

# PERKUATAN TANAH DENGAN GEOGRID SERAT IJUK DENGAN UJI GESER LANGSUNG DAN UJI TARIK

Alimuddin<sup>1</sup>, Abdul Rachman Djamaruddin<sup>2</sup>, Tri Harianto<sup>3</sup> dan Ardy Arsyad<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Gowa*

*e-mail: [alimuddin21d@student.unhas.ac.id](mailto:alimuddin21d@student.unhas.ac.id)*

<sup>2</sup>*Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Gowa*

*e-mail: [jamaluddin\\_abdulrahman@yahoo.co.id](mailto:jamaluddin_abdulrahman@yahoo.co.id)*

<sup>3</sup>*Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Gowa*

*e-mail: [triharianto@unhas.ac.id](mailto:triharianto@unhas.ac.id)*

<sup>4</sup>*Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Gowa*

*e-mail: [ardy.arsyad@unhas.ac.id](mailto:ardy.arsyad@unhas.ac.id)*

## ABSTRAK

Sebagai negara tropis, Indonesia sering mengalami bencana tanah longsor. Tanah longsor merupakan bencana yang memakan banyak korban jiwa dan jumlah kejadian serta korban jiwa meningkat setiap tahunnya, terutama jika terjadi secara tiba-tiba dan tanpa peringatan. Ada banyak metode perkuatan pada lereng salah, perkuatan dengan geotekstil sintetis dalam bentuk geogrid, dalam penelitian ini menggunakan geogrid dari serat ijuk yang di pintal terlebih dahulu menjadi tali dan di rangkai menjadi bentuk geogrid. Variabel dalam penelitian ini adalah perbedaan tanah pada uji tarik (pull out test), dimana perbedaan tanah terdapat pada kadar air, hal ini didasarkan pada hasil uji pemasatan. Penelitian ini terdiri dari uji geser dan uji tarik, dimana besar variabel uji geser berupa perbedaan posisi ijuk, dan variabel uji tarik berupa perbedaan kedalaman tanam. Tanah yang digunakan dalam penelitian ini tergolong SC (Clayey-Sand) berdasarkan USCS dan tergolong kelompok A-2-4 berdasarkan AASHTO dengan persentase lolos saringan No. 200 kurang dari 35% yang memiliki berat isi kering 1,6 g/cm<sup>3</sup> dan kadar air optimum 17,2%. Pengaruh kedalaman pemasangan geogrid ijuk terhadap daya tarik menunjukkan pengaruh yang signifikan. Penelitian menunjukkan bahwa pada kedalaman penanaman 40 cm, kapasitas tarik yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan kedalaman 30 cm atau 20 cm. Berdasarkan hasil pengujian geser langsung dengan alat Direct Shear Large Test pada tanah dengan perkuatan geogrid ijuk posisi vertikal dan miring 30° dapat disimpulkan bahwa perkuatan geogrid serat ijuk mampu menahan dan mendistribusikan beban pada massa tanah. Diharapkan kedepannya dapat dilakukan pengujian pull-out test dan direct shear besar dengan variasi kedalaman tanah yang berbeda.

Kata kunci: serat ijuk, geogrid, tanah longsor, uji cabut, uji geser.

## 10. PENDAHULUAN

Sebagai negara tropis, Indonesia sering mengalami bencana tanah longsor. Tanah longsor merupakan bencana yang memakan banyak korban jiwa dan jumlah kejadian serta korban jiwa meningkat setiap tahunnya, terutama jika terjadi secara tiba-tiba dan tanpa peringatan (Wekke, 2021). Dikutip oleh (Naryanto et al., 2019) dan (Pareta dan Pareta, 2012) menuliskan bahwa tanah longsor merupakan salah satu bencana besar yang memiliki daya rusak yang besar, terutama untuk daerah pegunungan, yang terkait dengan efek gempa bumi dan curah hujan.

Longsor juga dapat berupa pergerakan material pembentuk lereng berupa batuan, tanah, atau material lain yang bergerak menuruni atau keluar lereng karena faktor alam. Menurut (Ruyani, 2023), ada banyak faktor umum yang menyebabkan tanah longsor, antara lain: lereng yang curam, tanah dengan kepadatan rendah dan tebal, pola tata guna lahan, getaran, surutnya permukaan air danau, adanya material timbunan pada tebing, dan longsoran lama yang terbentuk dari waktu ke waktu.

Berbagai teknik perkuatan lereng dapat diterapkan tergantung pada kondisi lapangan, seperti penggunaan metode cut and fill untuk lereng, serta bangunan dinding penahan tanah dan lain-lain. Tujuan utama dari metode-metode ini adalah untuk mencegah keruntuhan atau tanah longsor dengan cara mempertahankan lapisan tanah di bawahnya. Salah metode memperbaiki tanah adalah penggunaan material geosintetik, yang biasanya diaplikasikan dengan lembaran geogrid.

Geogrid jenis yang berbeda. Dimulai dari geogrid uniaksial, biaksial, atau triaksial. Pada penelitian sebelumnya, ditemukan bahwa geosintetik dengan rangkaian rusuk yang saling menyilang dibentuk untuk memungkinkan lewatnya material di sekitarnya seperti tanah, bahan pembantu, dan material lainnya. Oleh karena itu, dalam study ini mencoba menggunakan serat alam, khususnya ijuk, menjadi geogrid. Serat ini menjadi pilihan karena tidak memiliki banyak kegunaan. Menurut penelitian sebelumnya, serat ini memiliki kekuatan tarik yang tinggi, tidak terpengaruh oleh panas, dan memiliki kemampuan untuk tahan lama. Serat ini berasal dari pohon palem. Serat ini diperoleh dari serabut yang

tumbuh pada batang pohon aren. Biasanya, serat ini digunakan sebagai sapu.

Penggunaan serat alam seperti sisal (sarsby,2007), Jute (Ranganathan, 1994) dan sabut kelapa (Subaida et al., 2008) telah digunakan untuk pembuatan geotekstil karena harganya murah, sudah terdapat geotekstil dengan umur terbatas (LLGs) dengan anyaman woven dan non Woven dengan kegunaan utama adalah untuk pengendali erosi.

Study ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan geser tanah dengan perkuatan geogrid serat ijuk, dan untuk mengetahui kuat tarik (pull out test). Hasil yang di harapkan adalah adanya peningkatan kekuatan geser dari tanah dengan penambahan geogrid serat ijuk dan mengetahui kuat tarik dan kedamaan tertanam maximum dari geogrid serat ijuk.

## 11. MATERIAL DAN MODEL PENGUJIAN

### 2.1 Material

#### 2.1.1 Tanah

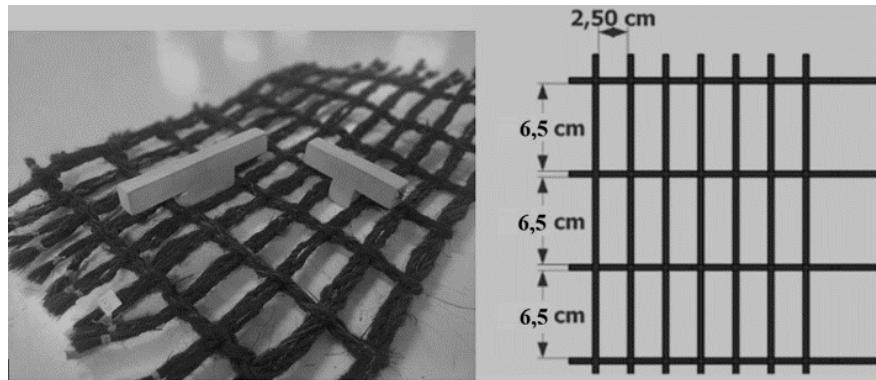
Lokasi pengambilan Tanah berasal dari Desa Pattallassang, Gowa, Sulawesi Selatan. Tanah yang digunakan memiliki perbandingan 70% pasir dan 30% tanah berbutir halus, tanah telah diuji fisis dan mekanisnya didalam laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Kabupaten Gowa Provinsi Sulawesi Selatan.

#### 2.1.2 Ijuk

Geogrid serat ijuk berupa serat yang dipintal, kemudian dikepang, dalam 1 ikatan terdapat 3 pintal serat iju. Serat ijuk diuji karakteristiknya mulai dari diameter rata-rata serat, berat jenis serat, dan kadar air serat. Untuk mengetahui diameter serat ijuk karena diameternya akan berpengaruh terhadap kekuatannya, ada juga karena ukurannya bervariasi bahkan dalam satu untai mungkin bervariasi, sehingga rata-rata meter diambil, pengukurannya akan menggunakan alat mikrometer sekrup, dimana dalam satu untai serat ijuk kurang lebih 55 cm akan diukur pada 3 titik yang berbeda, dan untuk serat sepanjang 110 cm akan ada 6 titik pengukuran. Diameter akan diukur dengan pengukur sekrup mikrometer. Sama halnya dengan berat jenis, kadar air serat ijuk didasarkan pada rumus kadar air serat kayu dari SNI- 03-6848-2002. Tujuan dari pengujian ini adalah mengetahui seberapa banyak air yang terkandung dalam serat ijuk yang dinyatakan dalam persen dari berat kering serat ijuk.

### 2.2 Model Pengujian

#### 2.2.1 Desain geogrid Material ijuk



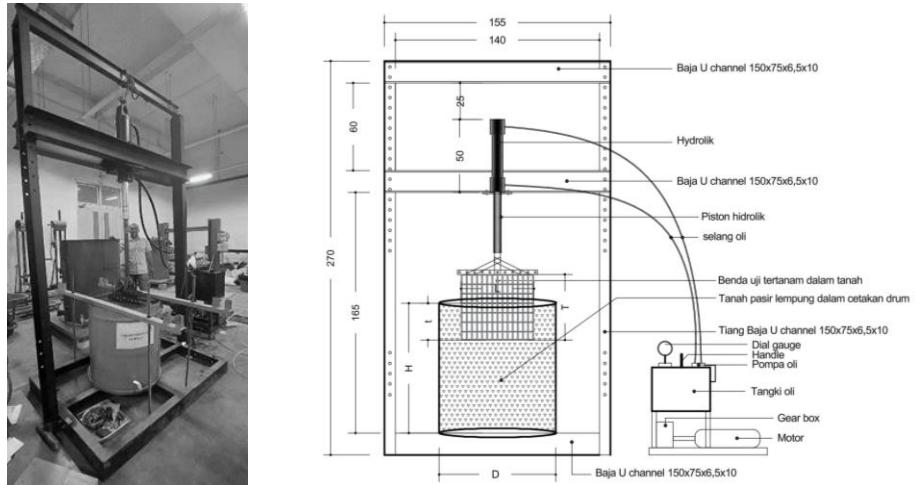
Gambar 1. Model geogrid dari serat ijuk

Ijuk yang diperoleh dipilih terlebih dahulu, kemudian 3 untai dikepang menjadi 1 helai ijuk/ikatan. Setelah itu, beberapa ikatan dikumpulkan dan dianyam menjadi geogrid seperti pada gambar 1. Pada setiap ikatan, diameter ijuk diukur dan berkisar antara 0,4 mm hingga 0,5 mm. Variasi diameter ini disebabkan karena serat ijuk merupakan serat alami sehingga tidak seperti hasil pabrikasi yang hasilnya seragam, hanya serat dengan diameter 4-5 mm yang digunakan untuk membuat geogrid. Setiap helai tali ijuk memiliki panjang sekitar 55 cm. Setelah dianyam menjadi geogrid, ukuran akhir geogrid ijuk adalah sekitar 45 x 35 cm.

#### 2.2.2 Pengujian tarik (pull out test) dengan alat uji tarik

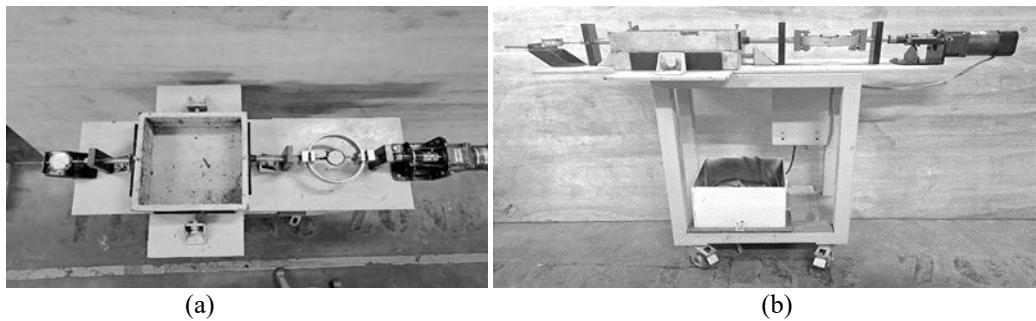
- Penempatan sampel geogrid serat ijuk: sampel serat ijuk ditempatkan pada penjepit pelat, kemudian dikencangkan menggunakan baut dan mur untuk memastikan kestabilan selama pengujian.
- Pengoperasi motor listrik: motor listrik diaktifkan, dan tuas dinaikkan atau diturunkan sesuai kebutuhan untuk menyesuaikan posisi serat ijuk, sehingga tidak ada regangan awal pada material sebelum pengujian dimulai.
- Penempatan meteran: meteran ditempatkan di depan sampel untuk memantau dan mengukur panjang deformasi yang terjadi pada serat ijuk saat uji tarik dilakukan.

- d) Pengaturan dial tekanan: katup dial tekanan dibuka, dan tuas dinaikkan untuk memulai uji tarik. Selama proses ini, pembacaan dilakukan pada dial tekanan untuk memantau perubahan beban serta pada meteran untuk mengukur deformasi.
- e) Pengambilan data: pembacaan dial tekanan diambil pada interval 0,5 cm sampai sampel geogrid terputus, serta ketika dial tekanan mencapai titik stabil, yang mengindikasikan bahwa pengujian telah selesai.



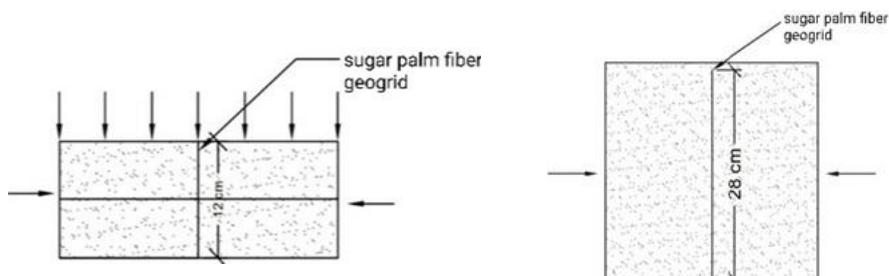
Gambar 2. Diagram Skematik Alat Uji Tarik

### 2.2.3 Pengujian geser dengan alat uji geser skala besar

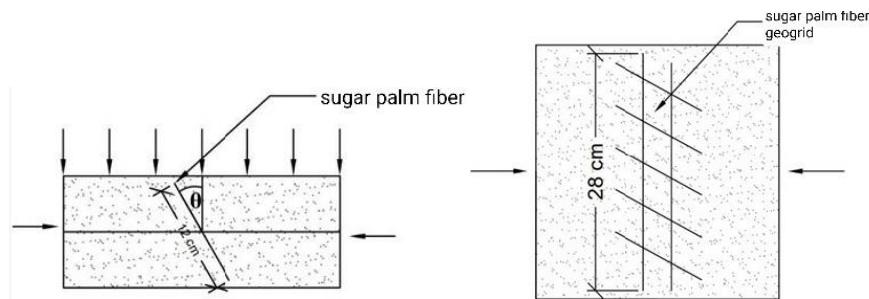


Gambar 3 (a). Model Uji Geser Langsung Tampak Atas, 3(b). Model Geser Langsung Uji Besar Tampak Samping

Uji Geser Besar merupakan modifikasi dari alat Uji Geser yang standar yang diperbesar namun dengan kecepatan dorong yang sama. Kotak gesernya sendiri memiliki luas  $30 \times 30$  cm dan terdiri dari sepasang kotak dengan tinggi masing-masing 6 cm. Kotak bagian abawah dipasang 4 buah rel di setiap sisinya, sedangkan bagian bawah kotak bagian atas dilengkapi dengan rel. Rel pada box ini dipasang untuk meminimalisir gesekan antara bidang kontak, untuk lebih mengisi box dengan tanah, rel pada box harus diolesi dengan gemuk agar pada proses meluncur, alat berat lebih mudah didorong dan box bagian atas lebih mudah digeser. Pada pengujian ini digunakan variable posisi geogrid yang berbeda, yaitu posisi vertical dan posisi miring  $30^\circ$ .



Gambar 4. Posisi vertikal geogrid serat ijuk dalam Kotak Besar Geser Langsung.



Gambar 5. Posisi miring  $30^\circ$  dari geogrid serat ijuk dalam Kotak Besar Geser Langsung

Sampel tanah yang telah ditentukan volumenya dimasukkan ke dalam kotak geser sesuai dengan volume yang direncanakan. Pemadatan dilakukan secara bertahap dengan membagi tanah menjadi 6 lapisan, masing-masing lapisan setebal 2 cm. setiap lapisan dipadatkan secara merata di atas tanah hingga ketebalan lapisan yang tercapai.

## 12. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Uji Karakteristik Tanah

Seperti yang ditunjukkan dalam tabel, nilai dari sifat dasar bahan yang digunakan dalam penyelidikan ini dievaluasi sesuai dengan standar ASTM.

Tabel 1. Hasil uji karakteristik tanah

Jenis Pengujian	Unit	Hasil Tes
Kadar Air (w) ASTM (2010)	%	4,12
Berat Jenis (Gs) ASTMD (2006)	-	2,62
Pemeriksaan Analisis Saringan: ASTM (2014)		
a) Kerikil	%	0,6
b) Pasir	%	74,8
c) Lumpur	%	11,4
d) Tanah liat	%	13,2
Klasifikasi USCS	-	SC-CL
Klasifikasi AASHTO	-	A-2-4
Berat Kerirng (yd)	gr/cm <sup>3</sup>	1,7
Kadar Air Optimum (OMC)	%	17,2
Sudut Geser ( $\phi$ )	°	13
Kohesi (c)	kg/cm <sup>2</sup>	0,29

### Hasil Uji Karakteristik Serat Ijuk

Seperti yang ditunjukkan dalam tabel, nilai sifat dasar dari bahan yang digunakan dalam investigasi ini dievaluasi sesuai dengan standar SNI 03-6848 (2002).

Tabel 2. Hasil uji karakteristik serat ijuk

Jenis pengujian	Satuan	Hasil Uji
Kadar Air (w)	%	9,5
Diameter rata-rata	mm	0,15
Jumlah rata-rata SPF	-	448

### Hasil Kekuatan Geser Tanah dengan Perkuatan Geogrid Ijuk

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Uji Geser Langsung Besar yang merupakan versi modifikasi dari Uji Geser Langsung standar. Terdapat 3 variasi perlakuan, yaitu tanpa perkuatan, perkuatan dengan geogrid pada posisi vertikal, dan perkuatan geogrid pada posisi miring  $30^\circ$ . Uji geser langsung besar ini dilakukan dengan 1 pembebanan normal yaitu 40 kg. Dari hasil pengujian, didapatkan kuat geser satuan kPa terlihat Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Rekapitulasi Kekuatan Geser Tanah

Perlakuan	$\tau_1$ (kPa)	$\tau_2$ (kPa)	$\tau_3$ (kPa)
Tanah tanpa pengolahan apapun	17,70	20,65	25,82
Dengan perkuatan vertikal	22,87	24,34	27,29
Dengan posisi kemiringan $30^\circ$	24,71	25,82	28,03

Gambar 6. Histogram perbandingan nilai kuat geser terhadap perlakuan tanah yang berbeda

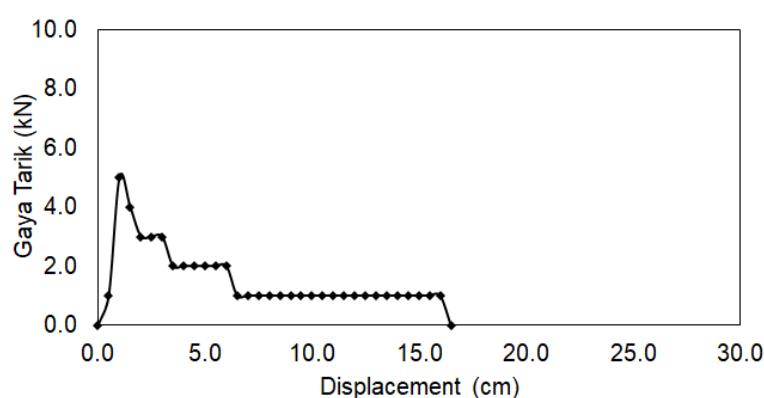
Dapat dilihat bahwa tanah yang diperkuat dengan geogrid serat ijuk baik dalam posisi vertikal maupun horizontal telah meningkat. Hasilnya sebagai berikut;

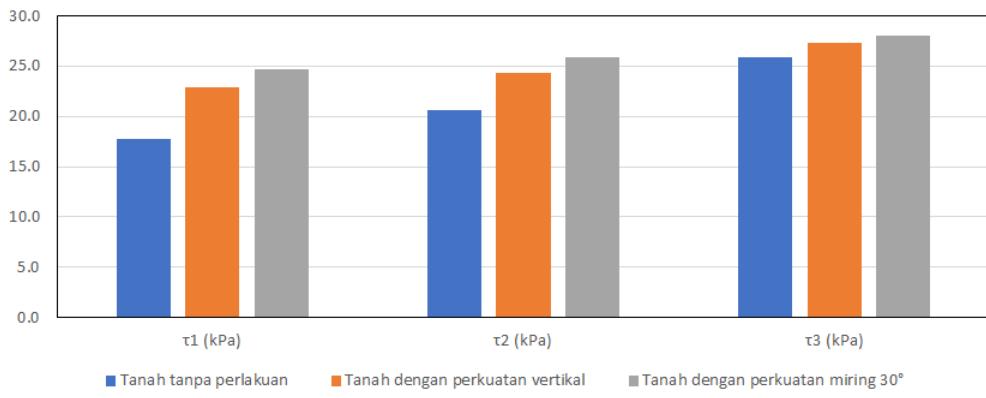
- Untuk sampel pertama, tanah tanpa perlakuan dibandingkan dengan tanah yang diperkuat secara vertikal menunjukkan peningkatan sebesar 29,21%, sementara tanah tanpa perlakuan dibandingkan dengan tanah yang diperkuat pada sudut  $30^\circ$  menunjukkan peningkatan kekuatan geser sebesar 39,60%. Peningkatan dari sampel penguatan vertikal ke penguatan miring  $30^\circ$  adalah 8,04%.
- Untuk sampel kedua, tanah tanpa perlakuan dibandingkan dengan tanah yang diperkuat secara vertikal menunjukkan peningkatan sebesar 17,87%, sementara tanah tanpa perlakuan dibandingkan dengan tanah yang diperkuat pada sudut  $30^\circ$  menunjukkan peningkatan kekuatan geser sebesar 25,04%. Peningkatan dari sampel penguatan vertikal ke penguatan miring  $30^\circ$  adalah 6,08%.
- Untuk sampel ketiga, tanah tanpa perkuatan dibandingkan dengan tanah yang diperkuat secara vertikal menunjukkan peningkatan sebesar 5,69%, sementara tanah tanpa perkuatan dibandingkan dengan tanah yang diperkuat pada sudut  $30^\circ$  menunjukkan peningkatan kekuatan geser sebesar 8,56%. Peningkatan dari sampel perkuatan vertikal ke perkuatan miring  $30^\circ$  adalah 2,71%.

Berdasarkan Histogram pada gambar 6 dan pembahasan di atas, terlihat bahwa perkuatan tanah dengan geogrid serat ijuk dapat meningkatkan tegangan geser tanah. Tanah tanpa perkuatan memiliki nilai tegangan geser terendah, tanah dengan perkuatan vertikal menunjukkan peningkatan kuat geser, dan tanah dengan perkuatan  $30^\circ$  memberikan peningkatan yang lebih besar daripada tanah tanpa perkuatan vertikal. Pola ini konsisten di ketiga sampel, yang mengarah pada kesimpulan bahwa perkuatan geogrid serat ijuk mampu menahan dan mendistribusikan beban pada massa tanah.

### Hasil Uji Gaya Tarik Geogrid Serat Ijuk

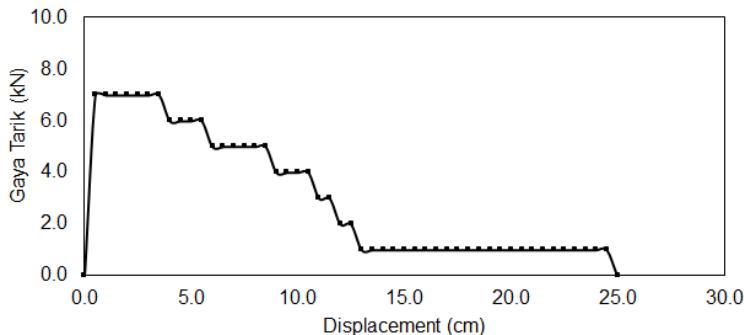
Berdasarkan hasil pengujian tarik pada geogrid ijuk pada tiga variasi kedalaman penanaman (20 cm, 30 cm, dan 40 cm) terlihat bahwa kedalaman penanaman memberikan pengaruh yang signifikan terhadap hubungan antara gaya tarik dan deformasi. Hasil pengujian ini ditampilkan secara grafis seperti pada gambar berikut.





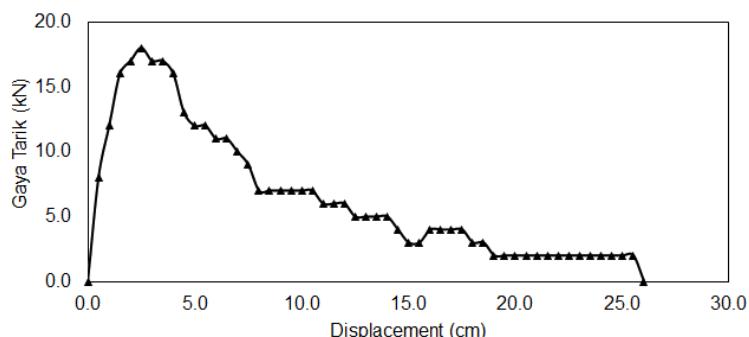
Gambar 9. Kuat Tarik Geogrid Ijuk dengan Kedalaman 20 cm dan Lebar 34 cm

Hasil uji tarik geogrid ijuk pada kedalaman tanam 20 cm yang di tunjukkan pada gambar 9, menunjukkan adanya pergeseran yang besar sedangkan gaya tarik yang diberikan relatif kecil. Geogrid kehilangan kuat tariknya pada pergeseran 6,5 cm, hal ini ditunjukkan dengan kuat tarik yang konstan hingga kuat tariknya terlampaui.



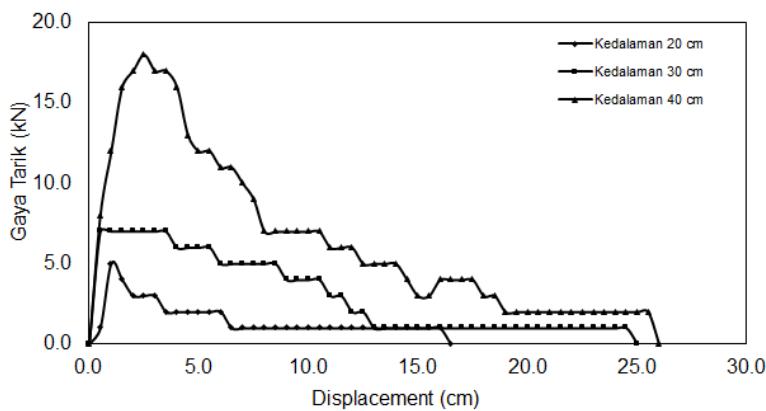
Gambar 10. Kuat Tarik Geogrid Ijuk dengan Kedalaman 30 cm dan Lebar 34 cm

Hasil pengujian tarik keluar pada geogrid ijuk yang di tunjukkan pada gambar 10, menunjukkan bahwa pada kedalaman tanam ditambah panjang 30 cm deformasi yang terjadi relatif kecil untuk gaya tarik yang sama dan terjadi peningkatan kuat tarik yang signifikan. Geogrid kehilangan kuat tariknya pada panjang 13,5 cm dengan nilai pembacaan konstan hingga geogrid ijuk ditarik keluar atau kuat tariknya tidak terbaca lagi.



Gambar 11. Kekuatan Tarik Geogrid Ijuk dengan Kedalaman 40 cm dan Lebar 34 cm.

Dapat dilihat pada gambar 11 di atas bahwa peningkatan kuat tarik cukup tinggi dengan penambahan kedalaman tanam menjadi 40 cm. Dari hasil pengujian, deformasi yang dihasilkan hingga geogrid kehilangan kuat tariknya adalah 19,0 cm. Hal ini menunjukkan bahwa kedalaman tanam meningkatkan kuat tarik secara signifikan dan meningkatkan kebutuhan perpindahan yang besar hingga geogrid kehilangan kuat tariknya, atau pada kedalaman tanam yang lebih dalam perpindahan yang dibutuhkan lebih besar hingga kuat tariknya konstan dengan perpindahan yang besar hingga tercabut. Sebagai grafik pembanding pada gambar 12 dapat terlihat jelas grafik kedamaian 40 cm gaya tariknya dan deformasinya tinggi.



Gambar 12. Grafik Perbandingan Kekuatan Tarik Geogrid Serat Ijuk

#### Rekapitulasi Kuat Tarik Maksimum Geogrid Serat Ijuk

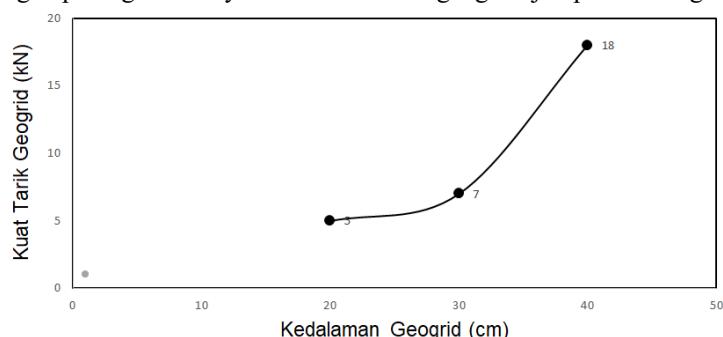
Tabel 4 menunjukkan luas permukaan geogrid aren dan kuat tarik maksimum geogrid ijuk aren pada kedalaman tanam yang berbeda. Peningkatan kedalaman tanam menyebabkan peningkatan luas permukaan geogrid aren, yang kemudian meningkatkan kuat tarik maksimum geogrid ijuk aren pada kedalaman tanam yang lebih besar.

Tabel 4. Rekapitulasi Kuat Tarik Maksimum Geogrid Ijuk

Kedalaman Penanaman (cm)	Luas Geogrid (cm <sup>2</sup> )	Luas geogrid tertanam (cm <sup>2</sup> )	Kekuatan Tarik Maksimum (kN)
20	378	169	5
30	378	250	7
40	378	314	18

Pada kedalaman tanam 20 cm luas geogrid tertanam 169 cm<sup>2</sup> dan daya tarik maksimum geogrid ijuk 5 kN, pada kedalaman 30 cm luas geogrid tertanam 250 cm<sup>2</sup> dan daya tarik 7 kN, sedangkan pada kedalaman 40 cm terjadi peningkatan daya tarik yang signifikan sebesar 18 kN dengan luas geogrid tertanam 314 cm<sup>2</sup>. Seperti yang terlihat pada Gambar 18 perbandingan peningkatan daya tarik maksimum geogrid ijuk pada berbagai kedalaman. Terlihat sedikit berbeda dengan hasil pengujian sebelumnya. Hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi tanah kering dengan kedalaman 30 cm peningkatan kuat tarik hanya meningkat sedikit dan tidak signifikan serta perpindahan yang terjadi akan semakin kecil pada geogrid ijuk. Hal ini dipengaruhi oleh luas kontak antara geogrid ijuk dengan tanah dimana semakin besar luasnya maka peningkatan kuat tarik akan semakin tinggi.

Pada kedalaman tanam 20 cm luas geogrid tertanam 169 cm<sup>2</sup> dan daya tarik maksimum geogrid ijuk 5 kN, pada kedalaman 30 cm luas geogrid tertanam 250 cm<sup>2</sup> dan daya tarik 7 kN, sedangkan pada kedalaman tanam 40 cm terjadi peningkatan daya tarik yang signifikan sebesar 18 kN dengan luas geogrid tertanam 314 cm<sup>2</sup>. Seperti terlihat pada Gambar 18 perbandingan peningkatan daya tarik maksimum geogrid ijuk pada berbagai kedalaman.



Gambar 13. Grafik Kekuatan Tarik Geogrid Serat Ijuk

Kekuatan tarik yang lebih besar dengan penanaman sedalam 40 cm dibandingkan dengan 30 dan 20 cm terlihat pada grafik gambar 13. Kekuatan tarik geogrid secara langsung dipengaruhi oleh dimensi dan area kontaknya dengan tanah. Dalam aplikasi teknik sipil, geogrid dengan ukuran dan area kontak yang tepat dapat menawarkan stabilitas dan

kekuatan tarik yang lebih besar. Oleh karena itu, meningkatkan kedalaman penanaman, yang memperluas area kontak geogrid serat aren dengan tanah, memiliki dampak yang signifikan terhadap kemampuan struktur untuk menahan tekanan tarik dan menjamin keandalannya.

### 13. KESIMPULAN

Tanah yang digunakan dalam penelitian ini tergolong tanah SC (Clayey Sand) berdasarkan USCS dan tergolong dalam golongan A-2-4 berdasarkan AASHTO. Persentase lolos saringan No.200 kurang dari 35%. Sementara itu, berdasarkan pengujian mekanis pada tanah, nilai kadar air optimum diperoleh pada uji pemasatan sebesar 17,2% dengan berat volume kering 1,6 gram/cm<sup>3</sup>. Analisis Serat Aren menunjukkan kadar air sebesar 9,5%, diameter rata-rata 0,15 mm, dan jumlah helai 448 helai, sehingga mempengaruhi kuat tarik geogrid, semakin banyak helai maka semakin kuat, sedangkan diameter mempengaruhi kerapuhan. Pengaruh kedalaman pemasangan geogrid serat aren terhadap daya cabut menunjukkan pengaruh yang signifikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kedalaman tanam 40 cm daya tarik yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan kedalaman 30 cm atau 20 cm. Berdasarkan hasil pengujian geser langsung dengan alat Direct Shear Large Test pada tanah dengan perkuatan geogrid ijk posisi vertikal dan miring 30° dapat disimpulkan bahwa perkuatan geogrid serat ijk mampu menahan dan mendistribusikan beban pada massa tanah. Diharapkan untuk selanjutnya dilakukan pengujian pull out dan geser langsung besar dengan variasi kedalaman tanah yang berbeda.

### 14. REFERENSI

- American Society for Testing and Materials (2014) 'ASTM C136: Metode Uji Standar untuk Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar', ASTM International, hlm. 1–5. Tersedia di: <https://doi.org/10.1520/C0136>.
- American Society for Testing and Materials (2021) 'ASTM D698 - 12: Metode Uji Standar untuk Karakteristik Pemadatan Tanah di Laboratorium Menggunakan Upaya Standar (12.400 ft-lbf/ft<sup>3</sup> (600 kN·m/m<sup>3</sup> )) 1', ASTM International, D698 – 12 (Juli), hlm. 7. Tersedia di: <https://doi.org/10.1520/D0698-12R21>.
- American Society for Testing materials (2023) 'ASTM D3080-23: Metode uji standar untuk uji geser langsung tanah dalam kondisi drainase terkonsolidasi', Book of Standards, 04.08, hlm. 10. Tersedia di: [https://doi.org/10.1520/D3080-04\\_2](https://doi.org/10.1520/D3080-04_2).
- Komite ASTM C09 (2009) 'Metode Uji Standar untuk Kepadatan Massal ("Berat Satuan") dan Rongga dalam Agregat - C29/C29M-09', ASTM International, i(c), hlm. 1–5.
- ASTM D-2216-10 (2010) 'American Society of Testing Materials (2010)"Metode Uji Standar untuk Penentuan Laboratorium Kandungan Air (Kelembapan) Tanah dan Batuan Berdasarkan Massa', ASTM International, (November 1988), hlm. 1–7. Tersedia di: <https://doi.org/10.1520/D2216-10.1.5>.
- ASTM D 854 – 02 (2006) 'Metode Uji Standar untuk Berat Jenis Padatan Tanah dengan Piknometer Air', Standar ASTM,24(1),hlm.120432.Tersediadi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118708%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.02.018%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.03.011%0Ahttp://dx.doi.org/10.1007/s40710-017-0210-6%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.phpro.2014.07.011%0Ahttps://do>
- Naryanto, HS dkk. (2019) 'Analisis Penyebab Kejadian dan Evaluasi Bencana Tanah Longsor di Desa Banaran, Kecamatan Pulung, Kabupaten Ponorogo, Provinsi Jawa Timur Tanggal 1 April 2017', Jurnal Ilmu Lingkungan, 17(2), hal. 272. Tersedia di: <https://doi.org/10.14710/jil.17.2.272-282>.
- Preta, K. dan Preta, U. (2012) 'Pemodelan Longsor dan Pemetaan Kerentanan Daerah Aliran Sungai Giri, Himachal Pradesh (India)', Jurnal Internasional Sains dan ..., 1(2), hlm. 91–104. Tersedia di: [http://www.researchgate.net/publication/225284445\\_Landslide\\_Modeling\\_and\\_Susceptibility\\_Mapping\\_of\\_Giri\\_River\\_Watershed\\_Himachal\\_Pradesh\\_\(India\)/file/79e414fd4cdc86d170.pdf](http://www.researchgate.net/publication/225284445_Landslide_Modeling_and_Susceptibility_Mapping_of_Giri_River_Watershed_Himachal_Pradesh_(India)/file/79e414fd4cdc86d170.pdf).
- Ruyani (2023) Tanah Longsor. Dedit oleh B.Retmizola. Jakarta Timur: Bumi Aksara. Tersedia di: [https://www.google.co.id/books/edition/Tanah\\_Longsor/XcvPEAAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&kptab=overview](https://www.google.co.id/books/edition/Tanah_Longsor/XcvPEAAAQBAJ?hl=id&gbpv=1&kptab=overview).
- Ranganathan, S.R., 1994. Development and potential of jute geotextiles. Geotextiles and Geomembranes 13, 421e433.
- Sarsby, R.W., 2007. Use of 'limited life geotextiles' (LLGs) for basal reinforcement of embankments built on soft clay. Geotextiles and Geomembranes 25, 302e310.

Subaida, E., Chandrakaran, S., Sankar, N., 2008. Experimental investigations on tensile and pullout behavior of woven coir geotextiles. *Geotextiles and Geomembranes* 26, 384e392.

SNI 03-6848 (2002). Metode penguji berat jenis batang kayu dan kayu struktur bangunan. Badan Standarisasi Nasional BSN, 3. <https://pesta.bsn.go.id/produk/detail/212-sni03-6848-2002>

Wekke, IS (2021) Mitigasi Bencana. Pertama. Disunting oleh Abdul. Indramayu: Penerbit Adab. Tersedia di: [https://www.google.co.id/books/edition/Mitigasi\\_Bencana/l3Y-EAAAQBAJ?hl=en&gbpv=1](https://www.google.co.id/books/edition/Mitigasi_Bencana/l3Y-EAAAQBAJ?hl=en&gbpv=1).