesif diklasifikasikan sebagai tanah lunak apabila mempunyai daya dukung lebih kecil dari 0,5 kg/cm² dan nilai *Standard Penetration Test* (SPT) lebih kecil dari 4 (N-value < 4). Toha (1989) menguraikan sifat umum lempung lunak seperti dalam Tabel 1.

Tabel 1 Sifat Umum Lempung Lunak

No	Parameter	Nilai
1	Kadar air	80 – 100%
2	Batas cair	80 – 110%
3	Batas plastik	30 – 45%
4	Lolos saringan no. 200	> 90%
5	Kuat Geser	20 – 40 kN/m ²

Sumber : Toha, 1989

2.2 Kuat Geser Tanah

Kuat Geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan.

Dengan dasar seperti ini, bila tanah mengalami pembebanan akan ditahan oleh:

- Kohesi tanah yang tergantung pada jenis tanah dan pematannya, tetapi tidak tergantung dari tegangan vertikal yang bekerja pada gesernya.
- Gesekan antara butir-butir tanah yang besarnya berbanding lurus dengan tegangan vertikal pada bidang gesernya.

Oleh karena itu kekuatan geser tanah dapat diukur dengan rumus :

$$\tau = c + (\sigma - u) \tan \phi \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

- τ = Kekuatan geser tanah (kN/m²)
- σ = Tegangan normal total (kN/m²)
- u = Tegangan air pori (kN/m²)
- c = Kohesi tanah efektif (kN/m²)
- ϕ = Sudut Geser (°)

2.3 Sudut Geser Dalam

Sudut Geser Dalam merupakan sudut yang dibentuk dari hubungan antara tegangan normal dan tegangan geser di dalam material tanah atau batuan.

Semakin besar Sudut Geser Dalam suatu material maka material tersebut akan lebih tahan menerima tegangan luar yang dikenakan terhadapnya. Besaran nilai Sudut Geser Dalam (ϕ) juga berkaitan dengan tingkat kepadatan suatu jenis tanah, yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hubungan Kepadatan dan Sudut Geser Dalam Tanah

Tingkat Kepadatan	Sudut Geser Dalam (ϕ)
Sangat lepas	< 30
Lepas	30 – 45
Agak padat	35 – 40
Padat	40 – 45
Sangat padat	> 45

Sumber : Bowles JE, 1989

2.4 Pengujian *Vane Shear*

Pengujian *Vane Shear* adalah suatu cara untuk mengukur kekuatan geser tanah berbutir halus, yaitu lempung atau lanau. Uji geser vane dapat digunakan untuk menentukan Kuat Geser *Undrained* baik di

laboratorium maupun di lapangan pada lempung jenuh yang tidak retak-retak.

Alat uji *Vane Shear* terdiri dari sebuah batang yang pada bagian ujung bawahnya terdapat 4 (empat) buah pelat baja tipis dengan dimensi yang sama, dan bagian ujung lainnya terdapat alat pencatat berupa spring/pegas untuk memberikan nilai kekuatan geser tanah pada kondisi tidak terjadi pengaliran (*Undrained shear strength*). Alat uji *Vane Shear* test dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alat *Vane Shear*

Nilai Kuat Geser dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$Su = dial\ reading \times k \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

Su = Nilai Kuat Geser

k = Nilai kalibrasi baling

Kuat geser dari pengujian *Vane Shear* perlu dikoreksi karena pengaruh anisotropi dan laju regangan pada tanah perlu dipertimbangkan. Faktor koreksi ini diusulkan oleh Bjerrum (1974) yang dapat ditentukan dari indeks plastisitas. Kuat Geser *Undrained* perencanaan dapat ditentukan dengan rumus:

$$Su_{nyata} = \mu \times Su_{lapangan} \dots\dots\dots (3)$$

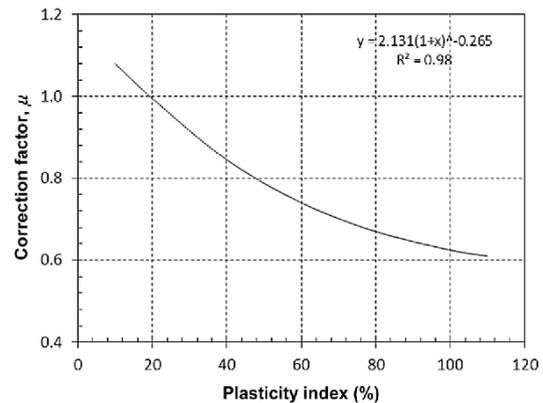
Dimana:

Su_{nyata} = Kuat Geser *Undrained* perencanaan (kPa)

$Su_{lapangan}$ = Kuat Geser *Undrained* yang diperoleh dari hasil uji lapangan (kPa)

μ = Faktor koreksi

Faktor koreksi dapat ditentukan berdasarkan grafik pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Faktor Koreksi Bjerrum Terhadap Indeks Plastisitas

Sumber : Bjerrum, 1974

2.5 Pengujian *Dokenbo*

Dokenbo merupakan tongkat pemeriksa ketahanan tanah yang dikembangkan oleh *Public Works Research Institute* untuk secara cepat mengukur kedalaman dan kekuatan lapisan atas tanah lunak (lapisan tanah) hingga beberapa meter dibawah tanah (Patent Jepang No. 3613591 Metode dan peralatan pengukuran kekuatan geser).

Dokenbo yang akan digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3 berikut :



Gambar 3. Bagian - Bagian *Dokenbo*

Alat *Dokenbo* ini bisa mendapatkan nilai Kuat Geser, nilai Sudut Geser dan kekuatan Penetrasi secara langsung di lapangan.

Kekuatan Penetrasi (q_{dk}) diperoleh dengan membagi gaya Penetrasi statis saat menggunakan *cone* Penetrasi dari metode yang sudah ditentukan dengan luas penampang *cone* yaitu $1,76 \times 10^{-4} \text{ m}^2$.

Rumus kekuatan Penetrasi (q_{dk}) dapat dilihat dibawah ini :

$$q_{dk} = \frac{Q_{dk}/1000}{A} \dots\dots\dots (4)$$

$$Q_{dk} = W + (m_0 + n \times m_1) \times g \dots\dots\dots (5)$$

Dimana :

q_{dk} = Kekuatan Penetrasi (kN/m^2)

Q_{dk} = Ujung *cone* Penetrasi (N)

A = Luas penampang ujung *cone* ($1,76 \times 10^{-4} \text{ m}^2$)

W = Bacaan beban vertikal (N)

m_0 = Berat total (kg) dari *cone* dan tongkat 450 mm

n = Jumlah tongkat 500 mm

m_1 = Berat 1 tongkat 500 mm (kg)

g = Akselerasi gravitasi standar $9,81 \text{ m/s}^2$

Rumus empiris berikut digunakan untuk mengetahui tegangan vertikal dan tegangan geser menggunakan alat *Dokenbo*.

$$\sigma = 2,4 \times 10^2 \times W_{vc} \dots\dots\dots (7)$$

$$W_{vc} = W_N + (m^0 + n \times m^1) \times g \dots\dots\dots (8)$$

$$\tau = 1,5 \times 10^4 \times T_{vc} \dots\dots\dots (9)$$

$$T_{vc} = T_N - T_0 \dots\dots\dots (10)$$

Dimana :

W_{vc} = Beban vertikal pada *vane cone* (N)

T_{vc} = Torsi yang dipasang pada *vane cone* (N.m)

W_N = Bacaan beban vertikal (N)

T_N = Torsi rotasi maksimum dengan *vane cone* dan W_N (N.m)

T_0 = Torsi rotasi maksimum dengan *Vane Shear* test dan tidak ada beban (N.m)

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Prosedur Penelitian

Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian ini yaitu, studi literatur, survei lokasi, pengujian tanah di lapangan dan pengambilan sampel,

pengujian tanah di laboratorium, serta analisis data.

3.2 Lokasi Penelitian

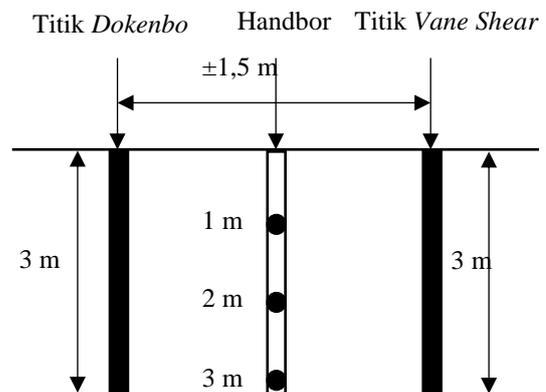
Penelitian dilakukan sebanyak 3 titik di Kelurahan Lubuk Gaung, Kota Dumai yang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Peta Lokasi Penelitian Di Kelurahan Lubuk Gaung

3.3 Sketsa Pengujian di Lapangan

Gambar 5 merupakan sketsa pengujian di lapangan yang meliputi pengujian *Dokenbo*, *Vane Shear* dan pengambilan sampel dengan jarak antar pengujian $\pm 1,5 \text{ m}$.



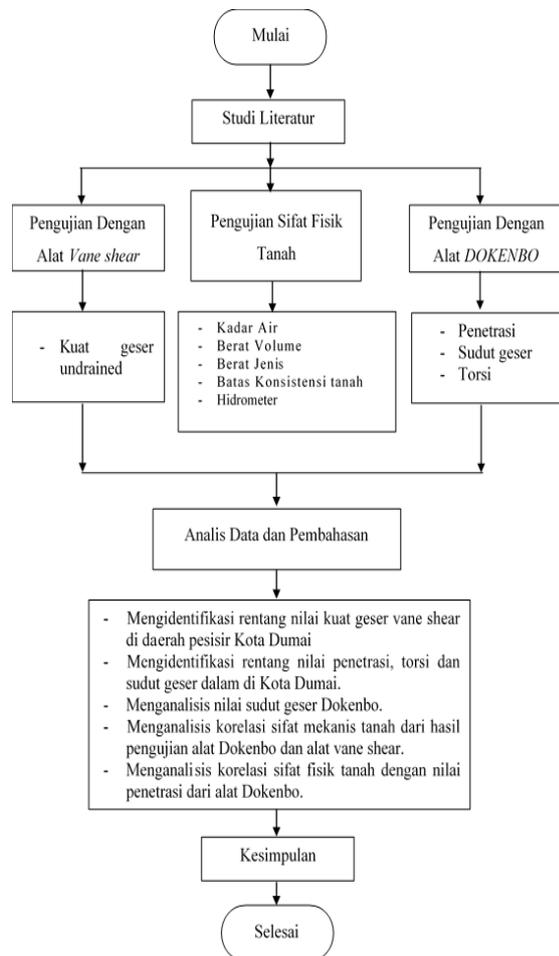
Gambar 5. Sketsa Pengujian

3.4 Pengujian Propertis Fisik Tanah

Propertis fisik yang diuji pada penelitian ini adalah kadar air, berat volume, berat jenis, batas cair, batas plastis dan analisa hydrometer. Pengujian propertis fisik dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Riau.

3.5 Bagan Alir

Bagan alir penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Bagan Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Karakteristik Mekanis

Hasil pengujian karakteristik mekanis didapat dari pengujian *Dokenbo* dan *Vane Shear*.

4.1.1 Hasil Pengujian *Vane Shear*

Dari pengujian diperoleh nilai Kuat Geser tanah (S_u). Berdasarkan nilai Kuat Geser, tanah dapat dikategorikan kedalam lapisan tanah sangat lunak, lunak, kaku, hingga keras.

Hasil dari pengujian *Vane Shear* di lokasi Lubuk Gaung dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian *Vane Shear*

Titik	Depth (m)	IP (%)	Su (kPa)	Su Koreksi (kPa)
1	1	16.36	18.00	18.00
	2	13.50	14.00	14.69
	3	4.13	26.00	35.92
2	1	14.22	16.00	16.57
	2	13.26	22.00	23.18
	3	4.72	12.00	16.11
3	1	10.64	16.00	17.79
	2	10.45	18.00	20.10
	3	5.62	30.00	38.75

Berdasarkan nilai Kuat Geser di lokasi Lubuk Gaung tanah yang diuji merupakan tanah lunak, dengan sebagian besar nilai S_u berada dalam rentang 12 – 25 kPa.

4.1.2 Hasil Pengujian *Dokenbo*

Hasil pengujian *Dokenbo* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian *Dokenbo*

Titik	Depth (m)	Torsi (T_0) (N.m)	qdk (kN/m^2)	ϕ
1	1	0.25	796	32.01
	2	0.30	674	22.33
	3	0.55	900	20.56
2	1	0.20	709	21.89
	2	0.60	881	29.36
	3	0.25	728	23.63
3	1	0.30	778	14.04
	2	0.55	826	32.01
	3	0.50	896	26.57

Berdasarkan Tabel 4 diperoleh nilai Torsi (T_0) dengan rentang 0,2-0,6 N.m, nilai Penetrasi (qdk) dengan rentang 674-900 kN/m^2 dan nilai sudut geser dalam dengan rentang $14,04^\circ$ - $32,01^\circ$.

4.2 Hasil Pengujian Karakteristik Fisik

Karakteristik fisik yang diuji pada penelitian ini adalah kadar air, berat volume, *specific gravity*, batas cair, batas plastis dan analisa hidrometer. Hasil pengujian karakteristik fisik sampel tanah dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah

Titik	Depth (m)	W (%)	γ_{wet} (g/cm ³)	γ_{dry} (g/cm ³)	BJ	LL (%)	PL (%)	PI (%)	Hidrometer			
									Clay (%)	Silt (%)	Sand	
											Fine (%)	Medium (%)
1	1	58.75	1.61	1.02	2.64	54.40	38.04	16.36	46.66	52.38	0.88	0.08
	2	65.44	1.59	0.96	2.60	44.12	30.63	13.50	29.12	57.84	12.26	0.78
	3	54.62	1.56	1.01	2.62	27.15	23.01	4.13	28.88	44.78	26.16	0.18
2	1	60.42	1.61	1.00	2.61	53.15	38.92	14.22	44.05	54.81	1.02	0.12
	2	61.03	1.59	0.99	2.67	42.19	28.93	13.26	32.04	57.02	10.46	0.48
	3	55.76	1.49	0.96	2.62	29.23	24.51	4.72	26.76	45.16	27.82	0.26
3	1	63.46	1.62	0.99	2.61	43.91	33.27	10.64	45.42	53.26	1.08	0.24
	2	72.96	1.54	0.89	2.44	46.09	35.64	10.45	29.29	59.31	10.62	0.78
	3	47.88	1.68	1.14	2.47	27.09	21.47	5.62	29.29	49.21	26.80	0.22

4.3 Analisis Klasifikasi Tanah

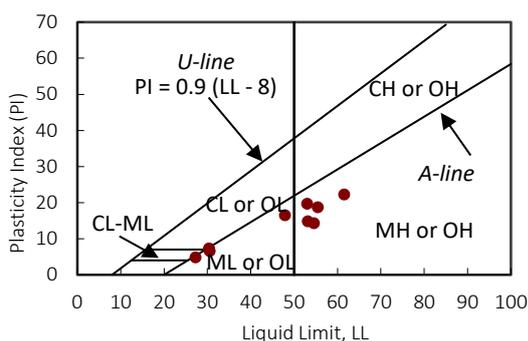
Klasifikasi tanah didasarkan pada nilai distribusi ukuran partikel, batas cair

dan indeks plastisitas menurut ASTM D-2487-11 (2011). Klasifikasi tanah dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Klasifikasi Tanah USCS

Titik	Depth (m)	LL (%)	IP (%)	Hidrometer		Klasifikasi Tanah
				Lolos No. 200 (%)	Tertahan No. 200 (%)	
1	1	54.40	16.36	99.04	0.96	MH - elastic silt
	2	44.12	13.50	86.96	13.04	ML - silt
	3	27.15	4.13	73.66	26.34	ML - silt with sand
2	1	53.15	14.22	98.86	1.14	MH - elastic silt
	2	42.19	13.26	89.06	10.94	ML - silt
	3	29.23	4.72	71.92	28.08	ML - silt with sand
3	1	43.91	10.64	98.68	1.32	ML - silt
	2	46.09	10.45	88.60	11.40	ML - silt
	3	27.09	5.62	78.51	27.02	CL-ML - silty clay with sand

Penentuan jenis tanah juga berdasarkan grafik plastisitas yang dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Plastisitas

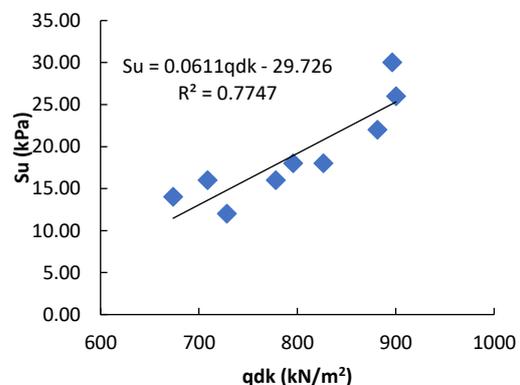
4.4 Korelasi Antara Karakteristik Mekanis

Korelasi antara karakteristik mekanis dilakukan untuk mengetahui hubungan antara nilai Penetrasi, Sudut Geser Dalam

dan Kuat Geser. Korelasi dilakukan dengan satu variabel hingga dua variabel.

4.4.1 Korelasi antara Penetrasi dengan Kuat Geser Vane Shear

Korelasi antara nilai Penetrasi dan Kuat Geser dapat dilihat pada Gambar 8.

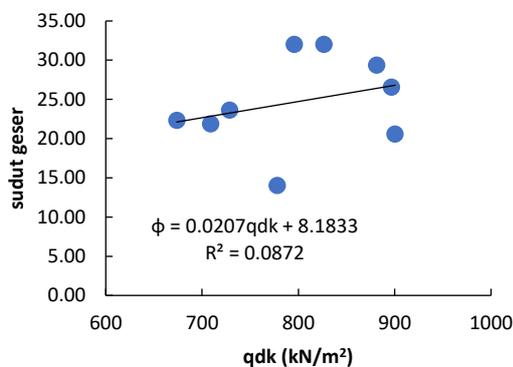


Gambar 8. Grafik Korelasi Antara Penetrasi dan Kuat Geser

Berdasarkan Gambar 8 korelasi antara Penetrasi dengan Kuat Geser memiliki hubungan yang sangat kuat dengan nilai $R^2 = 0,77$, dimana dari grafik terlihat bahwa nilai Kuat Geser akan meningkat dengan bertambahnya nilai Penetrasi.

4.4.2 Korelasi antara Penetrasi dengan Sudut Geser

Korelasi antara Penetrasi dan Sudut Geser Dalam dapat dilihat pada Gambar 9.

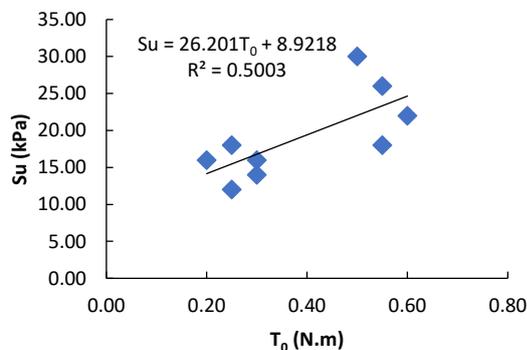


Gambar 9. Grafik Korelasi Antara Penetrasi dan Sudut Geser

Korelasi antara Penetrasi dan Sudut Geser tidak mempunyai hubungan dengan nilai R^2 yang sangat rendah.

4.4.3 Korelasi antara Torsi (T_0) dengan Kuat Geser *Vane Shear*

Korelasi antara nilai Torsi dan Kuat Geser *Vane Shear* dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik Korelasi Antara Torsi dan Kuat Geser

Korelasi antara nilai T_0 dengan Su mempunyai hubungan yang kuat dengan nilai $R^2 = 0,50$. Secara umum dapat dilihat semakin tinggi nilai Torsi maka Kuat Geser *Undrained* semakin naik.

4.4.4 Korelasi antara Penetrasi dengan Kuat Geser (S_u) dan Torsi (T_0)

Korelasi multi variabel antara Penetrasi dengan Kuat Geser (S_u) dan Torsi (T_0) dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Korelasi Antara Penetrasi, Kuat Geser dan Torsi

Keterangan	Nilai
Multiple R	0.4095981
R Square	0.1677706
Adjusted R Square	-0.109639
Observations	9
Significance F	0.5764068
Coefficients Intercept	394.33328
Coefficients S_u	-0.748616
Coefficients T_0	451.80418

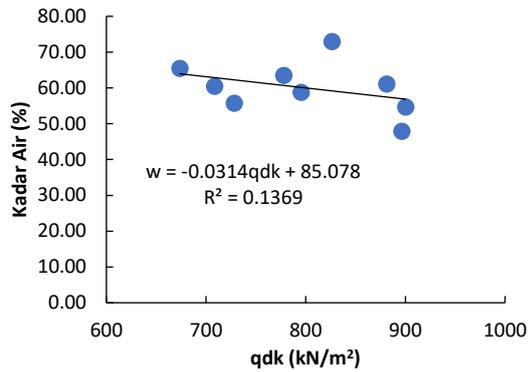
Korelasi antara Penetrasi dengan Kuat Geser dan Torsi memiliki hubungan yang sangat rendah dengan $R^2 = 0,16$. Berdasarkan nilai signifikansi F yang diperoleh $> 0,05$, menunjukkan bahwa Kuat Geser dan Torsi tidak berpengaruh secara simultan terhadap nilai Penetrasi.

4.5 Korelasi Antara Karakteristik Mekanis dengan Karakteristik Fisik

Korelasi antara karakteristik mekanis dengan karakteristik fisik dilakukan untuk mengetahui hubungan antara nilai Penetrasi dengan nilai pengujian sifat fisik tanah yaitu kadar air, berat volume basah dan berat volume kering. Korelasi dilakukan dengan satu variabel hingga dua variabel.

4.5.1 Korelasi antara Penetrasi dengan Kadar Air

Korelasi antar Penetrasi dan kadar air dapat dilihat pada Gambar 11.

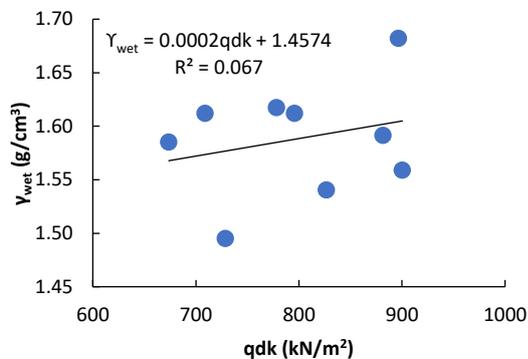


Gambar 11. Grafik Korelasi Antara Penetrasi dan Kadar Air

Korelasi antara Penetrasi dan kadar air memiliki hubungan yang rendah dengan nilai $R^2 = 0,14$. Secara umum dilihat dari grafik jika nilai kadar air meningkat maka nilai Penetrasi menurun.

4.5.2 Korelasi antara Penetrasi dengan Berat Volume Basah

Korelasi antara Penetrasi dan berat volume basah dapat dilihat pada Gambar 12.

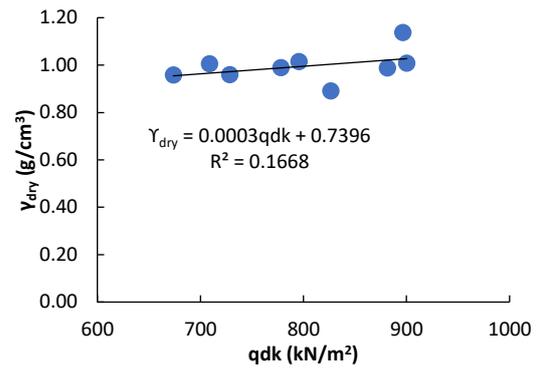


Gambar 12. Grafik Korelasi Antara Penetrasi dan Berat Volume Basah

Korelasi antara Penetrasi dan berat volume basah tidak memiliki hubungan dimana diperoleh nilai R^2 yang sangat rendah.

4.5.3 Korelasi antara Penetrasi dengan Berat Volume Kering

Korelasi antara Penetrasi dan berat volume kering dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Grafik Korelasi Antara Penetrasi dan Berat Volume Kering

Korelasi antara Penetrasi dan berat volume kering memiliki hubungan yang sedang dengan nilai $R^2 = 0,17$.

4.5.4 Korelasi antara Penetrasi dengan Kadar Air dan Berat Volume Kering

Korelasi antara Penetrasi, kadar air dan berat volume kering dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Korelasi antara Penetrasi, Kadar Air dan Berat Volume Kering

Keterangan	Nilai
Multiple R	0.4095981
R Square	0.1677706
Adjusted R Square	-0.109639
Observations	9
Significance F	0.5764068
Coefficients Intercept	394.33328
Coefficients w	-0.748616
Coefficients Y_{dry}	451.80418

Korelasi antara Penetrasi, kadar air dan berat volume kering memiliki hubungan yang sangat rendah dengan $R^2 = 0,17$. Berdasarkan nilai signifikansi F yang diperoleh $> 0,05$ sehingga kadar air dan berat volume kering tidak berpengaruh terhadap nilai Penetrasi.

5. KESIMPULAN

1. Rentang nilai karakteristik mekanis di daerah Lubuk Gaung yang diperoleh yaitu nilai S_u 12 - 25 kPa. Nilai tahanan Penetrasi diperoleh dengan rentang nilai 500-1000 kN/m^2 , konsistensi

- tanah berdasarkan nilai Penetrasi termasuk dalam kategori kaku sedang.
2. Korelasi antara S_u dengan q_{dk} memiliki hubungan yang sangat kuat, dimana dengan bertambahnya nilai Penetrasi maka nilai Kuat Geser juga meningkat. Korelasi antara q_{dk} dengan ϕ tidak terdapat hubungan. Korelasi antara S_u dengan T_0 memiliki hubungan yang kuat, dimana nilai T_0 semakin tinggi maka nilai S_u juga meningkat.
 3. Korelasi multivariabel antara q_{dk} dengan S_u dan T_0 memiliki hubungan yang sangat rendah. Berdasarkan nilai signifikansi $F > 0,05$, maka koefisien S_u dan T_0 tidak berpengaruh secara simultan terhadap nilai q_{dk} .
 4. Korelasi antara q_{dk} dengan sifat fisik tanah secara umum tidak terdapat hubungan, karena nilai koefisien korelasi yang diperoleh sangat rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Bjerrum, L. 1974. Problems of Soil Mechanics and Construction on Soft Clays. Norwegian Geotechnical Institute. Publication No. 110. Oslo.
- Bowles, E. J. 1989. Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah. Jakarta: Erlangga.
- Das, Braja M. 1995. Mekanika Tanah 1. Jakarta: Erlangga.
- National Research Institute of Public Works
Research Institute Geological and Geotechnical Research Group
Geological. (2019, Juni 29).
Dokenbo Diambil kembali dari *Dokenbo.org*: <http://Dokenbo.org/>
- Terzaghi, K. dan Peck, R. B. 1967. Soil Mechanics in Engineering Practice.
- Toha. 1989. Sifat-sifat Tanah. Jakarta: Erlangga..