

## KARAKTERISITIK TANAH LUNAK SUMATERA UTARA BERDASARKAN PENGUJIAN KUAT TEKAN BEBAS

Arif Darmawandi<sup>1)</sup>, Aazokhi Waruwu <sup>2)</sup>, Tematius Halawa<sup>3)</sup>, Doni Harianto<sup>4)</sup>, Muammar<sup>5)</sup>

<sup>1)</sup>Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Medan  
email: arifdarmawandi123@gmail.com

<sup>2)</sup>Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Medan  
email: azokhiw@gmail.com

<sup>3)</sup>Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Medan  
email: tematius437@gmail.com

<sup>4)</sup>Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Medan  
email: Donihariantotanjung@gmail.com

<sup>5)</sup>Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Medan  
email: Muammarnst62@gmail.com

### Abstrak

*Tanah lunak merupakan tipe tanah yang kurang baik sebagai tanah dasar konstruksi, tanah ini dapat berupa tanah lempung maupun tanah gambut. Tanah seperti ini membutuhkan perbaikan atau stabilisasi, namun sebelumnya perlu pengetahuan tentang karakteristik tanah yang akan diperbaiki sebagai dasar dalam melakukan perbaikan dan pemilihan metode atau bahan perbaikan. Penelitian ini dilakukan pada sampel tanah yang diambil dari beberapa lokasi di Sumatera Utara. Pengujian dilakukan di laboratorium untuk mengetahui sifat fisiknya dan diteruskan dengan uji kuat tekan bebas. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa tanah di lokasi Gatot Subroto Medan, Marindal, Pantai Labu, dan Gunungsitoli perlu distabilisasi, karena memiliki karakteristik sebagai tanah lunak dengan plastisitas sedang ke tinggi, sedangkan tanah di lokasi Patumbak tidak memerlukan perbaikan karena tergolong sebagai tanah lempung kaku dengan nilai kuat tekan bebas lebih dari 100 kN/m<sup>2</sup>.*

**Kata-Kata Kunci:** Tanah Lempung Lunak, Kuat Tekan Bebas, Plastisitas, Stabilisasi

### I. PENDAHULUAN

Salah satu tipe tanah yang bermasalah adalah tanah lunak karena memiliki kadar air tinggi, derajat kejenuhan tinggi, angka pori dan porositas tinggi, dan tekanan air pori awal tinggi. Sifat tanah lunak yang tidak baik untuk tanah dasar konstruksi di antaranya kuat geser yang rendah, daya dukung rendah, pemampatan tinggi, dan nilai CBR yang rendah. Tanah lunak dapat berupa tanah lempung lunak atau tanah gambut.

Karakteristik tanah dapat dilihat dari nilai CBR, nilai indeks plastisitas, dan kuat tekan bebas. Hubungan daya dukung tanah berdasarkan nilai CBR ditunjukkan pada **Tabel 1**. Umumnya tanah dengan nilai CBR lebih kecil dari 5% digolongkan sebagai tanah tidak baik atau tanah dengan daya dukung rendah, sehingga memerlukan perbaikan tanah atau stabilisasi tanah.

**Tabel 1. Daya dukung tanah dihubungkan dengan nilai CBR (Waruwu, 2013).**

CBR (%)	Daya dukung tanah
2 % - 5 %	Tidak baik (rendah)
6 % - 9 %	Sedang
> 9 %	Baik

Waruwu (2013) menyatakan bahwa tanah lempung digolongkan ke dalam jenis tanah berbutir

halus yang mempunyai nilai daya dukung rendah dan sangat sensitif terhadap perubahan kadar air. Hasil penelitian pada tanah lempung Percut Sei Tuan Deli Serdang menunjukkan nilai indeks plastisitas (*PI*) sebesar 37,51% dengan nilai kuat tekan bebas sebesar 196 kPa dan nilai CBR 2,10% (Waruwu, 2013). Jenis tanah ini digolongkan ke dalam tanah lunak karena memiliki nilai CBR < 5% (Tabel 1). Sedangkan menurut Endriani dan Ritonga, (2018), tanah lempung Percut Sei Tuan Deli Serdang memiliki nilai kadar air 87,88 %, berat jenis 2,75, indeks plastisitas 25,60 %, dan butiran halus 96,07 %. Perbedaan ini dapat disebabkan karena lokasi titik pengambilan sampel tanah yang berbeda pula.

Hasil penelitian Waruwu (2012) pada tanah lempung Melati Perbaungan Serdang Bedagai didapatkan nilai indeks plastisitas sebesar 37,23% dengan nilai CBR cukup rendah. Selain lempung lunak, tanah gambut juga dapat digolongkan sebagai tanah lunak apabila memiliki nilai kuat tekan bebas lebih kecil dari 50 kPa. Hasil penelitian Waruwu, et al. (2020), tanah gambut Bagansiapiapi memiliki nilai kuat tekan bebas sebesar 6,15 kPa.

Selain dari nilai CBR, karakteristik tanah dapat dilihat dari nilai indeks plastisitas seperti pada **Tabel 2**. Menurut Hardiyatmo (2002), indeks plastisitas tanah lebih besar dari 17% memiliki sifat plastisitas tinggi dengan jenis tanah lempung atau tanah

kohesif, sedangkan apabila tanah memiliki nilai indeks plastisitas antara 7-17%, tanah ini memiliki sifat plastisitas sedang dengan jenis tanah lempung berlanau dan masih tergolong tanah kohesif. Tetapi tanah dengan nilai indeks plastisitas lebih kecil 7%, tanah ini memiliki sifat plastisitas rendah dengan jenis tanah lanau atau tanah kohesif sebagian. Sementara tanah yang tidak memiliki indeks plastisitas termasuk ke dalam tanah non plastis (*NP*) dengan jenis tanah pasir atau tanah non kohesif dan umum dikatakan sebagai tanah granuler atau tanah berbutir kasar.

Sifat-sifat tanah lempung berdasarkan nilai kuat tekan bebas ( $q_u$ ) dapat ditentukan seperti pada **Tabel 3** (Hardiyatmo, 2002). Tanah lempung dikatakan sangat lunak, lunak, sedang, kaku, sangat kaku, dan keras apabila memiliki nilai kuat tekan bebas tertentu. Suatu tanah dikatakan sebagai tanah lunak apabila memiliki nilai kuat tekan bebas lebih kecil dari 50 kN/m<sup>2</sup>, bahkan sangat lunak jika nilai kuat tekan bebas lebih kecil dari 25 kN/m<sup>2</sup>.

**Tabel 2. Nilai indeks plastisitas dan macam tanah (Hardiyatmo, 2002)**

PI (%)	Sifat	Macam tanah	Kohesi
0	Non plastis	Pasir	Non kohesif
< 7	Plastisitas rendah	Lanau	Kohesif sebagian
7-17	Plastisitas sedang	Lempung berlanau	Kohesif
> 17	Plastisitas tinggi	Lempung	Kohesif

**Tabel 3. Hubungan kuat tekan bebas ( $q_u$ ) tanah lempung dengan konsistensi (Hardiyatmo, 2002)**

Konsistensi	$q_u$ (kN/m <sup>2</sup> )
Lempung keras	> 400
Lempung sangat kaku	200-400
Lempung kaku	100-200
Lempung sedang	50-100
Lempung lunak	25-50
Lempung sangat lunak	< 25

Tanah yang memiliki daya dukung rendah dengan nilai *California Bearing Ratio* (CBR) < 5%, plastisitas tinggi dan sedang dengan nilai indeks plastisitas (*PI*) > 7%, tanah lunak dan sangat lunak dengan nilai kuat tekan bebas ( $q_u$ ) < 50 kN/m<sup>2</sup> memerlukan perbaikan atau stabilisasi tanah, sehingga sifat-sifat atau karakteristiknya bisa diperbaiki untuk memenuhi syarat sebagai tanah dasar (*subgrade*) konstruksi.

Maksud dari stabilisasi tanah adalah untuk menambah daya dukung tanah dan kenaikan kekuatan yang akan diperhitungkan pada proses perancangan tebal perkerasan. Menurut Hardiyatmo(2010), cara-cara stabilisasi tanah adalah dengan melakukan pemadatan tanah, mencampur tanah dengan bahan granuler, menggunakan perkuatan, penggalian dan pergantian tanah, serta perbaikan tanah secara kimia dengan mencampur bahan semen, kapur, abu terbang, aspal dan material lainnya.

Berdasarkan uraian di atas didapatkan bahwa tindakan perbaikan atau stabilisasi tanah dilakukan

apabila suatu tanah memiliki sifat-sifat yang kurang baik dan tidak memenuhi syarat yang diperlukan sebagai tanah dasar konstruksi. Selain itu tanah pada lokasi yang berbeda memiliki sifat-sifat yang berbeda pula, bahkan dalam jarak yang tidak terlalu jauhpun didapatkan bahwa karakteristik tanah tidak sama.

**II. METODE PENELITIAN**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah lempung di beberapa daerah Sumatera Utara. Alat uji yang diperlukan untuk mengetahui karakteristik tanah lempung lunak adalah *density*, berat jenis, analisis saringan, hidrometer, *atterberg limit*, dan uji kuat tekan bebas(*unconfined compression test*).

Tahap awal penelitian dilakukan pengamatan visual melalui serangkaian survei awal di beberapa lokasi untuk memastikan jenis tanah yang diperlukan. Sebagai perwakilan wilayah Sumatera Utara, pengambilan sampel dilakukan di daerah Gatot Subroto Medan, Marindal, Pantai Labu, Patumbak, dan Gunungsitoli (Gambar 1). Pengambilan sampel tanah terganggu dan tidak terganggu menggunakan alat bor. Sampel-sampel ini dibawa ke laboratorium untuk pengujian awal.



(a)



(b)

**Gambar 1. Kegiatan pengambilan sampel di beberapa lokasi**

Kepastian jenis tanah diperoleh melalui serangkaian pengujian awal di laboratorium, di antaranya uji kadar air, *density*, analisis saringan, dan *atterberg limit*. Hasil uji awal dievaluasi dengan mengelompokkan sampel tanah yang berbutir halus

atau > 50% lolos saringan No. 200 dengan diameter saringan < 0,075 mm.

Pengelompokkan tanah berbutir kasar menggunakan analisis saringan, sedangkan tanah berbutir halus dianalisis dengan uji hidrometer. Tanah berbutir kasar dan berbutir halus dipisahkan pada ukuran butiran 0,075 mm. Apabila persentase tanah yang lebih kecil dari 0,075 mm lebih besar dari 50%, tanah ini tergolong tanah berbutir halus. Semua sampel tanah yang dipilih dapat digolongkan ke dalam tanah berbutir halus atau tanah kohesif dengan jumlah butiran yang berdiameter 0,075 lebih besar dari 50%.

Sampel-sampel ini dikumpulkan untuk dilanjutkan pengujian lainnya di antaranya berat jenis, hidrometer, dan pengujian utama berupa uji kuat tekan bebas untuk mengetahui jenis tanah lempung (Gambar 2). Nilai kuat tekan bebas ( $q_u$ ) didapatkan dari pembacaan dial proving ring yang paling tinggi, hal ini terlihat dari sampel tanah yang diuji mengalami keruntuhan.



(a)



(b)

**Gambar 2. Uji kuat tekan bebas**

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

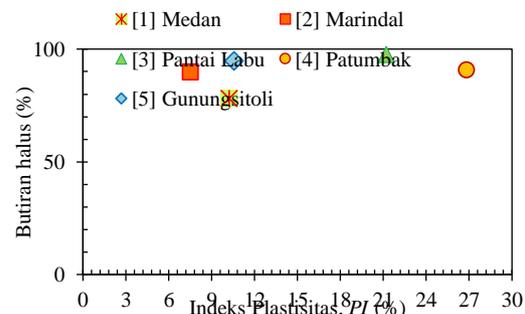
Hasil uji laboratorium dari tanah yang diteliti dapat dilihat pada **Tabel 4**. Hasil ini merupakan parameter dari masing-masing uji yang telah dilakukan. Pengujian yang dimaksud adalah kadar air, *density*, analisis saringan, hidrometer, batas-batas *atterberg*, dan uji kuat tekan bebas (*unconfined compression test*). Untuk mempersingkat dalam membuat keterangan dalam gambar dilakukan penomoran lokasi uji di antaranya Medan [1], Marindal [2], Pantai Labu [3], Patumbak [4], dan Gunungsitoli [5].

Hubungan nilai indeks plastisitas tanah dengan persentase tanah berbutir halus dari setiap sampel tanah yang diteliti dapat dilihat pada Gambar 3. Semua

tanah yang dipilih ini memiliki nilai indeks plastisitas yang bervariasi. Indeks plastisitas terlihat tidak berbanding lurus dengan persentase tanah berbutir halus, karena tanah berbutir halus terdiri dari lanau dan lempung, sedangkan indeks plastisitas tanah dipengaruhi oleh jumlah kandungan lempung dari tanah berbutir halus. Dengan demikian tanah Pantai Labu dan Patumbak kemungkinan besar mengandung butiran lempung yang lebih banyak dibandingkan dengan tanah Medan, Marindal, dan Gunungsitoli.

**Tabel 4. Hasil uji tanah**

Parameter	Satuan	Medan [1]	Marindal [2]	Pantai Labu [3]	Patumbak [4]	Gunungsitoli [5]
Kadar Air	%	57	37	74	40	42
Berat Isi Basah	kN/m <sup>3</sup>	17	16	18	16	18
Berat Jenis		2,54	2,59	2,64	2,60	2,54
Angka Pori		1,40	1,24	1,61	1,28	1,01
Porositas		0,58	0,55	0,62	0,56	0,50
Derajat Jenuh (%)	%	100	78	100	81	100
<b>Batas-batas Atterberg</b>						
Batas Cair LL	%	35,31	46,39	57,27	81,16	37,17
Batas Plastis PL	%	25,10	38,87	36,07	54,33	26,61
Index Plastis PI	%	10,22	7,52	21,20	26,83	10,56
Batas Susut	%	21,51	30,77	33,36	34,31	13,19
<b>Grain Size Analysis (%)</b>						
Gravel	%	0	0	0	0	0
Sand	%	22	10	2	9	5
Silt/Clay	%	78	90	98	91	95
<b>UNCONFINED COMP.</b>						
Kuat Tekan, $q_u$	kN/m <sup>2</sup>	29	57	35	137	44
Kuat Geser, $c_u$	kN/m <sup>2</sup>	14	29	18	69	22



**Gambar 3. Hubungan indeks plastisitas dengan persentase tanah berbutir halus**

#### 3.1. Sifat Fisik Tanah

Sifat-sifat tanah dipengaruhi oleh ukuran butiran. Ukuran butiran tanah dapat dijadikan sebagai dasar dalam pengelompokkan jenis tanah. Hal ini dapat diketahui melalui serangkaian analisis ukuran butiran tanah baik dari uji analisis saringan maupun hidrometer. Selain kedua uji ini, sifat fisik tanah dapat diketahui dari uji *atterberg limit* yang terdiri dari batas cair, batas plastis, dan batas susut.

Nilai indeks plastisitas diperoleh dari selisih batas cair dan batas plastis. Sifat tanah berdasarkan indeks plastisitas dapat dilihat pada Tabel 5. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua tanah yang diteliti tergolong ke dalam tanah kohesif, kecuali tanah Marindal [2] masuk dalam kategori tanah kohesif sebagian. Tanah Marindal ini kemungkinan besar didominasi oleh tanah lanau dan kandungan lempung lebih sedikit.

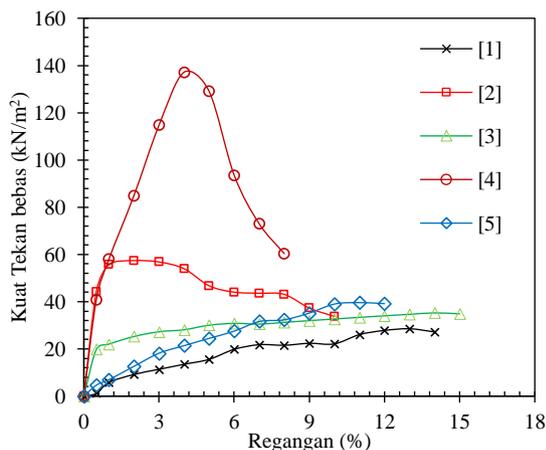
Tanah-tanah kohesif ini mempunyai nilai indeks plastisitas yang beragam. Berdasarkan nilai indeks plastisitas didapatkan bahwa tanah tanah Medan [1], Marindal [2], dan tanah Gunungsitoli [5] mempunyai sifat plastisitas sedang, sedangkan tanah Pantai Labu [3] dan Patumbak [4] mempunyai sifat tinggi. Semakin banyak kandungan lempung, maka nilai indeks plastisitas semakin tinggi.

**Tabel 5. Nilai indeks plastisitas dan macam tanah**

Kode	PI (%)	Sifat	Kohesi
[1]	10,22	Plastisitas sedang	Kohesif
[2]	7,52	Plastisitas sedang	Kohesif
[3]	21,20	Plastisitas tinggi	Kohesif
[4]	26,83	Plastisitas tinggi	Kohesif
[5]	10,56	Plastisitas sedang	Kohesif

**3.2. Hasil Pengujian Kuat Tekan Bebas**

Hasil uji kuat tekan bebas dapat dilihat pada Gambar 4. Puncak dari setiap grafik menunjukkan nilai kuat tekan bebas tanah. Hasil menunjukkan bahwa tanah dengan kuat tekan yang lebih tinggi masih mampu menerima beban sebelum tanah benar-benar runtuh, sedangkan tanah dengan kuat tekan rendah terlihat bahwa setelah beban maksimum, tanah segera mengalami keruntuhan. Umumnya tanah yang memiliki kuat tekan yang tinggi regangan runtuhnya kecil, sedangkan tanah dengan kuat tekan yang lebih kecil terlihat regangan runtuhnya lebih tinggi. Hal ini dapat berhubungan dengan sifat tanah lempung.



**Gambar 4. Hasil uji kuat tekan bebas**

Karakteristik tanah lempung yang diteliti berdasarkan hasil uji nilai kuat tekan bebas dapat dilihat pada Tabel 6. Hasil menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai kuat tekan bebas tanah, maka sifat

tanahnya semakin kaku, sebaliknya semakin rendah nilai kuat tekan bebas tanah, maka sifat tanah semakin lunak (Tabel 3).

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa tanah lunak dengan  $q_u$  antara 25-50 kPa didapatkan di lokasi Gatot Subroto Medan [1], Pantai Labu [3], dan Gunungsitoli [5]. Tanah Marindal [2] merupakan tanah lempung sedang, dan tanah Patumbak [4] merupakan lempung kaku.

**Tabel 6. Konsistensi tanah dari nilai kuat tekan bebas**

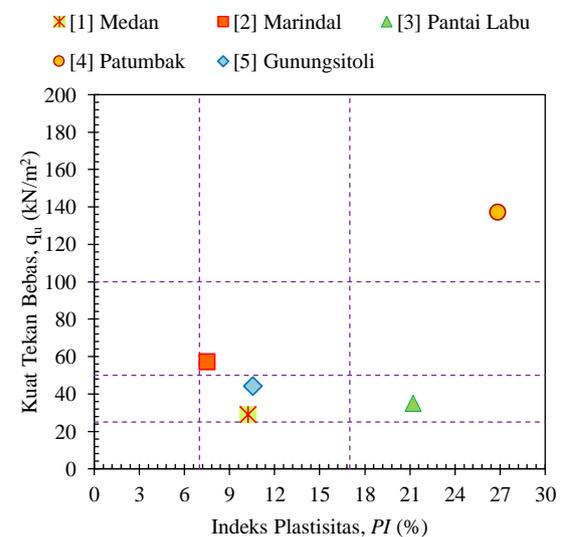
Kode	$q_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	Konsistensi
[1]	29	Lempung lunak
[2]	57	Lempung sedang
[3]	35	Lempung lunak
[4]	137	Lempung kaku
[5]	44	Lempung lunak

**3.3. Karakteristik Tanah Lunak**

Karakteristik tanah yang diteliti di sebagian wilayah Sumatera Utara dapat dilihat pada Gambar 5. Dari lima lokasi yang diteliti didapat empat karakteristik yang berbeda-beda satu sama lainnya.

Tanah Gatot Subroto Medan mempunyai karakter yang sama dengan Gunungsitoli. Tanah di kedua lokasi ini memiliki karakteristik sebagai tanah lunak dengan plastisitas sedang.

Tanah Pantai Labu mempunyai karakteristik sebagai tanah lunak dengan plastisitas tinggi. Hal ini berbeda dengan tanah Marindal yang memiliki karakteristik sebagai tanah lempung sedang dengan plastisitas sedang, sedangkan tanah Patumbak merupakan tanah lempung kaku dengan plastisitas tinggi.



**Gambar 5. Hubungan indeks plastisitas tanah dengan kuat tekan bebas**

**IV. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- a. Tanah Gatot Subroto Medan mempunyai karakter yang sama dengan tanah Gunungsitoli, kedua tanah di lokasi ini dapat digolongkan sebagai tanah lunak dengan plastisitas sedang, karena memiliki nilai kuat tekan bebas  $< 50 \text{ kN/m}^2$  dan indeks plastisitas antara 7-17 %.
- b. Tanah Pantai Labu digolongkan sebagai tanah dengan karakteristik tanah lunak dengan plastisitas tinggi, karena nilai kuat tekan bebas  $< 50 \text{ kN/m}^2$ , tetapi memiliki indeks plastisitas  $> 17\%$ .
- c. Tanah Marindal memiliki karakteristik sebagai tanah lempung sedang dengan plastisitas sedang karena memiliki nilai kuat tekan bebas antara 50-100  $\text{kN/m}^2$  dan indeks plastisitas antara 7-17 %.
- d. Tanah Patumbak merupakan tanah lempung kaku dengan plastisitas tinggi, dimana nilai kuat tekan bebas antara 100-200  $\text{kN/m}^2$  dengan indeks plastisitas  $> 17\%$ .
- e. Berdasarkan karakteristik yang didapatkan, maka tanah di empat lokasi perlu distabilisasi (Medan, Marindal, Pantai Labu, dan Gunungsitoli), sedangkan tanah di lokasi Patumbak tidak harus distabilisasi. Tetapi yang paling memerlukan perbaikan adalah tanah Pantai Labu karena selain tergolong tanah lunak juga memiliki plastisitas yang tinggi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Endriani, D., dan Ritonga, A. H., 2018, *The Influence of Addition Palm Shell Ash to Mineralogy and Physical Properties of Clay Soil. ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 13(4), pp: 1518-1522.
- [2] Hardiyatmo, H. C., 2002, *Mekanika Tanah I*, Edisi ketiga, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- [3] Hardiyatmo, H. C., 2010, *Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan*, Edisi kesatu, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- [4] Waruwu, A., 2012, *Peningkatan Nilai CBR Akibat Pemeraman Pada Tanah Lempung Dengan Penambahan Cornice Adhesive, A.S.P. Jurnal*, 1(1), pp.1-7.
- [5] Waruwu, A., 2013. *Korelasi Nilai Kuat Tekan dan CBR Tanah Lempung yang Distabilisasi dengan Abu Batu dan Semen. Jurnal Rancang Teknik Sipil*, 2(2), pp.99-10.
- [6] Waruwu, A., Susanti, R.D., Endriani, D., dan Hutagaol, S., 2020, *Effect of loading stage on peat compression and deflection of bamboo grid with concrete pile, International Journal of GEOMATE*, 18(66), pp: 150-155.