

ANALISIS FAKTOR KEAMANAN TIMBUNAN KOLAM LANDFILL TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR CIMINYAK KECAMATAN CISAGA KABUPATEN CIAMIS JAWA BARAT

Asep Solehudin¹

¹Fakultas Teknik, Universitas Perjuangan Tasikmalaya, Kota Tasikmalaya, Indonesia

*)Penulis korespondensi: Asep Solehudin (1903020011@gmail.com)

Received: 27 April 2024 Revised: 9 Januari 2025 Accepted: 13 Januari 2025

Abstract— Embankment is a method used to determine land elevation or leveling in earthworks. Problems that can arise in earth embankment work include choosing the wrong material, stabilization, compaction and others. The Ciminyak Final Disposal Site, Cisaga District, has not had its value calculated Safety Factor, this causes researchers concern. The solution to this problem is to calculate the SF value with and without reinforcement. In this research, modeling was used using geotechnical software. This research was conducted to analyze the physical and mechanical properties of the Ciminyak landfill soil and analyze its value Safety Factor Ciminyak landfill without and with reinforcement. The tests carried out were sieve analysis, soil specific gravity, atterberg limit and shear strength of the soil. The results of research on the original soil of the Ciminyak Landfill is clayey sand with an LL value of 54.55%, IP 25.57%, a cohesion value of 5 kN/m², and the soil friction angle value is 27.75%. Meanwhile, the Ciminyak landfill embankment is clayey sand with an LL value of 63.13%, IP 36.14%, cohesion value of 18 kN/m², and the soil friction angle value is 3%. The results of the original embankment without reinforcement had a Safety Factor value of 1.29 with soil subsidence of 1.10.44 m. Meanwhile, embankments with changes in the shape of the geometry line and reinforcement with Geotekstils obtained a Safety Factor value of 1.54 with soil subsidence of 0.016 m.

Keywords — Embankment, Final Disposal Site, Reinforcement, Geotekstil.

Abstrak— Timbunan adalah metode yang dipergunakan untuk menentukan elevasi tanah atau levelling dalam pekerjaan tanah. Permasalahan yang dapat muncul dalam pekerjaan timbunan tanah antaralain yaitu salah memilih material, stabilisasi, pemadatan dan yang lainnya. Tempat Pembuangan Akhir Ciminyak Kecamatan Cisaga timbunan tanahnya tidak dilakukan perhitungan nilai Safety Factor, hal ini menyebabkan kekhawatiran peneliti. Solusi dari permasalahan ini dilakukannya perhitungan nilai SF dengan dan tanpa adanya perkuatan. Pada penelitian ini digunakan pemodelan menggunakan software geoteknik. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis sifat fisik dan mekanis tanah TPA Ciminyak dan menganalisis nilai Safety Factor TPA Ciminyak tanpa dan dengan adanya perkuatan. Pengujian yang dilakukan yaitu analisa saringan, berat jenis tanah, atterberg limit dan kuat geser tanah. Hasil dari penelitian tanah asli TPA Ciminyak merupakan pasir berlempung dengan nilai LL 54,55%, IP 25,57%, nilai kohesi 5 kN/m², dan nilai sudut geser tanah 27,75°. Sedangkan timbunan TPA Ciminyak merupakan pasir berlempung dengan nilai LL 63,13%, IP 36,14%, nilai kohesi 18 kN/m², dan nilai sudut geser tanah 3°. Hasil timbunan asli tanpa diperkuat memiliki nilai Safety Factor sebesar 1,29 dengan penurunan tanah sebesar 1,10 m. Sedangkan, timbunan dengan perubahan bentuk geometry line dan perkuatan dengan geotekstil didapat nilai Safety Factor sebesar 1,54 dengan penurunan tanah sebesar 0,016 m.

Kata kunci — Timbunan, Tempat Pembuangan Akhir, Perkuatan, Geotekstil.

1. PENDAHULUAN

Timbunan adalah suatu metode atau cara yang dipergunakan untuk menentukan elevasi tanah atau leveling dalam pekerjaan tanah. Banyaknya permasalahan yang dihadapi dalam pekerjaan timbunan tanah antaralain salahnya memilih material, stabilisasi, pemadatan dan lain-lain. TPA Ciminyak di Kecamatan Cisaga Kabupaten Ciamis dengan metode pengelolaan sampah di TPA ini awalnya secara Open Dumping, sistem ini tidak layak dipakai karena menimbulkan pencemaran lingkungan, sumber penyakit dan membuat bau yang tidak sedap. Sehingga, telah dilakukan upaya peningkatan dari segi pengelolaan sampah yaitu dengan cara sistem *Sanitary Landfill*, dimana pada sistem ini dilakukan pemadatan dan ditutupi dengan tanah, sehingga lebih minim dampak dari pencemaran sampah (WONG, 2019).

Proyek penataan ulang TPA Ciminyak Kecamatan Cisaga salah satu pekerjaannya adalah pekerjaan timbunan. Hal ini disebabkan karena untuk mengurangi permasalahan yang ada seperti terciumnya bau sampah di

lingkungan sekitar. Material tanah yang dipakai dalam pekerjaan ini harus sesuai dengan keadaan di lapangan. Tanah yang dipakai harus melakukan uji laboratorium terlebih dahulu supaya kondisi tanah harus benar-benar aman ketika dipakai. Lahan yang dimiliki oleh dinas DPRKPLH (Dinas Perumahan Rakyat Kawasan Pemukiman dan Lingkungan Hidup) di daerah TPA Ciminyak ini kurang lebih 16 hektar, sedangkan yang dipakai untuk TPA Ciminyak hanya 12 hektar saja. Tanah yang dipakai untuk timbunan pada pekerjaan ini dengan cara memanfaatkan tanah dilahan sekitar yang belum terpakai. Perencanaan penataan ulang TPA ciminyak ini tidak dilakukan perhitungan nilai *Safety Factor* dengan dan tanpa adanya perkuatan tanah terlebih dahulu, hal ini yang menyebabkan menjadi kekhawatiran peneliti apakah tanah ataupun geometri dilapangan tersebut aman atau tidak untuk dipakai.

1.1 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana sifat fisik dan mekanis tanah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Ciminyak Kecamatan Cisaga dan bagaimana nilai *Safety Factor* Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Ciminyak Kecamatan Cisaga dan perencanaan perkuatannya.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu menganalisis sifat fisik dan mekanis di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Ciminyak Kecamatan Cisaga dan menganalisis nilai *Safety Factor* Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Ciminyak Kecamatan Cisaga tanpa dan dengan adanya perkuatan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

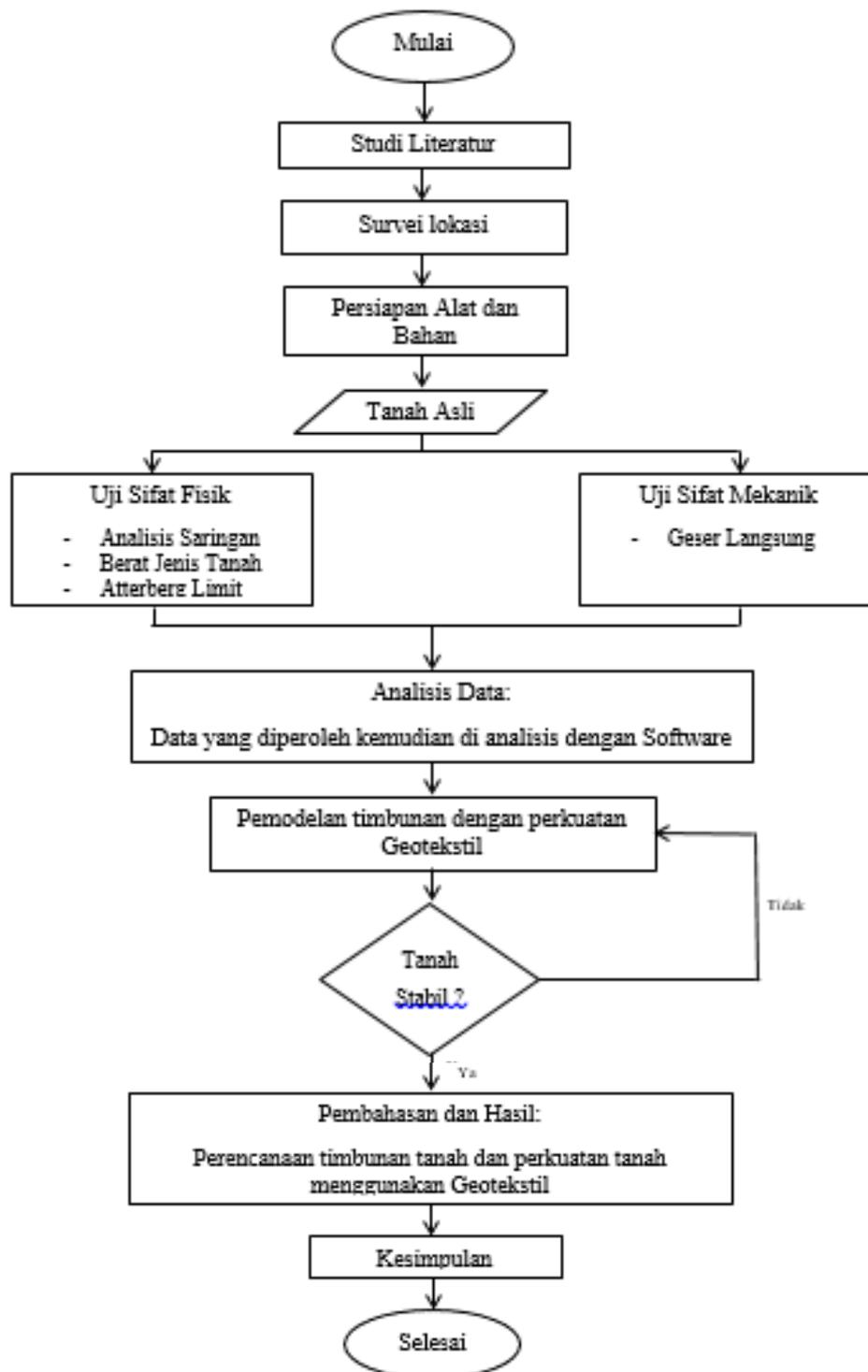
Lokasi penelitian terletak di Desa Ciminyak, Kecamatan Cisaga, Kabupaten Ciamis, Jawa Barat terletak di 7.32° LS dan 108° BT. Lokasi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Lokasi Penelitian

2.2 Diagram Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen dengan menguji tanah di laboratorium dengan diagram alir seperti Gambar 2. Tanah asli diambil dari lokasi penelitian dan dibagi kedalam beberapa ampel lalu di uji sifat fisik tanah dan uji sifat mekanik. Setelah itu dilakukan analisis dengan perangkat lunak dengan pemodelan geotekstil sebagai penahan butiran tanah. Data proyek yang didapat dari dokumen teknis yang disiapkan oleh kontraktor untuk memberikan detail yang lebih rinci tentang elemen-elemen konstruksi atau produk yang akan diproduksi atau digunakan dalam proyek konstruksi. Gambar site existing dapat dilihat pada Gambar 3, potongan melintang TPA Ciminyak dapat dilihat pada Gambar 3.

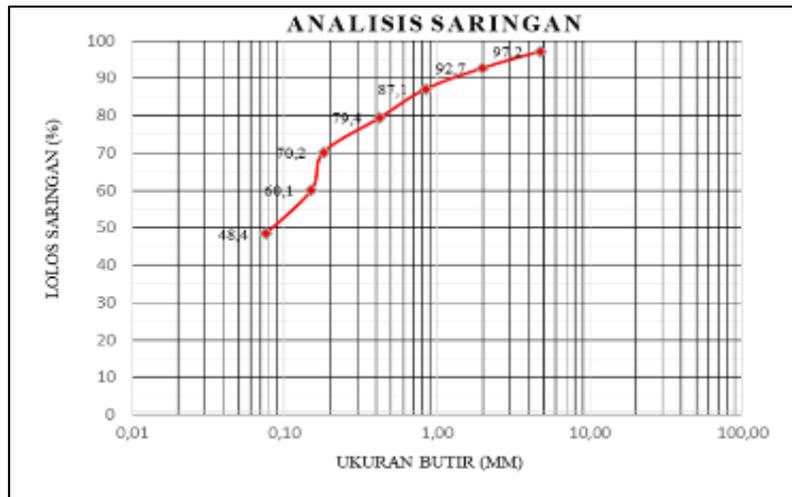


Gambar 2 Diagram Alir

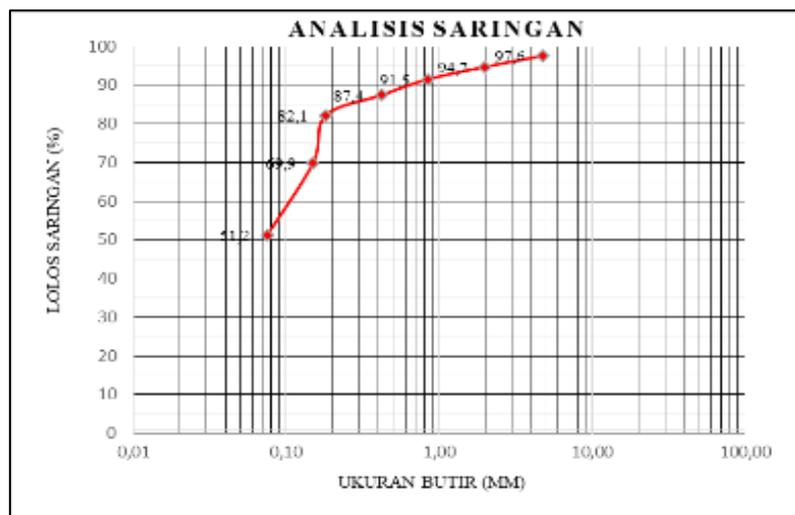
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Saringan

Analisa saringan merupakan metode menentukan distribusi ukuran butiran suatu material granular seperti kerikil, pasir atau tanah. Analisa saringan menggunakan susunan saringan hingga No.200 (Amrullah & Yunanda, 2020; Bambali & Rumbino, 2021). Pengujian analisa saringan dilakukan pada dua sampel tanah yaitu sampel 1 tanah asli yang dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5 Analisis Saringan Tanah Asli



Gambar 6 Analisis Saringan Tanah Timbunan

Pada Gambar 5 untuk pengujian analisa saringan tanah asli diperoleh hasil nilai lolos saringan adalah 48,4%, dimana menurut sistem klasifikasi tanah USCS tanah ini dikategorikan dalam golongan tanah berbutir kasar karena nilai lolos saringan no. 200 kurang dari 50% sedangkan. Pada Gambar 6 untuk pengujian analisa saringan tanah timbunan diperoleh hasil nilai lolos saringan adalah 51,2%, dimana menurut sistem klasifikasi tanah USCS tanah ini dikategorikan dalam golongan tanah berbutir halus karena nilai lolos saringan no. 200 lebih dari 50%.

Berat Jenis Tanah

Berat jenis tanah adalah perbandingan berat volume air dan volume butiran padat (Metboki, 2024; PANJAITAN, 2024) pada temperature 4°C dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$G_s = \frac{W_2 - W_1}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \quad (1)$$

dimana:

G_s : berat jenis

W_1 : berat piknometer kosong (gr)

W_2 : berat piknometer + tanah kering (gr)

W_3 : berat piknometer + tanah + air suling (gr)

W_4 : berat piknometer + air suling (gr)

Berat jenis tanah berkisar antara 2,65 – 2,75 (Dwina et al., 2021), dan tidak berdimensi. Nilai berat jenis 2,67 digunakan untuk tanah granular atau tanah non kohesif, sedangkan untuk tanah dengan nilai antara 2,68 – 2,72 (Fadhilah et al., 2023) adalah tanah yang non kohesif dan tidak mengandung organik. Nilai – nilai dari berat jenis dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Nilai – Nilai Berat Jenis (G_s)

Jenis Tanah	Berat Jenis (G_s)
Kerikil	2,65 – 2,68
Pasir	2,65 – 2,68
Lanau Anorganik	2,62 – 2,68
Lempung Organik	2,58 – 2,65
Lempung Anorganik	2,65 – 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25 – 1,80

Sumber: Anwar, 2016

Pengujian analisa saringan tanah asli diperoleh hasil nilai lolos saringan adalah 2,63 dimana menyesuaikan dengan Tabel 1 nilai – nilai berat jenis tanah berada diantara 2,58 – 2,65 dikategorikan termasuk jenis tanah lempung organik sedangkan, untuk pengujian analisa saringan tanah timbunan diperoleh hasil nilai lolos saringan adalah 2,70 dimana berada diantara 2,65 – 2,75 dikategorikan termasuk jenis tanah lempung anorganik.

Tabel 2 Berat Jenis Tanah Asli dan Timbunan

No	Tanah	Berat Jenis Tanah
1	Tanah Asli	2,63
2	Timbunan	2,70

Atterberg Limit Tanah

Batas – batas atterberg mencari nilai dari perbandingan antara berat air diruang pori dan berat kering dikondisi batas plastis atau cair. Penentuannya meliputi batas cair, batas susut dan batas plastis serta nilai dari indeks plastisitas (Auliya et al., 2021). Dari hasil pengujian dapat diketahui klasifikasi tanah berbutir halus, metode yang umum digunakan adalah *Unified Soil Classification Sistem*. Fase campuran tanah berdasarkan pada kadar airnya.

Batas Cair (*liquid limit*)

Batas cair merupakan kadar air yang sebelumnya pada kondisi plastis menuju cair (BARKAH & SULISTYAWATI, 2021). Pada kadar air ini, tanah memiliki kuat geser yang rendah. Batas cair dapat dihitung dengan rumus pada persamaan (2) dan hasil dari uji batas cair ini disesuaikan dengan Tabel 3 yaitu derajat plastisitas tanah berdasarkan batas cair.

$$W_c = \frac{(W_2 - W_3)}{(W_3 - W_1)} \times 100\% \quad (2)$$

dimana:

$W_2 - W_3$: berat air (gr/cm³)

$W_3 - W_1$: berat tanah kering (gr)

Tabel 3 Derajat Plastisitas Tanah Berdasarkan Batas Cair (Rahmalina & Permana, 2021)

No	Derajat Plastisitas	Batas Cair (LL)
1	Rendah (<i>low plasticity</i>)	< 35%
2	Sedang (<i>medium plasticity</i>)	35% - 50%
3	Tinggi (<i>high plasticity</i>)	50% - 70%

4	Sangat tinggi (<i>very high plasticity</i>)	70% - 90%
5	Ekstrem tinggi (<i>Ekstremely high plasticity</i>)	> 90%

Batas Susut (*shrinkage limit*)

Batas susut merupakan tidak menyusutnya atau berubah volume dari batas kadar air tanah dengan kadar air dibawah nilai tersebut. Rumus yang digunakan untuk menghitung batas susut, sebagai berikut:

$$SL = \left(\frac{V_0 - W_3}{W_0 - G_s} \right) = W - \frac{V - V_0}{W_0} \times 100\% \quad (3)$$

dimana:

- SL : berat susut tanah (%)
- W : kadar air (%)
- V : berat basah tanah (gr)
- V_0 : berat kering tanah (gr)
- W_0 : volume kering tanah (cm³)

Batas Plastis (*plastic limit*)

Batas plastis dimana tanah mulai bersifat plastis karena kadar air yang rendah. Penentuan sifat plastis berdasarkan pada kondisi tanah yang digulung dengan telapak tangan diatas kaca dengan diameter 3.0 mm yang mulai retak. Perhitungan batas plastis tanah, sebagai berikut:

$$PL = Wc(\%) = \frac{(W_2 - W_3)}{(W_3 - W_1)} \times 100\% \quad (4)$$

dimana:

- PL : plastis limit (%)
- W_1 : berat cawan (gr)
- W_2 : berat cawan + tanah basah (gr)
- W_3 : berat cawan + tanah kering (gr)

Indeks Plastisitas (*plasticity index*)

Indeks plastisitas merupakan perbedaan nilai dari batas cair dan batas plastis tanah. Menghitung indeks plastisitas dapat menggunakan rumus, sebagai berikut:

$$P = LL - PL \quad (5)$$

dimana:

- IP : indeks plastisitas (%)
- LL : batas cair (%)
- PL : batas plastis (%)

Ciri dari sifat tanah lanau jika kadar air yang ada jumlahnya sedikit maka tanah akan menjadi kering. Oleh Atterberg diberikan batasan-batasan pada nilai Indeks Plastisitas dengan ragam tanah, sifat-sifat dan kohesifnya, dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Nilai Indeks Plastisitas dan Ragam Tanah (Irayani et al., 2016; Salsabila et al., 2021)

IP	Sifat	Ragam Tanah	Kohesi
0	Non Plastis	Pasir	Non Kohesif
< 7	Plastisitas Rendah	Lanau	Kohesif Sebagian
7 - 17	Plastisitas Sedang	Lempung Berlanau	Kohesif
> 17	Plastisitas Tinggi	Lempung	Kohesif

Jika batas cair tanah (LL) besar, maka sifat plastisitas dan kompresibilitas akan besar (kembang susut besar) dan dipengaruhi oleh kadar air yang dimiliki. Hubungan indeks plastisitas dengan tingkat pengembangan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Hubungan Indeks Plastisitas Dengan Tingkat Pengembangan (Yuliet, 2010)

% Koloid	IP	Batas Susut	Kemungkinan Pengembangan (%) Perubahan Volume	Tingkat Pengembangan
>28	>35	>11	>39	Sangat Tinggi
20 – 31	25 – 41	7 – 12	39 – 50	Tinggi
13 – 23	15 – 28	10 – 16	50 – 63	Sedang
<15	<18	<15	<63	Rendah

Pengujian *atterberg* limit tanah asli diperoleh hasil nilai LL = 54,55%, PL = 30,36%, IP = 24,18%, kemudian menurut Tabel 2 dan Tabel 3 derajat plastisitasnya tinggi, sifatnya plastisitas sedang, ragam lempung berlanau dan kohesif. Untuk pengujian *atterberg* limit tanah timbunan diperoleh hasil nilai LL = 63,13%, PL = 26,98%, IP = 36,14% sesuai Tabel 6, kemudian menurut Tabel 2 dan Tabel 3 derajat plastisitasnya tinggi, sifatnya plastisitas sedang, ragam lempung berlanau dan kohesif.

 Tabel 6 *Atterberg Limit*

Pengujian	Tanah Asli	Tanah Timbunan
LL	54,55%	63,13%
PL	30,36%	26,98%
IP	24,18%	36,14%

Klasifikasi USCS

United Soil Classification System (USCS) mengklasifikasikan tanah berdasarkan 2 karakteristik yaitu melalui ukuran butiran dan indeks plastisitas.

1. Klasifikasi USCS sampel 1 tanah asli sesuai Gambar 5 sebagai berikut:
 - a) Divisi utama
 - Tanah berbutir kasar karena hasil analisis saringannya sebesar 48,4%, dimana tanah tersebut kurang dari 50% berat total contoh tanah lolos saringan no. 200 (0,075 mm);
 - Pasir lebih dari 50% fraksi kasar lolos saringan no. 4 (4,75 mm);
 - Kerikil banyak kandungan butiran halus.
 - b) Kriteria laboratorium
 - Batas – batas *Atterberg* diatas garis A atau $PI > 7$;
 - Bila batas *Atterberg* berada di daerah arsir dari diagram plastisitas maka dipakai dobel simbol. Diketahui nilai LL = 54,55% dan IP = 24,18%, sehingga simbol keduanya adalah OH.
 - c) Simbol kelompok SC – OH
 - d) Nama jenis
 - Pasir berlempung, campuran pasir – lempung;
 - Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai tinggi.
2. Klasifikasi USCS sampel 2 tanah timbunan sesuai dengan Gambar 6 sebagai berikut:
 - a) Divisi utama
 - Tanah berbutir halus karena analisis saringannya sebesar 51,2%, dimana tanah tersebut lebih dari 50% berat total contoh tanah lolos saringan no. 200 (0,075 mm);
 - Lanau dan lempung batas cair > 50%.
 - b) Kriteria laboratorium
 - Nilai LL = 63,13%;
 - Nilai PI = 36,15%.
 - c) Simbol kelompok CH
 - d) Nama jenis
 - Lempung tak organik dengan plastisitas tinggi, lempung gemuk (“*fat clays*”).

Kuat Geser Langsung

Kuat geser langsung atau “*direct shear*” merupakan kemampuan tanah untuk menahan gaya geser yang bekerja. Mengacu pada ketahanan tanah terhadap pergeseran relative atau pergeseran internal antar partikel tanahnya sendiri. Kuat geser langsung dinyatakan dalam satuan tekanan seperti *pound per square foot* atau *kilopascal* (kPa). Beberapa faktor yang mempengaruhi kuat geser langsung yaitu kandungan air, tekstur tanah, tekanan efektif, konsolidasi dan struktur tanah. Persamaan kuat geser tanah, sebagai berikut:

$$\tau = c + \sigma \tan \phi \quad (6)$$

dimana :

τ : kuat geser tanah (kN/m²)

c : kohesi tanah (kN/m²)

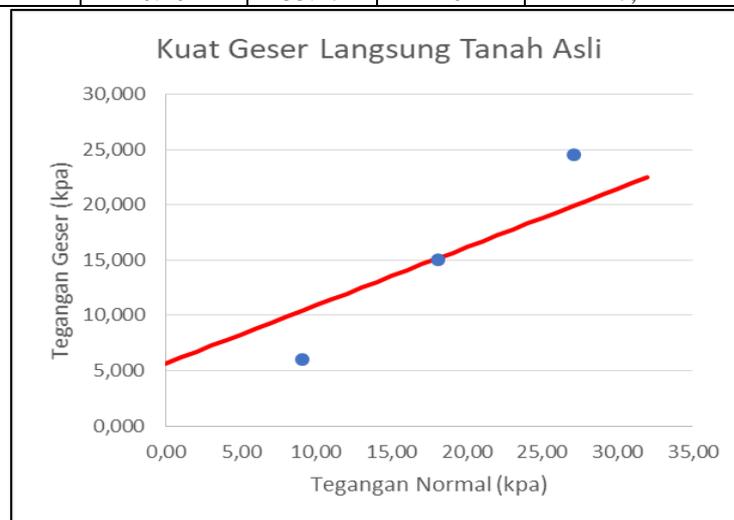
ϕ : sudut gesek dalam tanah atau sudut gesek intern (derajat)

Kuat geser langsung merupakan metode untuk menentukan kekuatan geser pada suatu tanah. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kohesi dan sudut geser tanah, hasil pengujian sampel 1 tanah asli dapat dilihat pada Tabel 7 dan sampel 2 tanah timbunan dapat dilihat pada Tabel 8.

1. Kuat Geser Sampel 1 Tanah Asli

Tabel 7 Hasil Uji Geser Langsung Tanah Sampel Tanah Asli

No	Berat Beban	Kalibrasi	F	Bacaan	Teg. Normal	Teg. Geser
Satuan	(kg)	div	(cm ²)	Dial	kPa	kPa
I	3	0.40	33.17	6	9,05	6
II	6	0.40	33.17	9	18,09	15
III	9	0.40	33.17	10	27,14	24,52



Gambar 7 Hasil Uji Geser Langsung Tanah Sampel Tanah Asli

2. Kuat Geser Sampel 2 Tanah Timbunan

Tabel 8 Hasil Uji Geser Langsung Tanah Sampel Tanah Timbunan

No	Berat Beban	Kalibrasi	F	Bacaan	Teg. Normal	Teg. Geser
Satuan	(kg)	div	(cm ²)	Dial	kPa	kPa
I	3	0.40	33.17	6	9,05	5
II	6	0.40	33.18	9	18,09	9,1
III	9	0.40	33.19	10	27,14	15,1

Pada Tabel 7 untuk pengujian kuat geser tanah asli diperoleh nilai $c = 5 \text{ kN/m}^2$ dan $\Phi = 27,75^\circ$. Sedangkan pada Tabel 8 untuk pengujian kuat geser tanah timbunan diperoleh nilai $c = 18 \text{ kN/m}^2$ dan $\Phi = 3^\circ$.

Data Material Tanah

Data material tanah asli didapat dari beberapa pengujian tanah dan klasifikasi tanah menurut USCS. Data yang didapat dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Material Tanah Asli dan Tanah Timbunan

Nama	Satuan	Tanah Asli	Tanah Timbunan
Model	-	S	C
Type	-	Drained	Undrained
γ_{sat}	kN/m ³	11	13
γ_{unsat}	kN/m ³	12	14

K_x	cm/d	0,010	0,000864
K_y	cm/d	0,010	0,000864
E	kN/m ²	6400	2700
ν		0,3	0,25
c	kN/m ²	5	18
ϕ	°	27,75	3
ψ		0	0

Sumber: CV. Asri

Data Material Sampah

Data material sampah dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 8 Material Sampah

Nama	Satuan	Pasir Abu
Type	-	Undrained
γ_{sat}	kN/m ³	15,69
γ_{unsat}	kN/m ³	17,69
K_x	cm/d	0,000864
K_y	cm/d	0,000864
E	kN/m ²	1000
ν		0,3
c	kN/m ²	41,43
ϕ	°	9,41
ψ		0

Sumber: CV. Asri

Data Geotekstil

Geotekstil yang dipilih untuk perkuatan tanah yaitu geotekstil teranyam atau geotekstil jenis woven. Data parameter geotekstil berasal dari PT. Tetrasa Geosindo Unggul dengan sesifikasi parameter geotekstil dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 9 Material Geotekstil Woven

Parameter	Notasi	Nilai	Satuan
Kuat Tarik Ijin	T	52	kN/m
Regangan	E	20	%
Kekakuan Normal	EA	260	kN/m

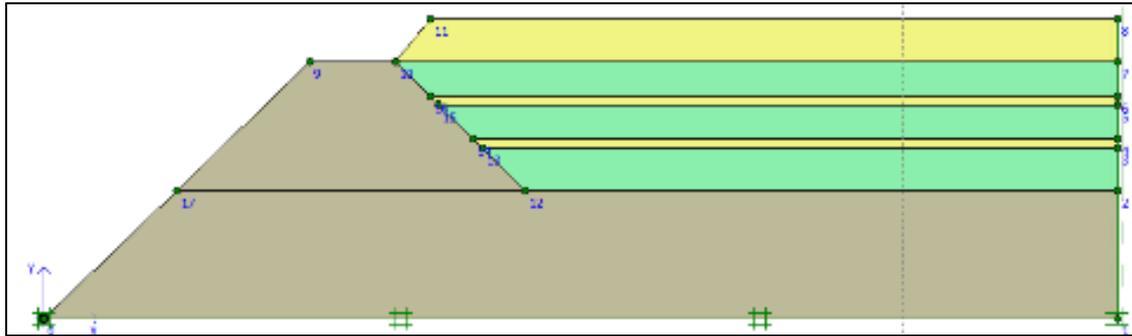
Sumber: PT. Teknindo Geosistem Unggul

Pemodelan Timbunan

Perencanaan TPA Ciminyak pada awalnya direncanakan dengan ketinggian timbunan 4 m dari dasar *landfill* dengan lapisan pertama yaitu timbunan sampah dengan tinggi 1 m, lapisan ke-dua timbunan tanah dengan tinggi 0,2 m, lapisan ke-tiga timbunan sampah dengan tinggi 0,8 m, lapisan ke 4 timbunan tanah dengan tinggi 0,2 m, lapisan ke 5 timbunan tanah dengan tinggi 0,8 m dan yang terakhir lapisan penutup dengan tinggi 1m. Kemudian untuk perencanaan dibuat dengan ketinggian timbunan lapisan pertama yaitu timbunan sampah dengan tinggi 1 m, lapisan kedua timbunan tanah dengan tinggi 0,5 m, lapisan ke-tiga timbunan sampah dengan tinggi 1 m, lapisan ke 4 timbunan tanah dengan tinggi 0,5 m, terakhir lapisan penutup dengan tinggi 1m.

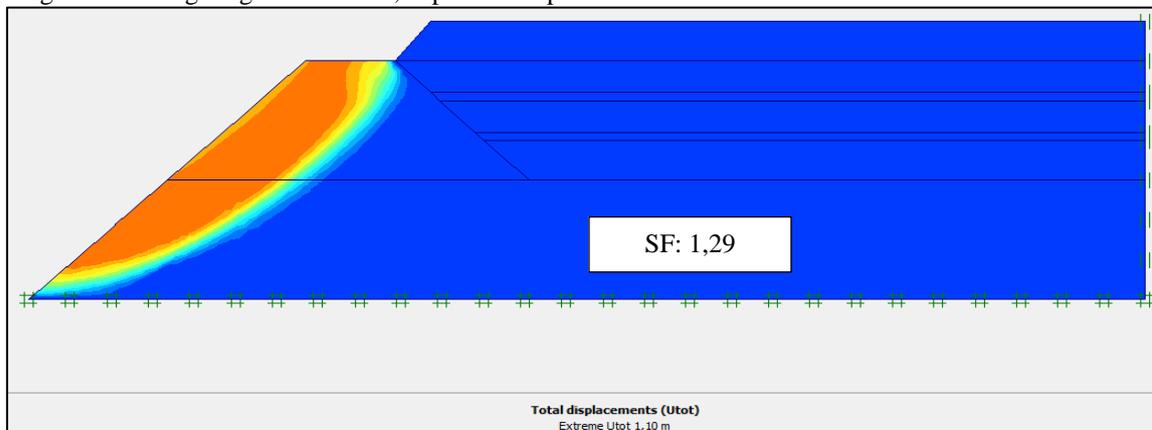
Pemodelan Timbunan Tanpa Perkuatan

Pemodelan timbunan dibuat berdasar pada kondisi eksisting dilapangan, sesuai dengan tinggi timbunan yang direncanakan pada awalnya. Berikut pemodelan dengan menggunakan Software dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Pemodelan Tanpa Perkuatan

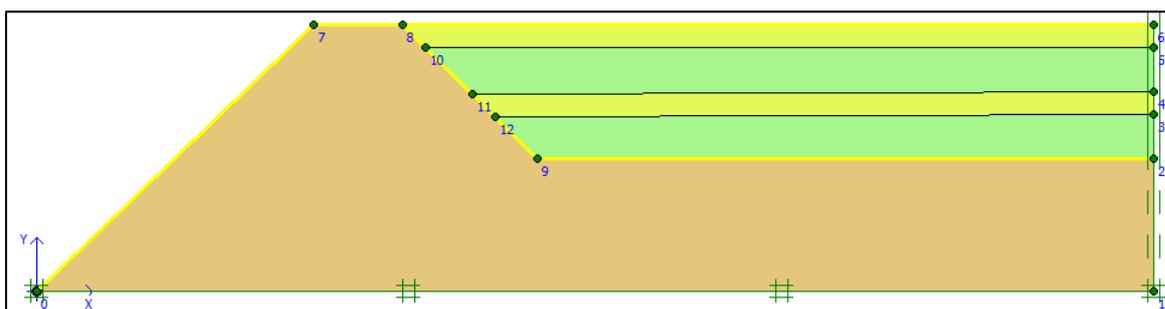
Setelah melakukan *calculations* didapat nilai SF kurang dari angka aman yaitu 1,29 dan *deformed mesh* yaitu representasi dari elemen – elemen hingga yang telah mengalami deformasi hasil dari pemberian beban, dimana memberikan visual tanah dan struktur merespon terhadap beban tertentu didapatkan hasil penurunan sebesar 1,10 m. Berikutnya adalah tahap untuk mengetahui tingkat keamanan struktur terhadap potensi kegagalan dan mengetahui bidang longsor timbunan, dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Hasil Pemodelan Nilai SF dan Displacementnya Tanpa Geotekstil

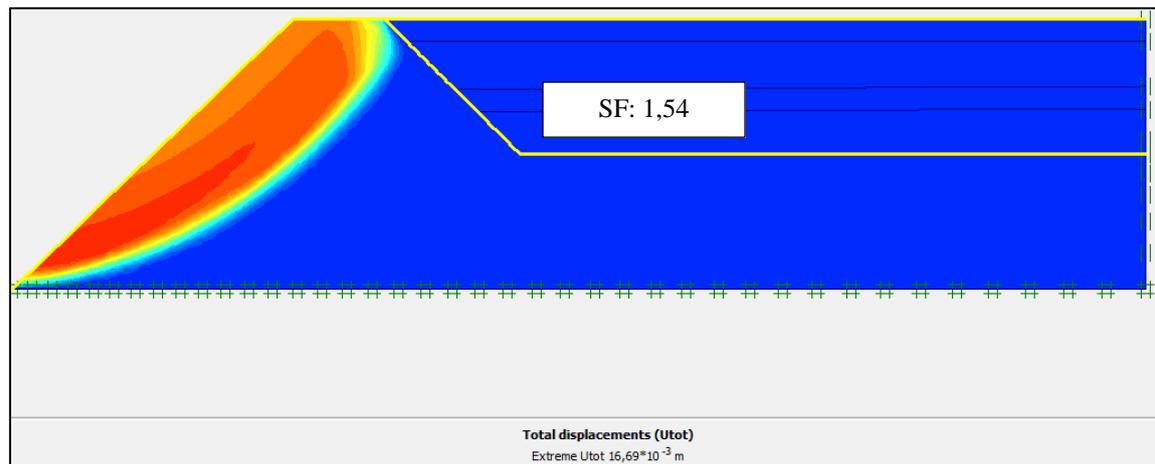
Pemodelan Timbunan dengan Perkuatan Geotekstil

Pemodelan timbunan dibuat berdasar pada kondisi eksisting yang diperbaiki dan ditambahkan dengan perkuatan geotekstil. Berikut pemodelan dengan menggunakan Software dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10 Pemodelan Dengan Perkuatan Geotekstil

Setelah melakukan *calculations* didapat nilai SF lebih dari angka aman yaitu 1,54 dan *deformed mesh* yaitu representasi dari elemen – elemen hingga yang telah mengalami deformasi hasil dari pemberian beban, dimana memberikan visual tanah dan struktur merespon terhadap beban tertentu didapatkan hasil penurunannya sebesar 0,01669. Berikutnya adalah tahap untuk mengetahui tingkat keamanan struktur terhadap potensi kegagalan dan mengetahui bidang longsor timbunan, dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 11 Hasil Pemodelan Nilai SF dan Displacementnya Dengan Perkuatan Geotekstil

Atterberg Limit Tanah

Analisis stabilitas dilakukan untuk mendapatkan nilai *Safety Factor* terhadap longsor dan penurunan tanahnya, pada penelitian ini dilakukan perubahan bentuk timbunan dan penambahan perkuatan geotekstil. Dalam melakukan analisis menggunakan Software generate mesh yang dipakai adalah fine agar semakin kecil semakin mendetail. Hasil dari pemodelan timbunan tanpa perkuatan timbunan didapat nilai SF sebesar 1,29 dan penurunan tanah sebesar 1,10 m, nilai tersebut menunjukkan bahwa timbunan ini tidak aman karena tidak memenuhi nilai syarat aman yang telah ditentukan yaitu 1,5 sedangkan hasil pemodelan timbunan dengan perkuatan didapat nilai SF sebesar 1,54 dan penurunan tanah sebesar 0,016 m, nilai tersebut menunjukkan bahwa timbunan ini aman memenuhi nilai syarat aman. Berikut rekapitulasi hasil seluruh analisis nilai SF dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 10 Material Geotekstil Woven

No	Model	<i>Safety Factor</i>	<i>Deformed Mesh</i>
1	Tanpa perkuatan tanah	1,29	1,10
2	Diperkuat geotekstil	1,54	0,016

4. KESIMPULAN

Berdasar pada hasil dari evaluasi analisis dan pembahasan sebelumnya, sehingga peneliti mengambil kesimpulan sebagai berikut:

Hasil uji sifat fisik dan mekanis dari tanah asli merupakan tanah berbutir kasar, masuk kedalam kelompok SC-OH dimana pasir berlempung dan merupakan lempung organik plastisitas sedang sampai tinggi dengan nilai LL = 54,55% dan IP = 24,18%. Sedangkan, tanah timbunan termasuk tanah berbutir halus, masuk kedalam kelompok CH dimana lempung anorganik plastisitas tinggi dengan nilai LL = 63,13% dan IP = 36,14%.

1. Hasil timbunan asli tanpa diperkuat memiliki nilai *Safety Factor* sebesar 1,29 dengan penurunan tanah sebesar 1,10 m. Sedangkan, timbunan dengan perubahan bentuk geometry line dan perkuatan dengan geotekstil didapat nilai *Safety Factor* sebesar 1,54 dengan penurunan tanah sebesar 0,016 m.

DAFTAR PUSTAKA

- Amrullah, A., & Yunanda, M. (2020). ANALISA DAYA DUKUNG TANAH (CBR) MENGGUNAKAN BAHAN PENAMBAH KAPUR+ SEMEN DALAM PROSENTASE TERTENTU. *Jurnal Ilmiah Bering's*, 7(02), 62.
- Auliya, A. L., Feranie, S., & Tohari, A. (2021). Karakteristik Sifat Fisik Tanah Residual Lereng Rawan Longsor di Sidamukti, Pangalengan. In *Prosiding Seminar Nasional Fisika* (Vol. 1, pp. 401–408).
- Bambali, I. J., & Rumbino, Y. (2021). Karakteristik Lempung dan Pasir Pantai Sebagai Bahan Baku Gerabah di Desa Ampera Kecamatan Alor Barat Laut Kabupaten Alor, Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Teknologi*, 15(1), 34–42.
- BARKAH, A., & SULISTYAWATI, R. (2021). Kajian Tanah Amblas Pada Ruas Jalan Menuju TPA Wlahar Kecamatan Kalibagor, Kabupaten Banyumas. *Teodolita: Media Komunikasi Ilmiah Di Bidang Teknik*,

- 22(2), 12–23.
- Dwina, D. O., Nazarudin, N., Kumalasari, D., & Fitriani, E. (2021). Stabilisasi Tanah Gambut Dengan Penambahan Kapur dan Fly Ash Sisa Pembakaran Cangkang Sawit Sebagai Subgrade Jalan. *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, 10(1), 24–32.
- Fadhilah, A., Ghony, M. A., & Akmal, R. (2023). Analisis Pengujian Berat Jenis Tanah Sampel Batu Lempung dan Batu Pasir Pada Nomor Titik Bor RA04 PT. Bukit Asam, Tbk. *Jurnal Ilmiah Teknik Dan Sains*, 1(1), 19–23.
- Irayani, Z., Permanajati, I., Haryadi, A., Wihantoro, W., & Azis, A. N. (2016). Investigasi Bidang Gelincir Tanah Longsor Dengan Metode Tahanan Jenis Dan Pengujian Sifat Plastisitas Tanah Di Bukit Pawinihan Desa Sijeruk, Kecamatan Banjarmangu, Kabupaten Banjarnegara. *Dinamika Rekayasa*, 12(2), 53. <https://doi.org/10.20884/1.dr.2016.12.2.145>
- Metboki, M. (2024). Pengujian Berdasarkan SNI Untuk Mengetahui Sifat Fisik dan Mekanis Tanah. *Ahsana: Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(2), 40–43.
- PANJAITAN, P. (2024). Analisis Kuat Tekan Bebas Tanah Gambut Lintong Nihuta Humbang Hasundutan.
- Rahmalina, H., & Permana, S. (2021). Analisis Laboratorium Timbunan Tanah pada Pembangunan Jalan Alternatif Kadungora–Leles Km. 0+ 700 s/d 3+ 500 Kec. Kadungora (LPA dan LAPEN). *Jurnal Konstruksi*, 19(1), 191–201.
- Salsabila, G. A., Feranie, S., & Tohari, A. (2021). Karakteristik Sifat Fisik Tanah Residual Lereng Rawan Longsor di Kampung Cibitung, Kecamatan Pangalengan, Kabupaten Bandung. In *Prosiding Seminar Nasional Fisika* (Vol. 1, pp. 390–395).
- WONG, M. Y. H. (2019). Pengelolaan Tempat Pembuangan Akhir Sampah (Tpas) Sebagai Upaya Pengendalian Pencemaran Air Di Kota Balikpapan. *ENGELOLAAN TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR SAMPAH (TPAS) SEBAGAI UPAYA PENGENDALIAN PENCEMARAN AIR Di KOTA BALIKPAPAN*, (ii, 12), 1–12.
- Yuliet, R. (2010). Identifikasi Tanah Lempung Kota Padang Berdasarkan Uji Klasifikasi Teknik Dan Uji Batas-Batas Konsistensi Atterberg. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 6(2), 19–30.