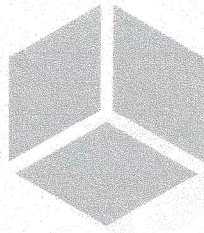


PROSIDING SEMINAR

25 SEPTEMBER 2019
BANDAR LAMPUNG



TANTANGAN DAN PELUANG RISET PERGURUAN TINGGI
UNTUK MEMENUHI KEBUTUHAN DUNIA INDUSTRI BERKELANJUTAN

SINTA 2019

SEMINAR NASIONAL
ILMU TEKNIK
DAN APLIKASI INDUSTRI



+62 721 704947 PABX : 202



sinta.eng.unila.ac.id



+62 721 704947



sinta@eng.unila.ac.id



BukitAsam

INKINDO



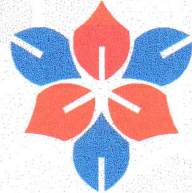
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG



RISTEKDIKTI



BKS PTN BARAT



9 772855 291010

- Rancang Bangun Monitoring Laju Detak Jantung dan Suhu Tubuh dengan Android Berbasis Internet of Things 100 - 106
Titin Yulianti, Yessi Mulyanti, Muhammad Komarudin, Era Desti Ramayanti, M Hafizh Anbya, dan M. Aziz AlAssad
- Rancang Bangun Filter LCL Pada Inverter Satu Phasa di Pembangkit Listrik Tenaga Surya 107 - 115
Noer Soefurwanto, Yayan Affianto
- Pembangunan Berkelanjutan di Era Revolusi Industri 4.0 dari Sudut Pandang Teknik Sipil 116 - 124
Andius Dasa Putra
- Pengaruh Perilaku Proses Pendinginan Normalizing Terhadap Hasil Peleburan Batuan Basalt Mataran Baru Lampung Timur 125 - 130
David Candra Birawidha, Kusno Isnugroho, Yusup Hendronurriso, Muhammad Amin, Muhammad Al-Muttaqin
- Penerapan Teknologi Pompa tanpa Motor (Hydraulic Ram Pump) untuk membantu Irigasi Pertanian Masyarakat di Sumberejo Kecamatan Kemiling Bandar Lampung 131 - 139
Jorfri Boike Singa, Raja Anan Simarmata, Harowo Supriadi, dan Novri Tanti
- Perancangan Model Sistem Pembangkit Listrik Menggunakan Turbin Aliran Silang 140 - 148
Jorfri Boike Singa, Novri Tanti, Sutan Erwiyantoro
- Penggunaan IRI dan SDI dalam Menentukan Perbaikan Cacat Lubang pada Perkerasan Lentur di Daerah Tropis Dengan Curah Hujan Tinggi 149 - 157
Charatina Niken, Akhmad Tri Heriyanto, Rahayu Sulistyorini, M. Karani, Sasana Putra
- Analisis Desain Bangunan Terjun Untuk Mengatasi Gerusan Pada Bangunan Bawah Jembatan Kereta Api BH. 364 Km 112+500 antara Purwakarta – Padalarang 158 - 162
Amri Ma'ruf Siregar, Nur Arfyanti, Kasianto
- Pengaruh Ketahanan Sosial Masyarakat Desa Wana dalam Ketahanan Identitasnya sebagai Desa Tradisional 163 - 168
Astin Damayanti, Bartoven Vrit Nurdin, Agung Cahyo Nugroho, Dini Hardilla
- Hubungan Antara Kuat Geser dan Pematatan Tanah Residu Hasil Pelapukan Batuan Tufa Di Lampung Selatan 169 - 176
Edward Riyadi Irawan, Lusmelia Afrani, Syahidius Syuhada, Rahmat Kurniawan, Idharmahadi Adha
- Seleksi Fitur F-Score untuk Klasifikasi Tingkat Keseharian Daging Sapi Lokal menggunakan Ekstraksi Fitur Citra 177 - 183
Titin Yulianti, Helny Fitriawan, Hery Dian Septima, dan Isna Oktadiani
- Simulasi Environment Setting dalam Penyajian Objek Arsitektur Dengan Lumion dalam Pengalaman Interaksi Komunikasi Berbasis 3d Visual Di Era RI 4.0 184 - 189
Pangji Kurniawan, Kelik Hendro Basuki, dan Yunita Kesuma
- Sistem Kontrol Hidroponik Fertigasi Cabai Merah Berbasis Internet of Things dengan Monitoring Menggunakan Blynk Android 190 - 195
Brygita Ayu, Gigitl Forda Nama, Yessi Mulyanti, dan Mardiana
- Analisis Stabilitas Lereng dan Penanganan Longsor dengan Menurunkan Muka Air Tanah Studi Kasus Longsor Kalitaga, Banjarnegara, Jawa Tengah 196 - 202
Amnudin Syah, Tenku Faisal Fathani
- Analisis of Slope Stability Using GIS (Geographic Information System) In North Rindingan Hill Area, Ulubelu, Tanggamus 203 - 211
Derri Viki Mandasari, Ditha Artinsky AR, Tri Wahyu Saputra, Oza Dinda, Bagus Sapto Mulyanto

Hubungan Antara Kuat Geser dan Pematatan Tanah Residu Hasil Pelapukan Batuan Tufa Di Lampung Selatan

Edward Riyadi Irawan¹, Lusmelia Atriani², Syahidus Syuhada¹, Rahmat Kurniawan¹, Idharmahadi Adha²

¹Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Sumatera, Jl. Terusan Ryacudu, Lampung Selatan 35365
²Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung, Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro, Bandar Lampung 35145

E-mail korespondensi: edwardirawan50@gmail.com

Abstrak: Kekuatan geser tanah merupakan gaya tahanan internal yang bekerja persatuan luas massa tanah sehingga sering terjadi keruntuhan sepanjang bidang runtuh. Maka perlu suatu penelitian tentang kekuatan geser tanah. Tanah yang dipilih adalah tanah residu dari batuan tufa. Penelitian ini menggunakan alat UCS, sample tanah dipadatkan dengan variasi pematatan 10, 20, 30, 40, 50 kali tumbukan dan kadar air (w) 25%, 30%, 35%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kuat geser maksimum terdapat pada pematatan 40 kali tumbukan. Nilai kuat geser pada penambahan w, 25% sebesar 2,11 kg/cm², kadar air ditingkatkan sampai 10 % maka nilai kuat geser akan mencapai 2,5 kg/cm². Terpapada 50 x tumbukkan dengan w, 25% - 35% akan menurunkan nilai kuat gesernya antara 1,85 kg/cm² - 0,72 kg/cm². Hal ini disebabkan tanah dalam keadaan wopt akan lebih sensitif ketika dipadatkan. Jika tanah dipadatkan dengan tingkat pematatan lebih dari pematatan maksimumnya, maka nilai qu dan cuakamenerun.

Kata kunci: Kuat Geser, Pematatan Tanah, Tanah Residu, UCS Test

1. Pendahuluan

Indonesia sebagai negara tropis dan memiliki banyak gunung api aktif, termasuk juga di beberapa wilayah Provinsi Lampung. Seperti Gunung Rajabasa dan gunung Krakatau yang masih aktif sampai dengan sekarang. Penelitian tentang keaktifan gunung berapi Krakatau dilakukan beberapa peneliti sebelumnya seperti Putra, P. S., Yulianto, E. 2017, yang meneliti adanya endapan batuan berasal dari melutusnya gunung Krakatau 1883. Peneliti tentang keaktifan gunung api di Lampung selatan menunjukkan bahwa batuan berasal dari gunung api yang sangat aktif beberapa ratus tahun yang lalu, Darmajaya 2013. Bahkan di Indonesia memiliki hampir lebih dari dua per tiga tanah perumukaan tanah residu, Bronto dkk 2012; Bujang 2012. Batuan yang berasal dari gunung api atau vulkanik mempunyai karakteristik yang berbeda dibandingkan dengan batuan yang dibentuk dari vulkanik, Wibawa, Y. S., dkk. 2017. Batuan tersebut mempunyai karakter yang lebih keras. Tetapi dengan berjalannya waktu, pengaruh dari lingkungan, tekanan dan faktor lainnya maka batuan tersebut dapat menjadi tanah residu. Sebab tanah residu berasal dari tanah yang dibentuk oleh pelapukan disuatu tempat dengan tekstur keastihan batu yang telah hancur secara sempurna. Seperti Rahardjo (2004) meneliti karakteristik dari tanah residu di Singapura, kesimpulan yang didapatkan yaitu karakteristik fisik dari tanah residu bergantung kepada tingkat pelapukan batuan induk. Sedangkan tanah residu di daerah Lampung Selatan berasal dari formasi tufa Lampung yang dapat digunakan untuk material konstruksi pada beberapa tingkat pembebanan dan kepadatan. Tanah residu yang berada di daerah Lampung Selatan umumnya digunakan sebagai material timbunan badan jalan dan juga digunakan sebagai tanah dasar pondasi bangunan. Sehingga karakteristik tanah residu terhadap merespon beban konstruksi di atasnya perlu ditinjau lebih lanjut, guna mendapatkan rekomendasi apakah tanah residu yang berasal dari pelapukan endapan vulkanik formasi tufa Lampung dapat digunakan untuk material konstruksi pada beberapa tingkat pembebanan dan kepadatan. Menanggapi

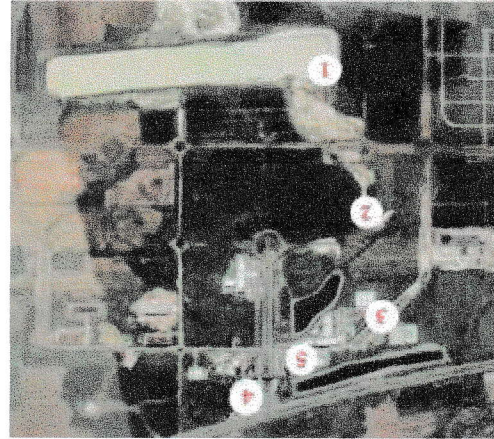
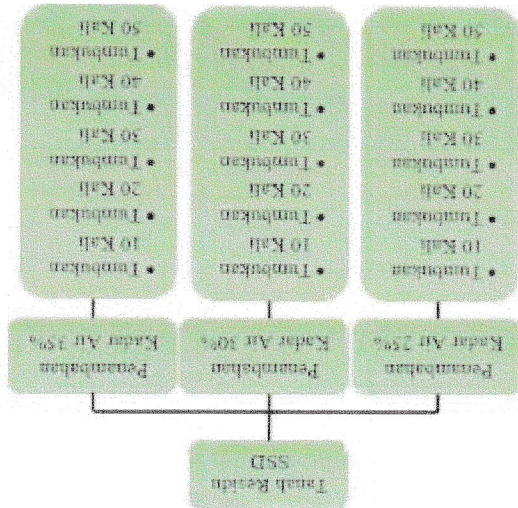
hal tersebut, tujuan dari penelitian ini meneliti sifat sifitk dan mekanik dari batuan Tufa yang ada di lokasi Desa Way Hui Lampung Selatan. Pemilihan lokasi ini berdasarkan hasil pengamatan batuan yang ada dipermukaan tanahnya merupakan batuan Tufa yang berwarna putih. Batuan tufa yang merupakan batuan residu yang digunakan sebagai bahan bangunan, dan lokasi setempat akan dibangun beberapa bangunan bertingkat, sehingga memerlukan data tanah seperti nilai kepadatan dan nilai kuat geser tanah residu. Sebab konstruksi bangunan diatas tanah residu tersebut harus mampu didukung oleh tanah yang baik. Jika tanah dasar tidak cukup baik, banyak konsekuensi yang akan terjadi pada bangunan diatasnya, seperti terjadi konsolidasi, keruntuhan dan ketahanan pondasi mendukung beban diatasnya. Salah satu parameter kekuatan tanah yang dimaksud yaitu kekuatan geser tanah. Kekuatan geser (shear strength) tanah merupakan gaya tahanan internal yang bekerja per satuan luas massa tanah untuk menahan keruntuhan atau kegagalan sepanjang bidang runtuh dalam massa tanah tersebut, Das, Braja M. 2016.

2. Eksperimental

Penelitian ini memfokuskan pada pengambilan sample tanah di lokasi yang memiliki tanah residu hasil pelapukan batuan formasi tufa Lampung berada di kawasan Kampus Institut Teknologi Sumatera (ITERA), Kecamatan Jati Agung, Kab. Lampung Selatan, Provinsi Lampung. Sample diambil pada 5 lokasi yang ditunjukkan pada gambar 1a.

Pengambilan sample dengan tabung undisturbed dan disturbed sample. Pelaksanaan pengujian yang dilakukan yaitu pengujian sifat fisik pada tanah asli yang bertujuan untuk mengetahui sifat fisik tanah tersebut, Das, Braja M. 2016. Tahapan pengujian tersebut dilakukan berdasarkan ASTM dan Panduan Praktikum di Laboratorium Mekanika Tanah ITERA.

Contoh tanah yang didapatkan dari lapangan akan dipadatkan menggunakan cetakan dan penumbuk proctor standar yang memiliki berat 2,5 kg dengan tinggi jatuh 305 mm. Penggunaan alat ini dimaksudkan memberikan energi pemadatan yang berbeda namun dengan prosedur yang sama. Skema pembuatan sampel dengan variasi kepadatan dan penambahan kadar air dapat dilihat pada bagan dibawah ini:



Gambar 1: (a) Lokasi Pengambilan sample, (b) Bagan alir penelitian.

3. Pembahasan

Pada penelitian ini telah dilakukan percobaan tentang sifat fisik dari tanah residu Tufa dan memberikan hasil yang ditampilkan pada tabel 1. Percobaan dengan analisa sarinya atau distribusi ukuran menunjukkan persentase tanah yang lolos dari saringan ukuran 0,075 mm lebih dari 80% dan dari pengujian Atterberg Limits didapatkan nilai indeks plastisitas yang tinggi. Dikarenakan nilai indeks plastisitas lebih dari 10%,

sehingga dapat disimpulkan sampel tanah tufa lapisan pertama embung E berjenis lempung berlan dengan plastisitas tinggi (CH). Pada sampel tanah ini memiliki gradasi warna coklat (tanah humus). Hal ini dikarenakan, tanah tufa pada lapisan teratas mengalami pelapukan tinggi. Berdasarkan hasil pengujian, di dapatkan nilai sifar-sifat fisik tanah residu hasil pelapukan batuan tufa lampung pada kelima titik lokasi pengujian. Adapun hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Tufa di Sekitar ITERA

Klasifikasi	Lokasi	Lapisan	GS	LL (%)	PL (%)	PI (%)	Grain size (%)		
							Pasir	Lantau	Lempung
Embung E	1	2,49	64,03	34,29	29,73	18	33	49	CH
	2	2,32	40,07	33,78	6,29	46,5	47,9	5,6	ML
	3	2,39	38,4	32,92	5,48	29,2	61,8	10	ML
	4	2,5	48,29	26,37	21,92	20	53,5	26,5	CH
	5	2,6	36,37	26,09	10,28	44,3	47,7	8	CH
	1	2,47	36,2	29,61	6,59	46,8	44,7	8,5	ML
Gedung F	1	2,28	33,05	22,62	10,43	43,6	47,5	8,9	CL
	1	2,27	37,29	32,41	4,88	45,4	40,6	14	ML
	1	2,39	75,05	39,83	35,23	5,7	52,5	41,8	CH
Lapangan Olahraga	1	2,28	33,05	22,62	10,43	43,6	47,5	8,9	CL
	1	2,27	37,29	32,41	4,88	45,4	40,6	14	ML
	1	2,39	75,05	39,83	35,23	5,7	52,5	41,8	CH
Gerbang Utama	1	2,27	37,29	32,41	4,88	45,4	40,6	14	ML
	1	2,28	33,05	22,62	10,43	43,6	47,5	8,9	CL
	1	2,39	75,05	39,83	35,23	5,7	52,5	41,8	CH

Pengambilan sampel menggunakan tabung undisturbe dan test PIT, untuk mencari sifat fisik tanah digunakan sampel yang diambil dengan tabung (undisturb sample). Sampel dibagian tubuh embung diambil sebanyak 5 lapisan. Sedangkan dilokasi lain 1 lapisan, yaitu ± 1 meter dari permukaan tanah. Setelah sifat fisik didapat maka dilanjutkan dengan percobaan Proctor Standar dan kepadatan yang didapat serta kadar air optimum maka data tersebut dipakai untuk membuat sampel yang akan diuji dengan alat uji digital yaitu UCS (*Unconfined Compressive Strength*) atau alat uji kuat tekan bebas untuk mendapatkan nilai cu.

4.1 Pematatan Tufa.

Batuan tufa mempunyai warna putih dan menjadi alternatif sebagai bahan bangunan, hal ini dipilih karena mempunyai stok yang banyak di beberapa daerah sekitar Lampung Selatan serta daerah menjadi objek penelitian ini akan dibangun bangunan bertingkat. Sehingga akan membutuhkan nilai kepadatan dan kekuatan geser yang akan digunakan sebagai disain pondasi dan perkutan lainnya.

Pengujian awal adalah dilakukan terhadap beberapa model modifikasi sampel tanah berdasarkan nilai kadar air dan jumlah tumbukannya. Tujuan dari pengujian ini untuk mendapatkan nilai kadar air optimum (w^{opt}) dan nilai berat volume kering maksimum (γ^{dry}). Metode Pelaksanaan pengujian ini mengikuti prosedur yang ada pada ASTM D-1557. Hasil interpretasi pengujian ini termasuk nilai energi, E ditampilkan pada grafik 1 dan tabel 2.

Parameter pengujian dari tanah residu hasil pelapukan batuan tufa adalah seperti tabel 1. Sample tanah dilakukan pematatan dengan beberapa kali pukulan. Yaitu menggunakan proctor standar test. Setelah sample padat, maka dilanjut dengan pengujian menggunakan alat UCS. Hasil dari pematatan adalah mendapatkan nilai berat volume kering maksimum dan kadar air optimum. Nilai pada energi pematatan 40 kali tumbukan mendapatkan nilai γ^{dry} dan kadar air optimum, w^{opt} yang maksimal. Tetapi setelah sampel diberikan penambahan energi pematatan sampai dengan 50 kali tumbukan, maka mendapatkan nilai yang menurun, dibandingkan dengan jumlah penumbukan lebih kecil dari 50 x tumbukan. Hal ini di benarkan oleh penelitian yang dilakukan oleh Fagundes, 2015, bahwa tegangan geser satu tanag akan dipengaruhi oleh tingkat kepadatan suatu masa tanah.

Hal ini disebabkan karena pada jumlah pematatan 50 kali tumbukan mengakibatkan tanah tersebut mengalami over compaction ketika tanah dipadatkan. Jika tanah dipadatkan dengan tingkat pematatan yang tinggi/lebih besar dari pematatan maksimumnya, maka nilai berat volume kering maksimum dan kadar air optimum menurun, lihat gambar 1 dan tabel 2.

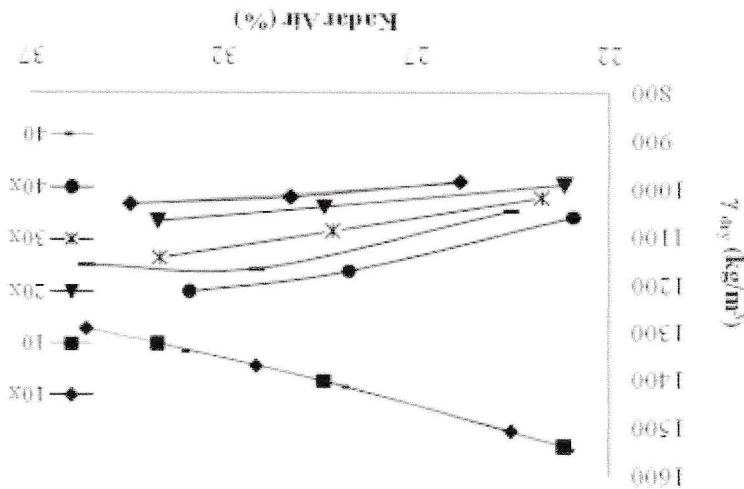
Pengujian Kuat Tekan Bebas menggunakan alat UCS, dimana alat ini dapat mengukur tegangan, regangan, dan kuat tekan bebas. Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan nilai kuat tekan bebas akan dilakukan pada tanah residu hasil pelapukan batuan tufa lampung yang dipadatkan dengan variasi pematatan 10 kali, 20 kali, 30 kali, 40 kali, 50 kali tumbukan dan variasi kadar air 25%, 30%, 35%. Hasil interpretasi dari seluruh pengujian ditampilkan pada tabel 3, dan hasil penggambaran data pada grafik tagangan-regangan, serta lingkaran Mohr-Coloumb, Gambar 3. Didalam Gambar 3, yang ditampilkan diambil salah satu contoh, yaitu pada nilai maksimum dengan benda uji I dengan penambahan kadar air 35% dengan 40 kali penumbukan. Dimana pengujian runtuh pada tegangan maksimum dari benda uji tersebut.

4.2 Kuat Tekan Bebas

Jumlah Tumbukan	Energi	Proctor	Zero Air Void (ZAV)
N	KJ-m ³	Kadar air w (%)	γ_{dry} (kg/m ³)
		Kadar air w (%)	γ_{dry} (kg/m ³)
10	238.77	30.25	986.66
		1016.72	29.37
		1031.64	33.67
		1325.46	1405.69
		1540.29	1405.69
20	477.54	29.37	1039.69
		991.35	23.15
		1068.11	33.67
		1325.46	1405.69
		1526.86	1410.39
30	716.31	29.13	1089.67
		1145.88	33.63
		122.90	1060.74
		22.90	1173.43
		28.73	1214.91
		32.85	1214.91
		1046.99	24.51
		1167.85	31.11
40	955.08	28.73	1173.43
		1214.91	32.85
		1214.91	32.85
		1508.64	1340.07
		1546.30	1418.40
50	1193.8	31.11	1167.85
		1167.85	31.11
		1293.51	1293.51

Tabel 2: Pengaruh antara Energi Tumbukan dengan nilai uji Proctor Standar.

Gambar 2. Pengaruh Energi Kepadatan Terhadap Berat Isi Kering dan Kadar Air Optimum



Grafik 3 mempresentasikan persamaan regresi polynomial orde 2, hal ini dilakukan untuk mendapatkan hubungan kedua parameter tersebut. Pada gambar 3 didapatkan hasil untuk mendapatkan nilai berat volume tanah kering maksimum dengan energi pemadatan. Nilai γ_{dry} diambil dari nilai maksimum dari masing-masing percobaan.

4.3 Hubungan antara berat volume tanah kering maksimum dengan energi

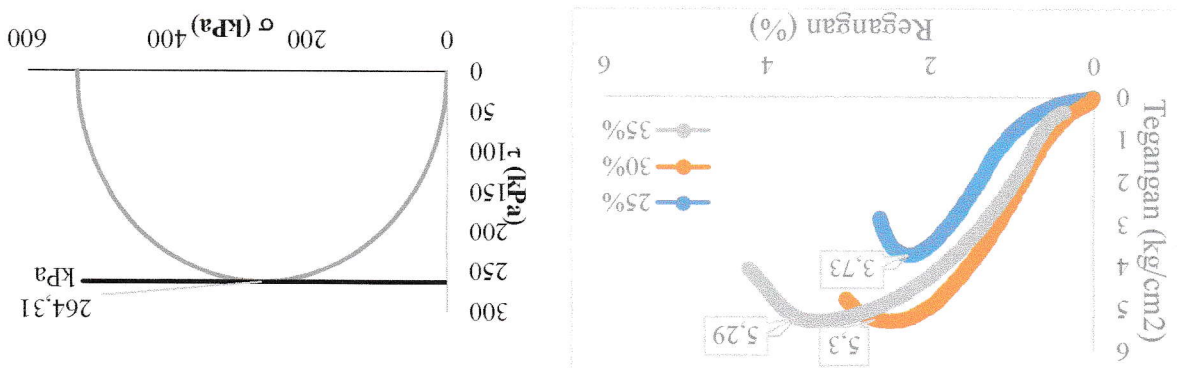
Berdasarkan hasil keseluruhan pengujian didapatkan nilai c_u maksimum, pada variasi pemadatan 40 kali tumbukan dengan penambahan kadar air 25%, 30%, 35%. Sedangkan pada variasi pemadatan 50 kali tumbukan dengan penambahan kadar air 25%, 30%, 35% nilai q_u dan c_u menurun. Hal ini disebabkan sampel tanah dalam keadaan kadar air optimum tanah akan lebih sensitif ketika dipadatkan. Jika tanah dipadatkan dengan tekanan yang tinggi/lebih besar dari pemadatan maksimumnya, maka nilai q_u dan c_u menurun.

Jumlah Tumbukan	Kadar Air (%)	Pengujian 1		Pengujian 2	
		qu (kg/cm ²)	c _u (kPa)	qu (kg/cm ²)	c _u (kPa)
10	25.83	1.08	0.82	1.56	54.1
	30.25	1.39	1.56	69.39	78.1
	34.39	1.76	1.73	87.85	86.37
	23.15	1.57	1.77	78.61	88.74
20	29.37	2.81	2.15	140.51	107.47
	33.67	3.37	3.34	168.58	167
	23.72	2.71	2.08	135.68	104.05
	29.13	3.66	3.4	183.07	169.93
	33.63	4.04	3.85	201.81	192.72
	22.90	3.73	4.22	186.61	211.19
	28.73	5.3	4.91	264.78	245.55
	32.85	5.29	5.01	264.31	250.41
	24.51	3.38	3.7	168.84	184.77
	31.11	5.17	4.81	258.51	240.27
50	35.54	3.03	2.67	151.65	133.51

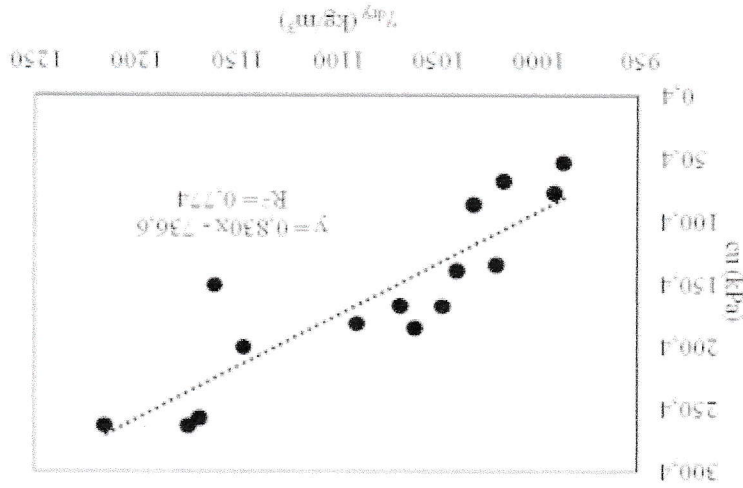
Tabel 3. Rekapitulasi hasil pengujian Kuat Tekan Bebas

Dari hasil interpretasi gambar 3a dan 3b dapat diartikan bahwa, pada pemadatan 40 kali tumbukan terjadi kenaikan nilai pada variasi kadar air tersebut. Dimana nilai c_u pada penambahan kadar air 35% sebesar 264,31 kPa.

Gambar 3. (a) Grafik tegangan-regangan penambahan kadar air dengan 40 kali tumbukan dan (b) Lingkaran Mohr-Colomb penambahan kadar air 35% dengan 40 kali tumbukan



Gambar 5. Grafik Hubungan Antara cu dengan Berat Volume Tanah Kering, γ_{dry}



4.4 Hubungan antara cu dengan berat volume tanah kering

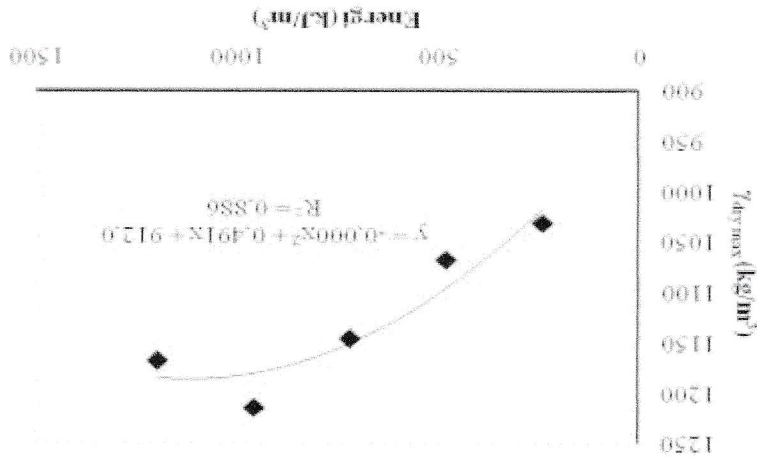
dimana γ_{dry} adalah berat volume kering maksimum dan E_s energi pematatan yang digunakan.

$$(1) \quad \gamma_{dry} = 0,4911(E_s) + 912,01$$

disederhanakan sebagai berikut:

Berdasarkan gambar 3, hubungan antara energi dengan berat volume tanah kering maksimum menghasilkan persamaan yang tertera dalam gambar 3. Karena orde tingkat 2 adalah 0 maka dapat

Gambar 4. Grafik Hubungan Antara Energi dengan Berat Volume Tanah Kering Maksimum



Jumlah Tumbukan	Energi (KJ-m/m ³)	$\gamma_{dry\ max}$ (Kg/m ³)
10	238,77	1031,64
20	477,54	1068,11
30	716,31	1145,88
40	955,08	1214,91
50	1193,84	1167,85

Tabel 4. Hubungan antara berat volume tanah kering maksimum dengan energi.

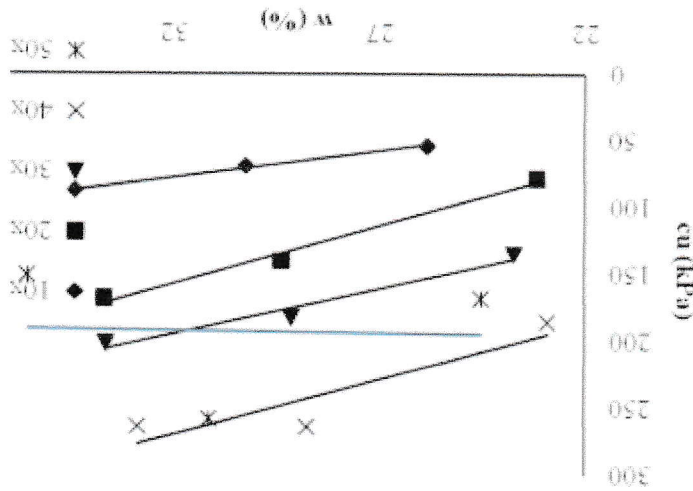
Tabel 5. Hubungan antara c_u (cohesion undrained), dengan berat volume tanah kering dan kadar air

Jumlah Tumbukan	w (%)	γ_{dry} (kg/m ³)	Energi (KJ-m/m ³)	c_u (kPa)
10	30,25	1016,72	238,77	54,1
	34,39	1031,64		69,39
	23,15	991,35		87,85
20	29,37	1039,69	477,54	78,61
	33,67	1068,11		140,51
	23,72	1020,23		168,58
30	29,13	1089,67	716,31	183,07
	33,63	1145,88		201,81
	22,9	1060,74		186,61
40	28,73	1173,43	955,08	264,78
	32,85	1214,91		264,31
	24,51	1046,99		168,84
50	31,11	1167,85	1193,84	258,51
	35,54	1160,29		151,65

Persamaan linear diatas didapatkan hasil untuk mendapatkan nilai c_u . Dimana apabila dengan mengunci nilai berat volume tanah kering dan jumlah tumbukan, maka nilai c_u akan didapatkan. Berdasarkan gambar 5, hubungan antara c_u dengan berat volume tanah kering menghasilkan persamaan sebagai berikut:

$$c_u = 0,8303(\gamma_{dry}) - 736,6 \quad (2)$$

4.5 Hubungan antara c_u dengan kadar air



Gambar 5. Grafik Hubungan Antara c_u dengan Kadar Air

Persamaan linear diatas bertujuan untuk mendapatkan nilai c_u . Dimana apabila dengan mengunci nilai kadar air dan jumlah tumbukan, maka nilai c_u akan didapatkan. Berdasarkan gambar 5, hubungan antara c_u dengan kadar air menghasilkan persamaan sebagai berikut:

$$c_u = 3,9397(w) - 48,36 \quad (3)$$

- Das, Braja M. 2016. "Principle of Geotechnical Engineering", Boston: Cengage Learning
- Bronto, S., Asmoro, P., G., dan Sulistyono. 2012. "Evolution of Rajabasa Volcano in Kalihanda Area and Its Vicinity, South Lampung Regency". Indonesian Journal of Geology, Vol 7, No. 1p. 11-25
- Bujiang, dkk. 2012. "Handbook of Tropical Residual Soils Engineering". London: CRC Press
- Darmawan, I G., Setiadi, D. L., dan Wintolo, D. 2013. "Interpretasi Geologi Gunung Rajabasa Berdasarkan Integrasi Citra Aster, DEM dan Geologi Permukaan". Prosiding Seminar Nasional Kebumihan Ke-6, Teknik Geologi Universitas Gadjah Mada
- Fagundes, Lucas S, dan Rodrigues, A., R. 2015. "Shear Strength of a Natural and Compacted Soil". EJGE, Vol. 20
- Putra, P. S., Yulianto, E. 2017. "Karakteristik Endapan Tsunami Krakatau 1883 di Daerah Tarahan, Lampung". Ris. Geo. Tam Vol. 27, No.1
- Rahardjo, H, dkk. 2004. "Characteristics of Residual Soils in Singapore as Formed by Weathering". Engineering Geology, Vol 73 p. 157-169
- Wibawa, Y. S., dkk. 2017. "Characteristics and Engineering Properties of Residual Soil of Volcanic Deposits". IOP Conf. Ser: Earth Environ. Sci. 118012041

Daftar Pustaka

- referensi sebab hasil percobaan secara keseluruhan mengikut garis *trace* yang ada.
3. Persamaan yang didapat dari hasil penelitian ini belum ada nilai R yang mendekati 1 (satu), hal ini persamaan yang digunakan terdapat pada persamaan nomor 5.
 - c. Hubungan antara cu dan kadar air dengan variasi pematatan 10, 20, 30 dan 40 x tumbukan, disaranakan < dari 40 kali tumbukan yang diberikan.
 - b. Hubungan antara cu dengan berat volume tanah kering dengan variasi pematatan maka persamaan yang digunakan terdapat pada persamaan nomor 2. Variasi tumbukan yang digunakan terdapat pada persamaan nomor 1.
 - a. Hubungan antara energi dengan berat volume tanah kering maksimum, persamaan yang digunakan terdapat pada persamaan-persamaan sebagai berikut:
 2. Dari data uji kuat geser dan pematatan didapatkan persamaan-persamaan sebagai berikut:
 1. Nilai kuat geser bertambah pada variasi pematatan 10 kali, 20 kali, 30 kali, 40 kali tumbukan dan didapatkan nilai kuat geser maksimum yaitu pada variasi pematatan 40 kali tumbukan. Sedangkan pada variasi pematatan 50 kali tumbukan mengalami penurunan. Hal ini disebabkan sampel tanah dalam keadaan kadar air optimum tanah akan lebih sensitif ketika dipadatkan. Jika tanah dipadatkan dengan tingkat pematatan yang tinggi/lebih besar dari pematatan maksimumnya, maka nilai qu dan cu akan menurun.
- Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dengan beberapa kadar air dan tumbukan, menghasilkan nilai optimum pada 40 kali tumbukan maka rumus cu yang dipakai sebagai acuan referensi adalah persamaan nomor 5.

(4)	$cu = 8,6496(w) - 119,26$	
(5)	$cu = 6,7431(w) - 20,856$	
(6)	$cu = 8,1793(w) + 8,2541$	
(7)	$cu = -0,3775(w) + 204,47$	