

PERENCANAAN KONSTRUKSI SHEET PILE WALL SEBAGAI ALTERNATIF PENGGANTI GRAVITY WALL

(Studi Kasus Proyek Sindu Kusuma Edupark, Yogyakarta)

Isti Radhista Hertiany¹, Adwiyah Asyifa²

^{1,2}Program Studi Teknik Sipil, FST-Universitas Teknologi Yogyakarta

ABSTRACT

In the recent decade, the development of retaining wall construction keeps growing rapidly along the optimization of the use of available land. The main purpose of this construction is restrain the land so as not landslide Due to the load that it work in addition to the utilization of the space available. In this case study in sindu kusuma edupark project using construction type anchoring ground gravity wall. If the structure of gravity wall is not safe withstand the force that worked, then required alternative design construction of retaining wall of another appropriate. Construction retaining wall that can be used as alternatives is sheet-pile wall or commonly called Turap. The difference of gravity wall and turap lies in the stability analysis of construction and materials. Excess of sheet pile of this wall is the tough a lighter, the implementation of the gravity relatively quickly than wall, Suitable used for the drift the ground with a height was, the quality of construction uniform and more secured construction than manual for using prefabricated construction. From the analysis of stability gravity wall, we can conclude that when the structure receives of static load, Construction stability was not secure against overtuning, sliding, axial load, and broken foot structure but it still safe receives sliding and capacity stability fulfilled. When encumbered by dynamic loads, structure safe against bolsters, sliding, and soil bearing capacity. The Sheet pile wall selected as a substitute for wall gravity is prefabricated concrete Wika Beton, with type w-325 a 1000 - length: 8 m with a long as deep as 3 m of installing. The type of sheet pile used anchorage sheet pile of continuous type, with 10 mm in diameter and the distance is 3m. The Boards anchor used behind construction sheet-pile with 3m in long sized, make stability sheet-pile secure with $SF = 2$.

Key word: Pile wall, Safety Factor

PENDAHULUAN

Pada dekade belakangan ini, perkembangan konstruksi penahan tanah semakin berkembang pesat seiring optimalisasi penggunaan lahan yang tersedia. Tujuan utama konstruksi ini adalah untuk menahan tanah agar tidak longsor akibat beban yang bekerja, selain pemanfaatan ruang yang tersedia. Proyek Sindu Kusuma Edupark merupakan proyek sebuah taman wisata di daerah Jambon, Sleman, Yogyakarta. Proyek tersebut menggunakan konstruksi penahan tanah jenis *gravity wall*. Konstruksi *gravity wall* merupakan jenis konstruksi klasik, dimana hanya mengandalkan beratnya untuk melawan gaya-gaya yang bekerja. Sehingga, semakin besar tekanan tanah yang bekerja, semakin besar pula dimensi dinding penahan tanah yang diperlukan. Selain dimensi, syarat keamanan struktur *gravity wall* secara keseluruhan (*overall stability*) juga harus terpenuhi agar struktur mampu menerima beban yang bekerja.

Apabila struktur *gravity wall* ternyata tidak aman menahan gaya yang bekerja, diperlukan alternatif desain konstruksi penahan tanah lain yang sesuai. Konstruksi penahan tanah yang dapat dijadikan alternatif adalah *sheet pile wall* atau biasa disebut dengan turap. Perbedaan umum dari *gravity wall* dan turap terletak pada bahan serta analisis stabilitas

konstruksinya. Karena dimensinya yang relatif tipis (dibandingkan dengan *gravity wall*), turap dapat lebih menghemat lahan pada proyek. Meski demikian, pengecekan keamanan stabilitas juga harus lebih ditekankan karena keamanan struktur merupakan hal yang harus diprioritaskan. Kelebihan dari *sheet pile wall* ini adalah beratnya yang lebih ringan, cocok digunakan untuk timbunan tanah dengan ketinggian sedang, mutu konstruksi yang seragam dan lebih terjamin daripada konstruksi manual karena menggunakan konstruksi *prefabricated*. Adapun rumusan masalah yang diangkat yaitu sebagai berikut: (1) Bagaimana perbandingan hasil perhitungan stabilitas *gravity wall* dengan *sheet pile wall*?; (2) Bagaimana keamanan penggunaan *sheet pile wall* sebagai alternatif desain konstruksi penahan tanah pada proyek Sindu Kusuma Edupark, Jambon, Yogyakarta?. Berdasarkan rumusan masalah, penelitian ini dibatasi pada: (1) Data dan parameter tanah yang digunakan didapatkan langsung dari proyek Sindu Kusuma Edupark, Jambon, Yogyakarta; (2) Perbandingan *gravity wall* dengan *sheet pile wall* hanya ditinjau pada hasil stabilitas, bukan pada tahap perencanaan; (3) Jenis *sheet pile* yang digunakan adalah turap beton precast Wika beton; (4) Hanya menganalisis kekuatan struktur dan tidak menganalisis dari sisi biaya perencanaan dan konstruksi. (5) Tidak menganalisis jenis *retaining wall* lain, selain analisis stabilitas *gravity wall* dan *sheet pile wall*. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah: (1) Untuk mengetahui perbandingan hasil perhitungan stabilitas *gravity wall* dengan *sheet pile wall*; (2) Untuk mengetahui keamanan penggunaan *sheet pile wall* sebagai alternatif desain konstruksi penahan tanah pada proyek Sindu Kusuma Edupark, Jambon, Yogyakarta. Adapun manfaat dari penelitian ini yakni sebagai masukan dan bahan informasi bagi instansi terkait maupun masyarakat mengenai konstruksi penahan tanah pada proyek Sindu Kusuma Edupark, Jambon, Yogyakarta. Selain itu diharapkan penelitian ini dapat digunakan untuk pengembangan ilmu bagi penulis, khususnya dalam hal desain konstruksi penahan tanah.

KAJIAN PUSTAKA

Secara garis besar tanah dapat dibedakan menjadi empat jenis yakni tanah granuler, tanah kohesif, tanah lanau dan loess, serta tanah organik. Masing-masing jenis tanah memiliki sifat teknis yang berbeda (Hardiyatmo, 2002). Tanah lanau merupakan tanah yang memiliki kohesi dan sudut gesek dalam pada sifat teknisnya. Pada dasarnya tanah lanau memiliki peralihan sifat antara pasir dan lempung.

Menurut Coduto (2001), dinding penahan tanah adalah struktur yang didesain untuk menjaga dan mempertahankan dua muka elevasi tanah yang berbeda. Jenis-jenis penahan tanah (*earth-retaining structure*) beraneka ragam, disesuaikan dengan keadaan lapangan dan aplikasi yang akan digunakan. Menurut Hardiyatmo (2002), bangunan dinding penahan tanah digunakan untuk menahan tekanan tanah lateral yang ditimbulkan oleh tanah urug atau tanah asli yang labil. Kestabilan dinding penahan tanah *gravity wall* diperoleh terutama dari berat sendiri struktur dan berat tanah yang berada di atas pelat fondasi. Besar dan distribusi tekanan tanah pada dinding penahan tanah ini sangat bergantung pada gerakan ke arah lateral tanah relatif terhadap dinding. Menurut Das (2011), dinding turap adalah dinding vertikal relatif tipis yang berbentuk pipih dan panjang, biasanya terbuat dari material baja atau beton yang berfungsi kecuali untuk menahan tanah juga berfungsi untuk menahan masuknya air ke dalam lubang galian.

Menurut Hardiyatmo (2002), jenis turap dapat dibagi menurut segi konstruksi (turap tanpa anker dan turap dengan anker), dan jenis turap menurut segi bahan (turap kayu, baja, dan beton bertulang). Turap tanpa anker digunakan untuk perbedaan tinggi tanah (h) yang tidak terlalu besar dan sering digunakan untuk pekerjaan yang bersifat semi permanen. Stabilitas konstruksi diperolehnya dari bagian turap yang terjepit didalam tanah sebesar d meter. Turap dengan anker digunakan untuk beda tinggi tanah yang ditahan (h) yang cukup besar. Stabilitas konstruksi diperoleh selain dari jepitan tanah di bagian konstruksi turap yang tertanam dibawah tanah, juga dibantu adanya konstruksi anker.

Faktor yang Mempengaruhi Perencanaan Turap

Pada perencanaan turap/*sheet pile* terdapat beberapa faktor penting yang harus diperhatikan dalam perencanaan turap, seperti:

1. Ciri topografis lapangan (investigasi geoteknik & pengamatan langsung)

2. Penyelidikan tanah
3. Ketersediaan material bahan konstruksi
4. Kemudahan dan kecepatan pelaksanaan
5. Kekuatan struktur

Tekanan Tanah Lateral

Untuk merancang dinding penahan tanah diperlukan pengetahuan mengenai tekanan tanah lateral. Pada dasarnya tekanan tanah dapat ditinjau dalam tiga kondisi yakni tekanan tanah saat diam (*earth pressure-at rest*), tekanan tanah aktif (*active earth pressure*), dan tekanan tanah pasif (*passive earth pressure*).

Hitungan Tekanan Tanah Lateral Pada Penahan Tanah

Tekanan lateral terhadap dinding penahan tanah ini dihitung dengan menggunakan teori Rankine Pada teori Rankine, bidang kontak antara dinding konstruksi dengan tanah adalah vertikal, tidak ada friksi dengan tanah, dan tanah yang membentuk baji dianggap sebagai bagian konstruksi dinding penahan tanah. Perhitungan ini menggunakan teori Rankine untuk tanah lanau/ *c- φ soils*.

$$p_a = \frac{1}{2} (K_a \gamma H - 2 c \sqrt{K_a}) H \dots\dots\dots(1)$$

$$p_p = \frac{1}{2} (K_p \gamma H + 2 c \sqrt{K_p}) H \dots\dots\dots(2)$$

$$K_a = \tan^2 (45 - \frac{\phi}{2}) \dots\dots\dots(3)$$

$$K_p = 1/K_a \dots\dots\dots(4)$$

**Analisis Stabilitas Beban Statis Gravity Wall
Stabilitas Konstruksi Terhadap Gaya Eksternal**

1. Stabilitas Terhadap Bahaya Guling (untuk tanah lanau)

$$M_a = E_a \times h \dots\dots\dots(5)$$

$$M_p = E_p \times h \dots\dots\dots(6)$$

$$SF = \frac{\sum M_p}{\sum M_a} \geq 2,0 \dots\dots\dots(7)$$

2. Stabilitas Terhadap Gaya Geser

$$SF = \frac{v.f + \frac{2}{3}.c.b + E_p}{E.a} \geq 1,5 SF \dots\dots\dots(8)$$

3. Stabilitas Terhadap Kuat Dukung Tanah

$$\sigma_{maks} = \frac{V}{b.lm} \left(1 + \frac{6.e}{b} \right) \dots\dots\dots(9)$$

$$\sigma_{ijin} = \frac{q.c}{33} \left(\frac{b+0,30}{b} \right)^2 \times Kd \dots\dots\dots(10)$$

Syarat aman: $\sigma_{maks} \leq \sigma_{ijin}$ tanah

Stabilitas Konstruksi Terhadap Gaya Internal

1. Tinjauan Terhadap Pengaruh Desak

$$\sigma_{I-I} = \frac{\sum V_{I-I}}{(b_{I-I})} \left(1 + \frac{6e}{b_{I-I}} \right) \leq \sigma_{ijin} \text{ desak bahan yang digunakan} \dots\dots\dots(11)$$

2. Tinjauan Terhadap Pengaruh Geser

$$\tau_{I-I} = \frac{2}{3} x \left(\frac{D_{I-I}}{b_{I-I} x 1} \right) \leq \tau_{ijin} \text{ geser bahan yang digunakan.....(12)}$$

3. Tinjauan Terhadap Patahnya Kaki Depan atau Kaki Belakang (Tumit)

$$\sigma_{ekstrim} = \pm \frac{M}{W} \leq \sigma_{ijin} \text{ tarik.....(13)}$$

$$\tau = \frac{3}{2} x \left(\frac{D}{h x 1} \right) \leq \tau_{ijin} \text{ geser.....(14)}$$

**Analisis Stabilitas Beban Dinamis Gravity Wall
Faktor Keamanan Terhadap Guling (Overtuning)**

Gaya pasif didapat dari beban mati gravity wall (W_1), gaya aktif didapat dari gaya dorong konstruksi dan tanah dibelakang dinding (T_N , Fe_1 , Fe_2). Perhitungan SF menggunakan Persamaan 3.7.

Faktor Keamanan Terhadap Geser (Sliding)

$$SF = \frac{Tc + F}{T_N + Fe_1 + Fe_2} \geq 1,5 \text{.....(15)}$$

Faktor Keamanan Terhadap Daya Dukung (Bearing Capacity)

$$q_{max} = \frac{V}{B} + \frac{1}{12B} \text{.....(16)}$$

Syarat aman adalah $q_{maks} \leq q_{ijin}$ tanah, dengan q_{ijin} tanah didapat dari persamaan 3.12.

**Analisis Stabilitas Sheet Pile Wall
Cantilever Sheet Pile Wall**

1. Syarat: $BD = 1,2 - 1,4 D_o$, diambil $BD = 1,2 D_o$ sehingga:

$$D_o = \frac{B}{1,2} \text{.....(17)}$$

2. Perhitungan tekanan tanah lateral menggunakan analisis Rankine

3. Tekanan tanah aktif akibat beban titik menggunakan Teori Bussinesq

$$I_B = \frac{3}{2\pi} \cdot \left(\frac{1}{1 + \left(\frac{r}{z} \right)^2} \right)^{\frac{5}{2}} \text{.....(18)}$$

$$\Delta\sigma_z = \frac{Q}{z^2} x I_B \text{.....(19)}$$

4. Perhitungan angka keamanan (SF) menggunakan persamaan 3.7

5. Pemenuhan syarat tekanan tanah pasif (Pp_1)

$$Pp_1 = \frac{\sum P_a x H_1}{D_o} > \sum Pp \text{.....(20)}$$

Anchorage Sheet Pile Wall

1. Perhitungan tekanan tanah lateral menggunakan analisis Rankine seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya.

2. Perhitungan nilai R_A dari nilai keseimbangan batas (*limit equilibrium*) $\sum M_{DO} = 0$.

$$\sum M_{DO} = \sum M_P + \sum M_A \dots\dots\dots(21)$$

3. Perhitungan dimensi angkur

$$A = \frac{R_a}{\sigma_{jintaribaja}} \dots\dots\dots(22)$$

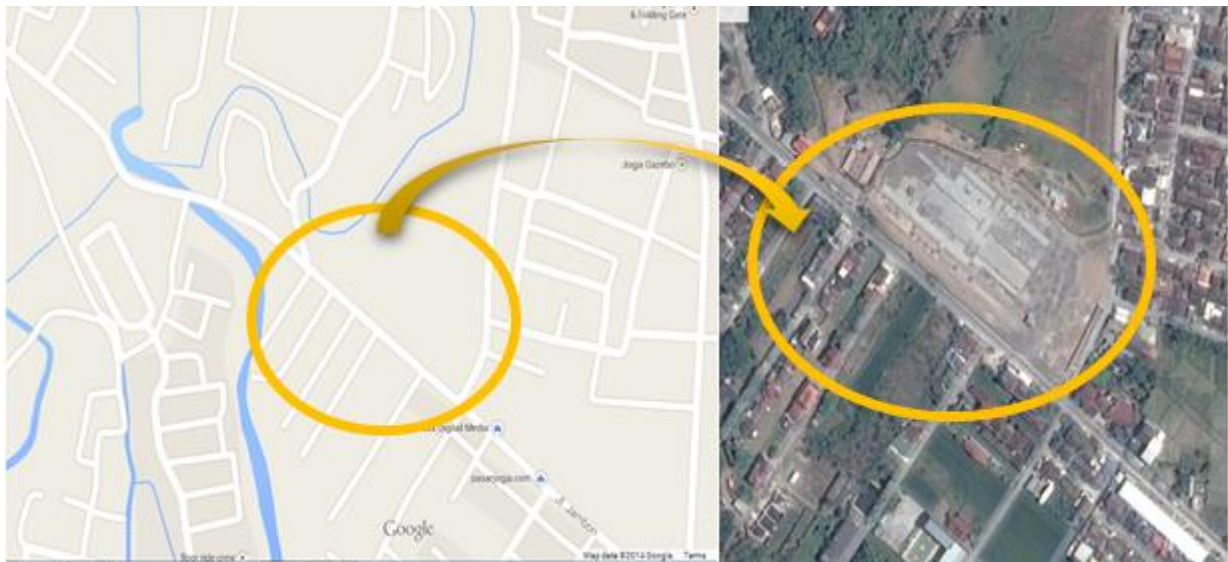
4. Pengecek an keamanan *anchorage sheet pile*

$$R_{ult} = \frac{1}{SF} \cdot (E_p - E_a) \dots\dots\dots(23)$$

METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada proyek Sindu Kusuma Edupark, Jambon, Gamping, Sleman, Yogyakarta. . Lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Lokasi penelitian

(Sumber: www.google.com/maps dan www.google.com/earth)

Waktu Penelitian

Waktu penelitian dimulai pada awal bulan Maret hingga akhir bulan Mei (jangka waktu 3 bulan).

Sumber Dana

Data yang digunakan dalam penelitian ini didapat dari laporan penyelidikan tanah *Chrisma Soil Mechanic Laboratory* milik PT. Kusuma Satria Dinosari Wisarajaya.

Teknik Pengumpulan Data

Tahap Persiapan

Pada tahap ini yang dilakukan dalam persiapan penelitian adalah mencari data dari berbagai sumber, seperti dokumen, artikel, dan melakukan pengamatan langsung di lokasi proyek. Selain itu juga mencari studi pustaka penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui studi literatur serta menggunakan data-data yang dimiliki oleh kontraktor. Data dapat dibedakan menjadi dua menurut cara mendapatkannya, yaitu:

Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dengan mengadakan peninjauan langsung di lokasi proyek, berupa dokumentasi foto proyek dan kondisi visual dinding penahan tanah.

Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dengan mencari informasi secara ilmiah pada kontraktor terkait maupun media lain. Data yang dibutuhkan diantaranya:

1. Data sondir dan handbor
2. Data indeks properties tanah
3. Data parameter kuat geser tanah

Analisis Data

Untuk mempermudah perhitungan, maka dibuat *flow chart* seperti pada gambar 4.2.

Kajian Penelitian Relevan

Martini, dkk melakukan studi kasus perencanaan konstruksi turap sebagai pengganti dinding penahan dengan studi kasus Jalan Lingkar Donggala. Studi ini membahas mengenai pemilihan alternatif penggunaan konstruksi turap sebagai pengganti dinding penahan. Pemilihan turap didasarkan pada kemudahan proses pemasangannya. Proses pelaksanaan konstruksi turap adalah dengan metode pemancangan hingga kedalaman yang diinginkan. Dari penelitian tersebut didapatkan referensi mengenai pembebanan dinding penahan dan perhitungan turap secara umum.

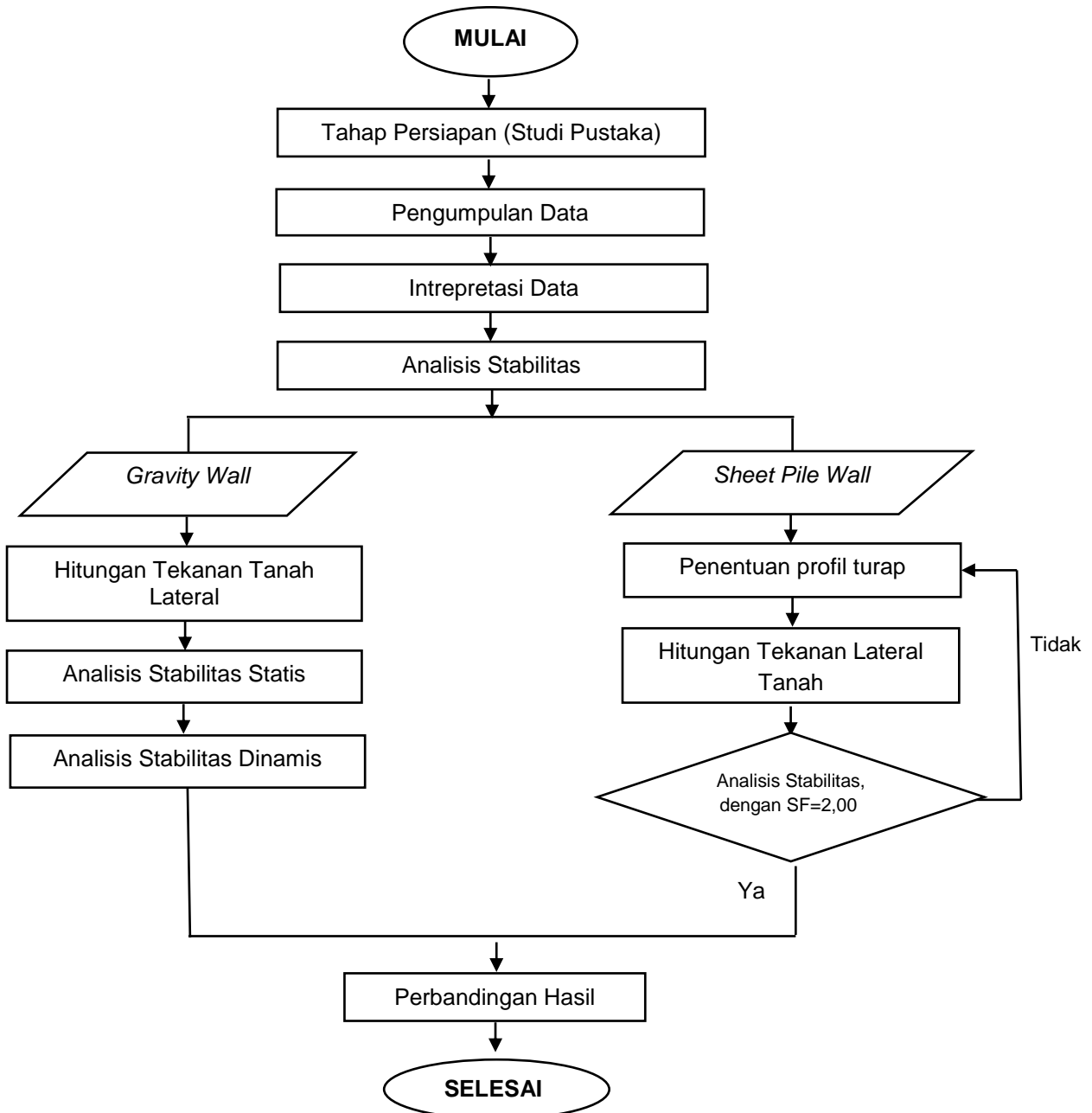
Fithrah Nur dan Abdul Hakam melakukan penelitian tentang analisa stabilitas dinding penahan tanah (*retaining wall*) akibat beban dinamis dengan simulasi numerik. Analisa pada penelitian ini didasarkan pada rumusan konvensional dan simulasi dengan menggunakan software komputer. Dinding penahan tanah diberikan perpindahan dan frekuensi getaran, sebagai simulasi dari beban dinamis di lapangan. Dinding penahan tanah dapat dikatakan stabil, apabila angka keamanan yang diperoleh di atas batas yang diambil.

ANALISA DAN PEMBAHASAN

Interpretasi Data Laporan Penyelidikan Tanah

Dalam rangka melakukan studi pra-rencana, proyek Sindu Kusuma Edupark memerlukan berbagai data tanah. Data tersebut dapat diperoleh dari penyelidikan tanah. Macam-macam pekerjaan penyelidikan tanah yang dilaksanakan meliputi bor tangan (*Hand Bore*) dan uji sondir (*Cone Penetration Test*). Selain itu terdapat pula pengujian di laboratorium untuk mendapatkan indeks properties tanah dan kuat geser tanah.

Pada proyek ini didapatkan nilai $\phi=38,82^\circ$ dan nilai $c=0,02 \text{ kg/cm}^2$. Karena tanah ini memiliki nilai ϕ dan c , maka tanah ini sering disebut tipe *c- ϕ soils*. Jenis tanah ini adalah lanau (lempung berpasir). Parameter kuat geser tanah seperti kohesi dan sudut gesek dalam diperlukan untuk analisis kapasitas dukung tanah dan gaya dorong pada konstruksi penahan tanah (tekanan tanah lateral).



Gambar 1. Flow Chart Analisis Stabilitas Gravity Wall & Sheet Pile Walls

Pembebanan Konstruksi Penahan Tanah

Pembebanan adalah beban diatas permukaan tanah yang terdiri dari beban mati dan beban hidup.

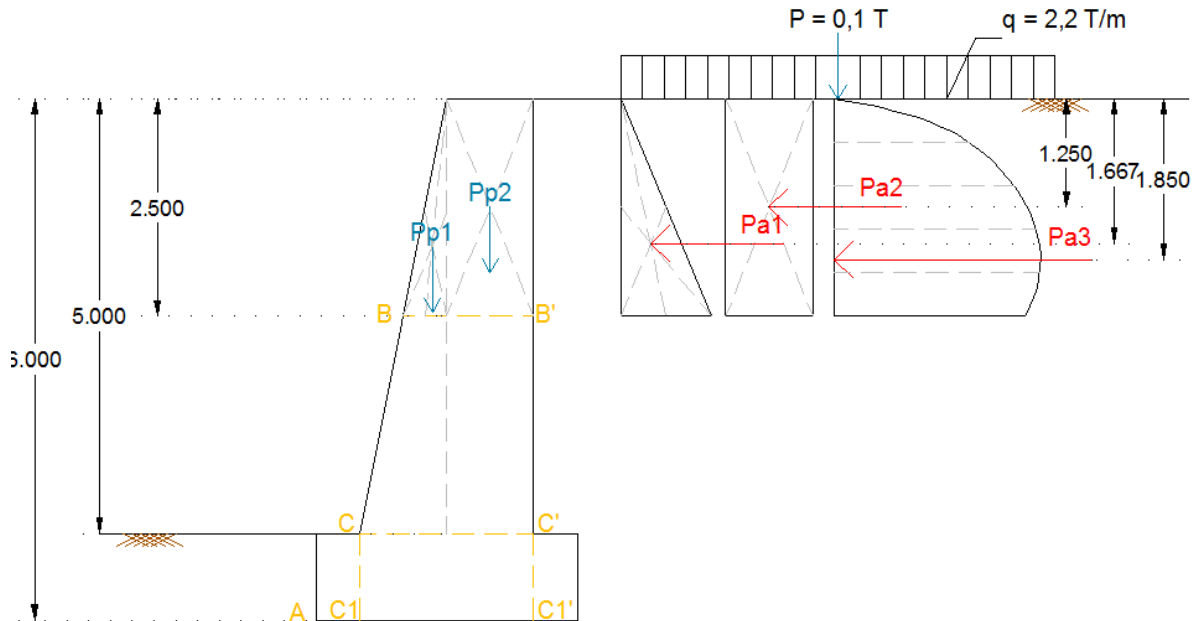
Tabel 5.1 Pembebanan Konstruksi Penahan Tanah

Jenis Beban	Nilai
Beban Mati (Qd)	2,2 ton/m3
Beban Hidup (Ql)	0,1 ton

$$\sigma_{maks} = \frac{V}{b \cdot 1m} \left(1 + \frac{6 \cdot e}{b}\right) = \frac{21}{3 \cdot 1m} \left(1 + \frac{6 + 0,159}{3}\right) = 9,226t / m^2 \leq \sigma_{jintanah}$$

maka **gravity wall stabil pada stabilitas terhadap kuat dukung tanahnya.**

Stabilitas Internal



Gambar 5.1 Gaya Internal yang Bekerja pada Gravity Wall (ditinjau penampang B-B')

Tabel 5.4 Resume Gaya Pasif Pada Penampang B-B'

Gaya pasif (T)	Lengan Momen (m)	Momen (Tm)
Pp1	12.5	0.8333
Pp2	50.0	1.25
ΣP_p = 62.500		ΣM_p = 72.917

Tabel 5.5 Resume Gaya Aktif Pada Penampang B-B'

Gaya aktif (T)	Lengan Momen (m)	Momen (Tm)
Pa1	1.035	0.833
Pa2	9.790	1.25
Pa3	0.00692	4.15
ΣP_a = 10.831		ΣM_a = 13.128

1. Tinjauan pengaruh desak

$$\sigma_{desak} = \frac{\sum V}{b \cdot 1m} + \frac{M}{W} = \frac{62500}{1,5} + \frac{59789}{0,375} = 201,10t / m^2 > \sigma_{ijin desak bahan} = 150t / m^2 ; \quad \text{maka:}$$

gravity wall tidak aman terhadap stabilitas internal terhadap desak.

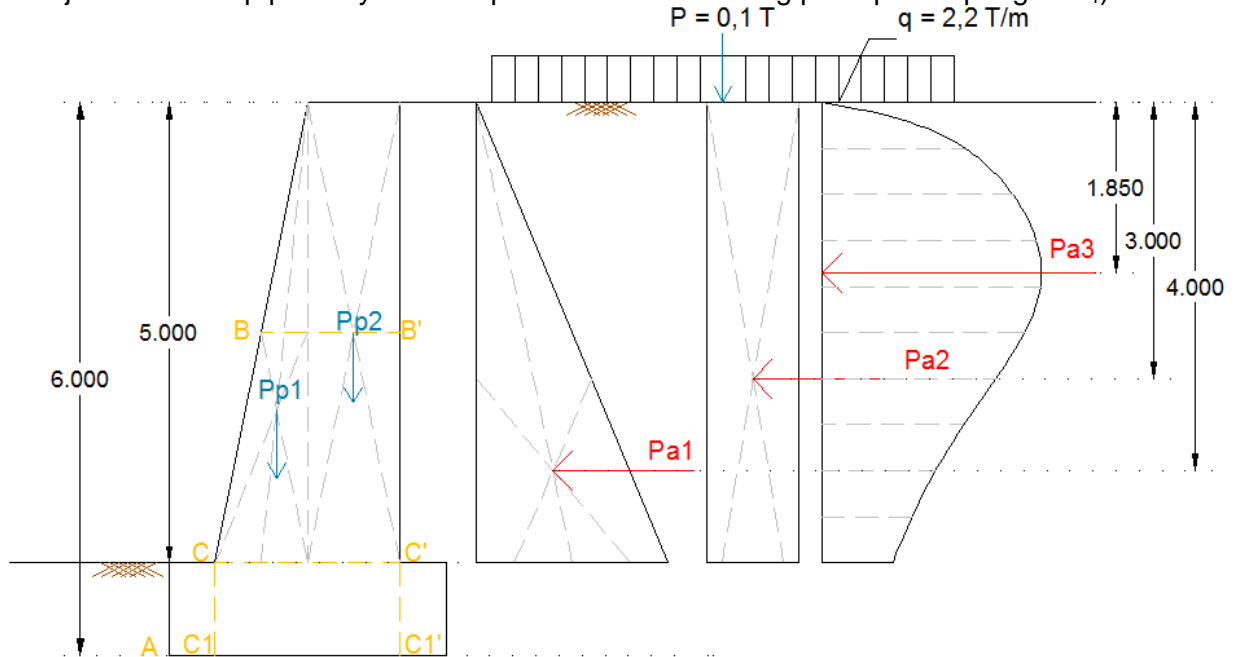
2. Tinjauan terhadap pengaruh geser

$$D = \sum P_a = 10.831$$

$$\tau = \frac{3}{2} \times \left(\frac{D}{b \cdot h}\right) = \frac{3}{2} \times \left(\frac{10831}{1,5 \cdot 2,5}\right) = 4,333t / m^2 \leq \tau_{ijin geser} = 15t / m^2 \text{ maka gravity wall aman}$$

terhadap stabilitas internal terhadap geser.

3. Tinjauan terhadap patahnya kaki depan atau kaki belakang pada penampang C-C₁)



Gambar 5.1 Gaya Internal yang Bekerja pada Gravity Wall (ditinjau penampang C-C')

Tabel 5.6 Resume Gaya Pasif Pada Penampang C-C'

	Gaya pasif (T)	Lengan Momen (m)	Momen (Tm)
Pp1	50	0.6667	33.333
Pp2	100	1.5	150.000
$\Sigma P_p=150$			$\Sigma M_p=183.333$

Tabel 5.6 Resume Gaya Aktif Pada Penampang C-C'

	Gaya aktif (T)	Lengan Momen (m)	Momen (Tm)
Pa1	4.617	1.667	7.695
Pa2	19.580	2.5	48.950
Pa3	0.00586	4.15	0.024
$\Sigma P_a=24.203$			$\Sigma M_a= 56.669$

Tinjauan pengaruh desak

$$\sigma_{desak} = \frac{\sum V}{b.1} + \frac{\sum M}{W} = \frac{62500}{1,5} + \frac{59789}{0,375} = 265t/m^2 > \sigma_{ijin desak bahan} = 150t/m^2$$

Karena σ_{desak} yang terjadi $> \sigma_{ijin}$ desak bahan, maka kaki gravity wall tidak aman terhadap stabilitas internal terhadap desak.

Tinjauan pengaruh geser

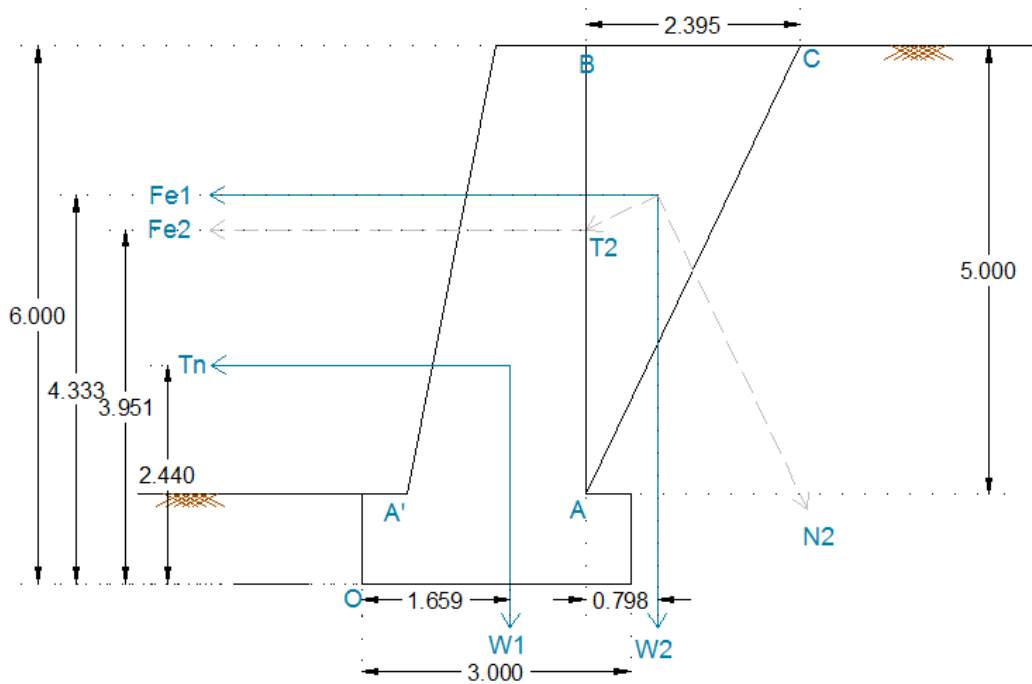
$$D = \sum P_a = 10.831$$

$$\tau = \frac{3}{2} \left(\frac{D}{b.h} \right) = 3,630t/m^2 \leq \tau_{ijin geser} = 15t/m^2$$

Karena τ_{geser} yang terjadi $\leq \tau_{ijin}$ geser bahan, maka kaki gravity wall aman terhadap stabilitas internal geser.

STABILITAS DINAMIS

- Perhitungan percepatan gempa arah menurut web puskim PU, $PGA_M = 0,532$ sehingga koefisien gempa (K_h) = percepatan gempa (a_g) yang digunakan dalam perencanaan adalah: $a_g = 0,532$



Gambar 5.2 Gaya-Gaya Dinamis yang Bekerja pada Gravity Wall

Tabel 5.7 Resume Beban Dinamis Gravity Wall

Beban	Nilai Beban	Lengan Momen (m)	M _{aktif}	M _{pasif}
W ₁	21	1.659	-	34.839
T _N	4.152	2.440	10.131	-
Fe ₁	1.139	4.333	4.935	-
Fe ₂	0.578	3.951	2.284	-
Jumlah			17,350	34.839

2. Faktor Keamanan Terhadap Guling (*Overtuning*)

$$SF = \frac{\sum M_p}{\sum M_a} = \frac{34839}{17350} = 2,008 \geq 2, \text{ maka konstruksi gravity wall ini aman terhadap bahaya guling akibat beban dinamis.}$$

3. Faktor Keamanan Terhadap Geser (*Sliding*)

$$SF = \frac{Tc + F}{T_N + Fe_1 + Fe_2} = \frac{1,6 + 16897}{4152 + 1,139 + 0,578} = 3,152 \geq 1,5; \text{ maka konstruksi gravity wall ini aman terhadap geser akibat beban dinamis.}$$

4. Faktor Keamanan Terhadap Daya Dukung Tanah

$$q_{\max} = \frac{V}{B} + \frac{1}{12B} = 7,028 \text{ T/m}^3 < q_{\text{ijin}} = 121,92 \text{ T/m}^2, \text{ maka gravity wall stabil pada stabilitas terhadap kuat dukung tanahnya.}$$

ANALISIS STABILITAS CONCRETE SHEET PILE WALL
Perhitungan *Cantilever Sheet Pile*

Tabel 5.10 Perhitungan *Cantilever Sheet Pile*

Kedalaman	(h)	8	9	10	11	12	13
Panjang do	(Do)	2.5	3.333	4.167	5	5.833	6.667
Tek. Tanah Aktif Total	(ΣPa)	40.119	45.991	52.147	58.585	65.3069	72.312

Kedalaman	(h)	8	9	10	11	12	13
Momen Aktif	(ΣMa)	137.020	173.086	214.186	260.557	312.434	370.054
Tek. Tanah Pasif Total	(ΣPp)	24.290	43.183	67.473	97.162	132.248	383.848
Momen Pasif	(ΣMp)	20.242	47.981	93.71	161.936	257.148	383.848
Faktor keamanan	(SF)	0.14773	0.27721	0.43752	0.6215	0.82305	1.03728
Syarat tek.tanah pasif	(Pp1)	120.357	114.978	114.723	117.17	121.284	126.546
Keamanan		Tidak Aman	Tidak Aman	Tidak Aman	Tidak Aman	Tidak Aman	Tidak Aman

Karena turap tanpa angkur memberikan hasil tidak aman, langkah selanjutnya adalah dicoba menggunakan turap dengan angkur.

Perhitungan Anchorage Sheet Pile

Tabel 5.11 Momen Aktif Anchorage Sheet Pile

Gaya Aktif (T)	Lengan (m)	Momen (Tm)
$Pa_1 = 10,747$	2.5	26,866
$Pa_2 = 29,370$	3.75	110,14
$Pa_3 = 0,00281$	5.65	0,0159
$\Sigma Ma =$		137,020

Tabel 5.12 Momen Pasif Anchorage Sheet Pile

Gaya Pasif (T)	Lengan (m)	Momen (Tm)
$Pp = 24,290$	0,8333	20,242
$R = R_A$	5	5. R_A
$\Sigma Mp =$		20,242 + 5. R_A

$$R_A = \frac{116,778}{5} = 23,356 \text{ T/m'}$$

$$R = b \times R_A = 3 \text{ m} \times 23,356 \text{ T/m' } = 70,067 \text{ T}$$

Karena baja merupakan bahan yang memiliki kuat tarik tinggi, digunakan batang turap baja dengan kriteria Bj.33 dengan σ_{ijin} tarik baja = $\sigma_{dasar} = 133,3\text{MPa} = 1,333 \text{ T/mm}^2$, sehingga dimensi batang angkur adalah $d=10 \text{ mm}$

Pengecekan keamanan *anchorage sheet pile*

$$R_{ult} = \left(\frac{1}{2}\right) \cdot \left[\frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot (Kp - Ka)\right]$$

$$= \left(\frac{1}{2}\right) \cdot \left[\frac{1}{2} \cdot 1,78 \cdot 4^2 \cdot (4,367 - 0,229)\right]$$

$$= 29,461 \text{ ton}$$

Didapat $R_{ult} = 29,461 \text{ T} > R_A = 23,356 \text{ T}$ sehingga turap aman.

PEMBAHASAN

Dari hasil analisis stabilitas *gravity wall*, dapat disimpulkan bahwa ketika struktur menerima beban statis, stabilitas konstruksi tersebut tidak aman terhadap bahaya guling (*overtuning*), bahaya geser (*sliding*), pengaruh desak, dan patahnya kaki struktur, namun masih aman menerima pengaruh geser dan stabilitas terhadap daya dukungnya terpenuhi. Ketika dibebani oleh beban dinamis saat pelaksanaan, struktur aman terhadap guling, geser, dan kuat dukung tanahnya. *Sheet pile wall* yang dipilih sebagai pengganti *gravity wall* pada proyek Sindu Kusuma Edupark adalah jenis *prefabricated concrete* Wika Beton, dengan tipe W-325 A 1000 – *length*: 8 m dengan panjang pemancangan sedalam 3m. Jenis *sheet pile* yang digunakan adalah *anchorage sheet pile* tipe menerus, dengan diameter angkur 10 mm dan jarak antar batang 3m. Papan angkur yang digunakan dibelakang konstruksi *sheet pile* berukuran panjang 3m membuat stabilitas *sheet pile* aman dengan SF = 2.

SIMPULAN

Kesimpulan yang diambil pada penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) Nilai stabilitas *gravity wall* bervariasi, dan tidak aman terhadap beberapa parameter beban statis namun masih aman menanggung beban dinamis. Sedangkan *sheet pile wall* mendapat nilai SF = 2. (2) Hasil stabilitas *gravity wall* dan *sheet pile wall* menunjukkan bahwa *sheet pile wall* tipe W-325 A 1000 – *length*: 8 m lebih aman dilihat dari nilai SF yang memenuhi syarat.

SARAN

Saran yang diberikan pada penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) Penentuan jenis penahan tanah harus sesuai dengan jenis tanah dan kondisi dilapangan; (2) Perencanaan dinding penahan tanah harus benar-benar diperhatikan pembebanannya hingga analisis stabilitasnya; (3) Dalam perencanaan sebaiknya mengikuti kriteria optimum desain struktur agar hasil perencanaan dapat diterapkan dilapangan dengan baik.

DAFTAR RUJUKAN

- [1]. Bowles, Joseph E. 1992. *Analisis dan Desain Pondasi*. Jilid 1. Jakarta: Erlangga
- [2]. Bowles, Joseph E. 1993. *Analisis dan Desain Pondasi*. Jilid 2. Jakarta: Erlangga
- [3]. Brown, William D. 1994. *Design Of Sheet Pile Walls*, Design Of Sheet Pile Walls.pdf.
- [4]. Das, Braja M. 1984. *Fundamentals of Soil Dynamics*. New York: Elsevier Science Publishing Co. Inc.
- [5]. Das, Braja M. 1995. *Mekanika Tanah*. Jilid 2. Jakarta: Erlangga.
- [6]. Das, Braja.M. 2011. *Principles of Foundation Engineering*. Seventh edition. PWS Publishing Company.
- [7]. Department of The Army. 1994. *Engineering and Design*. Design Of Sheet Pile Walls.pdf. US Army Corps of Engineers. Washington DC.
- [8]. Eka Setyowati, 2012. *Perencanaan Konstruksi Turap Sebagai Pengganti Dinding Penahan (Studi Kasus Jalan Lingkar Donggala)*
- [9]. Hardiyatmo, Hari Christady. 1992. *Mekanika Tanah 1*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- [10]. Hardiyatmo, Hari Christady. 1994. *Mekanika Tanah 2*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- [11]. Hardiyatmo, Hari Christady. 2006. *Teknik Pondasi 2* edisi ketiga. Yogyakarta: Beta Offset..
- [12]. <http://captainpiezocone.blogspot.com>. Dinding Penahan Tanah dan Tekanan Tanah. Diakses 10 Maret 2014.
- [13]. <http://rezkymulia.wordpress.com/2011/03/19/menentukan-tipe-tanah-untuk-perencanaan-gempa/>. Diakses 12 Juli 2014
- [14]. <http://yusriadiampeasse.blogspot.com>. Tipe Dinding Penahan Tanah. Diakses 10 Maret 2014.
- [15]. Martini, Shyama Maricar, Hendra Setiawan. 2012. *Perencanaan Konstruksi Turap Sebagai Pengganti Dinding Penahan (Studi Kasus Jalan Lingkar Donggala)*
- [16]. Simatupang, Pintor Tua. 2000. *Rekayasa Fundasi 2*. Yogyakarta: Pusat Pengembangan Bahan Ajar - UMB
- [17]. Supriyadi, B. dan Muntohar, A.S, 2000. *Jembatan*, edisi pertama. Yogyakarta.
- [18]. www.google.com/earth. Peta Jambon, Yogyakarta. Diakses 15 Maret 2014.
- [19]. www.google.com/maps. Peta Jambon, Yogyakarta. Diakses 15 Maret 2014.