

Perancangan dan Pembuatan Prototipe Alat Uji Geser Tanah

Udin Komarudin^{1*}, Yanyan Agustian²

*Email corresponding author: komarudin.mt@widyatama.ac.id

¹Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Widyatama

²Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Widyatama

Article history: Received: 11 Januari 2025 | Revised: 3 November 2025 | Accepted: 4 November 2025

Abstract. *Shear strength analysis testing is a fundamental test in the field of civil engineering. The shear strength of the soil is greatly influenced by the parameters present in the soil, the higher the value of the obtained parameters, the higher the soil strength. To obtain these parameters, we need to conduct one of the soil shear strength tests. The soil shear test that has been conducted in the laboratory involves taking soil samples from the field, transporting them, and then conducting the tests. During the journey from the field to the laboratory, it is highly likely that the sample will undergo changes due to vibrations, shaking, or temperature. Some innovations that have been implemented weigh a maximum of 10kg, are portable and easy to carry, produce accurate test results, and are tested directly in the field. The design of the tool is made in a prototype before the assembly of the tool. The design of the direct shear test tool is made by referring to the standardized testing principles. After the device is assembled, a test is conducted on a soil sample using the standard procedure of the shear test apparatus.*

Keywords - Shear force; soil; collapse

Abstrak. *Pengujian analisa kuat geser merupakan pengujian fundamental di bidang konstruksi sipil. Kekuatan geser tanah ini sangat dipengaruhi oleh parameter-parameter yang ada dalam tanah tersebut, semakin tinggi nilai parameter yang didapat semakin tinggi kekuatan tanahnya. Untuk mendapatkan parameter-parameter tersebut kita perlu melakukan salah satu uji kekuatan geser tanah. Pengujian geser tanah yang selama ini dilakukan di laboratorium, adalah mengambil tanah sebagai sample uji di ambil dari lapangan kemudian di bawa menggunakan transportasi baru di lakukan pengujian. Selama dalam perjalanan dari lapangan menuju laboratorium, besar kemungkinan sample mengalami perubahan akibat getaran, goyangan atau temperatur. Beberapa inovasi yang dilakukan berat max 10kg, portable mudah dibawah, hasil uji tetap akurat, pengujian dilakukan langsung di lapangan. Rancangan alat dibuat dalam prototype sebelum dilakukan perangkaian alat. Rancangan alat uji geser langsung dibuat mengacu pada prinsip kerja pengujian telah distandarkan. Setelah alat dirangkai, kemudian dilakukan uji coba alat pada sampel tanah dengan prosedur standar alat uji geser.*

Kata Kunci – Gaya geser; tanah; keruntuhan

PENDAHULUAN

Pengujian analisa kuat geser merupakan pengujian fundamental di bidang konstruksi sipil. Uji Geser Tanah/Langsung adalah suatu prosedur percobaan yang dilakukan dalam praktek dan penelitian rekayasa geoteknik yang bertujuan untuk mengetahui kuat geser suatu bahan tanah.

Kuat geser didefinisikan sebagai tahanan maksimum yang dapat ditahan oleh suatu bahan ketika mengalami gaya geser [1][2]. Analisa kuat geser pada tanah dilakukan untuk mengetahui kuat gaya perlawanan butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan. Pengujian geser tanah yang selama ini di dilakukan di laboratorium, adalah mengambil tanah sebagai sample uji di ambil dari lapangan kemudian di bawa menggunakan transportasi baru di lakukan pengujian. Selama dalam perjalanan dari lapangan menuju laboratorium, besar kemungkinan sample mengalami perubahan akibat getaran, goyangan atau temperatur. Hal ini sangat mempengaruhi nilai kuat geser tanah. Pemindahan alat uji geser ke lapangan sangat menyulitkan, karena selain bobot alat uji yang mencapai 150 kg juga dimensi alat yang besar ($p=150\text{cm}$, $l=50\text{cm}$, $t=100\text{cm}$). Inovasi alat uji geser tanah perlu dilakukan untuk memperbaiki kekurangan tersebut. Beberapa inovasi yang akan dilakukan seperti berat max 10kg, portable mudah dibawah, hasil uji tetap akurat, pengujian dilakukan langsung di lapangan.

Selanjutnya menanggulangi hal tersebut diatas perlu dilakukan Rancang Bangun Prototipe Alat Uji Geser Tanah Lapangan, yang dapat digunakan langsung dilapangan. Diharapkan rancang bangun alat ini dapat menghasilkan hasil uji yang lebih akurat dan cepat.

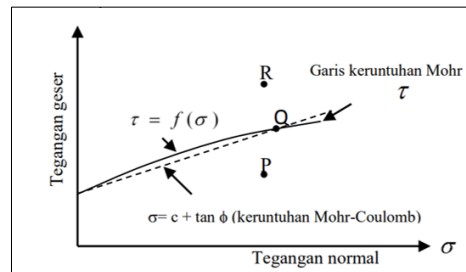
Keruntuhan geser (*shear failure*) pada suatu lapisan tanah terjadi akibat gerak relatif antara butirannya. Kekuatan geser tanah merupakan perlawanan internal tanah tersebut persatuan luas terhadap keruntuhan atau pergeseran sepanjang bidang geser dalam tanah yang dimaksud. Kekuatan geser tanah ini sangat dipengaruhi oleh parameter-

parameter yang ada dalam tanah tersebut, semakin tinggi nilai parameter yang didapat semakin tinggi kekuatan tanahnya. Untuk mendapatkan parameter-parameter tersebut kita perlu melakukan salah satu uji kekuatan geser tanah. Tanah berbutir halus yang mengandung mineral lempung akan bersifat plastis disebabkan adanya air yang terserap di sekeliling permukaan dari partikel lempung. Plastisitas ini menggambarkan kemampuan tanah dalam menyesuaikan perubahan bentuk pada volume yang konstan tanpa retak retak atau remuk. Konsistensi tanah adalah kedudukan fisik tanah berbutir halus pada kadar air tertentu dan tergantung pada gaya tarik antara partikel mineral lempung. Adanya pengurangan kadar air dapat mengurangi volume tanah. Terkait dengan sifat konsistensi tanah berbutir halus pada kadar air yang bervariasi, Atterberg memberikan suatu metode yang kemudian disebut batas-batas Atterberg. Atas dasar air yang dikandung tanah, tanah dapat dipisahkan ke dalam empat keadaan dasar, yaitu padat, semi padat, plastis dan cair [3].

Kuat geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan/tarikan [4]. Kuat geser tanah diukur dengan 2 parameter tanah yaitu kohesi (c) atau gaya tarik-menarik antar partikel dan sudut geser dalam (ϕ) atau gesekan antara butir tanah. Teori *Mohr* menguraikan bahwa kondisi keruntuhan suatu bahan terjadi oleh akibat adanya kombinasi keadaan kritis dari tegangan normal dan tegangan geser [5].

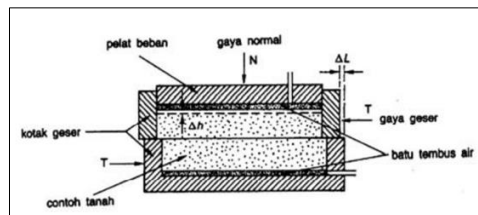
Hubungan antara tegangan normal dan tegangan geser pada sebuah bidang keruntuhan dinyatakan menurut persamaan:

$$\tau_f = f(\sigma) = c + \sigma \tan \phi \quad (1)$$

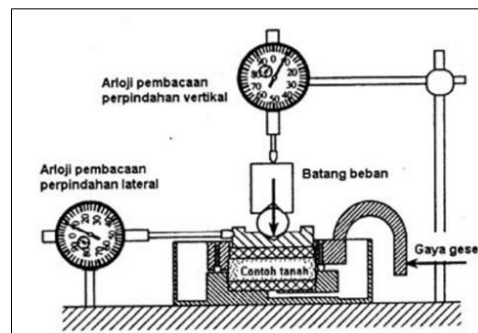


Gambar 1. Grafik Tegangan Geser terhadap Tegangan Normal

Bila tegangan geser dan normal pada sebuah bidang dalam suatu massa tanah maka jika kedudukan tegangan-tegangan baru mencapai titik P, keruntuhan tanah akibat geser tidak akan terjadi. Keruntuhan geser terjadi jika tegangan mencapai titik Q yang terletak pada garis keruntuhan dan kedudukan tegangan yang ditunjukkan oleh titik R tidak akan pernah terjadi karena bahan telah mengalami keruntuhan sebelum mencapai titik R. Lingkaran Mohr dalam bentuk lingkaran tegangan.



Gambar 2. Skema Contoh Tanah Setelah Geser



Gambar 3. Skema Pengujian

Tegangan normal (N) pada benda uji diberikan dari atas kotak geser. Gaya geser diterapkan pada setengah bagian kotak geser. Selama pengujian perpindahan (ΔL) akibat gaya geser dan perubahan tebal (Δh) benda uji dicatat. Pada tanah pasir bersih yang padat, tahanan geser bertambah sampai beban puncak, dimana keruntuhan geser terjadi, sesudah itu kondisi menurun dengan penambahan penggeseran dan akhirnya konstan, kondisi ini disebut kuat geser residu. Sudut gesek dalam padat (ϕ_m) dalam kondisi padat diperoleh dari tegangan puncak, sedang sudut gesek dalam kondisi longgar (ϕ) diperoleh dari tegangan batas (residu).

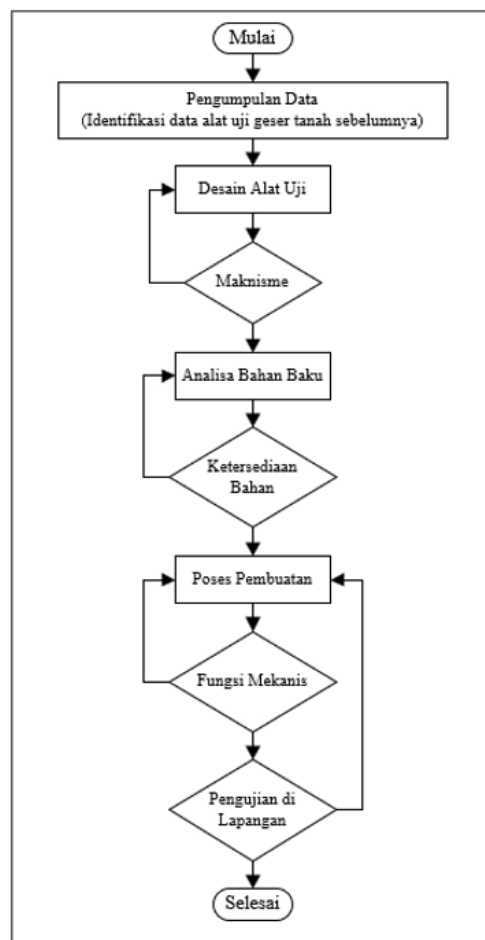
METODE

Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian rekayasa (*engineering research*) dengan pendekatan eksperimental. Fokus utama penelitian adalah merancang dan membangun prototipe alat uji geser tanah lapangan (*field soil shear test*) serta mengujinya untuk mengetahui kinerja dan efektivitas alat tersebut.

Proses dimulai dengan pengumpulan data, di mana peneliti mengidentifikasi informasi mengenai alat uji yang telah ada sebelumnya antara lain desain dan spesifikasi teknis alat uji geser tanah standar ASTM D3080.

Selanjutnya, peneliti membuat desain alat uji dalam bentuk model CAD, dengan fokus pada optimasi desain agar mekanisme alat dapat berfungsi dengan baik. Tahap selanjutnya adalah analisa bahan yang tersedia di pasaran dan bahan yang harus di buat. Selanjutnya pembuatan alat uji dilakukan di bengkel produksi menggunakan bahan dan komponen yang telah ditentukan. Proses manufaktur meliputi pemotongan, pengelasan, pengeboran, dan perakitan. Setelah alat uji selesai di rakit, dilakukan pengujian fungsi mekanis, dimana alat dapat berfungsi dan sesuai dengan prinsip alat uji geser tanah standar. Akhirnya, alat diuji di lapangan untuk mengumpulkan data yang relevan, menandai tahap akhir dari proses penelitian. Setelah semua langkah ini dilaksanakan, penelitian dinyatakan selesai. Alur dibahah ini menunjukkan langkah-langkah sistematis yang diperlukan untuk mengembangkan alat uji geser tanah, dari pengumpulan data hingga pengujian di lapangan

Metoda penelitian Rancang Bangun Prototipe Alat Uji Geser Tanah Lapangan adalah seperti ditunjukkan pada gambar 4 berikut:



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

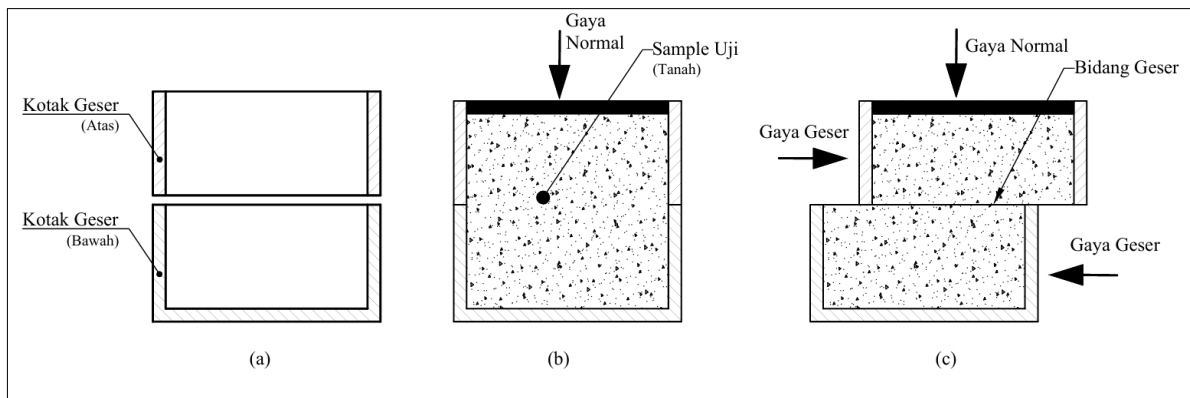
HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat uji geser tanah langsung (*Direct Shear Test Equipment*) adalah alat yang digunakan untuk mengukur kekuatan geser tanah dengan cara memberikan gaya horizontal pada sampel tanah sambil menahan beban vertikal tertentu. Pengujian ini sangat penting dalam bidang geoteknik untuk mengetahui parameter kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ) suatu jenis tanah.

Pada proses pengujian, sampel uji tanah diambil di daerah tertentu (jauh) yang memerlukan waktu perjalanan, kemudian di bawa ke laboratorium untuk di uji. Dimana selama waktu perjalanan sample uji tanah mengalami perubahan suhu dan kepadatan tanah karena guncangan selama perjalanan, hal ini menyebabkan perubahan sifat tanah pada saat di uji, yang berakibat pada hasil uji yang kurang akurat. Hal ini terjadi karena alat uji geser ini mempunyai dimensi besar dan bobot yang berat. Dimensi alat tanah yang ada di pasaran, panjang 100 s/d 150 cm, lebar 30 s/ 50 cm dan tinggi 80 cm s/d 100 cm, sedangkan beratnya 40 s/d 60 kg. Hal ini menyebabkan alat uji geser tanah tidak bisa di bawa ke lapangan lokasi pengujian.

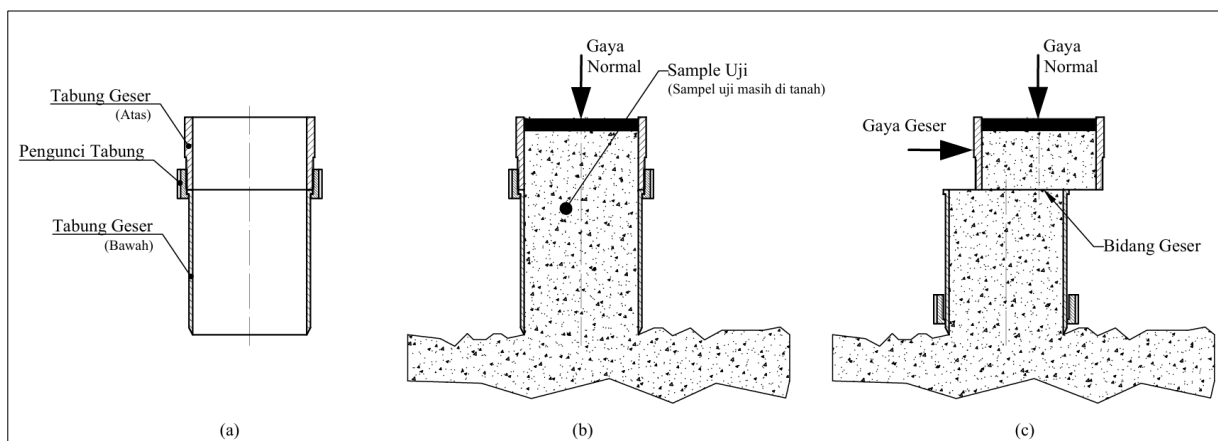
Keterangan diatas adalah alasan utama untuk merancang alat uji geser tanah yang *portable*, yang dapat di bawa langsung ke lokasi pengujian.

Perancangan dari mulai dari desain mekanisme uji geser. Desain mekanisme uji geser yang sebelumnya seperti pada gambar 5. Setelah pengambilan sample tanah dari lapangan, sample tanah dimasukkan ke dalam kotak geser (b) dan diberi gaya normal, selanjutnya kotak geser di gaya geser sehingga terjadi pergeseran tanah pada bidang geser (c).



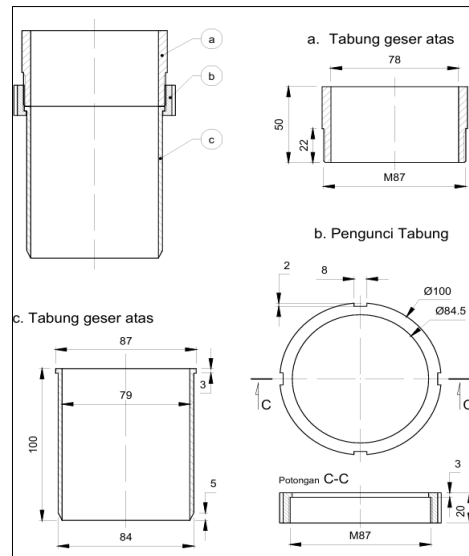
Gambar 5. Mekanisme Geser (desain sebelumnya)

Perubahan desain terjadi pada kotak geser (gambar 5. a), menjadi tabung geser (gambar 6. a).



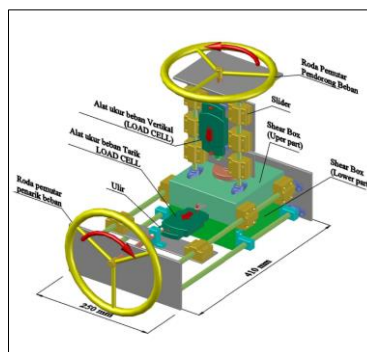
Gambar 6. Mekanisme Geser (desain baru)

Pengujian dilakukan di lapangan, dimana sampel uji tanah masih berada ditanah. Tabung geser terdiri dai 3 bagian yaitu tabung geser atas, tabung geser bawah dan pengunci tabung (gambar 6.a). Tabung Uji dimasukkan ke sample tanah yang berbentuk pilar (gambar 6.b). Beban gaya normal diberikan pada permukaan tanah uji dan pengunci tabung di buka, selanjutnya memberikan gaya geser dan terjadi pergeseran tanah pada bidang geser.



Gambar 7. Desain Tabung Geser Tanah

Desain alat Uji Geser Tanah ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Desain Alat Uji Geser Tanah

Kebutuhan bahan disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Bahan Alat Uji

No	Nama Bahan
1	Digital load cell, kapasitas 50 kg
2	Shaft D16mm, L=400mm, SS, Proses ulir luar M10
3	Shaft D16mm, L=250mm, SS, Proses ulir luar M10
4	Shaft D16mm, L=300mm, SS, Proses ulir luar M8
5	Linear Bearing slider Block, SCS 16UU, D16mm bawah
6	Linear Bearing slider Block, SCS 16UU, D16mm atas
7	Shaft Support Bracket Holder SHF16, D16mm
8	Pipa Do=9cm, T=5mm, P=30mm, Proses ulir luar
9	Ring pipa Di=9cm, T=5mm, P=30mm, Proses ulir dalam
10	Plat Baja 350x500mm, t=4mm
11	Gear Box, WPS-B 50, 1:60
12	Baut Baja, M5 x L10mm
13	Baut Baja, M10 x L10mm
14	Poros Ulir SS, M8, L=100mm
15	Beli, Tuas Putar, D=100mm
16	Alumunium, D=90mm, L=20mm
17	Dial Indikator, 0.05mm
18	Mata Bor D=5mm, HSS
19	Mata Bor D=10mm, HSS
20	Water Pass Bulat

Proses Produksi

Proses yang digunakan untuk membuat alat uji geser tanah adalah:

- a. Proses Pemotongan
- b. Proses Pembubutan
- c. Proses Pengelasan
- d. Proses Pengeboran
- e. Proses Perakitan

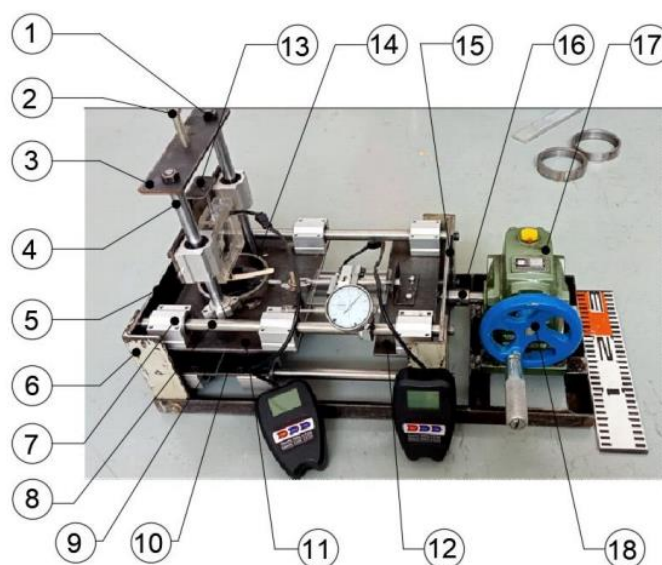


Gambar 9. Proses Produksi

Hasil Proses Produksi



Gambar 10. Tabung Uji Spesimen



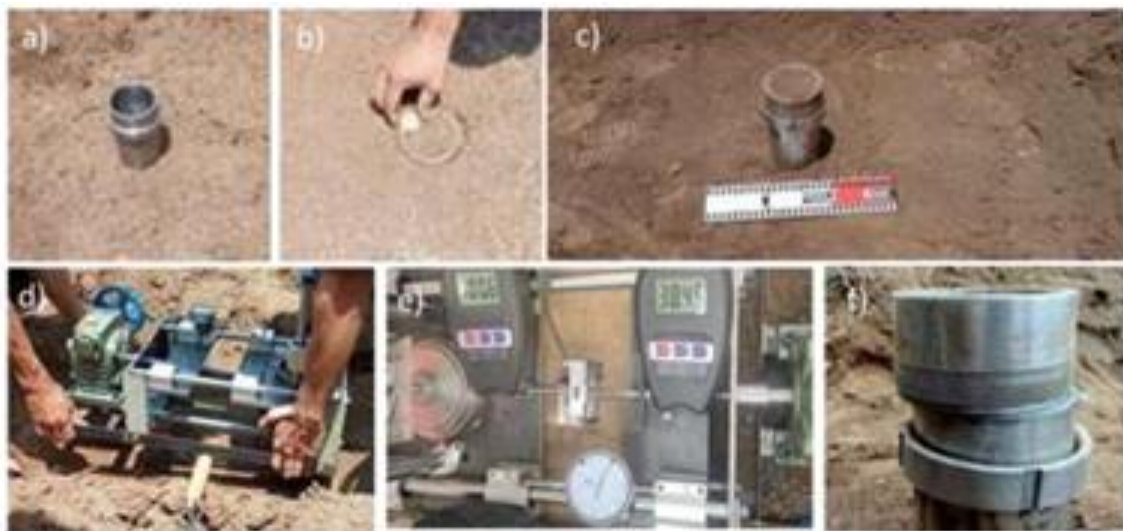
Gambar 11. Alat Uji Geser Tanah

Keterangan gambar 11:

1. Mur M8 2. Baud M8 panjang 10 cm 3. Plat atas (lihat gambar) 4. Shaft vertical 5. Plat Penutup_Kanan 6. Plat siku 7. Linear Bearing 8. Shaft Horizontal 9. Plat Penahan 10. Plat Pengunci 11. Plat Spesimen 12. Plat Penarik 13. Plat Load Cell Vertikal 14. Tabung Uji Spesimen 15. Plat Penutup_Kiri 16. Bushing 17. Gear Box

Penerapan di Lapangan

Penerapan di Lapangan : - Siapkan uji geser tanah - Letakan tabung uji di tanah, kemudian tekan tabung sampai masuk ke tanah. (gambar 12. a,b) - Gali tanah disekitar tabung uji, Panjang 80cm, lebar 50cm, sampai kedalaman sesuai ukuran tabung. (gambar 12. c) - Letakan alat uji ke posisi tabung. (gambar 12. d) - Kunci tabung uji pada alat - Buka ring tabung uji sebagai area geser tanah, dan rin bisa bergerak bebas. - Setting alat ukur (load cell dan dial indicator) untuk beban vertikal, dan alat ukur horizontal (load cell dan dial indicator) untuk gaya tarik. Pastikan pembacaan load cell dan dial indicator pada posisi 0 - Putar tuas vertikal untuk memberikan beban vertical pada sample tanah, sampai terbaca beban tekan pada load cell. - Putar gear box, sampai terjadi perubahan pada load cell dan dial indicator. - Perhatikan juga perubahan pada load cell dan dial indicator. (gambar 12. e) - Lakukan putaran pada gear box sampai terjadi penurunan beban tarik arah horizontal. - Perhatikan perubahan tabung uji hasil uji geser. (gambar 12. f)



Gambar 12. Penerapan dilapangan

Keterangan gambar 12.

- a. Penempatan Tabung Uji
- b. Masukan Tabung Uji ke Tanah
- c. Gali Tanah sekitar Tabung
- d. Pasangkan alat Uji Geser ke Tabung
- e. Setting Alat Uji dan Penarikan
- f. Posisi Tabung setelah di Tarik

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah kegiatan penelitian sesuai dengan yang rencanakan, Pada saat proses produksi terdapat perubahan gambar, hal ini karena disesuaikan kondisi proses di lapangan Pasa saat dilakukan perakitan, semua mekanisme mekanis (rotasi dan translasi) part dapat bergerak lancar sesuai aranya. Kesulitan terjadi pada saat setting linear bearing, shaft dan plat baja, sehingga perlu proses pengukuran yang presisi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas dana hibah penelitian yang diberikan oleh Lembaga Penelitian, Pengabdian Kepada Masyarakat dan Modal Intelektual (LP2M) Universitas Widyatama.

REFERENSI

- [1] Z. Enquan and W. Qiong, "Experimental Investigation on Shear Strength and Liquefaction Potential of Rubber-Sand Mixtures," *Adv. Civ. Eng.*, vol. 2019, 2019, doi: 10.1155/2019/5934961.
- [2] Direct Shear Test | Geoengineer.org. (n.d). Retrieved May 15, 2022, from <https://www.geoengineer.org/education/laboratory-testing/direct-shear-test>
- [3] ASTM D 3080-90 "Test method for direct shear test of soils unnder consolidated drained conditions"
- [4] SNI 2813:2008, Cara uji kuat geser langsung tanah terkonsolidasi dan terdrainase.
- [5] Hardiyatmo, H.C., 2006, Mekanika Tanah I, Edisi keempat, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- [6] Bowles, Joseph E., 1999. Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah). Jakarta : Erlangga.
- [7] DAS. (1991). Mekanika Tanah, Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis. Jilid 1. Jakarta: Erlangga
- [8] Amalia, Dewi., Gulo, Elrich Gratiawan WD., et. al., 2024. Analisis Karakteristik Tanah Gambut Berserat dan Dampaknya Terhadap Infrastruktur. Teras Jurnal : Jurnal Teknik Sipil. 14(01).
- [9] Giandara, Egi., Agustina, Dian Hastari., 2018. Pengaruh Kadar Air Terhadap Kuat Geser Tanah. Sigma Teknika. 1(1)
- [10] Purwati, Wulan Novita., Rokhman., et. al., 2019. Pengaruh Kadar Semen Terhadap Stabilitas Tanah Lempung Ditinjau Dari Kuat Geser Tanah, Jurnal Teknik Sipil : Rancang Bangun. 5(1)
- [11] Rahim, Abd., Lenggu, Juniarti CA., et. al., 2024. Analisa Kuat Geser Tanah Pada Lokasi Km 9 Kampung Kadun Jaya Menggunakan Alat Uji Geser Langsung (Direct Shear), Jurnal Teknik AMATA, 5(2)
- [12] Sutrisno, Tito Arif., Febritasari, Rosadila, et., al, 2023. Rancang Bangun Alat Pencekam pada Universal Testing Machine untuk Pengujian Geser Material Komposit, Turbo. 12(12)
- [13] Prasetyo, Slamet R.B., Mochtar, Indrasurya B, 2022. Analisa Parameter Geser Tanah Berdasarkan Pendekatan Cracked Soil Menggunakan Alat Uji Geser Modifikasi, Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas. 6(2)
- [14] Pardoyo, Bambang., Wirawan, Bariota Akbar., et.al., 2021. Analisis Uji Geser Tanah Merah Residual dengan Metode Slurry di Kabupaten Semarang. TEKNIK. 42(1)
- [15] Hartanti, Rizka Silvina., Masturi, et.al., 2016. Analisis Kuat Geser Langsung Tanah Pada TPA Kudus Yang Ternormalisasi. Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF. V