

**ANALISIS PERKUATAN TANAH MENGGUNAKAN
GEOTEKSTIL PADA PROYEK PEMBANGUNAN JALAN
TOL PEKANBARU – PADANG**

SKRIPSI

OLEH :

**MUHAMMAD FEDRI
198110017**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2023**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 2/2/24

Access From (repository.uma.ac.id)2/2/24

**ANALISIS PERKUATAN TANAH MENGGUNAKAN
GEOTEKSTIL PADA PROYEK PEMBANGUNAN JALAN
TOL PEKANBARU – PADANG**

SKRIPSI

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area



Oleh:


**MUHAMMAD FEDRI
198110017**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Analisis Perkuatan Tanah Menggunakan Geotekstil Pada
Proyek Pembangunan Jalan Tol Pekanbaru - Padang
Nama : Muhammad Fedri
NPM : 198110017
Fakultas : Teknik

Disetujui Oleh:
Komisi Pembimbing


Tika Ermita Wulandari, S.T., M.T
Pembimbing


Dr. Rahmad Syaiful, S.Kom., M.Kom
Dekan


Tika Ermita Wulandari, S.T., M.T
Ka. Program Studi

Tanggal Lulus : 7 Agustus 2023

HALAMAN PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah ditulis sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah. Saya bersedia menerima saksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, 7 Agustus 2023



Muhammad Fedri
198110017



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

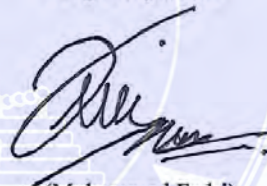
Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Muhammad Fedri
NPM : 198110017
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non Exclusive Royalty Free-Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : Analisis Perkuatan Tanah Menggunakan Geotekstil Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Pekanbaru - Padang. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan
Pada tanggal : 7 Agustus 2023
Yang menyatakan



(Muhammad Fedri)

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Medan pada tanggal 28 Maret 2001 dari Ayah yang bernama Bapak Edi Pramono dan Ibu yang bernama Ibu Sri Rahmawati. Penulis merupakan putra ke 2 dari tiga bersaudara. Tahun 2019 Penulis lulus dari SMA Laksamana Martadinata Medan dan pada tahun 2019 terdaftar sebagai Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Penulis melaksanakan Praktek Kerja Lapangan (PKL) di Proyek Pembangunan Jalan Tol Ruas Pekanbaru – Padang Seksi Bangkinang – Pangkalan.



KATA PENGHANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala karunia-Nya sehingga Skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam skripsi ini ialah bidang Geoteknik yang berhubungan dengan perkuatan tanah dengan judul **“Analisis Perkuatan Tanah Menggunakan Geotekstil Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Pekanbaru – Padang”**. Terima kasih penulis sampaikan kepada Ibu Tika Ermita Wulandari, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing dan juga selaku Kepala Prodi Teknik Sipil yang telah banyak memberikan saran. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada Bapak Taufik Rohman selaku Kasie Engineering dan Pimpinan beserta seluruh Staff PT. Wijaya Karya (Persero) Proyek Pembangunan Jalan Tol Ruas Pekanbaru – Padang Seksi Bangkinang – Pangkalan. Disamping itu penghargaan penulis sampaikan kepada kedua orang tua penulis yang bernama Bapak Serda. Edi Pramono dan Ibu Sri Rahmawati yang telah banyak memberikan sokongan dan doa serta dukungan moril dan materil kepada penulis selama penyusunan skripsi. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada kakak dan adik kandung yang bernama Sri Audri Prastika, A.Md. Par, dan adik yang bernama Chelsea Pradita atas segala doa dan perhatiannya. Dan ucapan terima kasih juga kepada teman - teman seperjuangan angkatan 2019 dan Badan Kepengurusan IMS FT UMA Periode 2022 – 2023. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu, kritik dan saran sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi kalangan akademik maupun masyarakat. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

Penulis

(Muhammad Fedri)

ABSTRAK

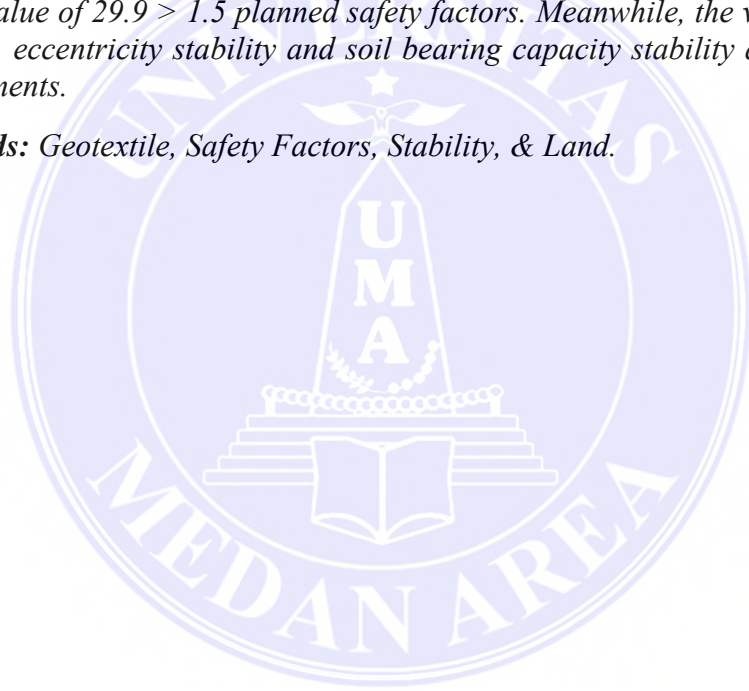
Pada pekerjaan Geoteknik di Jalan Tol sangat berhubungan dengan yang namanya perbedaan elevasi jalan yang direncanakan dengan elevasi yang ada dilapangan. Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Pekanbaru - Padang banyak sekali pekerjaan timbunan dan galian tanah. Faktor ini yang mempengaruhi terjadinya ambruk pada badan jalan yang menyebabkan tanah harus dianalisis ulang suatu stabilitasnya. Penelitian ini hanya membahas tentang stabilitas tanah timbunan pada STA44+550 – STA 44+650 pada Jalan Tol Ruas Pekanbaru – Padang Seksi Bangkinang – Pangkalan dan perkuatan yang disusun harus menggunakan material tambahan *geotextile Woven dan Non Woven*. Penelitian ini dibuat dengan mencari nilai *safety factors* kondisi bawah tanah dan jumlah kebutuhan geotekstil serta kekuatan geotekstil dengan faktor keamanan rencana sebesar 1,5 untuk mencari stabilitas guling, stabilitas geser, stabilitas eksentrisitas, dan stabilitas daya dukung tanah tanpa memperhitungkan beban gempa pada titik lokasi tersebut. Dari hasil analisis yang didapat, titik lokasi tersebut hanya mampu bisa menahan stabilitas guling dengan nilai sebesar $29,9 > 1,5$ *safety factors* yang direncanakan. Sedangkan nilai stabilitas geser, stabilitas eksentrisitas, dan stabilitas daya dukung tanah tidak memenuhi syarat.

Kata kunci: *Geotextile*, Faktor Keamanan, Stabilitas, & Tanah

ABSTRACT

Geotechnical work on toll roads is closely related to the difference between the planned road elevation and the existing elevation in the field. In the Pekanbaru - Padang Toll Road Construction Project, there was a lot of earth filling and excavation work. This factor influences the occurrence of collapses on the road body which causes the soil to have to be reanalyzed for its stability. This research only discusses the stability of embankment soil at STA 44+550 – STA 44+650 on the Pekanbaru – Padang Bangkinang Section of the Toll Road – The base and reinforcements that are prepared must use additional Woven and Non-Woven geotextile materials. This research was carried out by looking for the safety factor values for underground conditions and the amount of geotextile needed and the strength of the geotextile with a planned safety factor of 1.5 to look for rolling stability, shear stability, eccentricity stability and soil bearing capacity stability without taking into account the earthquake load at that location point. . From the analysis results obtained, this location point can only withstand rolling stability with a value of $29.9 > 1.5$ planned safety factors. Meanwhile, the values for shear stability, eccentricity stability and soil bearing capacity stability do not meet the requirements.

Keywords: *Geotextile, Safety Factors, Stability, & Land.*



DAFTAR ISI

COVER.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
RIWAYAT HIDUP.....	vi
KATA PENGHANTAR.....	vii
ABSTRAK.....	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xivv
DAFTAR NOTASI.....	xv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Maksud Penelitian.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	2
1.5. Batasan Masalah.....	3
1.6. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Peneliti Terdahulu.....	5
2.2. Tinjauan Umum.....	7
2.3. Tanah.....	7
2.4. Klasifikasi Tanah.....	8
2.5. Ukuran Partikel Tanah.....	11
2.6. Fase Tanah.....	12
2.7. Tanah Lunak.....	14
2.7.1 Karakteristik Tanah Lunak.....	14
2.7.2 Sifat Fisis Tanah Lunak.....	14
2.7.3 Sifat Mekanis Tanah Lunak.....	14
2.8. Geosintetik.....	13
2.8.1. Klasifikasi Geosintetik.....	16
2.8.2. Geosintetik Berbentuk Tekstil.....	17
2.8.3. Geosintetik Berbentuk Jaring.....	19
2.8.4. Fungsi Geosintetik.....	20
2.9. <i>Geotextile</i>	22
2.9.1. <i>Geotextile</i> Anyam (<i>Woven</i>).....	25
2.9.2. Keunggulan dan Kelemahan <i>Geotekstil Woven</i>	26
2.9.3. <i>Geotekstil</i> Tidak Anyam (<i>Non Woven</i>).....	27
2.9.4. Keunggulan dan Kelemahan <i>Geotextile Non Woven</i>	27

2.10. Perhitungan Jumlah Kebutuhan <i>Geotextile</i>	28
2.11. Perkuatan Tanah dengan <i>Geotextile</i>	29
2.11.1. Stabilitas <i>Eksternal</i>	31
2.11.2. Stabilitas <i>Internal</i>	32
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	33
3.1. Gambaran Umum Proyek	33
3.2. Lokasi dan Peta Penelitian	34
3.3. Spesifikasi <i>Geotextile</i>	34
3.4. Letak Penggunaan <i>Geotextile</i>	35
3.5. Tahap Persiapan	36
3.7. Metode Pelaksanaan	38
3.8. Tahap Penelitian	40
3.9. Kerangka Berpikir	42
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1. Perhitungan Jumlah Kebutuhan <i>Geotextile</i>	34
4.1.1. Tegangan Izin <i>Geotextile</i>	35
4.1.2. Nilai Momen Dorong	35
4.1.3. Nilai Momen Rencana	36
4.1.4. Nilai Tambahan Momen Penahan	36
4.1.5. Kebutuhan Kekuatan <i>Geotextile</i>	37
4.1.6. Jumlah Momen <i>Geotextile</i>	37
4.2. Perkuatan Tanah dengan <i>Geotextile</i>	38
4.3. Stabilitas Eksternal	39
4.3.1. Menentukan Jarak Arah Vertikal Antar <i>Geotextile</i>	39
4.3.2. Menentukan Lapis <i>Geotextile</i>	40
4.3.3. Stabilitas Terhadap Geser	41
4.3.4. Stabilitas Terhadap Guling	42
4.3.5. Stabilitas Terhadap Eksentrisitas	42
4.3.6. Stabilitas Terhadap Kapasitas Daya Dukung Tanah	43
4.4. Stabilitas Internal	44
4.4.1. Panjang <i>Overlapping</i>	44
4.4.2. Panjang Efektif	44
4.5. Pembahasan	45
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1. Kesimpulan	33
5.2. Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	58

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 Jenis Tanah dan Ukuran Partikelnya.....	9
Tabel 2 Berat Jenis Tanah.....	14
Tabel 3 Gambaran Umum Proyek.....	27
Tabel 4 Spesifikasi Material <i>Geotextile Woven</i>	28
Tabel 5 Spesifikasi Material <i>Geotextile Non Woven</i>	29
Tabel 6 Faktor Reduksi.....	32
Tabel 7 Data Tanah Timbunan.....	36
Tabel 8 Data <i>Geotextile Woven</i> dan <i>Non Woven</i>	36
Tabel 9 Data Koefisien Daya Dukung Tanah.....	36
Tabel 10 Perolehan Data <i>Safety Factors</i> Tiap Stabilitas.....	53
Tabel 11 Perolehan data Stabilitas Internal.....	54

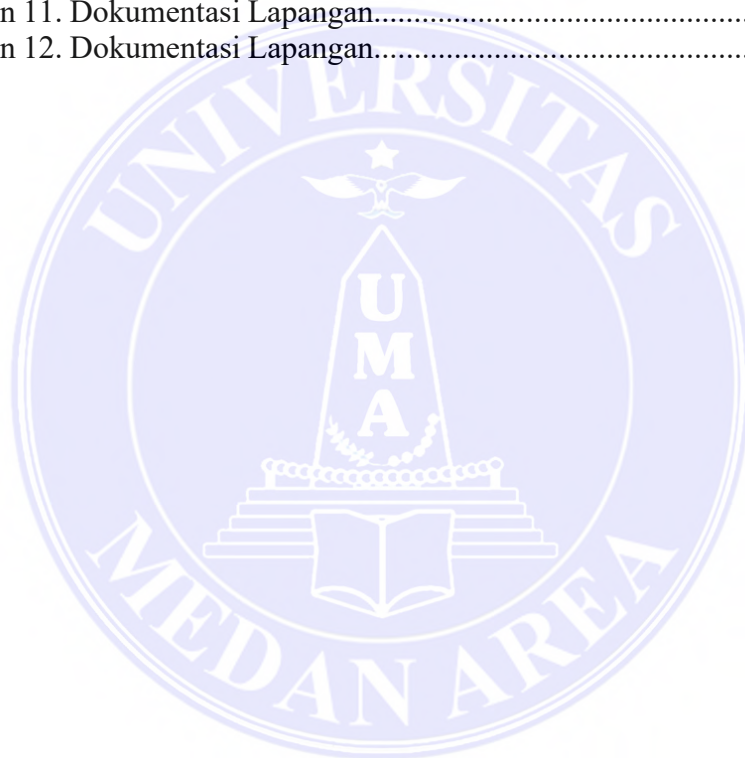


DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 (a)Elemen Tanah di Alam (b)Tiga Fase Penyusun Tanah.....	10
Gambar 2 Klasifikasi <i>Geosintetik</i>	12
Gambar 3 <i>Geotextile</i> Teranyam.....	13
Gambar 4 <i>Geotextile</i> Tak Teranyam.....	13
Gambar 5 Rajutan.....	13
Gambar 6 <i>Geogrid</i>	14
Gambar 7 <i>Geomembran</i>	14
Gambar 8 <i>Geosynthetic Clay Liner</i>	15
Gambar 9 Separator.....	15
Gambar 10 Perkuatan.....	16
Gambar 11 Penyaring.....	16
Gambar 12 Drainase.....	17
Gambar 13 Penahan.....	17
Gambar 14 <i>Geotextile Woven</i>	20
Gambar 15 <i>Geotextile Non Woven</i>	21
Gambar 16 Distribusi Tekanan Tanah Lateral.....	24
Gambar 17 Topografi Lokasi Proyek Jalan Tol.....	28
Gambar 18 Potongan Melintang STA 44+550.....	29
Gambar 19 Potongan Melintang STA 44+650.....	30
Gambar 20 <i>Borelog</i> BH-12.....	29
Gambar 21 <i>Stripping</i> Tanah.....	31
Gambar 22 Galian <i>Shearkey</i> (Pengunci) pada Timbunan.....	31
Gambar 23 Galian Tanah <i>Replacement</i>	31
Gambar 24 Perletakan <i>Geotextile Non Woven</i>	31
Gambar 25 Perletakan <i>Geotextile Woven</i>	33
Gambar 26 Kerangka Berpikir.....	35
Gambar 27 Pembagian Zona pada Tanah Timbunan.....	41

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Detail gambar rencana geotextile STA 44+550.....	57
Lampiran 2. Detail gambar rencana geotextile STA 44+650.....	58
Lampiran 3. Data Borelog BH – 12.....	59
Lampiran 4. Deskripsi Jenis Tanah Tiap BH.....	60
Lampiran 5. Deskripsi Jenis Tanah Tiap BH.....	61
Lampiran 6. Rekapitulasi <i>Index Properties</i>	62
Lampiran 7. Titik Lokasi BH – 12.....	63
Lampiran 8. Pemasangan <i>Geotextile Non Woven</i> Sebagai Separator.....	63
Lampiran 9. Pemasangan <i>Geotextile Woven</i> Sebagai Stabilisator.....	64
Lampiran 10. Pengambilan Tanah Timbunan.....	65
Lampiran 11. Dokumentasi Lapangan.....	66
Lampiran 12. Dokumentasi Lapangan.....	67



DAFTAR NOTASI

T_{all}	: Tegangan ijin <i>geotextile</i>
T_{ult}	: Kuat tarik ultimate <i>geotextile</i> berdasarkan spesifikasi pabrik
FS	: Faktor reduksi
FS_{id}	: Faktor reduksi karena kerusakan saat pemasangan
FS_{Scr}	: Faktor reduksi terhadap kerusakan akibat rangkai
FS_{cd}	: Faktor reduksi terhadap kerusakan karena bahan-bahan kimia
FS_{bd}	: Faktor reduksi terhadap kerusakan karena aktivitas biologi tanah
MR_{min}	: Momen rencana minimum
M_{dorong}	: Nilai momen dorong
$MR_{rencana}$: Momen rencana
$SF_{rencana}$: <i>Safety Factors</i> rencana
ΔMR	: Nilai momen penahan
$M_{geotekstil}$: Momen <i>geotextile</i>
T_i	: Jarak vertikal antara geotekstil dengan pusat bidang longsor
Σ Momen	: Jumlah momen
σ_{hc}	: Tekanan tanah lateral
q	: Beban merata
K_a	: Koefisien tanah aktif
H	: Tinggi lapisan tanah
γ_b	: Berat volume tanah
c	: Kohesi
ϕ	: Sudut geser dalam tanah
SV	: Jarak vertikal antar lapis <i>geotextile</i>
SF	: <i>Safety factors</i>
RF_{id}	: Faktor reduksi akibat kerusakan saat pemasangan
FK	: Faktor keamanan
L	: Panjang <i>geotextile</i>
σ_{ult}	: Tegangan <i>ultimit</i>
N_c	: Koefisien daya dukung tanah
N_y	: Koefisien daya dukung tanah
e	: Nilai eksentrisitas tanah
σ_{hci}	: Tekanan horizontal rata-rata pada lipatan
S_{vi}	: Jarak tulangan arah vertikal
Z_i	: Kedalaman tulangan yang ditekuk masuk ke tanah
L_o	: Panjang <i>overlapping</i>
L_e	: Panjang efektif

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan era pembangunan modern, ada beberapa jenis konstruksi jalan yang bermacam-macam. Dalam membangun sebuah konstruksi jalan diperlukan suatu area yang memadai dan mendukung agar konstruksi tersebut memiliki suatu elevasi muka tanah yang rata dan kuat. Seperti Pembangunan Jalan Tol Pekanbaru – Padang yang menghubungkan Provinsi Riau dengan Sumatera Barat. Proyek tersebut terdapat permasalahan pada tanahnya seperti terdapat banyaknya area rawa dan banyak mengandung kadar air.

Keberadaan tanah seperti ini memiliki muka air tanah yang tinggi dan memberikan banyak kerugian seperti kurangnya daya dukung yang bisa menyebabkan permukaan tanah mengalami penurunan sehingga berpengaruh pada struktur jalan dan bisa berbahaya bagi pengguna jalan. Maka permasalahan tersebut harus dipersiapkan dan dilaksanakan dengan cermat agar tidak menimbulkan masalah di kemudian hari. Dengan memperhatikan beberapa hal, aspek dan kondisi di lapangan agar dapat diyakini bahwa timbunan tanah yang akan dibangun dapat sesuai dengan perencanaan yang sudah direncanakan.

Lokasi yang di analisis pada tugas akhir ini merupakan Pembangunan Jalan Tol Pekanbaru – Padang tepatnya pada STA 44+550 – STA 44+650 dan berdasarkan hasil penyelidikan dengan menggunakan *boring log* merupakan tanah berlempung lunak yang apabila terdapat beban di atasnya maka akan mengalami penurunan yang cukup besar.

Untuk mengatasi penurunan tersebut ada beberapa metode yang bisa digunakan pada umumnya yaitu perbaikan tanah dengan bahan kimia, hidrolis, injeksi atau dengan menambah material sebagai media perkuatan tanah. Metode *Geotextile* merupakan perkuatan tanah dengan menggunakan bahan yang terbuat dari material *polipropilen* atau *poliester* dimana sangat berguna dalam menyelesaikan masalah yang berhubungan dengan perkuatan dan kestabilan tanah agar tanah semakin kuat untuk menghindarkan tanah yang mengalami penurunan.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun bahasan masalah yang dibahas dalam penelitian ini meliputi :

1. Menganalisis perkuatan tanah dengan menggunakan *geotextile* serta kebutuhan *geotextile*.
2. Apakah metode perkuatan dengan *geotextile* dapat meningkatkan stabilitas tanah?

1.3. Maksud Penelitian

Adapun maksud dari penelitian ini untuk menganalisis kekuatan pada tanah dengan menggunakan *geotextile* serta kebutuhan *geotextile* pada pembangunan Jalan Tol Pekanbaru– Padang STA 44+550 – STA 44+650.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui Kebutuhan *geotextile* yang diperlukan pada STA 44+550 – STA 44+650.
2. *Safety factor* yang didapat setelah dilakukan perkuatan tanah dengan menambah *geotextile*.

1.5. Batasan Masalah

Untuk memberi ruang lingkup yang jelas dan terarah serta mengingat kemampuan penulis yang terbatas, maka perlu dilakukan pembatasan masalah dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut :

1. Penelitian ini hanya dilakukan pada proyek Pembangunan Jalan Tol Pekanbaru – Padang tepatnya di STA 44+550 – STA 44+650.
2. Penelitian ini hanya membahas tentang analisis perkuatan tanah dengan menggunakan *geotextile*.
3. Penulis tidak membahas mengenai menghitung CBR dan data hasil laboratorium tanah untuk menghindari penyimpangan pengolahan data yang terlalu jauh dan juga pembahasannya tidak terlalu luas serta sesuai dengan kelengkapan data yang diperoleh dari perusahaan PT. Wijaya Karya (persero).

1.6. Manfaat Penelitian

1. Bagi penulis, ini berfungsi sebagai bahan untuk penulisan tugas akhir. Hal tersebut merupakan prasyarat untuk menyelesaikan pendidikan mata kuliah Teknik Sipil di Universitas Medan Area, sehingga mampu menerapkan ilmu yang didapat semasa pendidikan perkuliahan dan pengetahuan baru tentang analisis perkuatan tanah dengan metode *geotextile* dan tentunya dapat menambah pengetahuan ilmu lapangan saya sebagai penulis jika melakukan hal serupa di masa yang akan datang.

2. Untuk mahasiswa digunakan menjadi informasi tambahan untuk penelitian kedepannya tentang analisis perkuatan tanah dengan metode *geotextile*.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Peneliti Terdahulu

Peneliti terdahulu adalah kajian penelitian yang pernah dilakukan oleh peneliti sebelumnya yang dapat diambil dari berbagai sumber ilmiah seperti skripsi, tesis, disertasi atau jurnal penelitian untuk menghindari duplikasi hasil penelitian. Dari hasil penelusuran peneliti, diperoleh beberapa penelitian yang penulis anggap relevan dengan penelitian penulis, yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian yang dilakukan oleh Didiet Adhitya Melle & Popo Jatmiko (1999) Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Yogyakarta. Dalam penelitiannya yang berjudul “Pemakaian Geotekstil Sebagai Perkuatan Tanah Lunak Pada Badan Jalan”. Berdasarkan hasil penelitiannya didapatkan kesimpulan sebagai berikut : Dengan menggunakan geotekstil dapat memperkecil tebal lapisan pondasi bawah dan memperkecil tebal tanah timbunan. Pada rencana pelebaran jalan dengan timbunan tanah yang tidak tinggi maka geotekstil hanya berfungsi sebagai *separator*, untuk mencegah pencampuran tanah dasar (tanah yang jelek) dengan tanah timbunan. Penggunaan geotekstil berat 150 gr/m² dengan kuat tarik 26,20 kN/m pada proyek jalan Lamongan – Gresik memenuhi persyaratan untuk fungsinya sebagai *separator* sekaligus sebagai lereng (*reinforcement*).
2. Penelitian yang dilakukan oleh Mhd. Khuzeir Z. Lubis (2018) Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area. Dalam

penelitiannya yang berjudul “Evaluasi Perbaikan Tanah Menggunakan Geotekstil Untuk Meningkatkan Stabilitas Tanah Lapisan Subgrade Pekerjaan Jalan”. Berdasarkan hasil penelitiannya didapatkan kesimpulan sebagai berikut : Beban lalu lintas yang diperhitungkan membebani tanah lunak adalah sebesar $1,5 \text{ ton/m}^2$. Tipe *geotextile Non woven*, sedangkan dikajian ini geotekstil *polypropylene woven*. Kekuatan tarik *Non woven* 20 kN/m diperlukan 1 lapis *geotextile* sedangkan kekuatan tarik *polypropylene woven* 30 kN/m diperlukan 2 lapis *geotextile*. Pada lokasi penelitian perkuatan timbunan tidak dapat langsung dikerjakan, karena pada lokasi tersebut memiliki kadar air tanah yang cukup tinggi sehingga mengharuskan menggunakan *geotextile* sebagai perkuatan timbunan.

3. Penelitian yang dilakukan oleh Shyndi Vitanadia (2016) Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya. Dalam penelitiannya yang berjudul “Studi Analisis Hubungan Antara Jumlah Kebutuhan Geotextile Sebagai Perkuatan Timbunan Di Atas Tanah Lunak Dengan Variasi Ketinggian Timbunan”. Berdasarkan hasil penelitiannya didapatkan kesimpulan sebagai berikut : Variasi data tanah lunak yang digunakan dari ketentuan Ardana-Mochtar (1999), yaitu berdasarkan nilai Indeks Plastisitas 20, 40, dan 60 dengan kondisi asli dan Cu yang sudah meningkat, jumlah perkuatan geotextile dari seluruh hasil analisa bervariasi, sehingga jumlah yang diambil adalah jumlah hasil analisa variasi data. Jumlah perkuatan terbanyak tidak selalu berasal dari hasil analisa dengan SF terkecil, jumlah perkuatan geotextile

saat tanah telah memampat lebih sedikit dibandingkan dengan saat tanah belum memampat

2.2. Tinjauan Umum

Seiring berkurangnya ketersediaan lahan yang sesuai untuk pelaksanaan konstruksi, maka diperlukan melakukan perkuatan pada tanah yang kurang baik agar konstruksi dapat tetap dijalankan. Timbunan jalan diatas tanah lunak akan mengalami penurunan yang besar dan kemungkinan runtuh akibat kurangnya daya dukung tanah lunak terhadap beban timbunan. Suatu cara untuk memperbaiki kondisi tersebut adalah dengan cara perkuatan (*reinforcement*). *Geotextile* untuk perkuatan biasanya berhubungan dengan stabilisasi dan daya dukung tanah. Perkuatan dalam kasus ini hanya bekerja sementara sampai dengan kuat dukung (*bearing capacity*) tanah lunak meningkat hingga cukup untuk mendukung beban diatasnya (Djawardi, 2006)

Perkuatan tanah adalah suatu usaha yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas karakteristik tanah terutama untuk meningkatkan parameter kuat geser tanah yang akan mendukung sebuah bangunan struktur sehingga mampu menahan beban yang bekerja dan beban struktur sendiri dengan deformasi yang diijinkan (Hardiyatmo, 2007)

2.3. Tanah

Tanah menurut teknik sipil dapat didefinisikan sebagai sisa atau produk yang dibawa dari pelapukan batuan dalam proses geologi yang dapat digali tanpa peledakan dan dapat ditembus dengan peralatan pengambilan contoh (*sampling*) pada saat pemboran (Hendarsin, 2000).

Tanah adalah akumulasi partikel mineral yang tidak mempunyai atau lemah ikatan antar partikelnya, terbentuk karena pelapukan dari batuan. Diantara partikel-partikel tanah terdapat ruang kosong yang disebut pori-pori (*void space*) yang berisi air atau udara (Hardiyatmo, 2012).

Tanah merupakan bagian yang sangat penting dalam suatu pekerjaan konstruksi. Mengingat hampir semua bangunan itu dibuat diatas permukaan tanah, maka harus dibuatkan pondasi yang dapat memikul beban bangunan itu atau gaya yang bekerja melalui bangunan tersebut. Pada konstruksi jalan, beban lalu lintas pada suatu konstruksi jalan akan diterima oleh bagian-bagian dari lapisan perkerasan yang pada akhirnya akan disebarkan ke tanah dasar.

2.4. Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah adalah ilmu yang berhubungan dengan kategorisasi tanah berdasarkan karakteristik yang membedakan masing-masing jenis tanah. Klasifikasi tanah merupakan sebuah subjek yang dinamis yang mempelajari struktur dari sistem klasifikasi tanah, definisi dari kelas-kelas yang digunakan untuk penggolongan tanah, kriteria yang menentukan penggolongan tanah, hingga penerapannya dilapangan. Dalam arti umum klasifikasi berdasarkan tekstur adalah keadaan permukaan tanah yang bersangkutan dipengaruhi oleh ukuran tiap-tiap butir yang ada didalam tanah. Hasil dari penyelidikan sifat-sifat tanah dapat digunakan untuk mengevaluasi masalah-masalah tertentu seperti :

- a. Penentuan penurunan bangunan yaitu dengan menentukan kompresibilitas tanah.

- b. Penentuan kecepatan air yang mengalir lewat benda uji guna menghitung koefisien permeabilitas.
- c. Untuk mengevaluasi stabilitas tanah yang miring dengan menentukan kuat geser tanah.

Dalam ilmu teknik sipil, tanah dibagi menjadi beberapa bagian seperti kerikil (*Gravel*), pasir (*Sand*), Lanau (*Silt*), dan lempung (*Clay*).

2.4.1. Sifat – Sifat Tanah

Secara umum dari hasil survey dan pengujian di laboratorium tanah memiliki sifat – sifat seperti.

1. Permeabilitas tanah.
2. Kemampuan dan konsolidasi tanah.
3. Kekuatan tegangan geser tanah.
4. Klasifikasi tanah.

Sifat tanah berdasarkan lekatnya adalah sebagai berikut :

1. Tanah kohesif adalah tanah yang mempunyai sifat lekatan antara butir – butirnya seperti tanah lempung.
2. Tanahh Non Kohesif adalah tanah yang tidak mempunyai atau sedikit sekali lekatan antara butir – butirnya atau hampir tidak mengandung lempung misal pasir.
3. Tanah organik adalah tanah yang sifatnya sangat dipengaruhi oleh bahan – bahan organik seperti sisa – sisa hewan dan tumbuhan.

2.4.2. Sistem Klasifikasi USCS (Unified Soil Classification System)

Sistem klasifikasi yang umum digunakan di dunia adalah USCS atau sistem klasifikasi kesatuan. Sistem ini dikembangkan oleh Casagrande untuk digunakan dalam penilaian tanah untuk pembangunan lapangan terbang.

Menurut Braja, Das. M (1993) menjelaskan sistem klasifikasi USCS mengklasifikasikan tanah ke dalam dua kategori utaman, yaitu:

1. Tanah berbutir kasar yaitu tanah kerikil dan pasir yang kurang dari 50% berat total contoh tanah lolos saringan No. 200. Simbol untuk kelompok ini adalah G (*gravel*) untuk tanah berkerikil dan S (*sand*) untuk tanah berpasir. Selain itu juga dinyatakan gradasi tanah dengan simbol W (*well*) untuk tanah bergradasi baik dan P (*poor*) untuk tanah bergradasi buruk.
2. Tanah berbutir halus yaitu tanah yang lebih dari 50% berat contohnya lolos dari saringan No.200. Simbol kelompok ini dimulai dengan huruf M untuk lanau (*silt*) anorganik, C (*clay*) untuk lempung anorganik dan O untuk lanau organik. Simbol Pt (*peat*) digunakan untuk gambut dan tanah dengan kandungan organik tinggi. Plastisitas dinyatakan dengan L (*low*) untuk plastisitas rendah dan H (*high*) untuk plastisitas tinggi.

Tanah berbutir kasar ditandai dengan simbol kelompok seperti GW, GP, GM, GC, SW, SP, dan SC. Untuk klasifikasi yang benar, faktor – faktor berikut ini perlu diperhatikan :

1. Persentase butiran yang lolos ayakan No. 200 (fraksi halus)
2. Persentase fraksi kasar yang lolos ayakan No. 40

3. Koefisien keseragaman (*uniformity coefficient*) dan koefisien gradasi (*graduation coefficient*) untuk tanah dimana 0-12% lolos ayakan No.200.
4. Batas cair (LL) dan indeks plastisitas (PI) bagian tanah yang lolos ayakan No. 40 (untuk tanah di mana 5 % atau lebih lolos ayakan No. 200) .

2.4.3. Sistem Klasifikasi USDA (*United States Departement of Agriculture*)

Klasifikasi tekstur ini dikembangkan oleh Departemen Pertanian Amerika Serikat dan deskripsi batas susunan butir bawah sistem USDA. Kemudian dikembangkan lebih lanjut dan digunakan untuk pekerjaan jalan raya yang lebih dikenal dengan klasifikasi berdasarkan persentase susunan butir tanah oleh *U.S. Public Roads Administration* (Soedarmo, 1997)

Pada umumnya, tanah terbagi dalam beberapa kelompok seperti kerikil (*gravel*), pasir (*sand*), lanau (*silt*) dan lempung (*clay*). Tanah asli merupakan campuran dari butir – butir yang mempunyai ukuran yang berbeda – beda. Dalam sistem klasifikasi tanah berdasarkan tekstur, tanah diberi nama atas komponen utama yang dikandungnya, misalnya lempung berpasir (*sandy clay*), lempung berlanau (*Silty Clay*), dan seterusnya.

2.5. Ukuran Partikel Tanah

Untuk ukuran partikel tanah beragam-ragam, ada ukuran batu berkisar dengan diameter lebih dari 1 m sampai lempung dengan diameter berkisar 0,001 mm. Dapat dilihat tabel dibawah ini untuk berbagai ukuran jenis tanah :

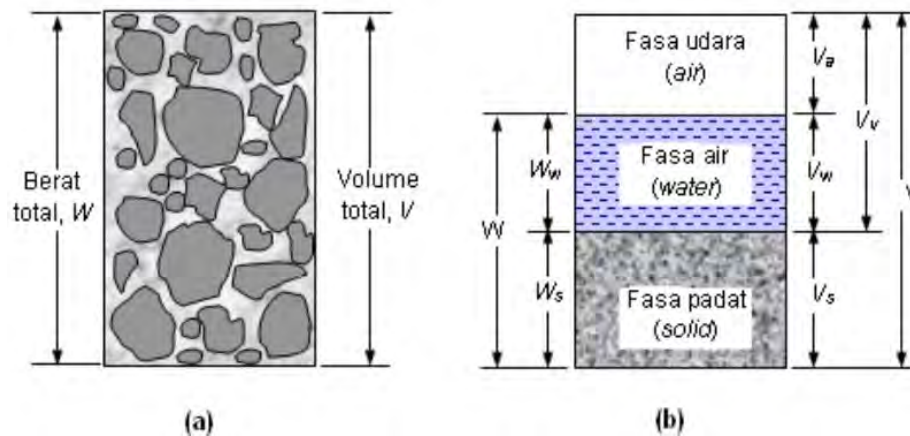
Tabel 1. Jenis Tanah dan Ukuran Partikelnya (Braja M. Das, 1988)

Jenis Tanah	Ukuran Partikel
Berangkal (<i>boulder</i>)	20 cm
Kerakal (<i>cobble stone</i>)	8 cm - 20 cm
Batu kerikil (<i>gravel</i>)	2 mm - 8 cm
Pasir kasar (<i>coarse sand</i>)	0,6 mm - 2 mm
Pasir sedang (<i>medium sand</i>)	0,2 mm - 0,6 mm
Pasir halus (<i>fine sand</i>)	0,06 mm - 0,2 mm
Lanau (<i>silt</i>)	0,002 mm - 0,06 mm
Lempung (<i>clay</i>)	0,002

2.6. Fase Tanah

Tanah tersusun dari butiran tanah atau partikel lainnya dan rongga-rongga atau pori diantara partikel butiran tanah. Rongga-rongga terisi sebagian atau seluruhnya dengan air atau zat cair lainnya. Rongga-rongga tanah yang tidak terisi oleh air atau zat cair akan terisi oleh udara atau bentuk lain dari gas. Volume yang ditempati oleh bagian besar tanah pada umumnya termasuk bahan penyusun lainnya yaitu bagian padat, cair, dan gas (udara) yang selanjutnya dikenal sebagai sistem tiga fase tanah (*three phase system*).

Sifat-sifat mekanis penting tanah seperti kekuatan (*strenght*) dan pemampatan (*compressibility*), secara langsung berhubungan dengan atau paling tidak dipengaruhi oleh faktor-faktor dasar seperti rapat masa (*density*), berat volume (*unit weight*), angka pori (*void ratio*), dan derajat kejenuhan (*degree of saturation*) Das Braja. M (1986).



Gambar 1. (a) Elemen Tanah di Alam (b) Tiga Fase Penyusun Tanah (Das Braja, M, 1986)

2.7. Tanah Lunak

Pada umumnya tanah yang disebut lapisan lunak termasuk jenis yang dinamakan lanau (*silt*) atau lempung (*clay*) yang mempunyai nilai pengujian penetrasi standar N yang lebih kecil dari 4 atau dikategorikan sebagai tanah gambut yang mempunyai kadar air yang sangat tinggi. Dan untuk lapisan tanah berpasir dalam keadaan lepas mempunyai nilai N kurang dari 10, diklasifikasikan sebagai lapisan lunak. Tanah lunak merupakan tanah kohesif yang terdiri dari sebagian besar butir – butir yang sangat kecil seperti lempung dan lanau.

Menurut (Hardiyatmo, 2006), tanah lempung memiliki sifat – sifat seperti berikut.

1. Ukuran butir halus kurang dari 0,002 mm.
2. Permeabilitas rendah.
3. Kenaikan air kapileritas tinggi
4. Bersifat sangat kohesif.
5. Kadar kembang susut yang tinggi.
6. Proses konsolidasi yang lambat.

Kebanyakan jenis tanah terdiri dari banyak campuran atau lebih dari satu macam ukuran partikel. Tanah lempung belum tentu terdiri dari partikel lempung saja, akan tetapi dapat tecampur butir – butiran ukuran lanau maupun pasir dan mungkin juga terdapat campuran bahan organik.

2.7.1. Karakteristik Tanah Lunak

Karakteristik dari tanah lunak yaitu memiliki gaya geser yang kecil, kemampuan besar, koefisien permeabilitas yang kecil dan mempunyai daya dukung rendah. Jika diberikan pembebanan (kontruksi) pada tanah tersebut yang melampaui daya dukung kritis, maka akan terjadi kerusakan tanah pondasi. Meskipun intensitas beban itu kurang dari daya dukung kritis, dalam jangka waktu yang lama besarnya penurunan akan meningkat yang akhirnya akan mengakibatkan berbagai kerusakan pada bangunan kontruksi. Sifat – sifat seperti ini menjadikan tanah lunak sebagai tanah yang kurang menguntungkan untuk dijadikan sebagai lapisan tanah dasar.

2.7.2. Sifat Fisis Tanah Lunak

Menurut Hardiyatmo (1992), berat jenis (Gs) dari butiran tanah sangat berperan penting dalam bermacam – macam keperluan perhitungan mekanika tanah. Nilai berat jenis dapat ditentukan secara akurat di pengujian laboratorium. Nilai berat jenis tanah dapat di lihat ditabel berikut.

Tabel 2. Berat Jenis Tanah (Hardiyatmo, 1992)

Jenis Tanah	Berat Jenis
Kerikil	2,65 – 2,68
Pasir	2,65 – 2,68
Lanau Anorganik	2,65 – 2,68
Lanau Organik	2,58 – 2,65
Lempung Anorganik	2,68 – 2,75

Humus	1,37
Gambut	1,25 – 1,80

2.7.3. Sifat Mekanis Tanah Lunak

Uji geser triaksial adalah uji yang dapat dipakai untuk menentukan parameter tegangan geser (Bowles, 1984). Uji geser triaksial menggunakan sampel tanah berdiameter 1,5 inch (38,1 mm) dan panjang 3 inch (76,2 mm). Sampel tanah ditutup dengan membran karet tipis dan diletakkan didalam sebuah bejana silinder dari bahan plastik atau gelas kemudian bejana tersebut diisi dengan air atau larutan gliserin. Uji triaksial unconsolidated undrained, air tidak diperbolehkan mengalir dari contoh tanah. Tegangan air pori tidak diukur pada percobaan ini. Hanya kekuatan geser unconsolidated undrained yang dapat ditentukan.

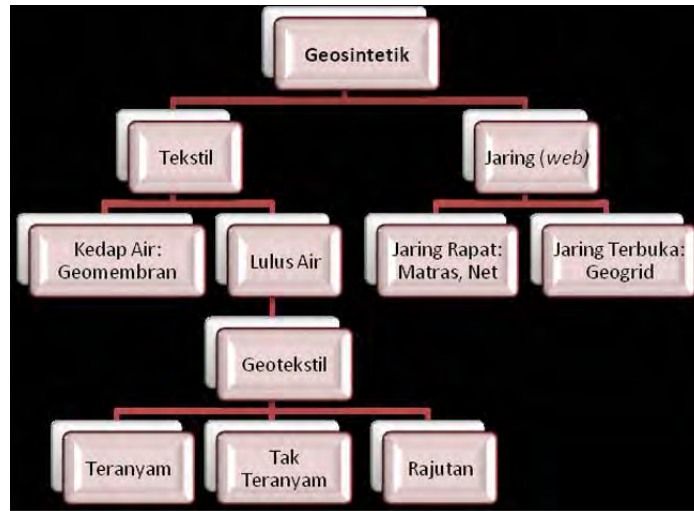
2.8. Geosintetik

Kata *geosintetik* berasal dari kata “Geo” dan “Sintetik”. Awalan “Geo” diberikan karena bahan ini pada umumnya berhubungan dengan tanah dan batu didalam penggunaannya, serta berperan besar didalam bidang geoteknik dan konstruksi berat, sedangkan kata “Sintetik” berarti barang yang dibuat oleh manusia. *Geosintetik* adalah sebutan umum untuk bermacam jenis bahan yang digunakan dalam bidang geoteknik. *Geosintetik* dibuat dari serat sintetis seperti : *polyester*, *polyethylene*, *polypropylene*, *polyvinclorida*, dan *nylon*. Serat sintetis tersebut termasuk dalam serat non selulosa yang dibuat dari molekul-molekul yang terdiri dari bermacam-macam kombinasi karbon, hidrogen, nitrogen, dan oksigen yang berasal dari minyak tanah, gas alam, udara dan air.

Teknologi geosintetik telah berkembang pesat dalam bidang geoteknik dalam halnya juga perkuatan tanah hingga dinding penahan tanah. Karena di lapangan, dinding penahan tanah banyak mengalami keruntuhan seperti rendahnya daya dukung tanah dasar hingga konsolidasi yang cukup besar dalam jangka waktu lama, longsor dan gelincir serta sampai disuatu permasalahan akibat air tanah pada timbunan dibelakang dinding. Material geosintetik telah banyak digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Salah satu keunggulannya adalah karena sifatnya yang lentur (*fleksibel*) serta memberikan ketahanan yang cukup terhadap beban-beban yang ditanggungnya.

2.7.1. Klasifikasi Geosintetik

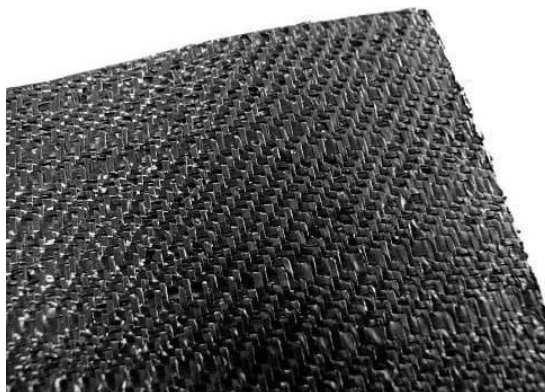
Geosintetik adalah suatu produk berbentuk lembaran yang terbuat dari bahan polimer lentur yang digunakan dengan tanah, batuan atau material geoteknik lainnya sebagai bagian yang tidak terpisahkan dari suatu pekerjaan struktur atau sistem (ASTM D4439). *Geosintetik* dibagi menjadi beberapa bagian seperti yang tersaji gambar dibawah ini.



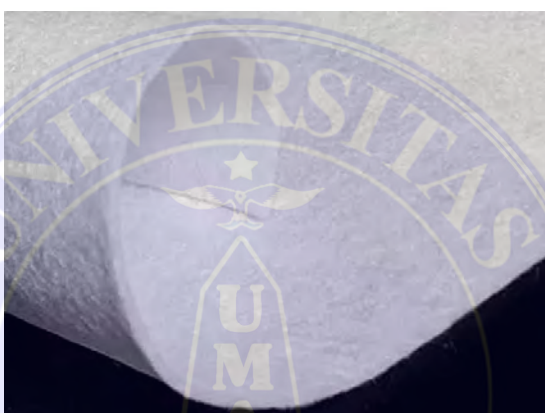
Gambar 2. Klasifikasi *Geosintetik* (Departemen PU, 2009)

2.7.2. Geosintetik Berbentuk Tekstil

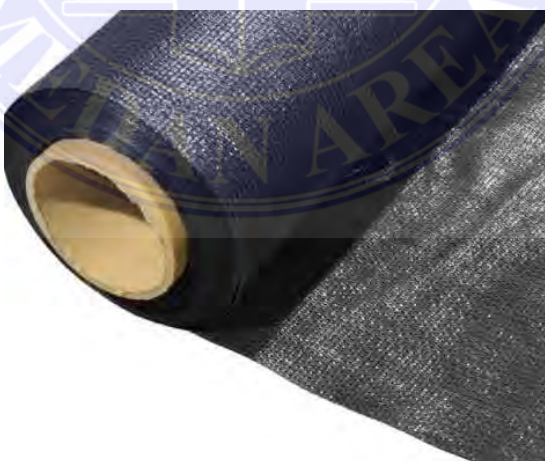
Berdasarkan sifat kelulusan air (*permeabilitas*), geosintetik berbentuk tekstil dapat dibagi menjadi kedap air dan lolos air. Geotekstil adalah jenis geosintetik yang lolos air berasal dari bahan tekstil. *Geomembran* dan *Geosynthetic Clya Liner* (CGL) merupakan jenis geosintetik kedap air yang biasa digunakan sebagai penghalang zat cair. Geotekstil kemudian dikelompokkan berdasarkan proses pembuatannya. Jenis geotekstil yang utama adalah *woven* (anyam) tak teranyam (*non woven*) dan rajutan (*knitted*).



Gambar 3. *Geotextile* Teranyam (Departemen PU, 2009)



Gambar 4. *Geotextile* Tak Teranyam (Departemen PU, 2009)



Gambar 5. Rajutan (Departemen PU, 2009)

2.7.3. Geosintetik Berbentuk Jaring

Geosintetik jaring (*web*) yang terdiri dari geosintetik dengan jaringan rapat dan jaring terbuka. Net dan matras merupakan salah satu jenis geosintetik berbentuk jaring rapat. Geogrid merupakan suatu contoh dari geosintetik yang berbentuk jaring (*web*). Fungsi dari geogrid adalah sebagai perkuatan tanah. Geogrid dibentuk oleh suatu jaring teratur dengan elemen-elemen tarik dan mempunyai lubang berukuran tertentu sehingga saling mengunci (*interlock*) dengan bahan pengisi di sekelilingnya seperti contoh gambar yang dibawah ini.



Gambar 6. Geogrid (Departemen PU, 2009)



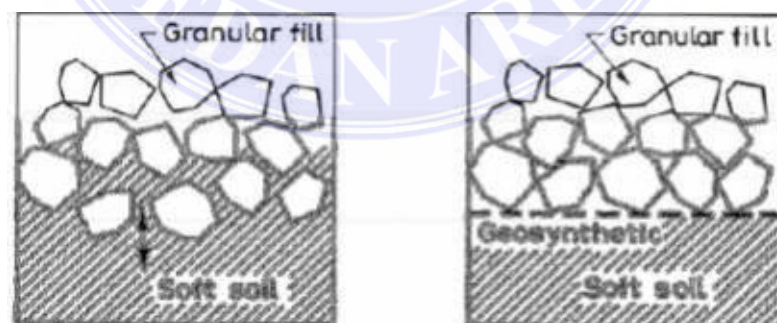
Gambar 7. Geomembran (Departemen PU, 2009)



Gambar 8. *Geosynthetic Clay liner* (Departemen PU, 2009)

2.7.4. Fungsi Geosintetik

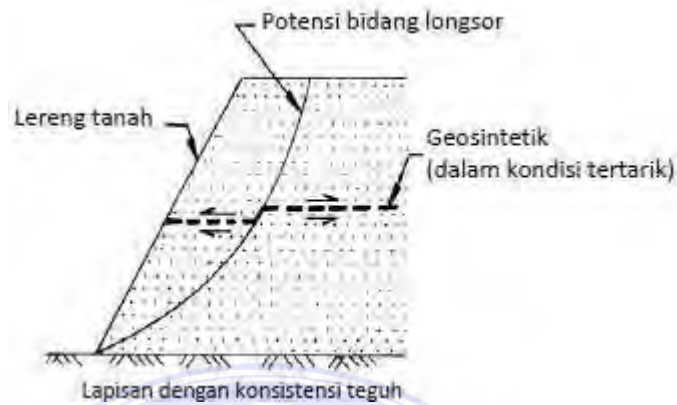
1. Sebagai pemisah materail (*separator*). Bahan ini digunakan untuk mencegah bercampurnya lapis pondasi jalan dengan tanah dasar yang lunak sehingga integritas dan tebal rencana struktur jalan dapat dipertahankan. Bahan *geosintetik* digunakan diantara dua material tanah yang tidak sejenis untuk mencegah terjadinya kelongsoran di dalam tanah.



Gambar 9. *Separator* (Lubis, 2018)

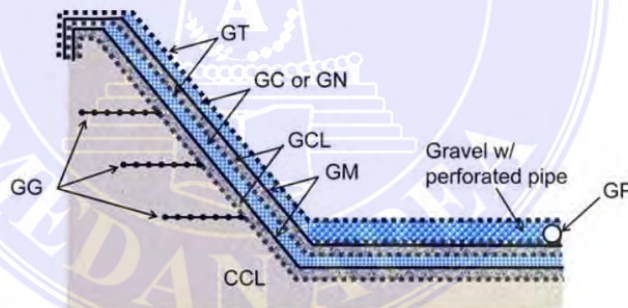
2. Sebagai perkuatan tanah. Sifat tarik bahan *geosintetik* dimanfaatkan untuk menahan tegangan atau deformasi pada struktur tanah. Untuk fungsi ini, geosintetik banyak digunakan untuk perkuatan timbunan diatas tanah lunak,

perkuatan lereng dan dinding tanah yang distabilisasi secara mekanis (*mechanically stabilized earth wall, MSEW*)



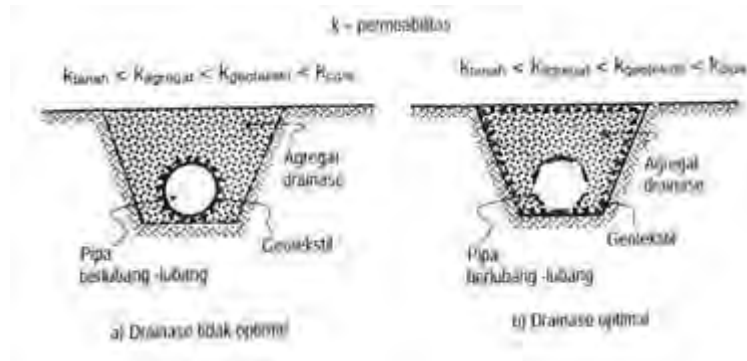
Gambar 10. Perkuatan (Lubis, 2018)

3. Penyaring (*filter*), yaitu bahan geosintetik digunakan untuk mengalirkan air ke dalam sistem drainase dan mencegah terjadinya migrasi partikel tanah melalui filter.



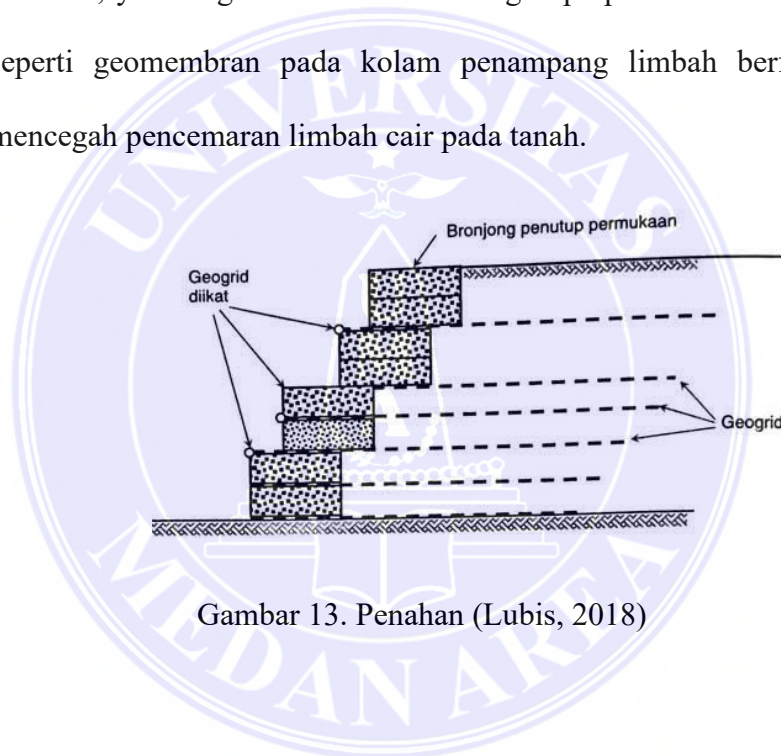
Gambar 11. Penyaring (Lubis, 2018)

4. Drainase, yaitu digunakan untuk mengalirkan air dari dalam tanah.



Gambar 12. Drainase (Lubis, 2018)

5. Penahan, yaitu digunakan untuk mencegah perpindahan zat cair atau gas seperti geomembran pada kolam penampang limbah berfungsi untuk mencegah pencemaran limbah cair pada tanah.



Gambar 13. Penahan (Lubis, 2018)

2.9. Jenis Geosintetik

1. *Geomembrane* merupakan berbentuk lapisan tipis yang kedap air dan berfungsi menyerupai membran. Umumnya terbuat dari lembaran – lembaran plastik atau karet, tetapi dapat juga dibuat dari bahan *geotextile* yang dibungkus aspal. Fungsi dari *geomembrane* yaitu sebagai lapis pelindung yang mencegah tembusnya air atau penguapan.

2. Geo-linier elements merupakan material yang bentuknya yang berupa lajur-jalur tunggal berdiri, baik berwujud pipih maupun seperti pipa. Dibuat dari susunan serat *polyester* yang dilindungi oleh bahan *heavy duty polyethylene*.
3. Geogrid merupakan material yang berbentuk mirip anyaman dalam grid dengan ukuran yang cukup besar menyerupai bentuk jaring (net) dengan spasi yang lebar pada daun – daunnya. Daun – daun tersebut terdiri dari tiga variasi bentuk tergantung dari penggunaannya yang terdiri dari :
 - a. *Nondeformed nets* yang berfungsi sebagai drainase.
 - b. *Deformed grids* yang berfungsi sebagai aplikasi perkuatan dan separator.
 - c. *Polymeric strips* yang digunakan sebagai aplikasi perkuatan.

Geogrid relatif lebih kaku dari pada *geotextile* sehingga fungsi dan penggunaannya akan menyesuaikan dengan karakteristik dari masing – masing bahannya. *Geogrid* tidak dapat digunakan sebagai filter karena mempunyai lubang jaring yang relatif besar. Maka jika digunakan sebagai drainase biasanya dilapisi dengan *geotextile* yang berfungsi sebagai filter sehingga struktur tersebut menjadi susunan *geokomposit*.

4. *Geokomposit* merupakan bahan sintesis yang terdiri dari susunan dua atau lebih kombinasi bahan – bahan *geosintetik* yang berbeda jenisnya. Karena terdiri dari kombinasi bahan – bahan *geosintetik* maka *geokomposit* mempunyai penggunaan yang lebih luas dari jenis bahan – bahan *geosintetik* yang lain dalam ilmu teknik sipil. Juga apabila terdapat bahan – bahan

sintetis yang lain bentuknya tidak termasuk dalam empat bentuk geosintetik tersebut diatas, dikenal sebagai *hybrid*.

2.10. *Geotextile*

Geotextile merupakan bahan geosintetik yang bentuknya menyerupai bahan tekstil pada umumnya, tetapi terdiri dari serat-serat sintetis sehingga selain lentur, juga tidak mengalami penyusutan seperti material dari serat alam seperti wol, katun, dan sutera. Defini yang diberikan ASTM menyatakan bahwa geotekstil merupakan bahan yang kedap air. Dalam hal ini geotekstil berfungsi sebagai lapisan pemisah (*separation*), lapisan penyaring (*filtration*), penyalur air (*drainage*), perkuatan tanah (*reinforcement*), dan lapis pelindung (*moisture barrier*) bila terselimuti oleh bitumen.

Tahan terhadap reaksi kimia, pengaruh cuaca dan proses penuaan. Dalam penggunaan yang permanen, kinerja jangka panjang struktur bergantung pada keawetan atau daya tahan geosintetik. Bergantung pada penerapannya, geosintetik dapat mempunyai spesifikasi khusus, seperti ketahanan terhadap rayapan (*creep*), temperatur dan sinar *ultraviolet*. Keseluruhan faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja geosintetik harus dipertimbangkan dalam perancangan guna pemilihan tipenya.

Berbagai macam tipe fiber dan corak *geosintetik* telah dikembangkan, baik untuk aplikasi secara umum, maupun secara khusus. Hingga kini telah terdapat beberapa macam tipe produk seperti : *polymer*, *fiber* dan kain tenun. Perlu diketahui, *geotextile* berbentuk lembaran sintetis yang tipis, *fleksibel*, dan *permeabilitas*. Biasanya *geotextile* ini dimanfaatkan untuk membuat tanah menjadi

lebih stabil. Kegunaannya yang lainnya, *geotextile* kerap dipakai pula untuk memperkuat tanah yang lunak, menahan beban yang besar, memisahkan lapisan pelindung dan meningkatkan kuatan timbunan tanah. Kelebihan dari metode ini yaitu pengerjaannya yang memakan waktu singkat dan biaya yang harus dikeluarkan pun lebih murah dari pada penimbunan tanah secara konvensional.

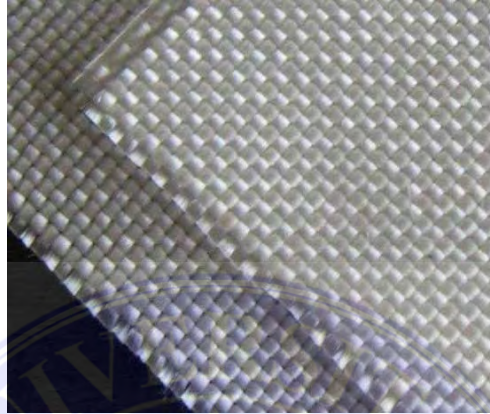
Beberapa fungsi dari *geotextile* antara lain untuk perkuatan tanah lunak, untuk konstruksi teknik sipil yang mempunyai umur rencana cukup lama dan mendukung beban yang besar seperti jalan rel dan dinding penahan tanah, sebagai lapangan pemisah, penyaring *drainase* dan sebagai lapisan pelindung. *Geotextile* umumnya berbentuk seperti kain dengan lebar 2 sampai 5 m dan panjang antara 50 sampai 200 m, dikemas dalam bentuk rol atau bentuk-bentuk lain. Menurut J.P Girioud, berdasarkan cara pembuatannya, *geotextile* digolongkan menjadi beberapa jenis, yaitu jenis *geotextile* yang anyam (*woven*) dan *geotextile* yang tidak dianyam (*non woven*).

2.8.1. *Geotextile Anyam (Woven)*

Tipe ini merupakan jenis *geotextile* anyaman. Bahan dasar untuk pembuatannya umumnya dari *Polypropylene* (PP). Fungsi *geotextile* woven yaitu sebagai bahan stabilisasi tanah dasar (terutama pada tanah dasar lunak), dikarenakan *geotextile* jenis ini memiliki *tensile strength* (kuat tarik) yang lebih tinggi daripada *geotextile non woven* (kurang lebih sekitar dua kali lipat untuk berat per m² yang sama).

Geotextile woven ini tidak mempunyai kemampuan *drainase* dan tidak dapat berlaku sebagai sarana *drainase* diantara tanah dengan material tanah urugan.

Sebagai tambahan *geotextile* semacam ini mempunyai kecenderungan untuk membentuk lapisan kedap air dari butiran tanah halus dibawah beban lalu lintas dinamik (Ministry of Transport, Germany 1990).



Gambar 14. Geotekstil Woven (Departemen PU, 2023)

2.8.2. Keunggulan dan Kelemahan *Geotekstil Woven*

Ada beberapa keunggulan yang dimiliki *geotekstil woven* seperti memiliki nilai kekuatan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan non woven. Cara pembuatan geotekstil woven yakni dianyam sehingga mampu memisahkan air dengan tanah timbunan (*filterisasi*). Melihat dari kekuatannya, anyaman geotekstil woven memiliki kuat tarik yang tinggi sehingga menciptakan tulangan untuk struktur didalam tanah.

Untuk kelemahan yang dimiliki *geotekstil woven* seperti harga yang lebih mahal daripada *non woven* karena pembuatannya yang rumit. Geotekstil woven tidak tahan terhadap sinar *ultraviolet* (sinar matahari) yang menyebabkan degradasi dengan cepat dan tidak tahan terhadap tusukan benda tajam.

2.8.3. Geotekstil Tidak Anyam (*Non Woven*)

Geotekstil *non woven* tidak teranyam atau berbentuk seperti karpet kain. Bahan dasarnya terbuat dari bahan polymer *Polyester* (PET) atau *Polypropilene* (PP). Fungsi geotekstil ini sebagai *separator* atau pemisah, untuk mencegah tercampurnya lapisan material satu dengan material yang lain. Selain itu, geotekstil ini juga berfungsi sebagai penyaring atau *filter* untuk mencegah terbawanya partikel-partikel tanah yang ada pada aliran air, dikarenakan geotekstil *non woven* ini memiliki sifat *permeable*. Keberadaan geotekstil ini juga mempermudah proses pemadatan sistem perkerasan dan bisa juga berfungsi pada timbunan atau embankment yang tinggi atau oprit, dimana tekanan tanah dari material pengisian cukup tinggi sehingga menyebabkan kelongsoran atau regangan *lateral* dalam material pengisi. *Geotextile* ini dapat memberikan perlawanan dalam arah horizontal untuk meningkatkan stabilitas timbunan tersebut.



Gambar 15. *Geotextile Non Woven* (Departemen PU, 2023)

2.8.4. Keunggulan dan Kelemahan *Geotextile Non Woven*

Keunggulan *geotextile Non Woven* seperti memiliki sifat *permeabilitas* yang besar, sehingga cocok untuk aplikasi pada jenis tanah humus. Memiliki sifat properti hidrolis yang lebih bagus sehingga bisa sekaligus berfungsi sebagai lapisan

penyaring yang hanya melarutkan air tanpa membawa partikel tanah. Ketahanan terhadap tusukan benda tajam lebih baik dibandingkan dengan geotekstil *woven*.

Untuk kelemahan geotekstil *non woven* seperti memiliki nilai kuat tarik yang lebih kecil dibandingkan dengan *geotextile woven* sehingga kurang baik bila digunakan untuk stabilitas tanah dasar. Untuk kekuatannya masih lemah dibandingkan dengan geotekstil *non woven*.

2.11. Perhitungan Jumlah Kebutuhan *Geotextile*

Tegangan ijin *geotextile* untuk perencanaan konstruksi perkuatan didefinisikan sebagai kuat tarik *ultimate* sesuai umur rencana konstruksi dibagi dengan faktor reduksi yang diperhitungkan. Perhitungan tersebut disampaikan dalam persamaan :

$$T_{all} = \left(\frac{T_{ult}}{F_{sid} \cdot F_{Scr} \cdot F_{Scd} \cdot F_{Sbd}} \right) \dots \dots \dots (2.1)$$

Dengan :

T_{all} : Tegangan ijin geotekstil

T_{ult} : Kuat tarik ultimate geotekstil berdasarkan spesifikasi pabrik

F_{sid} : Faktor reduksi karena kerusakan saat pemasangan

F_{Scr} : Faktor reduksi terhadap kerusakan akibat rangkai

F_{Scd} : Faktor reduksi terhadap kerusakan karena bahan-bahan kimia

F_{Sbd} : Faktor reduksi terhadap kerusakan karena aktivitas biologi dalam tanah

Mencari nilai momen dorong dengan persamaan :

$$FS = \frac{MR \text{ min}}{M \text{ dorong}} \dots\dots\dots(2.2)$$

$$M \text{ dorong} = \frac{MR \text{ min}}{SF} \dots\dots\dots(2.3)$$

Kemudian mencari nilai momen rencana dengan persamaan :

$$MR \text{ rencana} = M \text{ dorong} \times SF \text{ rencana} \dots\dots\dots(2.4)$$

Setelah itu, mencari nilai tambahan momen penahan dengan persamaan :

$$\Delta MR = MR \text{ rencana} - MR \text{ min} \dots\dots\dots(2.5)$$

Untuk mendapatkan jumlah kebutuhan lembar geotekstil dapat dihitung dengan persamaan :

$$M_{\text{geotekstil}} = T_{\text{allow}} \times T_i \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

T_i : Jarak vertikal antara geotekstil dengan pusat bidang longsor

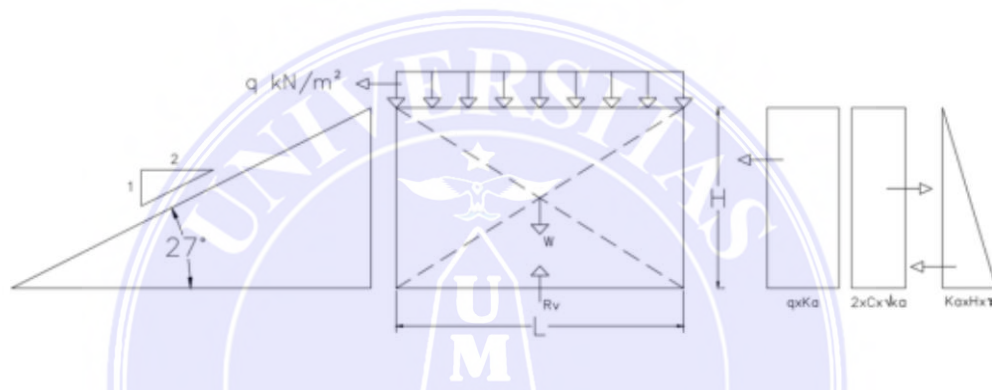
Perhitungan dilakukan secara bertahap hingga mendapatkan jumlah momen yang lebih besar dari ΔMR dengan persamaan :

$$\sum \text{Momen} = M_{\text{geotekstil}} + M_{\text{geotekstil}2} + \dots + M_{\text{geotekstil-n}} > \Delta MR \text{ (OK)} \dots\dots\dots(2.7)$$

2.12. Perkuatan Tanah dengan Geotextile

Pada kontruksi pada perkuatan tanah, gaya yang meruntuhkan akan dilawan dengan kemampuan geser dan tarik dari bahan perkuatan tersebut. Ketika tanah dan geotekstil digabungkan, material komposit (tanah yang diperkuat) tersebut menghasilkan kekuatan tekan dan tarik tinggi sehingga dapat menahan gaya yang bekerja dan deformasi.

Dalam menganalisis stabilitas lereng dengan perkuatan terdiri dari analisis stabilitas *eksternal* dan *internal*. Stabilitas *eksternal* terbagi menjadi stabilitas terhadap geser, guling, eksentritas, dan kapasitas daya dukung tanah. Sedangkan stabilitas internal terbagi menjadi stabilitas terhadap gaya-gaya internal yang diperhitungkan terhadap panjang *overlapping geotextile* dan panjang efektif *geotextile*. Gaya yang bekerja pada tanah disajikan dalam diagram distribusi tekanan tanah lateral.



Gambar 16. Distribusi Tekanan Tanah Lateral (Pandu & Yelvi, 2022)

$$\sigma_{hc} = (q \times Ka) + (Ka \times H \times \gamma b) - (2 \times c \times \sqrt{Ka}) \dots \dots \dots (2.8)$$

Dengan σ_{hc} adalah tekanan tanah lateral (kN/m^2), γb adalah berat volume tanah (kN/m^3), q adalah beban merata (kN/m^3), c adalah kohesi (kN/m^3), H adalah tinggi lapisan tanah (m), dan Ka adalah Koefisien tanah aktif ($^\circ$).

$$Ka = \text{Tan}^2(45 - \frac{\phi}{2}) \dots \dots \dots (2.9)$$

Dengan Ka adalah koefisien tanah aktif, ϕ adalah sudut geser dalam tanah ($^\circ$).

$$SV = \frac{T_{all}}{\sigma_{hc} \times SF} \dots \dots \dots (2.10)$$

Dengan Sv adalah jarak arah vertikal antar lapis geotekstil, T_{all} adalah kuat tarik *allowable* geotekstil (kN/m), SF adalah nilai faktor aman.

$$SV = \frac{Tall}{RFid \times RFcr \times Rfd \times FK} \dots\dots\dots(2.11)$$

Dengan Ta adalah kuat tarik jangka panjang per satuan lebar geosintetik (kN/m), $Tult$ adalah kuat tarik ultimit geosintetik (kN/m), $Rfid$ adalah faktor reduksi akibat kerusakan saat pemasangan, $RFcr$ adalah faktor reduksi.

2.10.1. Stabilitas Eksternal

1. Stabilitas Terhadap Geser

$$SF = \frac{(q \times \tan \varphi \times L) + (H \times \gamma b \times \tan \varphi \times L)}{(q \times Ka \times H) + (1/2 \times Ka \times \gamma b \times H^2) - (2 \times C \times \sqrt{Ka} \times H)} \dots\dots\dots(2.12)$$

2. Stabilitas Terhadap Guling

$$SF = \frac{(\frac{1}{2} \times q \times L^2) + (\frac{1}{2} \times \gamma b \times H \times L^2)}{(q \times Ka \times \frac{1}{2} \times H^2) + (\frac{1}{2} \times Ka \times \gamma b \times H^2 \times \frac{1}{3} \times H) - (2 \times C \times \sqrt{Ka} \times \frac{1}{2} \times H^2)} \dots\dots\dots(2.13)$$

3. Stabilitas Terhadap Eksentrisitas

$$SF = \frac{(q \times Ka \times \frac{1}{2} \times H^2) + (\frac{1}{2} \times Ka \times \gamma b \times H^2 \times \frac{1}{3} \times H) - (2 \times C \times \sqrt{Ka} \times \frac{1}{2} \times H^2)}{(H \times \gamma b \times L) + (q \times L)} \dots\dots\dots(2.14)$$

4. Stabilitas Terhadap Kapasitas Daya Dukung Tanah

$$SF = \frac{\sigma_{ult}}{(c \times Nc) + (\frac{1}{2} \times L \times \gamma b \times N\gamma)} \dots\dots\dots(2.15)$$

$$L \leq \frac{\sigma_{ult}}{(H \times \gamma b) + q} \dots\dots\dots(2.16)$$

Dengan γb adalah berat volume tanah (kN/m³), σ_{ult} adalah tegangan *ultimit* (kN/m²), q adalah beban merata (kN/m²), c adalah kohesi (kN/m²), H adalah tinggi lapisan tanah (m), L adalah panjang geotekstil (m), Ka adalah koefisien tanah aktif, φ adalah sudut geser dalam tanah (°), e adalah nilai eksentrisitas tanah (m) dan RV adalah gaya reaksi vertikal (kN/m²).

2.10.2. Stabilitas *Internal*

1. Panjang *Overlapping*

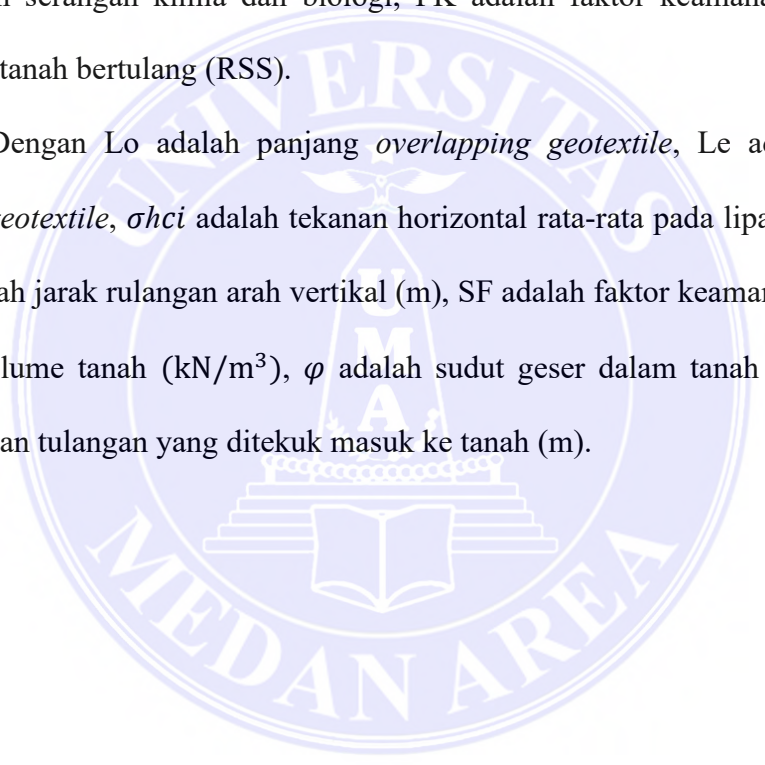
$$L_o = \frac{\sigma_{hci} \times S_{vi} \times SF}{2 \times Z_i \times \gamma_b \times \tan \varphi} \dots\dots\dots(2.17)$$

2. Panjang Efektif

$$L_e = \frac{S_{vi} \times SF \times K_a \times \gamma_b \times Z_i}{2 \times Z_i \times \gamma_b \times \tan \varphi} \dots\dots\dots(2.18)$$

Pengaruh rayapan saat masa layanan struktur, *RFD* adalah faktor reduksi degradasi pengaruh serangan kimia dan biologi, *FK* adalah faktor keamanan = 1, untuk struktur tanah bertulang (*RSS*).

Dengan *L_o* adalah panjang *overlapping geotextile*, *L_e* adalah panjang efektif *geotextile*, *σ_{hci}* adalah tekanan horizontal rata-rata pada lipatan (kN/m²), *S_{vi}* adalah jarak rulangan arah vertikal (m), *SF* adalah faktor keamanan, *γ_b* adalah berat volume tanah (kN/m³), *φ* adalah sudut geser dalam tanah (°), *Z_i* adalah kedalaman tulangan yang ditekek masuk ke tanah (m).



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Gambaran Umum Proyek

Proyek Jalan Tol Pekanbaru – Padang merupakan bagian dari Jalan Tol Trans Sumatera. Dengan data-data sebagai berikut :

Tabel 3. Gambaran Umum Proyek (Data Proyek, 2023)

No.	Uraian	Keterangan
1.	Nama Proyek	Proyek Pembangunan Jalan Tol Pekanbaru – Padang STA 44+550 – STA 44+650
2.	Lokasi	Bangkinang - Pangkalan
3.	Pemilik Proyek	PT. Hutama Karya (Persero)
4.	Penyedia Jasa	PT. Wijaya Karya (Persero) Tbk
5.	Nilai Kontrak	Rp. 3.814.349.660.422
6.	Waktu Pelaksanaan	1241 Hari Kalender
7.	Waktu Pemeliharaan	730 Hari Kalender

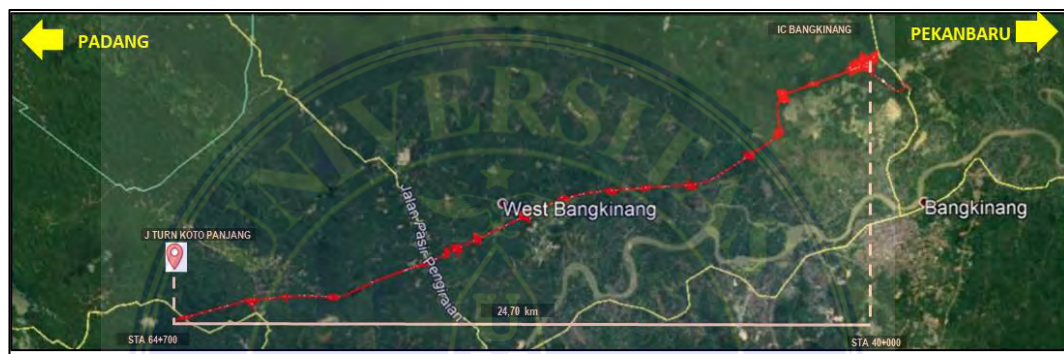
Kegiatan pelaksanaan Proyek Jalan Tol Pekanbaru – Padang ini melalui suatu proses yang panjang dan didalamnya terdapat suatu rangkaian tahapan yang berurutan dan berkaitan. Tahap kegiatan dalam proyek ini sebagai berikut : Tahap studi kelayakan, penjelasan (*brifing*), perancangan (*design*), pengadaan/pelelangan, pelaksanaan dan pemeliharaan.

Pada Bab III ini penulis hanya membahas pada tahap kegiatan pelaksanaan proyek yang dilakukan oleh PT. Wijaya Karya yaitu pada kegiatan : menganalisis

perkuatan tanah serta kebutuhan menggunakan geotekstil untuk meningkatkan stabilitas tanah pada Pembangunan Jalan Tol Pekanbaru – Padang.

3.2. Lokasi dan Peta Penelitian

Lokasi yang dipilih untuk penelitian ini yaitu Proyek Pembangunan Jalan Tol Pekanbaru – Padang di STA 44+550 – STA 44+650 yang lokasinya yang terletak di Kabupaten Kampar, Provinsi Riau.



Gambar 17. Topografi Lokasi Proyek Jalan Tol (*Google Earth, 2023*)

3.3. Spesifikasi Geotextile

Untuk spesifikasi material *geotextile* HRX *Woven* 100 kN/m yang digunakan untuk perkuatan tanah timbunan yaitu :

Tabel 4. Spesifikasi Material *Geotextile Woven* (Data Lapangan, 2023)

Parameter	Standar Uji	Satuan	Nilai
Karakteristik kuat tarik jangka pendek (Tu) (MD)	ISO 10319	kN/m	100
Karakteristik kuat tarik jangka pendek (Tu) (CD)	ISO 10319	kN/m	50
Elongasi pada karakteristik kuat jangka pendek (MD)	ISO 10319	%	10-2
Kekuatan Tusukan CBR	ISO 12236	N	6500

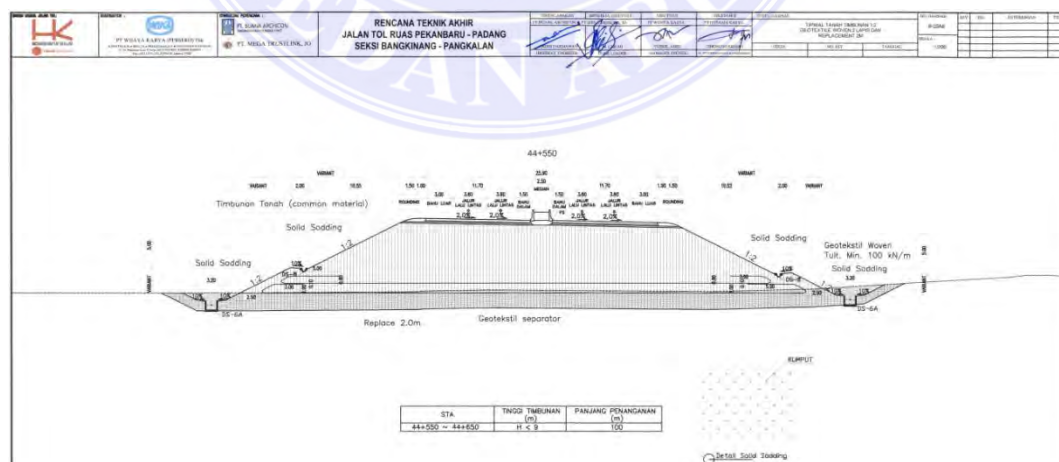
Untuk spesifikasi material *geotextile* HRX *Non Woven* 155 g/m² yang digunakan untuk perkuatan tanah timbunan yaitu :

Tabel 5. Spesifikasi Material *Geotextile Non Woven* (Data Lapangan, 2023)

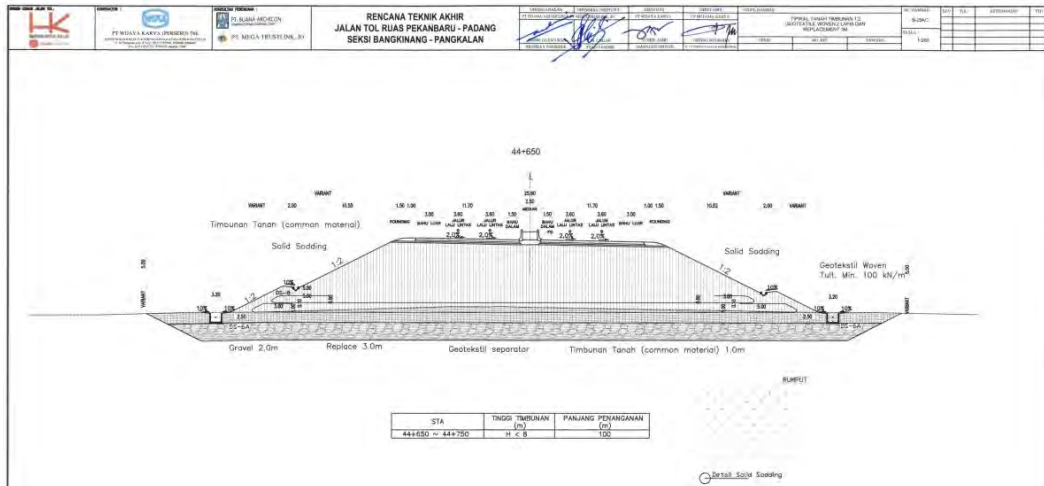
Parameter	Standar Uji	Satuan	Nilai
Karakteristik kuat tarik jangka pendek (Tu)	ISO 10319	kN/m	12
Elongasi pada karakteristik kuat jangka pendek (MD)	ISO 10319	%	75/35
Kekuatan Tusukan CBR	ISO 12236	N	1750
Massa Nominal	ISO 9864	g/m ²	155
Ketebalan (2 kPa)	ISO 9663-1	mm	1,5
Kekuatan (MD/CD)	ASTM D 4632	N	720/630
Perpanjangan (MD/CD)	ASTM D 4632	%	75/40
Ukuran Bukaan	ASTM D 4751	mm	0,26
Permivitas	ASTM D 4491	s-1	2,7

3.4. Letak Penggunaan *Geotextile*

Untuk letak penggunaan *geotextile* yang dianalisis berada di STA 44+550 – STA 44+650.



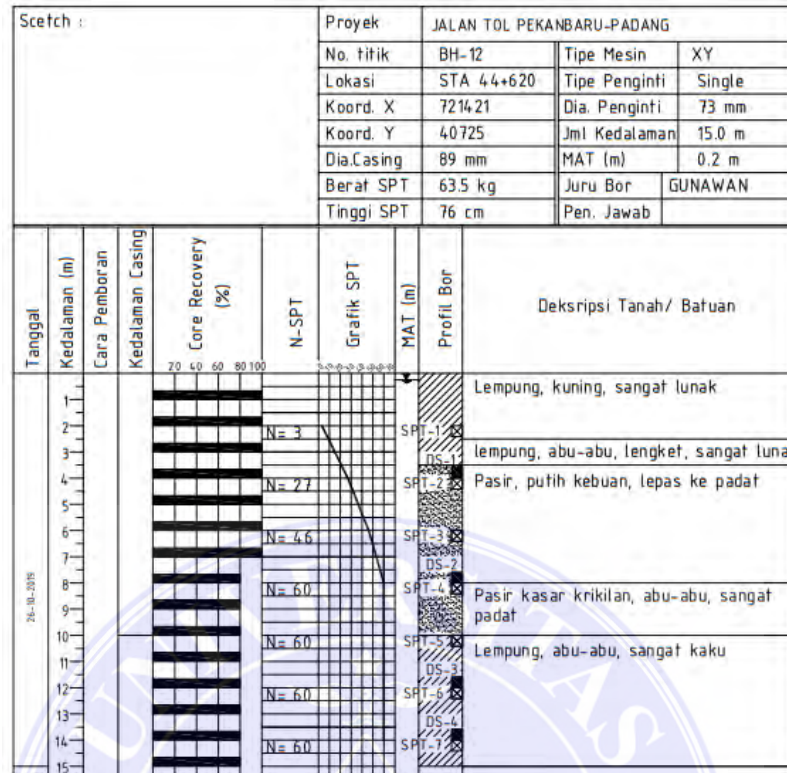
Gambar 18. Gambar Potongan Melintang STA 44+550 (Data Lapangan, 2023)



Gambar 19. Gambar Potongan Melintang STA 44+650 (Data Lapangan, 2023)

3.5. Tahap Persiapan

Dari data tanah yang didapatkan menggunakan hasil uji *borelog* pada proyek Pembangunan Jalan Tol Pekanbaru – Padang, jenis tanah pada lokasi yang di analisa memiliki jenis tanah lempung.



Gambar 20. Borelog BH – 12 (Data Lapangan, 2023)

Tahap persiapan ini merupakan rangkaian kegiatan sebelum melakukan pengumpulan data dan pengolahan data. Dalam tahap ini disusun hal-hal penting yang harus dilakukan agar mengefektifkan waktu dan pekerjaan.

Adapun tahap-tahap persiapan ini meliputi :

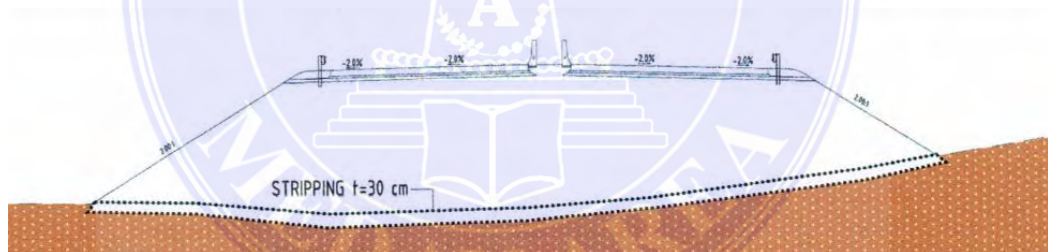
1. Studi pustaka materi tugas akhir untuk menentukan garis besar permasalahan.
2. Menentukan kebutuhan data yang akan digunakan.
3. Mencari informasi melalui instansi terkait yang dapat dijadikan narasumber.
4. Survey lokasi untuk mengetahui gambaran kondisi pada lokasi proyek.

Persiapan diatas harus dilakukan dengan cermat agar terhindar dari bagian yang terlupakan ataupun pekerjaan yang terulang.

3.6. Metode Pelaksanaan

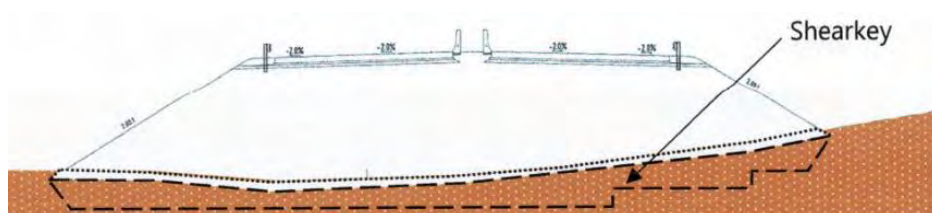
Urutan pelaksanaan pekerjaan pemasangan *Geotextile* dapat diurutkan sebagai berikut :

1. Membuat gambar kerja (*Shop Drawing*) yang dibuat berdasarkan hasil perencanaan geoteknik yang telah disepakati sesuai dengan acara penanganan tanah asli pada badan jalan.
2. Pembersihan lapangan (*Clearing Area*) dilaksanakan sesuai gambar kerja yang sudah disetujui oleh konsultan pengawas/*owner* dan mengacu pada metode kerja *clearing, stripping, & grubbing*.
3. Lokasi dibersihkan dan dilaksanakan *stripping* untuk mengupas akar tanaman dan *top soil* dengan kedalaman 30 cm sesuai metode *clearing, stripping, & grubbing*.



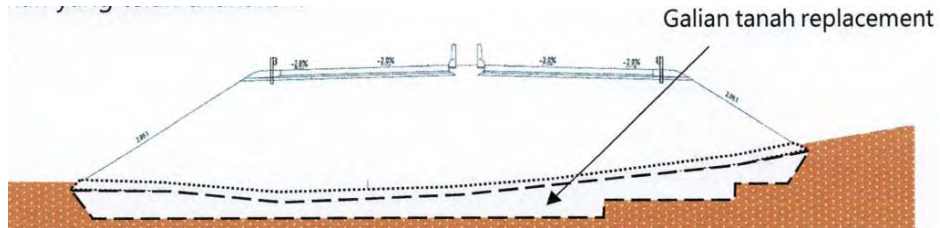
Gambar 21. *Stripping* Tanah (Data Lapangan, 2023)

4. Pada bagian timbunan miring dibuat *shearkey* dengan tebal sesuai tebal rencana *replacement* untuk bagian vertikal. Pelaksanaan di lapangan mengikuti gambar *shop drawing*.



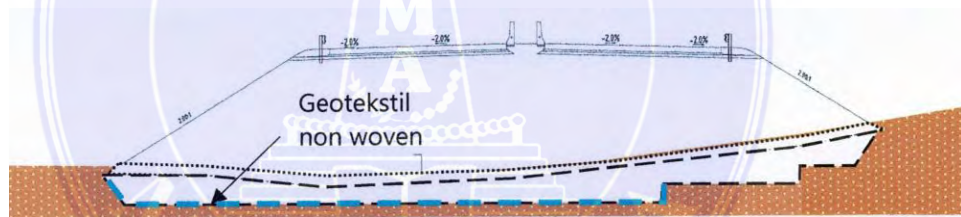
Gambar 22. Galian *Shearkey* (Pengunci) pada Timbunan (Data Lapangan, 2023)

5. Gali/buang tanah dasar sesuai tebal *replacement* dari hasil penentuan penanganan tanah yang telah dilakukan.



Gambar 23. Galian Tanah *Replacement* (Data Lapangan, 2023)

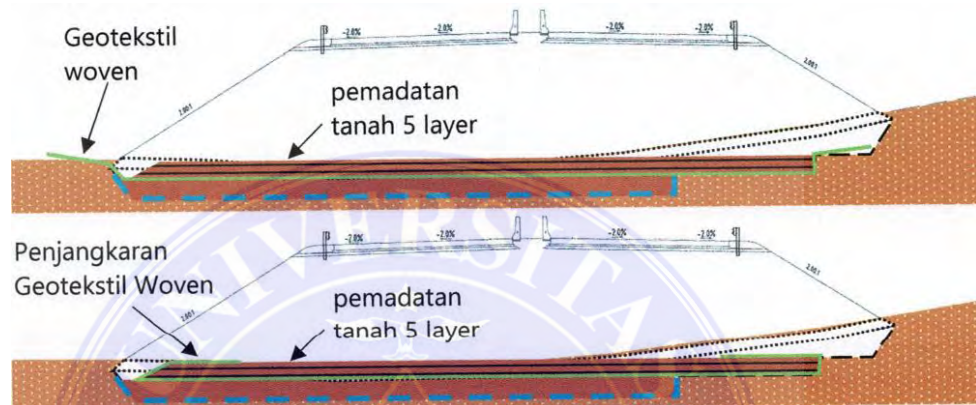
Pada tanah dasar galian dipasang *geotextile non woven* 155 g/m² sebagai *separator* pada tanah yang masuk kategori tanah lunak pada kedalaman < 3 m. *Geotextile non woven* dipasang dengan tumpang tindih selebar 45 cm.



Gambar 24. Perletakan *Geotextile Non Woven* (Data Lapangan, 2023)

6. Timbun tanah yang telah digali pada *shearkey* bagian bawah dengan material dan tebal *replacement* sesuai dengan penanganan tanah. Tanah dipadatkan dengan ketebalan 25 cm gembur (20 cm padat). Jika tebal *replacement* 1 meter maka dibutuhkan 5 layer pemadatan.
7. Pasang *geotextile woven stabilisator* 100 kN/m dengan arah melintang jalan dengan tebal penyelimutan per 1 meter dan penjangkaran 3 meter. Jumlah lapis *geotextile woven* disesuaikan dengan gambar kerja (dari tipe penanganan tanah yang telah ditentukan). *Geotextile woven* dipasang

dengan tumpang tindih selebar 80 cm. Bagian penjangkaran 3 meter terlebih dahulu direntangkan ke bagian luar kemudian dilaksanakan penimbunan tanah di atasnya. Tebal penyalimutan *geotextile woven* adalah 1 meter sehingga dibutuhkan 5 kali pemadatan per layar *geotextile*. Setelah pemadatan selesai penjangkaran *geotextile* ditutup.



Gambar 25. Perletakan *Geotextile Woven* (Data Lapangan, 2023)

Kemudian lanjutkan dengan pemadatan pada bagian luar penyalimutan (selebar 2 meter) dari sisi luar slope. Kemudian lanjutkan pemasangan lapis *geotextile* selanjutnya sesuai tipe penanganan tanah yang telah ditentukan (sesuai gambar *shop drawing*). Jika selesai, lanjutkan penimbunan badan jalan sesuai dengan metode timbunan.

8. Kondisi saat finish grade dipadatkan kembali sesuai dengan spesifikasi

3.7. Tahap Penelitian

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis melakukan beberapa tahap dan pelaksanaan sehingga tercapai maksud dan tujuan dari penelitian seperti yang diuraikan pada Bab I. Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk meningkatkan stabilitas dan perkuatan tanah pada lapisan subgrade dengan

geotextile polypropylene woven. Dalam mencapai tujuan tersebut, maka dilakukan tahap-tahap sebagai berikut :

1. Tahap Pertama

Mengumpulkan berbagai jenis literatur dalam bentuk buku dan tulisan ilmiah yang berhubungan dengan tugas akhir ini.

2. Tahap Kedua

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data-data dari hasil penyelidikan tanah yaitu berupa hasil boring pada tanah dan data spesifikasi bahan yang digunakan. Adapun data tersebut diperoleh dari PT. Wijaya Karya (Persero) Tbk.

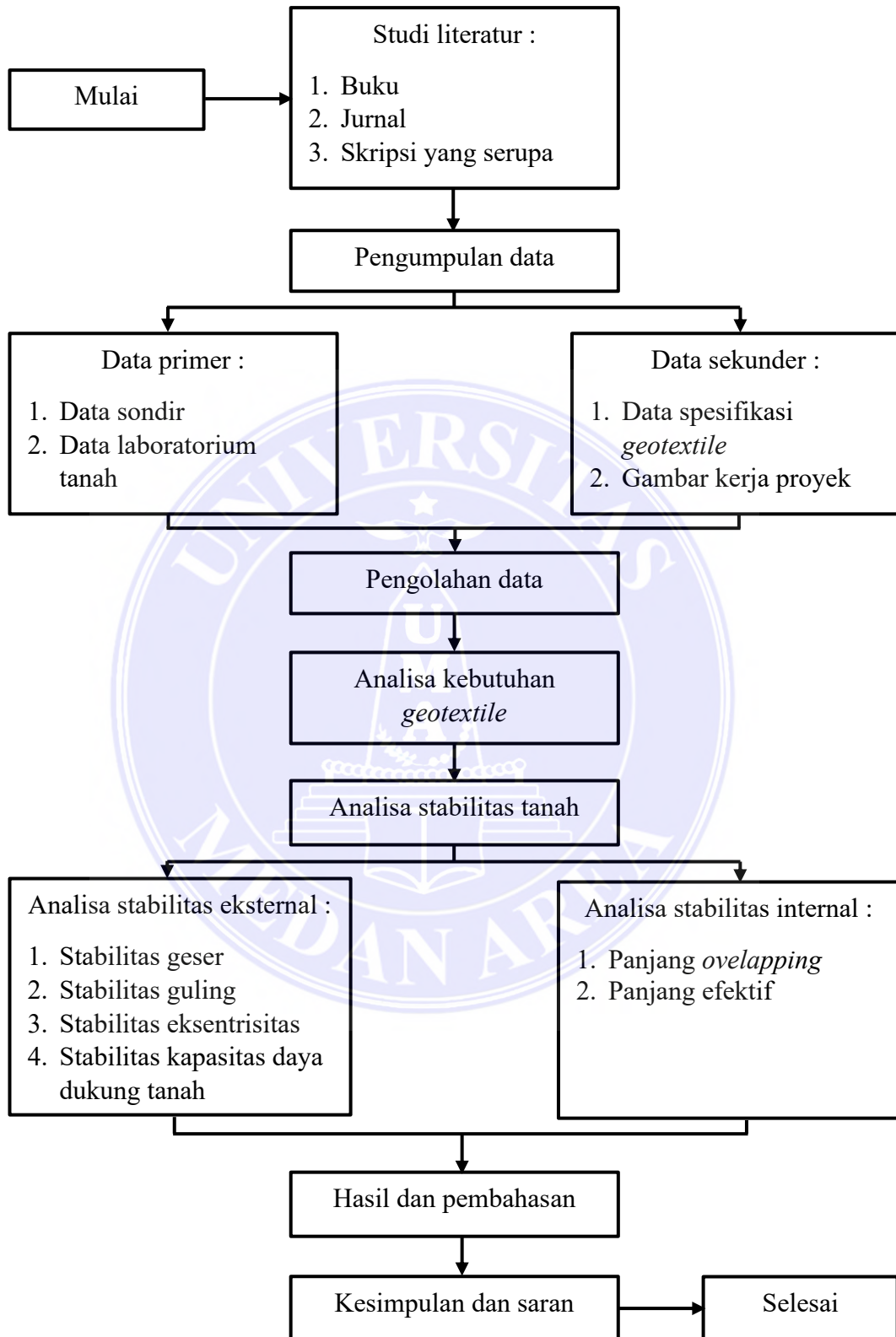
3. Tahap Ketiga

Melakukan analisis sesuai dengan data-data yang diperoleh PT. Wijaya Karya (Persero) Tbk dan data yang didapat dari hasil wawancara lapangan berdasarkan dengan sumber referensi (jurnal dan buku yang berhubungan dengan tanah) yang berhubungan dengan penulisan tugas akhir ini.

4. Tahap Keempat

Menentukan hasil stabilitas tanah yang terjadi dengan menggunakan pendekatan yang didapat dari referensi jurnal.

3.8. Kerangka Berpikir



Gambar 26. Kerangka Berpikir (Peneliti, 2023)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan dan pembahasan yang telah dianalisis pada penelitian ini, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Penggunaan dan penambahan perkuatan menggunakan *geotextile woven* dan *non woven* pada proyek Pembangunan Jalan Tol Pekanbaru – Padang mampu menahan stabilitas terhadap guling dengan nilai $SF = 2,90$, stabilitas terhadap geser dengan nilai $SF = 1,68$, stabilitas terhadap gaya eksentrisitas dengan nilai $SF = 1,63$ dan stabilitas terhadap daya dukung tanah dengan nilai $SF = 1,54$.
2. Penggunaan *geotextile* pada STA 44+550 – 44+650 membutuhkan 14 lembar dengan rincian 2 lembar *geotextile non woven* dan 12 lembar *geotextile woven*.

5.2. Saran

Dari hasil perhitungan ada beberapa saran yang perlu diperhatikan selama pelaksanaan yaitu :

1. Pemadatan tanah harus sesuai dengan aturan sehingga didapatkan kepadatan maksimum yang telah direncanakan.
2. Untuk dapat meningkatkan lebih terhadap stabilitas terhadap geser, eksentrisitas, kapasitas daya dukung tanah, mungkin bisa menggunakan metode perkuatan tanah lainnya seperti dinding penahan tanah, penambahan

mini pile dan metode – metode lainnya untuk bisa meningkatkan faktor keamanan terhadap stabilitas tersebut.



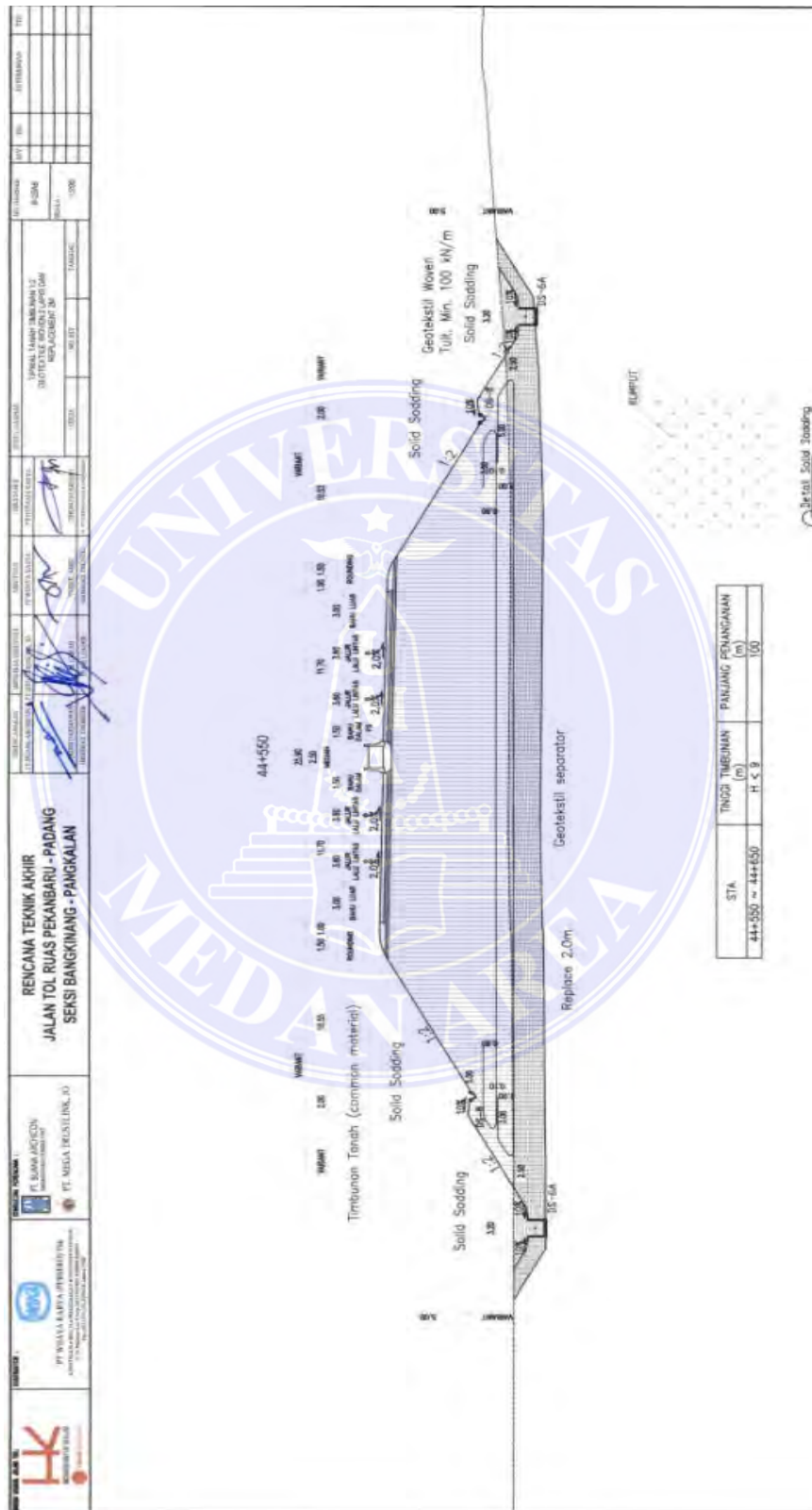
DAFTAR PUSTAKA

- Azizah, F. N., Surjandari, N. S., & As'ad, S. (2014). Penggunaan Geotekstil Pada Lereng Sungai Gajah Putih Surakarta. *Matriks Teknik Sipil*, 140-146.
- Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga Direktorat Bina Teknik. *Perencanaan dan Pelaksanaan Perkuatan Tanah dengan Geosintetik*.
- Djawardi, D. (2006). Kontruksi Jalan di Atas Tanah Lunak dengan Perkuatan Geotekstil. *Internasional Civil Engineering Conference*. Surabaya.
- Dwityagana, I. P. (2013). Desain Penahan Tanah Dengan Perkuatan Geotekstil. 1-10.
- Fauzi, I. M., & Hamdhan, I. N. (2019). Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Geotekstil Woven Akibat Pengaruh Termal Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Rekaracan: Jurnal Teknik Sipil*, 61-72.
- Hardiyatmo, H. C. (2007). Geosintetik untuk Rekayasa Jalan Raya-Perancangan dan Aplikasi- II. *Gajah Mada University Press*. Yogyakarta.
- Haza, Z. F., & Ariyawan, S. Y. (2017). Analisis Numerik Penggunaan Geotekstil Di Lapisan Tanah Dasar Pada Proyek Pembangunan Jalan Poncosari-Greges (Kabupaten Bantul, Provinsi D.I Yogyakarta). *Jurnal Science Tech*, Vol. 3, 67-74.
- Lubis, M. K., & Lubis, K. (2018). Evaluasi Perbaikan Tanah Menggunakan Geotekstil Untuk Meningkatkan Stabilitas Tanah Lapisan Subgrade Pekerjaan Jalan . *Journal of Civil Engineering, Building and Transportation*, 71-81.
- Muchlisin, T., & Roestaman. (2019). Analisis Stabilitas Timbunan Dengan Geotextile Woven. *Jurnal Kontruksi*, 8-17.
- Ndale, F. X. (2020). Penggunaan Geotextile Sebagai Bahan Bangunan. *Teknosiar*, 64-73.
- Pratama, R. T., Sarie, F., & Hendri, O. (2021). Analisis Perbaikan Tanah Menggunakan Geotekstil Pada Lapisan Subgrade Proyek Jalan (Studi Kasus: Peningkatan Jalan G.Obos XXIV Kota Palangkaraya). *Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Keteknikan*, 148-154.
- Rizqullah, P. G., & Yelvi. (2022). Analisis Stabilitas Lereng Dengan Perkuatan Geotekstil (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Jalan Tol Cibitung - Cilincing Seksi 2 STA 6+475). *Jurnal Ilmiah Rekayasa Sipil*, 145-156.
- Sari, F., & Istiatun. (2022). Analisis Stabilitas Timbunan Dengan Perkuatan Geotekstil dan Cerucuk. *Construction and Material Journal*, 1-15.

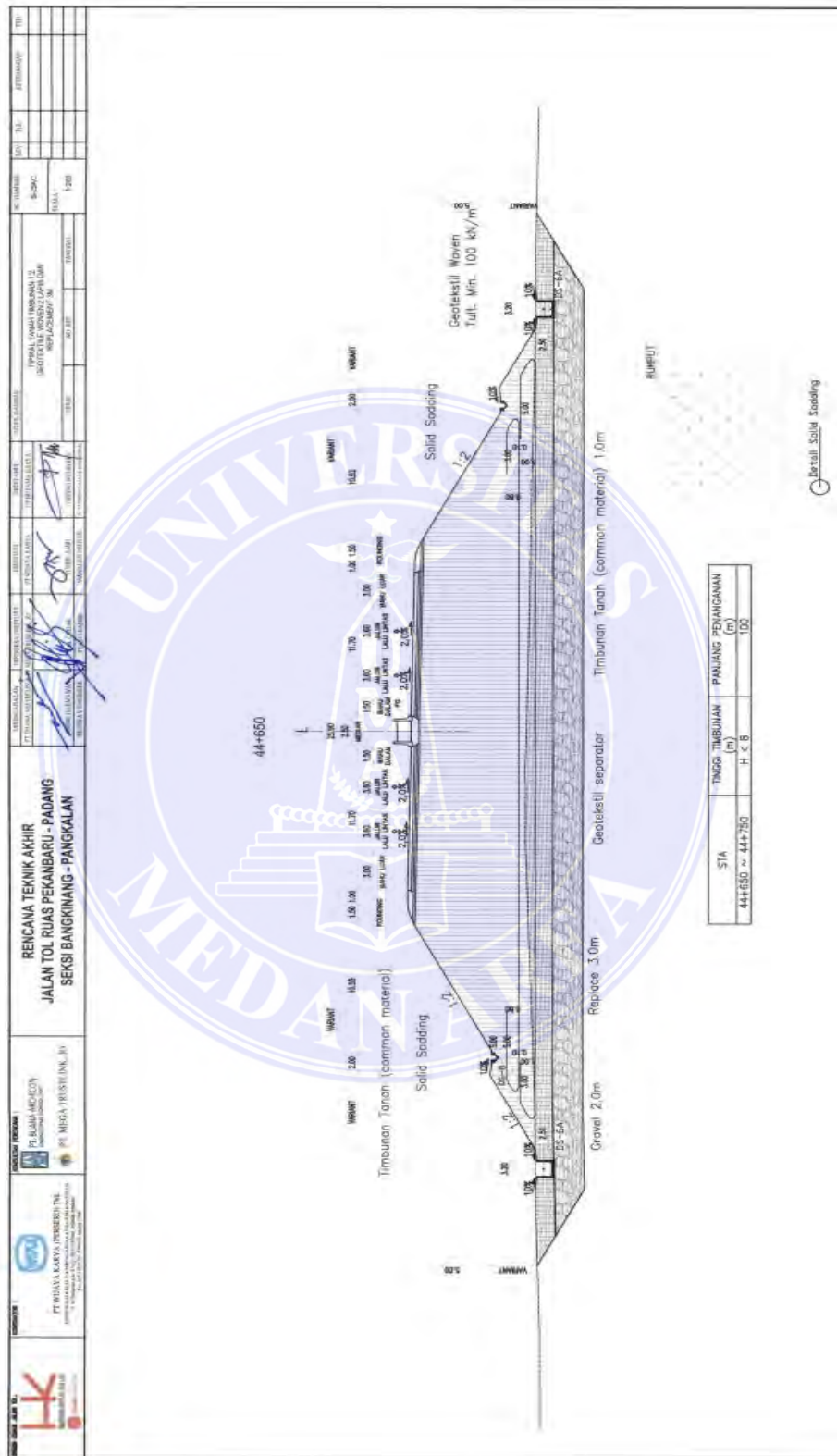
- Septiandri, R. A., Mochtar, I. B., & Lastiasih, Y. (2021). Analisis Kebutuhan Perkuatan Geotextile untuk Tinggi Timbunan Badan Jalan yang Bervariasi di atas Tanah Lunak pada Kondisi dengan dan tanpa Pemasangan PVD (Prefabricated Vertical Drain). *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 283-294.
- Siska, H. N., & Yakin, Y. A. (2016). Karakterisasi Sifat Fisis dan Mekanis Tanah Lunak di Gedebage. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 44-55.
- Teknik, D. P. (2009). Perencanaan dan Pelaksanaan Perkuatan Tanah dengan geosintetik. Dalam *Pedoman Kontruksi dan Bangunan* (hal. 1-169). Jakarta.



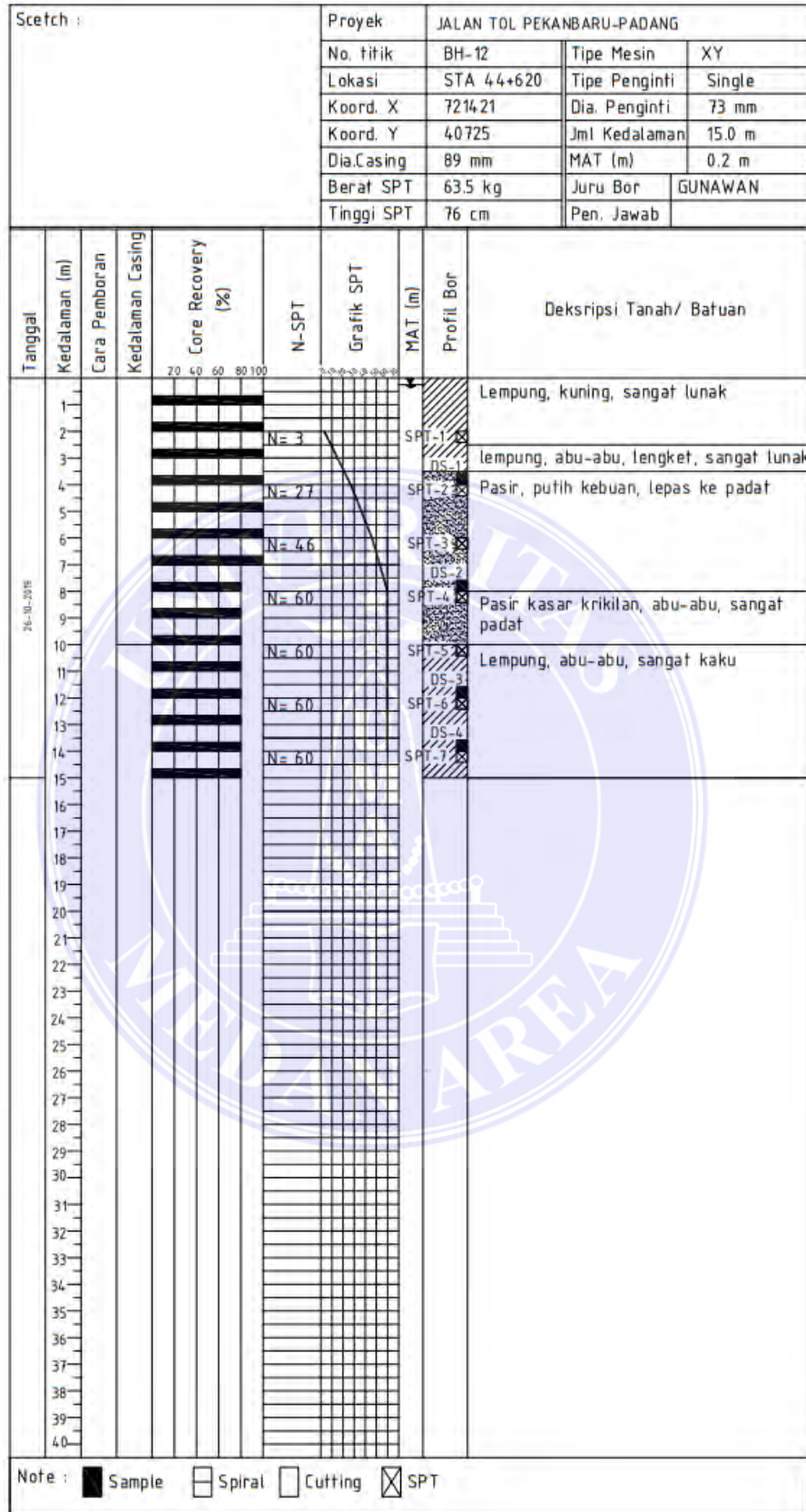
LAMPIRAN



Lampiran 1. Detail gambar rencana geotekstile STA 44+550 (Data lapangan, 2023)



Lampiran 2. Detail gambar rencana geotekstile STA 44+650 (Data lapangan, 2023)



Lampiran 3. Data Borelog BH – 12 (Data Lapangan, 2023)

No. Titik	Kedalaman (m)	Deskripsi Jenis Tanah
BH-04	0 - 5	Lempung berpasir, berkrikil, coklat tua
	5 - 7	Lempung berpasir, abu-abu
	7 - 15	Lempung berpasir, abu-abu, sisipan batu pasir
BH-05	0 - 7	Lempung berpasir, coklat kemerahan
	7 - 10	Lempung berpasir, abu-abu
	10 - 15	Lempung berpasir, abu-abu, sisipan batu pasir
BH-06	0 - 2	Lempung, coklat
	2 - 4	Lempung berpasir, merah
	4 - 7	Lempung berpasir, abu-abu
	7 - 15	Lempung berpasir, abu-abu, sisipan batu pasir
BH-07	0 - 1.5	Lempung berpasir, coklat
	1.5 - 2	Pasir lempungan, kuning
	2 - 8.5	Lempung, kuning
	8.5 - 10	Pasir lempungan, abu-abu
	10 - 15	Pasir, putih kekuningan
	15 - 20	Pasir krikilan, putih keabuan
BH-08	0 - 3	Lempung, kuning
	3 - 5	Lempung, merah
	5 - 15	Lempung, abu-abu, sisipan pasir
BH-09	0 - 4	Lempung, coklat
	10.5 - 6	Pasir, abu-abu
	6 - 15	Pasir berkrikil, abu-abu
BH-10	0 - 1	Lempung, kuning
	1 - 12	Pasir berkrikil, putih keabuan
	12 - 15	Lempung, abu-abu tua
BH-11	0 - 2	Lempung, kuning
	2 - 3	Pasir berlempung, putih

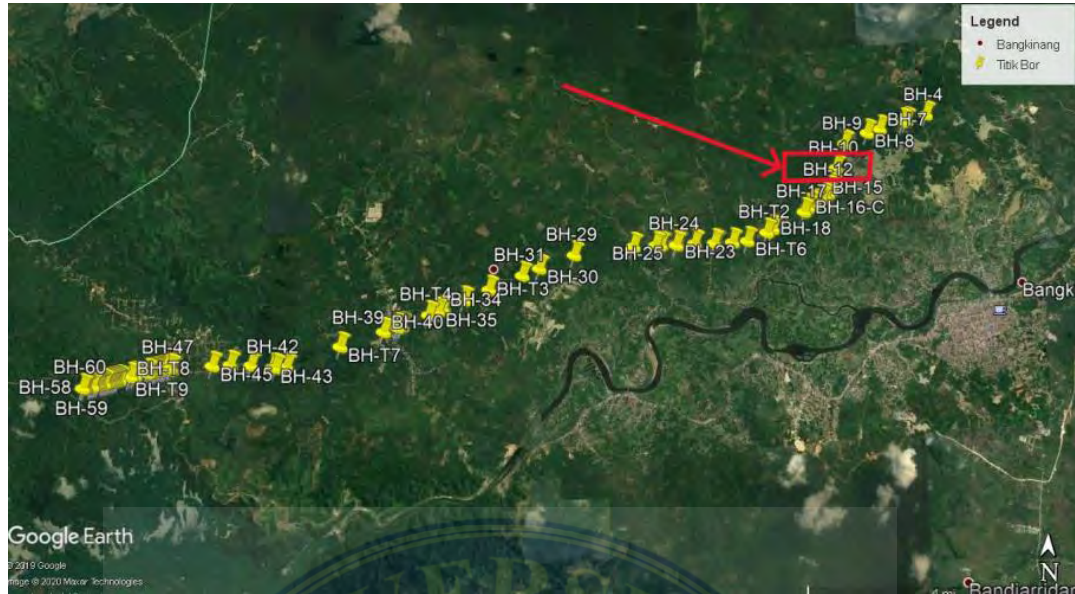
Lampiran 4. Deskripsi Jenis Tanah Tiap BH

No. Titik	Kedalaman (m)	Deskripsi Jenis Tanah
	3 - 5	Lempung berpasir, abu-abu
	5 - 15	Lempung, abu-abu
BH-12	0 - 2.5	Lempung, kuning
	2.5 - 3	Lempung, abu-abu
	3 - 8	Pasir, putih keabuan
	8 - 10	Pasir berkrikil, abu-abu
	10 - 15	Lempung, abu-abu
BH-13	0 - 3	Lempung, kuning
	3 - 10	Pasir, putih keabuan
	10 - 15	Pasir berkrikil, putih keabuan
BH-14	0 - 3	Lempung, kuning
	3 - 15	Pasir berkrikil, putih keabuan
BH-15	0 - 2	Lempung berpasir, kuning
	2 - 6	Pasir berkrikil, abu-abu
	6 - 15	Pasir berkrikil, putih
BH-16	0 - 2	Lempung berpasir, kuning
	2 - 6	Pasir, kuning
	6 - 15	Batu krikil berpasir, putih
BH-16A	0 - 1	Lempung berpasir, kuning
	1 - 4	Pasir berlempung, kuning
	4 - 6	Pasir, abu-abu
	6 - 15	Pasir berkrikil, coklat keabuan
BH-16B	0 - 3	Lempung, coklat
	3 - 6	Lempung berpasir, coklat
	6 - 10	Pasir, coklat keabuan
	10 - 15	Pasir berkrikil, coklat keabuan
BH-16C	0 - 3	Lempung, coklat
	3 - 7	Pasir, coklat
	7 - 15	Pasir berkrikil, coklat
BH-16D	0 - 1	Lempung berpasir, kuning
	1 - 4	Pasir berlempung, kuning
	4 - 6	Pasir, abu-abu
	6 - 15	Pasir berkrikil, coklat keabuan
BH-17	0 - 5	Lanau, abu-abu
	5 - 10	Pasir berlanau, abu-abu
	10 - 15	Pasir berkrikil, abu-abu
BH-18	0 - 15	Pasir berkrikil, abu-abu
BH-19	0 - 2	Lempung, kuning
	2 - 4	Pasir berkrikil, kuning

Lampiran 5. Deskripsi Jenis Tanah Tiap BH

No.	Sample ID	Tipe Lokasi	Depth (m)	Specific Gravity, G _s	Density		n	Sr (%)	W _n (%)	Atterberg's Limit				Particle Size Distribution (PSD)					
					γ _r (gr/cm ³)	γ _d (gr/cm ³)				LL (%)	PL (%)	IP (%)	Cassagrande Class.	Gravel (%)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)	% finer by weight passing Sieve no 200	ASTM Soil Class.
29	BH-11 DS1		3.50 - 4.00	2.470	2.045	1.617	0.35	100.00	24.84	NP	NP	NP	0.00	92.39	7.61	7.61	SP		
30	BH-11 DS2	STA44+525	5.50 - 6.00	2.522	1.664	1.106	0.56	99.47	45.52	59.50	45.06	14.44	MH	0.00	1.22	53.40	45.38	MH	
31	BH-11 DS3		9.50 - 10.00	2.477	1.937	1.292	0.48	100.00	39.94	72.00	46.05	25.95	MH	0.00	2.21	28.34	69.45	MH	
32	BH-11 DS4		13.50 - 14.00	2.540	1.969	1.351	0.47	100.00	36.87	66.00	47.59	18.41	MH	0.00	1.25	30.55	68.20	MH	
33	BH-12 DS1		3.50 - 4.00	2.500	1.878	1.525	0.39	90.46	21.16	NP	NP	NP	-	0.00	99.53	0.47	0.47	SP	
34	BH-12 DS2		5.50 - 6.00	2.506	1.866	1.587	0.37	75.97	18.81	NP	NP	NP	-	16.84	82.78	0.37	0.37	SP	
35	BH-12 DS3	STA44+620	9.50 - 10.00	2.558	1.926	1.588	0.38	89.09	20.30	NP	NP	NP	-	0.00	99.68	0.32	0.32	SP	
36	BH-12 DS4		13.50 - 14.00	2.552	1.790	1.314	0.49	98.20	35.54	72.40	48.01	24.39	MH	0.00	0.10	52.65	47.25	MH	
37	BH-13 DS1		3.50 - 4.00	2.500	1.913	1.604	0.36	86.25	20.40	NP	NP	NP	-	0.08	90.86	9.26	9.26	SP	
38	BH-13 DS2		5.50 - 6.00	2.567	1.765	1.281	0.50	96.49	40.05	NP	NP	NP	-	0.04	87.25	12.71	12.71	SP	
39	BH-13 DS3	STA.44+750	9.50 - 10.00	2.548	1.772	1.327	0.48	92.94	32.83	NP	NP	NP	-	0.53	94.52	4.95	4.95	SP	
40	BH-13 DS4		13.50 - 14.00	2.660	1.983	1.459	0.45	100.00	37.20	NP	NP	NP	-	0.66	89.93	9.41	9.41	SW	
41	BH-14 DS1		3.50 - 4.00	2.526	2.018	1.727	0.32	91.93	13.65	NP	NP	NP	-	0.48	89.25	10.27	10.27	SP	
42	BH-14 DS2		5.50 - 6.00	2.512	2.035	1.712	0.32	100.00	20.04	NP	NP	NP	-	1.16	93.66	5.18	5.18	SP	
43	BH-14 DS3	STA44+750	9.50 - 10.00	2.533	1.928	1.693	0.33	70.89	10.92	NP	NP	NP	-	2.11	94.44	3.45	3.45	SP	
44	BH-14 DS4		13.50 - 14.00	2.596	1.941	1.732	0.33	62.84	9.95	NP	NP	NP	-	1.03	93.94	5.03	5.03	SP	
45	BH-15 DS1		3.50 - 4.00	2.525	2.090	1.837	0.27	92.75	17.29	NP	NP	NP	-	17.10	78.28	4.62	4.62	SW	
46	BH-15 DS2		7.50 - 8.00	2.534	2.177	1.624	0.36	100.00	37.51	18.57	18.25	0.32	ML	4.32	81.60	14.08	14.08	SM	
47	BH-15 DS3	STA.44+870	11.50 - 12.00	2.510	2.016	1.734	0.31	91.20	19.49	NP	NP	NP	-	26.10	67.75	6.15	6.15	SW	
48	BH-15 DS4		14.50 - 15.00	2.658	1.933	1.630	0.39	78.26	15.98	NP	NP	NP	-	16.14	78.79	5.07	5.07	SW	
49	BH-16 DS1		3.50 - 4.00	2.492	2.098	1.859	0.25	93.95	14.86	NP	NP	NP	-	8.16	78.11	13.73	13.73	SP	
50	BH-16 DS2		7.50 - 8.00	2.466	1.958	1.467	0.40	96.50	24.81	NP	NP	NP	-	8.98	75.38	15.64	15.64	SP	
51	BH-16 DS3	STA.44+885	11.50 - 12.00	2.511	2.050	1.739	0.31	100.00	17.94	NP	NP	NP	-	25.14	70.54	4.32	4.32	SW	
52	BH-16 DS4		14.50 - 15.00	2.600	2.076	1.679	0.35	100.00	20.57	NP	NP	NP	-	16.54	79.13	4.33	4.33	SW	
53	BH-16A DS1		3.50 - 4.00	2.487	2.074	1.612	0.35	100.00	31.73	24.55	23.55	1.00	ML	0.00	49.07	19.87	31.06	50.93	ML
54	BH-16A DS2		7.50 - 8.00	2.508	1.934	1.528	0.39	78.39	19.58	NP	NP	NP	-	8.74	79.99	11.27	11.27	SP	
55	BH-16A DS3	STA.45 + 165	11.50 - 12.00	2.665	1.941	1.522	0.43	74.51	19.23	NP	NP	NP	-	18.24	71.92	9.84	9.84	SP	
56	BH-16A DS4		14.50 - 15.00	2.673	1.909	1.607	0.40	75.86	18.74	NP	NP	NP	-	9.64	80.17	10.19	10.19	SP	
57	BH-16B DS1		3.50 - 4.00	2.511	2.080	1.695	0.33	100.00	21.63	NP	NP	NP	-	0.00	64.08	24.77	11.15	35.92	SP
58	BH-16B DS2		7.50 - 8.00	2.527	2.027	1.626	0.36	100.00	23.84	NP	NP	NP	-	0.00	81.72	18.28	18.28	SP	
59	BH-16B DS3	STA.45 + 265	11.50 - 12.00	2.653	2.075	1.710	0.36	100.00	20.61	NP	NP	NP	-	20.36	77.30	2.34	2.34	SW	
60	BH-16B DS4		14.50 - 15.00	2.758	1.974	1.698	0.38	71.81	15.15	NP	NP	NP	-	10.56	83.12	6.32	6.32	SP	

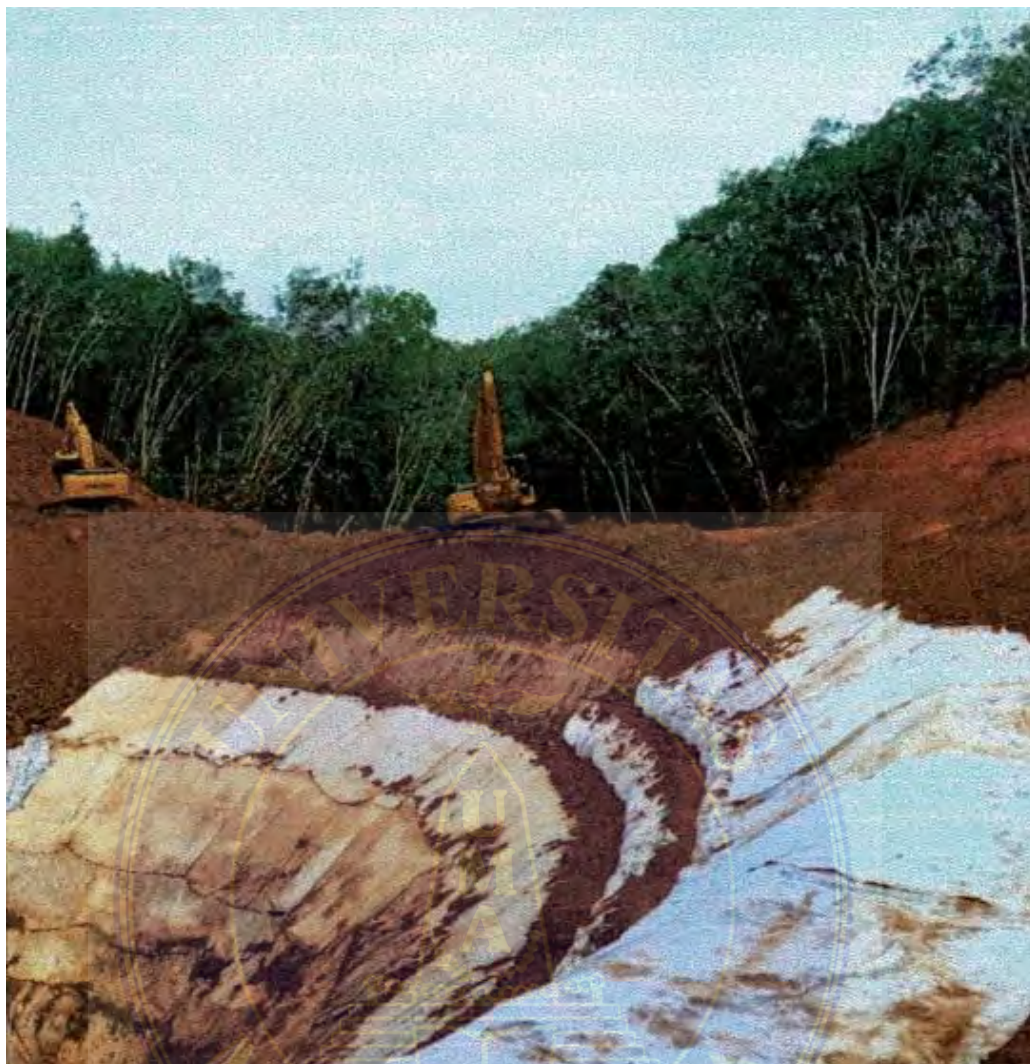
Lampiran 6. Rekapitulasi *Index Properties*



Lampiran 7. Titik Lokasi BH – 12



Lampiran 8. Pemasangan *Geotextile Non Woven* Sebagai Separator



Lampiran 9. Pemasangan *Geotextile Woven* Sebagai Stabilisator



Lampiran 10. Pengambilan Tanah Timbunan



Lampiran 11. Dokumentasi Lapangan



Lampiran 12. Dokumentasi Lapangan

