



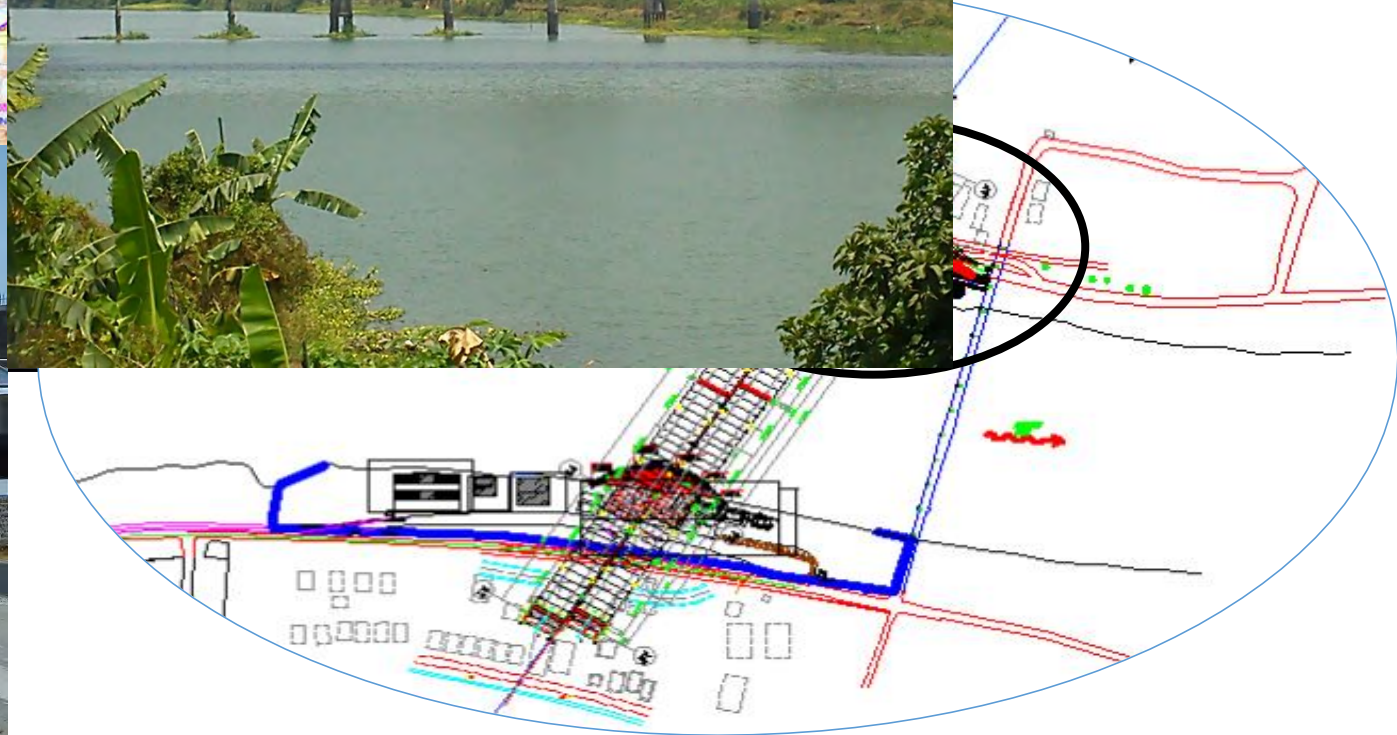
PERENCANAAN KONSTRUKSI ABUTMENT DAN SISTEM PERKUATAN TANAH DASAR PADA OPRIT JEMBATAN JALAN TOL MOJOKERTO – KERTOSONO STA 5+950 S/D STA 6+350

MAHASISWA:
Ahmad Suyuti Abdul Aziz
3113 105 034

DOSEN PEMBIMBING:
Putu Tantri Kumalasari S, ST. MT
Ir. Suwarno, M.Eng

**PROGRAM SARJANA LINTAS JALUR TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2015**

PETA LOKASI



LATAR BELAKANG



Jalan Tol Mojokerto Kertosono melewati sungai Brantas



Pada seksi II Jalan Tol Mojokerto – Kertosono akan dibangun Jembatan



Salah satu oprit pada Abutment direncanakan menggunakan timbunan setinggi 11.5 meter

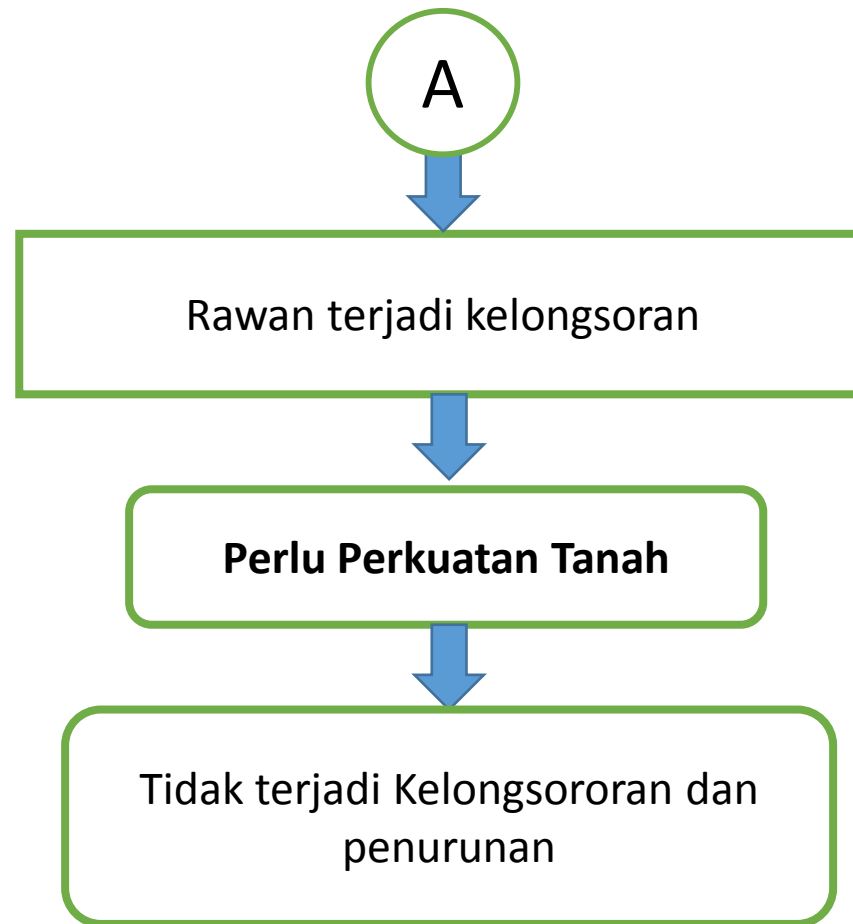


Timbunan di atas tanah dasar lempung (soft clay)



A

LATAR BELAKANG



RUMUSAN MASALAH



1. Bagaimana merencanakan oprit jembatan dengan konstruksi timbunan tinggi.

2. Bagaimana stabilitas oprit timbunan terhadap kelongsoran.

3. Bagaimana merencanakan konstruksi abutment pada jembatan.

4. Bagaimana merencanakan perkuatan tanah dasar di bawah oprit jembatan dengan sistem kombinasi cerucuk dan *geotextile* dengan *PVD*

TUJUAN PENULISAN TUGAS AKHIR



1. Mampu merencanakan oprit jembatan dengan konstruksi timbunan tinggi.
2. Mampu menghitung stabilitas oprit timbunan terhadap kelongsoran.
3. Mampu merencanakan konstruksi abutment pada jembatan.
4. Mampu merencanakan perkuatan tanah dasar di bawah oprit jembatan dengan sistem kombinasi cerucuk dan *geotextile dengan PVD*

BATASAN MASALAH



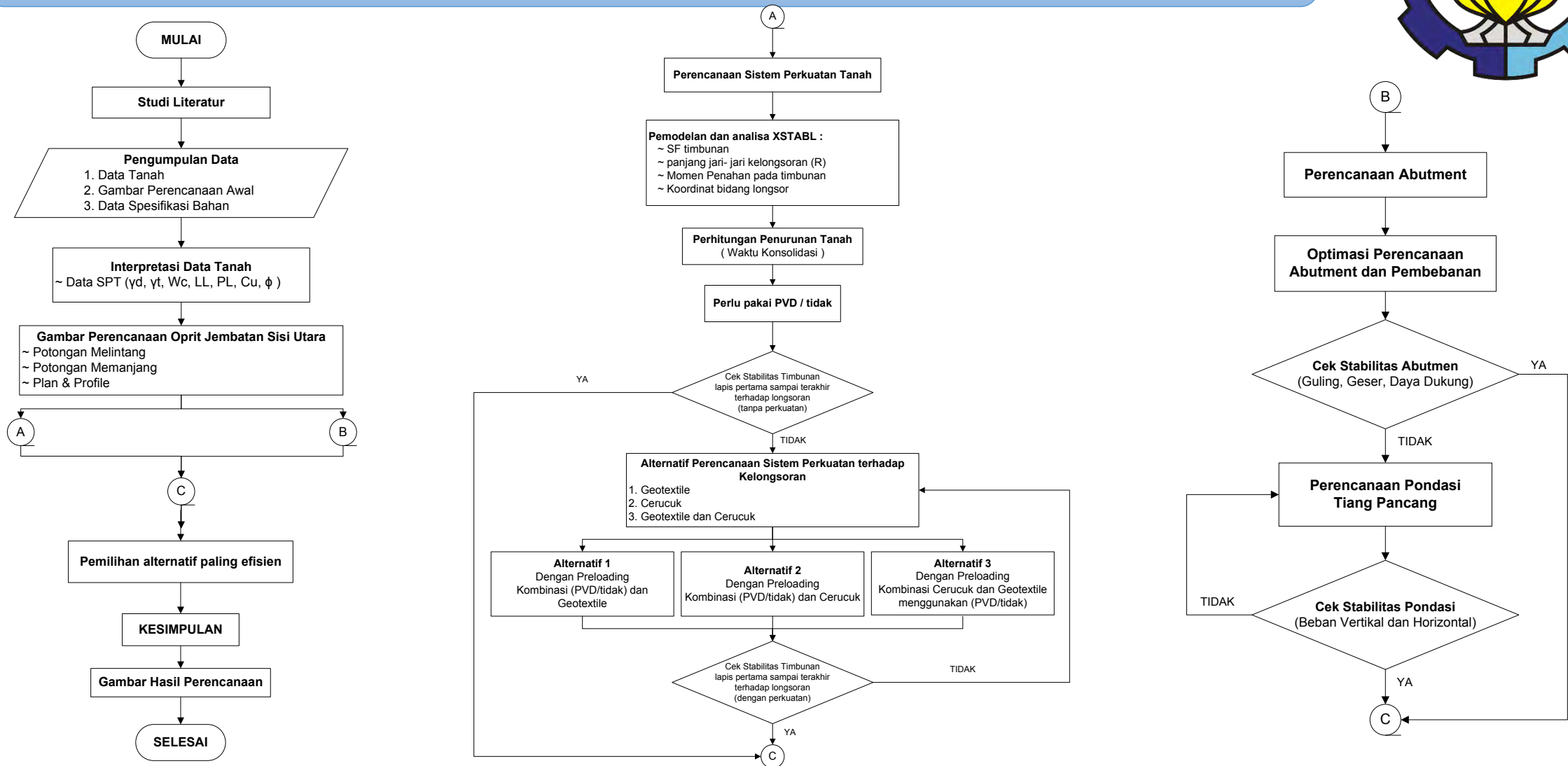
1. Tidak membahas perhitungan struktur bangunan atas jembatan.

2. Perhitungan hanya dilakukan pada oprit Jembatan Jalan Tol Mojokerto-Kertosono seksi II STA 5+950 sampai dengan STA 6+350.

3. Beban kendaraan dihitung sesuai dengan peraturan BMS (*Bridge Management System*)

4. Data yang digunakan adalah data sekunder dari Kontraktor Pelaksana PT Adhi Karya.

METODOLOGI



MULAI

Studi Literatur

Pengumpulan Data

1. Data Tanah
2. Gambar Perencanaan Awal
3. Data Spesifikasi Bahan

Interpretasi Data Tanah

~ Data SPT (γd, γt, Wc, LL, PL, Cu, φ)

Gambar Perencanaan Oprit Jembatan Sisi Utara

- ~ Potongan Melintang
- ~ Potongan Memanjang
- ~ Plan & Profile

A

B

C

Pemilihan alternatif paling efisien

KESIMPULAN

Gambar Hasil Perencanaan

SELESAI

A

Perencanaan Sistem Perkuatan Tanah

Pemodelan dan analisa XSTABL :

- ~ SF timbunan
- ~ panjang jari- jari kelongsoran (R)
- ~ Momen Penahan pada timbunan
- ~ Koordinat bidang longsor

Perhitungan Penurunan Tanah
(Waktu Konsolidasi)

Perlu pakai PVD / tidak

Cek Stabilitas Tanbunan lapis pertama sampai terakhir terhadap longsoran (tanpa perkuatan)

YA

TIDAK

Alternatif Perencanaan Sistem Perkuatan terhadap Kelongsoran

1. Geotextile
2. Cerucuk
3. Geotextile dan Cerucuk

Alternatif 1
Dengan Preloading
Kombinasi (PVD/tidak) dan Geotextile

Alternatif 2
Dengan Preloading
Kombinasi (PVD/tidak) dan Cerucuk

Alternatif 3
Dengan Preloading
Kombinasi Cerucuk dan Geotextile menggunakan (PVD/tidak)

Cek Stabilitas Tanbunan lapis pertama sampai terakhir terhadap longsoran (dengan perkuatan)

YA

TIDAK

C

B

Perencanaan Abutment

Optimasi Perencanaan Abutment dan Pembebanan

Cek Stabilitas Abutmen (Guling, Geser, Daya Dukung)

YA

TIDAK

Perencanaan Pondasi Tiang Pancang

Cek Stabilitas Pondasi (Beban Vertikal dan Horizontal)

TIDAK

YA

C

PERENCANAAN PERKUATAN TIMBUNAN



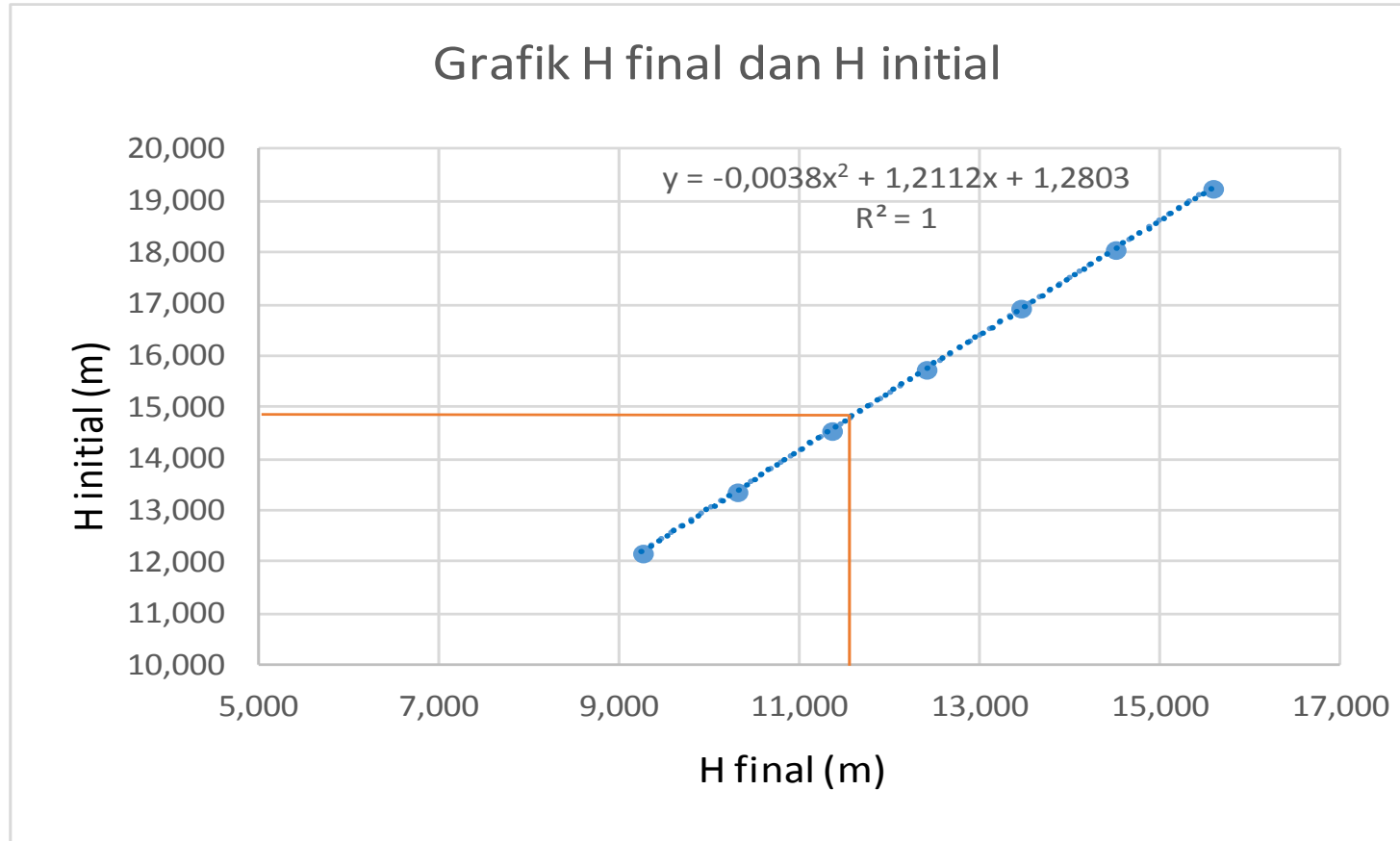
- Data Tanah
- Tinggi Rencana Timbunan (H_{final})

1. Perhitungan Beban

- Beban Tanah Timbunan
- Beban Perkerasan Jalan (*Pavement*)
- Beban Lalu Lintas (*Traffic*)

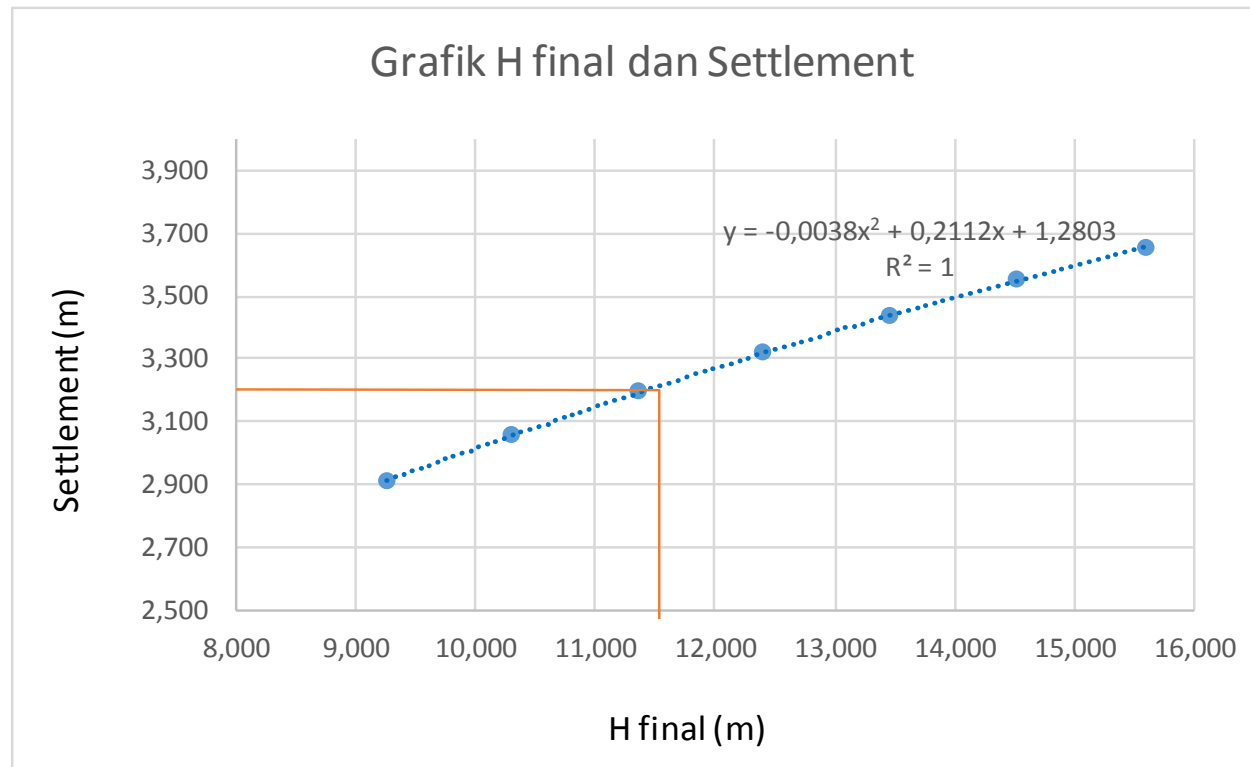


2. Penentuan H-initial Timbunan



- H initial = 14.7 m

2. Penentuan H-initial Timbunan



- $S_c = 3.2 \text{ m}$

3. Perhitungan Waktu Konsolidasi



$$t = \frac{T_v (H_{dr})^2}{C_v} = \frac{0.848 (9.5)^2}{9.464} = 8.087 \text{ tahun}$$



Perencanaan PVD

4. Perencanaan PVD



PVD yang dipakai adalah jenis:

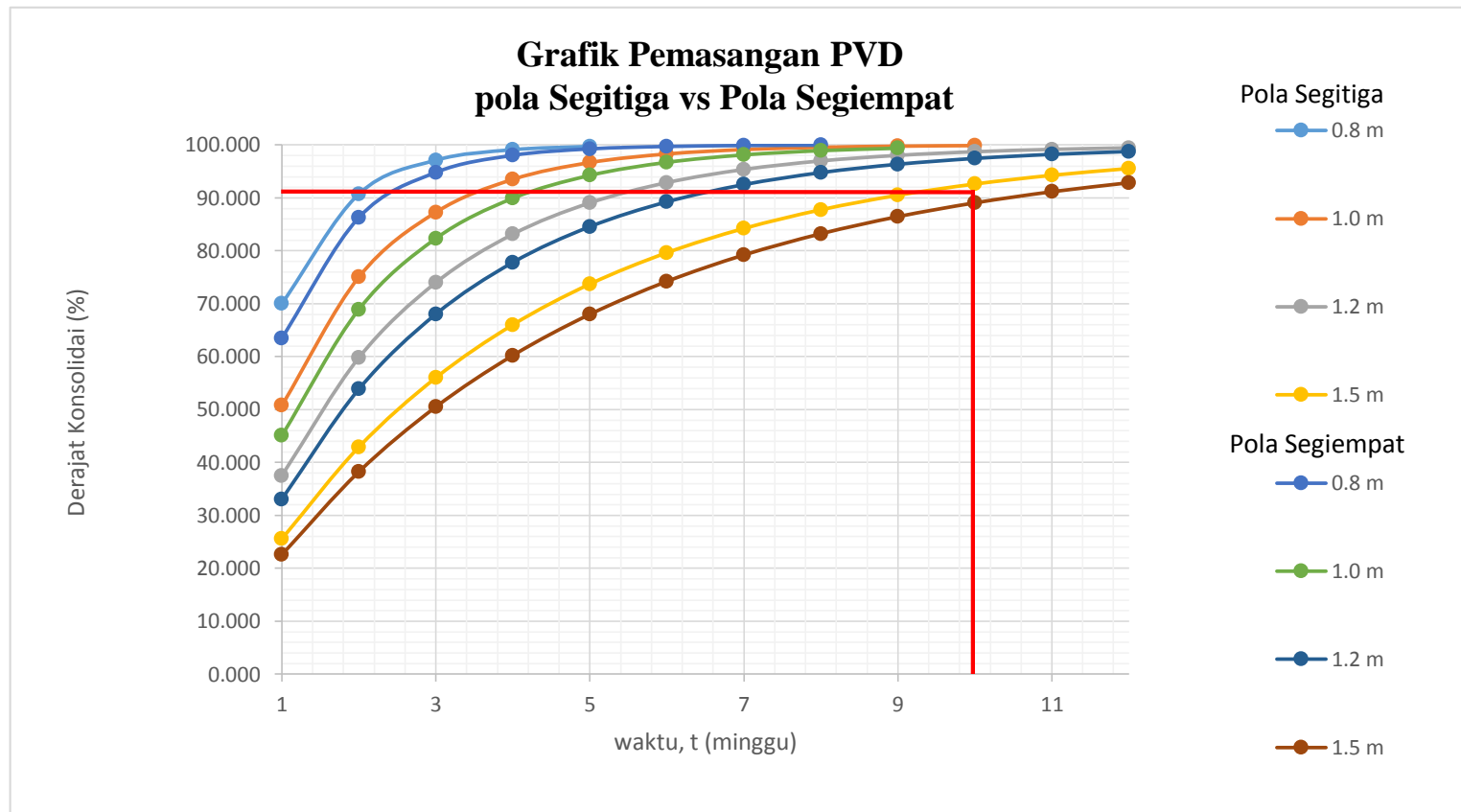
“CeTeau-Drain CT-D822”

lebar = 100mm

Tebal = 5 mm



4. Perencanaan PVD



Pola pemasangan PVD:

- **Pola Segitiga jarak 1.5 meter**
- **Waktu konsolidasi > 90% = 10 minggu**
- **Panjang PVD = 19 meter**

5. Perencanaan Timbunan Bertahap (*Preloading*)



Kecepatan penimbunan	: 60 cm/minggu
Jumlah Tahapan	: 24.5 tahap \approx 25 tahap
H kritis pada SF rencana	: 3 meter (tahap ke-5) dengan harga SF = 1.017



6. Peningkatan Nilai Cu

Kedalaman (m)	PI (%)	Cu Lama t/m ²	Cu Baru t/m ²
0 - 1.0	39.44	1.1	1.195
1.0 - 2.0	39.44	1.1	1.417
2.0 - 3.0	39.44	1.1	1.559
3.0 - 4.0	39.44	1.1	1.677
4.0 - 5.0	NP	NP	NP
5.0 - 6.0	NP	NP	NP
6.0 - 7.0	28.59	1.1	2.130
7.0 - 8.0	28.59	1.1	2.230
8.0 - 9.0	28.59	1.1	2.327
9.0 - 10.0	28.92	1.17	2.397
10.0 - 11.0	28.92	1.17	2.484
11.0 - 12.0	28.92	1.17	2.571
12.0 - 13.0	30.38	1.29	2.610
13.0 - 14.0	30.38	1.29	2.696
14.0 - 15.0	30.38	1.29	2.782
15.0 - 16.0	51.37	1.61	2.353
16.0 - 17.0	51.37	1.61	2.428
17.0 - 18.0	51.37	1.61	2.476
18.0 - 19.0	51.37	1.61	2.552



Harga Cu langsung
mengalami peningkatan

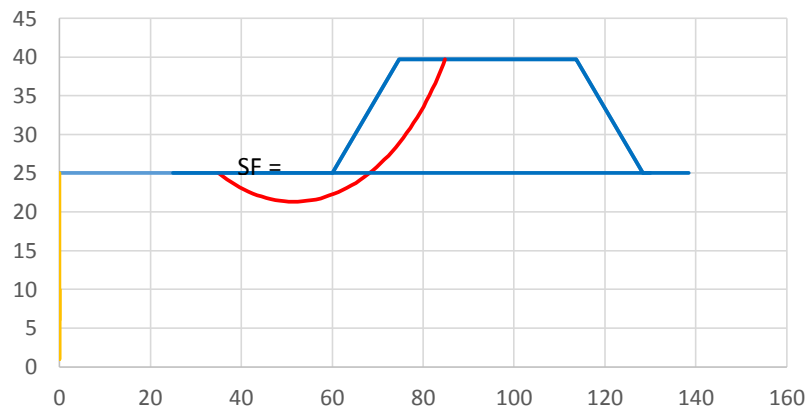


**Dilanjutkan untuk diberi
perkuatan tanah**

PERKUATAN DENGAN GEOTEXTILE (melintang)



Digunakan spesifikasi Geotextile tipe **STABILENKA 100/50**
dengan kuat tarik maksimum **100 kN/m**



$$SF = \frac{M_{Rmin}}{M_{dorong}}$$

$$\Sigma Momen > \Delta M_{Rmin}$$

PERKUATAN DENGAN GEOTEXTILE (melintang)



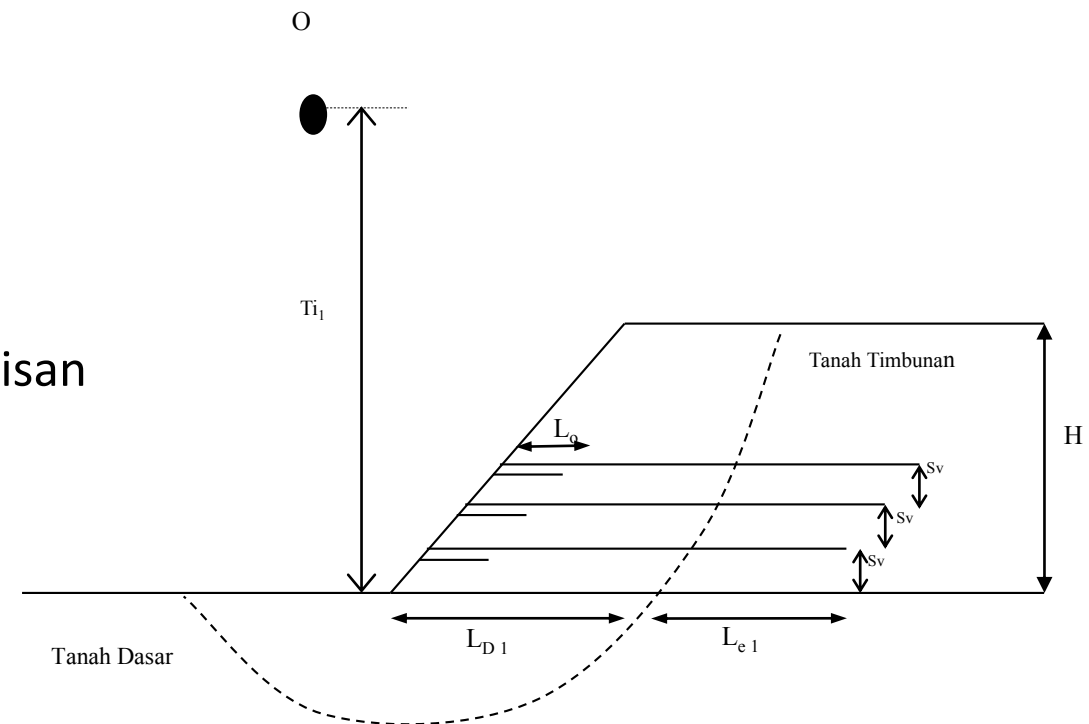
Kebutuhan Geotextile

Direncanakan

- SF rencana = 1.35
- $S_v = 0.3$ meter
- $H_{awal} = 14.7$ meter
- T_{max} bahan = 100 kN/m

Hasil Perencanaan

- $H_{final} = 11.5$ meter
- $\Sigma M = 28807.73$ kNm
- $\Delta MR = 28484.26$ kNm
- Jumlah lapisan = 62 lapisan



PERKUATAN DENGAN CERUCUK



Digunakan spesifikasi Micropile dari PT. Wika Beton:

- Dimensi micropile : 20 x 20 cm
- Kekuatan beton (f_c') : 45 Mpa
- Momen Kapasitas Ultimate : 2.75 ton.m

- Dimensi micropile : 20 x 20 cm
- Kekuatan beton (f_c') : 45 Mpa
- Modulus Elastisitas Beton : $4700\sqrt{f_c'}$
: 105750 Mpa
- Modulus Elastisitas Baja : 200000 Mpa
- Inersia : 13333.33 cm²

PERKUATAN DENGAN CERUCUK



Menentukan Kekuatan Maksimum 1 *Micropile*

$$P = \frac{M}{(Fm \times T)} = \frac{2.75}{(0.9 \times 131.88)} = 63580.931 \text{KN}$$

Menentukan Kebutuhan *Micropile*

$$M_D = \frac{MR_{\min}}{SF_{\min}} = \frac{57350}{0.902} = 63580.931 \text{KNm}$$

$$\begin{aligned} \Delta M_R &= (SF_{\text{rencana}} \times M_D) - M_{R\min} \\ &= (1.35 \times 63580.931) - 57350 = 6380.931 \text{kNm} \end{aligned}$$

$$\text{Kebutuhan Micropile} = \frac{\Delta M_R}{(P_{\text{max1cerucuk}} \times R)}$$

$$n = \frac{\Delta M_R}{(P_{\text{max1cerucuk}} \times R)} = 45 \text{buah / meter}$$

PERKUATAN DENGAN KOMBINASI CERUCUK DAN GEOTEXTILE



ΔMR awal = 28807.73 kNm

- Dibagikan ke *Geotextile*, $\Delta MR = 21644.06$ kNm
- Dibagikan ke *Micropile*, $\Delta MR = 7163.67$ kNm

Kebutuhan Geotextile

Hasil Perencanaan

- $\Sigma M = 28807.73$ kNm $>$ $\Delta MR = 28484.26$ kNm (**OK**)
- Jumlah Lapisan = 49 lapis (2 lapis paling bawah)

Kebutuhan Micropile

Hasil Perencanaan

- $\Delta MR = 7163.67$ kNm (**OK**)
- Jumlah = 14 buah per meter

PERENCANAAN ABUTMENT



Kombinasi Pembebanan

- Beban Hidup
- Beban Mati
- Beban Rem
- Beban Gesekan
- Beban Angin
- Beban Gempa

PERENCANAAN ABUTMENT

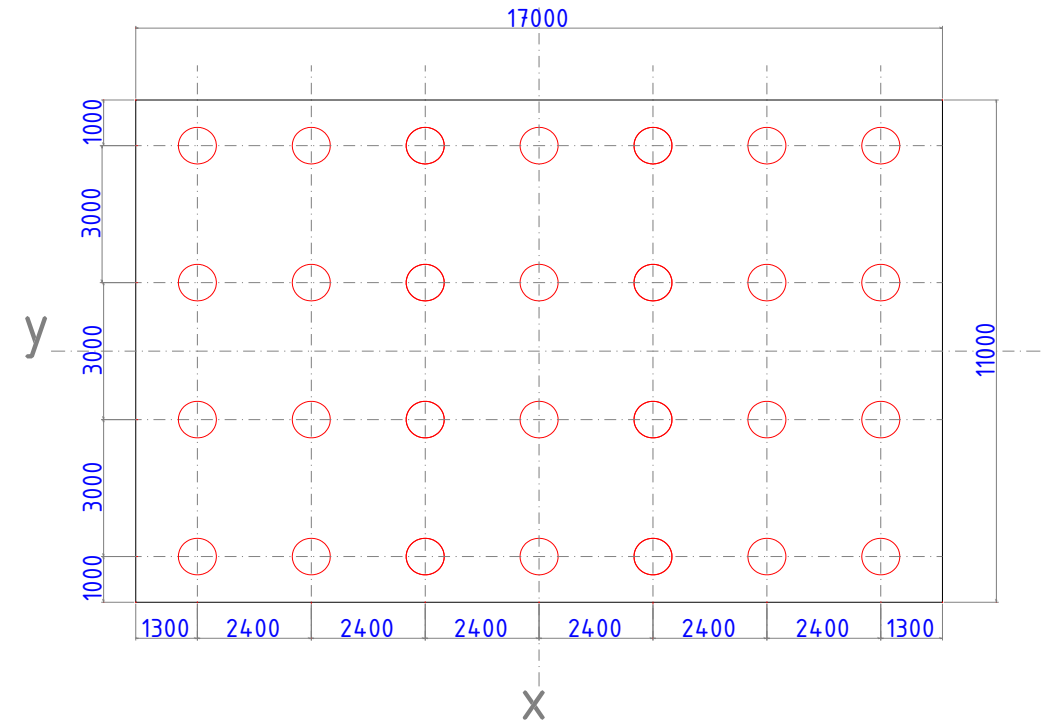


Perhitungan Pondasi

- Daya Dukung Tiang Pancang, $Q_{ijin} = 229.99$ ton
- Gaya (P_{max} / P_{min}) yang bekerja = 137.13 ton
- Efisiensi Tiang Pancang $\rightarrow Q_{ult}$ tiang pancang = 0.67
- Defleksi Tiang Pancang $0.8 \text{ cm} < 2 \text{ cm}$

Hasil perhitungan

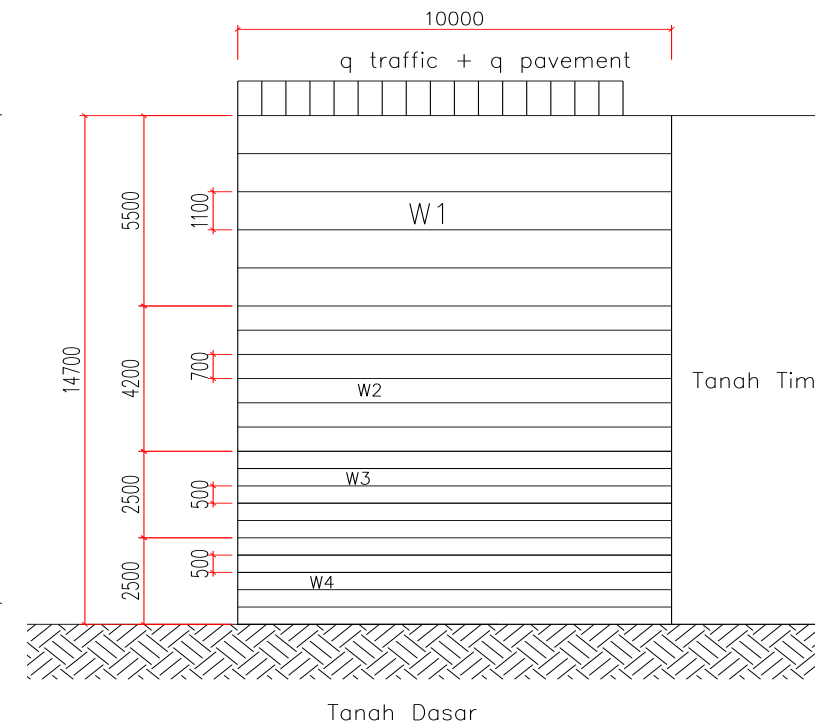
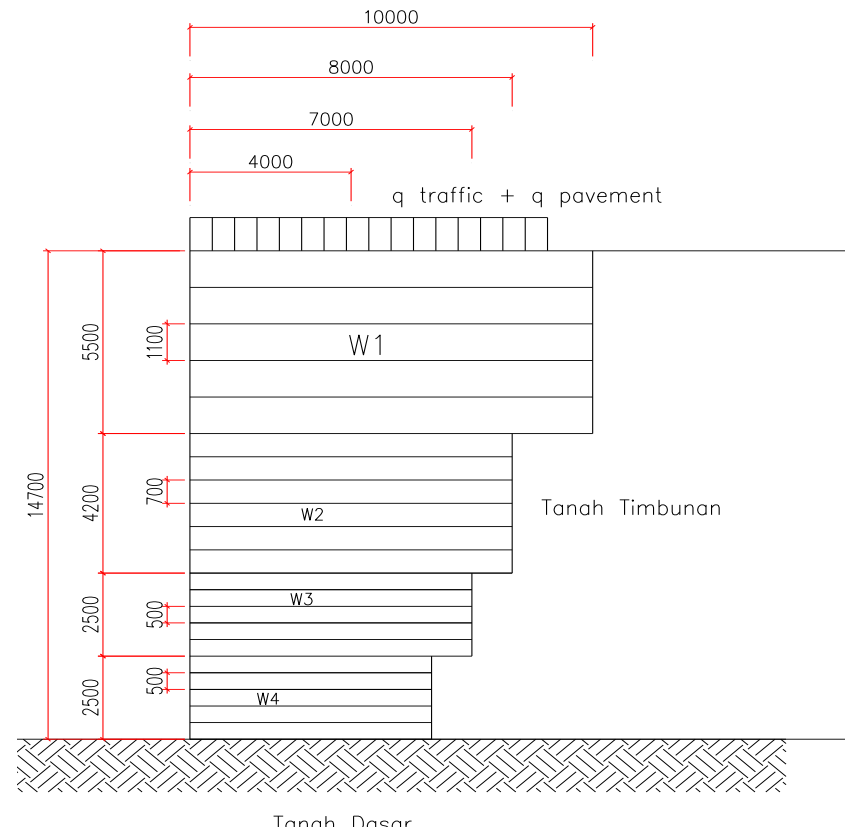
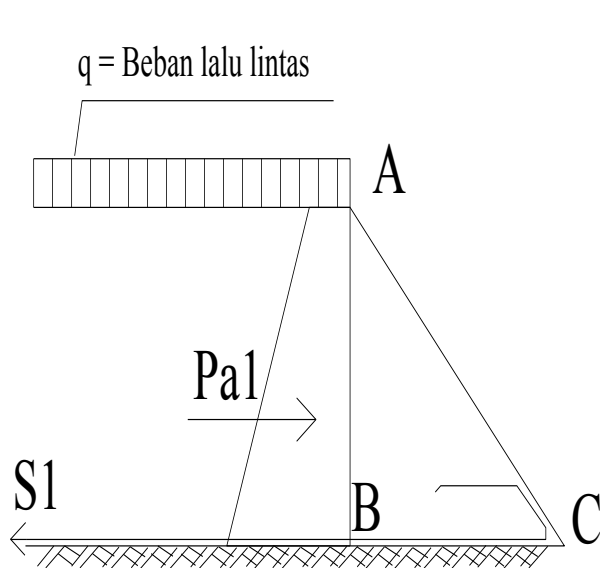
- Diameter = 0.8 meter
- Jarak (s) = 3 meter (x) dan 2.4 meter (y)
- Kedalaman = 35 m



PERENCANAAN PERKUATAN GEOTEXTILE WALL



Internal Stability

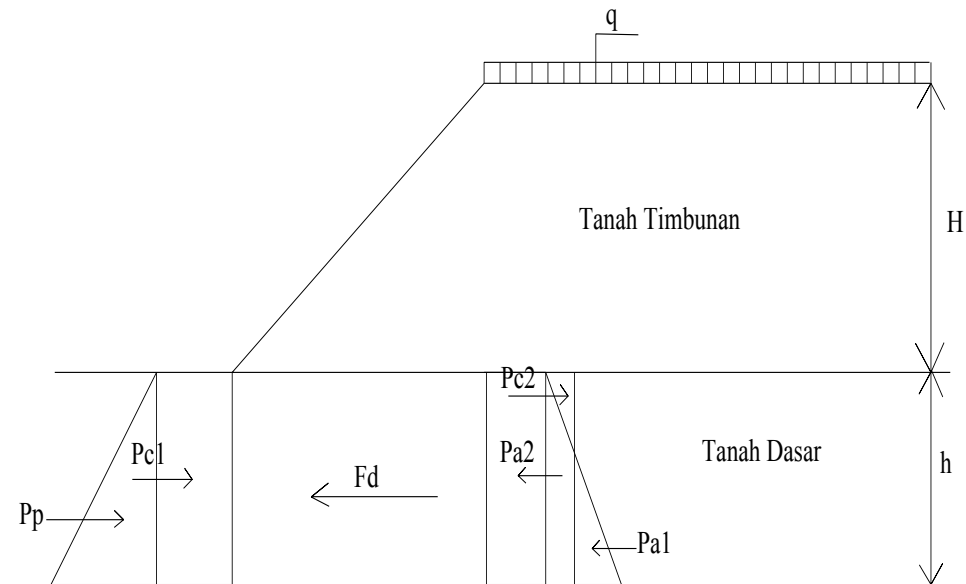


PERENCANAAN PERKUATAN GEOTEXTILE WALL



External Stability

- Kontrol Guling
- Kontrol Geser
- Kontrol Daya Dukung

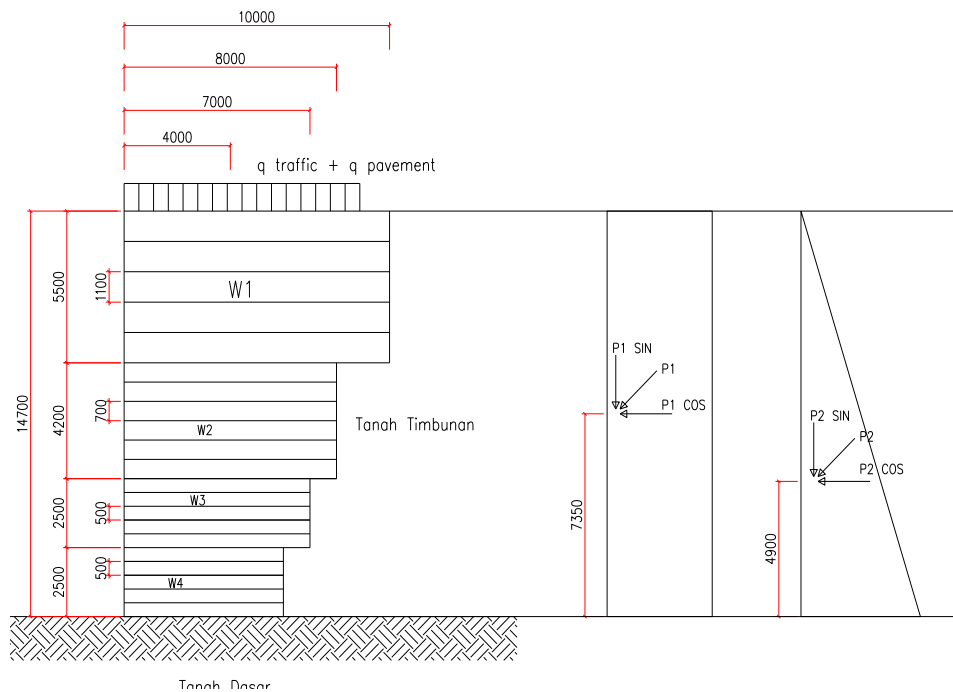


PERENCANAAN PERKUATAN GEOTEXTILE WALL



External Stability

- Kontrol Guling



$$SF = \frac{\sum \text{Momen Penahan}}{\sum \text{Momen Dorong}}$$

$$SF = \frac{5285.76 + (Pa1 \sin \delta \times 10) + (Pa2 \sin \delta \times 8)}{(Pa1 \cos \delta \times 7.35) + (Pa2 \cos \delta \times 4.9)}$$

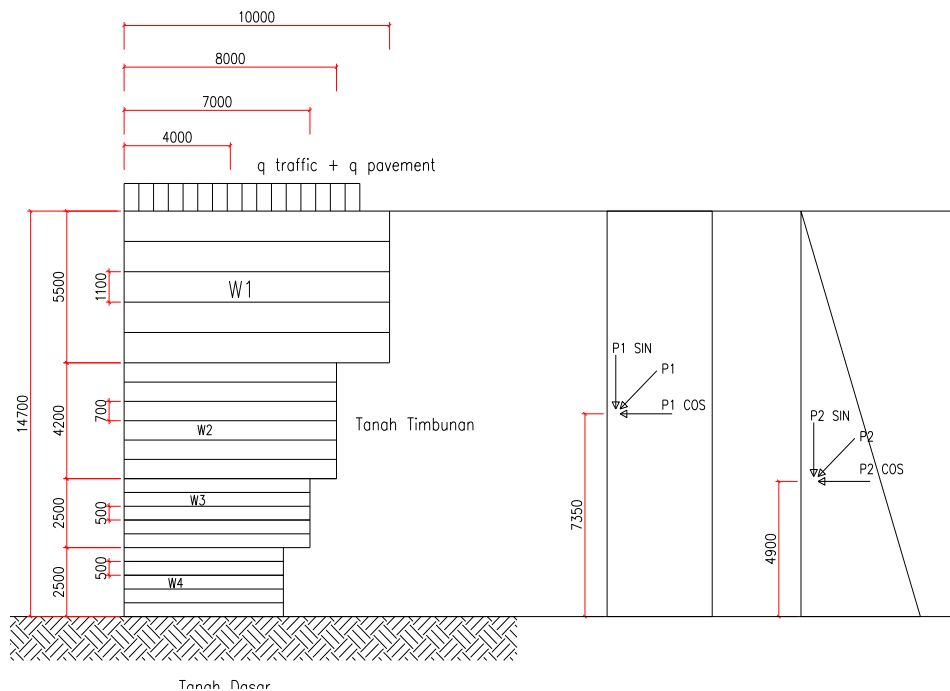
$$= 2.513 > 2 \rightarrow \text{OK}$$

PERENCANAAN PERKUATAN GEOTEXTILE WALL



External Stability

- Kontrol Geser



$$SF = \sum \frac{\text{Gaya Penahan}}{\text{Gaya Geser}}$$

$$SF = \frac{(C' + (((\sum W_i + Pa1 \sin \delta + Pa2 \sin \delta) / L) \times \tan \delta)) \times L}{(Pa1 \cos \delta + Pa2 \cos \delta)}$$

$$SF = \frac{(11 + (((2257.2 + 18.688 + 284.183) / 10) \times 0.5)) \times 10}{(18.688 + 582.661)}$$

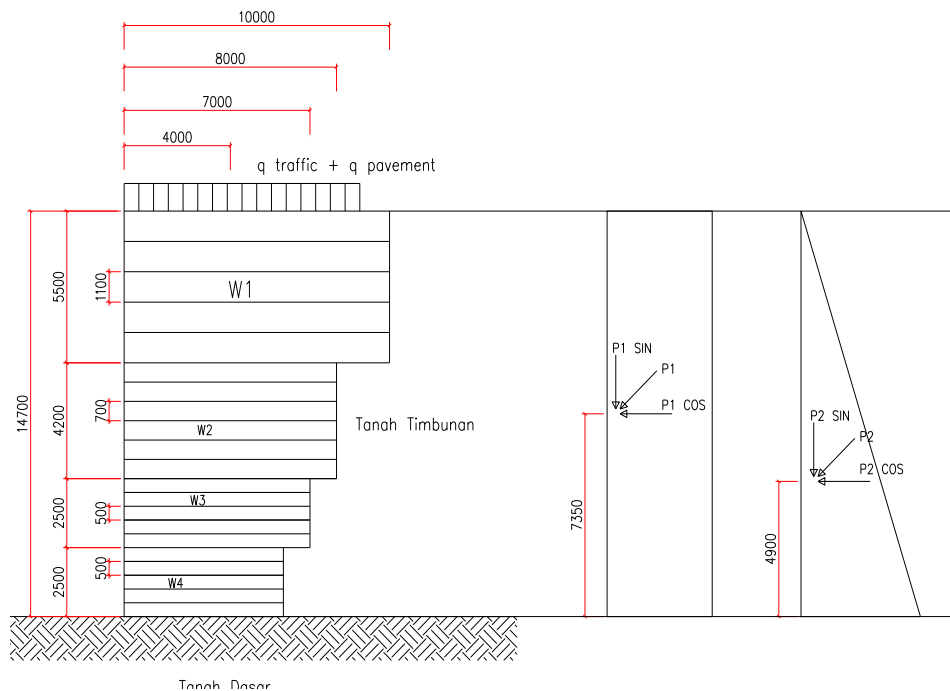
$$= 2,181 > 1,5 \rightarrow \text{OK}$$

PERENCANAAN PERKUATAN GEOTEXTILE WALL



External Stability

- Kontrol Daya Dukung



$$SF = \frac{P_{ult}}{P_{act}}$$

$$\begin{aligned} P_{ult} &= c' N_c + q N_q + 0,5\gamma B N_\gamma \\ &= (11 \times 7.3) + (13.70 \times 2) + (0,5 \times 18 \times 10 \times 0,26) \\ &= 160.8 \text{ KN/m} \end{aligned}$$

Harga N_c , N_q , dan N_γ diperoleh dari **Tabel 2.3**.

$$\begin{aligned} P_{act} &= \frac{\sum V}{A} \pm \frac{M_D}{1/6 B^2 L} \\ &= \frac{(\sum 1080 + 432 + 518.4 + 226.8)}{10 \times 1} \pm \frac{4491.094}{1/6 \times 10^2 \times 1} \\ &= 100.9 \text{ KN/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SF &= \frac{137.92}{100.9} \\ &= 1.36 < 2 \rightarrow \text{NOT OK} \end{aligned}$$

Karena tidak OK, maka lebar B diperpanjang menjadi 30 meter

PERENCANAAN PERKUATAN GEOTEXTILE WALL



External Stability

- Kontrol Daya Dukung

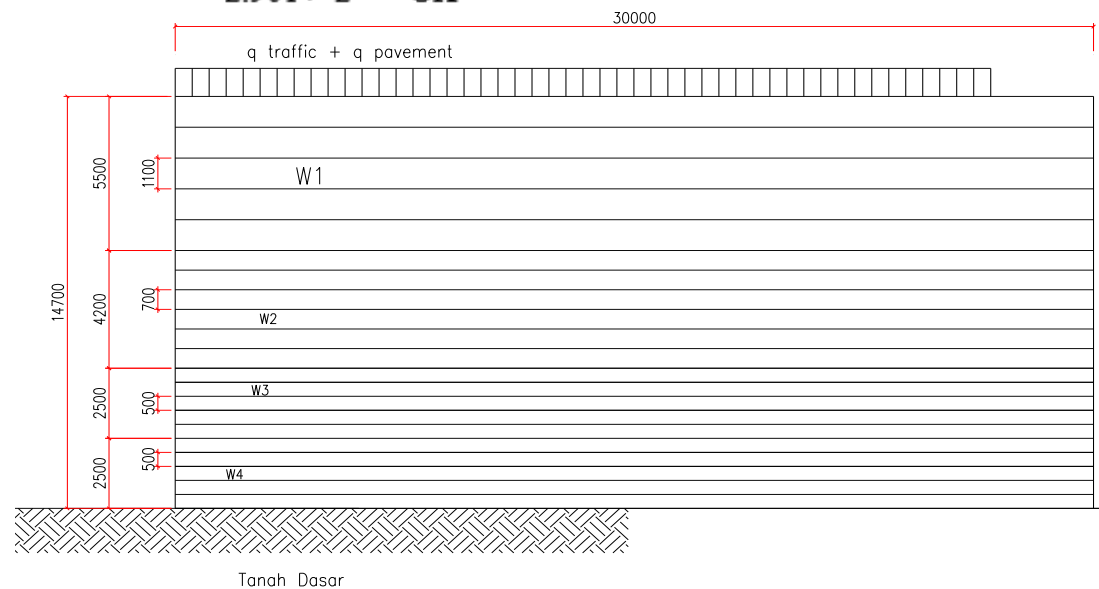
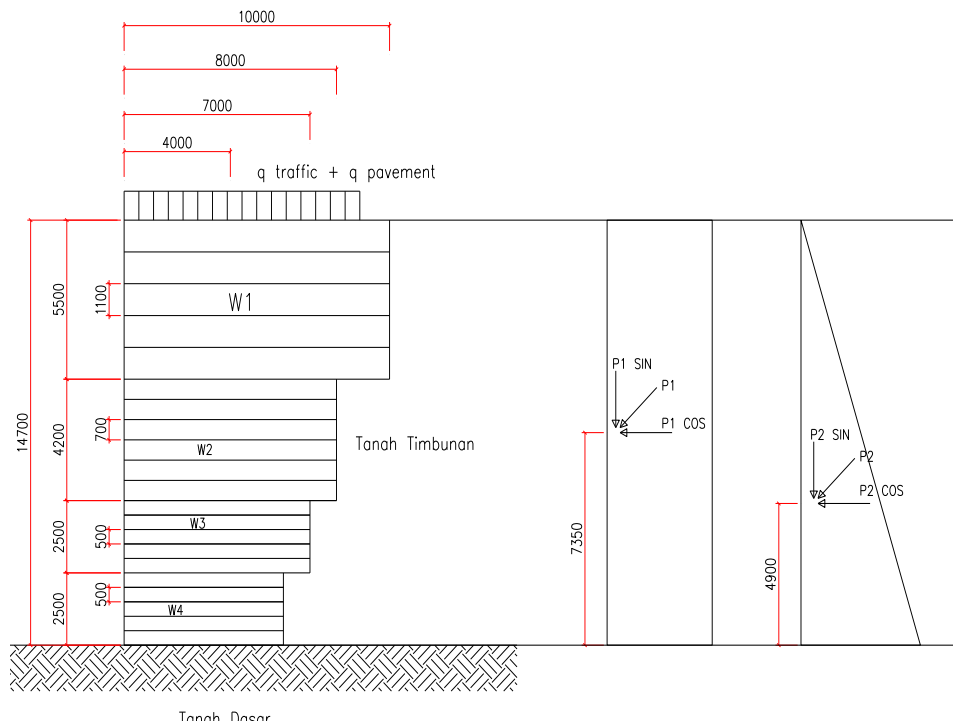
Lebar B diperpanjang menjadi 30 meter

$$P_{act} = \frac{\sum V}{A} \pm \frac{M_D}{1/6 B^2 L}$$

$$= 55.429 \text{ KN/m}$$

$$SF = \frac{160.8}{55.429}$$

$$= 2.901 > 2 \quad \text{OK}$$



KESIMPULAN



1. Total Settlement yang di butuhkan adalah 3.2 meter dengan H intial = 14.7 meter

**2. Dipakai PVD tipe CeTeau-Drain CT-D822”
Lebar = 100 mm, tebal 5 mm
Pola pemasangan segitiga jarak 1 meter, waktu konsolidasi >90%
konsolidasi = 10 minggu dan panjang PVD = 19 meter**

3. Digunakan perkuatan dengan Geotextile
- Jumlah Lapisan = 35 lapis

KESIMPULAN



4. Kebutuhan Geotextile Wall = 21 lapis

**5. Pemasangan abutment dan Pondasi :
Digunakan pondasi Tiang Pancang D80cm, 28 buah (4x7), kedalaman 32 meter**

6. Pemilihan alternatif perencanaan berdasarkan:

- 1. Geotextile :** - Material lebih mudah dibawa ke lokasi pekerjaan
- pelaksanaan lebih mudah
- waktu pelaksanaan bisa lebih cepat
- 2. Micropile :** - Kemudahan pelaksanaan karena tanah dasar adalah tanah asli