



ANALISIS PERBAIKAN TANAH DASAR MENGGUNAKAN METODE GEOTEKSTIL

Saiful Anam, Laily Endah Fatmawati, Herry Widhiarto

(Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya)

Jl. Semolowaru 45, Kec. Sukolilo, Kota Surabaya, Jawa Timur 60118

Telp +62-31-5931800

email: anamsaiful1771@gmail.com

Info Artikel

Abstrak

Sejarah Artikel:

Diterima: Des 2022
Disetujui: Juni 2023
Dipublikasikan: Juni 2023

Keywords:

Soil Improvement,
Geotextile, Subgrade

Tanah berperan sebagai bahan bangunan diberbagai macam pekerjaan teknik sipil, di sisi lain tanah berperan sebagai pendukung dari pondasi bangunan seperti pada *embankment*, jalan raya, dan jalan rel kereta api. Perbaikan tanah ialah suatu jenis dari stabilitas tanah yang berguna sebagai perbaikan dan kinerja tanah yang dibutuhkan oleh syarat teknis. Dalam upaya peningkatan daya dukung tanah dapat dilakukan beberapa metode yang dapat digunakan seperti : perbaikan tanah menggunakan *Replecement Soil*, Metode PVD, *Preloading*, Cerucuk, Geotekstil, dll. Didalam penelitian ini menggunakan metode geotekstil sebagai alternatif perkuatan dimana untuk mencari angka aman (SF) yang lebih besar dan lebih baik untuk kondisi tanah yang berdekatan dengan MAT (Muka Air Tanah), serta dapat menjadi metode alternatif perbaikan tanah yang paling efektif. Berdasarkan Analisis data diperoleh bahwa kesimpulan dari beban (q) total yaitu sebesar 31 t/m^2 . Lapisan Geotekstil *non-woven* yang dibutuhkan yaitu 2 lapisan, dengan panjang geotekstil (L) adalah 1,825 m. Nilai *safety factor* stabilitas timbunan tanah dengan metode geotekstil *non-woven* = 2,4.

Kata Kunci: Perbaikan Tanah, Geotekstil, Tanah Lunak

Abstract

Soil acts as a building material in various types of civil engineering work, on the other hand land plays a role as a support for building foundations such as embankments, highways and railroads. Soil improvement is a type of soil stability that is useful as soil improvement and performance required by technical requirements. In an effort to increase the carrying capacity of the soil, several methods can be used, such as: soil improvement using Replecement Soil, PVD Method, Preloading, Micropile, Geotextiles, etc. In this study, the geotextile method was used as an alternative reinforcement to find a larger and better safety number (SF) for soil conditions adjacent to (Groundwater Table), and can be the most effective alternative soil improvement method. Based on the analysis of the data, it was concluded that the total load (q) is 31 layers of non-woven which is 2 layers, with a length of geotextile (L) of 1.825 m. The safety factor geotextile method non-woven = 2.4.

Keywords: Soil Improvement, Geotextile, Subgrade

✉ Alamat korespondensi:

Jl. Semolowaru 45, Kec. Sukolilo, Kota Surabaya, Jawa Timur 60118

Telp +62-31-5931800

e-mail: anamsaiful1771@gmail.com

ISSN 2527-7073

PENDAHULUAN

Tanah berperan sebagai pendukung dari pondasi bangunan seperti pada embankment, jalan raya, jembatan, bendungan, dan jalan rel kereta api. Oleh karena itu tanah mempunyai peran sangat yang penting dalam pengerjaan bangunan sipil. [1]

Perbaikan tanah ialah suatu jenis dari stabilitas tanah yang berguna untuk sebagai perbaikan dan kinerja tanah yang dibutuhkan oleh syarat teknis. dengan menggunakan material seperti bahan kimiawi, mencampurkan tanah, pengeringan tanah, ataupun melalui penyalur dari energi statis atau dinamis kedalam suatu lapisan didalam tanah. [1]

Proyek yang sedang berlangsung yaitu proyek Pembangunan Jalur Ganda kereta api lintas Selatan Jawa Mojokerto – Sepanjang yang terletak pada Jl. Mojoanyar - Bangsal, Ds. Damarsih. Berdasarkan hasil Analisa penyelidikan tanah (*Soil Investigation*) dan uji laboratorium Kawasan proyek Pembangunan Jalur Ganda Kereta Api Mojokerto – Sepanjang. Tepatnya pada KM 51+000 s/d 52+500 ini perlu adanya perbaikan tanah untuk menangani masalah tanah tersebut. (Modern Surya Jaya, 2022)

Dalam meningkatkan upaya daya dukung tanah dapat dilakukan beberapa metode. Yakni metode yang dapat digunakan adalah perbaikan tanah menggunakan *Replecement Soil*, Metode PVD, Preloading, Cerucuk, Geotekstil, dll. Kondisi dilapangan tepatnya di KM 51+000 – KM 52+500 pada proyek adalah menggunakan perbaikan tanah dengan metode *replacement soil*. Kondisi Muka Air Tanah (MAT) yang dekat dengan permukaan dapat menyebabkan air akan naik kepermukaan tanah, dan membutuhkan metode yang tepat sebagai pengganti dari metode *Replecement Soil*, sehingga memerlukan adanya perbaikan tanah yang efisien. maka pada peneliti melakukan analisis perbaikan tanah menggunakan metode geotekstil karena dapat menjadi pemisah (*filtrasi*) antara tanah dasar dengan tanah timbunan. (Peneliti, 2022)

Geotekstil sendiri ialah bahan yang terbuat dari geosintetik dengan memiliki bentuk seperti tekstil seperti pada umumnya, akan tetapi terkomposisi dari serat sintetis yang menjadikan bentuknya lentur, juga tidak memiliki masalah dalam penyusutan. Geotekstil sendiri berfungsi sebagai pemisah, Penyaring lapisan, penyaluran aliran air. Perkuatan tanah bangunan dan lapisan yang melindungi bila tertutupi oleh bitumen.[2]

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat mengganti metode *replacement soil* dengan metode yang lebih efisien dan memiliki angka aman yang tinggi meskipun dengan adanya biaya

tambahan, waktu pemasangan, dan pelaksanaan yang lebih lama. Akan tetapi, untuk usia rencana proyek dengan menggunakan metode geotekstil lebih panjang dan mampu menghemat biaya perbaikan nantinya. Untuk geotekstil yang digunakan oleh peneliti yaitu menggunakan geotekstil *non-woven* karena memiliki kelebihan salah satunya biaya lebih murah, proses pemesanan lebih cepat, dan proses pemasangan lebih cepat. Jika dibandingkan dengan menggunakan geotekstil *woven*. (Peneliti, 2022)

TINJAUAN PUSTAKA

Tanah

Tanah sendiri dapat digunakan sebagai bahan bangunan diberbagai macam-macam pekerjaan yang ada didalam dunia teknik sipil, disamping itu tanah merupakan dasar dari struktur bangunan yang memiliki fungsi sebagai penyalur untuk dapat menerima beban dari konstruksi bangunan yang berada tepat diatas bangunan tersebut. [3]

Analisa Beban (q_{total}) Timbunan

Berikut persamaan menurut [4] mencari Beban (q total) yang nantinya akan diterima oleh tanah meliputi beban timbunan, beban gandar rel kereta api, beban bantalan, beban balas.

$$q_{total} = q \text{ Gandar kereta api} + q \text{ Bantalan} + q \text{ Balas} + q \text{ timbunan} \quad (1)$$

Analisa Penurunan Tanah

Berikut persamaan penurunan pada tanah lempung lunak menurut teori [3].

1. Untuk tanah yang termasuk konsolidasi normal (*Normally Consolidated Soil*)

$$S_c = \left[\frac{C_s}{1+e_o} \log \frac{P'_o + \Delta P}{P'_c} \right] \times H_i \quad (2)$$

2. Untuk tanah yang termasuk konsolidasi lebih (*Over Consolidated Soil*)

$$OCR = \frac{P'_c}{P'_o} \quad (3)$$

Jika $P'_o + \Delta P < P'_c$ maka:

$$S_c = \left[\frac{C_s}{1+e_o} \log \frac{P'_o + \Delta P}{P'_c} \right] \times H_i \quad (4)$$

Jika $P'_o + \Delta P > P'_c$ maka:

$$S_c = \left[\frac{C_s}{1+e_o} \log \frac{P'_c}{P'_o} + \frac{C_c}{1+e_o} \log \frac{P'_o + \Delta P}{P'_c} \right] \times H_i \quad (5)$$

Dimana:

S_c = Pempatan konsolidasi pada lapisan tanah yang ke-1 yang ditinjau

H_i = Tebal dari lapisan tanah ke-i

E_o = Angka pori pertama dari lapisan tanah ke-i

C_c = Indeks kompresi dari lapisan tanah ke-i

C_s = Indek mengembang dari lapisan ke-i

P'_o = Tegangan *overburden* efektif

P'_c = Tegangan prakonsolidasi efektif

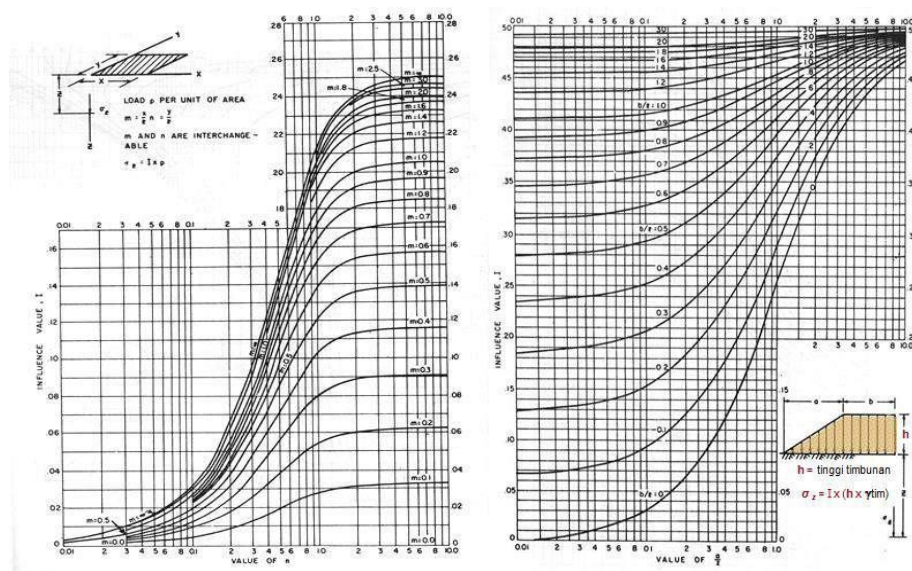
ΔP = Penambahan beban *vertical* pada lapisan yang akan ditinjau akibat dari beban timbunan dianalisa dengan persamaan

$$\Delta P = I \times q$$

Dimana:

q = Tegangan *vertical* efektif dipermukaan tanah akibat beban.

I = Faktor pengaruh yang diploting dari grafik dibawah ini



Gambar 1. Grafik Untuk Menentukan Faktor Pengaruh Pada Beban Segi Empat dan Trapesium (Sumber: NAVFAC DM – 7, 1970)

Waktu Konsolidasi

Menurut Terzaghi dalam [3] untuk nilai dari lamanya waktu konsolidasi (t) dapat dianalisa menggunakan persamaan berikut.

$$t = \frac{Tv (Hdr)^2}{Cv} \tag{6}$$

$$U_v = \left(\sqrt{\frac{Tv}{\tau\tau}} \right) \times 100\% \tag{7}$$

Untuk $U_v > 60\%$

$$U_v = (100 - 10^a)\% \tag{8}$$

Dimana;

$$a = \frac{1,781 - Tv}{0,933} \tag{9}$$

$$T_v = \frac{t - C_v}{H d r^2} \quad (10)$$

Dengan:

T_v = faktor waktu U (cm)

$H d r$ = tebal lapisan yang mengalami konsolidasi (m)

C_v = koefisien konsolidasi pada aliran air pori arah *vertical* (m^2 /tahun)

Analisa Stabilitas Gaya Dalam Menggunakan Geotekstil

menurut [5], Adapun tahapan perhitungan pemasangan geotekstil dirumuskan dalam persamaan berikut:

1. Perhitungan Nilai Tegangan Izin (T_{allow})

$$T_{allow} = T_{ultimate} \left[\frac{1}{F_{Sid} \times F_{Scd} \times F_{Sbd}} \right] \quad (11)$$

T_{allow} = tegangan geotekstil yang tersedia

T_{ult} = kuat *ultimate* geotekstil

F_{Sid} = faktor keamanan dampak dari kerusakan pada saat pemasangan

F_{Scd} = faktor keamanan dampak dari rangkai

F_{Sbd} = faktor keamanan dampak dari pengaruh bahan kimia

F_{Sbd} = faktor keamanan dampak dari pengaruh biologi didalam tanah

2. Perhitungan Jarak Pemasangan Geotekstil

$$K_a = \tan^2 \left(45 - \frac{\Phi}{2} \right) \quad (12)$$

$$\sigma_{hs} = \gamma \times H \times K_a \quad (13)$$

$$\sigma_{hq} = q \times K_a \quad (14)$$

$$\sigma_h = \sigma_{hs} + \sigma_{hq} \quad (15)$$

$$\sigma_v = \gamma_{sat} \times Z \quad (16)$$

$$S_v = \left[\frac{T_{allow}}{SF \times \sigma_h} \right] \quad (17)$$

Dimana:

S_v = Jarak pemasangan dari geotekstil

K_a = Kekuatan geotekstil yang tersedia

SF = Faktor angka Keamanan

σ_{hs} = Tegangan horizontal akibat tanah dibelakang dinding

σ_{hq} = Tegangan horizontal akibat beban terbagi rata

σ_h = Besar tegangan horizontal total yang diterima dinding

σ_v = Tegangan *Vertical*

Z = Kedalaman tanah dari atas permukaan tanah

SF = 1,3 s/d 1,5

3. Perhitungan Gaya Lateral (P)

$$P = K_a \times \gamma \times Z \times 75\% \quad (18)$$

Dengan:

- P = tekanan tanah lateral (t/m^2)
- K_a = koefisien dari tekanan tanah lateral
- γ = Berat Jenis Tanah (t/m^3)
- Z = Kedalaman diukur dari permukaan tanah (m)

4. Menentukan Jarak Spasi

Berikut merupakan perhitungan jarak spasi (S)

$$S = C / (P + K_a \times q_{total}) \quad (19)$$

Dimana:

- S = Jarak spasi (m)
- C = kohesi antar tanah dengan geotekstil (t/m^2)
- P = Takanan tanah timbunan (t/m^2)
- Z = Kedalaman tanah (m)
- K_a = Koefisien tekanan tanah
- q_{total} = Beban hidup (t/m^2)

5. Menentukan Panjang (L) Geotekstil Non-Woven

$$L_e = \frac{Sv \cdot \sigma_h \cdot SF}{2[c + \sigma_v (\tan \delta)]} \quad (20)$$

$$L_R = (H - Z) \times \left[\tan \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \right] \quad (21)$$

$$L = L_e + L_R \quad (22)$$

Dimana:

- L_e = Panjang geotekstil yang berada pada *anchorage zone*, minimal 1 m
- L_R = Panjang geotekstil yang berada didepan bidang longsor
- L = Panjang geotekstil (m)
- δ = sudut geser antara tanah dan geotekstil ($^\circ$)

6. Menentukan Panjang *Overlapping* Geotekstil Non – Woven

$$L_o = \frac{Sv + \sigma_h + SF}{4 (C + \sigma_v \tan \delta)} \quad (23)$$

Dimana:

- L_o = panjang *Overlapping*

Analisa Stabilitas Gaya Luar Menggunakan Geotekstil

Adapun tahapan perhitungan analisa stabilitas gaya luar menurut [5] adalah menggunakan persamaan sebagai berikut:

1. Menghitung Tekan Tanah Aktif

$$P_a = 0,5 \times \gamma t \times H^2 \times K_a \quad (24)$$

Dengan:

P_a = Tegangan tanah aktif (t/m^2)

γt = Berat isi tanah (t/m^3)

H = Tinggi Timbunan (m)

K_a = koefisien tanah aktif

2. Pemeriksaan Momen Geser

$$SF_{\text{geser}} = \frac{c \times L \times Q \tan \delta}{P_a} > 1,5 \quad (25)$$

Q = $L \times H \times \gamma t$

$$SF_{\text{geser}} = \frac{c \times L \times (L \times H \times \gamma t) \tan \delta}{P_a}$$

Dengan:

Q = Gaya karena beban tanah sendiri (N)

P_a = Tekanan tanah aktif (t/m^2)

δ = Sudut geser antara tanah dan geotekstil ($^\circ$)

L = Panjang geotekstil (m)

SF_{geser} = *Safety Factor* Terhadap Kestabilan Geser

3. Pemeriksaan Momen Guling

$$SF_{\text{geser}} = \frac{Q \times ar}{P_a \times ad} > 2 \quad (26)$$

Q = $L \times H \times \gamma$

ar = $0,5 \times L$

ad = $1/3 \times H$

$$SF_{\text{geser}} = \frac{(L \times H \times \gamma) \times 0,5 \times L}{P_a \times (\frac{1}{3} \times H)}$$

Dengan:

Q = Gaya karena beban tanah (N)

P_a = Tekanan tanah aktif (t/m^2)

ar = $0,5 \times L$

ad = $1/3 \times H$

SF_{geser} = *Safety Factor* terhadap kestabilan guling

4. Pemeriksaan Daya Dukung Tanah Dengan Perkuatan Geotekstil *Non-Woven*. Berikut perhitungan pemeriksaan daya dukung tanah akibat sudut geser

$$SF_{\text{geser}} = \frac{Q_{\text{ult}}}{q} > 1,3 \quad (27)$$

$$q = H \times \gamma$$

$$q_{\text{Ultimate}} = (C \times N_c) + (q \times N_q) + (0,5 \times \gamma \times L \times N_\gamma)$$

Dengan:

$$Q_{\text{Ultimate}} = \text{Tegangan tanah maksimum (t/m}^2\text{)}$$

$$\gamma = \text{berat volume tanah (t/m}^3\text{)}$$

$$L = \text{Panjang Geotekstil (m)}$$

$$C = \text{Nilai kohesi dari tanah (t/m}^2\text{)}$$

N_γ, N_c, N_q = Koefisien daya dukung tanah akibat sudut geser ϕ

Untuk mencari koefisien daya dukung tanah akibat sudut geser (N_γ, N_c, N_q) menggunakan tabel kontrol daya dukung tanah yang dikemukakan oleh Terzaghi (1987).

$$q = \text{tegangan tanah yang bekerja (t/m}^2\text{)}$$

$$D = \text{kedalaman tanah (m)}$$

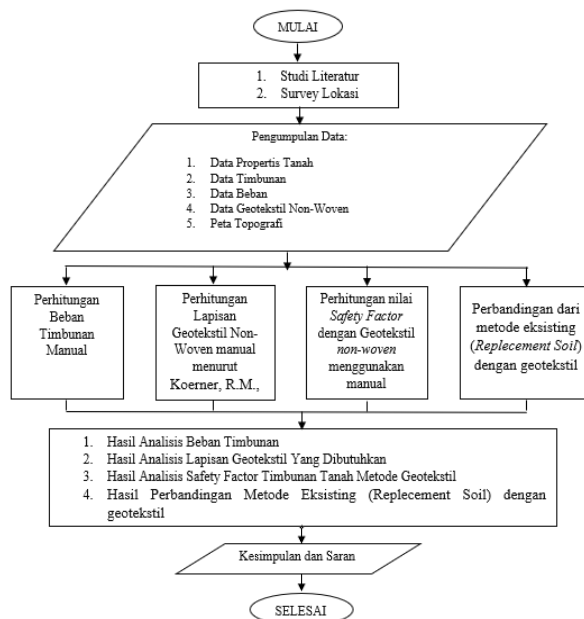
METODE

Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk didapatkan data yang bersifat subjektif untuk mencapai tujuan penelitian. Data yang diperoleh yaitu data yang didapatkan dari pihak lain, tidak langsung diperoleh dari subjek study. Pengumpulan data terdiri dari sebagai berikut: Data Tanah Sondir, Data Tanah Timbunan, Data Beban, Data Geotekstil *Non-Woven*, dan Peta Topografi.

Alur Penelitian

Pengumpulan Bagan Alir Penelitian (*Flow chart*) bertujuan untuk penyelesaian masalah yang ada menjadi terstruktur. Berikut ini ialah pembagian dari *flow chart* hasil penelitian disajikan dalam gambar dibawah ini



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

(Sumber: Peneliti, 2022)

Lokasi Penelitian

Proyek Pembangunan Jalur Ganda Kereta Api Mojokerto-Sepanjang ini Terletak di Jl. Mojoanyar-Bangsal, Ds. Damarsih, Kecamatan Mojoanyar, Kabupaten Mojokerto Jawa Timur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Parameter Tanah

Tabel 1. Data Tanah Yang Dianalisis

Kedalaman	γ tanah	γ Sat Tanah	eo	Cc	PI	LL	Gs	PL	Wc	Cs
(m)	t/m ³	t/m ³			%	%		%	%	
0 m - 1,2 m	1,5	1,655	1,036	0,953	48,6	78,21	2,48	34,15	40,25	0,15
1,2 m - 2,4 m	1,65	1,67	0,542	0,932	43,24	67,53	2,56	29,16	20,56	0,136
2,4 m - 3,6 m	1,65	1,693	0,661	0,897	43,16	69,4	2,68	32,26	25,4	0,128
3,6 m - 4,8 m	1,6	1,662	0,482	0,842	42,86	68,9	2,7	31,62	23,24	0,122
4,8 m - 6 m	1,6	1,666	0,432	0,821	42,76	68,4	2,84	33,5	30,62	0,119
6 m - 7,2 m	1,8	1,751	0,396	0,792	42,35	64,8	2,92	32,72	29,83	0,112

Perhitungan Beban Yang Bekerja Diatas Tanah Timbunan

Menurut [4] Untuk Beban total ($\sum q$) yang akan dipakai nantinya sebagai perencanaan dengan rumus dibawah ini, menggunakan persamaan 1

$$\begin{aligned}
 Q \text{ Gandar kereta api} &= 22 \text{ t/m}^2 \\
 Q \text{ Beban Bantalan} &= 1,96 \text{ t/m}^2 \\
 Q \text{ Beban balas} &= 1,62 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

$$q_{\text{timbunan}} = 5,1 \text{ t/m}^2 +$$

$$q_{\text{Total}} = 30,68 \text{ t/m}^2$$

jadi beban (q_{Total}) yang digunakan adalah 31,00 t/m²

Perhitungan Besar Penurunan (Sc) Tanah Asli

Berikut Rekapitulasi hasil penurunan (Sc) pada tanah menurut teori [3].

1. Akibat Beban Timbunan

Tabel 2. Rekapitulasi Penurunan (Sc) Akibat Beban Timbunan Tanah Asli

B1	B2	α_1	α_2	ΔP	P'o	ΔP_f	P'c	$\Delta P + P'o$	Sc
3,5	3,5	4,828	80,272	2,658	0,90	1,0	1,10	3,558	0,722
3,5	3,5	12,787	62,783	1,878	5,29	1,0	5,49	7,164	0,212
3,5	3,5	17,402	49,398	1,315	6,16	1,0	6,36	7,471	0,115
3,5	3,5	19,231	39,805	0,944	7,03	1,0	7,23	7,973	0,073
3,5	3,5	19,401	32,949	0,704	7,58	1,0	7,78	8,284	0,048
3,5	3,5	19,142	30,256	0,617	8,40	1,0	8,60	9,013	0,036
									1,206

(Sumber: Peneliti, 2022)

2. Akibat Beban Lalu Lintas (Kereta Api)

Tabel 3. Rekapitulasi Penurunan (Sc) Akibat Beban Lalu Lintas (Kereta Api) Tanah Asli

B1	B2	α_1	α_2	ΔP	P'o	ΔP_f	P'c	$\Delta P + P'o$	Sc
3,5	3,5	9,191	71,075	7,750	0,90	1,0	1,10	8,650	1,264
3,5	3,5	15,026	56,049	4,650	5,29	1,0	5,49	9,936	0,469
3,5	3,5	11,863	44,186	2,325	6,16	1,0	6,36	8,481	0,204
3,5	3,5	19,468	36,092	1,163	7,03	1,0	7,23	8,192	0,094
3,5	3,5	28,794	30,242	0,581	7,58	1,0	7,78	8,162	0,037
3,5	3,5	18,262	25,924	0,291	8,40	1,0	8,60	8,687	0,009
									2,076

(Sumber: Peneliti, 2022)

3. Waktu Pempatan (Sc) Tanah Asli

$$\text{Kedalaman tanah lunak} = 1,8 \text{ m}$$

$$\text{Hdr} = 1,8 / 2 = 0,9 \text{ m}$$

$$\text{Faktor waktu (Tv)} = 0,848$$

Berdasarkan Terzaghi dalam Das (1985) yang berisikan besarnya dari suatu nilai variasi faktor waktu terhadap derajat konsolidasi, untuk derajat konsolidasi memiliki 90% nilai dari faktor waktu (Tv) adalah 0,848.

$$C_v \text{ Gabungan} = 0,0000092 \text{ cm}^2 / \text{dt} = 0,0287 \text{ m}^2 / \text{tahun}$$

$$t = \frac{T_v \text{Hdr}^2}{C_v} = \frac{T_{90} \text{Hdr}^2}{C_v} = \frac{0,848 \times 0,9^2}{0,0287} = 23,93 \text{ tahun}$$

Perhitungan Besar Penurunan (Sc) *Replecement Soil*

Berikut Rekapitulasi hasil penurunan (Sc) pada tanah menurut teori [3].

1. Akibat Beban Timbunan

Tabel 4. Rekapitulasi Penurunan (Sc) Akibat Beban Timbunan Tanah *Replecement Soil*

B1	B2	α_1	α_2	ΔP	P'o	ΔP_f	P'c	$\Delta P + P'o$	Sc
3,5	3,5	4,828	80,272	2,658	1,020	1,0	1,220	3,678	0,679
3,5	3,5	12,787	62,783	1,878	6,540	1,0	6,740	8,418	0,176
3,5	3,5	17,402	49,398	1,315	6,156	1,0	6,356	7,471	0,115
3,5	3,5	19,231	39,805	0,944	7,029	1,0	7,229	7,973	0,073
3,5	3,5	19,401	32,949	0,704	7,580	1,0	7,780	8,284	0,048
3,5	3,5	19,142	30,256	0,617	8,396	1,0	8,596	9,013	0,036
									1,127

(Sumber: Peneliti, 2022)

2. Akibat Beban Lalu Lintas (Kereta Api)

Tabel 5. Rekapitulasi Penurunan (Sc) Akibat Beban Lalu Lintas (Kereta Api) Tanah *Replecement Soil*

B1	B2	α_1	α_2	ΔP	P'o	ΔP_f	P'c	$\Delta P + P'o$	Sc
3,5	3,5	9,191	71,075	7,750	1,020	1,0	1,220	8,770	1,209
3,5	3,5	15,026	56,049	4,650	6,540	1,0	6,740	11,190	0,400
3,5	3,5	11,863	44,186	2,325	6,156	1,0	6,356	8,481	0,204
3,5	3,5	19,468	36,092	1,163	7,029	1,0	7,229	8,192	0,094
3,5	3,5	28,794	30,242	0,581	7,580	1,0	7,780	8,162	0,037
3,5	3,5	18,262	25,924	0,291	8,396	1,0	8,596	8,687	0,009
									1,952

(Sumber: Peneliti, 2022)

3. Waktu Pempatan (Sc) *Replecement Soil*

Kedalaman tanah lunak = 1,8 m

Hdr = 1,8 / 2 = 0,9 m

Faktor waktu (Tv) = 0,848

Berdasarkan Terzaghi dalam Das (1985) yang berisikan besarnya dari suatu nilai variasi faktor waktu terhadap derajat konsolidasi, untuk derajat konsolidasi memiliki 90% nilai dari faktor waktu (Tv) adalah 0,848.

Cv Gabungan = 0,0000076 cm²/dt = 0,0237 m²/tahun

$$t = \frac{T_v \text{Hdr}^2}{C_v} = \frac{T_{90} \text{Hdr}^2}{C_v} = \frac{0,848 \times 0,9^2}{0,0237} = 25,16 \text{ tahun}$$

Analisa Stabilitas Gaya Dalam Menggunakan Geotekstil

Data yang diperlukan untuk menganalisis stabilitas gaya dalam dengan perkuatan geotekstil *non-woven*:

Beban (q) = 31 t/m² Φ = 28°

Kuat Tarik Geotekstil (Tult) = 5,20 t/m

Koehsi Antar Tanah dengan Geotekstil (C) = 2,00 t/m²

Tinggi Timbunan (H) = 3 m

Berat Jenis Timbunan (γ_t) = 1,70 t/m³ γ_{sat} = 1,70 t/m³Berat Jenis Lempung Inorganik (γ) = 1,50 t/m³

$$\text{Berat Jenis Lempung Berpasir } (\gamma) = 1,55 \text{ t/m}^3$$

$$\text{Berat Jenis Pasir Berlempung } (\gamma) = 1,60 \text{ t/m}^3$$

a. Perhitungan Nilai Tegangan Izin (T_{allow})

- Perhitungan Nilai Tegangan Izin (T_{allow})

Berikut perhitungan perkuatan geotekstil, menggunakan persamaan 11 – 23.

Pada perencanaan ini menggunakan geotekstil *non-woven* dengan *Tensile Strength* (T_{ult}) sebesar 5,20 t/m

$$F_{Sid} = 1,20 \quad (1,0-2,0)$$

$$F_{Scr} = 2,00 \quad (2,0-4,0)$$

$$F_{Scd} = 1,20 \quad (1,0-1,5)$$

$$F_{Sbd} = 1,10 \quad (1,0-1,3)$$

$$T_{allow} = \left[\frac{5,20}{1,2 \times 2,0 \times 1,2 \times 1,1} \right] = 1,64 \text{ t/m} \Rightarrow 16,4 \text{ kN/m}$$

- Perhitungan koefisien tegangan tanah aktif (K_a)

$$K_a = \tan \left(45 - \frac{28}{2} \right)^2$$

$$K_a = 0,344$$

- Perhitungan Tegangan horizontal akibat tanah dibelakang (σ_{hs})

$$\sigma_{hs} = 1,70 \times 3 \times 0,344$$

$$\sigma_{hs} = 1,754 \text{ t/m}^2$$

- Perhitungan tegangan horizontal akibat beban terbagi rata (σ_{hq})

$$\sigma_{hq} = 31 \times 0,344$$

$$\sigma_{hq} = 10,66 \text{ t/m}^2$$

- Perhitungan tegangan horizontal total yang diterima (σ_h total) menggunakan persamaan

$$\sigma_h = 1,754 + 10,66$$

$$\sigma_h = 12,414 \text{ t/m}^2$$

- Perhitungan tegangan *vertical* (σ_v)

$$\sigma_v = 1,7 \text{ t/m}^3 \times 1,8 \text{ m}$$

$$\sigma_v = 3,06 \text{ t/m}^2$$

- setelah didapatkan tegangan horizontal total, dapat dihitung jarak pemasangan geotekstil (S_v) Apabila SF rencana = 1,3.

$$S_v = \left[\frac{1,64 \text{ t/m}}{1,3 \times 12,414 \text{ t/m}^2} \right]$$

$$S_v = 0,1 \text{ m}$$

Jadi untuk nilai S_v pakai adalah 0,1 m / 10 cm

b. Perhitungan Gaya Lateral (P) Pada Tinggi Timbunan 3 m

$$P = 0,344 \times 1,60 \times 1,8 \times 75\%$$

$$= 0,743 \text{ t/m}^2$$

c. Menentukan Jarak Spasi (S) Pada Tinggi Timbunan 3 m

$$S = 2 / (0,743 + 0,344 \times 31)$$

$$= 0,175 \text{ m}$$

d. Menentukan Panjang Geotekstil Non-Woven Pada Tinggi Timbunan 3 m

- Perhitungan Panjang Geotekstil *Anchorage Zone* (L_e)

$$L_e = \frac{0,2 \text{ m} \times 12,414 \text{ t/m}^2 \times 1,3}{2 \left[2 + \left((3,06 \text{ t/m}^2) \left(\text{tg} \left(\frac{2}{3} \times 28 \right) \right) \right) \right]}$$

$$L_e = 0,532 \text{ m}$$

Jadi dipakai $L_e \text{ min} = 1 \text{ m}$

- Perhitungan Panjang Geotekstil Yang Berada Di Depan Bidang Longsor (L_R)

$$L_R = (3 \text{ m} - 1,8) \times \left[\text{tg} \left(45^\circ - \frac{28}{2} \right) \right]$$

$$L_R = 0,412 \text{ m}$$

- Perhitungan Panjang Geotekstil yang ditanam (L)

$$L = 1 \text{ m} + 0,412 \text{ m}$$

$$L = 1,412 \text{ m}$$

e. Menentukan Panjang *Overlapping* Geotekstil *Non – Woven* Pada Tinggi Timbunan 3 m

Berikut merupakan perhitungan Panjang *Overlapping* (L_o)

$$L_o = \frac{0,2 \text{ m} + 12,517 \text{ t/m}^2 \times 1,3}{4 \left(2 + 3,24 \text{ t/m}^2 \times \text{tg} \left(\frac{2}{3} \times 28 \right) \right)}$$

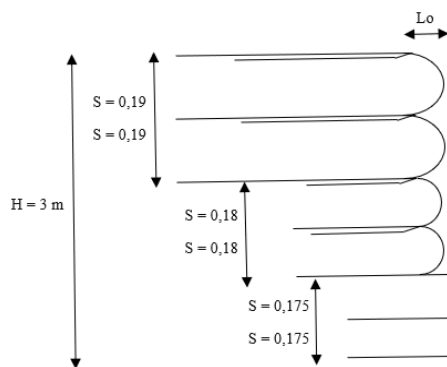
$$L_o = 1,181 \text{ m}$$

Berikut merupakan tabel rekapitulasi perhitungan gaya dalam menggunakan geotekstil.

Tabel 6. Rekapitulasi Perhitungan Gaya Dalam

Tinggi Timbunan (m)	Jumlah Lapisan	Lapisan Ke-	Z (m)	S (m)	S (pembulatan)	Le (m)	Le Min (m)	LR (m)	L (m)	Lo (m)	Lo (Pembulatan (m))
	2	1 s/d 2	1,8	0,175	0,2	0,532	1	0,4128	1,4128	1,205	1
3	2	3/d 4	1,2	0,162	0,2	0,600	1	0,6192	1,6192	1,361	1
	2	5 s/d 6	0,6	0,162	0,2	0,689	1	0,8256	1,8256	1,564	1

(Sumber: Peneliti, 2022)



Gambar 3. Panjang *Overlapping* Tinggi Timbunan 3 m
(Sumber: Peneliti, 2022)

Analisa Stabilitas Gaya Luar Menggunakan Geotekstil

Berikut dibawah ini merupakan tabel rekapitulasi perhitungan stabilitas gaya luar menggunakan persamaan 24 – 27

Tabel 7. Rekapitulasi Stabilitas Gaya Luar

Tinggi Timbunan	Tekanan Tanah Aktif (Pa)	SF Momen Geser	SF Momen Guling	SF Daya Dukung	Keterangan
3 m	2,786 t/m ²	4,3	3,22	2,4	Memenuhi Angka Kemanan / SF (Ok)

(Sumber: Peneliti, 2022)

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dianalisis didapatkan kesimpulan:

1. Beban (q) yang diterima timbunan yaitu sebesar 31 t/m².
2. Lapisan Geotekstil *non-woven* yang dibutuhkan perbaikan tanah yaitu 2 lapisan dengan panjang (L) adalah 1,825 m
3. Nilai *safety factor* (SF) stabilitas timbunan tanah dengan metode geotekstil *non-woven* menggunakan perhitungan manual didapatkan hasil nilai SF = 2,4
4. Perbandingan Metode *Eksisting* (*Replecement Soil*) dengan Metode Geotekstil. Kesimpulan menggunakan perbaikan tanah metode geotekstil dibandingkan metode *replacement soil* yakni metode ini merupakan perbaikan yang paling sesuai untuk kondisi tanah pada saat dekat dengan MAT (Muka Air Tanah), sehingga metode geotekstil dinilai dapat menggantikan metode eksisting, karena dapat mencegah tanah mengalami penurunan. Karena dapat digunakan sebagai filtrasi (pemisah) dengan tanah dasar. Metode geotekstil dapat membuat panjangnya usia rencana proyek dan mampu menghemat biaya perbaikan nantinya.

DAFTAR PUSTAKA

D. Panguriseng, “Dasar-Dasar Teknik Perbaikan Tanah,” *Pustaka AQ*, no. Agustus, p. 240, 2017.

T. D. Laksono, “Perbaikan Tanah Dengan Menggunakan Geotekstil 19,” *Perbaikan Tanah Dengan Menggunakan Geotekstil*, vol. 12, no. 2, pp. 19–26, 2011.

B. M. Das, “Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknik,” *Penerbit Erlangga*, pp. 1–300, 1995.

H. Sopacua, Barbara N, “~~濟無~~No Title No Title No Title,” *Angew. Chemie Int. Ed. 6(11)*, 951–952., vol. 7, no. 2, pp. 2013–2015, 2021.

R. M. Koernel, *Design with Geosynthetics*. 2005.