

PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK CANGKANG KERANG UNTUK MENINGKATKAN STABILITAS TANAH LEMPUNG EKSPANSIF TERHADAP DAYA DUKUNG PONDASI DANGKAL

Hidayana Ihsan Aziudin

S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
hudayanaihsan07@gmail.com

Nur Andajani

Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Abstrak

Tanah lempung ekspansif memiliki sifat dan karakter tanah yang merugikan karena sifat kembang susutnya. Bila suatu konstruksi dibangun di atas tanah ekspansif maka akan terjadi berbagai kerusakan antara lain lantai bergelombang dan dinding rumah mengalami keretakan yang berdampak pada ketidaknyamanan penghuni rumah.

Salah satu upaya untuk mengatasi problema tanah ekspansif kembang-susut yaitu dengan stabilisasi tanah. Pada penelitian ini akan dilakukan eksperimen untuk menaikkan nilai kuat tekan bebas (q_u) tanah lempung di daerah Panempan, Madura, dengan cara menambahkan serbuk cangkang kerang sebagai bahan stabilisasi. Dalam penelitian ini dilakukan berbagai macam uji antara lain, uji Konsistensi Tanah, uji Specific Gravity (Gs), uji Standar Proktor, dan uji Kuat Tekan Bebas (q_u) dengan masing – masing variasi penambahan serbuk cangkang kerang 0%, 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30% dari berat tanah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan 0%, 10%, 15%, 20%, dan 25% serbuk cangkang kerang menyebabkan nilai kuat tekan bebas menjadi lebih besar berturut – turut 1,045 kg/cm², 1,855 kg/cm², 2,482 kg/cm², 2,865 kg/cm², dan 3,435 kg/cm². Penambahan 25% serbuk cangkang merupakan persentase yang paling efektif sehingga meningkatkan nilai maksimum kuat tekan bebas.

Kata Kunci: Tanah lempung ekspansif, serbuk cangkang kerang, daya dukung pondasi dangkal

Abstract

Expansive clay has adverse soil properties and characteristics because of the shrinkage properties. If the construction is built on expansive soil, there will be damages such as corrugated floor and cracking walls that have an impact on the inconvenience from the occupants of the building.

One effort to overcome the problem of expansionary soil shrinkage is stabilization of the soil. In this study an experiment will be conducted to increase the value of Unconfined Compression Test (q_u) in clay which is located in Panempan, Madura that is by adding clamshell powder as a stabilizing material. In this study various tests will be carried out, namely: Soil Consistency test, Specific Gravity Test (Gs), Standard Proctor Test, and Unconfined Compression Test (q_u) with each variation of the addition of clamshell powder 0%, 10%, 15%, 20%, 25%, and 30% of the weight of the soil.

The results showed that the addition of 0%, 10%, 15%, 20%, and 25% of clamshell powder caused an increase in the value of Unconfined Compression Test in a row of 1,045 kg/cm², 1,855 kg/cm², 2,482 kg/cm², 2,865 kg/cm², dan 3,435 kg/cm². Addition of 25% of the shell powder is the most effective percentage which increases the maximum value of Unconfined Compression.

Keywords: *Expansive clay, clamshell powder, bearing capacity of shallow foundation.*

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tanah merupakan suatu material yang sangat penting untuk bangunan. Peran tanah pada bangunan sebagai media untuk menopang bangunan tersebut agar dapat berdiri kokoh dan mempunyai kekakuan yang cukup sehingga bangunan tidak bergerak dan memberikan kenyamanan pada pengguna bangunan. Oleh karena itu, sebelum dilakukan pembangunan, penting untuk diketahui kandungan, sifat, dan karakter tanah terlebih dahulu.

Tanah merupakan suatu material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral – mineral padat yang tidak

tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan – bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang – ruang kosong di antara partikel – partikel padat tersebut (Braja, 1988:1). Ukuran setiap butiran padat tersebut sangat bervariasi dan sifat – sifat fisik dari tanah banyak tergantung dari faktor – faktor ukuran, bentuk, dan komposisi kimia dari butiran (Braja, 1988:2). Faktor – faktor tersebut di atas menghasilkan kombinasi tanah yang beraneka ragam salah satunya disebut tanah lempung ekspansif.

Tanah lempung ekspansif memiliki sifat dan karakter tanah yang merugikan bagi pemilik bangunan karena sifat

kembang susutnya. Yang dimaksud dengan peristiwa kembang susut yakni suatu peristiwa dimana keadaan tanah akan mengembang jika tanah tersebut mengandung air berlebih dan dapat menyusut saat kondisi kering. Hal itu terjadi di daerah Panempan, Pamekasan Madura yang mengakibatkan lantai bergelombang dan dinding rumah warga mengalami keretakan yang berdampak pada ketidaknyamanan penghuni rumah. Dari permasalahan di atas maka diperlukan adanya perbaikan untuk menghasilkan sifat tanah yang dikehendaki.

Salah satu upaya untuk mengatasi problema tanah ekspansif kembang-susut yaitu dengan stabilisasi tanah. Secara umum stabilisasi tanah merupakan usaha untuk memperbaiki sifat-sifat tanah salah satunya dengan menambahkan sesuatu (material tambahan) pada tanah tersebut, agar dapat menaikkan kekuatan tanah dan mempertahankan kekuatan geser untuk mendukung pondasi. Bahan yang digunakan untuk stabilisasi yakni serbuk cangkang kerang jenis kerang darah yang didapatkan dari pesisir Pantai Kenjeran, Kedung Cowek, Bulak, Surabaya. Unsur Ca dalam cangkang kerang dapat bereaksi dengan air sehingga membentuk gel. Selain itu, pemanfaatan cangkang kerang dapat membantu mengurangi limbah cangkang kerang yang terdapat di pesisir laut.

Dari uraian di atas penulis berkeinginan untuk menganalisis pengaruh penambahan serbuk cangkang kerang terhadap daya dukung pondasi dangkal pada tanah lempung ekspansif.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh penambahan serbuk cangkang kerang pada peningkatan stabilitas tanah lempung ekspansif?
2. Bagaimana pengaruh penambahan serbuk cangkang kerang pada peningkatan nilai daya dukung tanah?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan serbuk cangkang kerang terhadap peningkatan stabilitas tanah lempung ekspansif.
2. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penambahan serbuk cangkang kerang terhadap peningkatan nilai daya dukung pondasi dangkal.

D. Manfaat Penelitian

1. Dapat memberikan informasi tentang sifat – sifat dan karakteristik tanah di daerah Panempan, Pamekasan, - Madura.
2. Dapat memberikan informasi persentase penambahan serbuk cangkang kerang terhadap daya dukung pondasi dangkal pada tanah ekspansif di daerah Panempan.

3. Dengan hasil penelitian ini diharapkan dapat mengurangi kerusakan pada bangunan yaitu keretakan pada pondasi, tembok, dan lantai akibat dari kembang susut tanah serta sebagai bahan tambahan untuk penelitian lebih lanjut.

E. Batasan Masalah

1. Tanah yang digunakan didapatkan dari daerah Panempan, Pamekasan, Madura.
2. Cangkang kerang dari jenis kerang darah diambil dari pesisir Pantai Kenjeran, Kedung Cowek, Bulak, Surabaya.
3. Kondisi awal benda uji harus dalam keadaan kepadatan maksimum dari hasil Uji Standar Proktor sebelum dilakukan Uji Kuat Tekan Bebas
4. Benda uji merupakan campuran yang terbuat dari tanah ekspansif Panempan dengan ditambahkan serbuk cangkang kerang dengan perbandingan 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30% dari berat tanah kering.
5. Parameter stabilitas tanah yang akan dicari yaitu nilai kuat tekan bebas (q_u) dari hasil pengujian *Unconfined Compression Test* yang digunakan untuk perhitungan daya dukung pondasi dangkal.

KAJIAN PUSTAKA

A. Tanah Lempung Ekspansif

Tanah lempung ekspansif merupakan jenis tanah lempung yang memiliki sifat kembang susut yang tinggi (Hardiyatmo, 2011:27). Sifat kembang susut artinya bahwa tanah akan mengembang (volume membesar) bila memiliki kadar air yang banyak dan menyusut (volume mengecil) saat kadar air yang terkandung dalam tanah sedikit. Sifat kembang susut dipengaruhi oleh kandungan mineral dalam tanah yakni mineral *kaolinite*, *illite*, dan *montmorillonite*.

B. Cangkang Kerang Darah

Cangkang kerang darah merupakan salah satu bagian dari kerang darah yang bertekstur keras. Cangkang kerang mengandung beberapa senyawa seperti Kalsium Oksida (CaO), secara umum dikenal sebagai kapur mentah atau kapur bakar. Kalsium Oksida (CaO) merupakan senyawa yang berperan penting dalam peningkatan kestabilan tanah.

C. Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah secara umum merupakan suatu proses untuk memperbaiki sifat-sifat tanah dengan menambahkan sesuatu atau tidak sekalipun pada tanah tersebut, agar dapat menaikkan kekuatan tanah dan mempertahankan kekuatan geser. Secara umum terdapat dua metode yang sering dipakai dewasa ini yakni:

1. Stabilisasi mekanis adalah metode stabilisasi yang dilakukan dengan mencampur dua macam tanah atau lebih yang bergradasi berbeda untuk memperoleh

material yang memenuhi syarat sesuai dengan keinginan.

2. Stabilisasi kimiawi adalah metode stabilisasi yang dilakukan dengan menggabungkan unsur benda satu dengan benda lain yang bertujuan mendapatkan unsur baru sesuai dengan keinginan.

D. Uji Konsistensi Tanah

Kedudukan fisik tanah berbutir halus dengan berdasarkan kadar air tertentu disebut konsistensi (Hardiyatmo, 2012:47). Konsistensi tanah dibagi dalam empat kelas yakni *solid*, *semi solid*, *plastic*, dan *liquid*. Adapun empat kelas tersebut dibatasi oleh nilai – nilai yang disebut batas cair (LL) yakni membatasi antara *liquid* dengan *plastic*, batas plastis (PL) yakni membatasi antara *plastic* dengan *semi solid*, sedangkan batas susut (SL) yakni membatasi antara *semi solid* dengan *solid*. Dari pengujian batas cair dan batas plastis dapat dihitung nilai *index plastic* (IP). Terdapat hubungan antara Indeks Plastisitas dengan potensi pengembangan dari tanah. Seed (1962) dalam Hardiyatmo (2012:128), menyarankan klasifikasi derajat ekspansi (*degree of expansion*) yang ditunjukkan dalam Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Klasifikasi derajat ekspansi

Derajat Ekspansi	Potensi Pengembangan, S(%)
Rendah	0 - 1,5
Sedang	1,5 - 5,0
Tinggi	5,0 - 25
Sangat tinggi	>25

(Sumber: Seed et al., 1962 dalam Mekanika Tanah oleh Hardiyatmo, 2012)

Adapun nilai $S = K(60) (IP)^{2,44}$

Dengan $K = 3,6 \times 10^{-5}$, sehingga potensi pengembangan dapat dinyatakan oleh:

$$S = (2,16 \times 10^{-3}) (IP)^{2,44}$$

E. Pemadatan Tanah (Proctor Test)

Pemadatan adalah peristiwa bertambahnya berat volume kering karena butir-butir tanah merapat satu sama lain sebagai akibat berkurangnya rongga udara yang disebabkan oleh beban dinamis (Hardiyatmo, 2012:79). Jenis uji pemadatan tanah yang digunakan yakni standart proctor test.

F. Uji Kuat Tekan Bebas

Menurut Hardiyatmo (2012:333), uji kuat tekan bebas termasuk dalam metode *Unconsolidated-Undrained* (UU), atau biasa disebut *quick test*. Dimana pada pembebanan cepat, air tidak sempat mengalir ke luar benda uji.

Tekanan aksial yang diterapkan di atas benda uji berangsur angsur ditambah sampai benda uji mengalami keruntuhan. Pada saat keruntuhannya, karena $\sigma_3 = 0$, maka:

$$q_u = (\sigma_1 + \sigma_3) = (\sigma_1 + 0) = \sigma_1$$

$$c_u = \frac{1}{2} (\sigma_1 + \sigma_3) = \frac{1}{2} q_u$$

G. Daya Dukung Pondasi Dangkal

Pondasi merupakan struktur yang terletak paling bawah dari bangunan yang berfungsi meneruskan beban dari bangunan ke dalam tanah. Beban yang terjadi tidak boleh melampaui kekuatan tanah. Daya dukung pondasi dangkal dapat dihitung dengan 2 (dua) asumsi risiko keruntuhan yakni keruntuhan geser menyeluruh dan keruntuhan geser setempat. Menurut Terzaghi (1943) dalam Braja (1993:122), untuk menganalisis daya dukung pondasi dangkal dengan keadaan keruntuhan geser menyeluruh berdasarkan bentuknya dapat menggunakan persamaan seperti berikut di bawah ini:

1. Pondasi menerus:

- a. Pondasi lajur:

$$q_{ult} = c N_c + q N_q + 0.5 \gamma B N_\gamma$$

$$q_{ult} = c N_c + D \gamma N_q + 0.5 \gamma B N_\gamma$$

2. Pondasi setempat

- a. Pondasi bujur sangkar:

$$q_{ult} = 1.3 c N_c + q N_q + 0.4 \gamma B N_\gamma$$

- b. Pondasi lingkaran:

$$q_{ult} = 1.3 c N_c + q N_q + 0.3 \gamma B N_\gamma$$

- c. Pondasi empat persegi panjang:

$$q_{ult} = c N_c \left(1 + \frac{0.3 B}{L}\right) + q N_q + 0.5 \gamma B N_\gamma \left(1 - 0.2 \frac{B}{L}\right)$$

Sedangkan untuk menganalisis daya dukung pondasi dangkal dengan keadaan keruntuhan geser setempat berdasarkan bentuknya dapat menggunakan persamaan:

$$c' = \frac{2}{3} c$$

METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam penelitian eksperimen di Laboratorium dengan melakukan beberapa pengujian terhadap tanah lempung yang ditambahkan bahan stabilisasi berupa serbuk cangkang kerang.

B. Variabel Penelitian

1. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah tanah lempung ekspansif yang ditambahkan serbuk cangkang kerang dengan persentase 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30% dari berat tanah.
2. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah harga batas cair (LL), batas plastis (PL), indeks plastisitas (IP), dan kuat tekan bebas (qu).
3. Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah tanah lempung ekspansif dari daerah Panempun, Pamekasan, Madura, bahan stabilisasi berupa serbuk cangkang kerang yang didapatkan dari Kedung Cowek, Kecamatan Bulak, Surabaya, serta kondisi awal benda uji dalam kepadatan maksimum dari Standart Proctor Test.

C. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya. Bahan tanah lempung yang digunakan untuk penelitian didapatkan dari daerah Panempen, Pamekasan, Madura. Sedangkan bahan stabilisasi berupa serbuk cangkang kerang didapatkan dari Kedung Cowek, Kecamatan Bulak, Surabaya.

Waktu penelitian dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2018/2019.

D. Teknik Pengumpulan Data

Uji laboratorium dilakukan untuk mendapatkan data primer dari penelitian stabilisasi tanah ekspansif. Uji laboratorium yang dilakukan antara lain :

1. Tes Fisik Tanah
 - a. Uji Berat Jenis Tanah atau *Specific Gravity* (Gs)
 - b. Uji Konsistensi Tanah
2. Tes Mekanis Tanah
 - a. Uji *Standart Proctor*
 - b. Uji Kuat Tekan Bebas (*Unconfined*)

E. Alat dan Bahan

1. Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:
 - a. Ayakan untuk tanah no. 40
 - b. Timbangan
 - c. Oven
 - d. Cawan
 - e. Alat – Alat uji konsistensi tanah:
 - Satu set alat Batas Cair (LL)
 - Satu set alat Batas Plastis (PL)
 - f. Satu set alat uji pemadatan (*Standart Proctor*)
 - g. Satu set alat *Unconfined Compression Test*
2. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:
 - a. Tanah lempung ekspansif
 - b. Serbuk cangkang kerang
 - c. Air suling

F. Tahapan Penelitian

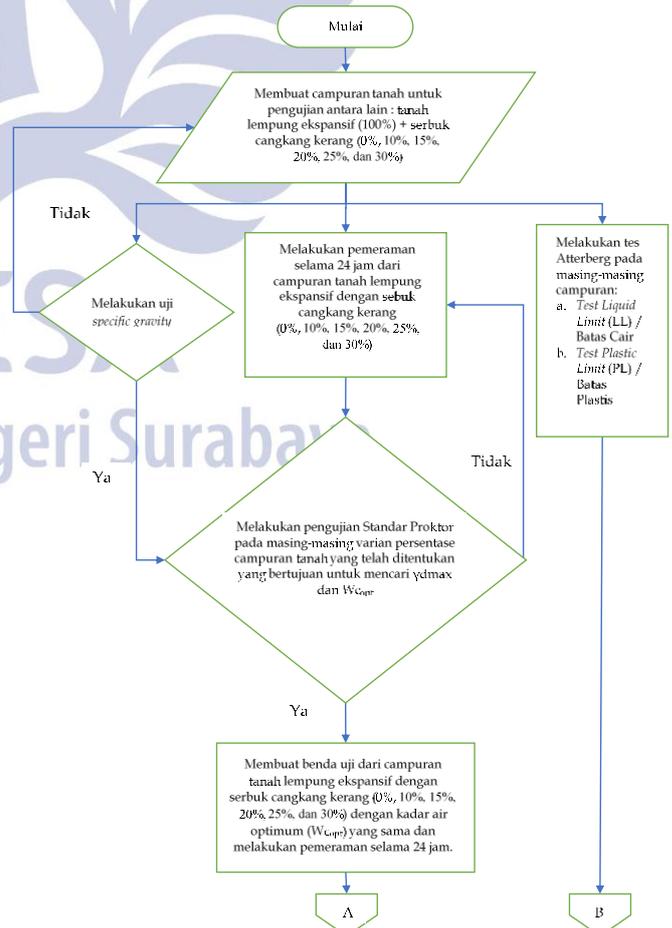
1. Melakukan *survey* lokasi lapangan
2. Mengambil sampel tanah dan bahan tambahan serbuk cangkang kerang untuk kebutuhan pengujian
3. Persiapan bahan yang akan digunakan untuk pengujian
4. Membuat campuran tanah dengan serbuk cangkang kerang dengan varian campuran 0% (tanpa penambahan serbuk cangkang kerang), 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30%.
5. Melakukan pengujian berat jenis tanah atau *Specific Gravity* (Gs) pada masing - masing campuran.
6. Melakukan pengujian *Atterberg Limit*.
7. Melakukan pemeraman pada campuran tanah dan serbuk cangkang kerang.

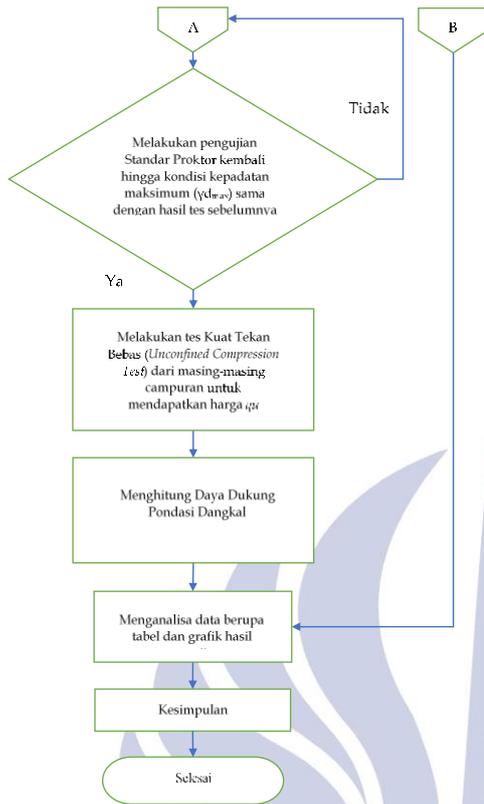
8. Melakukan pengujian *Standart Proctor* dengan contoh tanah yang sudah disiapkan. Kemudian membuat benda uji dengan W_c optimum dari *Standart Proctor* sebelumnya untuk dilakukan pengujian *Standart Proctor* kembali sehingga mendapatkan γ_d maks.
9. Melakukan pengujian Kuat Tekan Bebas (*Unconfined*) untuk memperoleh harga q_u .
10. Menganalisa data yang didapatkan dari hasil pengujian dalam bentuk tabel dan grafik pada Microsoft Excel, kemudian menghitung daya dukung pondasi dangkal.
11. Melakukan pengolahan data pembahasan dalam bentuk deskriptif kualitatif.
12. Menarik kesimpulan dari hasil data yang telah diperoleh.

G. Teknik Analisis Data

1. Penyusunan data, data yang didapatkan dari serangkaian pengujian disusun menjadi data kelompok kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik dengan menggunakan bantuan program Microsoft Excel agar mudah dipahami oleh pembaca.
2. Dari bentuk data kuantitatif tersebut, dilakukan analisa secara deskripsi kualitatif

H. Diagram Alir Penelitian





Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian

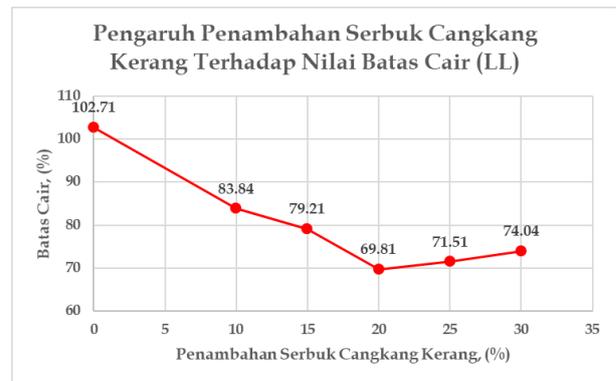
HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengaruh Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Batas Cair / Liquid Limit (LL)

Berdasarkan grafik di bawah menunjukkan bahwa penambahan 0% - 20% serbuk cangkang kerang menyebabkan penurunan nilai batas cair. Penurunan nilai batas cair yang signifikan terjadi pada penambahan 20% serbuk cangkang kerang. Sedangkan penambahan 25% - 30% serbuk cangkang kerang, nilai batas cair mengalami peningkatan yang terjadi secara konstan dengan perubahan nilai yang tidak signifikan.

Tabel 4. 1 Pengaruh Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Batas Cair (LL)

Benda Uji	Campuran Benda Uji		LL (%)
	Tanah Lempung (%)	Serbuk Cangkang Kerang (%)	
1	100	0	102.71
2	100	10	83.84
3	100	15	79.21
4	100	20	69.81
5	100	25	71.51
6	100	30	74.04



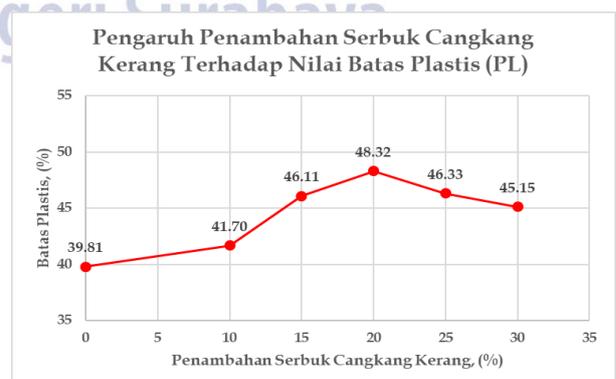
Gambar 4. 1 Grafik Pengaruh Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Batas Cair (LL)

B. Pengaruh Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Batas Plastis / Plastic Limit (PL)

Berdasarkan grafik di bawah menunjukkan bahwa penambahan 0% - 20% serbuk cangkang kerang menyebabkan peningkatan nilai batas plastis. Dengan penambahan 10% serbuk cangkang kerang, peningkatan nilai batas plastis tidak signifikan. Nilai batas plastis meningkat secara signifikan pada penambahan 15% dan 20%. Namun penambahan 25% - 30% serbuk cangkang kerang justru dapat menurunkan nilai batas plastis dengan perubahan nilai yang konstan.

Tabel 4. 2 Pengaruh Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Batas Plastis (PL)

Benda Uji	Campuran Benda Uji		PL (%)
	Tanah Lempung (%)	Serbuk Cangkang Kerang (%)	
1	100	0	39.81
2	100	10	41.70
3	100	15	46.11
4	100	20	48.32
5	100	25	46.33
6	100	30	45.15

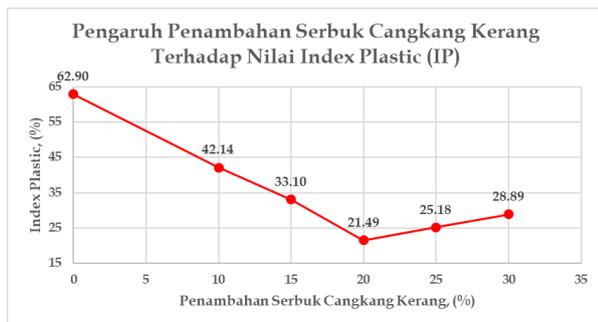


Gambar 4. 2 Grafik Pengaruh Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Batas Plastis (PL)

C. Pengaruh Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai *Index Plastic* (IP)

Tabel 4. 3 Pengaruh Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai *Index Plastic* (IP)

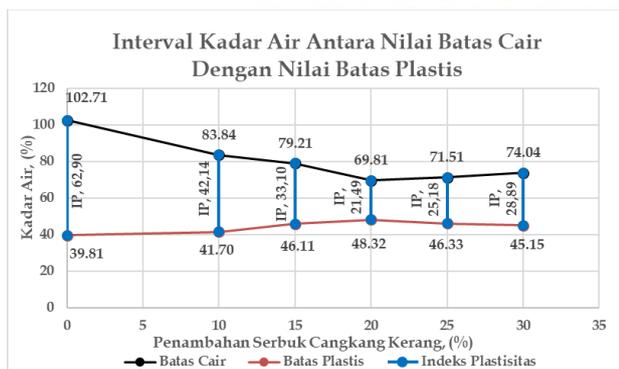
Campuran Benda Uji		IP (%)	S (%)	Derajat Ekspansi
Tanah Lempung (%)	Serbuk Cangkang Kerang (%)			
100	0	62.90	52.86	Sangat Tinggi
100	10	42.14	19.90	Tinggi
100	15	33.10	11.03	Tinggi
100	20	21.49	3.85	Sedang
100	25	25.18	5.66	Tinggi
100	30	28.89	7.92	Tinggi



Gambar 4. 3 Grafik Pengaruh Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai *Index Plastic* (IP)

Dari grafik di atas menunjukkan bahwa penambahan 0% - 20% serbuk cangkang kerang menyebabkan interval antara nilai batas cair dengan nilai batas plastis semakin pendek (**Gambar 4.4**) berarti bahwa nilai IP pada campuran tanah semakin kecil dan menyebabkan potensi pengembangan juga semakin kecil. Pada penambahan 20% serbuk cangkang kerang nilai IP berhasil berkurang sehingga tanah lempung termasuk dalam kategori derajat ekspansi sedang.

Sedangkan penambahan 25% - 30% serbuk cangkang kerang interval antara nilai batas cair dengan nilai batas plastis semakin panjang berarti bahwa nilai IP pada campuran tanah semakin besar menyebabkan potensi pengembangan juga semakin besar.



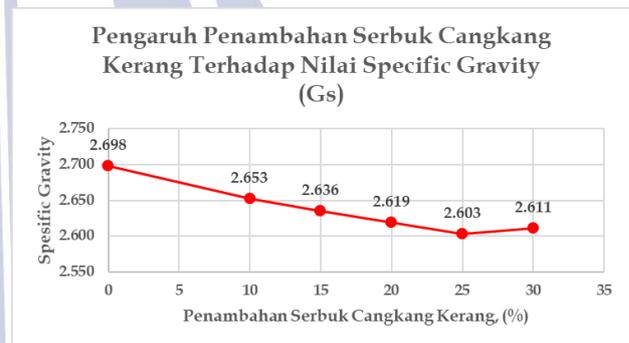
Gambar 4. 4 Grafik Interval Antara Nilai Batas Cair Dengan Batas Plastis

Oleh karena itu, penambahan serbuk cangkang kerang yang paling efektif berkisar antara 20% - 25%, karena pada interval tersebut nilai IP mengalami titik baliknya.

D. Pengaruh Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai *Specific Gravity* (Gs)

Tabel 4. 4 Pengaruh Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai *Specific Gravity* (Gs)

Benda Uji	Campuran Benda Uji		Gs	Persentase Penurunan (%)
	Tanah Lempung (%)	Serbuk Cangkang Kerang (%)		
1	100	0	2.698	0.00
2	100	10	2.653	1.69
3	100	15	2.636	0.64
4	100	20	2.619	0.63
5	100	25	2.603	0.62
6	100	30	2.611	-0.31



Gambar 4. 5 Grafik Pengaruh Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai *Specific Gravity* (Gs)

Dari grafik di atas menunjukkan bahwa penambahan 0% - 25% serbuk cangkang kerang menyebabkan penurunan nilai Gs secara konstan. Dengan penambahan 30% serbuk cangkang kerang nilai Gs mengalami peningkatan yang tidak signifikan.

E. Pengaruh Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Kadar Air Optimum ($W_{c_{opt}}$)

Tabel 4. 5 Pengaruh Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Kadar Air Optimum ($W_{c_{opt}}$)

Benda Uji	Campuran Benda Uji		$W_{c_{opt}}$ (%)
	Tanah Lempung (%)	Serbuk Cangkang Kerang (%)	
1	100	0	27.60
2	100	10	26.40
3	100	15	25.50
4	100	20	23.20
5	100	25	22.90
6	100	30	23.00



Gambar 4.6 Grafik Pengaruh Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Kadar Air Optimum (W_c opt)

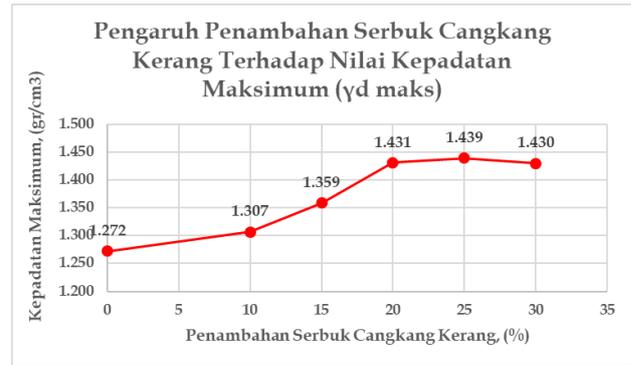
Dari grafik di atas menunjukkan bahwa penambahan 0% - 25% serbuk cangkang kerang menyebabkan penurunan nilai kadar air optimum. Penurunan yang signifikan terjadi pada titik dengan penambahan 20% serbuk cangkang kerang. Penambahan 30% serbuk cangkang kerang justru meningkatkan nilai kadar air optimum. Peningkatan nilai yang terjadi tidak signifikan bila dibandingkan dengan perubahan nilai pada saat mengalami penurunan.

F. Pengaruh Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Kepadatan Maksimum ($\gamma_{d\text{maks}}$)

Berdasarkan grafik di bawah menunjukkan bahwa penambahan 0% - 25% serbuk cangkang kerang menyebabkan peningkatan nilai kadar air optimum. Peningkatan yang signifikan terjadi pada titik dengan penambahan 20% serbuk cangkang kerang. Penambahan 30% serbuk cangkang kerang justru menurunkan nilai kadar air optimum. Oleh karena itu, maksimum penambahan serbuk cangkang kerang yang dapat ditambahkan sehingga kepadatan maksimum berada pada titik maksimum yakni pada rentang 25% - 30%.

Tabel 4.6 Pengaruh Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Kepadatan Maksimum ($\gamma_{d\text{Maks}}$)

Benda Uji	Campuran Benda Uji		$\gamma_{d\text{ maks}}$ (gr/cm^3)
	Tanah Lempung (%)	Serbuk Cangkang Kerang (%)	
1	100	0	1.272
2	100	10	1.307
3	100	15	1.359
4	100	20	1.431
5	100	25	1.439
6	100	30	1.430



Gambar 4.7 Grafik Pengaruh Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Kepadatan Maksimum ($\gamma_{d\text{Maks}}$)

G. Pengaruh Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas (q_u)

Berdasarkan grafik di bawah menunjukkan bahwa penambahan 0% - 25% serbuk cangkang kerang menyebabkan peningkatan nilai kuat tekan bebas. Peningkatan nilai terjadi relatif konstan pada interval penambahan serbuk cangkang kerang. Dengan penambahan 30% serbuk cangkang kerang nilai kuat tekan bebas justru menurun. Penurunan nilai yang terjadi pada penambahan 30% serbuk cangkang kerang tidak signifikan.

Tabel 4.7 Pengaruh Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas (q_u)

Benda Uji	Campuran Benda Uji		q_u (kg/cm^2)
	Tanah Lempung (%)	Serbuk Cangkang Kerang (%)	
1	100	0	1.045
2	100	10	1.855
3	100	15	2.482
4	100	20	2.865
5	100	25	3.435
6	100	30	3.171



Gambar 4.8 Grafik Pengaruh Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas (q_u)

H. Pengaruh Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Pada Tanah Lempung Terhadap Nilai Daya Dukung Pondasi Dangkal (q_{ult})

Perhitungan daya dukung pondasi dangkal pada penelitian ini direncanakan dengan asumsi keruntuhan geser setempat berbentuk bujur sangkar dengan sisi 1,2 m dan kedalaman 1,5 m. Keruntuhan geser setempat dipilih karena lebih beresiko daripada model keruntuhan geser menyeluruh. Adapun rumus yang digunakan dalam perhitungan daya dukung pondasi dangkal mengacu pada teori Terzaghi seperti berikut:

$$c' = 2/3 c$$

$$q'_{ult} = 1,3 \cdot c' \cdot Nc' + Df \cdot \gamma \cdot Nq' + 0,4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N\gamma'$$

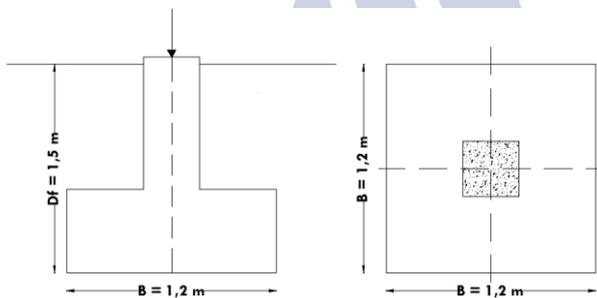
$$q_{ijin} = \frac{q'_{ult}}{F_s}$$

$$F_s = 3$$

$$Q = q_{ijin} \times A$$

Karena berada di atas tanah lempung, maka:

$$\phi = 0 \text{ maka, } Nc' = 5,7; Nq' = 1; N\gamma' = 0$$

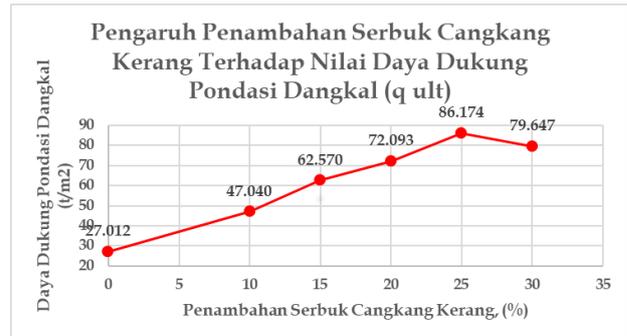


Gambar 4. 9 Desain Pondasi Dangkal

Berdasarkan grafik di bawah menunjukkan bahwa penambahan 0% - 25% serbuk cangkang kerang menyebabkan peningkatan nilai daya dukung pondasi dangkal terjadi relatif konstan. Penambahan 30% serbuk cangkang kerang justru menurunkan nilai daya dukung pondasi dangkal. Oleh karena itu, penambahan serbuk cangkang kerang yang paling efektif berkisar antara 25% - 30%, karena pada interval tersebut nilai daya dukung pondasi dangkal mengalami titik baliknya

Tabel 4. 8 Pengaruh Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Terhadap Nilai Daya Dukung Pondasi Dangkal (q_{ult})

Benda Uji	Campuran Benda Uji		q_{ult} (t/m^2)
	Tanah Lempung (%)	Serbuk Cangkang Kerang (%)	
1	100	0	27.012
2	100	10	47.040
3	100	15	62.570
4	100	20	72.093
5	100	25	86.174
6	100	30	79.647



Gambar 4. 10 Grafik Pengaruh Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Terhadap Nilai Daya Dukung Pondasi Dangkal (q_{ult})

PENUTUP

Simpulan

- Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penambahan serbuk cangkang kerang pada tanah lempung dapat meningkatkan stabilitas. Parameter yang digunakan dalam mengukur tingkat kestabilan suatu tanah menggunakan nilai potensi pengembangan dan nilai kuat tekan bebas dari hasil uji *unconfined*. Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, didapatkan nilai potensi pengembangan pada tanah tanpa penambahan serbuk cangkang kerang sebesar 52,86% termasuk dalam kategori derajat ekspansi sangat tinggi. Dengan penambahan 20% serbuk cangkang kerang nilai potensi pengembangan menurun signifikan pada titik minimum sebesar 3,85% termasuk dalam kategori sedang. Selanjutnya dari hasil pengujian *unconfined* yang telah dilakukan, didapatkan nilai kuat tekan bebas pada tanah tanpa penambahan serbuk cangkang kerang sebesar 1,045 kg/cm^2 . Dengan penambahan 25% serbuk cangkang kerang nilai kuat tekan bebas meningkat signifikan pada titik maksimum sebesar 3,434 kg/cm^2 .
- Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penambahan serbuk cangkang kerang pada tanah lempung dapat memperbaiki sifat mekanis tanah yang dibuktikan dengan nilai kuat tekan bebas yang kemudian digunakan dalam perhitungan daya dukung pondasi dangkal. Dari hasil perhitungan didapatkan nilai daya dukung pondasi dangkal maksimum sebesar 86,174 t/m^2 dengan persentase penambahan serbuk cangkang kerang 25%.

DAFTAR PUSTAKA

- Andajani, N. (2005). *Petunjuk Praktikum Mekanika Tanah II*. Surabaya: State University of Surabaya Press.

- Bowles, J. E. (1988). *Analisis dan Desain Pondasi*. Jakarta: Erlangga.
- Das, B. M. (1988). *Mekanika Tanah (Prinsip - prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- (1993). *Mekanika Tanah (Prinsip - prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Fauzan, N. (2017). Pengaruh Penambahan Limbah Karbit Terhadap Daya Dukung Pondasi Dangkal Pada Tanah Lempung Ekspansif di Daerah Driyorejo Gresik. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil*, 192-200.
- Haq, A. Z. (2017, Oktober 11). *Peluang Usaha- Warga Kampung Nelayan Cumpat Buat Paving dari Kulit Kerang*. Retrieved from Surabaya Metro: <http://surabaya.tribunnews.com/2017/10/11/peluang-usaha-warga-kampung-nelayan-cumpat-buat-paving-dari-kulit-kerang>
- Hardiyatmo, H. C. (2010). *Mekanika Tanah 2*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- (2011). *Analisis dan Perancangan Fondasi I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- (2012). *Mekanika Tanah 1*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Kurniasih, D. (2017). Pembuatan Pakan Ternak dari Limbah Cangkang Kerang di Desa Bulak Kenjeran Surabaya. *Seminar master 2017*, 2548-6527 (online).
- LH, S. (1994). *Geoteknik dan Mekanika Tanah*. Bandung: NOVA.
- Ridwan, M. (2003). *Petunjuk Praktikum Mekanika Tanah I*. Surabaya: State University of Surabaya Press.
- Sosrodarsono, S., & Nakazawa, K. (2005). *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*. Jakarta: PT. Pradnya Pramita.
- Tim Penyusun. (2014). *Pedoman Penulisan Skripsi*. Surabaya: State University of Surabaya.
- Wesley, L. D. (2012). *Mekanika Tanah Untuk Tanah Endapan dan Residu*. Yogyakarta: ANDI.
- Wikipedia Corporation. (2017, Februari 8). *Kerang Darah*. Retrieved from Wikipedia Ensiklopedia: https://id.wikipedia.org/wiki/Kerang_darah