

TESIS

**ANALISIS PENGGUNAAN GEOTEKSTIL DAN
SUB DRAINASE DALAM PENANGANAN AMBLESAN
PADA RUAS JALAN BUMIAYU-SIRAMPOG
KAB. BREBES**

**Disusun dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Guna Mencapai Gelar Magister Teknik (MT)**



Oleh :

DINA FITRIANI

NIM : 20202100061

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG
2023**

TESIS

**ANALISIS PENGGUNAAN GEOTEKSTIL DAN
SUB DRAINASE DALAM PENANGANAN AMBLESAN
PADA RUAS JALAN BUMIAYU-SIRAMPOG
KAB. BREBES**

**Disusun dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Guna Mencapai Gelar Magister Teknik (MT)**



Oleh :

DINA FITRIANI

NIM : 20202100061

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG
2023**

LEMBAR PERSETUJUAN TESIS

**ANALISIS PENGGUNAAN GEOTEKSTIL DAN
SUB DRAINASE DALAM PENANGANAN AMBLESAN PADA
RUAS JALAN BUMIAYU-SIRAMPOG KAB. BREBES**

Disusun oleh :

DINA FITRIANI

NIM : 20202100061

Telah disetujui oleh :

Tanggal, 27/11/2023.....

Tanggal, 27/11/2023.....

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Ir. H. Rachmat Mudryono, MT., Ph.D

Dr. Abdul Rochim, ST, MT

NIK. 210293018

NIK. 210200031

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

**ANALISIS PENGGUNAAN GEOTEKSTIL DAN
SUB DRAINASE DALAM PENANGANAN AMBLESAN
PADA RUAS JALAN BUMIAYU-SIRAMPOG
KAB. BREBES**

Disusun oleh :

DINA FITRIANI

NIM : 20202100061

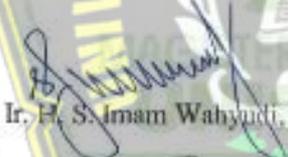
Dipertahankan di Depan Tim Penguji Tanggal :
(01 Desember 2023)

Tim Penguji:

1. Ketua


Ir. H. Rachmat Mudiyono, MT., Ph.D

2. Anggota


Prof. Dr. Ir. H. S. Imam Wahyudi, DEA

3. Anggota


Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM., MT

Tesis ini diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar Magister Teknik (MT)

Semarang, 05 Desember 2023

Mengetahui,

Ketua Program Studi


Prof. Dr. Ir. Antonius, MT

NIK. 210202033

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik


Dr. Abdul Rochim, ST., MT

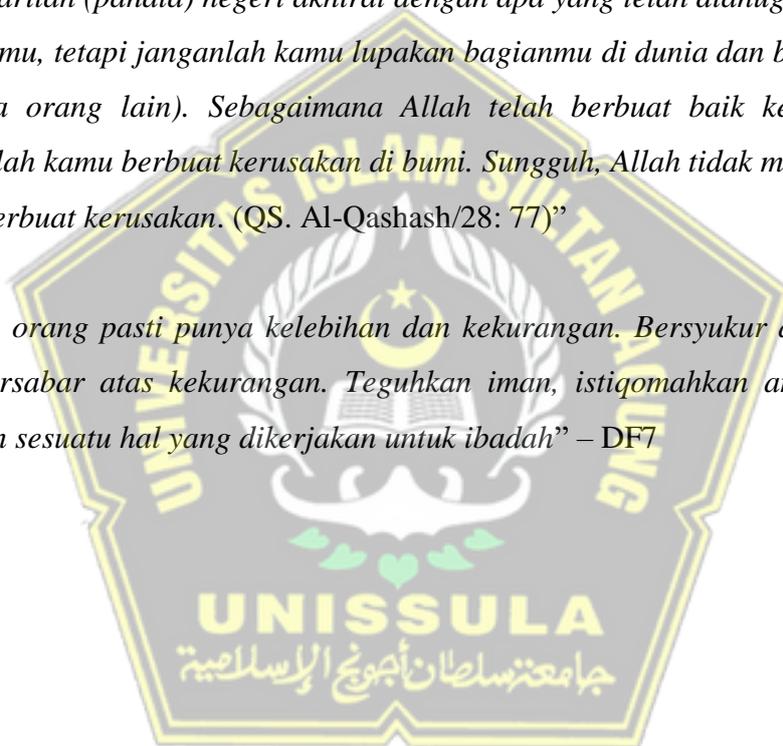
NIK. 210200031

MOTTO

“Kamu (umat Islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia (selama) kamu menyuruh (berbuat) yang makhruf, mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah. Seandainya Ahlulkitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka. Di antara mereka ada yang beriman dan kebanyakan mereka adalah orang-orang fasik. (QS. Ali-Imron/3:110)

“Dan carilah (pahala) negeri akhirat dengan apa yang telah dianugerahkan Allah kepadamu, tetapi janganlah kamu lupakan bagianmu di dunia dan berbuatbaiklah (kepada orang lain). Sebagaimana Allah telah berbuat baik kepadamu, dan janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi. Sungguh, Allah tidak menyukai orang yang berbuat kerusakan. (QS. Al-Qashash/28: 77)”

“Setiap orang pasti punya kelebihan dan kekurangan. Bersyukur atas kelebihan dan bersabar atas kekurangan. Teguhkan iman, istiqomahkan amal kebaikan. Niatkan sesuatu hal yang dikerjakan untuk ibadah” – DF7



HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dengan penuh rasa syukur, tesis ini saya persembahkan untuk:
Bapak Abdul Rachman dan Ibu Eny Purwanti tercinta yang tidak putus-putusnya
mendoakan ananda,
Suamiku Slamet Ariyanto dan Anak-anakku tersayang Arrumaisha Ardiani dan
Hamzah Ardiansyah yang selalu menjadi inspirasi dan motivasi untuk menjadi
panutan yang baik,
Bapak Mertua Budi Priyanto dan Ibu Mertua Sрни;
Om Sokip dan Bulek Istiqomah; adikku Dina Nurul Aeni, Dika Rahmawati, Ana
Aisyah dan Syaifuddin Hanafi yang dengan ikhlas mensupport keberhasilan saya,
Rekan-rekan Bidang Ranbangwas, Subbag Program dan BPJ Wilayah Tegal yang
telah memberikan dukungan dan saran masukan,
para pimpinan dan teman-teman Dinas PU Bina Marga dan Cipta Karya
Provinsi Jawa Tengah,
serta semua handai taulan yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

ABSTRAK

Amblesan jalan biasa terjadi di dataran tinggi yang memiliki parameter tanah yang kurang baik, didukung dengan kurangnya penanganan yang baik untuk mencegah terjadinya amblesan. Masalah yang umum terjadi adalah daya dukung tanah dasar yang tidak sama di setiap lokasi dan variasi penurunan yang disebabkan oleh adanya lapisan tanah lunak di bawah tanah dasar. Inilah sebabnya mengapa menggunakan pendekatan geotekstil adalah langkah pertama. Seperti kejadian amblesan jalan yang berlokasi di Desa Sridadi, Kec. Sirampog, Kab. Brebes tepatnya pada KM 116+100 hingga KM 116+250, disebabkan adanya gerakan tanah yang dipengaruhi adanya patahan dari arah Timur Laut ke Barat Daya. Berdasarkan pengumpulan dan pengolahan data primer dan sekunder, diperoleh hasil evaluasi teknis perbaikan jalan di atas tanah lunak, yakni penanganan dengan perkuatan geotekstil yakni jenis stabilisator kelas 1. Penggunaan sub drainase pipa pvc 5” dan Armco Ø 1 m untuk mengalirkan air dibawah permukaan tanah. Melalui pemodelan *plaxis 2D V20*, dapat diketahui kondisi stabilitas tanah sebelum dan sesudah penggunaan geotekstil dan sub drainase di lokasi tersebut. Yakni dapat meminimalisir nilai ekstrim perpindahan tanah (U_{tot}) yang semula 5,126 m menjadi 1,414 m. Dan diperolehnya nilai penurunan berdasarkan pengamatan di lapangan yang lebih kecil dari perhitungan hasil laboratorium yakni $0,700\text{ m} < 0,845\text{ m}$.

Kata kunci : amblesan tanah, geotekstil dan sub drainase

ABSTRAC

Road subsidence commonly occurs in highlands which have poor soil parameters, supported by a lack of proper treatment to prevent subsidence. Common problems are the unequal bearing capacity of the subgrade at each location and variations in settlement caused by the presence of soft soil layers beneath the subgrade. This is why using a geotextile approach is the first step. Like the road subsidence incident located in Sridadi Village, Kec. Sirampog, Kab. Brebes, to be precise at KM 116+100 to KM 116+250, was caused by ground movement which was influenced by a fault from the North East to the South West. Based on the collection and processing of primary and secondary data, the results of the technical evaluation of road repairs on soft soil were obtained, namely treatment with geotextile reinforcement, namely class 1 stabilizer type. Use of 5" PVC pipe sub-drainage and Ø 1 m Armco to drain water below the ground surface. Through 2D V20 plaxis modeling, the condition of soil stability can be determined before and after the use of geotextiles and sub-drainage at that location. Namely, it can minimize the extreme value of land displacement (U_{tot}) which was originally 5.126 m to 1,414 m. And the reduction value obtained based on field observations was smaller than the laboratory calculation, namely $0.700\text{ m} < 0.845\text{ m}$.

Keyword : land subsidence, geotextile, and sub drainage

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : DINA FITRIANI

NIM : 20202100061

Dengan ini saya nyatakan bahwa Tesis yang berjudul:

**ANALISIS PENGGUNAAN GEOTEKSTIL DAN SUB DRAINASE
DALAM PENANGANAN AMBLESAN PADA RUAS JALAN
BUMIAYU-SIRAMPOG KAB. BREBES**

Adalah benar hasil karya saya dan dengan penuh kesadaran bahwa saya tidak melakukan tindakan plagiasi atau mengambil alih seluruh atau sebagian besar karya tulis orang lain tanpa menyebutkan sumbernya. Jika saya terbukti melakukan tindakan plagiasi, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.



2023



DINA FITRIANI

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT, Sang Maha Pencipta dan Pengatur Alam Semesta, berkat Ridho-Nya, penulis akhirnya mampu menyelesaikan tesis penelitian untuk tesis yang berjudul "Analisis Penggunaan Geotekstil Dan Sub Drainase Dalam Penanganan Amblesan Pada Ruas Jalan Bumiayu-Sirampog Kab. Brebes".

Dalam menyusun tesis ini, tidak sedikit kesulitan dan hambatan yang penulis alami, namun berkat dukungan, dorongan dan semangat dari orang terdekat, sehingga penulis mampu menyelesaikannya. Oleh karena itu penulis pada kesempatan ini mengucapkan terima kasih sedalam-dalamnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. Gunarto, SH, MH. selaku Rektor Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) Semarang;
2. Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyono, MT., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) Semarang;
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Antonius, MT, Ph.D. selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) Semarang dan Bapak Ir. M. Faiqun Ni'am, MT., Ph.D selaku Sekretaris Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA) Semarang;
4. Dosen Pembimbing I Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyono, MT., Ph.D dan Dosen Pembimbing II Bapak Dr. Abdul Rochim, ST, MT yang dengan sabar membimbing penulis dalam menyelesaikan tesis ini.
5. Dosen Penguji Bapak Prof. Ir. H. Pratikso, MST., Ph.D; Dr. Ir. H. Soedarsono, M.Si; Prof. Dr. Ir. H. S. Imam Wahyudi, DEA dan Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM., MT atas saran dan masukan yang diberikan.
6. Bapak Kepala Dinas PU Bina Marga dan Cipta Karya Provinsi Jawa Tengah atas ijin belajar yang diberikan;
7. Teman-teman Angkatan yang telah memberikan semangat dan motivasi bagi penulis untuk menyelesaikan tesis ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam tesis ini. Oleh karena itu segala kritikan dan saran yang membangun akan penulis terima dengan baik.

Semoga tesis penelitian untuk tesis yang berjudul "Analisis Penggunaan Geotekstil Dan Sub Drainase Dalam Penanganan Amblesan Pada Ruas Jalan Bumiayu-Sirampog Kab. Brebes" ini bermanfaat bagi kita semua.

Semarang,

2023

Dina Fitriani



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN TESIS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TESIS	iii
MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRAC.....	vii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
ARTI SIMBOL DAN SINGKATAN.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Lokasi Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Teori Tentang Amblesan/ Penurunan tanah (<i>Land Subsidence</i>)	5
2.2 Faktor – faktor yang menyebabkan Amblesan	8
2.3 Teknologi Yang Tepat Untuk Menangani Masalah Amblesan	10
2.4 Metode Pelaksanaan Penggunaan Geotekstil Dan Sub Drainase ...	19
2.5 Tinjauan Stabilitas Lereng Pada Tanah Timbunan.....	25
2.6 Penelitian Terdahulu Yang Sejenis	28

BAB III	METODOLOGI PENELITIAN.....	36
3.1	Pendahuluan	36
3.2	Lokasi Penelitian	36
3.3	Pengumpulan Data (Primer dan Sekunder)	37
3.4	Pengolahan Data (Pemilihan Parameter Data)	38
3.5	Analisis Data	38
3.6	Diagram Alir.....	40
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	41
4.1	Kronologi Amblesan Tanah yang Terjadi	41
4.2	Penanganan Yang Pernah Dilakukan	44
4.3	Pemilihan Teknologi yang Tepat untuk Penanganan Amblesan Jalan.....	47
4.4	Metode Pelaksanaan Geotekstil dan Sub Drainase.....	48
4.5	Analisis Stabilitas Tanah	49
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	66
5.1	Kesimpulan.....	66
5.2	Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA	68
LAMPIRAN		



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Syarat Derajat Daya Bertahan (<i>Survivability</i>), AASHTO M 288-06..	22
Tabel 2.2	Persyaratan Kekuatan Geotekstil, AASHTO M 288-06	23
Tabel 2.3	Perbandingan Antara Penelitian Yang Akan Dilakukan Dalam Tesis Ini Dengan Penelitian-Penelitian Sejenis Sebelumnya	29
Tabel 4.1	Komparasi Faktor-Faktor Yang Menyebabkan Terjadinya Amblesan di Jalan Bumiayu-Sirampog Kab. Brebes	44
Tabel 4.2	Komparasi Teknologi Yang Tepat Untuk Menangani Masalah Amblesan Pada Lokasi Jalan Bumiayu-Sirampog Kab. Brebes	48
Tabel 4.3	Komparasi Metode Pelaksanaan Yang Tepat Dalam Penggunaan Geotekstil Dan Sub Drainase Pada Amblesan Jalan Bumiayu-Sirampog Kab. Brebes.....	51
Tabel 4.4	Data Tanah Dasar.....	53
Tabel 4.5	Data Tanah Timbunan.....	53
Tabel 4.6	Perhitungan kemantapan lereng tanpa geotekstil.....	55
Tabel 4.7	Estimasi Jumlah Pengulangan Beban Sumbu Standar Perencanaan Sebesar 50 kN.....	59
Tabel 4.8	Data Parameter Tanah Pemodelan Kondisi Tanah Dasar Tanpa Perkuatan Geotekstil Dan Penggunaan Sub Drainase Berdasarkan Hasil Penyelidikan Tanah.....	60
Tabel 4.9	Data Material Perkerasan Jalan Pemodelan Kondisi Tanah Dasar Tanpa Perkuatan Geotekstil Dan Penggunaan Sub Drainase Berdasarkan Hasil Penyelidikan Tanah.....	60
Tabel 4.10	Data Parameter Tanah Pemodelan Kondisi Tanah Dasar Tanpa Perkuatan Geotekstil Dan Penggunaan Sub Drainase Dengan Penyesuaian Nilai Kohesi (C') Dan Sudut Geser Dalam (Φ').....	61
Tabel 4.11	Data Material Perkerasan Jalan Pemodelan Kondisi Tanah Dasar Tanpa Perkuatan Geotekstil Dan Penggunaan Sub Drainase Dengan Penyesuaian Nilai Kohesi (C') Dan Sudut Geser Dalam (Φ').....	62
Tabel 4.12	Data Parameter Tanah Pemodelan Kondisi Tanah Dasar Dengan Perkuatan Geotekstil Dan Penggunaan Sub Drainase.....	63

Tabel 4.13 Data Turap Pemodelan Kondisi Tanah Dasar Dengan Perkuatan Geotekstil Dan Penggunaan Sub Drainase.....	63
Tabel 4.14 Data Perkerasan. Jalan dan Geosintetik Pemodelan Kondisi Tanah Dasar Dengan Perkuatan Geotekstil Dan Penggunaan Sub Drainase	64
Tabel 4.15 Data Pile Pemodelan Kondisi Tanah Dasar Dengan Perkuatan Geotekstil Dan Penggunaan Sub Drainase.....	64



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Lokasi Amblesan pada Ruas Jalan Bumiayu-Sirampog Kab. Brebes	4
Gambar 2.1	Longsor Rotasi	6
Gambar 2.2	Longsor Translasi	6
Gambar 2.3	Longsor Translasi Blok Batu.....	6
Gambar 2.4	Longsor Rayapan Tanah.....	7
Gambar 2.5	Longsor Runtuhan Batu.....	7
Gambar 2.6	Longsor Aliran Bahan Rombakan	8
Gambar 2.7	Bangunan ziggurat adalah contoh penerapan geotekstil di zaman kuno.....	11
Gambar 2.8	Mesin di pabrik yang memproduksi geotekstil	12
Gambar 2.9	Benang penyusun geotekstil.....	12
Gambar 2.10	Sub Drainase	16
Gambar 2.11	Sheetpile Profil-W.....	17
Gambar 2.12	<i>Corrugated Concrete Sheet Pile (CCSP)</i>	18
Gambar 2.13	Vertikal drainase	19
Gambar 2.14	Tipikal Sistem Drainase Jalan.....	23
Gambar 2.15	Bentuk Bidang Gelincir Tanpa Geotekstil	26
Gambar 2.16	Irisan Tanah Timbunan Yang Diperkuat Geotekstil	26
Gambar 3.1	Peta Geografis Indonesia.....	366
Gambar 3.2	Detail Lokasi Amblesan pada Ruas Jalan Bumiayu-Sirampog Kab. Brebes	37
Gambar 3.3	Diagram Alir Penelitian	40
Gambar 4.1	Kondisi Kerusakan Jalan Km. 116+100 - 116+200	42
Gambar 4.2	Dokumentasi Penanganan Amblesan Tahun 2022.....	45
Gambar 4.3	Dokumentasi Penanganan Amblesan Tahun 2023.....	46
Gambar 4.4	Pemasangan Geotekstil Stabilisator Kelas 1	50
Gambar 4.5	Pemasangan Pipa PVC 5"	50
Gambar 4.6	Bidang Slip dengan Menggunakan Teknik Baji	54
Gambar 4.7	Bidang Gelincir Dengan Metode Irisan (Dengan Geotekstil).....	56

Gambar 4.8	Deformed mesh u sebesar 15,31 m.....	60
Gambar 4.9	Total Displacement (<i>shadings</i>) u sebesar 15,31m	60
Gambar 4.10	Total Displacement (<i>arrows</i>) sebesar 15,31m.....	61
Gambar 4.11	Deformed mesh u sebesar 5,126 m.....	62
Gambar 4.12	Total Displacement (<i>shadings</i>) u sebesar 5,126 m	62
Gambar 4.13	Total Displacement (<i>arrows</i>) sebesar 5,126 m.....	62
Gambar 4.14	Deformed mesh u sebesar 1,414 m.....	64
Gambar 4.15	Total Displacement (<i>shadings</i>) u sebesar 1,414 m	64
Gambar 4.16	Total Displacement (<i>arrows</i>) u sebesar 1,414 m.....	65



ARTI SIMBOL DAN SINGKATAN



F_s	= faktor keamanan terhadap gelincir
W	= berat segmen
c	= kohesi tanah
ϕ	= sudut geser dalam
l	= panjang lengkungan lingkaran
α_i	= sudut yang dibuat oleh jari-jari lengkungan lingkaran dan garis vertikal
L_{arc}	= panjang garis keruntuhan
R	= jari-jari dari garis kelongsoran
T_i	= kuat tarik dari geotekstil
Y_i	= lengan moment dari geotekstil
E	= modulus geotekstil
L_e	= panjang geotekstil yang dibutuhkan
T	= kuat tarik dari bahan geotekstil
τ	= Soil Shear Tension
Sc	= penurunan konsolidasi = deviasi void ratio = void ratio awal = deviasi void ratio
Cc	= koefisien komprasi =tekanan overburden awal = deviasi tekanan overburden
Sp	= penurunan konsolidasi primer
H	= kedalaman pengambilan sampel = regangan tanah awal = deviasi regangan tanah
Cr	= ompression Ratio
P_o	= initial pressure
FP	= faktor Pertumbuhan
i	= angka pertumbuhan
n	= umur rencana

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bagian penting dari infrastruktur untuk menghubungkan berbagai tempat adalah transportasi darat, dalam hal ini jalan. Seiring berkembangnya zaman, kebutuhan akan fasilitas infrastruktur semakin meningkat. Pentingnya peran jalan dalam sistem transportasi, maka perlu perencanaan jalan yang sangat baik. Yakni tidak boleh terlepas dari aspek geoteknik guna memperhitungkan kemampuan daya dukung dan stabilitas tanah.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan menetapkan bahwa pembangunan jalan harus berhasil, aman, andal, kuat, dan stabil. Jurnal HPJI (Himpunan Pengembangan Jalan Indonesia) Vol. 6 No. 2 Juli 2020: 151–164 guna, serta berkeselamatan. Ini berarti infrastruktur jalan harus tahan terhadap pengaruh luar seperti berat kendaraan, cuaca buruk, aliran air tanah, dan bencana alam.

Saat membangun jalan, pertimbangan seperti kemampuan tanah dasar, beban gandar total mobil, dan elemen lokal seperti curah hujan atau tingkat kelembapan udara, serta proporsi kendaraan bermuatan berat harus dibuat. Badan jalan dapat runtuh akibat tanah longsor, yang merupakan salah satu jenis bencana alam. Hal ini dapat berdampak pada kehidupan masyarakat dan properti (mobil dan kargo), serta mengakibatkan perbaikan rutin yang mahal untuk kekurangan dalam desain jalan. (Jagad et al., 2020).

Lapisan tanah terbawah, yang dikenal sebagai tanah dasar, berfungsi sebagai landasan bagi lapisan perkerasan dan memberikan dukungan bagi konstruksi perkerasan di atasnya. Masalah yang umum terjadi adalah daya dukung tanah dasar yang tidak sama di setiap lokasi dan variasi penurunan yang disebabkan oleh adanya lapisan tanah lunak di bawah tanah dasar. Inilah sebabnya mengapa menggunakan pendekatan geotekstil adalah langkah pertama.

Penggunaan metode ini bertujuan sebagai bahan perkuatan untuk mencegah tercampurnya tanah timbunan dengan tanah dasar, serta menambah

daya dukung terhadap timbunan dan beban lalu lintas. Geotekstil menjadi semakin banyak digunakan dalam proyek-proyek pekerjaan sipil karena kemudahan aplikasinya, keterjangkauan, aksesibilitas, dan kemampuannya untuk membentengi tanah, terutama di tanah dasar (*subgrade*) (Pratama et al., 2021).

Menurut Laporan Peninjauan Lokasi Gerakan Tanah Desa Sridadi, Kec. Sirampog, Kab. Brebes oleh Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Provinsi Jawa Tengah tanggal 17 Januari 2022, terdapat beberapa hal yang penyebab amblesan dilokasi tersebut yaitu :

1. Berdasarkan peta geologi Gunung Api Slamet Jawa Tengah (I.S. Sutawidjaja, D. Aswin dan K. Sitorus; 1985), terdapat data sesar yang berarah Timur Laut-Barat Daya pada gerakan tanah dilokasi tersebut. Selain itu, wilayah ini terletak di Formasi Rambatan (Tmr) yang didominasi oleh batu pasir, napal, dan serpih. Tegak lurus terhadap bidang dasar, terdapat beberapa lapisan tipis kalsit juga.
2. Pengukuran lapangan menunjukkan bahwa luasan daerah yang terdampak gerakan tanah berkisar ± 10 Ha dengan arah pergerakan longsoran bervariasi N 240°E – N 285°E dan kemiringan lereng 35°. Terdapat zona kerentanan gerakan tanah yang tinggi di lokasi tersebut.
3. Terdapat saluran air pada sisi Utara jalan provinsi yang mengalami gerakan tanah yang merupakan mahkota longsoran dengan ditemukan gawir/scarp. Pada sisi Selatan-Barat Daya Dukuh Karanganyar yang merupakan kaki longsoran terdapat aliran Kali Keruh, berjarak ± 300 m ke selatan dari jalan provinsi yang ambles (mahkota). Pada tubuh longsoran banyak dijumpai lahan persawahan dengan tanaman padi yang memanfaatkan air permukaan dari saluran air yang bersumber dari mata air di atasnya.

Berdasarkan data tersebut, telah dilakukan Analisa Gerakan tanah, yakni :

1. Terjadinya amblesan jalan disebabkan oleh lebih tingginya elevasi jalan provinsi (mahkota longsor) sehingga pergerakan material rombakan tanah pada bidang gelincir mengarah relatif ke Selatan dan Barat Daya

mengarah ke Kali Keruh yang elevasinya lebih rendah (kaki longoran). Pergerakan tanah yang pernah terjadi pada tahun-tahun sebelumnya, menyebabkan terbentuknya bidang gelincir sehingga pada saat musim hujan material rombakan mengalami jenuh air dan mengalami pembebanan menyebabkan tanah bergerak.

2. Peningkatan kandungan air dalam lapisan tanah hasil lapukan batu lempung yang diakibatkan oleh resapan air hujan yang masuk melalui pori-pori tanah yang berada di permukaan karena sistem drainase permukiman yang relative buruk (semi permanen) dalam menampung limpasan air hujan serta limbah hasil rumah tangga. Kondisi saluran drainase sepanjang tahun teraliri air limpasan dari mata air di atasnya.

Jika dilihat dari data Lintas Harian Rata-rata (LHR) pada 3 tahun terakhir, kendaraan yang melintas di ruas Bumiayu-Sirampog tergolong masih wajar. Yang artinya sebagian besar kendaraan yang melintas adalah kendaraan golongan 1 s.d 4 dan sisanya adalah kendaraan golongan 5 dan 6. Untuk itu perlu dilakukan penanganan pada ruas tersebut, sehingga aktivitas masyarakat setempat tidak terhenti.

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah meliputi hal-hal sebagai berikut :

1. Faktor apa saja yang menyebabkan terjadinya amblesan di Jalan Bumiayu-Sirampog Kab. Brebes?
2. Apakah teknologi yang tepat untuk menangani masalah amblesan pada lokasi Jalan Bumiayu-Sirampog Kab. Brebes?
3. Bagaimana metode pelaksanaan yang tepat dalam penggunaan geotekstil dan sub drainase pada amblesan Jalan Bumiayu-Sirampog Kab. Brebes?
4. Bagaimana stabilitas sebelum dan sesudah penggunaan geotekstil dan sub drainase di lokasi tersebut?

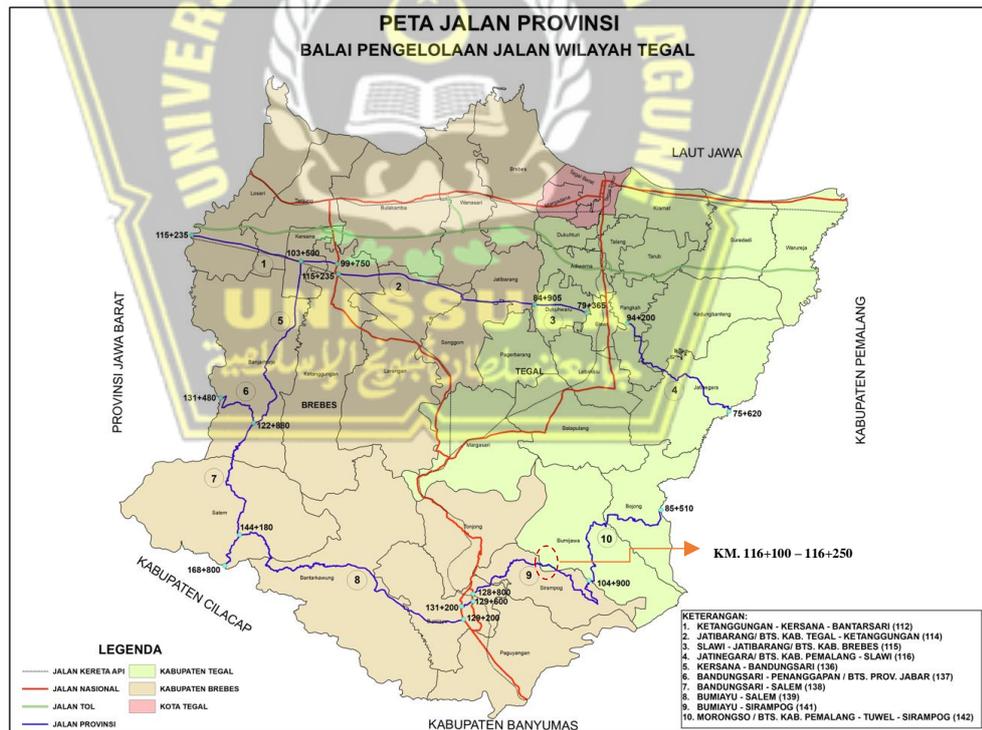
1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk :

1. Mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan terjadinya amblesan di Jalan Bumiayu-Sirampog Kab. Brebes.
2. Mengetahui teknologi yang tepat untuk menangani masalah amblesan pada lokasi Jalan Bumiayu-Sirampog Kab. Brebes.
3. Mengetahui metode pelaksanaan yang tepat dalam penggunaan geotekstil dan sub drainase pada amblesan Jalan Bumiayu-Sirampog Kab. Brebes.
4. Mengetahui stabilitas sebelum dan sesudah penggunaan geotekstil dan sub drainase di lokasi tersebut.

1.4 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yakni pada Ruas Jalan Bumiayu - Sirampog Kab. Brebes sepanjang 150 meter.



Gambar 1.1 Peta Lokasi Amblesan pada Ruas Jalan Bumiayu-Sirampog Kab. Brebes

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Tentang Amblesan/ Penurunan tanah (*Land Subsidence*)

Menurut (Achenita et al., 2016), amblesan merupakan proses pergerakan penurunan tanah berdasarkan datum (kerangka referensi geodesi) tertentu dengan beberapa faktor penyebabnya yang dikenal dengan istilah *high ground subsidence*. Ada beberapa penyebab penurunan permukaan tanah, termasuk:

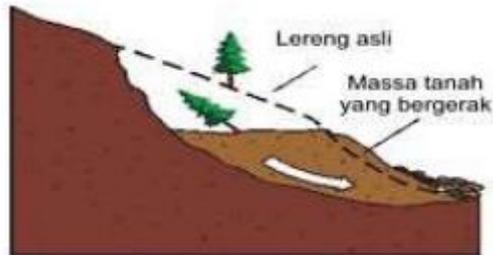
1. Pembebanan di atas permukaan,
2. Hilangnya air tanah akibat eksploitasi berlebihan,
3. Gempa yang mengakibatkan rusaknya struktur tanah,
4. Ketidakstabilan bidang tanah akibat proses tertentu.

Struktur tanah yang tidak terkonsolidasi secara tidak langsung dipaksa untuk dipadatkan oleh penurunan ini. Biasanya terjadi di tempat-tempat yang dulunya merupakan delta, endapan banjir, dan rawa-rawa yang diubah menjadi daratan tanpa terlebih dahulu melakukan rekayasa tanah.

Definisi lain dari subsidensi adalah penurunan permukaan tanah sebagai akibat dari perubahan volume pada lapisan batuan di bawahnya; batuan dasar sering kali terdiri dari formasi batu kapur. Penyebab utama amblesan tanah telah ditentukan oleh sejumlah penelitian. Hal ini termasuk aktivitas tektonik, pengambilan air tanah yang berlebihan, konsolidasi yang disebabkan oleh beban konstruksi, dan konsolidasi bawah permukaan secara alami (Makmur et al., 2016).

Berikut ini adalah jenis tanah longsor yang paling umum terjadi:

1. Longsoran rotasi (*rotational slips*); yakni tanah longsor di mana permukaan yang runtuh pada potongan dapat berbentuk kurva non-lingkar atau busur lingkaran.



Gambar 2.1 Longsoran Rotasi

2. Kelongsoran yang ditranslasikan kemungkinan besar terjadi jika lapisan tanah yang berdekatan relatif tipis di bawah permukaan lereng.



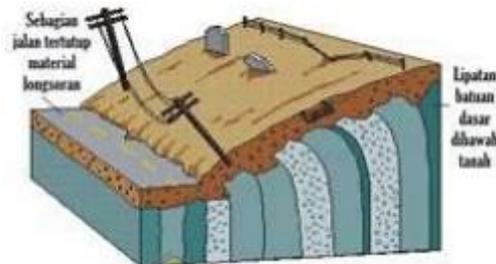
Gambar 2.2 Longsoran Translasi

3. Longsoran translasi blok batuan, yang juga dikenal sebagai gerakan blok batuan, terjadi ketika bidang gelincir yang datar atau miring bergerak, menggeser material batuan.



Gambar 2.3 Longsoran Translasi Blok Batu

4. Longsoran Tanah Merayap: Jenis tanah ini merayap secara perlahan dan dapat menjadi tak terkendali dalam jangka waktu yang lama. Jenis tanah ini terdiri dari jenis tanah berbutir kasar dan halus. Rumah, pohon, atau tiang-tiang bersandar ke bawah sebagai akibat dari longsoran salju ini.



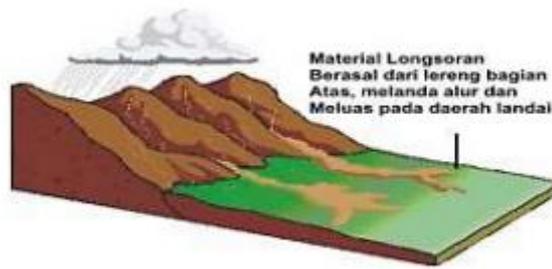
Gambar 2.4 Longsoran Rayapan Tanah

5. Longsoran batu adalah bentuk longsoran yang sebagian besar mempengaruhi lereng curam dan merusak batu-batu besar. Hal ini disebabkan oleh sejumlah besar batu, tanah, atau material lain yang jatuh bebas. Tanah longsor ini melayang-layang di lokasi-lokasi pesisir.



Gambar 2.5 Longsoran Runtuhan Batu

6. Longsoran tebing adalah jenis longsoran yang terjadi ketika air mendorong massa tanah yang bergerak; kecepatannya tergantung pada komposisi material, kemiringan, serta tekanan dan volume air. Gerakan yang terjadi di tempat-tempat di mana lembah-lembah memiliki kedalaman ratusan hingga ribuan meter, seperti di daerah aliran sungai di sekitar gunung berapi. Ini adalah longsoran yang paling mematikan.



Gambar 2.6 Longsoran Aliran Bahan Rombakan

Amblesan pada Ruas Jalan Bumiayu-Sirampog telah terjadi beberapa kali dan telah ditangani. Dilansir dari murianews.com edisi 6 Oktober 2022 akibat curah hujan yang tinggi selama akhir tahun 2022 hingga memasuki awal tahun 2023, terjadi pergerakan tanah di lokasi tersebut. Hal ini ditunjukkan dengan semakin dalamnya cekungan pada bagian jalan, hingga menyulitkan pengendara yang melintas.

Berdasarkan informasi dari Satgas Penanggulangan Bencana BPBD Kabupaten Brebes Pos Aju Bumiayu, amblesnya badan jalan diakibatkan konstruksi tanah yang sangat labil. Pergerakan pada lapisan bawah tanah yang mengarah ke Sungai Keruh Beket, di sisi selatan. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan tim Geologi Bandung dan ESDM beberapa waktu lalu, lokasi tersebut tidak layak sebagai wilayah hunian maupun sarana jalan. Kondisi tersebut karena pada titik yang sama, juga merupakan mahkota longsor dari pergerakan tanah.

2.2 Faktor – faktor yang menyebabkan Amblesan

Menurut (Achenita et al., 2016), beberapa faktor penyebab amblesan jalan yaitu :

1. Penurunan tanah alami (*natural subsidence*); disebabkan oleh :
 - a. Siklus Geologi

Siklus geologi ditandai dengan proses-proses berikut: pengendapan, pelapukan (denudasi), dan pergerakan kerak bumi. Terdapat hubungan antara pelapukan dan air, karena air melapukkan batuan melalui erosi mekanis dan kimiawi, fluktuasi suhu yang

menyebabkan rusaknya permukaan batuan, dan angin, terutama di daerah kering dan gersang.

b. Sedimentasi Daerah Cekungan

Zona tektonik lempeng biasanya merupakan rumah bagi cekungan, terutama yang dekat dengan perbatasan lempeng. Jumlah sedimen yang menumpuk di dalam cekungan meningkat, yang meningkatkan beban kerja. Permukaan tanah tenggelam sebagai akibat dari proses pemadatan sedimen yang terjadi.

Penurunan muka tanah ini merupakan akibat dari :

- J Fleksibilitas lapisan kerak bumi disebabkan oleh kekuatan luar biasa dari beban yang diciptakan oleh sedimen dan ketika dikombinasikan dengan air..
- J Permukaan tanah meningkat sebagai akibat dari aktivitas internal yang meningkatkan suhu kerak bumi dan kemudian menyebabkannya mengembang. Setelah itu, penurunan permukaan tanah terjadi lagi akibat proses erosi dan pendinginan.
- J Sifat deformasi lapisan tanah sehubungan dengan tegangan saat ini.

2. Penurunan tanah akibat pengambilan air tanah (*groundwater extraction*)

Permukaan air tanah di lapisan akuifer akan turun sebagai akibat dari pengambilan air tanah secara ekstensif yang melebihi kapasitas pengambilan. Hilangnya air tanah mengakibatkan pori-pori tanah dikosongkan, yang menurunkan tekanan hidrostatik di bawah permukaan tanah. Akan terjadi pemampatan lapisan akuifer lebih lanjut.

3. Penurunan akibat beban bangunan (*settlement*)

Lapisan di bawahnya dapat memampat ketika lebih banyak bangunan ditambahkan di atas tanah. Hal ini dapat disebabkan oleh

beberapa faktor yang secara langsung berkaitan dengan kondisi tanah yang bersangkutan, seperti perpindahan partikel, deformasi tanah, dan udara atau air yang keluar dari pori. Penurunan permukaan tanah pada akhirnya diakibatkan oleh mekanisme kompresi ini. Secara umum, ada dua kategori penurunan tanah yang berhubungan dengan pembebanan, yaitu:

- a. Pergeseran volume tanah jenuh air yang disebabkan oleh pelepasan air ke dalam pori-pori air tanah dikenal sebagai pengendapan konsolidasi.
- b. penurunan segera yang terjadi karena elastisitas tanah kering, basah, dan jenuh air berkurang tanpa perubahan kadar air.

2.3 Teknologi Yang Tepat Untuk Menangani Masalah Amblesan

a. Geotekstil

Berdasarkan Surat Edaran Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor : 34/SE/M/2015 tanggal 18 Mei 2015 tentang Pedoman Perencanaan Teknis Drainase Bawah Permukaan Dengan Menggunakan Filter Geotekstil, definisi geotekstil merupakan jenis geosintetik yang umum digunakan sebagai filter dalam sistem drainase bawah permukaan jalan. Bahan tekstil apa pun yang terintegrasi dengan fondasi, tanah, batuan, atau bahan geoteknik lainnya sebagai komponen penting dari sistem struktural, atau produk buatan manusia, dan dapat berupa rajutan, anyaman, atau bukan anyaman, disebut sebagai filter geotekstil.

Geotekstil berkekuatan tinggi yang dipasang dengan hati-hati akan berfungsi sebagai penguat untuk meningkatkan stabilitas dan menghentikan keruntuhan. Selain itu, geotekstil akan mengurangi perpindahan tanah di bawahnya, baik dalam arah horizontal maupun vertikal, yang akan mengurangi penurunan diferensial. Perlu ditekankan, bagaimanapun juga, bahwa jumlah pengendapan sekunder atau konsolidasi jangka panjang dari timbunan tidak akan berkurang dengan adanya perkuatan geosintetik. Oleh karena itu, perlakuan geosintetik

tidak sesuai jika penurunan merupakan kriteria kinerja utama dari suatu struktur (tanggul).

Untuk kriteria perencanaan teknis sistem drainase perkerasan (lapis pondasi permeabel), hal-hal berikut harus diperhatikan, yaitu :

1. Geometri lapis pondasi permeabel.
2. Seluruh air yang masuk ke sistem drainase perkerasan harus dipertimbangkan, yaitu : Infiltrasi air, Air tanah (gravitasi dan artesis) dan Aliran air keluar (*vertikal outflow*).
3. Laju pembuangan air (*discharge rate*).
4. Waktu pengaliran (*time-to-drain*).
5. Kapasitas aliran rencana dari pipa saluran samping.
6. Spasi *outlet*.

Awal mula munculnya geotekstil yakni pada saat digunakannya bahan-bahan dari alam untuk mengatasi masalah kestabilan tanah sejak berabad-abad yang lalu. Masyarakat di **Babilonia**, membuat anyaman dari sejenis **alang-alang** untuk pondasi pembangunan *ziggurat* (kuil).

Selain itu, pada beberapa titik **Tembok Cina**, ditemukan dahan-dahan pohon, yang digunakan untuk memperkuat pondasi. Juga di Kerala, **India**, ada kebiasaan masyarakat menggunakan daun kelapa sebagai pelapis tanah untuk konstruksi bangunan.



Gambar 2.7 Bangunan ziggurat adalah contoh penerapan geotekstil di zaman kuno.

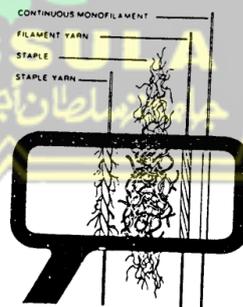
Seiring berjalannya waktu, penggunaan bahan-bahan alami tersebut mulai digantikan oleh material produksi pabrik. Hal ini disebabkan material sintetis dapat divariasikan sedemikian rupa untuk

memenuhi berbagai kebutuhan proyek yang berbeda-beda. Dan juga material tersebut dapat diproduksi dalam jumlah yang sangat banyak, guna memenuhi kebutuhan pasar yang semakin meningkat.

Geotekstil sintetis pertama kali dipakai pada suatu proyek di Belanda pada tahun 1953, untuk mencegah masuknya air dari laut yang mengakibatkan banjir. Dari situlah, penggunaan material geotekstil terus meningkat sampai saat ini. Tercatat, pada tahun 1970, konsumsi geotekstil hanya sebanyak 10 juta meter persegi. Dibandingkan dengan tahun 2007, pemakaian geotekstil sudah mencapai 2500 juta meter persegi.



Gambar 2.8 Mesin di pabrik yang memproduksi geotekstil



Gambar 2.9 Benang penyusun geotekstil

Konsumsi geotekstil terbanyak masih berada di negara-negara maju seperti di Amerika Serikat, Kanada, Eropa Timur, Jepang dan Australia. Namun perlahan-lahan di negara berkembang pun mulai menggunakan geotekstil setelah banyaknya penelitian intensif dan contoh-contoh proyek yang sukses menerapkan geotekstil.

Ada dua jenis geotekstil : non-anyaman dan rajutan atau anyaman. Geotekstil adalah bahan lembaran yang terdiri dari elemen tekstil polimer. Geotekstil terdiri dari beberapa bentuk dan komposisi polymer yang disesuaikan untuk memenuhi kebutuhan konsumen. Secara umum, semua geotekstil terdiri dari kain yang kuat dan tahan lama yang bahan dasarnya tahan terhadap usia, cuaca, dan reaksi kimia. Daya tahan geotekstil menentukan kinerja jangka panjang struktur saat digunakan secara permanen. (Pratama et al., 2021)

1. Geotekstil *Woven*

Bertindak sebagai material dengan nilai kekuatan tarik yang lebih besar daripada geotekstil non-anyaman, yang membantu meningkatkan stabilitas tanah dasar, terutama tanah dasar yang lunak. Dan juga memiliki nilai peresapan air (*permeability*) yang baik, serta berketahanan terhadap bahan kimia dan organik. (Pratama et al., 2021).

Namun terdapat kekurangan geotekstil *woven* yaitu tidak tahan terhadap sinar matahari. Hal ini disebabkan oleh sinar UV di bawah sinar matahari, yang memiliki kemampuan untuk menurunkan kualitas dengan cepat dan membuat bahan menjadi rapuh.

2. Geotekstil *Non-Woven*

Membantu menghindari penggabungan berbagai lapisan material yang berbeda. Ketika membangun jalan di atas tanah dasar yang lunak, geotekstil digunakan sebagai pembatas. Untuk menghindari efek pemompaan yang dapat dengan mudah merusak perkerasan, geotekstil digunakan untuk mencegah lumpur naik ke dalam sistem perkerasan (Khuzeir & Lubis, 2018).

Geotekstil jenis ini memudahkan sistem perkerasan jalan, termasuk tanggul atau oprit yang tinggi, untuk dipadatkan. Karena tekanan tanah dari material timbunan cukup kuat untuk menciptakan regangan atau penurunan lateral, geotekstil dapat memberikan resistensi pada arah horisontal untuk meningkatkan stabilitas timbunan.

Penggunaan geotekstil pada suatu konstruksi biasanya didasarkan pada fungsinya yakni berkaitan dengan sifat-sifat khusus dari geotekstil, yaitu :

- a. Lapisan pemisah (*separation*); digunakan saat geotekstil diletakkan diantara 2 jenis material yang berbeda. Dengan melakukan ini, kemungkinan kontaminasi dan pencampuran di antara berbagai komponen ini berkurang. Misalnya pada konstruksi jalan yang memisahkan agregat dengan lapisan tanah dasar dengan daya dukung tanah lemah. Geotekstil yang digunakan dalam kondisi seperti ini harus memiliki permeabilitas air, tahan terhadap ledakan, kekuatan putus, dan tahan terhadap tusukan.
- b. Lapisan penyaringan digunakan ketika geotekstil digunakan untuk mengalirkan air sambil menahan partikel-partikel tanah yang berpindah dari satu sisi permukaan ke sisi lainnya oleh aliran air. Dan pada kondisi dimana tekanan air pori yang berlebihan tidak diijinkan. Hal ini dapat dilihat pada geotekstil pembungkus agregat batu drainase pada konstruksi drainase jalan. Pada kondisi tersebut, geotekstil yang digunakan harus bersifat *permeability* (keelutan) dan *Equivalent Opening Size* (EOS).
- c. Penyaluran air (Drainase); digunakan ketika diantisipasi bahwa geotekstil akan berfungsi sebagai penyaring dan saluran pembuangan. Ketika geotekstil bersifat permeabel dan mampu menyaring, aksi penyaringannya adalah menahan partikel tanah yang diangkut oleh air tanah, mencegahnya masuk ke saluran drainase. Geokomposit yang terbuat dari geotekstil yang dapat berfungsi sebagai jalur air dan penyaring biasanya digunakan dalam drainase vertikal. Hal ini mengindikasikan bahwa harga *Equivalent Opening Size* (EOS) dan transmisivitas merupakan atribut geotekstil yang berasal dari desain berdasarkan tujuannya.

- d. Perkuatan tanah (*reinforcement*); digunakan saat geotekstil yang diletakkan pada pembuatan lereng yang sangat curam. Kondisi ini memerlukan geotekstil yang kuat (*strength*), perpanjangan (*elongation*), tanah rangkak (*creep resistance*) dan modulus yang dibutuhkan.
- e. Pelindung air (*moisture barrier*); digunakan ketika aspal lama ditutupi dengan geotekstil sebelum aspal baru dipasang. Sebagai ilustrasi, pertimbangkan penggunaan geotekstil sebagai lapisan pemisah yang menyebabkan lapisan aspal memantulkan fraktur.

b. Sub Drainase

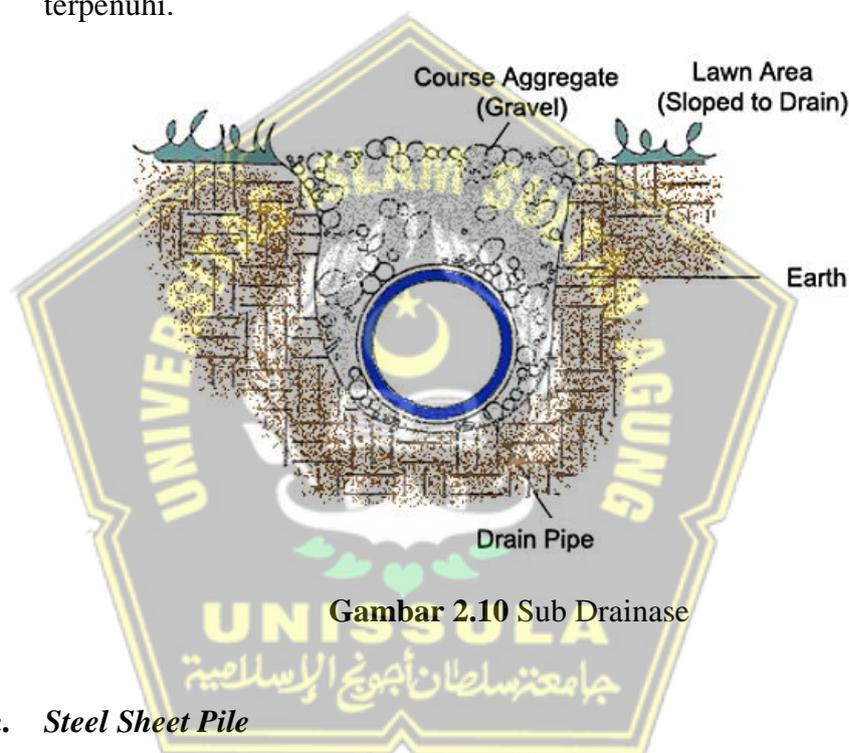
Sistem drainase adalah cara pengaliran air dengan pembuatan saluran tersier untuk menampung air hujan yang mengalir diatas permukaan tanah, kemudian dialirkan ke sistem yang lebih besar (sekunder dan premier) dan selanjutnya dialirkan ke sungai dan laut (Robert J Kodoatie, 2005).

Secara umum, drainase adalah proses mengurangi dan/atau menghilangkan air berlebih dari suatu wilayah atau sebidang tanah untuk memaksimalkan potensi penggunaan properti. Upaya untuk mengatur kualitas air tanah sehubungan dengan sanitasi adalah definisi lain dari drainase.

Sangat penting untuk mencari rembesan air di permukaan dan di bawah permukaan untuk mencegah keruntuhan lereng. Perbaikan drainase yang sesuai standar supaya aliran air pada lokasi penelitian tidak menginfiltrasi kedalam lereng tanah/batuan, maka perlu digunakan geotekstil. (Jesus et al., 2019)

Salah satu jenis drainase yang digunakan pada penanganan amblesan jalan ini yaitu drainase bawah tanah (*Sub Surface Drainage*). Ini adalah rute drainase yang menggunakan media bawah permukaan (pipa) untuk mengalirkan air dari limpasan permukaan. Dua jenis sub-drainase yang berbeda digunakan: Armco Ø 1 m dan pipa pvc 5".

Secara garis besar, perencanaan drainase bawah permukaan yang menggunakan geotekstil filter dimulai dengan melakukan evaluasi terhadap kondisi proyek. Selanjutnya dilakukan pengambilan contoh tanah pada lokasi proyek untuk dilakukan pengujian analisa ukuran butir, permeabilitas dan penentuan agregat untuk drainase. Perhitungan aliran air kedalam dan melalui sistem drainase merupakan tahap berikutnya. Kemudian perencanaan filter geotekstil dilakukan sehingga keempat kriteria (kriteria retensi, kriteria permeabilitas/permitivitas, kriteria daya tahan terhadap penyumbatan, dan daya bertahan dan durabilitas) terpenuhi.



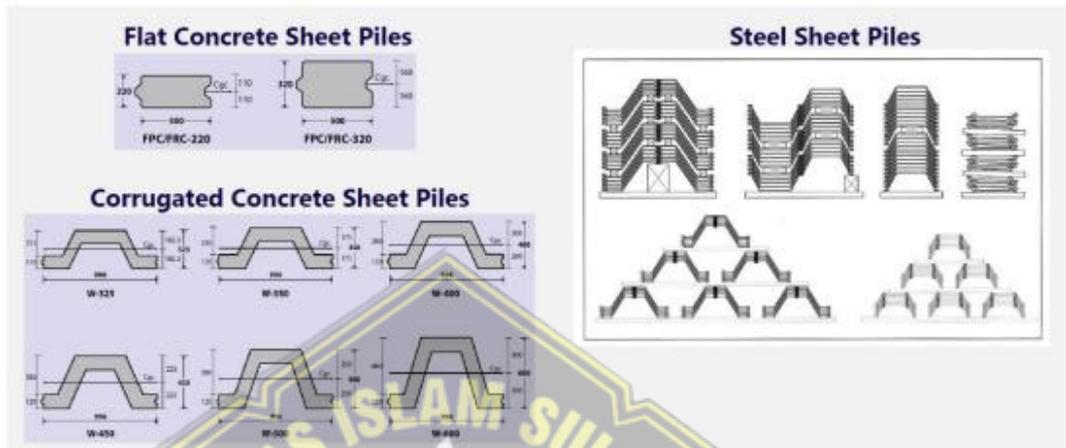
Gambar 2.10 Sub Drainase

c. **Steel Sheet Pile**

Dianggap sebagai inovasi baru dalam konstruksi penahan tanah, *Sheet Pile Wall Steel* (juga dikenal sebagai *Sheet Pile Wall*). Seperti namanya, *sheet pile* berfungsi untuk mencegah tanah longsor karena tekanan horizontal. *Steel Sheet Pile* membantu mengoptimalkan penggunaan lahan.

Konstruksi *Steel Sheet Pile* berbentuk seperti dinding dengan beberapa *sheet pile* yang ditancapkan ke dalam tanah. Konstruksi ini biasanya digunakan untuk penahan tanah pada proyek penggalian, tebing jalan raya, tanggul sungai, dan sebagainya.

Penggunaan balok besi cenderung lebih efisien dari segi keamanan dan efektivitas lahan dibandingkan dengan balok kolom gravitasi yang sudah populer. Ini karena bentuknya lebih tipis dari lembaran dinding gravitasi tetapi juga memiliki struktur, keamanan dan konstruksi yang stabil.



Gambar 2.11 Sheetpile Profil-W

Terdapat beberapa jenis *sheet pile*, seperti:

1. Lembar Tiang Cantilever

Tiang pancang mengandalkan kekuatan struktur tanah di sekitar konstruksi untuk menahan beban horizontal.

2. Lembar Tumpukan Lapis Baja

Sesuai dengan namanya, lempengan papan ini adalah yang terpanjang di dalam tanah dengan armature di atasnya. Meskipun harus disesuaikan dengan kondisi tanah di sekitar konstruksi, struktur ini sangat baik untuk menahan galian yang jauh di dalam.

3. Tumpukan Lembar dengan Platform

Tiang pancang jenis ini tidak berbentuk dinding, tetapi lebih mirip dengan pondasi yang dipasang untuk meletakkan bangunan.

4. Tumpukan Lembar Dam Efek Seluler

Jika kita familiar dengan *sheet pile* dan *cold-shaped, sheet pile* jenis ini berbentuk sel yang berisi pasir. Menariknya, jenis ini akan menahan tekanan tanah dengan sangat baik karena berat pasir di lubang sel.

Ada beberapa alasan mengapa *sheet pile* sekarang menjadi lebih populer daripada jenis retainer lain yang sudah populer. Antara lain:

1. Bobot lebih ringan dengan dimensi ramping.
2. Sangat cocok untuk tanah timbunan dengan ketinggian sekitar 2-10 meter.
3. Hemat tempat sehingga cocok untuk lahan terbatas.
4. Menggunakan konstruksi prefabrikasi atau beton pracetak sehingga terjamin kualitas dan keamanannya.
5. Pemasangan tiang pancang baja tidak memerlukan pengeringan air.

d. *Corrugated Concrete Sheet Pile (CCSP)*

CCSP adalah salah satu jenis dinding penahan tanah yang diklasifikasikan sebagai dinding fleksibel dengan material beton. Dengan dilakukan pemancangan turap untuk mencegah kelongsoran tanah di sisi dalam galian.

Penggunaan turap CCSP memiliki keunggulan, yaitu mudah digunakan dan waktu pekerjaan yang relatif singkat. Analisis kedalaman CCSP yang memenuhi syarat kestabilan terhadap gaya guling harus direncanakan untuk memastikan keamanan pekerjaan galian karena kedalaman penanaman CCSP bervariasi berdasarkan jenis tanah dasar di sekitar jembatan.

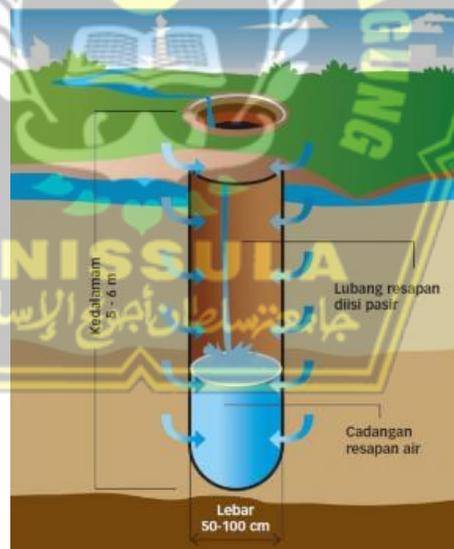


Gambar 2.12 *Corrugated Concrete Sheet Pile (CCSP)*

e. Vertikal Drainase

Sistem drainase vertikal menggunakan saluran pengangkut air tanah untuk mempercepat proses penurunan. Proses penyelesaian vertikal drainase memerlukan waktu yang cukup lama tergantung pada seberapa berpori jenis tanah yang dikerjakan. Waktu yang diperlukan untuk proses penyelesaian disebut sebagai periode konsolidasi.

Dengan mengangkut air dari tanah ke daerah drainase, penggunaan drainase vertikal mempersingkat proses konsolidasi. Meningkatkan aliran air paksa dapat dicapai melalui sistem pompa drainase yang ada. Semakin cepat tanah di lokasi konstruksi stabil, semakin cepat proyek dapat dimulai. Jenis drainase vertikal terdiri dari strip plastik yang dibungkus dengan filter geotekstil yang telah dibuat sebelumnya dan memiliki saluran beralur. Bungkus filter menjaga agar kotoran dan serpihan tidak masuk ke saluran pembuangan sekaligus mempertahankan laju aliran air yang stabil.



Gambar 2.13 Vertikal drainase

2.4 Metode Pelaksanaan Penggunaan Geotekstil Dan Sub Drainase

Membangun jalan dan konstruksi tanggul di atas tanah lunak dengan nilai CBR kurang dari 3% membutuhkan pemasangan geotekstil dan lapisan timbunan yang cukup tebal agar kendaraan konstruksi dapat melintas di atas

tanah dasar yang lemah. Sehingga tahapan timbunan dapat terlaksana dengan optimal sesuai tebal yang direncanakan dan stabilitas tanah terjamin.

Tanah lunak yang didefinisikan sebagai tanah lempung atau gambut dengan kuat geser kurang dari 25 kN/m² berdasarkan Panduan Geoteknik 1 No. Pt T-08-2002-B (DPU, 2002a). Jika menggunakan korelasi dari AASHTO M288-06 (CBR≈30 cu), maka nilai kuat geser ini setara dengan nilai CBR lapangan kurang dari 1. Timbunan yang dibangun di atas tanah lunak memiliki kecenderungan untuk menyebar secara lateral akibat tekanan tanah horizontal yang bekerja di dalam timbunan.

Tekanan tanah ini menimbulkan tegangan geser horizontal pada dasar timbunan yang harus ditahan oleh tanah pondasi. Apabila tanah pondasi tidak memiliki tahanan geser yang cukup, maka akan terjadi keruntuhan. Pemasangan geotekstil atau geogrid berkekuatan tinggi yang direncanakan dengan tepat akan berfungsi sebagai perkuatan untuk meningkatkan stabilitas serta mencegah keruntuhan. Geotekstil akan mengurangi pergeseran horizontal dan vertikal tanah di bawahnya, sehingga dapat mengurangi penurunan diferensial.

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 D 1388, 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.

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.

Fungsi perkuatan pada konstruksi timbunan adalah sebagai berikut : meningkatkan faktor keamanan rencana; menambah tinggi timbunan; mencegah pergeseran timbunan selama pelaksanaan; dan memperbaiki kinerja timbunan karena penurunan pasca konstruksi yang seragam.

Prosedur pemasangan mencakup persyaratan perataan dan pembersihan tanah dasar, spesifikasi agregat, ketebalan penghamparan agregat dan peralatan. Persyaratan-persyaratan tersebut sangat penting jika geosintetik dipilih berdasarkan daya bertahannya.

Prosedur perbaikan untuk bagian geosintetik yang rusak (misalnya robek atau usang) meliputi syarat tumpang tindih, keliman jahitan, gabungan dari sambungan-sambungan, atau syarat penggantian. Untuk perbaikan dengan cara tumpang tindih, geosintetik harus diperpanjang minimal sebesar panjang tumpang tindih yang disyaratkan dari seluruh tepi yang robek atau usang (misalnya jika disyaratkan lebar tumpang tindih 0,3 m, maka lembar geosintetik baru harus diperpanjang sedikitnya 0,3 m dari semua tepi yang robek).

Selain syarat kekuatan yang ditentukan dalam perencanaan, geotekstil harus cukup kuat agar mampu bertahan selama masa konstruksi. Jika tersobek, tertusuk, atau terbelah, maka kemampuannya untuk menahan struktur timbunan akan berkurang sehingga dapat mengakibatkan terjadinya keruntuhan. Persyaratan daya bertahan (*survivability*) yang disarankan untuk geotekstil diperlihatkan pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2 berdasarkan AASHTO M 288, sebagaimana tercantum dibawah ini :

Tabel 2.1 Syarat Derajat Daya Bertahan (*Survivability*), AASHTO M 288-06

	Alat dengan Tekanan Permukaan Rendah (<i>Low Ground Pressure</i>) ≤ 25 kPa (3.6 psi)	Alat dengan Tekanan Permukaan Sedang (<i>Medium Ground Pressure</i>) 25 kPa – 50 kPa (3.6 psi – 7.3 psi)	Alat dengan Tekanan Permukaan Tinggi (<i>High Ground Pressure</i>) > 50 kPa (> 7.3 psi)
Tanah dasar telah dibersihkan dari halangan kecuali rumput, kayu, daun dan sisa ranting kayu. Permukaan halus dan rata sehingga lubang/gundukan tidak lebih dalam/tinggi dari 450 mm. Lubang yang lebih besar dari ukuran tersebut harus ditutup. Alternatif lain, lantai kerja dapat digunakan.	Rendah (Kelas 3)	Sedang (Kelas 2)	Tinggi (Kelas 1)
Tanah dasar telah dibersihkan dari halangan yang lebih besar dari cabang kayu dan batu yang berukuran kecil sampai sedang. Batang dan pangkal/akar pohon harus dipindahkan atau ditutup sebagian dengan lantai kerja. Lubang/gundukan tidak boleh lebih dalam/tinggi dari 450 mm. Lubang yang lebih besar dari ukuran tersebut harus ditutup.	Sedang (Kelas 2)	Tinggi (Kelas 1)	Sangat Tinggi (Kelas 1+)
Diperlukan persiapan lokasi secara minimal. Pohon dapat ditumbang, dipotong-potong dan ditinggalkan di tempat. Pangkal/akar pohon harus dipotong dan tidak boleh lebih dari 150 mm diatas tanah dasar. Geotekstil dapat dipasang langsung diatas cabang pohon, pangkal/akar pohon, lubang besar dan tonjolan, saluran dan bolder. Ranting, pangkal/akar, lubang besar dan tonjolan, alur air dan bongkah batu. Benda-benda harus dipindahkan hanya jika penempatan geotekstil dan bahan penutup akan berpengaruh terhadap permukaan akhir jalan.	Tinggi (Kelas 1)	Sangat Tinggi (Kelas 1+)	Tidak Direkomendasikan
<p><u>Catatan:</u> Syarat derajat daya bertahan (<i>survivability</i>) merupakan fungsi dari kondisi tanah dasar, peralatan konstruksi dan tebal penghamparan. Sifat-sifat geotekstil Kelas 1, 2 and 3 ditunjukkan pada Kelas 1+ sifat-sifatnya lebih tinggi dari Kelas 1, tetapi belum terdefinisikan sampai saat ini dan jika digunakan harus disyaratkan oleh Pembeli.</p> <p>Rekomendasi tersebut adalah untuk tebal penghamparan awal antara 150 - 300 mm. Untuk tebal penghamparan awal lainnya:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 300 - 450 mm: kurangi syarat daya bertahan sebesar satu tingkat - 450 - 600 mm: kurangi syarat daya bertahan sebesar dua tingkat - 600 mm: kurangi syarat daya bertahan sebesar tiga tingkat <p>Untuk teknik konstruksi khusus, seperti pembuatan alur awal (<i>prerutting</i>), tingkatkan syarat daya bertahan geotekstil sebesar satu tingkat. Penghamparan awal bahan penutup yang terlalu tebal dapat menyebabkan keruntuhan daya dukung tanah dasar yang lunak.</p>			

Sumber : Pedoman Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga Direktorat Bina Teknik, Perencanaan dan Pelaksanaan perkuatan tanah dengan geosintetik, No. 003/BM/2009, Desember 2009 hal.16.

Tabel 2.2 Persyaratan Kekuatan Geotekstil, AASHTO M 288-06

Sifat	Metode Uji	Satuan	Kelas Geotekstil ^(a, b)					
			Kelas 1		Kelas 2		Kelas 3	
			Elongasi < 50% ^(c)	Elongasi ≥ 50% ^(c)	Elongasi < 50% ^(c)	Elongasi ≥ 50% ^(c)	Elongasi < 50% ^(c)	Elongasi ≥ 50% ^(c)
Kuat Grab (Grab Strength)	ASTM D 4632 RSNI M-01-2005	N	1400	900	1100	700	800	500
Kuat Sambungan Keliman ^(d) (Sewn Seam Strength)	ASTM D 4632 RSNI M-01-2005	N	1260	810	990	630	720	450
Kuat Sobek (Tear Strength)	ASTM D 4533 SNI 08-4644-1998	N	500	350	400 ^(e)	250	300	180
Kuat Tusuk (Puncture Strength)	ASTM D 6241 ISO 12236:2006	N	2750	1925	2200	1375	1650	990

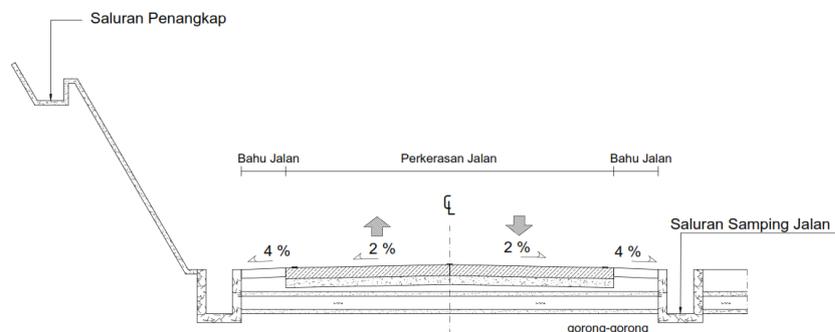
Catatan:
^a Kondisi saat pemasangan umumnya menentukan kelas geotekstil yang dibutuhkan. Kelas 1 dikhususkan untuk kondisi yang parah dimana potensi terjadinya kerusakan geotekstil lebih tinggi, sedangkan Kelas 2 dan Kelas 3 adalah untuk kondisi yang tidak terlalu parah.
^b Semua nilai syarat kekuatan menunjukkan Nilai Gulungan Rata-rata Minimum dalam arah utama terlemah.
^c Ditentukan berdasarkan ASTM D 4632 atau RSNI M-01-2005.
^d Jika dibutuhkan sambungan keliman (sewn seam).
^e Nilai Gulungan Rata-rata Minimum kuat sobek yang dibutuhkan untuk geotekstil filamen tunggal teranyam (woven monofilamen geotextile) adalah 250 N.

Sumber : Pedoman Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga Direktorat Bina Teknik, Perencanaan dan Pelaksanaan perkuatan tanah dengan geosintetik, No. 003/BM/2009, Desember 2009 hal.17.

Perencanaan drainase jalan berdasarkan pada keberadaan air permukaan dan bawah permukaan yakni : drainase permukaan (*surface drainage*) drainase bawah permukaan (*sub surface drainage*).

Sistem drainase permukaan jalan berfungsi untuk mengendalikan limpasan air hujan di permukaan jalan dan juga dari daerah sekitarnya agar tidak merusak konstruksi jalan akibat air banjir yang melimpas di atas perkerasan jalan atau erosi pada badan jalan.

Jenis-jenis drainase menurut sejarah terbentuknya drainase alamiah (*natural drainage*) yang terbentuk secara alamiah. Drainase Buatan (*artificial drainage*) yang dibuat dengan tujuan tertentu.



i_m = kemiringan melintang perkerasan jalan
 i_b = kemiringan bahu jalan

Gambar 2.14 Tipikal Sistem Drainase Jalan

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada perencanaan drainase permukaan diuraikan sebagai berikut :

- a. Plot rute jalan di peta topografi (L); diperlukan untuk mengetahui gambaran topografi atau daerah, kondisi sepanjang trase jalan yang akan dilalui dapat dipelajari. Kondisi terain pada daerah layanan diperlukan untuk menentukan bentuk dan kemiringan yang akan mempengaruhi pola aliran.
- b. Inventarisasi data bangunan drainase (gorong-gorong, jembatan, dll) eksisting meliputi lokasi, dimensi, arah aliran pembuangan dan kondisinya. Data ini digunakan agar perencanaan sistem drainase jalan tidak mengganggu sistem drainase yang telah ada.
- c. Panjang Segmen saluran (L) ditentukan dengan berdasarkan pada : kemiringan saluran disarankan mendekati kemiringan rute jalan; adanya tempat buangan air seperti badan air (misalnya : sungai, waduk, dll); dan dimensi saluran menggunakan langkah coba-coba, sehingga dimensi saluran paling ekonomis.
- d. Luas daerah layanan (A); yang mempertimbangkan perhitungan luas daerah layanan didasarkan pada panjang segmen jalan yang ditinjau; luas daerah layanan (A) untuk saluran samping jalan perlu diketahui agar dapat diperkirakan daya tampungnya terhadap curah hujan atau untuk memperkirakan volume limpasan permukaan yang akan ditampung saluran samping jalan; Luas daerah layanan terdiri atas luas setengah badan jalan (A1), luas bahu jalan (A2) dan luas daerah di sekitar (A3); Batasan luas daerah layanan tergantung dari daerah sekitar dan topografi serta daerah sekelilingnya panjang daerah pengaliran yang diperhitungkan terdiri atas setengah lebar badan jalan (L_1), lebar bahu jalan (L_2) dan daerah sekitar (I_3) yang terbagi atas daerah perkotaan yaitu ± 10 m dan untuk daerah luar kota yang didasarkan pada topografi daerah tersebut.

2.5 Tinjauan Stabilitas Lereng Pada Tanah Timbunan

Ada kemungkinan tanah longsor di setiap lereng. Karena tanah longsor sering kali terjadi pada bidang tertentu, sangat penting untuk memeriksa atau mengevaluasi lereng. Bidang ini merupakan permukaan gelincir, juga dikenal sebagai permukaan geser, dan sering kali memiliki bentuk seperti busur.

Salah satu jenis keruntuhan lereng yang menyerupai busur melingkar pada lapisan tanah yang homogen adalah jenis yang terjadi pada lereng. Oleh karena itu, analisis stabilitas lereng perlu mengasumsikan bahwa permukaan lereng adalah lengkungan melingkar. Gaya geser di sepanjang lengkungan melingkar yang mencegah kelongsoran harus dibandingkan dengan gaya yang mendorong massa tanah di atas lengkungan tersebut untuk bergeser.

Metode untuk Memeriksa Stabilitas Lereng Analisis stabilitas lereng secara umum dapat dikategorikan ke dalam empat kelompok: pengamatan visual, perhitungan, grafik, dan perangkat lunak komputer seperti PLAXIS, XSTABL, RHEOSTAUB, dan lain-lain. (Luriyanto et al., 2014)

Lokasi dan jari-jari lengkungan melingkar diubah untuk melakukan studi stabilitas, karena posisi lengkungan melingkar memengaruhi gaya dorong dan gaya tahan. Ketika membandingkan gaya dorong dengan gaya tahan, pendekatan baji biasanya digunakan. Salah satu contoh dari kelongsoran dan potongan-potongan dengan permukaan vertikal sebagaimana gambar 2.15 dan 2.16.

$$\tau = c + \sigma \tan \phi \quad (2.1)$$

$$\tau = c + \sigma \tan \phi \quad (2.2)$$

Dimana :

Fs = faktor keamanan terhadap gelincir

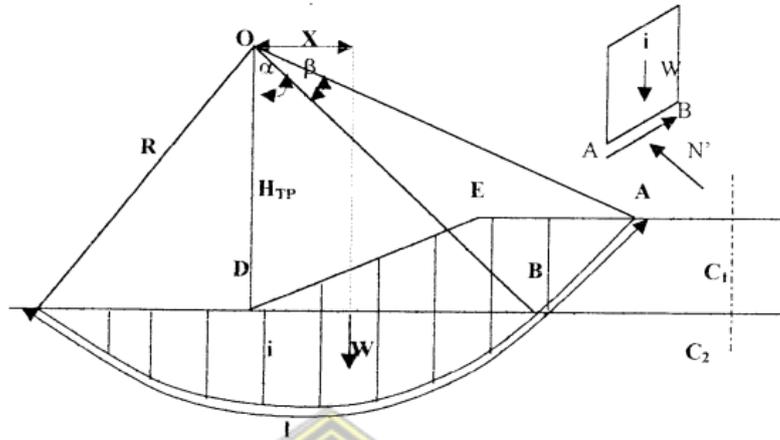
W = berat segmen

c = kohesi tanah

ϕ = sudut geser dalam

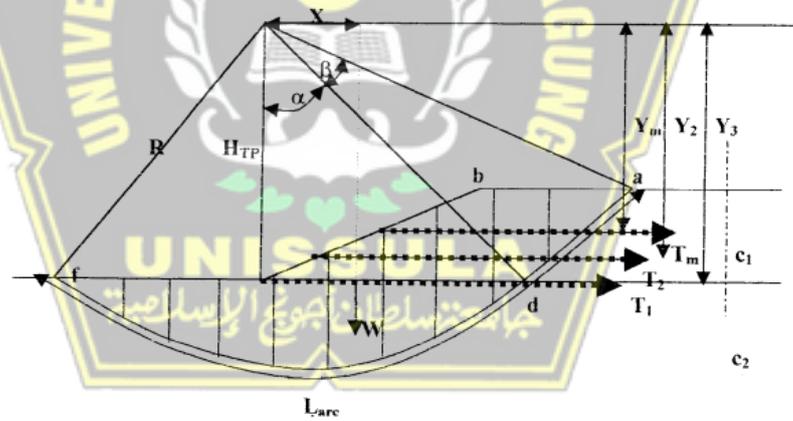
l = panjang lengkungan lingkaran

α_i = sudut yang dibuat oleh jari-jari lengkungan lingkaran dan garis vertikal melalui pusat gaya berat tiap irisan



Gambar 2.15 Bentuk Bidang Gelincir Tanpa Geotekstil

Penggunaan geotekstil sebagai perkuatan tanah timbunan (*embankments*) pada badan jalan, dapat digambarkan oleh irisan sebagaimana Gambar 2.16 dibawah ini :



Gambar 2.16 Irisan Tanah Timbunan Yang Diperkuat Geotekstil

Keseimbangan geotekstil sebagai perkuatan (*reinforcement*) dapat dihitung batas penggunaannya sebagaimana rumus berikut :

$$/ ' \text{ ————— } \quad (2.3)$$

Dimana :

- FS = faktor keamanan secara keseluruhan
- c = kohesi tanah = $0,5 q_u$ (dimana q_u tidak terbatas pada kuat tekanan dari tanah saja)
- L_{arc} = panjang garis keruntuhan
- R = jari-jari dari garis kelongsoran
- T_i = kuat tarik dari geotekstil
- Y_i = lengan moment dari geotekstil
- W = berat segment
- X = lengan moment dari titik berat beban segment

Untuk menghitung kebutuhan geotekstil, digunakan rumus berikut :

(2.4)

$$2 \tau E L_e = T(FS)$$

(2.5)

L_e = (dapat dihitung)

Dimana :

- E = modulus geotekstil
- L_e = panjang geotekstil yang dibutuhkan
- T = kuat tarik dari bahan geotekstil
- FS = *Safety Factor*
- τ = *Soil Shear Tension*

Berdasarkan hasil penyelidikan tanah yang ada, tanah mengandung *claysilt* yang sangat padat, namun apabila terdapat air maka dia akan menjadi sangat lunak (bubur). Untuk mengetahui besaran nilai penurunan konsolidasi yang terjadi, digunakan rumus sebagai berikut :

$$S_c = \frac{e_0 - e}{1 + e_0} \quad (2.6)$$

Dimana :

- S_c = penurunan konsolidasi
- = deviasi void ratio
- = void ratio awal

Untuk kondisi tanah lempung *normally consolidated* (NC), digunakan rumus sebagai berikut :

$$e_{sp} = \frac{e_{s1} - e_{s2}}{1 + e_{s1}} \left(\frac{p_1 - p_2}{p_1} \right) \quad (2.7)$$

$$S_p = \frac{e_{s1} - e_{s2}}{1 + e_{s1}} \left(\frac{p_1 - p_2}{p_1} \right) H \quad (2.8)$$

Dimana :

- e_{s1} = deviasi void ratio
- C_c = koefisien komprasi
- p_1 = tekanan overburden awal
- p_2 = deviasi tekanan overburden
- S_p = penurunan konsolidasi primer
- e_{s1} = void ratio awal
- H = kedalaman pengambilan sampel
- e_{s1} = regangan tanah awal
- e_{s1} = deviasi regangan tanah

2.6 Penelitian Terdahulu Yang Sejenis

Tabel 2.3 di bawah ini menunjukkan bagaimana penelitian yang akan dilakukan untuk tesis ini dibandingkan dengan penelitian-penelitian sebelumnya yang serupa.:



Tabel 2.3 Perbandingan Antara Penelitian Yang Akan Dilakukan Dalam Tesis
Ini Dengan Penelitian-Penelitian Sejenis Sebelumnya

NO.	NAMA PENELITI	JUDUL	TUJUAN	METODE PENELITIAN	HASIL
1	(Pratama et al., 2021)	Analisis Perbaikan Tanah Menggunakan Geotekstil pada Lapisan <i>Subgrade</i> Proyek Pekerjaan Jalan (Studi Kasus: Peningkatan Jalan G. Obos XXIV Kota Palangkaraya)	Menganalisis penggunaan geotekstil pada lokasi proyek apakah sudah mencapai syarat faktor keamanan. Mengetahui apakah penggunaan geotekstil berpengaruh dalam membantu memperbaiki daya dukung tanah pada lokasi proyek.	Melakukan Pengujian CBR untuk mengetahui keadaan tanah asli dan tanah timbunan. Melakukan Pengambilan Sampel Tanah. Melakukan Pengujian sampel tanah di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Universitas Palangka Raya	Penggunaan geotekstil pada lokasi proyek perbaikan jalan berdasarkan hasil perhitungan dengan menganalisis syarat-syarat faktor keamanan didapat nilai faktor keamanan analisis stabilitas timbunan sebesar 2,41 (aman). Faktor keamanan penggelinciranlereng terhadap tulangan geotekstil. Penggunaan geotekstil pada proyek peningkatan jalan G.Obos XXIV, berpengaruh sebagai pemisah lapis pondasi jalan dengan lapis tanah dasar yang berupa tanah gambut, sangat membantu dalam meningkatkan

NO.	NAMA PENELITI	JUDUL	TUJUAN	METODE PENELITIAN	HASIL
				Menghitung dan menganalisis data yang telah didapat.	dan juga sangat membantu dalam mencegah terjadinya kelongsoran lereng dan penurunan tanah.
2	(Sunarjono et al., 2021)	Perbaikan Struktur Perkerasan Jalan Dengan Menggunakan Geotekstil (Studi Kasus Ruas Jalan Caruban-Ngawi KM 158+600 sampai 160+600)	Mengetahui efektivitas perbaikan Jalan Caruban–Ngawi KM 158+600 sampai dengan KM 160+600 yang menggunakan geotekstil.	Metode pelaksanaan dan evaluasi yang dilakukan, diawali dari data penyelidikan tanah, pengujian laboratorium, melakukan analisis perkuatan terhadap geotekstil yang digunakan, melakukan	Perbaikan di atas tanah lunak dengan perkuatan geotekstil pada ruas Jalan Caruban–Ngawi KM 158+600 sampai dengan KM 160+600 sangat efektif. Hal ini ditunjukkan dengan daya dukung tanah meningkat, kondisi jalan lebih stabil, tingkat keawetan jalan lebih lama, perawatan jalan berkurang, dan pengguna jalan lebih nyaman.

NO.	NAMA PENELITI	JUDUL	TUJUAN	METODE PENELITIAN	HASIL
				pemeriksaan mengenai penurunan, serta mengetahui besarnya <i>settlement</i> .	
3	(Khuzeir & Lubis, 2018)	Evaluasi Perbaikan Tanah Menggunakan Geotekstil Untuk Meningkatkan Stabilitas Tanah Lapisan Subgrade Pekerjaan Jalan	Membandingkan hasil rancangan penulis dengan hasil dilapangan untuk meningkatkan stabilitas tanah lapisan subgrade pada pekerjaan jalan Tol Medan- Kualanamu- Tebing Tinggi.	Metode pengumpulan data yang diperoleh dari berbagai sumber, antara lain: Studi literatur, Data primer, dan Data sekunder	Pada lokasi penelitian perkuatan timbunan tidak dapat langsung dikerjakan, karena pada lokasi tersebut memiliki kadar air tanah yang cukup tinggi sehingga mengharuskan menggunakan geotekstil sebagai perkuatan timbunan. Dibutuhkan material geotekstil sebagai sparator sehingga pada saat pekerjaan penimbunan badan jalan akses tidak terjadi pencampuran material tanah dasar yang berbutir halus dengan material timbunan yang berbutir kasar. Akhirnya bahwa

NO.	NAMA PENELITI	JUDUL	TUJUAN	METODE PENELITIAN	HASIL
					<p>proses stabilisasi sangatlah dibutuhkan dalam mengatasi keadaan tanah yang kurang baik, terlebih jika di atas tanah tersebut akan dilakukan pembangunan. Sebagaimana dijelaskan bahwa proses stabilisasi sangatlah penting terutama untuk menjaga keseimbangan unsur tanah agar padat dan dapat dimanfaatkan untuk pembangunan yang baik dan layak.</p>
4	(Barkah & Sulistyawati, 2021)	Kajian Tanah Ambles Pada Ruas Jalan Menuju Tpa Wlahar Kecamatan Kalibagor,	Mengetahui karakteristik dasar/basic properties dan karakteristik mekanis/engineering properties tanah lunak yang digunakan	Metode yang dilakukan yakni identifikasi (pengujian di lapangan dan Laboratorium) dan studi literatur.	Hasil pengamatan lapangan terhadap kerusakan perkerasan jalan, di lokasi amblesan badan jalan, menunjukkan bahwa 45,43% luasan perkerasan berada dalam kondisi rusak berat, yang memberi peluang terjadinya infiltrasi dengan tingkat yang sangat tinggi ketika air permukaan

NO.	NAMA PENELITI	JUDUL	TUJUAN	METODE PENELITIAN	HASIL
		Kabupaten Banyumas	<p>dalam penelitian.</p> <p>Mengetahui struktur tanah di sekitar lokasi penelitian.</p> <p>Merekomendasikan lapis sub-base perkerasan jalan dan solusi penanggulangan tanah bergerak</p>		<p>menerobos rongga-rongga perkerasan yang rusak hingga tanah dasar dan lapisan tanah badan jalan. Stabilitas lereng Ruas Jalan Menuju TPA Wlahar wetan – kaliiori Kecamatan Kalibagor Kabupaten Banyumas, mempunyai penyebab longsor lereng dan amblesnya ruas jalan tersebut, diperkirakan dipengaruhi tekanan air pori yang diperkirakan cukup besar, terutama bila terjadi hujan. Untuk melakukan perbaikan kerusakan maka perlu dilakukan pembangunan saluran dengan kedalaman minimal 3 m, kemudian dilakukan perbaikan pada badan jalan dengan menggunakan bahan perkuatan dari lapis geotekstil dan menimbun lapis pondasi</p>

NO.	NAMA PENELITI	JUDUL	TUJUAN	METODE PENELITIAN	HASIL
					bawah dan lapis pondasi atas sesuai tebal rancangan semula.
5	(Fauziy, 2015)	Prioritas Penanganan Penurunan Badan Jalan (Amblasan) Pada Ruas Jalan Nasional Sumedang-Cijelag Provinsi Jawa Barat	Menentukan/memilih prioritas utama lokasi mana saja yang akan ditangani terlebih dahulu, dari 12 (dua belas) titik lokasi penurunan badan jalan disepanjang ruas jalan Nasional Sumedang-Cijelag Km. Bdg. 49+000 sampai dengan km. bng 73+200.	Metode penelitian yang digunakan adalah dengan kajian literatur dari berbagai sumber. Data yang digunakan antara lain berupa data sekunder dari hasil rekayasa lapangan yang dilakukan oleh pihak penyedia jasa, data primer hasil wawancara dengan reponden, serta dari hasil kajian yang	Pengambilan keputusan dalam pemilihan/prioritas lokasi penanganan penurunan badan jalan maupun pemilihan alternative terhadap permasalahan yang lain dengan menggunakan metode TOPSIS, diharuskan memiliki data-data yang sangat lengkap tentang hal-hal yang menjadi kriteria-kriterianya sehingga ketepatan dan keakuratan menjadi lebih baik. Dengan menggunakan metode TOPSIS sangat tepat dan cepat dalam menyelesaikan persoalan pengambilan keputusan yang memiliki cukup banyak criteria dan

NO.	NAMA PENELITI	JUDUL	TUJUAN	METODE PENELITIAN	HASIL
				<p>dilakukan peneliti terhadap lokasi-lokasi tersebut. Dari hasil penelitian terhadap 12 lokasi amblasan tersebut yangtelah ditentukan 7 kriteria sebagai alternatif yang digunakan dalam penilaian.</p>	<p>alternatifsekaligus. Untuk hasil penelitian yang lebihbaik jika data-data yang digunakan adalah data primer, karena data primer memiliki kepastian lebih dan data primer merupakan suatu data yang <i>up to date</i>.</p>



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pendahuluan

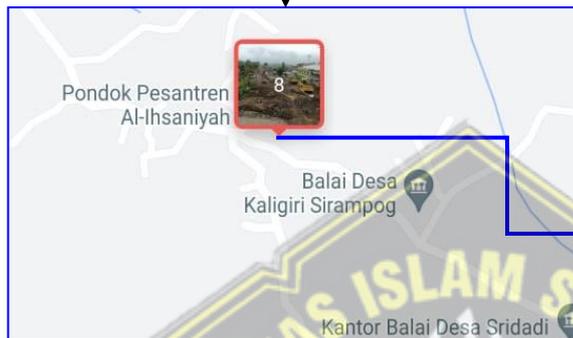
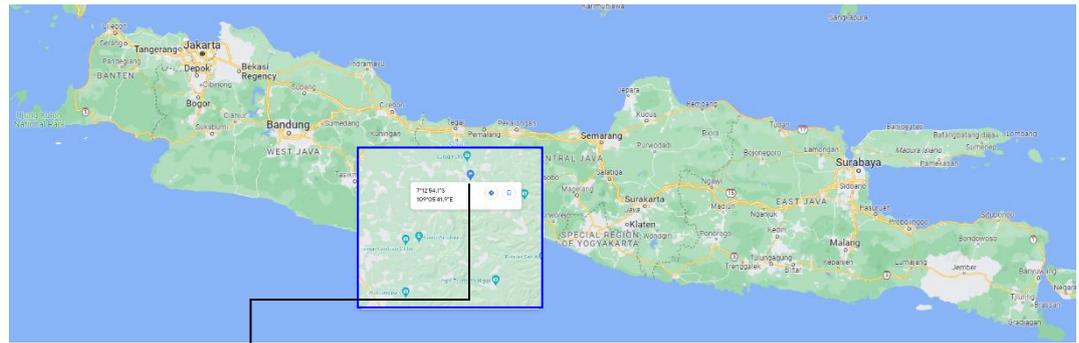
Untuk memastikan hasil penelitian berkualitas tinggi yang dapat dijelaskan, langkah-langkah dalam proses penelitian harus diikuti dengan tepat. Ini dikenal sebagai metode penelitian. Penerapan teknik deskriptif analitik untuk menilai seberapa baik pekerjaan perbaikan jalan yang menggunakan perkuatan geotekstil secara teknis dilaksanakan pada tanah lunak. (Sunarjono et al., 2021).

3.2 Lokasi Penelitian

Area studi yang terdapat pada Ruas Jalan Bumiayu - Sirampog Kab. Brebes, tepatnya KM 116+100 hingga KM 116+250, berlokasi di Desa Sridadi, Kec. Sirampog, Kab. Brebes. Pada lokasi tersebut, mengalami kerusakan ambles/ penurunan jalan yang disebabkan adanya gerakan tanah. Daerah ini berada pada wilayah Geologi Gunung Api Slamet (*Quarter Vulkanik Slamet*) dengan Formasi Rambatan (Tmr) dan dipengaruhi adanya sesar/ patahan dari arah Timur Laut – Barat Daya.



Gambar 3.1 Peta Geografis Indonesia



Gambar 3.2 Detail Lokasi Amblesan pada Ruas Jalan Bumiayu-Sirampog Kab. Brebes

3.3 Pengumpulan Data (Primer dan Sekunder)

Persyaratan data yang baik antara lain representatif, tepat waktu, relevan, obyektif, dan memiliki standar error yang kecil. Salah satu klasifikasi informasi yakni data menurut cara memperolehnya yang terbagi menjadi 2, khususnya data primer yang dikumpulkan dan ditangani langsung dari suatu objek oleh suatu organisasi atau individu, dan data sekunder yang diperoleh dalam bentuk lengkap dan telah ditangani oleh pihak lain; yang terakhir biasanya dalam bentuk publikasi.

Untuk memenuhi kebutuhan data primer, peneliti melakukan pengumpulan data kronologi penanganan dan pengamatan atas hasil penanganan yang telah dilakukan pada lokasi tersebut. Dan untuk Data Sekunder, peneliti mengumpulkan data penyelidikan tanah, pengujian laboratorium, penelusuran literatur (buku-buku referensi, artikel media massa online dan jurnal yang berkaitan).

3.4 Pengolahan Data (Pemilihan Parameter Data)

Sebuah penelitian dapat berjalan dengan baik dengan adanya proses pengolahan data sehingga menghasilkan sebuah informasi. Teknik pengolahan data yang merinci langkah-langkah pengolahan dan analisis data berdasarkan strategi yang dipilih. Agar data lebih mudah dipahami dan diinterpretasikan, metode pengolahan data menguraikan data dalam bentuk kalimat yang teratur, berurutan, logis, tidak tumpang tindih, dan efektif. Tahapan pemeriksaan data (editing), klasifikasi, verifikasi, analisis, dan penarikan kesimpulan diantaranya.

Teknik pengolahan data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi analisis inferensial yang menggunakan rumus-rumus dasar statistik, dan analisis deskriptif yang berupaya memberikan gambaran luas mengenai data. Agar diperoleh hasil komputasi yang dapat dimanfaatkan untuk menarik kesimpulan yang dapat diterapkan secara luas.

3.5 Analisis Data

Proses pengelompokan data dengan cara memeriksanya kemudian menyaringnya untuk mengidentifikasi informasi terkait yang memerlukan pemeriksaan lebih lanjut disebut dengan analisis data. Beberapa alternatif analisis data yang dapat diterapkan dalam suatu penelitian antara lain analisis isi, uji kuantitatif dan statistik, deskriptif kualitatif dan komparatif, kualitatif atau non hipotetis, deduktif atau induktif, dan induktif kualitatif.

Secara umum proses analisis data dapat melalui beberapa tahapan, yaitu:

1. Tahap pertama, melakukan interpretasi/ evaluasi terhadap data sekunder hasil penyelidikan dan laboratorium yang akan digunakan untuk analisis sebagaimana telah dilakukan oleh Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Cipta Karya Provinsi Jawa Tengah.
2. Tahap kedua, evaluasi ulang sejauh mana perencanaan pelaksanaan dan letak geotekstil yang dilaksanakan.
3. Tahap ketiga, melakukan analisis kekuatan terhadap geotekstil, ketebalan tanah timbun yang dilaksanakan sesuai desain awal dan desain perubahan pada waktu pelaksanaan dari lokasi jalan yang diteliti, yang

perhitungan pembebanannya dihitung menurut *Japan Road Association*, 1986 dan PP Nomor 43 Tahun 1993.

4. Tahap keempat, mengevaluasi penurunan, konsolidasi dan besarnya *settlement* yang terjadi.
5. Selanjutnya, dilakukan desain struktur yakni berupa gambar tipikal permodelan pekerjaan pada ruas Jalan Bumiayu–Sirampog Kab. Brebes Km. Pkl. 116+100 sampai dengan km 116+250.

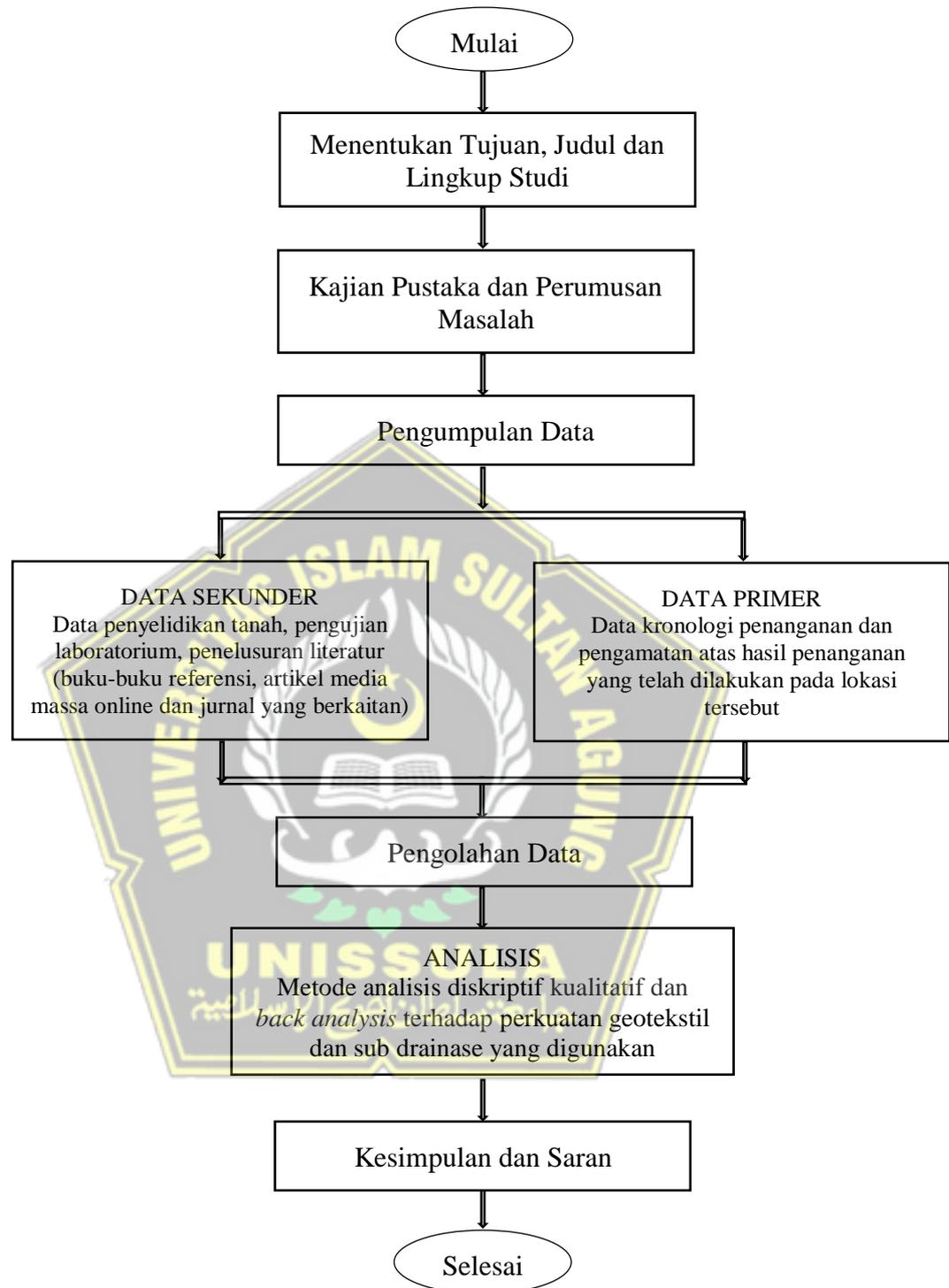
Selain itu, digunakan metode *back analysis* yang membantu mengestimasi kemungkinan terjadinya longsor kembali atau tidak. Pada metode ini kita akan membutuhkan beberapa parameter yang penting guna menentukan lereng tersebut memiliki potensi longsor kembali atau tidak. Nilai properti tanah atau batuan (c' & ϕ') merupakan salah satu komponen dalam analisa kestabilan lereng yang penuh dengan unsur ketidakpastian. Hal tersebut disebabkan oleh standarisasi dalam pengujian laboratorium yang dapat berbeda serta *human error* yang menyebabkan pengujian memberikan nilai properti yang kurang tepat.

Menggunakan *back analysis* dapat membantu dalam meminimalisir hal tersebut, yaitu dengan cara menganalisis estimasi nilai properti dari lereng yang bisa membuatnya longsor. Nilai parameter lereng seperti kohesi (c') dan sudut geser dalam (ϕ') dirubah dalam berbagai variasi hingga model lereng mengalami kelongsoran.

Duncan (1996), dalam penelitiannya terhadap ratusan model lereng menemukan fakta bahwa sebuah lereng dapat mengalami atau mencapai batas longsor ketika *FK equal to unity* ($FK = 1$), sehingga *shear resistance* (e & r_j) mengalami perubahan variasi dalam mencapai $FK = 1$.

Dengan kata lain, sebuah lereng akan mengalami kelongsoran ketika $FK = 1$ atau kurang dari 1. Jadi intinya, dengan *back analysis* akan membantu kita mengetahui nilai properti (c' & ϕ') terendah yang dapat mengakibatkan sebuah lereng mengalami kelongsoran.

3.6 Diagram Alir



Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Kronologi Amblesan Tanah Yang Terjadi

Ø Desember 2017 :

Terjadi penurunan jalan provinsi \pm 20 cm pada sisi selatan jalan.

Ø 19 Januari 2018 :

Pergerakan tanah pada tanggal 19 Januari 2018 pada pukul 03.00 WIB di Desa Sridadi Kec.Sirampog Kab. Brebes. Pergerakan tanah di Dk Pengasinan RT 1 RW 6 atas nama Bapak Solatin di Desa Sridadi Kec.Sirampog yang mengakibatkan kerusakan satu rumah bagian atas. BPBD Kab. Brebes bersama relawan melakukan assessment ke lokasi kejadian dan segera mengamankan lokasi.

Ø 12 Januari 2020 :

Tanah longsor pada 12 Januari 2020 pukul 04.30 WIB di Dukuh Graul Petung Desa Kaligiri RT 01 RW 03 Kecamatan Sirampog Kab. Brebes. Hujan deras menyebabkan talud penahan jalan poros Kaligiri – Sridadi longsor dengan ukuran longoran p 20 meter dan t 5 meter. Longsoran memakan badan jalan selebar 1,5 meter serta menimpa 1 unit kandang kambing milik Bp. Amin dan menutup akses masuk gang sepanjang 10 meter dan mengancam 1 rumah warga milik Bp. Kasirun, serta memutus jaringan pipa air bersih PNPM Desa Kaligiri. Tidak ada korban jiwa dalam kejadian ini. BPBD Kab. Brebes melakukan assessment serta bersama warga setempat melakukan perbaikan talud penahan jalan agar tidak terjadi longsor susulan dan memperbaiki jaringan pipa air bersih.

Ø Februari 2020 :

Terjadi penurunan jalan provinsi $\pm 0,5$ m pada sisi selatan jalan dan menyebabkan ± 80 rumah warga rusak ringan-sedang (data BPBD Kabupaten Brebes).

Ø 13 Desember 2020 :

Tanah longsor pada 13 Desember 2020 pukul 19.30 WIB di Dkh Pengasinan RT03/06 Desa Sridadi Kec. Sirampog Kab. Brebes. Hujan deras dengan durasi lama menyebabkan tanah longsor berukuran tinggi 15 m , Panjang 30 m menimpa 2 rumah milik Bp Maskuri dan Bp. Nanang mengalami rusak ringan dan 4 rumah terancam. BPBD Kab. Brebes melakukan assessmen dan pembersihan material longsor.

Ø 21 Oktober 2021 :

BPBD Provinsi Jawa Tengah melakukan pengadaan alat EWS gerakan tanah Tahun 2021 yang berlokasi di Kab. Brebes (Desa Kaligiri, Kec. Sirampog) dilengkapi dengan 4 sub fungsi yaitu energy, gerakan tanah, hujan, dan pelaporan telemetri.

Ø 11 Januari 2022 :

Permohonan penanganan bencana pada ruas jalan Bumiayu-Sirampog Kab. Brebes Km. 116+100 – 116+200 yang disebabkan adanya pergerakan tanah yang mengakibatkan terjadi laka lantas.



Gambar 4.1 Kondisi Kerusakan Jalan Km. 116+100 – 116+200

Ø 02 Februari 2022 :

Terjadi amblesan jalan provinsi $\pm 1-1,5$ m pada sisi selatan jalan dan menyebabkan ± 112 rumah rusak ringan-berat di Dukuh Pengasinan dan

Dukuh Karanganyar (data Kepala Desa Sridadi Kec. Sirampog Kab. Brebes). Hasil pengukuran lapangan menunjukkan bahwa luasan daerah yang terdampak ± 10 Ha dengan arah pergerakan longsor bervariasi N 240°E – N 285°E dan kemiringan lereng 35°.

Berdasarkan Peta Geologi Lembar Purwokerto -Tegal Tahun 1996 Skala 1:100.000 (M. Djuri) Desa Sridadi Kec. Sirampog Kab. Brebes berada pada formasi rambatan (Tmr); yakni terdiri dari serpih, napal dan batu pasir gampingan, napal berselang seling dengan batupasir gampingan berwarna kelabu muda yang banyak dijumpai lapisan tipis kalsit yang tegak lurus bidang perlapisan.

Hasil pengamatan lapangan, daerah Gerakan tanah dijumpai singkapan batulempung dengan warna abu-abu kecoklatan tekstur klasik struktur perlapisan di beberapa tempat dijumpai menyerpih. Lahan di sekitar daerah bencana digunakan sebagai permukiman, pertanian dan perkebunan. Untuk lokasi yang mengalami gerakan tanah didominasi permukiman dan pertanian.

Terdapat saluran air pada sisi utara jalan provinsi yang mengalami gerakan tanah yang merupakan mahkota longsor dengan ditemukan gawir/*scarp*. Pada sisi Selatan-Barat Daya Dukuh Karanganyar yang merupakan kaki longsor terdapat aliran Kali Keruh, berjarak kurang lebih 300 meter ke Selatan dari jalan provinsi yang ambles (mahkota) serta limbah rumah tangga pada daerah permukiman. Pada tubuh longsor banyak dijumpai lahan persawahan dengan tanaman padi yang memanfaatkan air permukaan dari saluran air yang bersumber dari mata air di atasnya.

Berdasarkan Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah yang diterbitkan PVMBG Badan Geologi Tahun 2010, lokasi Gerakan tanah di Desa Sridadi berada pada Zona Kerentanan Gerakan Tanah Tinggi.

Tabel 4.1 Komparasi Faktor-Faktor Yang Menyebabkan Terjadinya Amblesan di Jalan Bumiayu-Sirampog Kab. Brebes

No.	Faktor Penyebab Amblesan Berdasarkan Pedoman Pd T-09-2005-B*)	Faktor Penyebab Amblesan Berdasarkan Hasil Peninjauan Lapangan tanggal 17 Januari 2022
1.	Gaya-gaya rembesan air tanah atau kemiringan lereng yang bertambah pada tanah residual pada keruntuhan lereng rotasi.	Lokasi yang mengalami gerakan tanah didominasi permukiman dan pertanian.
2.	Curah hujan tinggi dan erosi permukaan yang besar pada aliran debris batuan.	Terdapat saluran air pada sisi utara jalan provinsi yang mengalami gerakan tanah yang merupakan mahkota longsor dengan ditemukan gawir/ <i>scarp</i> .
3.	Rembesan air tanah yang besar, curah hujan tinggi, gempa bumi atau rayapan yang berkembang sedikit demi sedikit dari suatu perlapisan batuan pada debris avalanche.	Tubuh longsor banyak dijumpai lahan persawahan dengan tanaman padi yang memanfaatkan air permukaan dari saluran air yang bersumber dari mata air di atasnya.

Keterangan :

*) Pedoman Rekayasa Penanganan Keruntuhan Lereng Pada Tanah Residual Dan Batuan Pd T-09-2005-B, hal. 6 dan 11.

Berdasarkan Tabel 4.1, dapat dilihat bahwa amblesan jalan Bumiayu-Sirampog Kab. Brebes disebabkan oleh faktor alam berupa daerah mahkota pada lokasi tersebut, pengambilan air tanah dan beban bangunan di atasnya yang dibuktikan dengan bertambahnya permukiman serta tata guna lahan yang semula daerah pegunungan menjadi area permukiman, persawahan dan perkebunan.

4.2 Penanganan Yang Pernah Dilakukan

Data Primer yang berupa data kronologi penanganan dan pengamatan atas hasil penanganan yang telah dilakukan pada lokasi penelitian yaitu :

1. Bulan Februari Tahun 2022; dilakukan penanganan amblesan dengan Penanganan kondisi darurat dengan pekerjaan kerusakan khusus yang terdiri dari menggunakan crucuk bambu, bronjong, timbunan sirtu, LPA dan *lapensheet*.



Pemasangan crucuk bambu



Pemasangan bronjong



Pemadatan timbunan sirtu



Pemadatan timbunan LPA



Pekerjaan *Lapensheet*



100% Penanganan

Gambar 4.2 Dokumentasi Penanganan Amblesan Tahun 2022

2. Bulan Januari sampai dengan April Tahun 2023;
Dilakukan penanganan amblesan dengan menggunakan tiang pancang, bronjong, geotekstil, beton dan sub drainase yakni dengan armco 1 m dan pipa pvc 5”.



Pemasangan geotekstil



Pembuatan DPT



Pemasangan sub drainase
pipa pvc 5"



Pemasangan sub drainase
Armco Ø 1 m



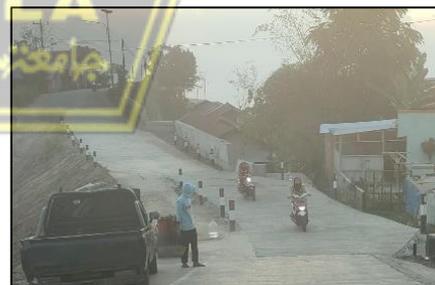
Pemasangan tiang pancang



Pemasangan bronjong



Pengecoran beton strukur,
fc'20 MPa



100% Penanganan

Gambar 4.3 Dokumentasi Penanganan Amblesan Tahun 2023

Sedangkan Data Sekunder yang berupa data penyelidikan tanah, pengujian laboratorium, penelusuran literatur termasuk buku-buku referensi, artikel media massa online dan jurnal yang berkaitan.

1. Hasil penyelidikan tanah yang dilakukan pada bulan Agustus 2022 diperoleh kesimpulan bahwa
 - a. Pada kedalaman 16 meter terdapat batu lempung, kelanauan, keras menuju padat (*claysilt*) tanah yang mengandung *claysilt* ini sangat padat namun apabila terdapat air maka tanah tersebut akan menjadi sangat lunak (bubur). Dalam melaksanakan perbaikan atau pembangunan jalan untuk kestabilan jalan maka kami merekomendasikan dengan bore pile pada sisi kiri kanan jalan sedalam lebih dari 20 meter dan jaraknya 5 meter diameter 80 cm dengan footing setebal 0,5 meter di atasnya dibangun dinding penahan.
 - b. Untuk badan jalan perlu di timbun dengan timbunan pilihan yang dibungkus dengan geotekstil. Dibawah geotekstil kami sarankan untuk menggunakan mini pile atau micropile maupun beton kolom.
 - c. Hanya pada lokasi dilakukannya penyelidikanlah temuan penyelidikan tanah itu sah. Data tanah ini hanya dimaksudkan sebagai referensi untuk titik lokasi lainnya. Dan dalam pelaksanaan konstruksi dilakukan evaluasi apakah kondisi tanahnya dapat dianalogkan dengan data tanah yang ada.
 - d. Ketika merencanakan pondasi dengan pondasi tiang pancang, ketahanan titik bantalan dan gesekan harus diperhitungkan ketika menghitung daya dukung tanah untuk pondasi tiang tunggal. Untuk pondasi tiang grup perlu diperhitungkan efisiensinya. Hal ini dikarenakan analisa daya dukung tanah untuk pondasi hanya berdasarkan kekuatan tanah, dalam desain perlu diperhitungkan daya dukung pondasi berdasarkan kekuatannya.

2. Hasil pengujian laboratorium yang dilakukan pada bulan Agustus 2022 diperoleh data berupa
 - a. Hasil *Borelog*
 - b. Parameter Sampel Tanah
 - c. Soil Properties
 - d. *Atterberg Limit*

- e. *Grain Size Analysis*
- f. *Direct Shear Test*
- g. *Unconfined Compression Test*
- h. *Consolidation*

4.3 Pemilihan Teknologi Yang Tepat Untuk Penanganan Amblesan Jalan

Tabel 4.2 Komparasi Teknologi Yang Tepat Untuk Menangani Masalah Amblesan Pada Lokasi Jalan Bumiayu-Sirampog Kab. Brebes

No.	Pendekatan Penanganan Berdasarkan Pedoman Pd T-09-2005-B*)	Pemilihan Penanganan di lapangan
1.	Penanggulangan darurat dengan mencegah masuknya air permukaan ke dalam daerah keruntuhan lereng dengan membuat saluran terbuka, membuat pasangan bronjong pada kaki keruntuhan lereng dan penimbunan kembali bagian yang rusak akibat keruntuhan lereng.	Penanganan kondisi darurat dengan pekerjaan kerusakan khusus yang terdiri dari menggunakan crucuk bambu, bronjong, timbunan sirtu, LPA dan <i>lapensheet</i> .
2.	Penanggulangan permanen dengan pengendalian air permukaan (menanam tumbuhan, tata salir, menutup rekahan dan perbaikan permukaan lereng), pengendalian air rembesan (drainase bawah permukaan/ sub drainase), penambatan tanah (bronjong, tembok penahan, geosintetis, sumuran dan tiang) serta stabilisasi, relokasi, bangunan silang dan penggunaan bahan ringan.	Penanganan amblesan dengan tiang pancang, bronjong, geotekstil, beton dan sub drainase yakni dengan armco 1 m dan pipa pvc 5”.

Keterangan :

*) Pedoman Rekayasa Penanganan Keruntuhan Lereng Pada Tanah Residual Dan Batuan Pd T-09-2005-B, hal. 41-62.

Berdasarkan Tabel 4.2, dapat dilihat bahwa dari beberapa alternatif penanganan dengan teknologi yang ada, dipilih penanganan yang memungkinkan untuk dilakukan pada lokasi amblesan tersebut yaitu geotekstil dan sub drainase.

Pemilihan Geotekstil sebagai stabilisator dan pemisah material timbunan dengan eksisting, sehingga menahan material agar tidak larut masuk ke sub drainase. Yang mana sub drainase dipasang dengan tujuan untuk mengalirkan aliran air yang ada di sekitar lokasi amblesan jalan tersebut dengan biaya yang terjangkau dan kemudahan mobilitas material.

Walaupun dianggap sebagai inovasi baru dalam konstruksi penahan tanah, *Steel Sheet Pile (Sheet Pile Wall Steel)* dan *Corrugated Concrete Sheet Pile (CCSP)* kurang sesuai jika digunakan dalam penanganan amblesan di lokasi tersebut. Hal ini berdasarkan hasil boring yang hingga kedalaman 30 meter berupa batulempung dengan nilai SPT < 50, sehingga desain *sheetpile* harus lebih dr 30 meter yang artinya memerlukan biaya mahal.

Sedangkan untuk vertikal drainase memerlukan waktu proses penyelesaian yang cukup lama tergantung pada seberapa berpori jenis tanah yang dikerjakan dan biaya yang juga mahal.

4.4 Metode pelaksanaan Geotekstil dan Sub Drainase

Metode pelaksanaan pemasangan geotekstil yang digunakan pada penanganan amblesan jalan Bumiayu-Sirampog Kab. Brebes Tahun 2023 dapat diurutkan sebagai berikut :

1. Langkah pertama dalam pembangunan tanggul rendah (lereng yang stabil) adalah menyingkirkan kerikil tajam dan akar tanaman yang dapat merobek geotekstil.
2. Selanjutnya geotekstil dapat digelar langsung di atas area badan jalan.
3. Setelah geotekstil dipasang, tanah timbunan dapat ditambahkan dan dipadatkan secara terus menerus hingga ketinggian timbunan yang diinginkan dengan menggunakan aturan pemadatan 30 cm.
4. Prosedur untuk melaksanakan pekerjaan pemasangan geotekstil untuk timbunan tinggi (lereng yang tidak stabil) sama dengan proses pada nomor 1, 2, dan 3. Perbedaan dalam hal ini adalah tiga lapis geotekstil,

yang memungkinkan material timbunan yang dipasang dipadatkan hingga setinggi lapisan berikutnya dengan tetap mempertahankan interval pemadatan 30 cm.

5. Sesuai dengan arah melintang sumbu jalan, geotekstil ditempatkan di atas tanah dasar. Dan jahitan digunakan untuk menyambung geotekstil.



Gambar 4.4 Pemasangan Geotekstil Stabilisator Kelas 1

Metode pelaksanaan sub drainase (pipa pvc 5”) dilakukan pada titik yang berpotensi menjadi sumber air dengan cara digali hingga kedalaman tertentu hingga mencapai sumber air, kemudian siapkan pipa pvc yang sudah dilubangi kemudian dilapisi ijuk/kain yang dapat mencegah tanah masuk ke pipa. Setelah itu tutup dan padatkan timbunan kembali.



Gambar 4.5 Pemasangan pipa pvc 5”

Tabel 4.3 Komparasi Metode Pelaksanaan Yang Tepat Dalam Penggunaan Geotekstil Dan Sub Drainase Pada Amblesan Jalan Bumiayu-Sirampog Kab. Brebes

No.	Metode pelaksanaan Berdasarkan Pedoman 003/BM/2009*) dan Pd T-09-2005-B **)	Metode pelaksanaan Penanganan di lapangan
1.	<p><u>Geotekstil</u> Prosedur pemasangan mencakup persyaratan perataan dan pembersihan tanah dasar, spesifikasi agregat, ketebalan penghamparan agregat dan peralatan. Persyaratan-persyaratan tersebut sangat penting jika geosintetik dipilih berdasarkan daya bertahannya. Prosedur perbaikan untuk bagian geosintetik yang rusak (misalnya robek atau usang) meliputi syarat tumpang tindih, keliman jahitan, gabungan dari sambungan-sambungan, atau syarat penggantian. Untuk perbaikan dengan cara tumpang tindih, geosintetik harus diperpanjang minimal sebesar panjang tumpang tindih yang disyaratkan dari seluruh tepi yang robek atau usang (misalnya jika disyaratkan lebar tumpang tindih 0,3 m, maka lembar geosintetik baru harus diperpanjang sedikitnya 0,3 m dari semua tepi yang robek).</p>	<p>Metode pelaksanaan dimulai dengan menyingkirkan kerikil tajam dan akar tanaman yang dapat merobek geotekstil. Selanjutnya geotekstil dapat digelar langsung di atas area badan jalan. Setelah geotekstil dipasang, tanah timbunan dapat ditambahkan dan dipadatkan secara terus menerus hingga ketinggian timbunan yang diinginkan dengan menggunakan aturan pemadatan 30 cm. Prosedur untuk melaksanakan pekerjaan pemasangan geotekstil untuk timbunan tinggi (lereng yang tidak stabil) sama dengan proses pada nomor 1, 2, dan 3. Perbedaan dalam hal ini adalah tiga lapis geotekstil, yang memungkinkan material timbunan yang dipasang dipadatkan hingga setinggi lapisan berikutnya dengan tetap mempertahankan</p>

No.	Metode pelaksanaan Berdasarkan Pedoman 003/BM/2009*) dan Pd T-09-2005-B **)	Metode pelaksanaan Penanganan di lapangan
		interval pemadatan 30 cm. Sesuai dengan arah melintang sumbu jalan, geotekstil ditempatkan di atas tanah dasar. Dan jahitan digunakan untuk menyambung geotekstil.
2.	<p><u>Sub Drainase</u> Penyalir mendatar (horizontal drainase/ sub drainase) dibuat untuk mengalirkan air atau menurunkan muka air tanah pada daerah keruntuhan lereng. Metode ini dapat digunakan pada keruntuhan lereng besar yang bidang longsornya dalam dengan membuat lubang setengah mendatar hingga mencapai sumber airnya. Air dialirkan melalui pipa dengan diameter 5 cm atau lebih yang berlubang pada dindingnya. Penempatan pipa penyalir tergantung dari jenis material yang akan diturunkan muka air tanahnya. Untuk material yang berbutir halus jarak masing – masing pipa antara 3-8 meter, sedangkan untuk material berbutir kasar dengan jarak antara 8-15 meter. Efektifitas cara ini tergantung dari permeabilitas tanah yang akan menentukan banyaknya air yang dapat dialirkan keluar.</p>	Metode pelaksanaan dilakukan pada titik yang berpotensi menjadi sumber air dengan cara digali hingga kedalaman tertentu hingga mencapai sumber air, kemudian siapkan pipa pvc yang sudah dilubangi kemudian dilapisi ijuk/kain yang dapat mencegah tanah masuk ke pipa. Setelah itu tutup dan padatkan timbunan kembali.

Keterangan :

*) Pedoman Perencanaan dan Pelaksanaan perkuatan tanah dengan geosintetik No. 003/BM/2009, hal. 14, 17

**) Pedoman Rekayasa Penanganan Keruntuhan Lereng Pada Tanah Residual Dan Batuan Pd T-09-2005-B, hal. 41-62

Berdasarkan Tabel 4.3, dapat dilihat bahwa metode pelaksanaan penggunaan geotekstil dan sub drainase sudah tepat karena sesuai dengan yang dipersyaratkan.

4.5 Analisis Stabilitas Tanah

Analisis balik (*Back analysis*) keruntuhan lereng sering dilakukan untuk meningkatkan pengetahuan seseorang tentang parameter model analisis stabilitas lereng. Pada lereng yang gagal, permukaan gelincir dapat melewati beberapa lapisan tanah. Oleh karena itu, beberapa rangkaian parameter model perlu dianalisis kembali.

Untuk menganalisis kembali beberapa parameter stabilitas lereng secara bersamaan dalam kondisi ketidakpastian, analisis balik dapat diterapkan dengan cara probabilistik, yaitu parameter yang tidak pasti dimodelkan sebagai variabel acak, dan distribusinya ditingkatkan berdasarkan informasi keruntuhan lereng yang diamati.

4.5.1 Perhitungan Stabilitas Tanah

a. Data Tanah

Tabel 4.4 Data Tanah Dasar

Sudut Gesek (Φ)	=	40 °
Berat Volume Tanah (γ)	=	13,680 kN/m ³
Kohesi (c)	=	2,000 kN/m ²
CBR	=	9,85%

Sumber: Data Penyelidikan Tanah DPU Bina Marga dan Cipta Karya Provinsi Jawa Tengah, 2022

Tabel 4.5 Data Tanah Timbunan

Sudut Gesek (Φ)	=	35 °
Berat Volume Tanah (γ)	=	17,300 kN/m ³
Kohesi (c)	=	2,000 kN/m ²
Sudut Lereng	=	15 °

Sumber: Data Penyelidikan Tanah DPU Bina Marga dan Cipta Karya Provinsi Jawa Tengah, 2022

Data dasar tanah diperoleh dari penyelidikan tanah yang dilakukan untuk merencanakan ketinggian tanggul dan perbaikan tanah pada lokasi amblesan jalan pada ruas jalan Bumiayu – Sirampog Kab. Brebes. Dan hasil *sand cone* yang menghasilkan data tanah timbunan.

Perhitungan faktor keamanan terhadap gelincir, dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$F_s = \frac{\text{Gaya Penahan}}{\text{Gaya yang menggelincir}}$$

$$F_s = \frac{\sum (c + W_i \cdot \cos \alpha_i \cdot \tan \phi)}{\sum (W_i \cdot \sin \alpha_i)}$$



Gambar 4.6 Bidang Slip Dengan Menggunakan Teknik Baji

Kurva melingkar yang membagi tanggul dan tanah dasar menjadi tujuh irisan diperkirakan melewati batas antara kedua lapisan tersebut berdasarkan bidang gelincir pada Gambar 4.6. Kepadatan curah timbunan dan kepadatan curah basah lapisan tanah lunak dapat digunakan untuk menghitung stabilitas lereng pada tanah timbunan. Irisan nomor 1 dan 10 merupakan irisan segitiga. Dan irisan nomor 2 sampai 9 merupakan irisan trapesium.

$$\begin{aligned} \text{Panjang busur BC} &= 2\pi \cdot r \cdot \frac{\theta}{360} \\ &= 2\pi \cdot 2 \cdot \frac{180}{360} = 4,18 \text{ m} \end{aligned}$$

Tabel 4.6 Perhitungan kemantapan lereng tanpa geotekstil

No. Irisan	Lebar Irisan (m)	Tinggi Irisan (m)	Berat irisan (Wi) (kN)	Jarak mendatar dari pusat lingkaran (x) (m)	W . x (kNm)	Jarak vertikal dari pusat lingkaran (y) (m)	W . y tanΦ (kNm)
1	0,201	0,000	0,837	1,7312	1,449	1,001	0,397
		0,482					
2	0,532	1,083	6,625	1,1992	7,945	-	-
		1,153					
3	0,366	1,132	4,410	0,8329	3,673	-	-
		1,132					
4	0,366	1,037	4,174	0,4666	1,948	-	-
		1,037					
5	0,366	0,981	3,393	0,1003	0,340	-	-
		0,896					
6	0,366	0,896	5,054	-0,266	-1,344	-	-
		0,896					
7	0,366	0,734	4,702	-0,6323	-2,973	-	-
		0,734					
8	0,366	0,460	4,084	-0,9986	-4,079	-	-
		0,460					
9	0,366	0,000	2,993	-1,3649	-4,085	-	-
		0,000					
10	0,366	0,000	1,154	-1,7312	-1,997	-	-
					∑ = 0,876		∑ = 0,397

Faktor keamanan : $F_s = \frac{\sum W \cdot y \cdot \tan \Phi}{\sum W \cdot x} \geq 1,5$

$F_s = \frac{0,397}{0,876} = 19,54 \geq 1,5 \rightarrow \text{Ok}$

Faktor keamanan ini dapat digunakan untuk menghitung jumlah geotekstil yang dibutuhkan pada lereng. Pada saat pembangunan jalan amblesan antara Bumiayu dan Sirampog Kab. Brebes, digunakan geotekstil tipe woven, khusus stabilisator geotekstil kelas 1. yang beratnya 374,30 gram per meter persegi, memiliki modulus elastisitas 0,326, dan kuat tarik 52,75 kN/m.

Untuk menghitung kebutuhan geotekstil, digunakan rumus berikut:

$$\sum F_x = 0$$

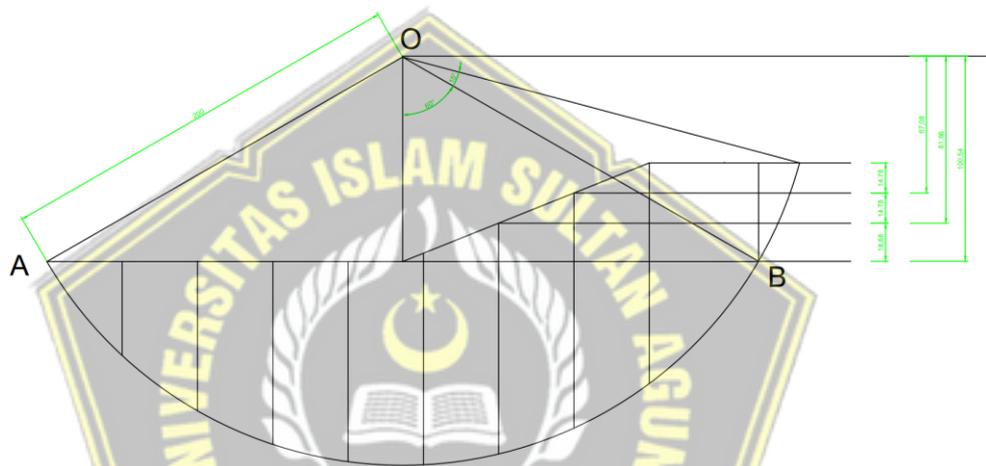
$$2 * \tau * E * L_e = T (Fs)$$

$$2 (c + \gamma * z \tan \delta * E * L_e = T (Fs)$$

$$2 (2 + 17,300 * 1,2 \tan 26 * 0,326 * L_e = 52,75 (1,5)$$

$$L_e = 3,965 \rightarrow 4 \text{ m}$$

Gambar 4.7 di bawah menggambarkan persimpangan yang menunjukkan penggunaan geotekstil sebagai perkuatan tanggul pada badan jalan:



Gambar 4.7 Bidang Gelincir Dengan Metode Irisan (Dengan Geotekstil)

Berdasarkan hasil penyelidikan tanah yang ada, dijelaskan bahwa pada kedalaman 16 meter terdapat batu lempung, kelanauan, keras menuju padat (*claysilt*) tanah yang mengandung *claysilt* ini sangat padat namun apabila terdapat air maka dia akan menjadi sangat lunak (bubur). Hal ini berdampak pada jenis penanganan yang dilakukan. Dalam penelitian ini, dilakukan pengkajian terhadap hasil laboratorium yang telah dilakukan dengan pengambilan 3 titik sampel. Untuk mengetahui besaran nilai konsolidasi yang terjadi, digunakan rumus sebagai berikut :

$$OCR = \frac{\sigma_{vm}}{\sigma_{vm} + \sigma_{vm}'} = \frac{1,960}{1,960 + 0} = 1,960$$

Untuk titik sampel 1

$$OCR = \frac{\sigma_{vm}}{\sigma_{vm} + \sigma_{vm}'} = \frac{1,960}{1,960 + 0} = 1,960 \sim OCR > 1 \rightarrow \text{Over konsolidasi}$$

Untuk titik sampel 2

$$OCR = \frac{P_c}{P_o} = \frac{1,190}{0,940} = 1,049 \sim OCR > 1 \rightarrow \text{Over konsolidasi}$$

Untuk titik sampel 3

$$OCR = \frac{P_c}{P_o} = \frac{1,190}{1,960} = 0,628 \sim OCR < 1 \rightarrow \text{Normal konsolidasi}$$

Dari ketiga hitungan tersebut dapat diambil simpulan bahwa tanah tersebut mengalami over konsolidasi.

$$C_r = 1,960 ; C_c = 0,940 ; e_o = 1,008$$

$$P_o = 0,607 \text{ kg/cm}^2 ; P_c = 1,190 \text{ kg/cm}^2$$

$$S_p = \frac{C_c}{1 + e_o} \left[\frac{P_c - P_o}{P_o} \right]$$

$$S_p = \left[\frac{0,940}{1 + 1,008} \left[\frac{1,190 - 0,607}{0,607} \right] \right] + \left[\frac{1,960}{1 + 1,008} \left[\frac{1,190 - 1,960}{1,960} \right] \right]$$

$$S_p = \left[\frac{0,940}{2,008} \left[\frac{0,583}{0,607} \right] \right] + \left[\frac{1,960}{2,008} \left[\frac{-0,770}{1,960} \right] \right]$$

$$S_p = 0,571 + 0,274 = 0,845 \text{ m}$$

Berdasarkan hitungan tersebut, diperoleh nilai penurunan konsolidasi 0,845 m. Sedangkan hasil pengamatan dilokasi yang telah tertangani, terjadi penurunan $\pm 0,700$ m. Itu artinya, penanganan dengan geotekstil dan sub drainase cukup efektif.

b. Data Lalu Lintas

Pada penanganan amblesan jalan pada ruas jalan Bumiayu – Sirampog Kab. Brebes, juga mempertimbangkan lintas harian rata-rata kendaraan yang melintas.

Info tentang perencanaan lalu lintas:

- Lebar ban dalam lalu lintas 1 jalur = $2 \times 3,5 \text{ m} = 7 \text{ m}$
- Umur lima tahun adalah tujuannya.

- Statistik pertumbuhan lalu lintas:
Sepanjang tahap implementasi: $i = 3,00\%$ per tahun
Setelah pembukaan jalan: $i = 6,00\%$ per tahun
- Masa pelaksanaan 1 tahun.
- Data lalu lintas saat ini (data LHR tahun 2022) :
1.853 mobil per hari, mobil penumpang seberat 2 ton

Mobil penumpang	2 ton = 1.853 kend/ hr
Bus	8 ton = 4 kend/ hr
Truk 2 as	10 ton = 195 kend/ hr
Truk 3 as	20 ton = 0 kend/ hr
Truk 5 as	30 ton = 0 kend/ hr

Analisis perencanaan yang mula-mula menggunakan rumus untuk memperhitungkan faktor pertumbuhan, digunakan untuk menentukan nilai jumlah pengulangan beban poros standar pada akhir umur rencana:

$$FP = \frac{1}{1 - i^n} \quad (4.1)$$

Dimana :

FP = faktor pertumbuhan

i = angka pertumbuhan

n = umur rencana

- Faktor Pertumbuhan = $\frac{1}{1 - i^n} = 1$ (masa pelaksanaan)

Mobil penumpang	2 ton = 1.853 kend/ hr
Bus	8 ton = 4 kend/ hr
Truk 2 as	10 ton = 195 kend/ hr
Truk 3 as	20 ton = 0 kend/ hr
Truk 5 as	30 ton = 0 kend/ hr

- Lalu lintas pada lintasan perancangan per tahun

Mobil penumpang	2 ton = 1.853 x 365 = 676.345 kend
Bus	8 ton = 4 x 365 = 1.460 kend

Truk 2 as 10 ton = 195 x 365 = 71.175 kend
 Truk 3 as 20 ton = 0 x 365 = 0 kend
 Truk 5 as 30 ton = 0 x 365 = 0 kend

- Faktor Pertumbuhan = $\frac{1}{1 - 0,1}$ = 5,64 (masa pelayanan)
- Faktor Ekvivalen (E) dapat dihitung dengan rumus :

E sumbu tunggal = $\frac{W}{50}$

E sumbu ganda = $\frac{W}{50} \times 2$

Mobil penumpang 2 ton (1+1) = 0,0002 + 0,0002 = 0,0004
 Bus 8 ton (3+5) = 0,0183 + 0,1410 = 0,1593
 Truk 2 as 10 ton (4+6) = 0,0577 + 0,2923 = 0,3500
 Truk 3 as 20 ton (6+14) = 0,2923 + 0,7452 = 1,0375
 Truk 5 as 30 ton (6+14+5+5) = 0,2923 + 0,7452 +
 0,1410 + 0,1410 = 1,3195

Tabel 4.7 Estimasi Jumlah Pengulangan Beban Sumbu Standar Perencanaan
 Sebesar 50 kN

Tipe Kendaraan	Jumlah Kendaraan	Faktor Ekvivalen	Faktor Pertumbuhan	Beban Ekvivalen
- Mobil penumpang 2 ton	676.345	0,0004	5,64	1.525,834
- Bus 8 ton	1.460	0,1593	5,64	1.311,740
- Truk 2 as 10 ton	71.175	0,3500	5,64	140.499,450
- Truk 3 as 20 ton	0	1,0375	5,64	0
- Truk 5 as 30 ton	0	1,3195	5,64	0
Beban sumbu ekvivalen perencanaan				143.337,024

4.5.2 Validasi Stabilitas Tanah Melalui Pemodelan Plaxis 2D V20

a. Hasil Pemodelan Kondisi Tanah Dasar Tanpa Perkuatan Geotekstil Dan Penggunaan Sub Drainase Berdasarkan Hasil Penyelidikan Tanah

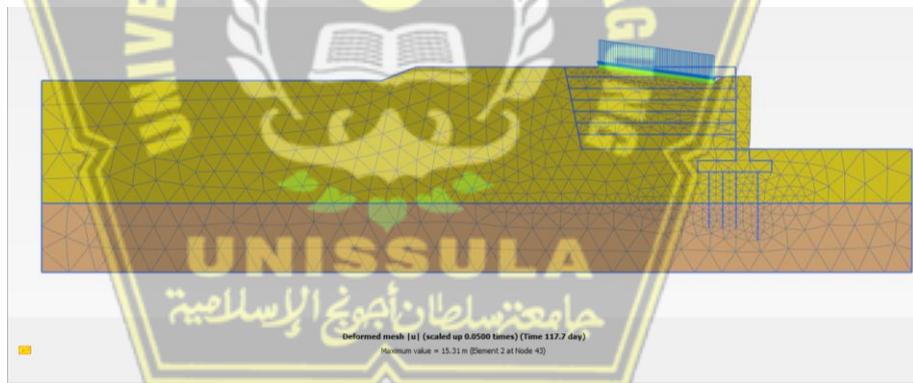
Berikut data input pemodelan plaxis tanpa geotekstil berdasarkan hasil penyelidikan tanah tahun 2022 dan penanganan pada tahun 2023 sebagaimana tercantum pada Tabel 4.8 dan 4.9.

Tabel 4.8 Data Parameter Tanah Pemodelan Kondisi Tanah Dasar Tanpa Perkuatan Geotekstil Dan Penggunaan Sub Drainase Berdasarkan Hasil Penyelidikan Tanah

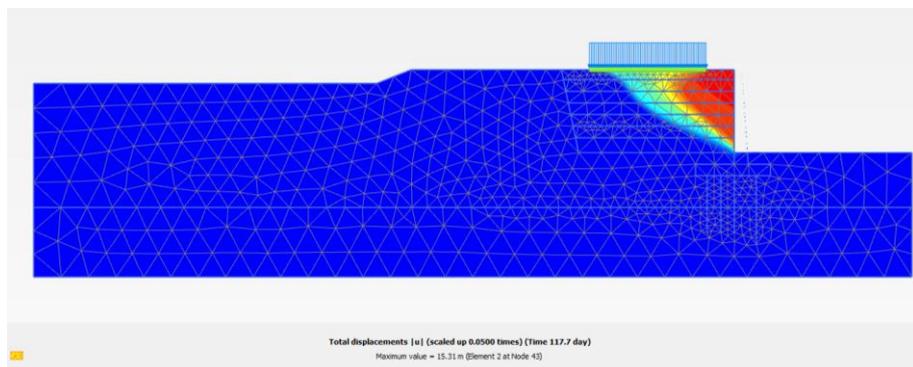
Parameter Tanah												
Lapisan	Lapisan	Tanah	Konsistensi	NSPT (kN)	γ kN/m ³	sat kN/m ³	C Mpa	E' kN/m ²	ϕ (°)	V' %	k	ϵ_{init}
1	Lapisan 1	Clay	Stiff	8	13.68	18.13	2	20000	29	0.3	1.00E-06	0.5
2	Lapisan 2	Sand	Dense	30	18	20	2	30000	40	0.3	1.00E-03	0.5
3	Timbunan	Sand	Loose	10	17	19	2	10000	35	0.2	1.00E-03	0.5

Tabel 4.9 Data Material Perkerasan Jalan Pemodelan Kondisi Tanah Dasar Tanpa Perkuatan Geotekstil Dan Penggunaan Sub Drainase Berdasarkan Hasil Penyelidikan Tanah

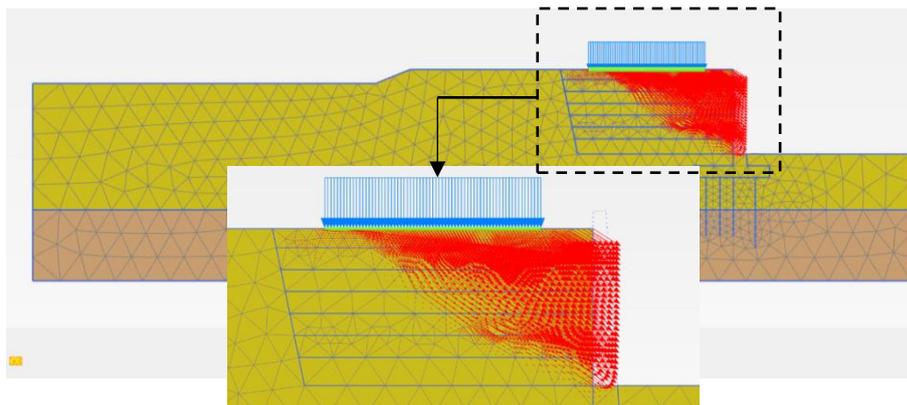
Jenis material	EA kN/m	EI kN/m	w kN/m/m
Perkerasan Jalan	36040000	2209000	3.601



Gambar 4.8 Deformed mesh $|u|$ sebesar 15,31 m



Gambar 4.9 Total Displacement (*shadings*) $|u|$ sebesar 15,31 m



Gambar 4.10 Total Displacement (*arrows*) sebesar 15,31 m

Pada Gambar 4.8 – 4.10, dapat dilihat nilai perpindahan tanah hasil pemodelan kondisi tanah dasar tanpa perkuatan geotekstil dan penggunaan sub drainase berdasarkan hasil penyelidikan tanah yakni sebesar 15, 31 m dengan nilai SF sebesar 0,307.

b. Hasil Pemodelan Kondisi Tanah Dasar Tanpa Perkuatan Geotekstil Dan Penggunaan Sub Drainase Dengan Penyesuaian Nilai Kohesi (C') Dan Sudut Geser Dalam (Phi')

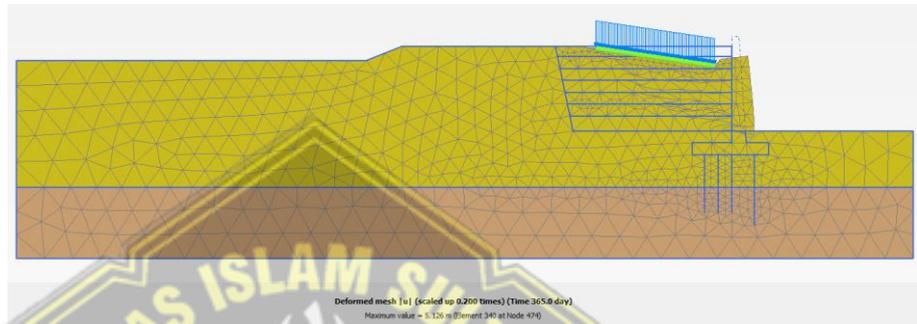
Dikarenakan hasil pemodelan sebelumnya tidak sesuai dengan penurunan yang terjadi di lapangan, maka dilakukan pemodelan plaxis tanpa geotekstil dengan penyesuaian nilai kohesi (c') dan sudut geser dalam (ϕ'), dengan data input sebagaimana tercantum pada Tabel 4.10 dan 4.11.

Tabel 4.10 Data Parameter Tanah Pemodelan Kondisi Tanah Dasar Tanpa Perkuatan Geotekstil Dan Penggunaan Sub Drainase Dengan Penyesuaian Nilai Kohesi (C') Dan Sudut Geser Dalam (Phi')

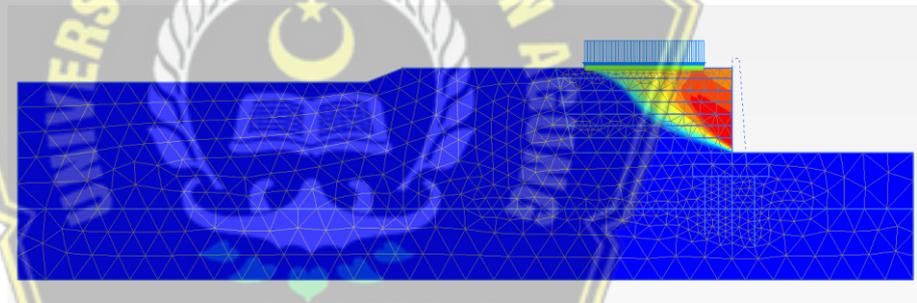
Parameter Tanah												
Lapisan	Lapisan	Tanah	Konsistensi	NSPT (kN)	γ (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	C (Mpa)	E' (kN/m ²)	ϕ (°)	v'	k	e _{init}
1	Lapisan 1	Clay	Stiff	8	13,68	18,13	0,985	20000	30	0,3	1,00E-06	0,5
2	Lapisan 2	Sand	Dense	30	18	20	2	30000	40	0,3	1,00E-03	0,5
3	Timbunan	Sand	Loose	10	17	19	2	10000	35	0,2	1,00E-03	0,5

Tabel 4.11 Data Material Perkerasan Jalan Pemodelan Kondisi Tanah Dasar Tanpa Perkuatan Geotekstil Dan Penggunaan Sub Drainase Dengan Penyesuaian Nilai Kohesi (C') Dan Sudut Geser Dalam (Φ')

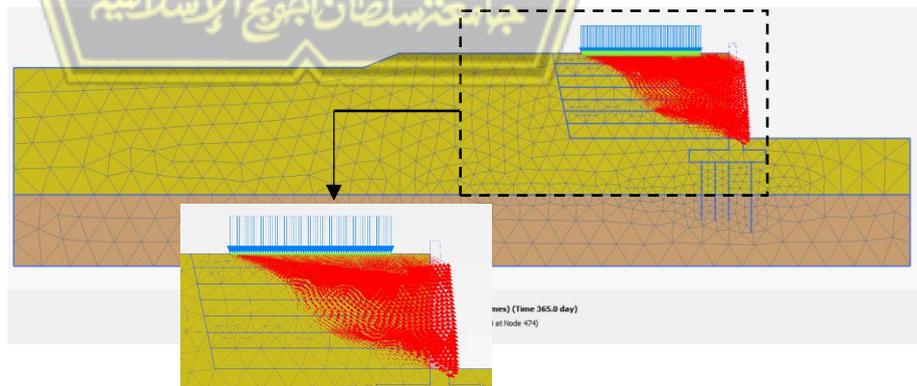
Jenis material	EA kN/m	EI kN/m	w kN/m/m
Perkerasan Jalan	3604000	02209000	3.601



Gambar 4.11 Deformed mesh $|u|$ sebesar 5,126 m



Gambar 4.12 Total Displacement (*shadings*) $|u|$ sebesar 5,126 m



Gambar 4.13 Total Displacement (*arrows*) sebesar 5,126 m

Pada Gambar 4.11 – 4.13, dapat dilihat nilai perpindahan tanah hasil pemodelan kondisi tanah dasar tanpa perkuatan

geotekstil dan penggunaan sub drainase dengan penyesuaian nilai kohesi (c') dan sudut geser dalam (ϕ') yakni sebesar 5,126 m dengan nilai SF sebesar 0,99.

c. Hasil Pemodelan Kondisi Tanah Dasar Dengan Perkuatan Geotekstil Dan Penggunaan Sub Drainase

Berdasarkan parameter dalam pemodelan plaxis tanpa geotekstil dengan penyesuaian nilai kohesi (c') dan sudut geser dalam (ϕ') serta hasil laboratorium penanganan pada tahun 2023 yakni pada titik dimana terdapat penanganan beton DPT, timbunan pilihan, plat beton, tiang pancang dan geotekstil dengan pembebanan 50 KN, data input sebagaimana tercantum pada Tabel 4.12 – 4.15.

Tabel 4.12 Data Parameter Tanah Pemodelan Kondisi Tanah Dasar Dengan Perkuatan Geotekstil Dan Penggunaan Sub Drainase

Parameter Tanah												
Lapisan	Lapisan	Tanah	Konsistensi	NSPT (kN)	γ (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	C (Mpa)	E' (kN/m ²)	ϕ (°)	ν	k	e_{init}
1	Lapisan 1	Clay	Stiff	8	13,68	18,13	0,985	20000	30	0,3	1,00E-06	0,5
2	Lapisan 2	Sand	Dense	30	18	20	2	30000	40	0,3	1,00E-03	0,5
3	Timbunan	Sand	Loose	10	17	19	2	10000	35	0,2	1,00E-03	0,5

Tabel 4.13 Data Turap Pemodelan Kondisi Tanah Dasar Dengan Perkuatan Geotekstil Dan Penggunaan Sub Drainase

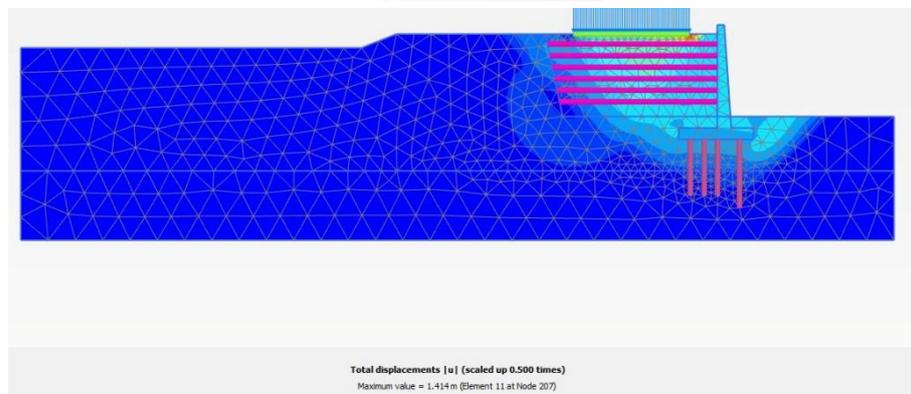
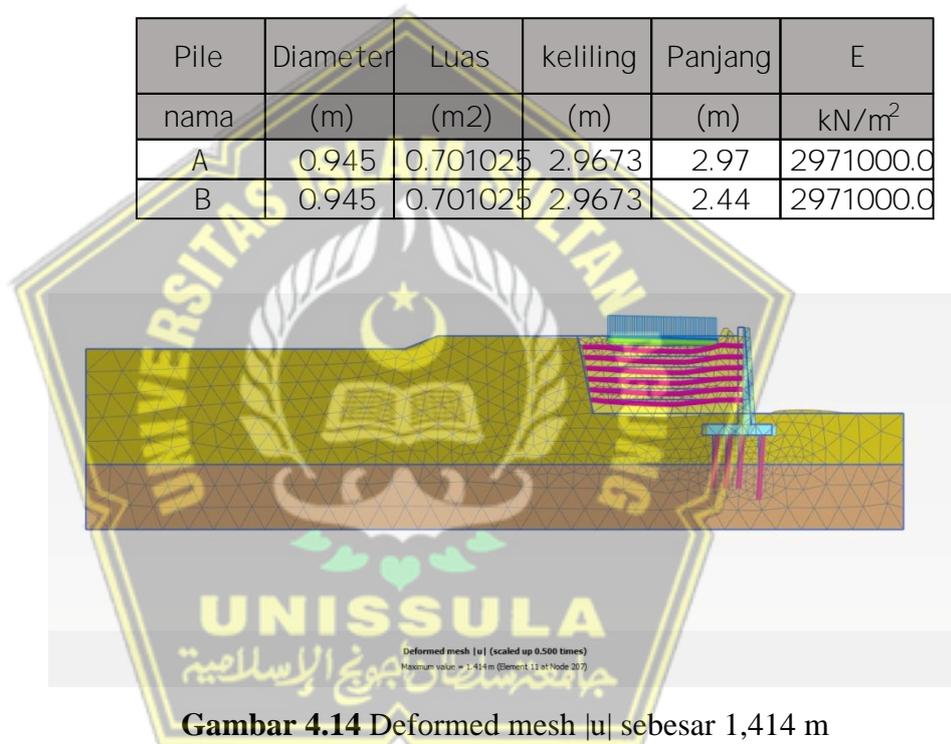
DPT				
	sat	C	E'	k
kN/m ³	kN/m ³	Mpa	kN/m ²	
24	24	0.2	2574000	00.00000

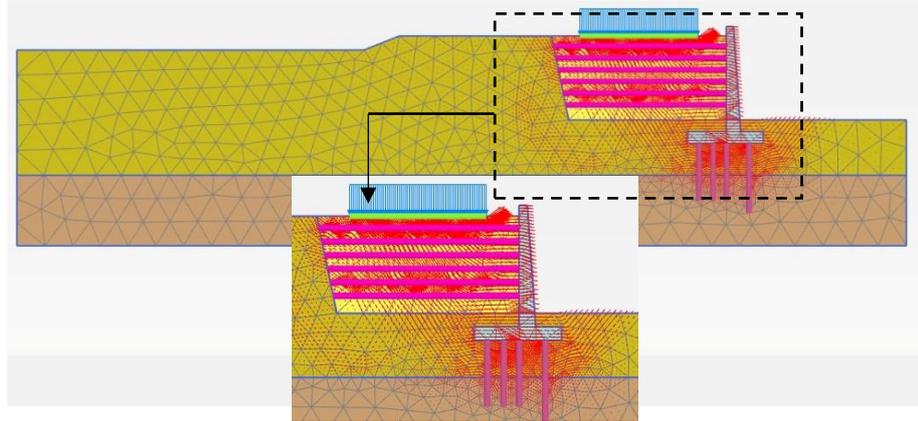
Tabel 4.14 Data Perkerasan Jalan dan Geosintetik Pemodelan Kondisi Tanah Dasar Dengan Perkuatan Geotekstil Dan Penggunaan Sub Drainase

Jenis material	EA kN/m	EI kN/m	w kN/m/m
Perkerasan Jalan	3604000	2209000	3.601
Geosintetik	900	0	

Tabel 4.15 Data Pile Pemodelan Kondisi Tanah Dasar Dengan Perkuatan Geotekstil Dan Penggunaan Sub Drainase

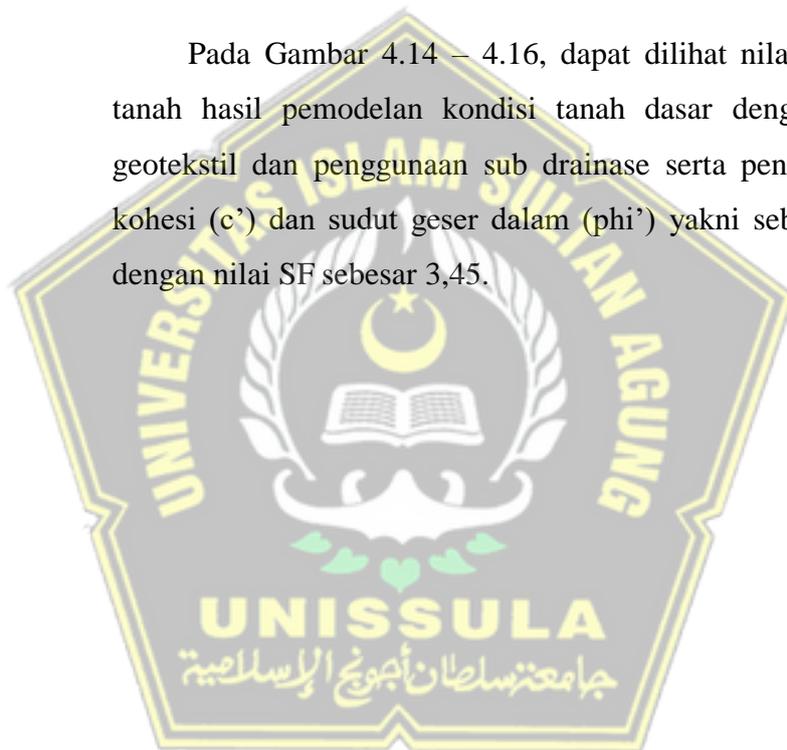
Pile	Diameter	Luas	keliling	Panjang	E
nama	(m)	(m ²)	(m)	(m)	kN/m ²
A	0.945	0.701025	2.9673	2.97	2971000.0
B	0.945	0.701025	2.9673	2.44	2971000.0





Gambar 4.16 Total Displacement (*arrows*) $|u|$ sebesar 1,414 m

Pada Gambar 4.14 – 4.16, dapat dilihat nilai perpindahan tanah hasil pemodelan kondisi tanah dasar dengan perkuatan geotekstil dan penggunaan sub drainase serta penyesuaian nilai kohesi (c') dan sudut geser dalam (ϕ') yakni sebesar 1,414 m dengan nilai SF sebesar 3,45.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berikut beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini:

1. Faktor penyebab amblesan pada lokasi tersebut yakni penurunan muka tanah akibat proses alam, serta pengambilan air tanah dan beban bangunan yang ada di atasnya yang dibuktikan dengan bertambahnya permukiman.
2. Dari beberapa alternatif penanganan dengan teknologi yang ada, dipilih penanganan yang memungkinkan untuk dilakukan pada lokasi amblesan tersebut adalah geotekstil dan sub drainase. Pemilihan Geotekstil sebagai stabilisator dan pemisah material timbunan dengan eksisting, sehingga menahan material agar tidak larut masuk ke sub drainase. Yang mana sub drainase dipasang dengan tujuan untuk mengalirkan aliran air yang ada di sekitar lokasi amblesan jalan tersebut dengan biaya yang terjangkau dan kemudahan mobilitas material.
3. Metode pemasangan geotekstil dilakukan dengan menggunakan aturan pemadatan 50 cm tanah timbunan hingga mencapai ketinggian lapisan geotekstil berikutnya dan dengan menjahit untuk menyambung geotekstil menjadi satu. Sementara itu, pemasangan sub drainase dilakukan sesuai standar pada lokasi-lokasi yang terdapat aliran air.
4. Dengan pemodelan plaxis, dapat diketahui kondisi stabilitas tanah sebelum dan sesudah penggunaan geotekstil dan sub drainase di lokasi tersebut melalui nilai perpindahan dan faktor keamanan yang dihasilkan. Yakni nilai perpindahan tanah yang semula 5,126 m dengan SF 0,99 < 1,5 (Tidak Aman) menjadi 1,414 m dengan SF 3,45 > 1,5 (Aman). Dan diperolehnya nilai penurunan berdasarkan pengamatan di lapangan yang lebih kecil dari perhitungan hasil laboratorium yakni 0,700 m < 0,845 m.

5.2 Saran

Perlu pemantauan lebih lanjut pada penanganan amblesan tersebut dalam periode yang lebih lama agar dapat mengetahui keefektifan penanganan amblesan pada lokasi tersebut. Untuk mengetahui kuat geser tanah pada saat jenuh air, perlu juga dilakukan pengeboran ulang di beberapa lokasi lain guna mengukur sifat fisik dan teknik tanah serta membandingkan hasilnya dengan yang diperoleh sebelum dan sesudahnya sub drainase telah dipasang.



DAFTAR PUSTAKA

- Achenita, D., Natalia, M., Hamid, D., & Misriani, M. (2016). Perkuatan Tanah Dengan Vertikal Drain (Studi Kasus Sawahlunto). *Rekayasa Sipil*, XIII(2), 13–21.
- Barkah, A., & Sulistyawati, R. A. (2021). Kajian Tanah Amblas Pada Ruas Jalan Menuju TPA Wlahar Kecamatan Kalibagor, Kabupaten Banyumas. *Teodolita: Media Komunikasi Ilmiah Dibidang Teknik*, 22(2), 12–23. <https://doi.org/10.53810/jt.v22i2.420>
- Departemen Pekerjaan Umum. Rekayasa Penanganan Keruntuhan Lereng Pada Tanah Residual Dan Batuan, Pd T-09-2005-B, 14 Juli 2009.
- Departemen Pekerjaan Umum. Perencanaan Dan Pelaksanaan Perkuatan Tanah Dengan Geosintetik No. 003/BM/2009, Desember 2009
- Fauziy, O. A. (2015). Prioritas Penanganan Penurunan Badan Jalan (Amblas) pada Ruas Jalan Nasional Sumedang-Cijelag Provinsi Jawa Barat. *Seminar Nasional Teknik Sipil V*, 309–320. <https://publikasiilmiah.ums.ac.id/xmlui/handle/11617/6455> https://publikasiilmiah.ums.ac.id/xmlui/bitstream/handle/11617/6455/Paper_OkkiyAchmadFauziy.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Jagad, S. T. S., Santosa, W., Taufik, A. M., & Sunjoto. (2020). Penyebab Badan Jalan Nasional Ambles Di Provinsi Jawa Barat. *Jurnal HPJI (Himpunan Pengembangan Jalan Indonesia)*, 6(2), 151–164. <http://103.36.68.33/index.php/HPJI/article/view/4058>
- Jesus, A. A. de, Sari B. Khusumayudha, & Purwanto. (2019). Pengaruh Sistem Hidrogeologi Terhadap Gerakan Tanah Pada Ruas Jalan Buruma Dan Sekitarnya, Kecamatan Baucau Kabupaten Baucau, Propinsi Baucau Timor Leste. *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri Dan Informasi XIV Tahun 2019 (ReTII) November 2019*, Pp. 347~352 ISSN: 1907-5995, 347–352. <https://journal.itny.ac.id/index.php/ReTII/article/view/1542>
- Khuzeir, M. Z. L., & Lubis, K. (2018). *Evaluasi Perbaikan Tanah Menggunakan Geotekstil Untuk Meningkatkan Stabilitas Tanah Lapisan Subgrade Pekerjaan Jalan*. 3(2), 71–81. <http://dx.doi.org/10.1016/j.encep.2012.03.001>

- Luriyanto, A., Maulana, I., R.W, S. P., & Atmanto, I. D. (2014). Analisis Stabilitas Lereng Dan Alternatif Penanganannya : Studi Kasus Longsoran Pada Ruas Jalan Pringsurat Km. Mgl. 22+631 – 22+655 Kabupaten Temanggung. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 3(4), 861–889.
- Makmur, S., Sehad, S., & Sugito, S. (2016). Analisis Zona Lemah (Amblesan) di Kawasan Jalan Raya Gunung Tugel Kabupaten Banyumas Berdasarkan Survei Geolistrik Konfigurasi Wenner. *Techno (Jurnal Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokerto)*, 17(2), 111–121.
- Pratama, R. T., Sarie, F., & Hendri, O. (2021). Analisis Perbaikan Tanah Menggunakan Geotekstil Pada Lapisan Subgrade Proyek Pekerjaan Jalan (Studi Kasus: Peningkatan Jalan G.Obos XXIV Kota Palangka Raya). *Jurnal Teknika: Jurnal Teoritis Dan Terapan Bidang Keteknikan*, 4(2), 148–154. <https://doi.org/10.52868/jt.v4i2.2728>
- Sunarjono, S., Riyanto, A., Harnaeni, S. R., & Harijanto, S. (2021). Perbaikan Struktur Perkerasan Jalan Dengan Menggunakan Geotekstil (Studi Kasus Ruas Jalan Caruban ó Ngawi KM 158+600 sampai 160+600). 94–98.
- Surat Edaran Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor : 34/SE/M/2015 tanggal 18 Mei 2015 tentang Pedoman Perencanaan Teknis Drainase Bawah Permukaan Dengan Menggunakan Filter Geotekstil
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan
- <https://www.geosinindo.co.id/post/vertikal-drain-apa-bedanya-dari-horizontal-drain> (30 Nov 2022)
- www.konstruksijte.co.id.
- <https://dqlab.id/kenali-beberapa-contoh-teknik-pengolahan-data-kualitatif-dan-kuantitatif>