

ANALISA PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN DINDING PENAHAN TANAH *SECANT PILE* DENGAN *DIAPHRAGM WALL* PADA PROYEK REVITALISASI TAMAN ISMAIL MARZUKI

Silvianengsih¹, Merley MISRIANI^{2*}, Monika NATALIA¹, Gheniy IHDINI¹, Jamilatul FADILA¹

¹Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Padang, Kota Padang, 25166, Indonesia

^{2*} Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru, 28293, Indonesia

*Email korespondensi: merley.misriani@eng.unri.ac.id

[diterima: 26 November 2023, disetujui: 15 Desember 2023]

ABSTRACT

The construction of a basement for parking lots requires a soil retaining wall structure that can withstand its own load and the load around it and must be safe against sliding, rolling and collapse. The choice of soil retaining wall type is an important decision in development projects because it affects the cost, quality and time of implementation. *Secant pile* soil retaining wall is a type of soil retaining wall using the method of arranging concrete poles that are arranged intersectingly to withstand soil thrust. *Diaphragm wall* is a type of soil retaining wall that uses reinforced concrete to withstand the lateral force of the soil made by filling concrete that has been made first and filled with bentonite slurry as a stabilizer of the excavated wall, then filled with concrete after the reinforcement cage is installed. Later it will be compared with the *diaphragm wall* in terms of cost and implementation time. The data needed in this analysis are shop drawing *secant pile*, technical specifications, unit price of work, and detailed geotechnical design engineering. From the results of the study, it was found that the cost of *secant pile* work amounted to Rp. 24,560,508,232.00 with an implementation time of 214 working days. As for the *diaphragm wall*, a work fee of Rp.30,059,442,748.00 was obtained with an implementation time of 246 working days. The application of *secant pile* is 18.29% cheaper and 32 days faster than *diaphragm wall*.

Key words: retaining wall, *secant pile*, *diaphragm wall*, cost, time.

INTISARI

Pembangunan basement untuk lahan parkir membutuhkan struktur dinding penahan tanah yang dapat menahan beban sendiri dan beban yang ada disekelilingnya serta harus aman terhadap geser, guling dan keruntuhan. Pemilihan jenis dinding penahan tanah merupakan suatu keputusan yang penting pada proyek pembangunan karena mempengaruhi biaya, mutu dan waktu pelaksanaan. Dinding penahan tanah *secant pile* merupakan jenis dinding penahan tanah dengan menggunakan metode penyusunan tiang beton yang disusun secara beririsan untuk menahan gaya dorong tanah. *Diaphragm wall* merupakan salah satu jenis dinding penahan tanah yang menggunakan beton bertulang untuk menahan gaya lateral tanah yang dibuat dengan cara mengisikan beton yang sudah dibuat terlebih dahulu dan diisi dengan *slurry bentonite* sebagai stabilisator dinding galian, kemudian diisi dengan beton setelah sangkar tulangan dipasang. Nantinya akan dibandingkan dengan dinding penahan tanah *diaphragm wall* dari segi biaya dan waktu pelaksanaan. Data-data yang diperlukan pada analisa ini yaitu *shop drawing secant pile*, spesifikasi teknis, harga satuan pekerjaan, dan *detail engineering desing* geoteknik. Dari hasil penelitian, didapatkan biaya pekerjaan *secant pile* sebesar Rp. 24.560.508.232,00 dengan waktu pelaksanaan 214 hari kerja. Sedangkan untuk *diaphragm wall* didapatkan biaya pekerjaan sebesar Rp.30.059.442.748,00 dengan waktu pelaksanaan 246 hari kerja. Penerapan *secant pile* lebih murah 18,29 % dan 32 hari lebih cepat dibandingkan *diaphragm wall*.

Kata kunci: dinding penahan tanah, *secant pile*, *diaphragm wall*, biaya, waktu

PENDAHULUAN

Dinding penahan tanah merupakan suatu struktur yang direncanakan dan dibangun untuk menahan tekanan tanah lateral yang ditimbulkan oleh tanah urug atau tanah asli yang labil, agar aman terhadap pergeseran, penggulingan dan keruntuhan kapasitas dukung tanah (Ariyani dan Asrulfa, 2012). Konstruksi dinding penahan haruslah direncanakan dan dirancang agar aman terhadap gaya-gaya yang berpotensi menyebabkan kegagalan struktur (Khuzaifah, 2019). Fungsi dinding penahan tanah yaitu menyokong tanah serta mencegahnya kelongsoran, baik akibat beban air hujan, berat sendiri tanah maupun beban yang bekerja di atasnya (Sebayang, 2014). Pembangunan dinding penahan tanah harus benar-benar berdasarkan perhitungan kestabilan dan faktor keselamatan karena kesalahan yang terjadi dapat berakibat fatal yaitu kerugian harta benda dan hilangnya korban jiwa. Pemilihan jenis dinding penahan tanah merupakan suatu keputusan yang penting pada proyek pembangunan karena mempengaruhi biaya, mutu dan waktu pelaksanaan. Ada berbagai jenis dinding penahan tanah, tergantung pada keadaan lapangan, bangunan, kondisi tanah, propertis, kondisi geoteknik, muka air dan daya dukungnya, diantaranya *cantilever retaining wall*, *gravity retaining wall*, *block concrete retaining walls*, *secant pile*, *diaphragm wall*, *contiguous pile wall* dan lain-lain (Zulfikar, 2020).

Secant pile merupakan *bore pile* yang dibuat saling berpotongan sehingga terdapat interlock antar bore pile (Ernesto et al., 2019). *Secant pile* terdiri dari rangkaian *primary pile* (lubang bor yang diisi beton *ready mix* tanpa tulangan) dan *secondary pile* (berupa *bored pile*). Biasanya digunakan pada pembangunan gedung bertingkat tinggi dengan jumlah *basement* lebih dari dua lapis (Aditya 2018), dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Secant pile* (Aditya, 2018)

Menurut Yuda et al. (2019) ada beberapa kelebihan jika kita memilih *secant pile* sebagai konstruksi dinding penahan tanah, diantaranya adalah dapat digunakan pada area yang sempit karna metode *secant pile* tidak membutuhkan area luas untuk membuat konstruksi dan menahan rembesan air. *Secant pile* juga bisa diterapkan pada tanah dengan kondisi sulit atau level muka air tinggi.

Tidak hanya kelebihan, *secant pile* juga mempunyai kekurangan, diantaranya seperti yang dijelaskan oleh Soetjipto et al. (2014) bahwa *secant pile* memiliki ketidakpastian dan tingkat resiko biaya dan waktu yang lebih besar pada tahap desain dan teknologi, penyusunan metode pelaksanaan, dan manajemen pengelolaan proyek

Diaphragm wall merupakan dinding penahan tanah yang menggunakan beton bertulang untuk menahan gaya tanah lateral, yang dibuat dengan cara mengisi beton setelah sangkar tulangan dipasang dengan slurry bentonite. Bentuk *diaphragm wall* seperti dinding tebal yang dicor. Adapun kelebihan menggunakan metode *diaphragm wall* menurut Pasaribu (2018) adalah Tidak menimbulkan polusi suara dan getaran yang dapat mengganggu lingkungan sekitar. Dapat digunakan pada saat struktur penahan tanah lainnya tidak dapat digunakan, seperti galian terlalu dalam. Dapat digunakan sebagai dinding *basement* itu sendiri (*permanent retaining wall*). Mampu menahan tekanan tanah lateral dan tekanan air yang besar. Cocok untuk sistem *cut-off dewatering*. Dapat dilaksanakan tanpa jarak dengan bangunan

yang bersebalahan, atau dapat dilaksanakan pada daerah yang sudah padat.

Adapun kekurangan menggunakan metode *diaphragm wall* menurut Pasaribu (2018) adalah kualitasnya sangat dipengaruhi oleh keadaan tanah dan mutu pekerjaan. *Bentonite* yang digunakan dalam proses pembuatannya memerlukan tempat pembuangan dan penanganan tersendiri. Pembuatan *diaphragm wall* pada tanah yang gembur dan permukaan tanah yang tinggi, dapat menimbulkan masalah dalam menjaga kestabilan dinding galian. Kecepatan pelaksanaan penggalian sangat bergantung dari jenis tanah.

Fungsi *diaphragm wall* selain sebagai penahan tanah (*retaining wall*) juga sebagai dinding pada lantai *basement* (Syawal, 1997), dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. *Diaphragm wall*

Penggunaan *secant pile* pada *Underpass* Simpang Mandai Makassar membutuhkan biaya sebesar Rp. 53.576.204.892,563, sedangkan *diaphragm wall* yaitu membutuhkan biaya sebesar Rp. 55.645.762.098,049 (Latif, 2021). Pada proyek perbaikan pondasi bendungan Semantok, analisa dengan *secant pile* didapat waktu pelaksanaan 301 hari dengan biaya Rp. 198,009,706,092.05, sedangkan dengan *diaphragm wall* didapat waktu pelaksanaan 74 hari dengan biaya Rp.149,974,022,220.27 (Pitaloka, et al., 2021). Pada *Underpass* PTC, Surabaya, dengan kombinasi *secant pile* dan *sheet pile* didapat *displacement* sebesar 0.8 cm, rencana anggaran biaya sebesar Rp. 46.496.648.400. Sedangkan kombinasi *diaphragm wall* dan *sheet pile* didapat *displacement* sebesar 1.7 cm, rencana anggaran

biaya sebesar Rp. 52.746.657.840 (Saputro, 2014). Penggunaan *diaphragm wall* pada Proyek Grand Dharmahusada Lagoon dapat memperkecil *displacement* yang terjadi pada dinding (Maharani, Nurtjahjaningtyas and Wicaksono, 2022). Penelitian ini dilakukan pada Proyek Pembangunan Revitalisasi Pusat Kesenian Jakarta Taman Ismail Marzuki menggunakan *secant pile* sebagai dinding penahan tanah.

Proyek ini berada ditengah kota yang padat bangunan, padat penduduk dan pada kawasan industri dimana banyak bangunan gedung tinggi disekitarnya seperti gedung kampus Institut Kesenian Jakarta, apartemen, dan yang paling utama karena tanah yang akan digali mempunyai kedalaman ± 20 meter (untuk *basement*). Penelitian ini memodifikasi *secant pile* menjadi *diaphragm wall* dengan konversi data-data *secant pile* dari *shop drawing* dan DED geoteknik. Perencanaan desain *diaphragm wall* dihasilkan dengan kekuatan, dimensi dan mutu yang sama dengan *secant pile*.

Dasar pemilihan *diaphragm wall* karena mempunyai fungsi yang sama dengan *secant pile*, cocok utk pemukiman padat, lokasi terbatas serta untuk dinding galian *basement*. Selanjutnya dianalisa biaya dan waktu dari kedua jenis dinding penahan tanah ini. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan alternatif terbaik dari penggunaan *secant pile* dan *diaphragm wall* dari segi biaya dan waktu pada Proyek Pembangunan Revitalisasi Pusat Kesenian Jakarta Taman Ismail Marzuki.

BAHAN DAN METODE

Metode penelitian dimulai dengan pengumpulan data berupa gambar kerja (*shop drawing*), spesifikasi teknis, harga satuan pekerjaan (upah, bahan, alat) yang terdapat pada wilayah proyek tersebut, DED Geoteknik. Selanjutnya pengolahan data dengan melakukan perencanaan *diaphragm wall* dengan mengkonversi dari *secant pile* menggunakan nilai momen maksimalnya untuk

perhitungan struktur sehingga menghasilkan desain *diaphragm wall*. Selanjutnya dilakukan perhitungan volume dari *secant pile* dan *diaphragm wall*, analisa biaya dan waktu sehingga didapatkan rekomendasi terbaik. Menurut Saputro (2014) berikut cara mendesain perencanaan penulangan *diaphragm wall*. Untuk perencanaan dinding *diaphragm wall*, direncanakan berdasarkan momen $M_{max} = 71,2$ tm. Direncanakan tulangan dinding:

Mutu beton (f'_c)	= 40 Mpa
Mutu Baja (f_y)	= 400 Mpa
M_{max}	= 71,2 tm
Tebal dinding diafragma	= 1000 mm
Diameter tulangan utama	= 25 mm
Diameter tulangan bagi	= 19 mm
Diameter tulangan geser	= 16 mm
Selimut beton	= 50 mm

$d = t - \text{selimut beton} - 0,5 \text{ } \varnothing \text{ tulangan utama}$
 $- \varnothing \text{ tulangan memanjang}$
 $= 1000 \text{ mm} - 50 \text{ mm} - 12,5 \text{ mm} - 9,5 \text{ mm}$

$$\rho_{balance} = \frac{0,85 \times f_c \times \beta}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y}$$

$$= \frac{0,85 \times 40 \times 0,8}{400} \times \frac{600}{600 + 400}$$

$$\rho_{max} = 0,75 \times \rho_{balance}$$

$$= 0,75 \times 0,0408$$

$$= 0,0306$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y}$$

$$= \frac{1,4}{400}$$

$$= 0,0035$$

Koefisien ketahanan

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \times b \times d^2}$$

$$= \frac{712.000.000}{0,85 \times 1000 \times 928^2}$$

$$= 0,97 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{400}{0,85 \times f'_c}$$

$$= \frac{400}{0,85 \times 40} = 11,76$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2mR}{f_y}} \right]$$

$$= \frac{1}{11,76} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 11,76 \times 0,97}{400}} \right]$$

$$= 0,0025$$

Maka digunakan $= \rho_{min}$

Luas tulangan

a. Tulangan Horizontal

$$As_{perlu} = \rho \times b \times d$$

$$= 0,0035 \times 1000 \times 928$$

$$= 3248 \text{ mm}^2$$

Digunakan Tulangan utama :

$$\varnothing 25 - 150 (As = 3272,53 \text{ mm}^2)$$

b. Tulangan Vertikal

Untuk tulangan bagi diambil 20% dari As terpasang:

$$As_{perlu} = 20\% \times 3272,53$$

$$= 654,5 \text{ mm}^2$$

Digunakan Tulangan utama :

$$\varnothing 19 - 150 (As = 945 \text{ mm}^2)$$

c. Tulangan Geser

Nilai V_u yang didapat dari hasil analisa program plaxis 8.2 adalah sebesar 337,29 KN

Kekuatan beton :

$$V_c = 0,6 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{f'_c \times b \times d}$$

$$= 0,6 \times \frac{1}{6} \times \sqrt{400 \times 1000 \times 928}$$

$$= 586917,73 \text{ N} = 586,91 \text{ Kn}$$

$$\phi \cdot V_c \cdot 0,5 > V_u \text{ (tidak perlu tulangan geser)}$$

Adapun keterangan simbol dari rumus-rumus diatas yang digunakan dalam perencanaan dinding penahan tanah *diaphragm wall* adalah:

$\rho_{balance}$ = rasio tulangan berimbang

ρ_{max} = rasio tulangan maksimum

ρ_{min} = rasio tulangan minimum

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter perencanaan:

Mutu beton (f'_c)	= 30 Mpa
Mutu Baja (f_y)	= 5200 Mpa
M_{max}	= 82,6 tm
Tebal dinding diafragma	= 1000 mm
Diameter tulangan horizontal	= 19 mm
Diameter tulangan vertikal	= 19 mm
Diameter tulangan pengikat	= 13 mm
Selimut beton	= 50 mm
$d = t - \text{selimut beton} - 0,5 \varnothing \text{ tulangan utama}$ $- \varnothing \text{ tulangan memanjang}$	
	= 1000 mm – 50 mm – 9,5 mm – 19 mm
	= 921,5 mm

Perhitungan tulangan

Mencari nilai rasio tulangan

$$\rho_{balance} = \frac{0,85 \times f_c \times \beta}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y}$$

$$= \frac{0,85 \times 30 \times 0,8}{520} \times \frac{600}{600 + 400} = 0,021$$

$$\rho_{max} = 0,75 \times \rho_{balance}$$

$$= 0,75 \times 0,021$$

$$= 0,0158$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y}$$

$$= \frac{1,4}{400}$$

$$= 0,0027$$

Koefisien ketahanan

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \times b \times d^2}$$

$$= \frac{826.000.000}{0,85 \times 1000 \times 921,5^2}$$

$$= 1,144 \text{ N/mm}^2$$

$$m = \frac{400}{0,85 \times f'_c}$$

$$= \frac{400}{0,85 \times 30} = 20,392$$

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2mR}{f_y}} \right]$$

$$= \frac{1}{20,392} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 20,392 \times 1,144}{520}} \right]$$

$$= 0,0025$$

Maka digunakan = ρ_{min}

Luas tulangan

a. Tulangan Vertikal

$$A_s \text{ perlu} = \rho \times b \times d$$

$$= 0,0027 \times 1000 \times 921,5$$

$$= 2488,1 \text{ mm}^2$$

Digunakan Tulangan utama:

$$\varnothing 19 - 100 (A_s = 2833,85 \text{ mm}^2)$$

b. Tulangan Horizontal

Untuk tulangan bagi diambil 20% dari

As terpasang :

$$A_s \text{ perlu} = 20\% \times 2833,85$$

$$= 566,77 \text{ mm}^2$$

Digunakan Tulangan utama:

$$\varnothing 19 - 200 (A_s = 708,462 \text{ mm}^2)$$

c. Tulangan Geser

Nilai V_u yang didapat dari data adalah sebesar 612 KN. Tulangan geser direncanakan apabila : $V_u \geq V_c$

$$V_c = \phi \times 0,53 \times \sqrt{f'_c \times b \times d}$$

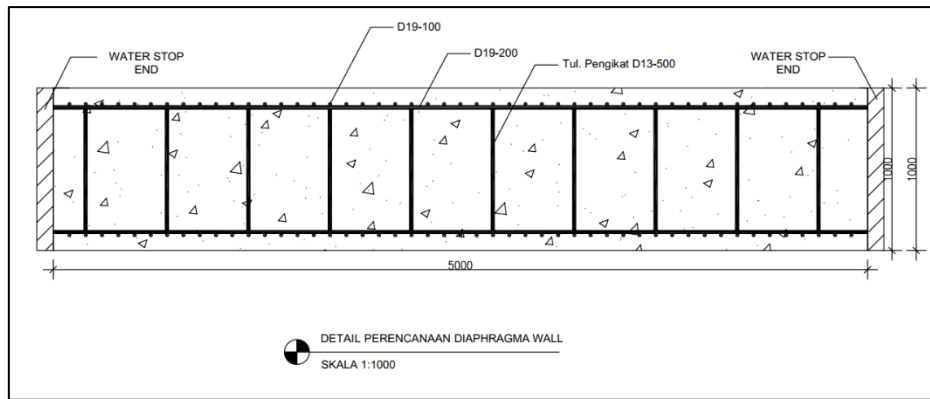
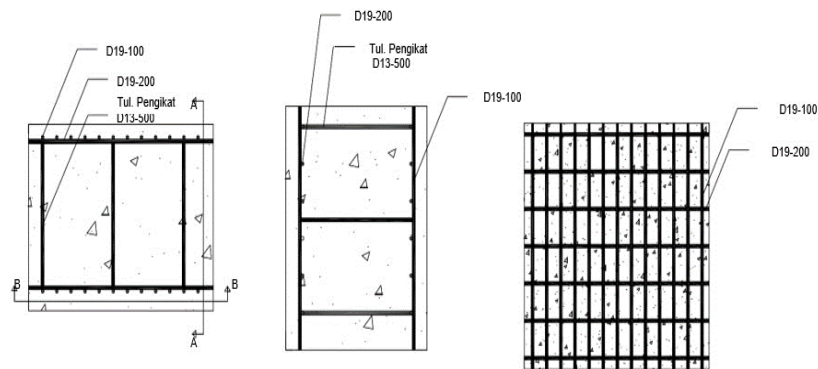
$$= 0,85 \times 0,53 \times$$

$$\sqrt{30 \times 1000 \times 921,5}$$

$$= 2368,62 \text{ KN}$$

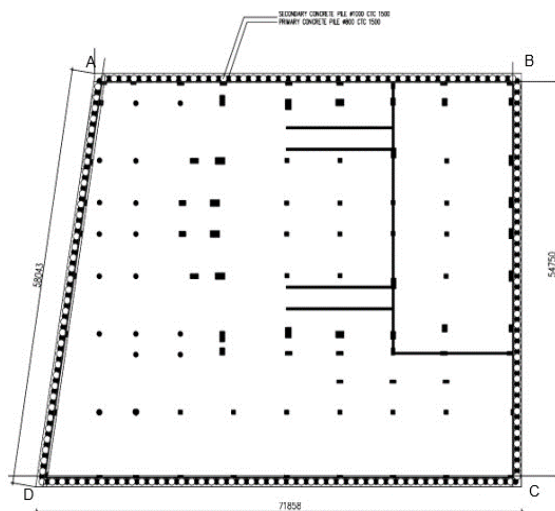
Dari perhitungan diatas Nilai $V_u < V_c$ maka tidak diperlukan tulangan geser, namun untuk alasan keamanan direncanakan tulangan pengikat D13.

Berikut desain perencanaan dinding penahan tanah *diaphragm wall* yang telah direncanakan sesuai perhitungan di atas:

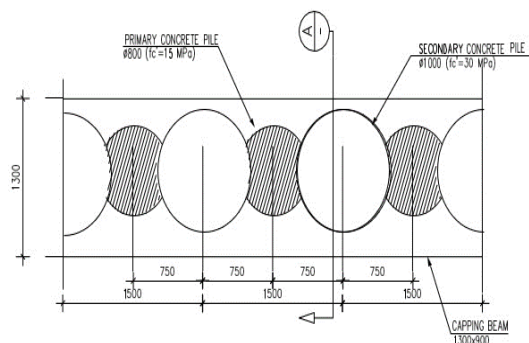
Gambar 3. Perencanaan Tulangan *diaphragm wall*Gambar 4. Detail *diaphragm wall*

Denah dinding penahan tanah

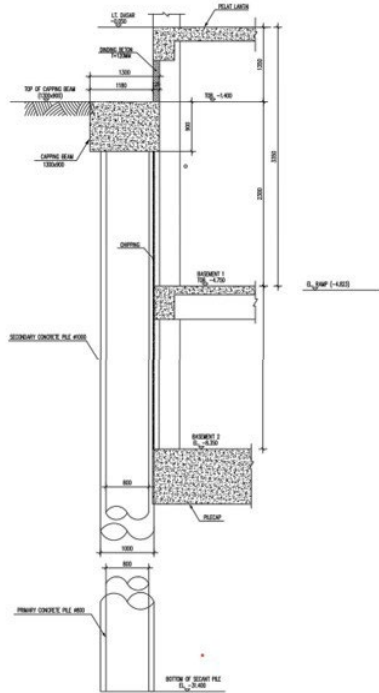
Denah dinding penahan tanah Proyek Pembangunan Revitalisasi Pusat Kesenian Jakarta Taman Ismail Marzuki dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Denah dinding penahan tanah

Gambar 6. Detail *secant pile*

Hasil perhitungan kuantitas dan anggaran biaya penggunaan *secant pile* pada Proyek Pembangunan Revitalisasi Pusat Kesenian Jakarta Taman Ismail Marzuki dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil perhitungan waktu pelaksanaan pekerjaan *secant pile* pada proyek Proyek Pembangunan Revitalisasi Pusat Kesenian Jakarta Taman Ismail Marzuki dapat dilihat pada Tabel 2.

Gambar 7. Detail potongan *secant pile*

Dari Tabel 1 didapat anggaran biaya penggunaan dinding penahan tanah *secant pile* pada proyek Proyek Pembangunan Revitalisasi Pusat Kesenian Jakarta Taman Ismail Marzuki sebesar Rp. 24.560.508.232,00. Dan dari Tabel 2 diatas, didapat durasi pelaksanaan pekerjaan

secant pile pada proyek Proyek Pembangunan Revitalisasi Pusat Kesenian Jakarta Taman Ismail 214 hari.

Dinding penahan tanah *Diaphragm wall*

Diaphragm wall yaitu dipakai untuk konstruksi bangunan dibawah permukaan tanah (*basement*) supaya tidak longsor atas beban diatasnya. Dinding Penahan Tanah jenis ini dibuat dengan sistem penggalian parit dengan bantuan lumpur pengeboran (*bentonite slurry/polymer*) dimana tahap akhir pekerjaan diisi dengan keranjang besi dan dicor langsung dengan beton ready mix. Detail dari dinding penahan tanah *diaphragm wall* dapat dilihat pada Gambar 4. Hasil perhitungan kuantitas dan anggaran biaya penggunaan *diaphragm wall* pada proyek Proyek Pembangunan Revitalisasi Pusat Kesenian Jakarta Taman Ismail Marzuki sebagaimana tersaji pada Tabel 3. Hasil perhitungan waktu pelaksanaan pekerjaan *diaphragm wall* pada proyek Proyek Pembangunan Revitalisasi Pusat Kesenian Jakarta Taman Ismail Marzuki dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 1. Rencana Anggaran Biaya *secant pile*

No	Uraian Pekerjaan	Kuantitas	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	Pekerjaan <i>Guide Wall</i> (Dinding Pengarah)	1.738,00	kg	46.814,97	81.364.423,74
2	Pekerjaan Pengeboran Tanah	6.334,01	m ³	74.437,03	471.484.734,07
3	Pekerjaan Pembesian	555.957,63	kg	29.955,63	16.654.058.602,72
4	Pekerjaan Beton <i>Primary Pile</i> Fc'15 Mpa	2.471,81	m ³	996.299,22	2.462.660.383,60
5	Pekerjaan Beton <i>Secondary Pile</i> Fc'30 Mpa	3.862,20	m ³	1.176.153,46	4.542.539.908,62
6	Pekerjaan Dinding Beton Fc' 30 MPa	296,22	m ³	1.176.153,46	348.400.179,10
				Biaya total	24.560.508.232

Tabel 2. Perhitungan durasi pekerjaan dinding penahan tanah *secant pile*

No	Uraian Pekerjaan	Indeks Penentu		Koef	Produktivitas /hari	Tenagakerja /alat	Durasi (hari)
1	Pekerjaan <i>Guide Wall</i> (Dinding Pengarah)	Pekerja	OH	0,06	16,667	15	7
2	Pekerjaan Pengeboran Tanah	Alat	jam	0,111	72,072	1	88
3	Pekerjaan Pembesian	Tukang	OH	0,007	142,857	40	98
4	Pekerjaan Beton <i>Primary Pile</i> Fc'15 Mpa	Alat	jam	0,020	400,000	1	7
5	Pekerjaan Beton <i>Secondary Pile</i> Fc'30 Mpa	Alat	jam	0,020	400,000	1	10
6	Pekerjaan Dinding Beton Fc' 30 MPa	Alat	jam	0,108	74,349	1	4
Durasi total							214

Tabel 3. Rencana anggaran biaya *diaphragm wall*

No	Uraian Pekerjaan	Kuantitas	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	Pekerjaan <i>Guide Wall</i> (Dinding Pengarah)	3.476,00	kg	46.814,97	162.728.847,47
2	Pekerjaan Galian Tanah	7.405,50	m ³	212.666,44	1.574.901.310,38
3	Pekerjaan Pembesian	660.848,66	kg	29.955,63	19.796.134.883,59
4	Pekerjaan Beton Fc'30 Mpa	7.248,78	m ³	1.176.153,46	8.525.677.706,70
Biaya total					30.059.442.748

Tabel 4. Perhitungan durasi pekerjaan dinding penahan tanah *diaphragm wall*

No	Uraian Pekerjaan	Indeks Penentu		Koef	Produktivitas /hari	Tenagakerja /alat	Durasi (hari)
1	Pekerjaan <i>Guide Wall</i> (Dinding Pengarah)	Pekerja	OH	0,06	16,667	24	9
2	Pekerjaan Galian Tanah	Alat	jam	0,11	72,727	1	102
3	Pekerjaan Pembesian	Tukang	OH	0,007	142,857	40	116
4	Pekerjaan Beton Fc'30 Mpa	Alat	jam	0,020	400,000	1	19
Durasi total							246

Dari Tabel 3 didapat anggaran biaya penggunaan dinding penahan tanah *diaphragm wall* pada proyek Proyek Pembangunan Revitalisasi Pusat Kesenian Jakarta Taman Ismail Marzuki sebesar Rp. 30.059.442.748,00.

Dari Tabel 4 diatas, didapat durasi pelaksanaan pekerjaan *diaphragm wall* pada

proyek Proyek Pembangunan Revitalisasi Pusat Kesenian Jakarta Taman Ismail 246 hari.

Rekapitulasi anggaran biaya dan waktu pelaksanaan Proyek Pembangunan Revitalisasi Pusat Kesenian Jakarta Taman Ismail Marzuki dengan dinding penahan tanah *secant pile* dan *diaphragm wall* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi perbandingan biaya dan waktu *secant pile* dan *diaphragm wall*

No	Keterangan	Dinding Penahan Tanah		Perbedaan
		<i>Secant pile</i>	<i>Diaphragm wall</i>	
1	Biaya Total (Rp)	24.560.508.232	30.059.442.748	5.498.934.516 (18,29 %)
2	Durasi Total (hari)	214	246	32

Dari Tabel 5 di atas, dapat diketahui biaya *secant pile* pada pembangunan Proyek Pembangunan Revitalisasi Pusat Kesenian Jakarta Taman Ismail Marzuki lebih murah 18,29% (sebesar Rp 5.498.934.516,00) dibandingkan menggunakan *diaphragm wall*. Dari segi waktu, penggunaan *secant pile* juga lebih cepat 32 hari dibandingkan *diaphragm wall*. Dalam hal ini penggunaan *secant pile* lebih direkomendasikan.

KESIMPULAN

Pada Proyek Revitalisasi Pusat Kesenian Jakarta Taman Ismail Marzuki, penggunaan dinding penahan tanah *secant pile* membutuhkan biaya sebesar Rp. 24.560.508.232,00 dengan waktu pelaksanaan 214 hari. Penggunaan dinding penahan tanah *diaphragm wall* membutuhkan biaya sebesar Rp. 30.059.442.748,00 dengan waktu pelaksanaan 246 hari kerja. Penggunaan dinding penahan tanah *secant pile* lebih murah 18,29% (Rp. 5.498.934.516,00) dan waktu pelaksanaan lebih cepat 32 hari dibandingkan *diaphragm wall* sehingga dinding penahan tanah *secant pile* lebih direkomendasikan.

REFERENSI

- Aditya, V., 2018. *Studi Stabilitas Secant pile Sebagai Retaining Wall dengan Perkuatan Ground Anchor pada Proyek Grand Dharmahusada Lagoon – Olive Tower Surabaya*. Universitas Muhammadiyah Jember. Available at: <http://repository.unmuhjember.ac.id/3311/>.
- Ariyani, Asrulfa, Y., 2012. Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah dan Rembesan Pada Embung Babadan, Desa Girikerto, Kec. Turi, Kab. Sleman, Yogyakarta. *Majalah Ilmiah UKRIM* Edisi 2/th XVII/2012, pp. 15–32.
- Ernesto, M.R., Silitonga, Sembiring, T.M., Tampubolon, J.D., Jeumpa, K.J., 2019. Teknik Pelaksanaan Secondary Secant pile Sebagai Dinding Penahan Tanah (Retaining Wall) dalam Pembangunan Rumah Pompa Pada Proyek Optimalisasi Jaringan Pipa Air Limbah di Kota Medan, *Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur*. 1(1). doi:10.24114/jntsa.v1i1.16972.
- Khuzaifah, E., 2019. Studi tentang Dinding Penahan (Retaining Wall). *Swara Patra*. 9(1): 7–18.
- Latif, A. A., 2021. *Tinjauan Biaya Pelaksanaan Dinding Diaphragma Pada Proyek Pembangunan Underpass Simpang Mandai Makassar*, Universitas Bosowa Makassar. Makassar.
- Maharani, T., Nurtjahjaningtyas, I., Wicaksono, L.A., 2021. Analisa Perbandingan Pelaksanaan Secant pile Dengan Diaphragm wall Sebagai Perbaikan Pondasi Bendungan Semantok. *Jurnal JOS-MRK*. 2(3): 298–303. doi: 10.55404/jos-mrk.2021.02.03.298-303.
- Maharani, T., Nurtjahjaningtyas, I., Wicaksono, L. A., 2022 Desain Ulang Dinding Penahan Tanah Menggunakan Dinding Diafragma dan Angkur pada Tanah Lunak (Studi Kasus: Grand Dharmahusada Lagoon). *Jurnal Rekayasa Sipil dan Lingkungan*. 5(2): 142–154. doi: 10.19184/jrsl.v5i2.19035.
- Pasaribu, R.E.S., 2018. *Analisa Dinding Penahan Tanah Secant pile pada Pembangunan Underpass*. Repository UHN.
- Pitaloka, A. D., Khamim, M., Lidyanningtias,

- D., 2021. Analisa Perbandingan Pelaksanaan *Secant pile* Dengan *Diaphragm wall* Sebagai Perbaikan Pondasi Bendungan Semantok. *Jurnal JOS-MRK*. 2(3): 298–303. doi: 10.55404/jos-mrk.2021.02.03.298-303.
- Saputro, R.A., 2014. *Perencanaan Konstruksi Dinding Penahan Tanah Pada Underpass PTC, Surabaya*. Institut Teknologi Sepuluh Novemver, Surabaya.
- Sebayang, E. A., 2014. *Perencanaan Stabilitas Lereng dengan Sheet Pile dan Perkuatan Geogrid Menggunakan Metode Elemen Hingga*. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Soetjipto, J.W., Suyoso, H., Prakasa, R.A.T., 2014. Perbandingan Metode Pelaksanaan Dinding Penahan Tanah Pada Proyek Underpass Dewa Ruci Menggunakan *Secant pile* Dan *Sheet Pile*. In: *The 17th FSTPT International Symposium, Jember University*. Jember.
- Syawal, A., 1997. Landasan teori 2.1', in, pp. 5–33. Available at: [https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/3147/05.2 bab 2.pdf?s](https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/3147/05.2%20bab%202.pdf?s).
- Zulfikar, A., 2020. Mengenal Fungsi dan Jenis Dinding Penahan Tanah, Konstruksi Lahan Miring. Available at: <https://berita.99.co/dinding-penahan-tanah/>
- Yuda, D.G., Solicha, N., 2019. *Pelaksanaan Dinding Penahan Tanah Secant pile pada Proyek Pembangunan pada Apartemen Grand Shamaya Surabaya*. UPN Veteran. Jawa Timur.