

Studi Stabilitas *Secant Pile* Sebagai *Retaining Wall* dengan Perkuatan *Ground Anchor* pada Proyek Grand Dharmahusada Lagoon – Olive Tower Surabaya

Virgiawan Aditya

Dosen Pembimbing :

Arief Alihudin, ST., MT. ; Ir. Pujo Priyono, MT.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Jln. Karimata 49, Jember 68121, Indonesia

ABSTRACT

In the Tower Olive Grand Dharmahusada Lagoon project, includes structural (bottom structure work and upper structure). Bottom structure includes a 3 storey basement building. Based on the condition need an evaluation of the stability of construction based on the theory of plaster and analysis by the Plaxis program. So the writer want to do study the stability of secant pile construction on the basement wall of Tower Olive Grand Dharmahusada Lagoon project in clay soil conditions.

The study of stability of this secant pile construction includes stability to the security of the construction and moments on a ground anchor secant pile section. The stages include the collection of technical drawings, soil investigation data, soil behavior analysis, and stability calculation analysis.

The results show that the secant pile stability study where stability calculations using Plaxis relief programs and calculations with plaster wall theory resulted in the same maximum moment, which is above ground excavation. Where the moment value of the plaxis program is 558.67 KN.m, and the calculation manually that produces the difference is not too far that is 519.085 KN.m. The deflection value of Plaxis program resulted 11.8 cm which is still smaller than the allowable deflection based on RSNI - 2002 which is 14.4 cm.

Keywords: Wall, Soil, Pile, Anchor

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pertambahan penduduk pada daerah perkotaan berarti bertambah pula pada jumlah hunian yang akan menampung kegiatan mereka. Sementara itu lahan yang tersedia tergolong rendah untuk jumlah penduduk yang cukup besar. Sehingga diperlukan suatu hunian yang vertikal. Apartemen menjadi satu alternative hunian untuk mengatasi permintaan kebutuhan hunian yang semakin meningkat di wilayah perkotaan dan kota besar (metropolitan).

Proyek pembangunan Grand Dharmahusada Lagoon tower 1 (Olive tower) merupakan salah satu proyek gedung yang dimiliki oleh PT.Pembangunan Perumahan Properti. Proyek pembangunan gedung ini juga merupakan salah satu usaha yang dilakukan oleh pihak owner guna menambah kawasan superblok dengan fasilitas yang lengkap sebagai upaya untuk memenuhi kebutuhan hunian di Kota Surabaya yang saat ini mulai keterbatasan lahan.

Proyek Tower Olive Grand Dharmahusada Lagoon, meliputi pekerjaan structural pekerjaan struktur bawah dan struktur atas. Pekerjaan struktur atas meliputi bangunan 43 lantai dan pekerjaan struktur bawah meliputi bangunan basement 3 lantai. Karena bangunan basement letaknya dibawah permukaan tanah maka diperlukan suatu struktur penahan tanah untuk basement tersebut.

Dalam perencanaannya perlu diperhatikan aspek geoteknik mengenai perencanaan konstruksi dinding penahan tanah tersebut. Konstruksi ini digunakan untuk menjaga kestabilan tanah dan mencegah keruntuhan konstruksi akibat tekanan tanah.

Berdasarkan hal tersebut, perlunya perhatian dalam kontrol stabilitas dimana dalam tugas akhir ini digunakan teori dinding turap yang akan dikorelasikan dengan analisa oleh program Plaxis untuk mencari tahu perilaku momen dan gaya

terhadap penampang *secant pile*. Maka dari itu penulisan tugas akhir ini dibuat untuk studi stabilitas konstruksi *secant pile* pada dinding basement proyek Tower Olive Grand Dharmahusada Lagoon dalam kondisi tanah lempung.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam meninjau efisiensi dan stabilitas konstruksi *sheet pile* dan *secant pile* pada dinding basement proyek Tower Olive Grand Dharmahusada Lagoon ini, yaitu:

1. Bagaimana kondisi geologi lapisan tanah basement?
2. Bagaimana stabilitas konstruksi *secant pile* dengan perkuatan *ground anchor* pada dinding basement proyek Tower Olive Grand Dharmahusada Lagoon?
3. Bagaimana korelasi antara teori dinding turap (*free end method*) dengan analisa *secant pile* oleh program Plaxis?

Batasan Masalah

Batasan masalah pada penulisan tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Aspek yang saya tinjau adalah struktur dinding penahan tanah pada proyek Tower Olive Grand Dharmahusada Lagoon meliputi perhitungan struktur *secant pile*, *ground anchor* dan gambar teknik.
2. Tidak meninjau perhitungan manajemen waktu pelaksanaan proyek.
3. Tidak menghitung struktur atas bangunan.

Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan dari penyusunan tugas akhir ini yaitu:

1. Mengetahui kondisi geologi lapisan tanah.
2. Menghitung stabilitas *secant pile* dengan perkuatan *ground anchor* pada dinding basement proyek Tower Olive Grand Dharmahusada Lagoon.

- Mengetahui korelasi-korelasi antara dinding turap (*free end method*) dengan analisa *secant pile* oleh program Plaxis.

Manfaat Analisis

Penulisan skripsi ini diharapkan bermanfaat sebagai:

- Sebagai referensi bagi siapa saja yang membacanya khususnya bagi mahasiswa yang menghadapi masalah yang sama mengenai *Retaining Wall* berjenis *secant pile* ini.
- Dalam kajian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan pembaca secara umum berkaitan dengan kontrol gaya-gaya pada dinding penahan tanah.
- Penulis berharap dengan ditulisnya tugas akhir ini dapat menambah pengetahuan tentang metode-metode yang tepat dalam memilih jenis konstruksi penahan tanah yang tepat.
- Penulis berharap dapat memberikan pemahaman mengenai kapasitas daya dukung *secant pile*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Secant Pile

Secant pile dipasang ke dalam tanah dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu, baru kemudian diisi dengan tulangan dan dicor beton. Tiang ini biasanya dipakai pada tanah yang stabil dan kukuh, sehingga memungkinkan untuk membentuk lubang yang stabil dengan alat bor. Jika tanah mengandung air, pipa besi dibutuhkan untuk menahan dinding lubang dan pipa ini ditarik keatas pada waktu pengecoran beton. Pada tanah yang keras atau batuan lunak, dasar tiang dapat dibesarkan untuk menambah tahanan dukung ujung tiang.

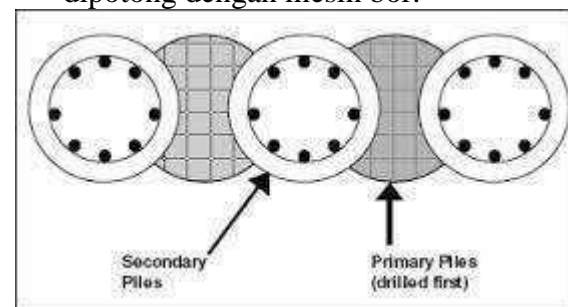
Secant pile merupakan sebuah keharusan untuk pembangunan sebuah gedung bertingkat tinggi dengan jumlah basement lebih dari dua lapis. Munculnya galian tanah basement akan membuat

perubahan struktur tanah di sekitarnya. Resiko yang paling awal adalah runtuhnya tanah di sekitar lokasi galian, sehingga akan ada pergerakan gedung di sekitarnya. Bahayanya adalah gedung akan bergeser. Pergerakan gedung di sekitar galian biasanya terlihat dari adanya retakan tanah di sekitar gedung. Selanjutnya akan diikuti dengan miringnya gedung tersebut.

Kejadian seperti ini tentulah tidak dikehendaki. Untuk mengantisipasi faktor tersebut dan demi kelancaran pekerjaan pembangunan, maka dibuatlah dinding penahan tanah atau *secant pile*. *Secant pile* ini memakai pile yang disusun berdempetan sedemikian rupa untuk mendapatkan daya tahan terhadap tekanan tanah lateral. Biasa juga disebut dengan istilah *retaining wall*.

Ada dua jenis *pile* yang mempunyai karakteristik yang berbeda yaitu:

- Pile* primer yang merupakan rangka struktur utama dinding penahan tanah terbuat dari beton bertulang. Bila dirasa kurang aman, diperlukan support kekuatan berupa pemasangan ankur tanah (*ground anchor*).
- Pile* sekunder terbuat dari campuran semen dan bentonite, tanpa tulangan. *Pile* sekunder harus mudah dipotong dengan mesin bor.



Tanah Kohesif

Tanah kohesif seperti lempung, lempung berpasir atau berkerikil, lempung berlanau yang sebagian besar butiran tanahnya terdiri dari butiran halus.

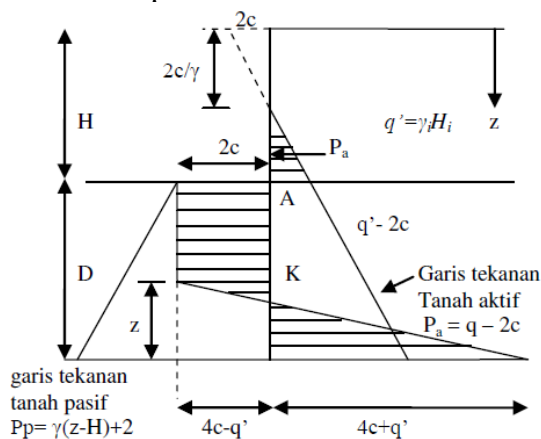
Tanah kohesif mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

- Kuat geser rendah, terutama bila kadar air tinggi atau jenuh.

- 2) Berkurang kuat gesernya, bila kadar air bertambah.
- 3) Berkurang kuat gesernya, bila struktur tanahnya terganggu.
- 4) Bila basah bersifat plastis dan mudah mampat.
- 5) Menyusut bila kering dan mengembang bila basah.
- 6) Berubah volumenya dengan bertambahnya waktu akibat rangkai (creep) pada beban yang konstan.
- 7) Merupakan material kedap air.

Turap Kantilever Pada Tanah Kohesif

Perancangan turap pada tanah kohesif sangat kompleks, karena kuat geser tanah tersebut berubah dengan berjalannya waktu. Dengan demikian tekanan tanah pada turap berubah pula dari waktu ke waktu. Tinjauan stabilitas jangka panjang juga harus diperhatikan akibat geser tanah lempung yang berubah dengan waktunya. Analisis harus didasarkan pada parameter tegangan aktif φ' dan c' yang diperoleh dari pengujian teraksial *consolidated drained* (terkonsolidasi-terdrainase), atau dari pengujian *consolidated undrained* (terkonsolidasi-tak terdrainase) dimana dalam pengujian ini diadakan pengukuran tekanan air pori.



Pada kondisi runtuh, tekanan tanah aktif dinyatakan oleh

$$P_a = \gamma z \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) - 2c \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$$

$$P_p = \gamma z \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) + 2c \operatorname{tg} \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)$$

Karena pada tanah kohesif jenuh $\varphi = 0$

$$K_a = \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) = 1$$

$$K_p = \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) = 1$$

Maka untuk $\varphi = 0$, $K_a = K_p = 1$

Dengan memperhatikan persamaan-persamaan tersebut ; tekanan tanah pasif didepan turap, secara umum dapat dinyatakan oleh persamaan:

$$P_p = \gamma(z - H) + 2c \text{ untuk } z > H$$

Tekanan tanah aktif dari belakang turap:

$$p_a = \gamma z - 2c$$

Dengan,

z = kedalaman tanah dibawah tanah asli (permukaan tanah urug)

$c = c_u =$ kohesi tanah pada kondisi undrained

γ = berat volume efektif (berat volume basah bila tanah diatas maka air dan berat volume terapung bila terendam air)

$H =$ tinggi tanah yang berada diatas dasar galian

Bila tanah tidak homogeny, berlapis atau sebagian terendam air maka tekanan efektif merupakan tekanan *overburden* efektif, yaitu $q' = \sum \gamma_i H_i$ gunakan berat volume apung (γ') bila tanah terendam air.

Zone tanah lempung yang mengalami tarikan abaikan. Cara hitung perancangan sama dengan turap kantilever pada tanah granuler. Titik k dan kedalaman penembusan turap D dipilih sedemikian sehingga harus memenuhi 2 kriteria:

- a. Jumlah gaya-gaya horizontal sama dengan nol.
- b. Jumlah momen pada sembarang titik sama dengan nol,

Dari jumlah gaya-gaya horizontal sama dengan nol ($F_H = 0$):

$$p_a + (p'_p - p_p) = 0$$

$$(p'_p - p_p) = 4cz - D(4c - q')$$

$$P_a + 4cz - D(4c - q')$$

Sehingga:

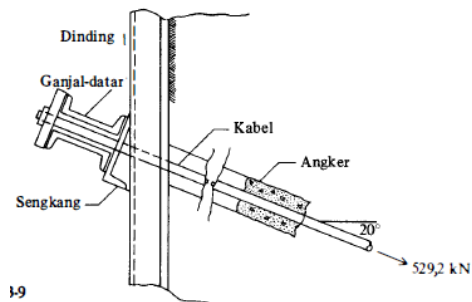
$$z = \frac{D(4c - q')P_a}{4c}$$

Jumlah momen pada sembarang titik sama dengan nol,

$$P_a(\gamma + D) - \left(\frac{D^2}{2} \right) (4c - q) + \left(\frac{z^2}{3} \right) (4c) = 0$$

Dengan y = jarak resultan gaya-gaya tekanan tanah aktif diatas dasar galian terhadap dasar galian (titik A). Substitusi persamaan-persamaan tersebut dan dengan melakukan penyederhanaan, diperoleh persamaan untuk menentukan kedalaman penetrasi turap (D).

Pengangkeran Pancang Turap



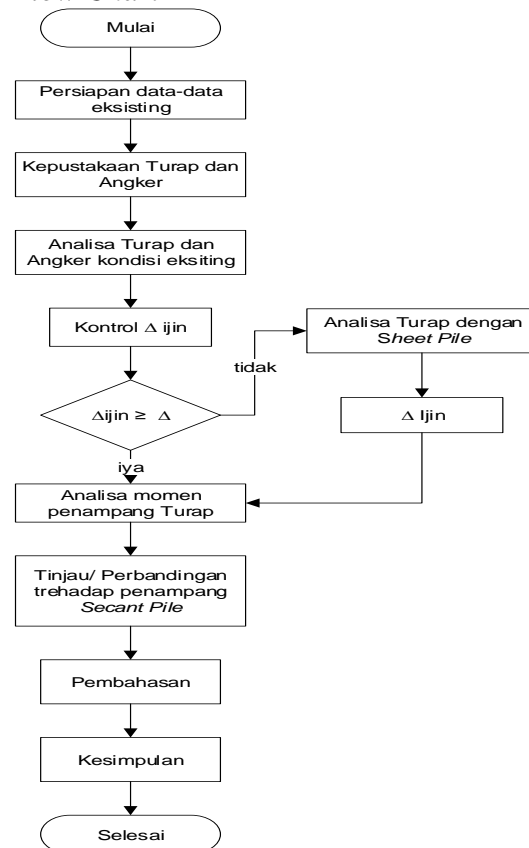
Berdasarkan RSNI3, untuk mencari kapasitas tarik *ground anchor* dengan cara sebagai berikut :

$$R_{ult} = \alpha \times A_s \times L_s \times S_u$$

Dimana α adalah nilai adesi tanah pada dimana ankur terbenam, A_s adalah luas penampang ankur (*bond length*), L_s sebagai panjang ankur tertanam, dan S_u sebagai kuat geser rata-rata tanah pada terbenamnya ankur

3. METODE PERENCANAAN

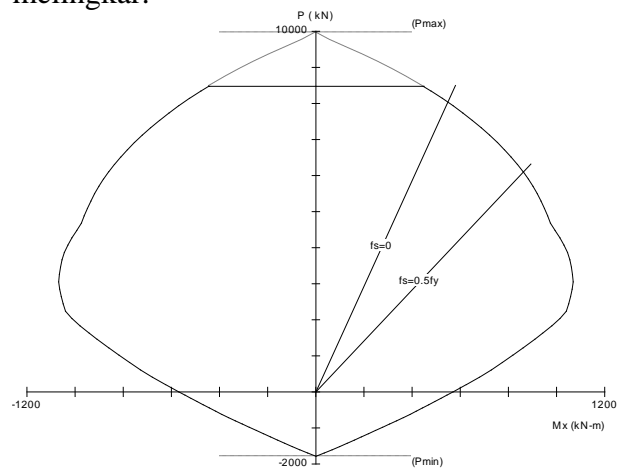
Flow Chart



4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Analisa Kapasitas Secant Pile

Untuk menganalisa kemampuan atau kapasitas dari *secant pile* dalam menahan tekanan tanah, kali ini menggunakan bantuan program PCAcolumn. Tulangan vertikal yang digunakan berdiameter 22 mm dipasang sebanyak 16 buah secara melingkar.



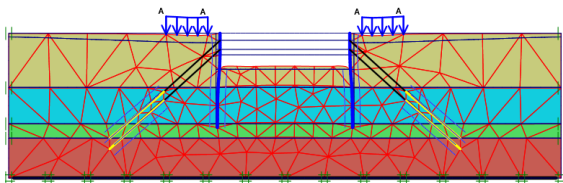
Analisa Struktur dengan Program Plaxis V.8.2

Analisa struktur dinding penahan tanah yang akan dilakukan menggunakan program Plaxis V.8.2 dengan cara memasukan parameter-parameter data tanah yang dibutuhkan dan menggambar permodelan struktur sesuai dengan data teknis gambar dilapangan, lalu melakukan analisa pertahanan pekerjaan.

1. Deformed Mesh

Berdasarkan hasil perhitungan tahap keenam yaitu pekerjaan galian sedalam 6 meter. Analisa selanjutnya tahap ketujuh oleh program Plaxis pekerjaan galian sedalam 10 meter mendapatkan nilai sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Displacement total} &= 122.21 \times 10^{-3} \\ &= 0.122 \text{ meter} \\ &= 12.2 \text{ cm} \end{aligned}$$

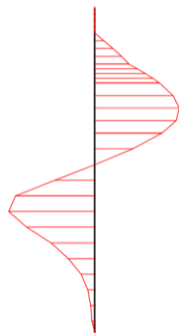


2. Bending Momen

Hasil analisa bending momen yang terjadi terhadap *secant pile* oleh program Plaxis sebagai berikut :

$$\text{Bending momen} = 558.67 \text{ KN.m}$$

Dimana keluaran plaxis ini menunjukkan nilai *bending* momen terbesar terhadap *secant pile*.

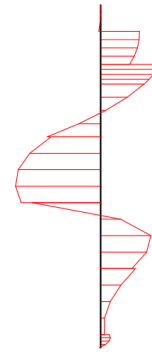


3. Gaya Geser (*Shear Forces*)

Hasil analisa gaya geser (*Shear Forces*) yang terjadi terhadap *secant pile* oleh program Plaxis sebagai berikut :

$$\text{Shear Forces} = 212.4 \text{ KN/m}$$

Dimana keluaran plaxis ini menunjukkan nilai *shear forces* terbesar terhadap *secant pile*.



4. Lendutan

Hasil analisa lendutan yang terjadi terhadap *secant pile* oleh program Plaxis sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Lendutan} &= 118.96 \times 10^{-3} \text{ meter} \\ &= 0.118 \text{ meter} \\ &= 11.8 \text{ cm} \end{aligned}$$

Dimana keluaran plaxis ini menunjukkan nilai lendutan terbesar terhadap *secant pile*.



Kontrol Momen Penampang Turap

Pada kondisi tanah lempung (berkohesi), muka air 1 meter dibawah elevasi tanah asli, dan galian sedalam 10 meter.

Mencari nilai q' ,

$$\begin{aligned} Q' &= (q \times h) + (y' \cdot 1 + h) \\ &= 14.8 + 71.19 \\ &= 85.99 \text{ KN/m} \end{aligned}$$

Menghitung titik tangkap 0,

$$\begin{aligned} Y &= \frac{q' \times Ka}{y' (Kp - Ka)} \\ &= \frac{85.99}{13.01} \\ &= 6.6 \text{ m} \end{aligned}$$

Menghitung gaya yang bekerja dibawah garis galian,

$$4C - q' = 320 - 85.99$$

$$\begin{aligned}
 &= 234.01 \text{ KN/m} \\
 4C + q' &= 320 + 85.99 \\
 &= 405.99 \text{ KN/m}
 \end{aligned}$$

Menghitung gaya aktif yang bekerja,

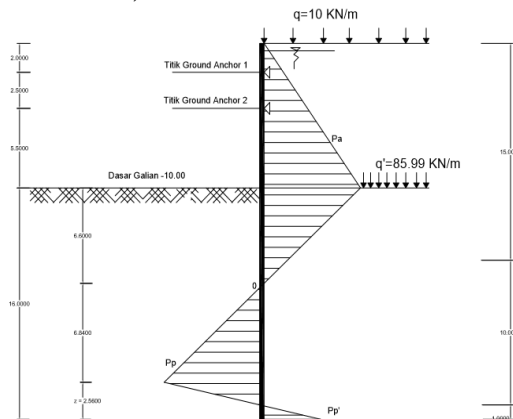
$$\begin{aligned}
 P_a &= (0.5 \times q' \times K_a \times H - 2C \times \sqrt{K_a} \times \\
 &H) + (0.5 \times q' \times K_a \times y - 2C \times \\
 &\sqrt{K_a} \times y) \\
 &= 319.985 + 211.502 \\
 &= 531.48 \text{ KN/m}
 \end{aligned}$$

Menghitung nilai z,

$$Z = \frac{D(4C - q') - P_a}{4C} = \frac{1918.882 - 937.478}{320}$$

$$= 3.067 \text{ m}$$

Sehingga diagram tekanan tanah sebagai berikut,



Analisa diagram momen melalui program SAP2000, untuk mengetahui momen terbesar pada penampang *secant pile*, Berdasarkan hasil dari program SAP2000 diketahui momen terbesar berada diatas tanah galian.

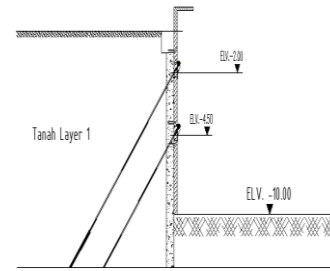
Kontrol Gaya Tekanan Tanah

Berdasarkan hasil analisa program Plaxis mendapatkan nilai-nilai sebagai berikut :

$$\text{Bending momen} = 558.67 \text{ KN.m}$$

$$\text{Gaya geser} = 212.4 \text{ KN/m}$$

Dimana nilai-nilai dari hasil analisis tersebut dikoreksi secara manual berdasarkan letak momen terbesar itu terjadi, dimana dan momen terbesar itu terletak diatas tanah galian. Analisis perhitungan manual sebagai berikut:



Menghitung nilai Ka,

$$\begin{aligned}
 K_a &= \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \\
 &= \tan^2 \left(45 - \frac{21}{2} \right) \\
 &= 0.472
 \end{aligned}$$

Menghitung tekanan tanah aktif,

$$\begin{aligned}
 P_a &= \frac{1}{2} \times \gamma \times K_a \times H^2 - 2 \times C \times \\
 &\sqrt{K_a} \times H \\
 &= \frac{1}{2} \times 14.8 \times 0.472 \times 10^2 - 2 \times \\
 &8 \times \sqrt{0.472} \times 10 \\
 &= 239.58 \text{ KN/m}
 \end{aligned}$$

Menghitung tekanan tanah akibat beban q terbagi rata, dimana beban q = 10 KN/m (beban perumahan),

$$\begin{aligned}
 P_q &= q \times k_a \times H \\
 &= 10 \times 0.472 \times 10 \\
 &= 47.24 \text{ KN/m}
 \end{aligned}$$

Sehingga momen akibat tekanan tanah,

$$\begin{aligned}
 M &= (P_a + P_q) \times \text{Jarak} \\
 &= (239.58 + 47.24) \times \left(10 - \left(\frac{10}{3} \right) - 4.5 \right) \\
 &= (239.58 + 47.24) \times 2.167 \\
 &= 519.085 \text{ KN.m}
 \end{aligned}$$

Jadi momen analisis manual diketahui sebesar 519.085 KN.m, selisihnya tidak terlalu jauh dengan nilai dari analisis program plaxis yaitu 558.67 KN.m, sehingga hasil analisis oleh program Plaxis dapat digunakan.

Kontrol Kedalaman Pemancangan

Kedalaman yang aman terhadap *hydrodynamic* berarti konstruksi dinding aman pada saat dilakukan dewatering, sehingga pada saat proses penggalian nantinya aliran air tidak akan menjadi

masalah yang serius dan dewatering aman untuk dilakukan.

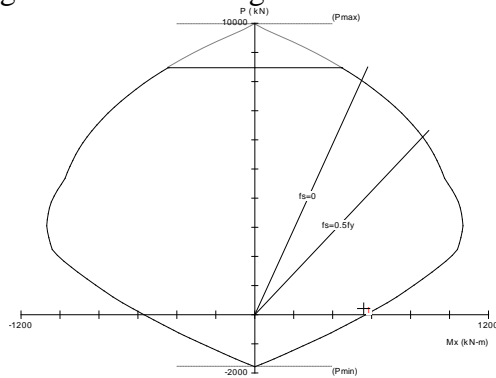
Kedalaman D_c aman dapat dihitung dengan mengontrol rasio antara lain gradien hidrolis i dengan gradien hidrolis kritis.

- i (gradien hidrolis) \times SF $<$ i_{cr} (gradien hidrolis kritis).

$$\begin{aligned} i_{exit} \times 1.2 &< i_{critical} \\ \frac{\Delta h}{D_c} \times 1.2 &< \frac{\gamma'}{\gamma_w} \\ \frac{10}{D_c} \times 1.2 &< \frac{6.96}{9.8} \\ \frac{12}{D_c} &< 0.71 \\ 12 &< 0.71 D_c \\ D_c &> 14.067 \\ 16 &> 14.067 \text{ OK!} \end{aligned}$$

Kontrol Kapasitas Secant Pile

Berdasarkan nilai-nilai hasil analisa dari program Plaxis pada tahap pekerjaan ketujuh, perlu adanya kontrol terhadap kapasitas *secant pile*. Sehingga digunakan program PCAcolumn serta menghasilkan diagram interaksi sebagai berikut :



Berdasarkan hasil analisis dari program PCAcolumn menunjukkan bahwa nilai-nilai yang diinput masih didalam batas dari diagram interaksi. Sehingga *secant pile* dapat dinyatakan aman terhadap gaya dan momen yang dihasilkan oleh tekanan tanah.

Kontrol Lendutan

Dinding *secant pile* yang digunakan memiliki bentang yang cukup panjang, sehingga lendutan yang terjadi besar. Berdasarkan RSNI3 tahun 2002, batas

lendutan yang terjadi pada *secant pile* akibat beban tekanan tanah sebesar $L/150$.

$$\begin{aligned} \Delta \text{ ijin} &= 26000 / 150 \\ &= 144.44 \text{ mm} \\ &= 14.4 \text{ cm} \end{aligned}$$

Nilai lendutan maksimum yang terjadi pada program Plaxis pada tahap pekerjaan ketujuh sebesar 11.8 cm akibat beban tekanan tanah. Nilai lendutan yang terjadi lebih kecil dari nilai lendutan ijin, sehingga pada dinding *secant pile* dinyatakan aman.

Kontrol Kapasitas Tarik Ground Anchor
Berdasarkan RSNI3, untuk mencari kapasitas tarik *ground anchor* dengan cara sebagai berikut :

$$R_{ult} = \alpha \times A_s \times L_s \times S_u$$

Dimana mencari luas selimut (A_s) *bond length*,

$$\begin{aligned} A_s &= \pi \times D \\ &= 3.14 \times 0.2 \\ &= 0.628 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

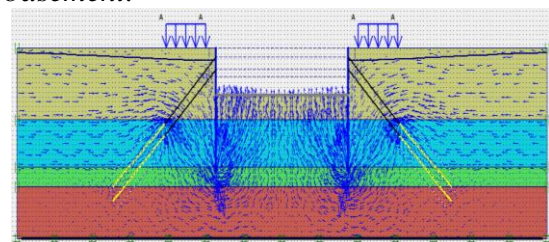
Sehingga kapasitas tarik *ground anchor*,

$$\begin{aligned} R_{ult} &= 0.3 \times 0.628 \times 19.2 \times 55 \\ &= 198.950 \text{ KN/m} \end{aligned}$$

Nilai kapasitas tarik *ground anchor* yang terjadi pada program Plaxis pada tahap pekerjaan ketujuh sebesar 137.2 KN/m. Nilai tarik yang terjadi lebih kecil dari nilai tarik ultimit, sehingga pada *ground anchor* dinyatakan aman.

Analisa Dewatering

Analisa dewatering ini berdasarkan hasil analisa oleh plaxis dimana kecepatan air didapat sebesar $V_{max} = 211.08 \times 10^{-6}$ meter/hari. Berikut keluaran gambar dimana air akan mengalir menuju galian *basement*.



Berdasarkan hasil tersebut, akan dianalisa debit air yang terjadi sebagai berikut :

$$Q = V_{maks} \times A$$

Dimana mencari luas penampang galian,

$$\begin{aligned} A &= P \times L \\ &= 40 \times 1 \\ &= 40 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

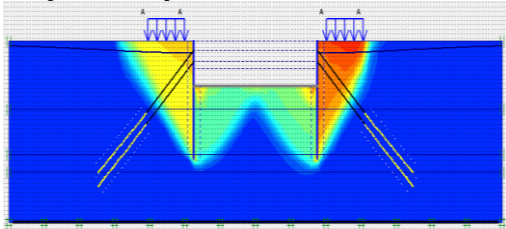
Sehingga debit air,

$$\begin{aligned} Q &= (211.08 \times 10^{-6}) \times 40 \\ &= 0.0084 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 8.4 \text{ liter/hari} \end{aligned}$$

Jadi air yang bergerak masuk kedalam galian *basement* yaitu 8.4 liter/hari.

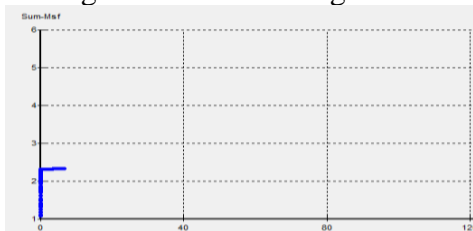
Analisa Bahaya Heaving

Berdasarkan hasil analisa program plaxis, dimana tahap ketujuh perlu diketahui angka keamanan terhadap bahaya *heaving* atau tanah menyembul keatas permukaan galian. Berikut data – data dari hasil analisa bahaya heaving pada tahap pekerjaan ketujuh :



Berdasarkan gambar diatas menjelaskan bahwa, gambar warna merah menunjukkan pergerakan tanah disekitar lebih besar, dan warna yang semakin memudar menunjukkan sebaliknya.

Kurva angka keamanan sebagai berikut :



Dimana dari kurva angka keamanan diatas, dapat dilihat bahwa angka keamanan untuk bahaya *heaving* pada saat galian ketujuh sebesar $2.3 > 1.5$ syarat minimal angka keamanan.

5. PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dari pembahasan Tugas Akhir tentang “Studi Stabilitas *Secant Pile* sebagai *Retaining Wall*

Dengan Perkuatan *Ground Anchor* pada *Basement* Proyek Grand Dharmahusada Lagoon – Olive Tower Surabaya” diperoleh sebagai berikut:

1. Berdasarkan data tanah SPT dan parameter-parameternya, kondisi tanah pada lokasi proyek ini adalah tanah lempung atau tanah berkohesi, muka air tanah yang cukup tinggi yaitu 1 meter dibawah permukaan tanah.
2. Berdasarkan hasil analisa oleh program Plaxis, lendutan yang terjadi pada *secant pile* dengan panjang 26 meter menghasilkan lendutan sebesar 11.8 cm yang ternyata masih lebih kecil dari lendutan ijin berdsarkan RSNI3 – 2002 yaitu 14.4 cm.
3. Berdasarkan hasil analisa oleh program Plaxis, penulis juga mengontrolnya dengan teori perhitungan dinding turap kantilever pada tanah kohesif dengan metode “*free end method*” untuk mengoreksi letak momen maksimum dan diagram momen yang terjadi, dan hasil analisa tersebut diagram momen dan momen maksimum sesuai dengan hasil perhitungan manual, yaitu terletak di atas garis galian tanah. Momen analisis manual diketahui sebesar 519.085 KN.m, Sedangkan analisa dengan program plaxis didapat sebesar 558.67 KN.m. Selisih dari hasil kedua cara ini tidak terlalu jauh.

Saran

1. Perlu adanya perhatian lebih, khususnya terhadap kondisi geologi tanah untuk perencanaan dinding penahan tanah yang menggunakan jenis *secant pile* agar mampu menahan tekanan lateral tanah, sehingga tidak terjadi kegagalan konstruksi saat penerapan dilapangan.
2. Mutu baja dan mutu beton untuk *secant pile* perlu adanya uji tes kualitas berskala, oleh penguji bersertifikat dan ahli pada bidangnya.

3. Untuk pemasangan *ground anchor* yang berfungsi sebagai perkuatan untuk konstruksi dinding penahan tanah sangat disarankan untuk dilakukan terutama pada galian tanah yang dalam, agar kestabilan dinding penahan tanah tetap terjaga dari bahaya pergerakan tanah.

6. DAFTAR PUSTAKA

Bowles, J.E. (1988). "Analisis dan Desain Pondasi Jilid I dan II," Jakarta : Erlangga

Das, Braja M. (1988). "Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid I dan II," Jakarta: Erlangga

Hardiyatmo, H.C. (2008). "Teknik Fondasi Jilid IV,".

BSN. SNI 8460, (2017). "Persyaratan perancangan geoteknik,".

BSN. SNI 03-2847-2013, (2013). "Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung,".

BSN, SNI 1727, (2013). "Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur lain

