

PERENCANAAN PERKUATAN TIMBUNAN TANAH PADA OPRIT JEMBATAN SIRNOBOYO, PACITAN

Cholis Cahyo Prambodo , Mustain Arif ST.MT , Ir. Suwarno,M.Eng
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl.Arief Rahman Hakim, Surabaya 6011
E-mail: choliscahyo@gmail.com

ABSTRAK

ABSTRAK

Jawa Timur merupakan provinsi dengan tingkat pertumbuhan ekonomi yang paling tinggi di Indonesia. Untuk memaksimalkan pertumbuhan ekonomi perlu dibangun infrastruktur yang mendukung kegiatan ekonomi. Pada jalur lintas selatan telah dibuat jalur yang memenuhi standar, tetapi di daerah Sironoboyo masih terputus, karena belum dibangunnya jembatan.

Metode yang akan digunakan untuk melakukan perencanaan oprit jembatan ini adalah Geotextil wall dan atau menggunakan perkuatan sheet pile. Tetapi sebelum melakukan perkuatan harus dilakukan analisa terlebih dahulu terhadap tanah dasar dan timbunan yang akan direncanakan. Dalam perencanaan Jembatan Sironoboyo tersebut direncanakan menggunakan timbunan oprit ± 8 meter agar elevasi tanah dasar sama dengan elevasi pelat jembatan. Pada perencanaan timbunan oprit jembatan, diperlukan dinding penahan tanah yang kuat untuk menahan beban urugan oprit dan beban lalu lintas. Alternatif tipe dinding penahan tanah yang digunakan adalah kombinasi sheet pile dengan geotextile, dan perkuatan tanah timbunan dengan menggunakan geotextile.

Pada tipe timbunan trapesium, sistem perkuatan tanah yang digunakan adalah menggunakan geotextile tipe UW-250 dengan kuat tarik maksimal sebesar 52 kN/m dan dipasang pada setiap STA. Total biaya yang dibutuhkan untuk perencanaan geotextile sebesar Rp 227.040.000,00

Dari hasil analisa perhitungan perencanaan, direncanakan kombinasi antara sheet pile dan geotextile dengan tinggi konstruksi timbunan yang beragam. Tipe sheet pile W-325 A 1000 UW-250 dengan kuat tarik maksimal sebesar 52 kN/m. Total biaya yang dibutuhkan adalah Rp 3.183.590.000,00. Selain itu juga merencanakan abutment dengan ketinggian 10,5 meter dan lebar 11,5 meter. dengan menggunakan tiang pancang yang dipancang sedalam 20 meter dari permukaan tanah dan berjumlah 15 buah

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pulau Jawa terutama provinsi Jawa Timur, merupakan kawasan yang termasuk dalam kelompok kawasan yang telah berkembang di Indonesia, merupakan wilayah dengan pertumbuhan ekonomi yang sangat pesat dan potensial. data pertumbuhan ekonomi Jatim dari 2009 sampai 2012 mencapai 7,27%, tetapi pada triwulan ke tiga 2013 mencapai 6,49%. Sesuai prediksi Bank Indonesia Jatim pada akhir 2013 masih bisa mencapai 7,00%. Jika dibandingkan, pertumbuhan ekonomi akhir 2012 secara

nasional sebesar 6,23% dan Jatim sebesar 7,27%, ini membuktikan pertumbuhan ekonomi Jatim masih tertinggi secara nasional. Sedangkan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) tahun 2012 mencapai 1001,72 T rupiah dan triwulan tiga 2013 sebesar 841,37 T rupiah ([sumber: http://birohumas.jatimprov.go.id](http://birohumas.jatimprov.go.id))

Untuk menunjang pertumbuhan ekonomi di pulau Jawa, terutama pada provinsi Jawa Timur sangat dibutuhkan infrastruktur dalam bidang transportasi. provinsi Jawa Timur sudah memiliki dua jaringan di utara dan selatan. Tetapi kondisi jalan di lapangan tidak sama baiknya. Hal ini menyebabkan tidak meratanya pengguna jalan, dimana pengguna jalur lintas utara lebih banyak daripada pengguna jalur lintas selatan. Sehingga menyebabkan tidak meratanya pertumbuhan ekonomi antara Jawa Timur bagian utara dan bagian selatan. Untuk mencapai pemerataan perlu adanya peningkatan infrastruktur pada jalur lintas selatan. Salah satu masalah yang dihadapi adalah tidak tersambungnyanya jalur pada jalur Sironoboyo-Ploso. sehingga diperlukan jembatan yang menghubungkan dua jalur tersebut.

Dalam perencanaan jembatan Sironoboyo Pacitan tersebut direncanakan menggunakan timbunan oprit. Karena dalam pembuatannya timbunan oprit membutuhkan biaya yang lebih murah dari pada menggunakan pilar.

Dalam perencanaan oprit juga perlu dipertimbangkan pembuatan abutmen untuk menahan timbunan tanah urukan. dalam perencanaan kestabilan oprit perlu diperhatikan kondisi kestabilan tanah dasar.

Dalam tugas akhir ini akan menyarankan metode perbaikan tanah pada timbunan oprit tanah agar timbunan stabil dan tanah dasarnya tidak longsoe setelah mendapatkan beban dari jembatan dan kendaraan yang melewatinya.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian di atas. masalah perencanaan yang harus di selesaikan adalah:

Bagaimana rancangan timbunan oprit jembatan yang sesuai agar stabil dan tidak longsor, sedang rincian yang akan dibahas adalah

- 2 Berapa H initial yang direncanakan untuk mendapatkan tinggi timbunan yang sesuai dengan perencanaan?
- 3 Bagaimana kestabilan timbunan trapesium?
- 4 Bagaimanakah kestabilan timbunan trapesium menggunakan perkuatan *geotextile*?
- 5 Bagaimana kestabilan timbunan tegak menggunakan kombinasi *sheetpile-geotextile*?
- 6 Bagaimanakah perencanaan abutment oprit jembatan tersebut?

1.3 Tujuan Tugas Akhir

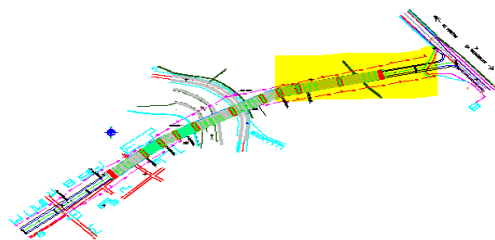
Tujuan penyusunan Tugas Akhir ini adalah merencanakan alternatif tipe dinding penahan tanah agar tidak terjadi kelongsoran dan merencanakan *abutment* oprit jembatan yang sesuai

1.4 Batasan Masalah

- Beberapa batasan masalah pada Tugas Akhir ini adalah
1. Tidak menghitung *upperstructure* jembatan
 2. Hanya direncanakan pada salah satu sisi jembatan saja
 3. Data yang digunakan adalah data yang berasal dari PT. ASIA HARDA
 4. Tidak membahas perhitungan geometri jalan dan perkerasan baik pada jembatan ataupun pada kedua daerah pada sisi jembatan
 5. Tidak merencanakan drainase jalan
 6. Beban perkerasan jalan dan beban kendaraan dianggap sebagai beban terbagi rata

1.5 Lokasi

Lokasi yang menjadi bahasan dalam Tugas Akhir ini adalah timbunan pangkal jembatan Sirnoboyo – Pacitan, pada Sta. 0+350 s/d 0+550.. Denah tampak atas disajikan dalam **Gambar 1.1.**



Gambar 1.1. Lokasi Perencanaan Proyek

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penurunan Konsolidasi (Sc)

Besarnya penurunan konsolidasi dapat dicari menggunakan persamaan:

$$S_i = q \sum \frac{h_i}{E'_1}$$

Dimana: q = tegangan yang bekerja pada permukaan tanah
 h_i = tebal lapisan tanah ke-I
 E'_1 = modulus Oedometrik pada lapisan ke-i.

Korelasi antara modulus Young dengan modulus Oedometrik dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$E = E' \left(1 - \frac{2\mu^2}{1 - \mu} \right)$$

[2.3]

Dimana: E = nilai modulus Young
 E' = nilai modulus Oedometrik
 μ = nilai koefisien Poisson

Derajat konsolidasi tanah (U) adalah perbandingan penurunan tanah pada waktu tertentu dengan penurunan tanah total.

Untuk $U < 60\%$ maka :

$$T_v = \frac{\pi}{4} \left(\frac{U\%}{100} \right)^2$$

Untuk $U > 60\%$ maka :

$$T_v = 1,781 - 0,933 \log(100 - U\%)$$

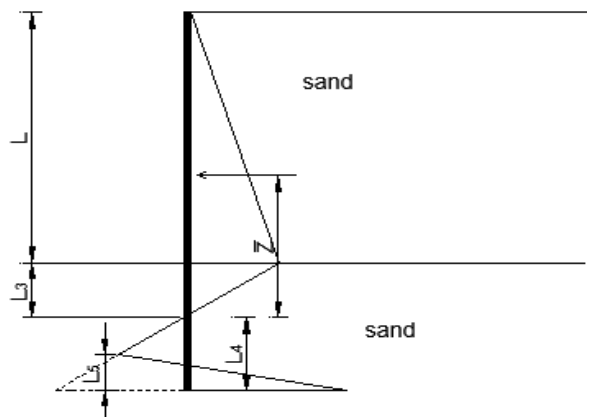
Perhitungan lamanya waktu konsolidasi dilapangan dapat mempergunakan rumus sebagai berikut :

$$t = \frac{T_v \cdot H^2}{C_v}$$

dimana :

- T_v = Faktor waktu, tergantung dari derajat konsolidasi (U),
- H = Panjang maksimum lintasan drainase (cm),
- C_v = Koefisien konsolidasi (cm^2/dtk),
- t = Waktu konsolidasi (dtk).

• **Perhitungan Sheetpile**



Gambar: Diaram tekanan tanah pada Sheetpile

Dimana :

P=Luas diagram ACDE

$$\sigma'_2 = \gamma L_1 k_a + q k_a \dots \dots \dots (2.16)$$

$$\sigma'_3 = L_4 (K_p - K_a) \gamma \dots \dots \dots (2.19)$$

$$\sigma'_4 = \sigma'_5 + \gamma L_4 (K_p - K_a) \dots \dots \dots (2.20)$$

$$\sigma'_5 = \gamma L K_p + \gamma L_3 (K_p - K_a) \dots \dots \dots (2.21)$$

$$L_3 = \frac{\sigma'_2}{\gamma (K_p - K_a)} = \frac{L k_a}{(K_p - K_a)} \quad (2.22)$$

$$P = \frac{1}{2} \sigma'_2 L + \frac{1}{2} \sigma'_2 L_3$$

$$\bar{Z} = L_3 + \frac{L}{3} = \frac{L k_a}{K_p - K_a} + \frac{L}{3} = \frac{L(2K_a + K_p)}{3(K_p - K_a)}$$

Sehingga bisa diubah menjadi persamaan kuadrat:

$$L_4^4 + A_1 L_4^3 - A_2 L_4^2 - A_3 L_4 - A_4 = 0$$

Dimana :

$$A_1 = \frac{\sigma'_5}{\gamma (K_p - K_a)}$$

$$A_2 = \frac{8P}{\gamma (K_p - K_a)}$$

$$A_3 = \frac{6P(2\gamma (K_p - K_a) + \sigma'_5)}{\gamma^2 (K_p - K_a)}$$

$$A_4 = \frac{p(6z\sigma'_5 + 4P)}{\gamma^2 (K_p - K_a)^2}$$

Nilai L₄ dapat dicari melalui trial and error

Menentukan kedalaman sheet pile

$$D = L_3 + L_4 \quad (2.24)$$

$$D \text{ actual} = 1,2 \text{ s/d } 1,3 D \quad (2.25)$$

Momen maksimum :

$$z' = \sqrt{\frac{2P}{(K_p - K_a) \gamma'}} \quad (2.26)$$

$$M_{max} = P(z + z') - P(z + z') - \left(\frac{1}{2} \gamma' z' (K_p - K_a)\right) \frac{1}{3} z' \dots \dots$$

• **Geotextile**

Persamaan untuk menghitung kekuatan bahan geotextile :

$$T_{allow} = T_{ult} \left(\frac{1}{RF_{ID} \times RF_{CR} \times RF_{CD} \times RF_{BD}} \right)$$

Keterangan :

T_{allow} = kekuatan geotextile yang tersedia

T_{ult} = kekuatan ultimate geotextile

RF_{ID} = faktor reduksi akibat kesalahan pemasangan

RF_{CR} = faktor reduksi akibat rangkai

RF_{CD} = faktor reduksi akibat pengaruh kimia

RF_{BD} = faktor reduksi akibat pengaruh biologi

RF_{ID}, RF_{CR}, RF_{CD}, RF_{BD} merupakan faktor reduksi akibat pengurangan kekuatan geotextile.

Kontrol stabilitas lereng yang diperkuat dengan bahan geotextile terdiri dari Internal Stability dan Eksternal Stability.

1. Internal Stability

Besarnya tegangan horisontal yang diterima dinding (σ_H) adalah :

$$\sigma_H = \sigma_{HS} + \sigma_{Hq} + \sigma_{HL}$$

Keterangan :

σ_H = tegangan horisontal yang diterima dinding

σ_{HS} = tegangan horisontal akibat tanah dibelakang dinding

σ_{Hq} = tegangan horisontal akibat tanah timbunan

σ_{HL} = tegangan horisontal akibat beban hidup

2. Eksternal Stability

Perencanaan kekuatan lereng menggunakan geotextile juga harus diperhatikan kontrol terhadap Eksternal Stability diantaranya adalah:

1. Stabilitas terhadap Guling

$$FS_{OT} = \frac{\sum \text{Momen Penahan}}{\sum \text{Momen Penggerak}} = \frac{W_i x_i + P_a \sin \delta (L)}{P_a \cos \delta (H/3)}$$

Keterangan :

FS_{OT} = angka keamanan lereng terhadap guling

W_i = berat dinding tanah

x_i = jarak ke titik berat

P_a = tekanan tanah aktif

δ = sudut geser antara tanah dan geotextile

L = panjang geotextile

2. Stabilitas terhadap Geser

$$FS_S = \frac{\sum \text{Momen Penahan}}{\sum \text{Momen Penggerak}} = \frac{\left[c + \left(\frac{W_i + P_a \sin \delta}{L} \right) \tan \delta \right] L}{P_a \cos \delta}$$

Keterangan :

FS_S = angka keamanan lereng terhadap geser

W_i = berat dinding tanah

x_i = jarak ke titik berat

P_a = tekanan tanah aktif

δ = sudut geser antara tanah dan geotextile

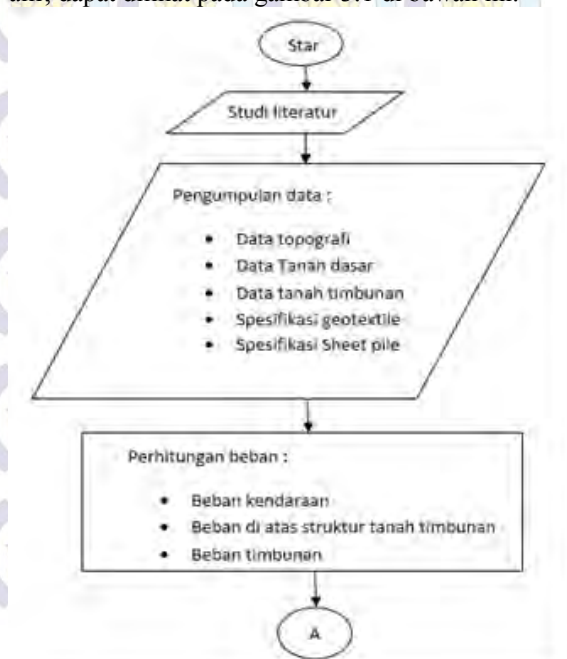
L = Panjang geotextile

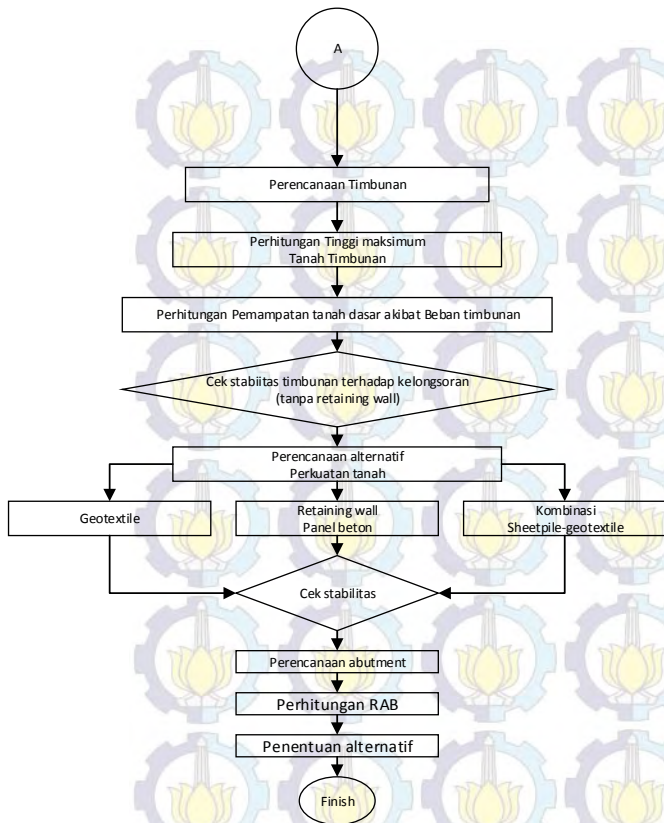
3. Stabilitas terhadap Daya Dukung

$$FS_{BC} = \frac{q_{ult}}{\sigma_{max}}$$

III. METODE PENELITIAN

Sistematika alur pengerjaan apabila dibuat dalam diagram alir, dapat dilihat pada gambar 3.1 di bawah ini.





Gambar: Diagram Alir Metode Penelitian

IV. ANALISA DATA

Data tentang timbunan rencana sifat fisik timbunan, dan dimensi timbunan sebagai berikut :

1. Sifat fisik timbunan meliputi: $\gamma t = 1.8 \text{ t/m}^3$, $\phi = 38,29^\circ$, $C_u = 0$
2. Dimensi timbunan
Timbunan direncanakan dengan tinggi final sesuai dengan elevasi pada oprit jembatan. Dimensi timbunan oprit pada sisi timur memiliki lebar 11,5 m, panjang 250 m dan tinggi 8 m.
3. Data tanah dasar yang dipakai adalah data dari Bore log dan SPT berdasarkan pada titik BH1-BH6 dari hasil laboratorium
4. Data Spesifikasi Sheet Pile
Sheet Pile yang digunakan sebagai dinding penahan tanah adalah sheet pile dengan tipe CPC (Corrugated Prestressed Concrete) dari produk PT. Wika Beton.
5. Data Spesifikasi Geotextile
Geotextile yang digunakan sebagai perkuatan tanah adalah geotextile dengan jenis Polypropylene Woven Geotextiles tipe UnggulTex dari produk PT. Teknindo Geosistem Unggul

- ✓ Untuk layer 1 dengan ketinggian 4 m menggunakan $sv = 0,5 \text{ m}$ dengan 7 lapis yang masing-masing lapis menggunakan 2 geotextile double.
- ✓ Untuk layer 2 dengan ketinggian 3 m menggunakan $sv = 0,5 \text{ m}$ dengan 6 lapis geotextile.

- ✓ Kontrol guling $= > 3$
- ✓ Kontrol geser $= > 3$
- ✓ Kontrol Daya dukung $= > 3$

A. Perhitungan Waktu Konsolidasi

Lapisan bagian bawah dari lapisan *Permeable*, sehingga arah alirannya adalah $\frac{1}{2}$ dari H. Menentukan nilai H_{final} , $H_{initial}$ dan Sc berdasarkan grafik hasil dari perhitungan yang di dapat sebagai berikut :

Dari table Faktor Waktu terhadap Derajat Konsolidasi didapatkan nilai $Tv_{90\%} = 0,848$. Sehingga untuk perhitungan waktu konsolidasi yang dibutuhkan untuk mencapai derajat konsolidasi 90% adalah :

$$t = \frac{Tv_{90\%} (Hdr)^2}{Cv} = \frac{0,848 (500)^2}{0.15}$$

$$t_{90} = 2.3 \text{ minggu} \approx 3 \text{ minggu}$$

$$St_{90\%} = 90\% \times Sc$$

$$St_{90\%} = 90\% \times 0,5492 = 0,494 \text{ m}$$

menghabiskan *settlement* 90% yang terjadi pada lapisan tanah dasar diperlukan waktu 3,5 minggu.

Karena waktu yang diperlukan untuk mencapai *settlement* sebesar 90% relatif sedikit maka tidak diperlukan penggunaan PVD pada perencanaan oprit jembatan ini.

• Perencanaan Timbunan Bertahap

Pada saat pelaksanaan di lapangan timbunan yang ada tidak langsung ditimbun 8m, tetapi melakukannya secara bertahap. penimbunan bertahap direncanakan memiliki kecepatan 50 cm/minggu. Sehingga jumlah tahapan yang diperlukan untuk mencapai H_{final} yang dibutuhkan adalah

$$H_{initial} = 8 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah pentahapan} = 8 \text{ m} / 0,50 \text{ m}$$

$$= 16 \text{ tahap}$$

Dengan menggunakan program bantu STABLE telah didapka SF yang melebihi SF rencana, sehingga tidak diperlukan adanya penundaan dalam tahapan penimbunan tersebut agar tidak terjadi longsor.

5.2 Perencanaan Geotextile

• Internal Stability

$$Pa \leq \frac{\text{berat efektif } ABC \times \tan \delta}{SF}$$

$$Ka = \tan^2 \left(45 - \frac{38,29}{2} \right) = 0.235$$

$$Pa = \frac{1}{2} \gamma H^2 Ka + q H Ka \leq \frac{\gamma_{sat} \times \text{Luas talud } ABC \times \tan \delta}{SF}$$

$$\frac{1}{2} \cdot 1,9 \cdot 8^2 \cdot 0,235 + 1,1 \cdot 8 \cdot 0,235 \leq \frac{1,9 \cdot \frac{1}{2} \cdot 8 \cdot 8 \cdot \tan 38,29}{2}$$

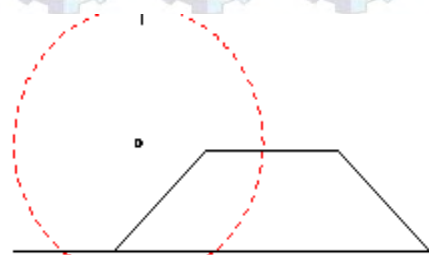
$$16,4 \text{ t/m} \leq 23,75 \text{ t/m} \dots \text{OK}$$

• Overall Stability

Dengan menggunakan program XSTABL, didapat output kelongsoran seperti pada Gambar 5.1.

Tinggi Timbunan 8

z	Sv	Sv use	Le	Le use	Lr	lo	lo use	L total
8	0,32	0,2	0,14	1	0,35	0,068	1	2,5
6	0,41	0,4	0,18	1	0,88	0,091	1	3
4	0,59	0,5	0,27	1	1,42	0,136	1	3,5
2	1,03	1	0,55	1	1,956029	0,273	1	4



Gambar 5.2 timbunan dan garis kelongsoran

Analisis overall stability diperoleh dari data-data dari XSTABL, sebagai berikut:

- Angka keamanan : SF min = 1,25
- Jari-jari kelongsoran : R = 9,18 m
- Koordinat pusat bidang longsor (Titik O)
 - $x_o = 26,83$
 - $y_o = 47,70$
- Momen Penahan : $M_{Rmin} = 3869 \text{ kN.m}$

$$\Delta M_r = M_{Rrencana} - M_{Rmin} = 4642,8 \text{ kNm} - 3095,2 \text{ kN.m} = 773,8 \text{ kNm}$$

$$T_{allow} = \frac{52}{1.3 \times 2,5 \times 1,2 \times 1,2} = 15,63 \text{ kNm}$$

$$Le = \frac{T_{all} \times SF}{(\tau_1 + \tau_2) \times E}$$

$$\tau_i = C_{u_i} + \sigma_v \tan \theta$$

Jumlah kebutuhan geotextile

menghitung panjang geotextile di belkang bidang longsor									
	H	T1	T2	T3	Mgeotex	EMgeotex	Le		RANGKAP
1	8	6,7	28	65,8179	80,6	80,6	0,2	322,6	322,993
2	5,5	6,2	60	74,6	155,3	0,2	213,9	546,481	3
3	5	5,7	55	68,8	213,9	0,2	137,2	683,704	2
4	4,5	5,2	49	62,8	286,5	0,2	115,2	808,889	2
5	4	4,7	44	56,8	343,1	0,2	113,1	922,037	2
6	3,5	4,2	38	50,6	393,6	0,2	101,1	1023,15	2
7	3	3,7	33	44,5	438,1	0,3	89,1	1112,22	2
8	2,5	3,2	27	38,5	476,7	0,3	77,0	1189,26	2
9	2	2,7	22	32,5	509,2	0,4	65,0	1254,26	2

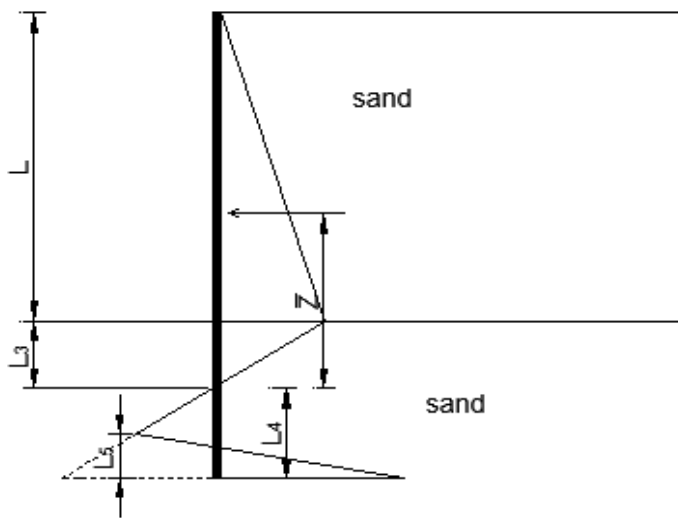
Perhitungan panjang total dan kebutuhan geotextile di timbunan H= 6 meter

Tabel 5.6 panjang total geotextile

Lembar	Ld	Le	Le use	Ltotal	l use
1	8,1	0,2	1	9,1	9,5
2	8,1	0,1	1	9,1	9,5
3	8,1	0,1	1	9,1	9,5
4	7,9	0,2	1	8,9	9
5	7,72	0,2	1	8,72	9
6	7,49	0,2	1	8,49	9
7	7,23	0,2	1	8,23	9
8	6,9	0,3	1	7,9	9
9	6,6	0,3	1	7,6	9

Sedangkan untuk pemasangan geotextile untuk geotextille wall adalah

Z	Sv (m)	Sv use (m)	Le (m)	Le use (m)	Lr (m)	lo (m)	lo use (m)	L total (m)	L total use (m)
8	0,37	0,2	0,14	1	0,00	0,068	1	2,00	4
6	0,49	0,4	0,18	1	0,54	0,091	1	3,00	6
4	0,69	0,5	0,27	1	1,07	0,136	1	4,00	8
2	1,19	1	0,55	1	1,6076952	0,273	1	4,00	8



Gambar 5.4 gambar tegangan tanah pada H= 8 m

- Koefisien tekanan tanah aktif
 - $K_a = \tan^2(45 - 38,29/2) = 0,235$
 - $K_p = \tan^2(45 + 38,29/2) = 4,24$
- Tekanan tanah aktif pada timbunan dengan beban
 - $\sigma'_2 = (\gamma L k_a + q \times h \times k_a) \times 0,25$
 - $\sigma'_2 = (1,9 \times 8 \times 0,235 + 1,1 \times 0,235)$
 - $\sigma'_2 = 5,64 \text{ t/m}^2$

$\bar{Z} = 3,1$

- $L_3 = \frac{\sigma'2}{\gamma(Kp-Ka)} = \frac{Lka}{(Kp-Ka)}$

- $L_3 = \frac{3,96}{\gamma(4,24-0,235)} = 0,53 \text{ m}$

Persamaan untuk mencari nilai D sebagai berikut :

$$L_4^4 + A_1L_4^3 - A_2L_4^2 - A_3L_4 - A_4 = 0$$

- $A_1 = \frac{\sigma'5}{\gamma(Kp-Ka)}$
 $A_1 = 8,9$

- $A_2 = \frac{8P}{\gamma(Kp-Ka)}$
 $A_2 = 4,43$

- $A_3 = \frac{6P(2z\gamma(Kp-Ka) + \sigma'5)}{\gamma^2(Kp-Ka)}$
 $A_3 = 48,9$

- $A_4 = \frac{p(6z\sigma'5 + 4P)}{\gamma^2(Kp-Ka)^2}$
 $A_4 = 86,903$

Maka : $L_4^4 + A_1L_4^3 - A_2L_4^2 - A_3L_4 - A_4 = 0$
 $: L_4^4 + 8,9L_4^3 - 4,43L_4^2 - 48,9L_4 - 86,903 = 0$
 Dari persamaan diatas maka dihasilkan $L_4 = 3,5$ meter

Panjang total yang dibutuhkan $L_3 + L_4 = 3,5 + 0,53 = 4,03$ m

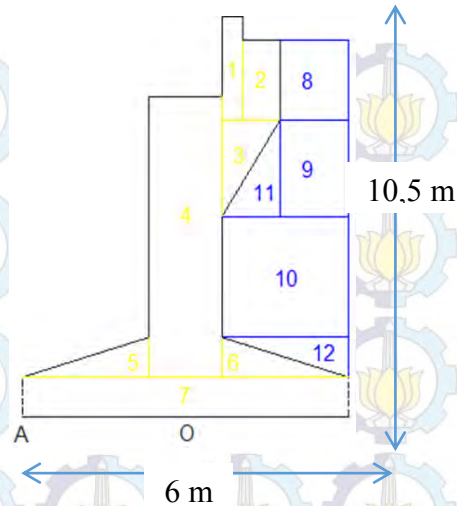
Dikalikan dengan SF rencana = $4,03 \times 1,3 = 4,8$ m

Kedalaman sheet pile = 5 m

Jadi panjang total yang diperlukan = $L + 8 \text{ m} = 13$ m

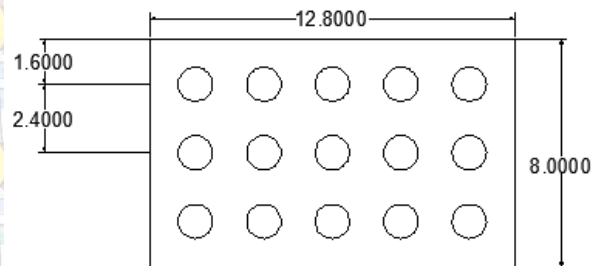
Tabel 7.3 kebutuhan dan tipe sheetpile

Tipe sheet pile	Kedalaman sheet pile	Kebutuhan
	m	buah
W-325 A 1000	13	100
W-325 A 1000	10	100
W-325 A 1000	7	100
W-325 A 1000	4	100



no	pekerjaan	grand total (Rp)
1	geotextile	227.040.000
2	sheetpile-geotextille	3.183.590
3	abutment	416.806.622

$L_{pilecap} \text{ arah X} = 12,8 \text{ m}$
 $L_{pilecap} \text{ arah Y} = 8 \text{ m}$



Gambar 5.10 Pola pemasangan tiang pancang

Berdasarkan hasil analisa biaya perencanaan, dapat disimpulkan bahwa alternatif tipe dinding penahan yang digunakan dari segi kebutuhan material adalah tipe *Geotextile* dengan harga sebesar Rp 227.040.000 dan pembuatan abutment menghabiskan biaya Rp 416.806.622