

PEMANFAATAN CAMPURAN ABU CANGKANG KERANG SEBAGAI BAHAN STABILISASI TANAH TERHADAP NILAI KUAT GESER

Sherly Inggrit Tuflasa^{1*}, Adri Raidyarto², Pangeran Holong Sitorus³

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Yapis Papua

^{2,3}Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Yapis Papua

¹ sherlyhursepuny@gmail.com, ² adri.raidyarto@gmail.com, ³ pangeransitorus1@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis nilai karakteristik tanah asli di daerah Koya Timur dan menentukan variasi bahan tambah berupa abu cangkang kerang yang bervariasi 0%, 25%, 30%, dan 35% secara maksimum meningkatkan kekuatan tanah. Pengujian dilakukan dengan mengukur nilai karakteristik tanah asli di daerah Koya Timur serta melakukan campuran dengan berbagai variasi bahan tambah. Hasil pengujian menunjukkan tingkat kelembaban tanah yang tinggi sebesar 49,67% dan berat jenis 2,61, mengindikasikan jenis tanah lempung. Batas-batas atterberg menunjukkan batas cair 54,33%, batas plastis 24,22%, indeks plastisitas 30,30%, dan batas susut yaitu 12,22%. Tanah basah terasa lengket dan licin, sementara tanah kering keras dan tidak mudah dihancurkan. Tanah halus mempunyai daya menahan air yang lebih besar daripada tanah kasar. Campuran stabilisasi tanah meningkatkan kohesi dan sudut geser secara maksimum dengan tambahan bahan sebesar 35% mencapai 0,384 kg/cm² dan 21,00° untuk perkuatan tanah.

Kata kunci: Stabilisasi Tanah; Kuat Geser Triaksial; Abu Cangkang Kerang; Proctor

ABSTRACT

This research aims to analyze the characteristic values of native soil in the East Koya area and determine the variation of additional material in the form of shellfish ash ranging from 0%, 25%, 30%, to 35%, which maximally enhances soil strength. Testing is conducted by measuring the characteristic values of native soil in the East Koya area and mixing it with various variations of additional materials. The test results indicate a high soil moisture content of 49.67% and a specific gravity of 2.61, indicating clay soil type. Atterberg limits show a liquid limit of 54.33%, plastic limit of 24.22%, plasticity index of 30.30%, and shrinkage limit of 12.22%. Wet soil feels sticky and slippery, while dry soil is hard and not easily crushed. Fine-grained soil has greater water retention capacity than coarse-grained soil. Soil stabilization mixture maximally increases cohesion and shear angle with a 35% additional material reaching 0.384 kg/cm² and 21,00° for soil reinforcement.

Keywords: Soil Stabilization; Triaksial Shear Strength; Shellfish Ash; Proctor.

1. PENDAHULUAN

Tanah lempung adalah kumpulan partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik, terbentuk sebagai hasil dekomposisi kimia dari unsur-unsur yang membentuk batuan, dan bersifat plastis dalam kisaran kadar air rendah sampai tinggi. Lempung umumnya ialah bahan tanah dasar yang buruk, karena kuat gesernya sangat rendah. Struktur bangunan diatas lapisan tanah ini selalu menghadirkan beberapa masalah, antara lain kapasitas beban rendah, daya susut, dan ekspansi tinggi. Namun, setiap konstruksi membutuhkan tanah yang baik, yaitu tanah dengan daya dukung tinggi dan kembang susut rendah. Penelitian ini menggunakan campuran abu cangkang kerang sebagai material stabilisasi dalam menentukan nilai kuat geser. Stabilisasi bertujuan menurunkan indeks plastisitas dan meningkatkan kekuatan geser tanah yang mampu memberi opsi untuk pemanfaatan limbah tak berguna. Cangkang kerang merupakan hasil laut yang telah di budidayakan sebagai bisnis sampingan di wilayah pesisir. Adapun penggunaan abu cangkang kerang sebagai bahan tambah pada stabilisasi tanah lempung.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanah

Tanah merupakan bagian kerak bumi yang memiliki susunan dari bahan mineral dan bahan organik. Tanah begitu vital peranannya bagi semua kehidupan di bumi sebab tanah mendukung semua kehidupan makhluk hidup di bumi. Tanah merupakan salah satu bahan yang langsung tersedia di lapangan, dan apabila langsung dapat dipergunakan akan sangat ekonomis. Suatu tanah yang terdapat di lapangan bersifat sangat lepas atau sangat mudah tertekan. Secara umum tanah dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu tanah berkohefif dan tanah tak berkohefif. Tanah berkohefif adalah tanah yang mempunyai karakter fisisnya selalu mendapat pembasahan dan pengeringan yang menyusul butiran tanah yang bersatu sesamanya sehingga gaya akan diperlukan untuk memisahkan dalam keadaan kering, contoh lempung. Tanah tak berkohefif adalah butiran-butiran terlapisi sesudah dikeringkan dan hanya melekat apabila dalam keadaan basah akibat daya tarik permukaan butiran di dalam air, contohnya tanah berpasir.

2.2 Stabilisasi Tanah

Stabilisasi tanah atau perbaikan tanah merupakan cara yang dilakukan untuk memperbaiki sifat tanah dengan menambahkan material lain atau secara mekanis sehingga memenuhi persyaratan kekuatan dan durability tanah. Stabilisasi tanah secara umum merupakan suatu proses untuk memperbaiki sifatsifat tanah dengan menambahkan sesuatu pada tanah tersebut, agar dapat menaikkan kekuatan tanah dan mempertahankan kekuatan geser. Tujuan dari stabilisasi tanah adalah untuk mengikat dan menyatukan agregat material yang ada sehingga membentuk struktur jalan atau pondasi jalan yang padat. Adapun sifat tanah yang telah diperbaiki tersebut dapat meliputi : kestabilan volume, kekuatan atau daya dukung, permeabilitas, dan kekekalan atau keawetan.

2.3 Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah adalah ilmu yang berhubungan dengan pengelompokan/ penggolongan atau kategorisasi tanah berdasarkan sifat dan karakteristik yang membedakan dari masing-masing jenis tanah. Klasifikasi tanah merupakan sebuah subjek yang dinamis yang mempelajari struktur dari sistem klasifikasi tanah, definisi dari kelas-kelas yang digunakan untuk penggolongan tanah, kriteria yang menentukan penggolongan tanah, hingga penerapannya di lapangan sesuai dengan disiplin ilmu dari penggunaannya. Klasifikasi tanah alami didasarkan atas sifat tanah yang dimiliki tanpa menghubungkan dengan tujuan penggunaan tanah tersebut secara teknik klasifikasinya pada sifat-sifat tanah yang mempengaruhi kemampuan tanah untuk penggunaan-penggunaan tertentu umumnya untuk tujuan pembuatan pondasi. Ada tiga jenis klasifikasi tanah, yaitu: USDA, USCS, dan AASHTO.

2.4 Tanah Lempung

Definisi yang umum terkait dengan tanah lempung adalah jenis tanah yang memiliki plastisitas tinggi dengan kandungan air yang bervariasi luas. Tanah ini mengandung partikel mineral khusus yang memungkinkannya untuk mengembangkan sifat plastis saat dicampur dengan air. Tanah lempung terdiri dari agregat partikel terkait yang berukuran mikroskopis bahkan submikroskopis. Selain itu, komposisi tanah lempung tidak selalu hanya terdiri dari partikel lempung itu sendiri. Campurannya dapat melibatkan butiran pasir, debu halus, serta bahan organik.

2.5 Abu Cangkang Kerang

Abu cangkang kerang adalah hasil dari pengolahan cangkang kerang menjadi bentuk abu. Cangkang kerang ini berasal dari **kerang darah** (*Anadara granosa*). Abu sendiri mempunyai arti yaitu sisa setelah bahan organik dibakar. Cangkang kerang ini memiliki **kandungan senyawa kimia**, terutama **kalsium oksida (CaO)**, yang cukup tinggi. Karena komposisi ini, abu cangkang memiliki **potensi untuk menyerap logam berat**.

2.6 Kuat Geser Triaksial (*Triaksial test*)

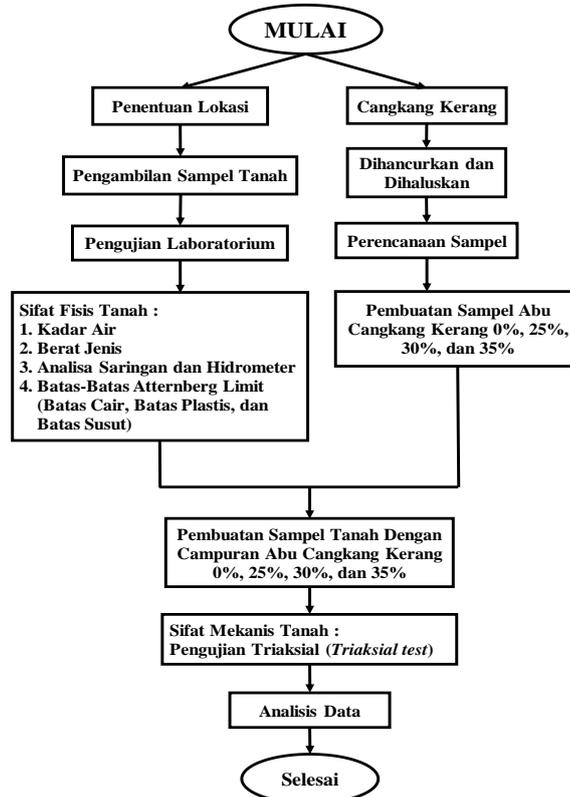
Dalam dunia ketekniksipilan, uji triaksial merupakan langkah awal dalam memulai sebuah konstruksi infrastruktur. Uji ini sangat diperlukan untuk melakukan analisis daya dukung tanah, stabilisasi lereng dan gaya dorong pada dinding penahan. Triaksial merupakan suatu uji dalam mengukur kekuatan geser tanah.



Kekuatan geser tanah ini dimaksudkan untuk menghitung kohesi untuk tanah lempung (*clay*) dan juga sudut geser untuk pasir (*sand*). Uji triaksial berbeda dengan uji kuat geser langsung (*direct shear test*), walaupun keduanya memperhitungkan kuat geser tanah. Uji triaksial digunakan dalam menentukan parameter kekuatan tanah geser (kohesi dan sudut geser). Dalam uji ini, pengujian kohesi tanah biasanya pada tanah lempung dan kuat geser tanah pada pasir.

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bagan Alur Penelitian

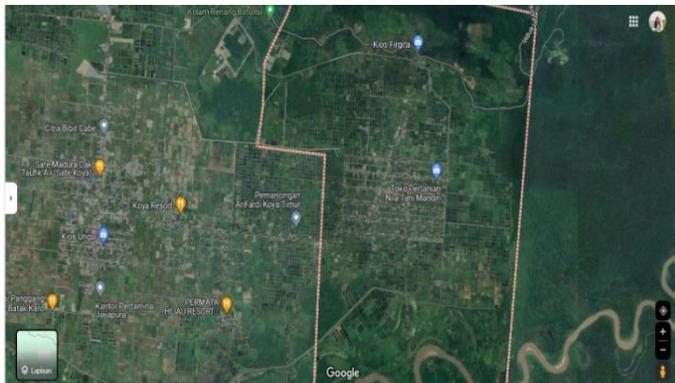


Gambar 1. Bagan Alur Penelitian

Sumber: Data Pribadi, 2024

3.2 Lokasi Penelitian dan Pengambilan Sampel Tanah

Sampel tanah diambil didaerah Koya Timur, Distrik Muara Tami, Kota Jayapura, Provinsi Papua. Cara mengambil sampel tanah yaitu menggunakan cangkul dan sekop pada kedalaman dangkal 0,5 – 1 m.



Gambar 2. Lokasi Pengambilan Sampel Tanah

Sumber: google maps, 2024



Gambar 3. Pengambilan Sampel Tanah

Sumber: dokumentasi pribadi, 2024



3.4 Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu:

1. Tanah Lempung

Pada pengambilan sampel tanah ini diambil dengan menggunakan cangkul dan sekop, kemudian dimasukkan ke dalam karung atau kantong plastik, agar sifat tanah tidak berkurang dan tetap stabil. Tanah kemudian dikeringkan dan ditumbuk/dihancurkan. Menurut Uji SNI 3420:2016, tanah diayak dengan saringan No.4.75mm.

2. Abu Cangkang Kerang

Cangkang kerang yang digunakan adalah jenis cangkang kerang darah (*Anadara Granosa*). Cangkang kerang di rebus terlebih dahulu untuk memisahkan isi dengan cangkangnya. Setelah di rebus, cangkang kerang ditunggu hingga dingin lalu dipisahkan isi dengan cangkangnya. Setelah itu, cangkang kerang dibersihkan dengan cara di sikat cangkangnya. Setelah dibersihkan, cangkang kerang dijemur di bawah sinar matahari hingga kering lalu dioven. Cangkang kerang dioven agar lebih mudah untuk dihancurkan dan lebih mudah untuk mendapatkan abunya. Setelah dioven, cangkang kerang kemudian dihancurkan dengan cara ditumbuk hingga halus dan menjadi abu. Setelah cangkang kerang halus dan menjadi abu, cangkang kerang kemudian di saring menggunakan saringan No.200 untuk mendapatkan hasil yang lebih halus.

3.5 Rancangan Benda Uji

Benda uji dalam penelitian ini dibuat dari tanah lempung dan abu cangkang kerang dengan variasi campuran 0%, 25%, 30%, dan 35% terhadap berat tanah kering. Sampel tanah yang digunakan adalah tanah yang sudah kering oven ditumbuk dan diayak dengan saringan No.4mm. Setelah itu tanah dicampurkan dengan abu cangkang kerang dan air. Kadar air yang digunakan adalah 23,40% pada pengujian kadar air optimum pemadatan. Setelah dicampur, benda uji kemudian dimasukkan kedalam cetakan uji kuat geser triaksial berbentuk silinder dengan ukuran diameter 3,423 cm dan tinggi 6,678 cm. Kemudian diperam selama 4 hari. Setelah 4 hari, benda uji dikeluarkan dari tempat peram lalu kemudian siap untuk dilakukan pengujian kuat geser triaksial.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Produktivitas Alat

a) *Excavator*

Merujuk pada penelitian (Sokop, dkk. 2018), waktu siklus *excavator* (Gali, Putar, Buang) menggunakan nilai rata-rata sampel yang diambil, bukan dari nilai yang terbesar atau terkecil. Berikut adalah contoh perhitungan produktivitas *excavator* Caterpillar 320D. Perhitungan produktivitas *excavator* berdasarkan pengamatan lapangan pada hari sabtu 16 maret 2024 sebagai berikut :

Waktu Siklus:

$$\begin{aligned} CT &= T1 + T2 + T3 + T4 \\ &= 5,21 + 4,53 + 3,27 + 2,87 \\ &= 15,88 \text{ detik} \approx 16 \text{ detik} \end{aligned}$$

Produktivitas excavator per jam :

$$\begin{aligned} Q &= \frac{V \times Fb \times Fa \times 3600}{CT \times Fv} \\ &= \frac{0,9 \times 0,8 \times 0,75 \times 3600}{16 \times 0,7} \\ &= 173,571 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Hasil dari analisa produktivitas per jam didapat nilai sebesar 192,085m³/jam. Karena waktu pekerjaan yang ditetapkan di lapangan adalah 8 jam/hari maka analisa produktivitas *excavator* dalam satu hari adalah sebagai berikut :



Produktivitas per hari excavator:

$$\begin{aligned} &= \text{Produktifitas per jam} \times \text{jam kerja} \\ &= 173,571 \times 8 \text{ jam} \\ &= 1.388,57 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

b) *Dump truck*

Pada proses loading atau muat material dalam penelitian ini, waktu siklus tidak alat berat tidak dianalisis. Hal ini disebabkan karena penentuan waktu muat material dilakukan dengan cara pengamatan langsung di lapangan secara real time menggunakan alat bantu ukur waktu stopwatch. Setelah proses loading atau muat material selesai, selanjutnya dilakukan pengangkutan material menuju lokasi pekerjaan. Berdasarkan wawancara dan diskusi dengan operator dump truck, kecepatan rata – rata dump truck dalam kondisi material terisi sebanyak 5 m³ adalah 24 Km/jam. Saat dump truck telah sampai di lokasi pekerjaan kemudian dilakukan proses pembongkaran material. Pembongkaran material di lakukan di area yang akan dihamparkan. Setelah proses pembongkaran material selesai dilakukan, kemudian dump truck kembali ke stockyard untuk memuat material kembali. Berdasarkan wawancara dan diskusi dengan operator di lapangan, kecepatan dump truck pada saat muatan kosong adalah 30 Km/jam. Setelah semua proses telah dilakukan didapatkan data sebagai berikut:

1. Waktu muat dump truck menggunakan bantuan alat excavator tidak dianalisis karena prosesnya dilakukan dengan cara pengamatan langsung secara real time di lapangan menggunakan stopwatch. Rata – rata waktu muat dump truck yang di dapatkan di lapangan adalah (T1) 1,86 menit.
2. Waktu angkut dump truck dari Quarry menuju lokasi penelitian dengan jarak angkut (D) adalah 9,2km atau 9.200m dan kecepatan rata – rata dump truck dalam keadaan terisi berdasarkan wawancara dan diskusi dengan operator adalah (V1) 24 km/jam atau 400 m/jam. waktu angkut dump truck dari Quarry menuju lokasi adalah sebagai berikut :

Kondisi Bermuatan :

$$\begin{aligned} T2 &= \frac{D \times 1000}{V1 \times 1000} \\ &= \frac{9,2 \times 1000}{24 \times 1000} \end{aligned}$$

$$= 0,383 \text{ Jam} \approx 23 \text{ Menit}$$

3. Waktu bongkar material didapat dengan menggunakan alat bantu *stopwatch* dan dilakukan berdasarkan pengamatan langsung di lapangan secara *real time* sehingga waktu bongkar material adalah (T3) 0,84 menit.
4. Waktu kembali *dump truck* dari lokasi penelitian menuju *Querry* memiliki jarak yang sama yaitu (D) 9,2km atau 9.200m dan kecepatan rata - rata *dump truck* dengan muatan kosong berdasarkan wawancara dan diskusi dengan operator adalah 30 km/jam = 500 m/menit. Sehingga waktu kembali *dump truck* adalah sebagai berikut :

Kondisi Kosong :

$$\begin{aligned} T4 &= \frac{D \times 1000}{V1 \times 1000} \\ &= \frac{9,2 \times 1000}{30 \times 1000} \end{aligned}$$

$$= 0,306 \text{ Jam} \approx 18,36 \text{ Menit}$$

Sehingga waktu siklus dari dump truck adalah sebagai berikut :

Waktu Siklus:

$$\begin{aligned} CT &= T1 + T2 + T3 + T4 \\ &= 1,86 + 23 + 0,84 + 18,36 \\ &= 44 \text{ Menit} \end{aligned}$$



Setelah waktu siklus rata – rata dump truck didapatkan yaitu sebesar (CT 57 menit, kemudian dilakukan analisa produksi *dump truck* per siklus. Sebelumnya telah diketahui bahwa kapasitas bak penampung dump truck (C) adalah 5 m³ dan faktor koreksi pengisi bucket (K) berdasarkan Tabel 2.1 adalah 0,9, maka produksi per siklus (q) adalah sebagai berikut :

Jumlah siklus *excavator* untuk mengisi *dump truck* (n)

$$\begin{aligned}(n) &= \frac{c}{q' \times K} \\ &= \frac{5}{0,9 \times 0,8} \\ &= 6,94 \approx 7 \text{ kali siklus}\end{aligned}$$

Produktivitas per siklus:

$$\begin{aligned}(q) &= n \times q' \times K \\ &= 7 \times 0,9 \times 0,8 \\ &= 5,04 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Produksi per siklus *dump truck* yang telah dianalisis adalah 4 m³. selanjutnya adalah menghitung waktu produksi per jam *dump truck*. Sebelumnya telah diketahui bahwa waktu siklus *dump truck* (Ct) adalah 57 menit dan faktor efisiensi yang diambil berdasarkan Tabel 3.2 adalah (E) 0,75 karena melihat kondisi alat langsung di lapangan. Maka analisa produksi per jam *dump truck* (Q) adalah sebagai berikut :

Produktivitas *excavator* per jam :

$$\begin{aligned}Q &= \frac{q \times 60 \times E}{CT} \\ &= \frac{5,04 \times 60 \times 0,75}{44} \\ &= 5.154 \text{ m}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil analisa, didapatkan nilai hasil produktivitas alat berat dump truck per jam adalah 5.154 m³/jam. Karena jam kerja yang ditetapkan adalah 8 jam/hari, maka untuk menghitung *out put* pekerjaan per hari adalah sebagai berikut :

Produktivitas per hari *dump truck*:

$$\begin{aligned}&= \text{Produktifitas per jam} \times \text{jam kerja} \\ &= 5,012 \times 8 \text{ jam} \\ &= 41,236 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

4.2 Analisis Perhitungan Biaya Operasional Alat Berat

Biaya operasi adalah biaya-biaya yang dikeluarkan untuk keperluan-keperluan pengoprasian alat berat.

1. *Excavator*

$$\begin{aligned}\text{Biaya bahan bakar (H)} &= (12,00 \text{ s/d } 15,00)\% \times \text{HP} \\ &= 15,00\% \times 145 \\ &= 21,75 \text{ liter/jam} \times \text{Rp. } 14.700 /\text{L} \\ &= \text{Rp } 319.700 /\text{Jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Biaya Pelumas (I)} &= (2,5 \text{ s/d } 3)\% \times \text{HP} \\ &= 3\% \times 145 \\ &= 4,35 \text{ liter/jam} \times \text{Rp. } 9.600 /\text{L} \\ &= \text{Rp. } 41.760 /\text{Jam}\end{aligned}$$

$$\text{Biaya Perbaikan (K)} = (12,5 \text{ s/d } 17,5)\% \times \text{B/W}$$



$$\begin{aligned}
 &= 17,5\% \times \frac{840 \text{ Juta}}{2496} \\
 &= \text{Rp } 58.894 \text{ /Jam} \\
 \text{Biaya Bengkel (J)} &= (6,25 \text{ s/d } 8,75)\% \times \text{B/W} \\
 &= 8,75\% \times \frac{840 \text{ Juta}}{2496} \\
 &= \text{Rp } 29.447 \text{ /Jam} \\
 \text{Upah Operator (L)} &= \text{Rp. } 75.000 \times 8 \text{ jam} \\
 &= \text{Rp. } 600.000 \text{ /Hari} \\
 \text{Upah Operator (M)} &= \text{Rp. } 50.000 \times 8 \text{ jam} \\
 &= \text{Rp. } 400.000 \text{ /Hari} \\
 \text{Biaya operasi (P)} &= \text{H} + \text{I} + \text{J} + \text{K} + \text{L} + \text{M} \\
 &= 319.700 + 41.760 + 29.447 + 58.894 + 75.000 + 50.000 \\
 &= \text{Rp. } 574.830 \text{ /jam} \times 8 \text{ jam kerja} \\
 &= \text{Rp. } 4.598.640 \text{ /hari}
 \end{aligned}$$

2. *Dump truck*

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya bahan bakar (H)} &= (12,00 \text{ s/d } 15,00)\% \times \text{HP} \\
 &= 15,00\% \times 125 \\
 &= 18,75 \text{ liter/jam} \times \text{Rp. } 6.800 \text{ /L} \\
 &= \text{Rp } 127.500 \text{ /Jam} \\
 \text{Biaya Pelumas (I)} &= (2,5 \text{ s/d } 3)\% \times \text{HP} \\
 &= 3\% \times 125 \\
 &= 3,75 \text{ liter/jam} \times \text{Rp. } 9.600 \text{ /L} \\
 &= \text{Rp. } 36.000 \text{ /Jam} \\
 \text{Biaya Perbaikan (K)} &= (12,5 \text{ s/d } 17,5)\% \times \text{B/W} \\
 &= 17,5\% \times \frac{480 \text{ Juta}}{2496} \\
 &= \text{Rp } 33.653 \text{ /Jam} \\
 \text{Biaya Bengkel (J)} &= (6,25 \text{ s/d } 8,75)\% \times \text{B/W} \\
 &= 8,75\% \times \frac{480 \text{ Juta}}{2496} \\
 &= \text{Rp } 16.826 \text{ /Jam} \\
 \text{Upah Operator (L)} &= \text{Rp. } 25.000 \times 8 \text{ jam} \\
 &= \text{Rp. } 200.000 \text{ /Hari} \\
 \text{Biaya operasi (P)} &= \text{H} + \text{I} + \text{J} + \text{K} + \text{L} + \text{M} \\
 &= 127.500 + 36.000 + 33.653 + 16.826 + 25.000 \\
 &= \text{Rp. } 238.979 \text{ /jam} \times 8 \text{ jam kerja} \\
 &= \text{Rp. } 1.911.832 \text{ /hari} \times 13 \text{ unit alat} \\
 &= \text{Rp. } 24.853.816 \text{ /hari}
 \end{aligned}$$

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Karakteristik Tanah Asli

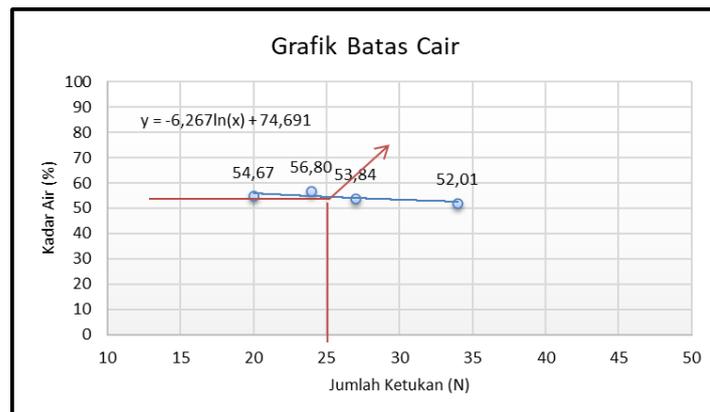
Tabel 1. Hasil Pengujian Karakteristik Tanah Asli

Pengujian	Hasil	Satuan
Kadar Air	49,67	%
Berat Jenis (Gs)	2,61	-
Batas – Batas Atterberg		

Batas Susut	12,22	%
Batas Cair (LL)	54,33	%
Batas Plastis (PL)	24,22	%
Indeks Plastisitas (PI)	30,30	%
Pengujian Hidrometer		
Kerikil	0	%
Pasir	8	%
Lanau	28	%
Lempung	64	%
Pengujian Analisa Saringan		
Lolos 200#	36,79	%
Tipe material yang paling dominan	Tanah Berlempung	
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Biasa Sampai Jelek	

Sumber: Pengolahan Data Pribadi, 2024

Berdasarkan hasil pengujian karakteristik tanah asli diatas dapat dilihat bahwa kandungan air yang terdapat didalam tanah tersebut terbilang tinggi. Tanah tersebut memiliki nilai indeks plastisitas 30,30%. Hal tersebut memenuhi syarat nilai indeks plastisitas tinggi $>17\%$, yaitu jenis tanah lempung (Hardiyatmo, 2010). Tipe material yang paling dominan adalah tanah berlempung.



Gambar 4. Grafik Pengujian Batas Cair
Sumber: Pengolahan Data Pribadi, 2024

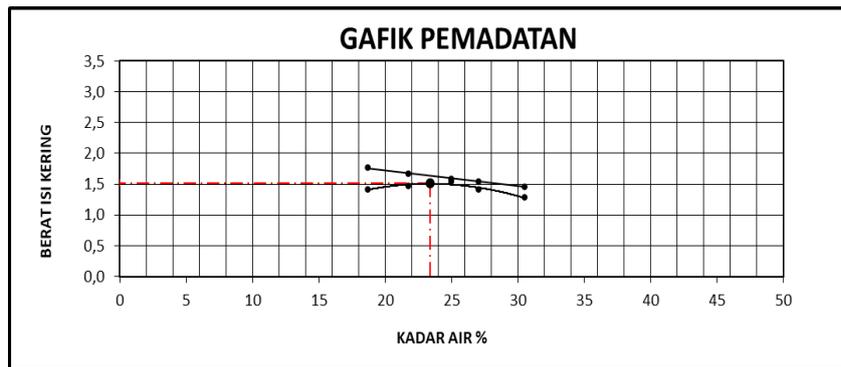
Pada hasil pengujian batas cair diatas menunjukkan bahwa nilai kadar air pada 25 ketukan yaitu 54,33%. Hasil ini didapatkan dari 4 sampel pengujian yang apabila dirata-ratakan untuk mengetahui hasil pengujian pada batas cair benar apabila jumlah rata-rata sama dengan nilai yang ditunjukkan pada grafik diatas

5.2 Pemadatan Standart (Proctor test)

Tabel 2. Hasil Pengujian Pemadatan Tanah
Karakteristik Tanah Asli

Pengujian	Hasil Pemeriksaan	Satuan
γ_{dry}	1,52	gr/cm ³
ω_{dry}	23,40	%

Sumber: Pengolahan Data Pribadi, 2024



Gambar 5. Grafik Pengujian Pemadatan Tanah
Sumber: Pengolahan Data Pribadi, 2024

Pada pengujian pemadatan tanah asli didapatkan nilai kepadatan kering maksimum (γ_{dry}) tanah yaitu 1,52 gr/cm^3 dan untuk kadar air optimum (ω_{dry}) tanah asli sebesar 23,4%

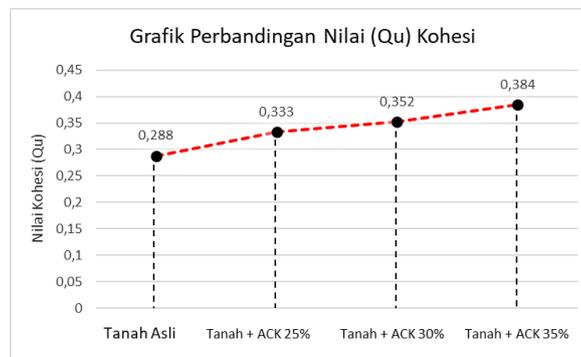
5.3 Pengujian Kuat Geser Triaksial

1. Kohesi

Tabel 3. Hasil Pengujian Nilai Kohesi

Komposisi Campuran	Kohesi (Cu) Kpa
Tanah Asli	0,288
Tanah + ACK 25%	0,333
Tanah + ACK 30%	0,352
Tanah + ACK 35%	0,384

Sumber: Pengolahan Data Pribadi, 2024



Gambar 6. Grafik Perbandingan Nilai Kohesi
Sumber: Pengolahan Data Pribadi, 2024

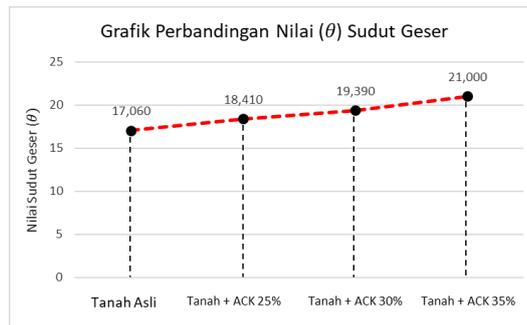
Dapat dilihat bahwa penambahan abu cangkang kerang pada tanah tidak terjadi penurunan, nilai kohesi tertinggi pada penambahan abu cangkang kerang di persentase 35% yaitu 0,384 kg/cm^2 .

2. Sudut Geser Dalam

Tabel 4. Hasil Pengujian Nilai Sudut Geser

Komposisi Campuran	Sudut Geser θ
Tanah Asli	17,06
Tanah + ACK 25%	18,41
Tanah + ACK 30%	19,39
Tanah + ACK 35%	21,00

Sumber: pengolahan data pribadi, 2024



Gambar 7. Grafik Perbandingan Nilai Sudut Geser
Sumber: Pengolahan Data Pribadi, 2024

Dapat dilihat bahwa penambahan abu cangkang kerang pada tanah tidak terjadi penurunan, nilai sudut geser tertinggi pada penambahan abu cangkang kerang di persentase 35% yaitu 21,00°.

6. PERSAMAAN

6.1 Kadar Air :

Kadar air tanah (w) adalah nilai perbandingan antara berat air dalam satuan tanah dengan berat kering tanah tersebut. Pengujian ini dilakukan untuk menentukan nilai kadar air sampel tanah yang akan di uji.

$$\text{Kadar air} = \frac{Ww}{Ws} + \frac{W2-W3}{W3-W1} \times 100\% \dots \dots \dots (6.1)$$

Keterangan : W = Kadar Air (%)

W1 = Berat cawan kosong (gr)

W2 = Berat cawan + tanah basah (gr)

W3 = Berat cawan + tanah kering (gr)

6.2 Berat Jenis :

Kadar berat jenis tanah (Gs) adalah nilai perbandingan berat butiran tanah dengan berat berat air destilasi di udara dengan volume yang sama pada temperatur tertentu yang biasanya diambil pada suhu 27,5°C Contoh perhitungan berat jenis (Gs) sampel 1.

$$G = \frac{\text{berat butiran}}{\text{berat air dan volume yang sama}} = \frac{W}{W2-W1} \dots \dots \dots (6.2)$$

$$G = \frac{W2-W1}{(W4-W1)-(W3-W2)} = \frac{W2-W1}{(W2-W1)-(W3-W4)} \dots \dots \dots (6.3)$$

Berat jenis tanah pada temperature 27,5°C :

$$G (27,5^\circ\text{C}) = (t^\circ) = \frac{\text{berat jenis air padat } t^\circ}{\text{berat jenis air pada } 27,5^\circ\text{C}} \dots \dots \dots (6.4)$$

Keterangan : G = Berat Jenis (gr)

W1 = Berat piknometer kosong (gr)

W2 = Berat piknometer + tanah kering (gr)

W3 = Berat piknometer + tanah = air (gr)

W4 = Berat piknometer + Air (gr)

6.3 Analisa Saringan dan Hidrometer :

Analisa saringan atau analisa ayakan merupakan prosedur yang secara umum digunakan untuk mengukur distribusi ukuran artikel dari suatu bahan. Sedangkan analisa hydrometer merupakan metode yang digunakan untuk menghitung distribusi ukuran butir tanah berdasarkan sedimentasi tanah dalam air. Dalam analisa saringan dan hydrometer terdapat kurva distribusi ukuran-ukuran butir tanah dapat digunakan untuk membandingkan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda.

6.4 Batas Cair :

Batas cair (LL) adalah keadaan dimana kadar air tanah pada kondisi tanah mulai berubah dari keadaan plastis menjadi cair atau sebaliknya yaitu batas antara keadaan cair dan keadaan plastis atau juga batas atas



dari daerah plastis. Batas cair biasanya ditentukan dari uji Casagrande, kemudian dihubungkan kadar air dan jumlah pukulan yang didapatkan dari hasil pengujian menggunakan alat Casagrande.

$$LL = WN \left(\frac{N}{25} \right)^{0,121} \dots\dots\dots(6.5)$$

Keterangan : LL = Batas Cair
N = Jumlah pukulan yang diperlukan untuk menutup alur pada tanah dengan kadar air Wn.

6.5 Batas Plastis dan Indeks Plastisitas :

Batas plastis tanah diartikan sebagai kadar air tanah minimum (dinyatakan dalam persen) bagi tanah yang masih pada keadaan plastis. Tanah ada dalam keadaan plastis, ketika tanah digulung menjadi batang – batang yang berdiameter 3 mm mulai menjadi retak – retak. Indeks plastisitas merupakan interval kadar air dimana tanah masih bersifat plastis. Karena itu, indeks plastisitas menunjukkan sifat keplastisitan tanah. Jika tanah mempunyai IP tinggi, maka tanah mengandung banyak butiran lempung. jika IP rendah, seperti lanau, sedikit pengurangan kadar air berakibat tanah menjadi kering.

$$IP = LL - PL \dots\dots\dots(6.6)$$

Keterangan : IP = Indeks Plastisitas
LL = Batas Cair
PL = Batas Plastis

Uji Triaksial digunakann dalam menentukan parameter kekuatan geser tanah (kohesi dan sudut geser).

6.6 Kohesi :

Kohesi tanah (c) dan kepadatan tanah sangat bergantung pada jenis tanahnya, tetapi tidak tergantung pada tegangan normal (σ) yang bekerja pada bidang geser

6.7 Sudut Geser Dalam :

Gesekan antara butiran-butiran tanah yang besarnya berbanding lurus dengan tegangan normal pada bidang gesernya. Rumus tegangan geser:

$$\tau = c + \sigma \text{tg} \dots\dots\dots(6.7)$$

Keterangan: τ = tegangan geser tanah
c = kohesi tanah
φ = sudut geser dalam tanah
σ = tegangan normal yang pada bidang runtuh

7. KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengujian karakteristik tanah asli diatas dapat dilihat bahwa kandungan kadar air yang terdapat didalam tanah tersebut terbilang tinggi yaitu sebesar 49,67%, berat jenis 2,61 termasuk jenis tanah lempung. Adapun hasil pengujian batas-batas atterberg dengan nilai batas cair tanah tersebut yaitu 54,33%, nilai batas plastis yaitu 24,22%, nilai indeks plastisitas yaitu 30,30%, dan nilai batas susut yaitu 12,22%. Pada keadaan basah tanah terasa lebih lengket jika terkena air, tanah menjadi lebih lengket dan licin ditangan, mudah di bentuk dan terkesan plastis. Sedangkan tanah dalam keadaan kering bertekstur keras dan tidak mudah dihancurkan. Tanah yang bertekstur halus mempunyai daya menahan air yang lebih besar daripada tanah yang bertekstur kasar.
2. Pada bahan campuran stabilisasi tanah dapat meningkatkan nilai kohesi dan nilai sudut geser dalam pada persentasi bahan tambah 35% sebesar 0,384 kg/cm² dan 21,00° secara maksimum pada perkuatan tanah.

7.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan setelah melihat hasil dan hambatan-hambatan yang didapatkan dalam penelitian ini adalah:

1. Perlu dilakukan pengujian selanjutnya dengan persentase diatas 35% untuk mendapatkan nilai kohesi dan sudut geser dalam lebih maksimum.



2. Perlu dilakukan pengujian dengan jenis tanah dan bahan tambah yang bervariasi.
3. Pada proses pengujian dalam pengambilan data diperlukan ketelitian agar data yang didapatkan lebih efektif.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, I. (2017). Pemanfaatan limbah cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) sebagai bahan abrasif dalam pasta gigi. *Jurnal Galung Tropika*, 6(1), 49-59.
- Andini, M., & Yunanda, R. (2014). Analisa perubahan karakteristik fisik, mekanik dan dinamik terhadap siklus pengeringan pembasahan pada tanah asli dan tanah yang stabilisasi menggunakan kapur dan *fly ash* di desa Sumber Aji kota Batu-Malang (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Andreas, L. O., & Gusmareta, Y. (2019). Pengembangan media pembelajaran mata kuliah mekanika tanah dan teknik pondasi berbasis video tutorial. *CIVED*, 5(4).
- Angraini, M., Saputra, P. E., & Yanti, G. (2023). STABILISASI TANAH LEMPUNG MENGGUNAKAN SERBUK CANGKANG KERANG DITINJAU DARI NILAI CBR. *Inersia: Jurnal Teknik Sipil*, 15(1), 47-56.
- Ardi, I., Yanti, G., & Angraini, M. (2023). STABILITAS TANAH LEMPUNG DENGAN SERBUK CANGKANG KERANG TERHADAP NILAI KUAT GESER. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 12(1), 1-7.
- Aziudin, H. I., & ANDAJANI, N. (2019). Pengaruh Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Untuk Meningkatkan Stabilitas Tanah Lempung Ekspansif Terhadap Daya Dukung Pondasi Dangkal. *Rekayasa Teknik Sipil*, 2(1).
- Hardiyatmo, H. C. (2002). Mekanika Tanah I. Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H. C. (2003). Mekanika tanah II. Kelapa Dan Tras Ditinjau Dari Waktu Pemeraman. *JURNAL SIPIL STATIK*, 8(5).
- Kusuma, R. I., & Mina, E. (2016). Tinjauan Sifat Fisis dan Mekanis Tanah (Studi Kasus: Jalan Careng Kabupaten Serang). *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, 5(2).
- Mega, I. M., Dibia, I. N., Ratna, I. G. P., & Kusmiyarti, T. B. (2010). Klasifikasi Tanah dan Kesesuaian Lahan. *Fakultas Pertanian, Universitas Udayana, Denpasar. hlm, 145.*
- Naseriman, A. N., Sompie, O. B., & Sarajar, A. N. (2020). Pengujian Kuat Geser Pada Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Campuran Arang Tempurung
- Paket, P. J. T. S. D. Analisis Karakteristik Tanah Asli dan Tanah Timbunan Pada.
- Purwati, W. N., Rokhman, R., & Pristianto, H. (2019). Pengaruh Kadar Semen Terhadap Stabilitas Tanah Lempung Ditinjau Dari Kuat Geser Tanah. *Jurnal Teknik Sipil: Rancang Bangun*, 5(1), 42-48.
- Sudarmawan, W. S., Suprijanto, J., & Riniatsih, I. (2020). Abu Cangkang Kerang *Anadara granosa*, Linnaeus 1758 (*Bivalvia: Arcidae*) sebagai Adsorben Logam Berat dalam Air Laut. *Journal of Marine Research*, 9(3), 237-244