



## Analisis Dinding Penahan Tanah Rumah Pompa Air

Selvia Agustina<sup>1</sup>, Soedarsono<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universitas Islam Sultan Agung, Kaligawe Raya KM 4, Semarang  
Corresponding Author: [selvia@unissula.ac.id](mailto:selvia@unissula.ac.id)

**Abstrak.** Ketika musim penghujan tiba, bencana banjir selalu menghantui Kota Semarang. Apalagi posisi Kota Semarang yang berada di pesisir pantai, fenomena air pasang atau yang sering disebut rob memperparah bencana banjir yang menerjang Kota Semarang. Bencana ini menyebabkan mata rantai perekonomian di Jawa Tengah khususnya Kota Semarang lumpuh. Oleh sebab itu, diperlukan cara untuk penanganan bencana banjir ini. Salah satu cara penanganannya adalah membuat rumah pompa. Rumah pompa direncanakan menggunakan CCSP sebagai dinding penahan tanah. Dinding penahan ini akan dianalisis tingkat keamanannya dengan menggunakan program Plaxis 2D. Berdasarkan hasil penyelidikan tanah, kondisi tanah di sekitar rumah pompa merupakan tanah lempung sehingga kedalaman pemancangan CCSP cukup dalam yaitu 15 meter di bawah permukaan tanah. Setelah dianalisis menggunakan Plaxis, angka keamanan CCSP tipe W 500 setelah digali 2 meter adalah 2,41 dengan deformasi maksimal  $180,92 \times 10^{-3}$  meter sedangkan angka aman setelah diberi *minipile* dan beban 3,98 dengan deformasi  $233 \times 10^{-3}$  meter.

Kata kunci: CCSP, dinding penahan tanah, rumah pompa, plaxis

**Abstract.** When the rainy season, flood disaster always haunt Semarang city. Moreover, the position of Semarang city that located in the coastal area, the tidal phenomenon, often called rob, make it worse. The disaster can stop the economic activity in Central Java, especially in Semarang city. Therefore, we need methods to handle this flood disaster. One of them is build a pump house. The pump house is planed using CCSP as retaining wall. Retaining wall will be analyze the security level using Plaxis 2D program. Based on the result of soil condition observation near the pump house, the soil is clay, so the depth of planning CCDP is 15 meters under the soil surface. After analyzing using Plaxis, the safety number of CCSP type W 500 after 2 meters under soil surface is 2,41 with the maximal deformation is  $180,92 \times 10^{-3}$  meters, while the safety number after we give *minipile* and force is 3,98 and the deformation is  $233 \times 10^{-3}$  meters.

Keywords: CCSP, retaining wall, pump house, plaxis

### PENDAHULUAN

Ketika musim penghujan tiba, bencana banjir selalu menghantui Kota Semarang. Apalagi posisi Kota Semarang yang berada di pesisir pantai, fenomena air pasang atau yang sering disebut rob memperparah bencana banjir yang menerjang Kota Semarang. Bencana ini menyebabkan mata rantai perekonomian di Jawa Tengah khususnya Kota Semarang lumpuh. Oleh sebab itu, diperlukan beberapa cara untuk penanganan bencana banjir ini.

Salah satu cara penangan bencana banjir adalah dengan cara memompa air. Pompa air diletakan pada rumah pompa. Rumah pompa direncanakan menggunakan CCSP sebagai dinding penahan tanah. Dinding penahan ini akan dianalisis tingkat keamanannya dengan menggunakan program plaxis. Diharapkan penelitian ini dapat menambah ilmu dan wawasan tentang dinding penahan tanah pada rumah pompa, serta menambah pemahaman tentang program plaxis.

### TINJAUAN PUSTAKA

#### Banjir

Menurut Suripin (2003), banjir adalah suatu kondisi dimana air tidak tertampung dalam saluran pembuang sehingga meluap dan menggenangi daerah sekitarnya. Menurut Paripurno (2013), banjir dibagi menjadi tiga

berdasarkan penyebabnya, yaitu banjir kilat, banjir luapan sungai, banjir pantai (rob). Banjir kilat adalah banjir yang terjadi hanya dalam waktu delapan jam. Banjir ini disebabkan hujan lokal yang deras. Banjir luapan sungai adalah banjir yang terjadi cukup lama. Penyebab utama banjir ini sangat adalah kelongsoran. Banjir pantai (rob) adalah banjir yang diakibatkan oleh pasangannya air laut sehingga air pasang ini menggenangi daratan yang lebih rendah daripada permukaan air laut. Bencana banjir ini sering menimbulkan kerusakan fisik, sosial, dan ekonomi.

#### Rumah Pompa

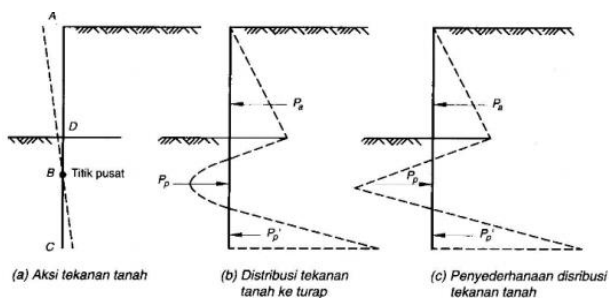
Salah satu program pengendalian banjir adalah dengan pembangunan rumah pompa. Rumah pompa merupakan tempat berdirinya pompa air. Pompa air ini berfungsi menambah energi untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat lain.

#### Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah adalah suatu konstruksi geoteknik yang berfungsi menahan keruntuhan tanah yang miring atau lereng yang kemantapannya tidak terjamin. Menurut Hardiyatmo (2006) dinding penahan tanah digunakan untuk menahan tekanan lateral tanah yang timbulkan oleh tanah urug maupun tanah asli yang labil. Dinding penahan tanah terbagi menjadi beberapa macam seperti *gravity wall*, *kantilever*, *counterfort*, dan *batters wall*.

## Turap

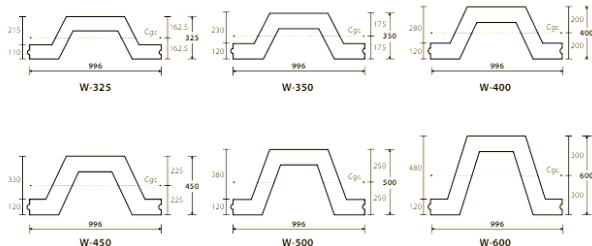
Menurut Hardiyatmo (2011), turap adalah sebuah dinding vertikal yang relatif tipis yang berfungsi menahan tanah dan masuknya air ke dalam lubang galian. Gaya lateral yang bekerja pada dinding turap berupa tekanan tanah aktif, tekanan tanah pasif, beban merata di atas tanah timbunan, perbedaan muka air tanah pada kedua sisi dinding, gaya gempa, gaya benturan



Gambar 1 Tekanan tanah pada dinding turap (Teng, 1962 dalam Hardiyatmo 2011)

## Corrugated Concrete Sheet Pile (CCSP)

Corrugated Concrete Sheet Pile (CCSP) termasuk dalam kategori dinding penahan tanah jenis turap. Menurut Das (2011), turap merupakan dinding vertikal yang relatif tipis, pipih, dan memanjang, biasanya terbuat dari material baja ataupun beton. CCSP ini sendiri adalah beton pracetak yang berfungsi sebagai dinding penahan tanah dan menahan masuknya air kedalam galian. Sebelum dicor, tulangan strand di stressing. Oleh sebab itu CCSP sering disebut beton prategang pretension. Beberapa macam bentuk dan dimensi CCSP fabrikasi dapat dilihat pada Gambar 2 serta spesifikasi CCSP dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 2 Beberapa Bentuk dan Dimensi dari CCSP

## Plaxis

Plaxis adalah program elemen hingga yang digunakan untuk menganalisis deformasi, stabilitas, dan aliran air tanah dalam bidang rekayasa geoteknik. Selain itu program plaxis digunakan untuk mengetahui angka keamanan dengan menggunakan analisis reduksi phi/c.

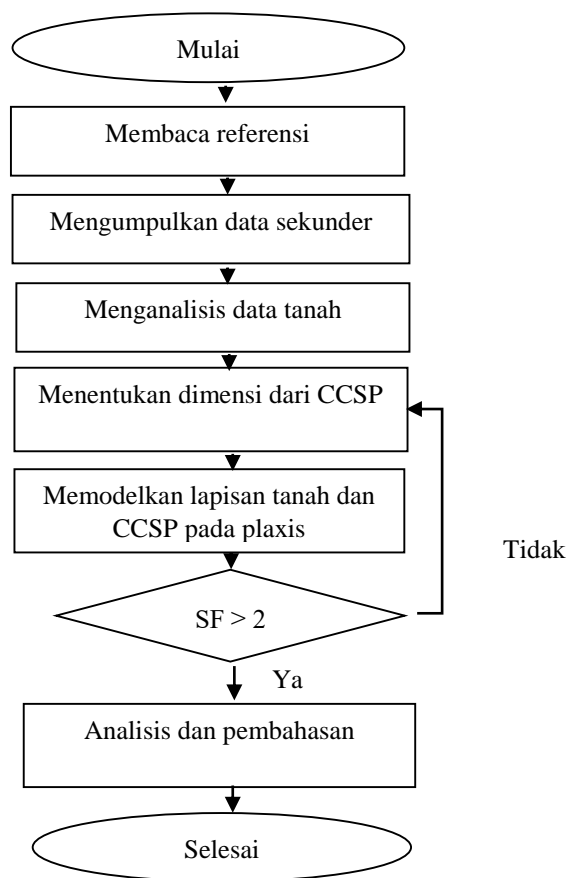
gelombang, gaya tarik kapal dan lain – lain. Gaya lateral akibat tekanan tanah yang bekerja pada dinding turap tidak dapat dihitung secara langsung dengan teori Rankine maupun Coulomb. Hal ini dikarenakan dinding turap bersifat fleksibel sehingga perilaku perpindahannya tidak sama dengan dinding penahan tanah lainnya. Pada Gambar 1 menunjukkan tekanan tanah pada turap.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data sekunder berupa data tanah dan desain rumah pompa
2. Menganalisis data tanah sekitar pembangunan rumah pompa
3. Menentukan dimensi CCSP
4. Membuat model lapisan tanah dan rumah pompa pada program plaxis
5. Menganalisis angka keamanan dinding penahan tanah CCSP

Urutan metode penelitian di atas dapat digambarkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Bagan Alir Penelitian

Tabel 1 Spesifikasi CCSP (brosur WIKA, 2015)

Type	Width (mm)	Cross Section (cm <sup>2</sup> )	Section Inertia (cm <sup>4</sup> )	Unit Weight (kg/m)	Class	Moment (ton.m)		Allow. Service Moment (ton.m)		Length* (m)
						Crack	Break	Temporary	Permanent	
W 325	996	1,315	134,264	329	A	11.40	22.80	10.07	6.74	8 - 15
						B	13.30	26.60	11.97	8.64
W 350	996	1,468	169,432	368	A	15.60	31.20	14.04	10.14	9 - 17
						B	17.00	34.00	15.44	11.54
W 400	996	1,598	248,691	400	A	20.10	40.20	18.10	13.08	10 - 18
						B	23.40	46.80	21.40	16.38
W 450	996	1,835	353,363	459	A	26.90	53.80	24.37	18.04	11 - 20
						B	30.70	61.40	28.17	21.84
W 500	996	1,818	462,373	455	A	35.20	70.40	32.22	24.76	12 - 22
						B	40.40	80.80	37.42	29.96
W 600	996	2,078	765,907	520	A	50.60	101.20	46.48	36.19	14 - 25
						B	59.60	119.20	55.48	45.19

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kondisi Tanah

Kondisi tanah di lokasi rumah pompa dapat diketahui dari kegiatan penyelidikan tanah. Penyelidikan ini memiliki peran cukup penting dalam merencanakan konstruksi rumah pompa terutama pada konstruksi fondasi maupun dinding penahan tanahnya. Penyelidikan tanah yang dilakukan pada Rumah Pompa ini berupa sondir.

Berdasarkan penyelidikan tanah, kondisi tanah di lokasi rumah pompa berupa tanah lempung. Tanah lempung tersebut terbagi menjadi empat konsistensi yaitu lempung sangat lunak, lempung lunak, lempung sedang dan lempung kenyal atau kaku. Pembagian konsistensi ini berdasarkan nilai tahanan ujung ( $q_c$ ) dan tahanan gesek ( $f_s$ ). Lempung sangat lunak memiliki nilai  $q_c$  0 kg/cm<sup>2</sup> - 10 kg/cm<sup>2</sup>, lempung lunak memiliki nilai  $q_c$  10 kg/cm<sup>2</sup> - 20 kg/cm<sup>2</sup>, lempung sedang memiliki nilai  $q_c$  20 kg/cm<sup>2</sup> - 30 kg/cm<sup>2</sup>, dan lempung kaku memiliki nilai  $q_c$  lebih dari 30 kg/cm<sup>2</sup>. Kedalaman tanah keras belum diketahui karena penyelidikan tanah hanya sampai kedalaman 15 meter. Muka air tanah juga tidak dapat diketahui karena penyelidikan tanah in menggunakan sondir. Keterangan di atas dapat diperjelas pada Tabel 2.

### Input Parameter Tanah dan CCSP

Pada pembangunan rumah pompa ini, dibuat menjadi lima lapis yaitu tanah timbunan setinggi 3,5 meter, lempung lunak hingga kedalaman 5,5 meter, lempung sangat lunak hingga kedalaman 7,5 meter, lempung sedang hingga kedalaman 15 meter dan lempung kaku hingga kedalaman lebih dari 15 meter. Beberapa propertis yang dibutuhkan dalam pemasukan data plaxis, diantaranya adalah volume berat tanah pada saat *saturated* ( $\gamma_{sat}$ ) maupun *unsaturated* ( $\gamma_{unsat}$ ), permeabilitas ( $k$ ), kohesi ( $c$ ), sudut geser tanah ( $\phi$ ),

modulus elastisitas ( $E$ ) dan angka poisson ( $\nu$ ). Propertis tersebut menggunakan korelasi yaitu korelasi antara jenis tanah dengan beberapa propertis yang dibutuhkan. Parameter data tanah berdasarkan penyelidikan tanah dan korelasi yang dimasukkan dalam plaxis dapat dilihat pada Tabel 4.

Selain data propertis tanah, dibutuhkan juga data propertis dari spunpile dan sheetpile CCSP. Propertis – propertis tersebut di dapat dari data spesifikasi material spunpile maupun sheetpile seperti pada Tabel 3. Rencana kedalaman fondasi tiang pancang sekitar 30 meter, CCSP kedalaman 15 meter di bawah permukaan tanah asli dan minipile dari kedalaman 2 meter hingga 8 meter di bawah permukaan tanah asli.

### Deformasi dan Angka Aman

Sebelum tanah digali pada kedalaman 3 meter, tanah ditimbun terlebih dahulu hingga ketebalan 3,5 meter. Kemudian dilakukan pemancangan fondasi tiang pancang hingga kedalaman 30 meter dan CCSP pada kedalaman 15 meter. Pemancangan CCSP ini berfungsi melindungi agar tanah tidak runtuh pada saat digali. Akibat penggalian hingga kedalaman 2 meter tanah mengalami deformasi maksimum sebesar  $180,92 \times 10^{-3}$  meter yang ditunjukkan pada Gambar 4 sedangkan angka aman yang terjadi sebesar 2,41. Angka aman penggalian sedalam 2 meter dapat dilihat pada Gambar 5. Kondisi ini masih terbilang cukup aman karena nilai angka aman lebih dari 2.

Setelah dilakukan penggalian, *minipile* dipancang pada kedalaman 2 meter hingga kedalaman 8 meter di bawah permukaan tanah asli. Setelah itu beban – beban yang direncanakan diaktifkan. Akibat pemancangan minipile dan pembebanan terjadi deformasi maksimum sebesar  $233 \times 10^{-3}$  meter sedangkan angka aman yang terjadi naik menjadi 3,98. Angka ini cukup aman. Besar deformasi maksimum dan angka aman dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.

Tabel 2 Nilai sondir dan klasifikasinya

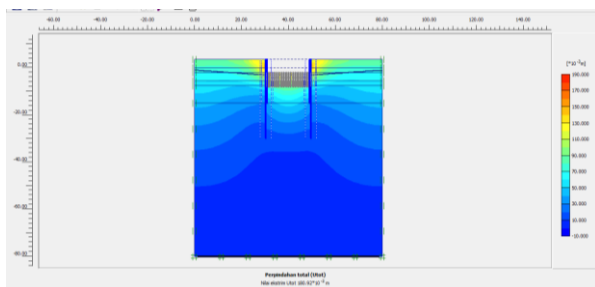
No	Kedalaman (m)	Qc (kg/cm <sup>2</sup> )	fs (kg/cm <sup>2</sup> )	Klasifikasi
1	0 – 5,5	20	0,7	Lempung lunak
2	5,5 – 7,5	10	1,1	Lempung sangat lunak
3	7,5 - 11	30	0,9	Lempung agak kenyal
4	11 - 15	30	1,4	Lempung agak kenyal
5	>15	50	1	Lempung kenyal

Tabel 3 Kumpulan data parameter pondasi *Spunpile* dan CCSP

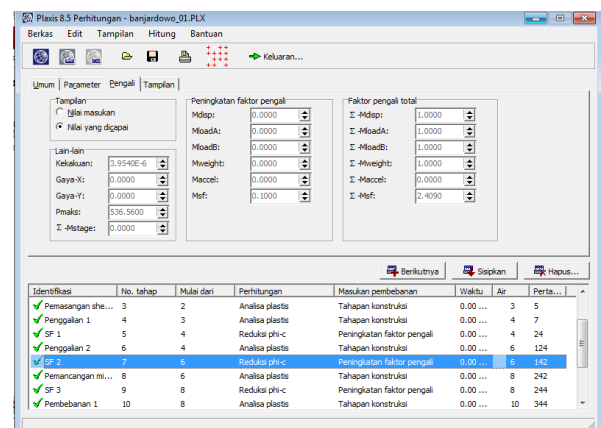
Identifikasi	Fc' MPa	E MPa	A (m <sup>2</sup> )	I (mm <sup>4</sup> )	EA [kN/m]	EI [kNm <sup>2</sup> /m]	w [kN/m/m]	□
Pondasi CCSP	37,35	28723,88	0,1818	0,004624	5,222x10 <sup>6</sup>	1,3281x10 <sup>5</sup>	4,55	0,15
Mini Pile			0,015935	0,0000454	4,577x10 <sup>5</sup>	134,136	3,98	0,15

Tabel 4 Kumpulan data parameter tanah untuk Plaxis

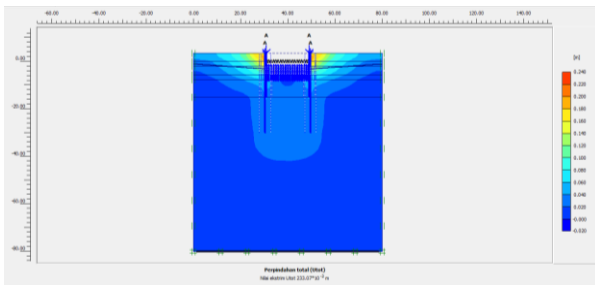
		1	2	3	4	5
		Lempung sangat lunak	Lempung lunak	Lempung sedang	Lempung kaku	Timbunan
		Tak terdrainase	Tak terdrainase	Tak terdrainase	Tak terdrainase	Terdrainase
Jenis						
□ <sub>unsat</sub>	[kN/m <sup>3</sup> ]	15	17	18	20	20,00
□ <sub>sat</sub>	[kN/m <sup>3</sup> ]	17	19	21	22	22,00
<b>k<sub>x</sub></b>	[m/hari]	8,64x10 <sup>-4</sup>	8,64x10 <sup>-4</sup>	8,64x10 <sup>-4</sup>	8,64x10 <sup>-4</sup>	1,000
<b>k<sub>y</sub></b>	[m/hari]	8,64x10 <sup>-4</sup>	8,64x10 <sup>-4</sup>	8,64x10 <sup>-4</sup>	8,64x10 <sup>-4</sup>	1,000
<b>E<sub>ref</sub></b>	[kN/m <sup>2</sup> ]	3000	4000	9000	10000	3000
□	[-]	0,350	0,350	0,350	0,35	0,300
<b>c<sub>ref</sub></b>	[kN/m <sup>2</sup> ]	10	13	15	20	10,00
□	[°]	15	20	22	25	30,00
□	[°]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



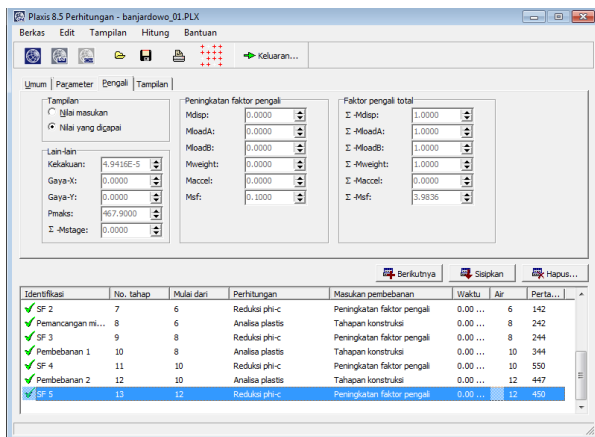
Gambar 4 Deformasi maksimum saat penggalian kedalaman 2 meter



Gambar 5 Angka aman saat penggalian kedalaman 2 meter



Gambar 6 Deformasi maksimum saat pemancangan *minipile* dan pembebanan



Gambar 7 Angka aman saat pemancangan *minipile* dan Pembebanan

## KESIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian ini antara lain:

1. Lapisan tanah di bawah rumah pompa berupa tanah lempung yang terbagi menjadi empat konsistensi yaitu lempung sangat lunak, lempung lunak, lempung lempung keras.
2. Kedalaman efektif pemancangan CCSP yaitu kedalaman 15 meter.
3. Faktor keamanan penggunaan CCSP W 500 yaitu 2,41 dengan deformasi maksimum sebesar  $180,92 \times 10^{-3}$  meter sedangkan setelah dipasang *minipile* dan diberi pembebanan deformasi maksimum terjadi  $233 \times 10^{-3}$  meter dengan angka aman 3,98.

## DAFTAR PUSTAKA

Das, Braja.M. 2011. *Principles of Foundation Engineering. Seventh edition.* PWS Publishing Company.

Hardiyatmo, H.C. 2006. *Mekanika Tanah I.* Edisi Keempat. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Hardiyatmo, H.C. 2011. *Analisis dan Perancangan Fondasi II.* Edisi Kedua. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Suripin, 2003. *Sistem Drainase Kota Yang Berkelanjutan.* Yogyakarta: Penerbit Andi.

<http://wikiaclt.co.id> diakses 22 Oktober 2019.

Paripurno, E. T. 2013. *Modul Manajemen Bencana Pengenalan Banjir Untuk Penanggulangan Bencana.* Papua: KIPRA.