

SKRIPSI

**KUAT TARIK GEOGRID IJUK TERHADAP KAPASITAS
PULLOUT PADA TANAH DENGAN KEPADATAN OPTIMUM
DENGAN VARIASI KEDALAMAN**

Disusun dan diajukan oleh:

**SARTIKA LOMO
D011 20 1056**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**KUAT TARIK GEOGRID IJUK TERHADAP KAPASITAS *PULLOUT*
PADA TANAH DENGAN KEPADATAN OPTIMUM DENGAN
VARIASI KEDALAMAN**

Disusun dan diajukan oleh

SARTIKA LOMO
D011 20 1056

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian
Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 10 Oktober 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Ketua Program Studi,



Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge, ST, M.Eng
NIP. 196805292002121002

Menyetujui,
Pembimbing Utama,



Ir. Achmad Bakri Muhiddin, M.Sc, Ph.D.
NIP: 196007301986031003

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;

Nama : Sartika Lomo
NIM : D011 20 1056
Program Studi : Teknik Sipil
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

{ KUAT TARIK GEOGRID IJUK TERHADAP KAPASITAS PULLOUT
PADA TANAH DENGAN KEPADATAN OPTIMUM DENGAN VARIASI
KEDALAMAN }

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, September 2024

Yang Menyatakan



Sartika Lomo

ABSTRAK

SARTIKA LOMO. KUAT TARIK GEOGRID IJUK TERHADAP KAPASITAS *PULLOUT* PADA TANAH DENGAN KEPADATAN OPTIMUM DENGAN VARIASI KEDALAMAN (dibimbing oleh Achmad Bakri Muhiddin)

Kegagalan geoteknik sering menjadi penyebab utama kegagalan konstruksi gedung dan infrastruktur, seperti longsoran lereng pada badan jalan atau kegagalan pondasi. Kegagalan ini umumnya disebabkan oleh tanah lunak yang memiliki sifat kurang mendukung, termasuk permeabilitas rendah, kompresibilitas tinggi, serta sudut geser dan daya dukung yang rendah. Berbagai metode perbaikan dan penguatan tanah, seperti penggunaan geosintetik, telah banyak diterapkan untuk meningkatkan stabilitas dan daya dukung tanah lunak. Geogrid, salah satu material geosintetik, terbukti efektif dalam meningkatkan kapasitas dukung tanah, terutama pada lereng curam dan jalan di atas tanah lunak. Penelitian terbaru juga mengeksplorasi penggunaan ijuk (serat palem) sebagai alternatif material geogrid. Serat ijuk memiliki keunggulan, termasuk daya serap air, ketahanan terhadap lingkungan ekstrem, dan kapasitas tarik yang baik untuk penguatan tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas tarik geogrid ijuk dan pengaruh variasi kedalaman penanaman terhadap kapasitas tarik tersebut. Pengujian dilakukan menggunakan tanah berbutir halus dengan campuran 70% pasir dan 30% tanah diambil dari Pattallassang, Kabupaten Gowa. Hasil menunjukkan bahwa kapasitas tarik tertinggi diperoleh pada kedalaman 40 cm dengan nilai 18 kN, dibandingkan kedalaman 30 cm (7 kN) dan 20 cm (6 kN). Hal ini disebabkan oleh luasnya bidang kontak antara material ijuk dan tanah. Kesimpulannya, geogrid ijuk sebagai alternatif geosintetik alami menunjukkan kinerja yang baik, di mana peningkatan kapasitas tarik dipengaruhi oleh kedalaman penanaman.

Kata Kunci: Geogrid, Kuat Tarik, Ijuk

ABSTRACT

SARTIKA LOMO. *TENSILE STRENGTH OF COCONUT FIBER GEOGRID ON PULLOUT CAPACITY IN SOIL WITH OPTIMAL DENSITY AND DEPTH VARIATIONS* (supervised by **Achmad Bakri Muhiddin**)

Geotechnical failures are often a major cause of building and infrastructure construction failures, such as roadway slope avalanches or foundation failures. These failures are generally caused by soft soils that have unsupportive properties, including low permeability, high compressibility, and low shear angles and bearing capacity. Various soil improvement and reinforcement methods, such as the use of geosynthetics, have been widely applied to improve the stability and bearing capacity of soft soils. Geogrids, one of the geosynthetic materials, have proven to be effective in improving the bearing capacity of soils, especially on steep slopes and roads over soft soils. Recent research has also explored the use of palm fiber as an alternative geogrid material. Palm fibers have advantages, including water absorption, resistance to extreme environments, and good tensile capacity for soil reinforcement. This study aimed to determine the tensile capacity of palm fiber geogrids and the effect of planting depth variation on the tensile capacity. The test was conducted using fine-grained soil with a mixture of 70% sand and 30% soil taken from Pattallassang, Gowa Regency. The results showed that the highest tensile capacity was obtained at a depth of 40 cm with a value of 18 kN, compared to depths of 30 cm (7 kN) and 20 cm (6 kN). This is due to the large contact area between the palm fiber material and the soil. In conclusion, palm fiber geogrid as a natural geosynthetic alternative showed good performance, where the increase in tensile capacity was influenced by the depth of embedment.

Keywords: Geogrid , Tensile Strength, Fibers

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
KATA PENGANTAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian/Perancangan	2
1.4 Manfaat Penelitian/Perancangan	2
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Permasalahan Tanah Lunak	4
2.2 Klasifikasi Tanah	6
2.3 Perkuatan Tanah dengan Geotekstil.....	7
2.4 Prinsip Kerja Geogrid	14
2.5 Penggunaan Ijuk sebagai Geogrid.....	15
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	22
3.1 Lokasi Penelitian.....	22
3.2 Rancangan Penelitian.....	22
BAB 4	31
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Kegagalan Timbunan di atas Tanah Lunak.....	5
Gambar 2 Analisis Stabilitas Lereng dengan Metode Keseimbangan Batas	6
Gambar 3 Jenis-Jenis Geogrid	15
Gambar 4 Serat Ijuk berdiameter 0.40-0.50 mm.....	16
Gambar 5 Penggunaan Ijuk sebagai Geogrid.....	17
Gambar 6 Kurva Tegangan-Regangan.....	18
Gambar 7 Lokasi penelitian pada Jl. Malino No.Km.6, Romang Lompoa, Kec.Bontomarannu, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan.....	22
Gambar 8 Bagan Alir Penelitian	26
Gambar 9 Model Penelitian Geogrid Ijuk.....	27
Gambar 10 Model alat ijuk tarik modifikasi dan Ilustrasi alat uji tarik modifikasi.....	29
Gambar 11 Grafik distribusi ukuran material sampel.....	31
Gambar 12 Grafik Hasil Pengujian Kepadatan Ringan Tanah Campuran dengan Pasir 70% dan Tanah berbutir halus 30%.....	33
Gambar 13 Grafik Hubungan Tegangan Geser dan Tegangan Normal Tanah Campuran dengan Pasir 70% dan Tanah berbutir halus 30%.	34
Gambar 14 Kapasitas Tarik Geogrid Ijuk dengan Kedalaman 20 cm dengan Lebar 34 cm.....	36
Gambar 15 Kapasitas Tarik Geogrid Ijuk dengan Kedalaman 30 cm dan Lebar 34 cm.....	36
Gambar 16 Kapasitas Tarik Geogrid Ijuk dengan Kedalaman 40 cm dengan Lebar 34 cm.....	37
Gambar 17 Grafik Perbandingan Kapasitas Tarik Geogrid Ijuk.....	38
Gambar 18 Grafik Gaya Tarik Geogrid Ijuk.....	39

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Sifat Geotekstil dan Geogrid yang Dibutuhkan untuk Perkuatan Tanah	8
Tabel 2 Penelitian Terdahulu	20
Tabel 3 Tabel Pengujian Karakteristik Tanah.....	23
Tabel 4 Pengujian Karakteristik Serat Ijuk	25
Tabel 5 Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Karakteristik Tanah Berbutir Halus	34
Tabel 6 Rekapitulasi Hasil Pengujian Karakteristik Ijuk.....	35
Tabel 7 Rekapitulasi kapasitas tarik maksimum geogrid ijuk.	38

DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
SF	Safety Factor
CBR	<i>California Bearing Ratio</i>
RSNI	Rancangan Standar Nasional Indonesia
ASTM	American Society for Testing and Materials
Td	Kuat tarik rencana
Tg	Gaya perkuatan yang dibutuhkan untuk stabilitas geser rotasional
Tls	Kekuatan untuk mencegah penyebaran lateral
Tult	Kuat tarik ultimate
ϕ	Sudut Geser
PET	Polimer polyester
PP	Polypropylene
σ	Tegangan Normal
ε	Regangan
σ_e	Tegangan elastis
σ_{maks}	Tegangan maksimum
F _{po}	Kapasitas cabut
f _{po}	faktor cabut
L	Panjang geotekstil
σ_v	Tegangan vertikal
ϕ_{ss}	Sudut geser tanah
LL	<i>Liquid Limid</i>
PL	<i>Plastic Limit</i>
SL	<i>Shrinkage Limit</i>
PI	Indeks Plastisitas
AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials
USCS	Unified Soil Classification System
SC	Clayey Sand
γ_d	Berat isi kering
w _{optimum}	Kadar air optimum
c	Kohesi
ϕ	Sudut geser dalam
Gs	Berat Jenis
ϕ	Kuat geser
γ_{dry}	Kepadatan kering
w	Kadar air

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Hasil Pengujian Laboratorium	50
---	----

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kita panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus, atas berkat dan penyertaan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**KUAT TARIK GEOGRID IJUK TERHADAP KAPASITAS *PULLOUT* PADA TANAH DENGAN KEPADATAN OPTIMUM DENGAN VARIASI KEDALAMAN**” yang merupakan salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi pada Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa banyak kendala yang dihadapi dalam penyusunan tugas akhir ini, namun berkat bantuan dan dari berbagai pihak, maka tugas akhir ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. **Bapak Prof. Dr. Eng. Ir Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T.**, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. **Bapak Prof. Dr. H. M. Wihardi Tjaronge S.T., M. Eng.**, selaku Ketua Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. **Bapak Dr. Eng Bambang Bakri, S.T., M.T.**, selaku Sekretaris Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. **Bapak Ir. Achmad Bakri Muhiddin, M.Sc, Ph.D.** selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan ini.
5. **Bapak Prof. Dr. Ir. Abd. Rahman Djamaluddin, M.T.**, selaku Kepala Laboratorium Mekanika Tanah Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan izin atas segala fasilitas yang digunakan selama penelitian.
6. Kepada **Bapak Prof. Dr. Eng. Tri Harianto, S.T., M.T.**, selaku kepala KKD Geoteknik, Departemen Teknik Sipil Universitas Hasanuddin yang telah membimbing Penulis.

7. Seluruh dosen Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
8. Seluruh staf dan karyawan Departemen Teknik Sipil, staf dan karyawan Fakultas Teknik serta staf dan asisten laboratorium Mekanika Tanah Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

Yang teristimewa penulis ucapkan kepada :

1. Teristimewa Juruslamat Tersayang, **Tuhan Yesus Kristus** yang telah menuntun dan menyertai dan selalu ada di setiap Langkah penulis dalam menyelesaikan perjalanan ini. Terima Kasih karena selalu memberikan harapan dan mujizat di waktu yang tepat di Tengah Keputusan penulis. Terima kasih karena sudah menggendong anakmu ini saat ia tidak mampu untuk melangkah maju dan menjadi sumber kekuatan di tengah ketidakpastian. Terima kasih sudah menjadi rumah bagi penulis untuk meneteskan air mata sukacita.
2. Teristimewa kepada kedua orang tua tercinta, Ayahanda **Joni Lomo** dan **Yuni Marannu** yang senantiasa memberikan semangat, pelukan, doa, kasih sayang, dan selalu mengucapkan terima kasih kepada penulis. Sosok orang tua yang berhasil membuat saya bangkit dari kata menyerah, mereka mampu senantiasa memberikan yang terbaik. Tak kenal Lelah mendoakan serta memberikan perhatian dan dukungan hingga penulis mampu menyelesaikan studinya. Penulis sadar, bahwa setiap kata dalam skripsi ini adalah buah dari kerja keras dan doa orang tua. Terima kasih karena selalu menjadi motivasi dan selalu sabar menghadapi saya.
3. **Cherryana N Lomo dan Dhelsky M Lomo** sebagai saudara tercinta yang selalu mendoakan, mendukung, dan memberikan motivasi untuk penulis selama menjalani perkuliahan.
4. Kepada tim ijuk yang senantiasa berpartisipasi dalam membuat laporan ini, terutama kepada **Bapak Alimuddin** selaku S3 kami yang sangat berjasa sehingga penulis dapat bergabung dalam pengujian ini. Buat teman-teman

- ijuk, S2 **Kak Fuji, Valdo** dan **Gita** yang selalu ada dari nol, terima kasih menjadi tim yang hebat, kuat dan keren. Sukses buat kita.
5. Bapak S3, yaitu **Pak Hairullah** yang telah banyak membantu serta memberikan saran serta masukan kepada penulis selama penelitian.
 6. Kepada teman-teman KKD Geoteknik 2020 **Sobat Tanah** yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu. Terima kasih telah menjadi teman cerita dan teman saling mendukung dalam lab maupun daalam mukim.
 7. Terkhusus kepada **Kanda**, Terima kasih selalu menemani penelitian ini, dan selalu sabar membimbing penulis.
 8. Kepada teman yang selalu membantu penulis dalam penelitian di laboratorium serta memberikan tenaga yang cukup banyak dalam pengujian ini, yaitu **Bakir, Yasid dan Alwan** terima kasih atas waktu dan perhatiannya.
 9. Sahabat terkasih yang selalu ada saat senang dan sedih yang telah berjuang bersama dari awal perkuliahan hingga sekarang dan tidak pernah bosan dalam memberikan dukungan, perhatian, dan memberikan yang terbaik bagi kelancaran skripsi penulis, yaitu **Besse Syahrani dan Maulidya K Arifin**.
 10. Kepada **Nurfa, Alfi, Ali dan Sarah** yang selalu mendengarkan keluh kesah penulis dalam penelitian di laboratorium serta memberikan doa, terima kasih atas waktu dan perhatiannya.
 11. Teman-teman Gubuk Derita, yaitu **Isra, Joop, Besse, Maulid, Misra, Nunu, Cahyadi dan Gaza** yang telah berbagi tawa dan sedih yang selama perkuliahan
 12. Terkhusus yang selalu memberi warna, selalu ada saat penulis senang maupun sedih, membantu dalam doa dan mendukung penulis selalu selama pengerjaan tugas akhir yaitu **Ronal Dasman, ST**.
 13. Saudara-saudari **Entitas 2021** yang telah banyak memberi warna kepada penulis selama perkuliahan. Terima kasih sudah membantu dan menemani penulis selama perkuliahan.
 14. Terakhir, Terima kasih untuk diri sendiri, Karena telah mampu berusaha keras dan berjuang sejauh ini. Mampu mengendalikan diri dari berbagai

tekanan diluar keadaan dan tak pernah memutuskan menyerah sesulit apapun proses penyusunan skripsi ini dengan menyelesaikan sebaik dan semaksimal mungkin, ini merupakan pencapaian yang patut dibanggakan untuk diri sendiri.

Penulis menyadari bahwa setiap karya ini tidak luput dari kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kepada pembaca kiranya dapat memberi sumbangan pemikiran demi kesempurnaan dan pembaharuan tugas akhir ini.

Akhir kata semoga Tuhan Yesus selalu melimpahkan berkat dan karunia-Nya kepada kita semua dan semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat yang berarti dalam bidang Teknik Sipil, khususnya dibidang Rekayasa Mekanika Tanah.

Gowa, September 2024

Penulis

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyebab kegagalan konstruksi gedung dan infrastruktur salah satunya disebabkan oleh kegagalan geoteknik. Kegagalan geoteknik yang umum dijumpai pada konstruksi gedung diantaranya kegagalan pada pondasi, pada infrastruktur diantaranya kegagalan lereng seperti longsor pada badan jalan dan kegagalan lereng galian timbunan, ini diakibatkan oleh struktur lapisan tanah lunak yang berada diatas konstruksi. Tanah lunak secara umum memiliki sifat yang kurang baik untuk infrastruktur diatasnya. Sifat dari tanah lunak antara lain permeabilitas rendah, kompresibilitas tinggi, nilai sudut geser dalam dan daya dukung yang rendah (Setyono et al., 2019).

Berbagai penanganan dan perbaikan tanah dilakukan untuk meningkatkan daya dukung dan stabilitas tanah untuk menunjang konstruksi diatasnya baik dengan perkuatan tanah maupun stabilisasi tanah. Perkuatan maupun stabilisasi dilakukan untuk menghindari kegagalan geoteknik akibat tanah lunak, yang dapat menyebabkan terjadinya fenomena penurunan, pergerakan dan pergeseran tanah yang nantinya dapat berpengaruh buruk bagi infrastruktur diatasnya (Surbakti, 2021). Seiring dengan perkembangan alat dan teknologi berbagai metode perbaikan tanah (soil improvement) dan perkuatan tanah (soil reinforcement) telah banyak diterapkan dalam menjawab permasalahan tanah lunak. Beberapa metode seperti geosintetik telah banyak dikembangkan dalam mengatasi minimnya stabilitas dan daya dukung dari tanah lunak.

Penggunaan geosintetik, termasuk geogrid, untuk perkuatan tanah telah banyak diteliti. (Rabbani & Munawir, 2016) menemukan bahwa sudut kemiringan yang lebih kecil dan jumlah lapisan geogrid yang lebih banyak dapat meningkatkan daya dukung tanah secara signifikan. (Horas et al., 2019) lebih lanjut mendukung hal ini, dengan menunjukkan keefektifan Terramesh dan geogrid dalam menstabilkan lereng yang curam. (Nugraha et al., 2019) juga menyoroti peran geotekstil dalam meningkatkan daya dukung tanah lunak, terutama dalam konstruksi jalan di atas tanah gambut dan lempung lunak.

Alternatif material geogrid yang digunakan dalam perkuatan tanah dapat berupa ijuk (palm fiber) yang dianyam dalam bentuk lembaran. Penggunaan serat ijuk sebagai bahan alternatif yang dapat berperan seperti geogrid dengan kapasitas tarik optimum untuk meningkatkan kekuatan, daya dukung dan stabilitas tanah dalam menunjang konstruksi di atasnya. Penggunaan ijuk didasarkan pada beberapa keunggulan antara lain mempunyai kemampuan menyerap dan mengalirkan air, tidak mudah rapuh, tahan terhadap lingkungan yang asam maupun lingkungan berkadar garam tinggi.

Peningkatan kuat tarik geogrid dengan serat ijuk juga sangat dipengaruhi oleh kepadatan optimum tanah. Oleh sebab itu menurut penulis penting kiranya melakukan penelitian terhadap pengaruh kuat tarik geogrid ijuk terhadap kapasitas *pullout* pada tanah dengan kepadatan optimum dengan variasi kedalaman.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan, maka rumusan masalah yang muncul pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik tanah dan serat ijuk yang digunakan dalam penelitian?
2. Berapakah kapasitas tarik dari geogrid ijuk ?
3. Bagaimanakah pengaruh variasi kedalaman penanaman terhadap kapasitas tarik dari geogrid ijuk ?

1.3 Tujuan Penelitian/Perancangan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui karakteristik tanah dan serat ijuk yang digunakan dalam penelitian.
2. Untuk mengetahui kuat kapasitas tarik dari geogrid ijuk,
3. Untuk mengetahui pengaruh variasi kedalaman penanaman terhadap kapasitas tarik geogrid ijuk.

1.4 Manfaat Penelitian/Perancangan

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh manfaat sebagai berikut.

1. Memberikan pemahaman tentang perkuatan tanah dengan geogrid dari material ijuk
2. Mengembangkan perkuatan geogrid dengan material ijuk sebagai alternatif dalam perkuatan tanah.
3. Pemanfaatan ijuk sebagai material ramah lingkungan.
4. Menjadi salah satu solusi dalam perkuatan tanah untuk mencegah kegagalan geoteknik

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

1. Penelitian dilakukan secara eksperimental dilaboratorium
2. Material tanah yang digunakan adalah Pasir berlempung.
3. Material Geogrid yang digunakan berbahan ijuk yang telah dipilin dengan diameter 4 sampai 5 mm kemudian dianyam menjadi geogrid.
4. Uji sifat fisis dan mekanis tanah meliputi :
 - a. Uji Kadar Air
 - b. Uji berat jenis
 - c. Analisa saringan
 - d. Analisa hidrometer
 - e. Pengujian Batas-batas Atterberg
 - f. Pengujian pemadatan
 - g. Pengujian kuat geser langsung
5. Uji Karakteristik Ijuk meliputi :
 - a. Uji Kadar air
 - b. Diameter rata-rata serat ijuk
 - c. Jumlah helai ijuk

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Permasalahan Tanah Lunak

Tanah lunak adalah tanah yang umumnya terdiri dari tanah lempung termasuk material yang sangat jelek atau buruk untuk konstruksi pondasi karena kadar air yang tinggi, permeabilitas rendah dan sangat *compressible* dimana pemampatan tanah terjadi akibat dari adanya deformasi tanah, keluarnya air atau keluarnya udara dari pori tanah, dan relokasi partikel (Das, 1995). Tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering, bersifat plastis pada kadar air sedang, sedangkan pada keadaan air yang lebih tinggi tanah lempung akan bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak (Terzaghi & Peck, 1948), tanah ini merupakan himpunan mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relative lepas (*loose*) yang terletak di atas batu dasar (*bedrock*) (Hardiyatmo, 2002).

Sebagai pendukung bangunan infrastruktur, tanah lunak mempunyai daya dukung relative rendah serta pemampatannya besar yang berlangsung relative lama. Tanah lunak pada umumnya terdapat pada dataran rawa, dataran banjir, dataran pasang surut, dan dataran aluvial sungai (Wardoyo et al., 2019). Apabila tanah lunak tidak diperbaiki terlebih dahulu, maka infrastruktur yang dibangun di atas tanah akan berpotensi mengalami kerusakan sebelum mencapai umur konstruksi yang direncanakan.

1. Daya dukung tanah yang rendah.

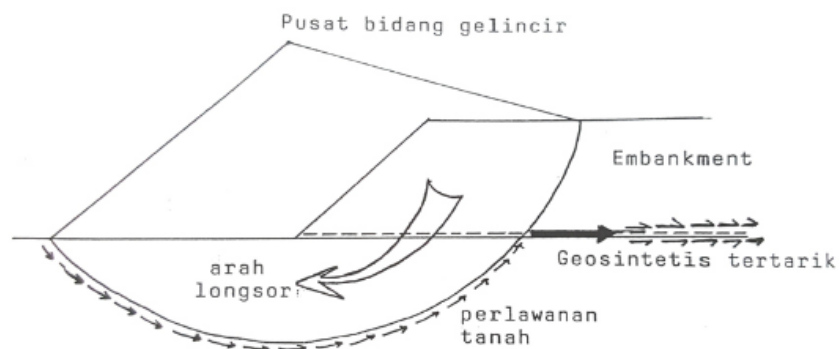
Daya dukung tanah adalah parameter tanah yang berkenaan dengan tanah untuk menopang suatu beban di atasnya. Daya dukung tanah dipengaruhi oleh jumlah air yang terdapat di dalamnya, kohesi tanah, sudut geser dalam, dan tegangan normal tanah dan juga daya dukung tanah yang rendah akan mengganggu stabilitas dari timbunan.

2. Penurunan yang besar

Penurunan yang besar pada tanah dasar akan terjadi apabila tanah dasar tersebut menerima beban di atasnya dan dapat. Penurunan tanah dapat menyebabkan muka jalan turun menjadi lebih rendah daripada elevasi rencana (tinggi bebas tertentu diatas muka air banjir dari lahan sekitar jalan). Salah satu permasalahan utama pada tanah lunak dalam suatu pekerjaan

konstruksi adalah penurunan tanah yang besar. Penurunan yang besar tersebut disebabkan oleh penurunan konsolidasi pada tanah bawahnya (subsoil).

Kemampuan tanah lunak untuk mendukung timbunan tanpa terjadi keruntuhan geser atau penurunan yang berlebihan sangat bergantung dari kuat gesernya (Nugroho, 2011). Penurunan tanah berlangsung sangat lama sehingga lambat laun akan terjadi differential settlement (beda penurunan) yang nyata (Muntohar, 2004).



Gambar 1 Kegagalan Timbunan di atas Tanah Lunak

Pada Gambar 1 menunjukkan timbunan yang dilakukan di atas tanah lunak, dimana kegagalan geoteknik dapat terjadi pada timbunan maupun galian. Masalah kelongsoran terjadi karena kurang baiknya perhatian dan control, baik pada saat perencanaan, pelaksanaan, dan masa pemakaian. Dimana akibat daya dukung tanah yang rendah dari tanah lunak di bawah timbunan dapat mengakibatkan sliding (kelongsoran) pada tanah timbunannya. Sedangkan penurunan (settlement) terjadi akibat proses deformasi pada lapisan tanah akibat beban yang bekerja di atasnya. Untuk timbunan badan jalan diperlukan analisis stabilitas dan penurunan sehingga tinggi timbunan yang direncanakan untuk badan jalan tidak akan mengalami penurunan lagi setelah konstruksi selesai dibangun dan kestabilan dari lereng timbunan dapat terpenuhi, sehingga dibutuhkan perbaikan tanah mengatasi kesulitan yang terkait dengan kompresibilitas tinggi dan kekuatan geser rendah tanah lunak (Kempfert & Gebreselassie, 2006).

Permasalahan lain yang timbul pada konstruksi di atas tanah lunak adalah geseran (shearing). Mekanisme hilangnya keseimbangan dapat terjadi pada

($SF \geq 1.5$). Sebab penelitian ini dapat memahami kondisi tanah dan geologi yang berbeda serta menghubungkannya secara logis dengan kondisi di lapangan.

Lereng yang dikerjakan pada tanah lunak cenderung bergerak kesamping. Hal ini dapat terjadi akibat tekanan tanah horizontal yang bekerja pada tanggul. Tekanan ini menimbulkan tegangan geser di dasar bendungan, yang harus ditahan oleh tanah pondasi lunak untuk mencegah tanah longsor dan keruntuhan.

Oleh karena itu, dasar bendungan dapat dilengkapi dengan geotekstil dengan kekuatan tarik yang tinggi sehingga diharapkan dapat meningkatkan nilai stabilitas bendungan. Saat merencanakan perkuatan geotekstil, gaya stabilisasi sebesar harus diperhitungkan. Analisis stabilitas lereng dengan perkuatan meliputi beberapa jenis analisis: Analisis Stabilitas eksternal dan Analisis Stabilitas internal. Stabilitas eksternal terdiri dari stabilitas terhadap geser, stabilitas terhadap guling, stabilitas terhadap eksentrisitas, dan daya dukung tanah. Stabilitas internal terdiri dari geotekstil kestabilan gaya panjang tumpang tindih dan panjang efektif geotekstil.

2.3 Perkuatan Tanah dengan Geotekstil

Geosintetik berasal dari kata geo yang berarti tanah dan sintetik yang berarti tiruan. Jadi geosintetik berarti bahan tiruan (sintetik) atau bahan yang bukan merupakan bahan alami yang penggunaannya berhubungan dengan tanah atau batuan (Suryolelono, 2000).

Penggunaan geotekstil sebagai perkuatan tanggul tanah lunak dapat meningkatkan stabilitas tanggul tanah yang sebelumnya mungkin tidak aman. Setelah perkuatan maka keamanannya akan meningkat, nilai keamanannya akan meningkat, besarnya penurunan akan berkurang, dan deformasi serta gaya luar yang terjadi pada tanah timbunan akan berkurang. Struktur geotekstil yang berbeda sebagai perkuatan secara alami akan menimbulkan hasil stabilitas yang berbeda pula. Parameter kekuatan, jumlah lapisan dan jarak dari lapisan geotekstil ke perkuatan secara alami mempengaruhi nilai keselamatan, penurunan, deformasi horizontal dan hasil gaya luar yang bekerja, yang dapat bervariasi tergantung pada varian desain yang digunakan.

Perkuatan tanah yang dimaksud adalah perkuatan timbunan di atas tanah lunak, lereng tanah yang diperkuat dan dinding penahan tanah yang distabilisasi secara mekanis. Sesuai dengan ruang lingkup pedoman ini, yang dibahas pada

bagian ini hanyalah sifat-sifat geosintetik untuk perkuatan tanah. Tabel 1 di bawah ini memperlihatkan sifat-sifat geotekstil dan geogrid sebagai perkuatan tanah.

Tabel 1 Sifat Geotekstil dan Geogrid yang Dibutuhkan untuk Perkuatan Tanah

Karakteristik	Metoda Pengujian	
Kuat Tarik dan Elongasi saat Beban Maksimum (tensile strength & elongation at maximum load)	- ISO 10319:2008	Geosynthetics -- Wide-width Tensile Test
	- ASTM D 4595	Standard Test Method for Tensile Properties of Geotextiles by Wide-width Strip Method
	- RSNi M-5-2005	Cara Uji Sifat Tarik Geotekstil Dengan Metode Pita Lebar
Kuat Tarik Jahitan dan Sambungan (joints/seams tensile strength)	- ISO 10321:2008	Geosynthetics -- Tensile Test For Joints/Seams By Wide-Width Strip Method
	- ASTM D 4884	Standard Test Method for Strength of Sewn or Thermally Bonded Seams of Geotextiles
	- RSNi M-03-2005	Cara Uji Kuat Keliman Jahit Atau Ikat Panas Geotekstil
Tahanan Tusuk Statik (Uji CBR) Static puncture resistance	- ISO 12236:2006	Geosynthetics - Static Puncture Test (CBR Test)
	- ASTM D 6241	Standard Test Method for Static Puncture Strength of Geotextiles and Geotextile Related Products Using a 50-mm Probe
Tahanan Pelubangan Dinamis (Dynamic perforation resistance)	- ISO 13433:2006	Geosynthetics -- Dynamic Perforation Test
	- SNI 08-4650-1998	Cara Uji Daya Tahan Geotekstil Terhadap Pelubangan Cara Kerucut Jatuh
Abrasi (abrassion)	- ISO 13427:1998	Geotextiles and Geotextile-Related Products -- Abrasion Damage Simulation (Sliding Block Test)
	- ASTM D 4886	Standard Test Method For Abrasion Resistance Of Geotextiles (Sand Paper/Sliding Block)
Karakteristik Friksi (friction characteristic)	- ISO 12957-1: 2005	Geosynthetics -- Determination of friction characteristics - Part 1: Direct Shear Test
	- ISO 12957-2:2005	Geosynthetics -- Determination of friction characteristics - Part 2: Inclined plane test

Karakteristik	Metoda Pengujian	
	- ASTM D 5321	Standard Test Method for Determining the Coefficient of Soil or Geosynthetic and Geosynthetic Friction by the Direct Shear Method
Rangkak Tarik (tensile creep)	- ISO 13431:1999	Geotextiles and Geotextile-Related Products -- Determination of Tensile Creep and Creep Rupture Behaviour
	- ASTM D 5262	Standard Test Method for Evaluating the Unconfined Tension Creep Behaviour of Geosynthetics
Kerusakan saat pemasangan	- ISO 10722:2007	Geosynthetics -- Index test procedure for the evaluation of mechanical damage under repeated loading -- Damage caused by granular material
Permeabilitas normal terhadap bidang	- ISO 11058:1999	Geotextiles and Geotextile-Related Products -- Determination of water permeability characteristics normal to the plane, without load
	- ASTM D 4491	Standard Test Method for Water Permeability of geotextiles by Permittivity
	- SNI 08-6511-2001	Geotekstil Cara Uji Daya Tembus Air
Kapasitas Pengaliran Air Sejajar Bidang	- ISO 12958:1999	Geotextiles and Geotextile-Related Products -- Determination of Water Flow Capacity in Their Plane
	- ASTM D 4716	Test Method For Determining the (in-Place) Flow Rate Per Unit Width and Hydraulic Transmissivity of a Geosynthetic Using Constant Head
	SNI 08-4334-1996	Cara Uji Sifat Hantar Air Aliran Mendatar Geotekstil pada Tekanan Permukaan Konstan
Stabilitas akibat radiasi sinar ultraviolet	- ASTM D 4355	Standard Test Method for Deterioration of Geotextiles from Exposure to Ultraviolet Light and Water (Xenon Arc Type Apparatus)
	- ASTM D 5970	Standard Practice for Deterioration of Geotextiles from Outdoor Exposure

Karakteristik	Metoda Pengujian	
Ketahanan terhadap unsur kimia	- ASTM D 5322	Standard Practice for Laboratory Immersion Procedure for Evaluating the Chemical Resistance of Geosynthetics of Liquids
	- ASTM D 5885	Standard Test Method for Oxidative Induction Time of Polyolefin Geosynthetics by High-Pressure Differential Scanning Calorimetry
Stabilitas akibat temperatur	- ASTM D 4594	Standard Test Method For Effects Of Temperature On Stability Of Geotextiles
Ketahanan jangka panjang terhadap sinar ultraviolet	- ASTM D 5596	Standard Test Method for Microscopic Evaluation of the Dispersion of Carbon Black in Polyolefin Geosynthetics

Pendekatan perencanaan berikut disarankan untuk perencanaan perkuatan tanah dengan menggunakan geosintetik:

1. Tentukan tujuan dan ruang lingkup proyek.
2. Lakukan penyelidikan kondisi geoteknik di lapangan.
3. Tentukan kriteria tingkat kritis, tingkat kesulitan dan kinerja serta faktor faktor eksternal yang dapat mempengaruhi kinerja geosintetik;
4. Rumuskan perencanaan awal (coba-coba) dan bandingkan beberapa alternatifnya.
5. Tentukan model yang akan dianalisis dan parameternya, serta lakukan analisis.
6. Bandingkan hasilnya dan pilih perencanaan yang paling sesuai berdasarkan pertimbangan biaya dan kelayakan konstruksi. Lakukan modifikasi perencanaan apabila diperlukan.
7. Persiapkan rencana detil dan spesifikasi, termasuk: a. Kebutuhan sifat-sifat spesifik geosintetik; b. Prosedur pemasangan detil.
8. Lakukan rapat pra konstruksi dengan kontraktor dan pengawas.
9. Terima geosintetik berdasarkan hasil uji laboratorium dan/atau sertifikasi dari pabrik pembuatnya.
10. Lakukan pemantauan pelaksanaan.
11. Lakukan inspeksi setelah kejadian khusus yang dapat membahayakan kinerja struktur (misalnya, curah hujan 100 tahunan).

2.3.1 Teknik Penjahitan untuk Geotekstil

Teknik penjahitan menjadi alternatif yang lebih praktis dan ekonomis apabila lebar tumpang tindih geotekstil yang dibutuhkan sangat besar (1,0 m atau lebih). Penjahitan dapat dilakukan di pabrik maupun di lapangan. Variabel-variabel berikut perlu diperhatikan jika ingin memperoleh kualitas jahitan yang baik dan efektif:

- a. Jenis benang; Bahan dasar benang berdasarkan urutan kekuatan dan harga tertinggi adalah polietilena, poliester, atau polipropilena. Durabilitas benang harus sesuai dengan persyaratan proyek.
- b. Tegangan benang; Pada aplikasi di lapangan, benang sebaiknya ditegangkan dengan cukup kencang tetapi tidak sampai merobek geotekstil.
- c. Kerapatan jahitan; Biasanya digunakan 200 jahitan sampai dengan 400 jahitan per meter untuk jenis geotekstil ringan, dan hanya 150 jahitan sampai dengan 200 jahitan yang diperbolehkan untuk geotekstil yang lebih berat.
- d. Jenis jahitan:
 - 1) Tipe 101, dengan rantai jahitan tali tunggal
 - 2) Tipe 401, dengan rantai jahitan tali rangkap atau terkunci, untuk menghindari lepasnya jahitan.
- e. Jumlah baris;

Dua baris atau lebih dan sejajar untuk meningkatkan keamanan.
- f. Jenis penyambungan. Sambungan datar tipe SSa-2, bentuk J tipe SSn-2, dan bentuk kupu-kupu tipe SSd-2.

Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai kekuatan jahitan:

- a. Akibat kerusakan jarum dan konsentrasi tegangan pada jahitan, lokasi sambungan terjahit akan lebih lemah daripada geotekstinya;
- b. Kekuatan maksimum penyambungan di lapangan yang pernah dicapai adalah 200 kN/m (berdasarkan pabrik pembuatnya) dengan menggunakan geotekstil 330 kN/m;
- c. Kekuatan penyambungan di lapangan akan lebih rendah daripada kekuatan penyambungan di laboratorium atau pabrik;

- d. Semua jahitan berpotensi untuk terlepas, bahkan jahitan yang terkunci sekalipun;
- e. Penjahitan harus diawasi. Untuk mempermudah pengawasan maka gunakan benang yang berwarna kontras untuk mempermudah pengawasan.

2.3.2 Sifat-sifat Geosintetik

Sifat yang penting adalah kuat tarik, modulus tarik perkuatan, kekuatan sambungan, tahanan rangkak, serta gesekan antara tanah dan geosintetik.

2.3.2.1 Kuat Tarik dan Modulus Tarik

Diantara beberapa alternatif pengujian yang tersedia, uji tarik lebar yang mengacu kepada (ASTM, 2015) atau RSNI M-05-2005 dapat digunakan untuk menghitung kekuatan di dalam tanah yang merupakan standar pengujian untuk kuat tarik dan modulus tarik. Kriteria minimum kuat tarik adalah sebagai berikut:

- a). Kuat tarik rencana T_d adalah nilai terbesar dari T_g dan T_{ls} dengan modulus sekan yang dibutuhkan berada pada regangan 2% sampai dengan 5%. T_g adalah gaya perkuatan yang dibutuhkan untuk stabilitas geser rotasional, sedangkan T_{ls} kekuatan untuk mencegah penyebaran lateral. T_g harus dinaikkan untuk memperhitungkan kerusakan saat pemasangan dan durabilitas. T_{ls} harus dinaikkan untuk memperhitungkan rangkak, kerusakan saat pemasangan dan durabilitas.
- b). Kuat tarik puncak T_{ult} harus lebih besar dari kuat tarik rencana T_d ;
- c). Regangan perkuatan pada saat terjadi keruntuhan sekurang-kurangnya 1,5 kali regangan modulus sekan guna mencegah keruntuhan getas (brittle failure). Untuk pondasi yang sangat lunak dimana perkuatan akan mendapatkan tegangan tarik yang sangat besar saat konstruksi, geosintetik harus mempunyai kekuatan yang cukup untuk mendukung timbunan itu sendiri, atau perkuatan dan timbunan harus diijinkan untuk berdeformasi. Untuk kasus kedua, elongasi saat putus

sampai 50% dapat diterima. Pada kedua kasus tersebut, diperlukan geosintetik dengan kekuatan tinggi dan prosedur konstruksi khusus.

d). Jika terdapat kemungkinan terjadinya retak tarik pada timbunan atau munculnya tingkat regangan yang tinggi selama konstruksi (contohnya pada timbunan tanah kohesif), maka dibutuhkan kekuatan terhadap penyebaran lateral Tls pada kondisi regangan sebesar 2%.

e). Persyaratan kekuatan geosintetik harus dievaluasi dan ditentukan untuk arah mesin dan arah melintang mesin. Biasanya kekuatan jahitan menentukan persyaratan kekuatan geosintetik dalam arah melintang mesin.

2.3.2.2 Penggunaan Beberapa Lapis Perkuatan

Bergantung pada syarat perkuatan, ketersediaan geosintetik dan efisiensi sambungan, beberapa lapis perkuatan dapat digunakan untuk memperoleh kuat tarik yang dibutuhkan. Jika digunakan beberapa lapis perkuatan, maka suatu lapisan berbutir setebal 200 mm sampai dengan 300 mm harus ditempatkan di antara setiap lapisan geosintetik tersebut atau lapis-lapis perkuatan tersebut harus digabungkan secara mekanis (contohnya dijahit). Geosintetik yang digunakan di tiap lapisan juga harus memiliki sifat regangan yang sesuai, atau dengan kata lain gunakan jenis geosintetik yang sama untuk seluruh lapisan.

2.3.2.3 Tahanan Rangkak

Untuk kepentingan perencanaan, usahakan agar tegangan yang bekerja lebih rendah daripada batasan rangkaknya. Nilai tegangan batas yang digunakan adalah 40-60% dari tegangan yang bekerja. Sebaiknya dipertimbangkan pula kombinasi beban hidup terhadap beban mati. Aplikasi beban hidup jangka pendek hanya memberikan sedikit pengaruh terhadap rangkak dibandingkan dengan aplikasi beban mati jangka panjang.

2.3.3 Interaksi Tanah dan Geosintetik

Uji geser langsung atau uji cabut (pull-out) digunakan untuk menentukan besarnya gesekan antara tanah dan geosintetik, ϕ_{sg} . Jika hasil pengujian tidak tersedia, maka nilai yang disarankan untuk timbunan pasir adalah $2/3\phi$ sampai dengan ϕ pasir (ϕ adalah sudut geser tanah). Untuk tanah lempung, pengujian ini harus dilakukan pada situasi apapun.

2.3.4 Persyaratan Pengaliran Air

Geosintetik harus dapat menjamin terjadinya pengaliran air vertikal dari tanah pondasi secara bebas untuk mengurangi peningkatan tekanan pori di bawah timbunan. Disarankan permeabilitas geosintetik sekurang-kurangnya 10 kali lipat dari permeabilitas tanah di bawahnya.

2.3.5 Kekakuan Geosintetik dan Kemampuan Kerja (*Workability*)

Untuk tanah dasar yang sangat lunak, kekakuan geosintetik atau kemampuan kerja (*workability*) merupakan pertimbangan yang sangat penting. Kemampuan kerja merupakan kemampuan geosintetik untuk menahan pekerja selama penggelaran dan penjahitan geosintetik serta untuk menahan alat berat saat penghamparan timbunan lapis pertama.

Kemampuan kerja umumnya berhubungan dengan kekakuan geosintetik. Akan tetapi, teknik evaluasi kekakuan dan korelasi dengan kemampuan kerja di lapangan masih belum memadai. Apabila tidak ada informasi lainnya tentang kekakuan, direkomendasikan untuk menggunakan pengujian menurut (ASTM International, 2013), Option A dengan menggunakan benda uji 50 mm x 300 mm. Nilai yang diperoleh harus dibandingkan dengan kinerja lapangan aktual untuk menetapkan kriteria perencanaan. Aspek-aspek lapangan lainnya seperti absorpsi air dan berat isi juga harus dipertimbangkan khususnya pada lokasi dengan tanah dasar yang sangat lunak.

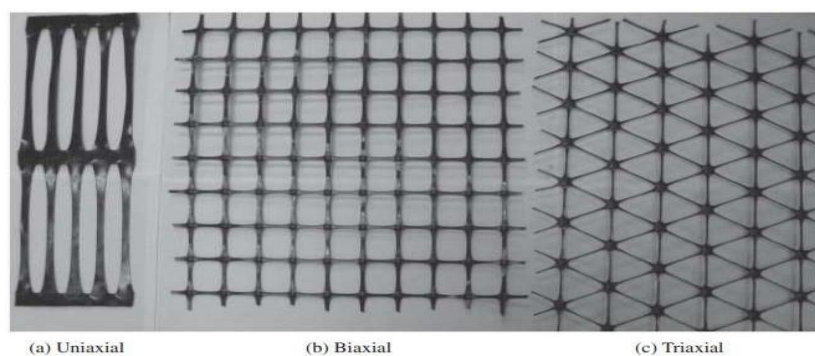
2.4 Prinsip Kerja Geogrid

Geotekstil adalah suatu material yang terbuat dari bahan polimer dan dirajut dengan fungsi utama sebagai perkuatan, pemisah (separator) dan penyaring

(filtrasi). Penggunaan perkuatan geotekstil menyebabkan parameter kekuatan geser tanah bertambah sehingga struktur tanah semakin kuat menahan beban yang bekerja di atas tanah. Geotekstil adalah suatu material geosintetik yang berbentuk seperti karpet atau kain yang terdapat pada Gambar 3. Umumnya material geotekstil terbuat dari bahan polimer polyester (PET) atau polypropylene (PP). Geotekstil adalah material yang bersifat permeable (tidak kedap air) dan memiliki fungsi yang bervariasi diantaranya sebagai lapisan penyaring, lapisan pemisah dan lapisan perkuatan.

Geotekstil mempunyai keunggulan antara lain mudah dalam proses pemasangan, lebih ekonomis, ringan dalam proses pengangkutan dan dapat meningkatkan stabilitas lereng. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan desain lembaran geotekstil yang akan digunakan untuk perkuatan tanah.

Fungsi *Geotextile* ini sering disebut juga sebagai *Reinforcement* / Perkuatan. Misalnya dipakai pada proyek-proyek timbunan tanah, perkuatan lereng dll. Fungsi ini sebenarnya masih menjadi perdebatan dikalangan ahli geoteknik, sebab *Geotextile* bekerja menggunakan metode *membrane effect* yang hanya mengandalkan *tensile strength* (kuat tarik) sehingga kemungkinan terjadinya penurunan setempat pada timbunan, masih besar, karena kurangnya kekakuan bahan. Apalagi sifat *Geotextile* yang mudah mulur terutama jika terkena air (terjadi reaksi hidrolisis) menjadikannya rawan sebagai bahan perkuatan lereng.



Gambar 3 Jenis-Jenis Geogrid

2.5 Penggunaan Ijuk sebagai Geogrid

Serat ijuk merupakan serat alami yang ketersediaannya berlimpah, tetapi belum dimanfaatkan secara optimal. Serat ijuk dapat digunakan sebagai penguat alternatif

untuk bahan komposit. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan tarik dari geogrid dengan material ijuk dan mengetahui pengaruh dari kepadatan tanah yang mempengaruhi peningkatan kuat Tarik geogrid ijuk. Pengekstrakan serat ijuk dilakukan dengan menggunakan sisir kawat yang berfungsi untuk memisahkan serat ijuk dengan pelepahnya. Dalam penelitian ini, serat ijuk yang dipilih yaitu berdiameter 0.40-0.50 mm pada Gambar 4. Setelah itu dilakukan pengujian tarik dengan standar (ASTM-D3379-75, 1989). Hasil dari penelitian didapatkan bahwa semakin kecil diameter serat, maka kekuatannya semakin tinggi. Kekuatan tarik terbesar pada kelompok serat ijuk berdiameter kecil.



Gambar 4 Serat Ijuk berdiameter 0.40-0.50 mm

2.5.1 Kelebihan dan Kekurangan Penggunaan Serat Alam Ijuk

Serat alam ijuk, yang diambil dari bagian batang pohon enau (*Arenga pinnata*) yang terdapat pada Gambar 5, memiliki berbagai kelebihan dan kekurangan. Berikut adalah beberapa di antaranya:

- Kelebihan:

1. Ramah Lingkungan: Serat ijuk adalah bahan alami yang dapat terurai secara biologis, sehingga lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan serat sintetis.
2. Kekuatan dan Ketahanan: Serat ijuk dikenal memiliki kekuatan tarik yang baik dan ketahanan terhadap berbagai kondisi cuaca, sehingga sering digunakan dalam produk-produk yang memerlukan daya tahan tinggi.
3. Biaya Rendah: Di daerah-daerah penghasil ijuk, serat ini sering kali lebih murah dibandingkan dengan bahan sintetis atau serat lainnya.
4. Fleksibilitas Penggunaan: Serat ijuk dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti dalam pembuatan anyaman, bahan bangunan, dan produk kerajinan tangan.

- Kekurangan:

1. Ketahanan Terhadap Air: Meskipun cukup tahan terhadap cuaca, serat ijuk tidak sebaik serat sintetis dalam hal ketahanan terhadap air dan kelembapan. Serat ini bisa menyusut atau melemah jika terkena air secara berkepanjangan.
2. Pengolahan yang Membutuhkan Tenaga Kerja: Pengolahan serat ijuk membutuhkan tenaga kerja manual yang cukup intensif, sehingga dapat meningkatkan biaya produksi di beberapa kasus.
3. Keterbatasan Estetika: Beberapa aplikasi mungkin memerlukan penampilan yang lebih halus atau seragam, dan serat ijuk mungkin tidak selalu memenuhi standar estetika tersebut.
4. Rentan terhadap Serangan Hama: Serat ijuk bisa rentan terhadap serangan hama atau jamur jika tidak diolah atau dirawat dengan benar.

Penggunaan serat ijuk dapat bermanfaat tergantung pada aplikasi dan kondisi spesifiknya.

2.5.2 Kepadatan Serat Ijuk



Gambar 5 Penggunaan Ijuk sebagai Geogrid

Kepadatan serat ijuk atau sering juga disebut sebagai densitas serat ijuk merupakan ukuran dari massa serat ijuk per satuan volume. Ijuk adalah serat alami yang berasal dari pohon aren (*Arenga pinnata*) dan sering digunakan untuk berbagai keperluan, seperti pembuatan sapu, kasur, dan material bangunan.

Densitas serat ijuk dapat bervariasi tergantung pada kondisi serat dan metode pengukuran. Secara umum, kepadatan serat alami seperti ijuk berkisar antara 0,9 hingga 1,4 g/cm³. Untuk mendapatkan nilai yang lebih spesifik, pengukuran

langsung biasanya dilakukan, yang melibatkan penimbangan serat dan pengukuran volumenya. Kepadatan serat juga sangat mempengaruhi kekuatan serat dalam hal kekuatan tarik.

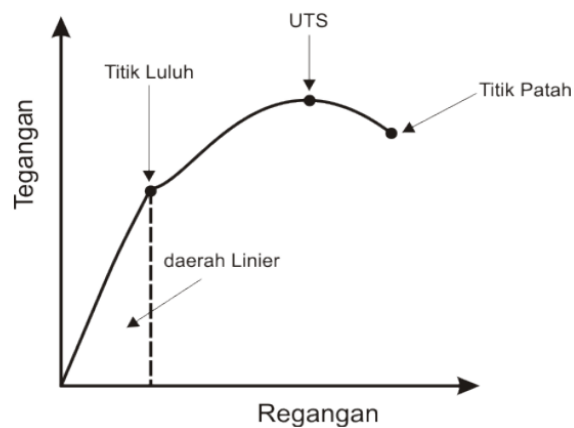
2.6 Prinsip Kerja Kekuatan Tarik

Prinsip kerja kekuatan tarik didasarkan pada kemampuan suatu material untuk menahan gaya tarik yang berusaha untuk meregangkan atau memanjangkan material tersebut. Berikut adalah prinsip kerjanya: aplikasi gaya tarik, distribusi tegangan, elastisitas dan deformasi, batas proporsional dan elastis, deformasi plastis dan kerusakan sampai kekuatan tarik maksimum. Prinsip ini sangat penting dalam desain dan analisis struktur, terutama dalam bidang teknik sipil, material, dan mesin, untuk memastikan bahwa material yang digunakan dapat menahan gaya tarik yang diharapkan dalam aplikasi mereka.

2.6.1 Kurva Uji Tarik

Sampel logam ditempatkan pada uji tarik. Karena peningkatan beban aksial terjadi secara bertahap, maka perpanjangan total diukur terhadap panjang setiap peningkatan beban dan dilanjutkan hingga terjadi keruntuhan pada benda uji. Setelah pengujian, luas penampang awal dan panjang sampel dapat ditentukan, serta tegangan normal (σ) dan regangan (ϵ) dapat ditentukan.

Grafik tegangan sumbu y (σ) dan tegangan sumbu x (ϵ) disebut kurva tegangan-regangan. Bentuk kurva tegangan-regangan dapat bervariasi tergantung pada jenis sampel atau bahan. Berikut adalah kurva tegangan-regangan sampel baja struktur karbon sedang yang ditunjukkan pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6 Kurva Tegangan-Regangan

Tegangan elastis (σ_e) merupakan tegangan yang terjadi pada batas elastis. Tegangan maksimum (σ_{maks}) adalah tegangan pada batas maksimum yang menunjukkan gaya yang dapat ditahan oleh material. Tegangan maksimum adalah tegangan maksimum yang mampu ditahan suatu material sebelum terjadi keruntuhan, persamaannya diturunkan dari perbandingan beban maksimum terhadap luas penampang material. Perpanjangan yang ditunjukkan pada kurva adalah perbandingan antara perpanjangan panjang benda uji yang diukur dengan panjang awal benda uji, seperti pada persamaan berikut.

2.6.2 Kapasitas Tarik dan Cabut (Pull Out) Geogrid

Resistensi pull-out geotekstil adalah ukuran penting dalam menentukan kekuatan interaksi antara geotekstil dan tanah sekitarnya. Nilai ini dapat diperoleh melalui uji tarik di laboratorium dan biasanya dinyatakan dalam bentuk gaya tarik per satuan panjang (kN/m) atau tegangan geser mobilisasi pada antarmuka geotekstil dan tanah. Secara matematis, resistensi ini dihitung berdasarkan tegangan normal efektif yang bekerja pada geotekstil, panjang geotekstil yang tertanam dalam zona pasif, dan panjang efektif per satuan lebar geotekstil.

Parameter resistensi pull-out sangat penting dalam perancangan perkuatan lereng dan dinding penahan tanah. Resistensi ini berfungsi untuk memberikan penahan di luar permukaan yang berpotensi mengalami kegagalan, sehingga memastikan stabilitas struktur. Dengan mengukur kekuatan gesekan dan interaksi mekanis antara geotekstil dan tanah, desainer dapat memastikan bahwa struktur tersebut mampu menahan beban yang diterapkan dan mengurangi risiko kegagalan. Kapasitas cabut geogrid (Rimoldi, 2016) dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$F_{po} = 2f_{po}L\sigma_v \tan \phi_{ss} \dots\dots\dots(1)$$

(Sumber : *Geotextiles used in reinforcing walls, berms, and slopes. 2016*)

Keterangan :

F_{po} = Kapasitas cabut (kN/m)

f_{po} = faktor cabut (*Pullout factor*)

L = Panjang geotekstil (m)

σ_v = Tegangan vertikal (KPa)

ϕ_{ss} = Sudut geser tanah (°)

2.7 Penelitian Terdahulu

Dalam mendukung penelitian ini maka dilakukan studi literatur terhadap penelitian terdahulu untuk dijadikan sebagai rujukan, untuk dapat menunjukkan perbedaan penelitian yang dilakukan dengan penelitian-penelitian terdahulu yang memiliki kesamaan. Untuk perbedaan-perbedaan dari penelitian ini di fokuskan pada jenis material pengujian, penerapan formulasi yang digunakan dan pemilihan metode-model penelitian yang digunakan. Kekuatan tarik geogrid serat kelapa sawit dipengaruhi oleh berbagai faktor. (Islam et al., 2017) menemukan bahwa penambahan serat baja dapat meningkatkan kekuatan tarik beton geopolimer, yang dapat berimplikasi pada penggunaan geogrid serat kelapa sawit pada aplikasi yang serupa. (Shokr et al., 2022) mengamati peningkatan kekuatan tarik utama geogrid fiberglass kaku pada suhu yang lebih rendah, yang menunjukkan adanya potensi efek yang sama pada geogrid serat kelapa sawit. (Guo et al., 2014) dan (Bin Che Mahzan et al., 2014) keduanya mempelajari kekuatan tarik serat kelapa sawit, dengan Guo mencatat penurunan kekuatan dengan bertambahnya panjang pengukur dan Ammar menemukan bahwa komposisi serat 30wt% menghasilkan kekuatan tarik tertinggi pada material komposit. Temuan-temuan ini secara kolektif menunjukkan bahwa kekuatan tarik geogrid serat kelapa sawit dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti penambahan serat baja, temperatur, dan komposisi serat. Beberapa penelitian terdahulu telah banyak dilakukan pada penggunaan geotekstil maupun geogrid dengan matererial ijuk seperti pada Tabel 2.

Tabel 2 Penelitian Terdahulu

Penulis	Judul Tulisan	Metode Penelitian	Hasil
(Andika & Hermawan, 2022)	Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Geotekstil Menggunakan Program Geoslope	Model Laboratorium	Penelitian ini menyelidiki pengaruh kadar air tanah, kadar geotekstil, dan kemiringan vertikal terhadap sifat-sifat tanah dengan menggunakan Analisis Geoslope secara manual dan Geoslope.
(Marandi et al., 2008)	<i>Strength and Ductility of Randomly Distributed Palm Fibers Reinforced Silty-Sand Soils</i>	Model Laboratorium	Tanah yang diperkuat dengan menggunakan ijuk sebagai penguat utama merupakan bahan rekayasa yang bermanfaat.
(Guo et al., 2014)	<i>Tensile strength analysis of palm leaf sheath fiber with Weibull distribution</i>	Model Laboratorium	Kekuatan serat kelapa sawit ternyata lebih sensitif terhadap ukuran panjang daripada serat sisal.

Penulis	Judul Tulisan	Metode Penelitian	Hasil
(Aljalawi, 2019)	<i>Effect of sustainable palm fiber on high strength concrete properties</i>	Model Laboratorium	Kekuatan tekan meningkat 47,6%, 66,2%, bentuk (2,4,6)% serat masing-masing pada umur 28 hari.
(Siva Chidambaram & Agarwal, 2014)	<i>The confining effect of geo-grid on the mechanical properties of concrete specimens with steel fiber under compression and flexure</i>	Model Laboratorium.	Geogrid dapat menjadi bahan alternatif yang efektif untuk membatasi beton dibandingkan dengan teknik pembatasan konvensional.
(Mohd Nurazzi et al., 2020)	<i>Effect of fiber orientation and fiber loading on the mechanical and thermal properties of sugar palm yarn fiber reinforced unsaturated polyester resin composites</i>	Model Laboratorium	Performa mekanik komposit tertinggi dicapai pada komposit dengan orientasi serat 0° yang diikuti dengan orientasi serat 45° dan 90°.
(Zhai et al., 2012)	<i>Tensile strength of windmill palm (Trachycarpus fortunei) fiber bundles and its structural implications</i>	Model Laboratorium	Kekuatan tarik dan modulus Young dari bundel serat individu pada spesies ini meningkat secara paralel dengan penurunan diameter bundel serat.
(Taallah et al., 2014)	<i>Mechanical properties and hygroscopicity behavior of compressed earth block filled by date palm fibers</i>	Model Laboratorium	Penambahan serat di bawah tekanan pemadatan memiliki efek yang tidak baik pada sifat-sifat CEB.
(Ling et al., 1998)	<i>Tensile Properties of Geogrids under Cyclic Loadings</i>	. Model Laboratorium	Kekuatan yang diperoleh dari uji statis tampak masuk akal untuk desain yang mempertimbangkan pembebanan siklik jangka pendek.
(Thiruchitrabalam & Shanmugam, 2012)	<i>Influence of pre-treatments on the mechanical properties of palmyra palm leaf stalk fiber–polyester composites</i>	Model Laboratorium	Perlakuan awal kimiawi pada serat mengurangi penyerapan air pada komposit.