

STUDI LITERATUR GALIAN DALAM BASEMENT DENGAN MUKA AIR TANAH DANGKAL

Muhammad Burhanuddin Dachlan¹, Helmy Darjanto², Hendro Sutowijoyo³

Teknik Sipi, Teknik, Universitas Narotama
Jl. Arief Rahman Hakim No. 51 Surabaya
Telp. (031)594-6404, Fax. (031)593-1213
E-mail: Burhaans13@gmail.com

ABSTRAKS

Permasalahan yang kerap muncul pada pembangunan suatu bangunan tinggi adalah saat pembuatan *basement*. Seperti diketahui *basement* adalah struktur spesifik, yang menuntut perlakuan khusus saat pembuatannya. Karenanya di perlukan suatu metode konstruksi galian *basement* yang dapat membuat *basement* tidak lagi menjadi suatu bagian yang krusial (kritis) dari keseluruhan proses pelaksanaan bangunan tinggi. Tugas akhir ini bertujuan untuk mengetahui penerapan metode konstruksi pembuatan *basement* dengan cara menguraikan tentang pelaksanaan dan perbandingan dinding penahan tanah, dengan menganalisis setiap jenis pekerjaan pada pembuatan *basement*, yaitu : pekerjaan *diaphragm wall*, *Secant pile*, Dan *ground anchor* dan *dewatering*. Hasil yang diperoleh setelah melakukan analisis dengan menggunakan program *Plaxis 8.2* adalah dipilihnya Dinding Penahan Tanah jenis *Diaphragm Wall* sebagai perencanaan, dengan panjang sedalam 15m dan tebal 0,4m. Dari analisis stabilitas didapatkan hasil nilai defleksi maksimum sebesar 23,31 mm dan didapatkan nilai *safety factor* sebesar 1.1613.

Kata Kunci : *basement, diaphragm wall, dewatering, ground anchor*

1. PENDAHULUAN

Pesatnya pembangunan prasarana fisik di kota besar yang antara lain berupa bangunan gedung membutuhkan lahan yang tidak sedikit. Kenyataan ini bertolak belakang dengan kondisi yang ada. Peruntukan lahan untuk berbagai kegiatan pembangunan semakin sempit dengan harga yang tinggi serta sulitnya untuk lahan pembangunan gedung-gedung. Akibatnya biaya pembebasan lahan dan biaya pembangunan secara keseluruhan menjadi sangat mahal. Keadaan ini mengakibatkan *transformasi vertikal* pada pembangunan gedung, baik gedung perkantoran maupun permukiman. *Transformasi vertikal* yang merupakan satu-satunya jawaban terhadap pesatnya pembangunan prasarana fisik dan kelangkaan lahan menyebabkan munculnya bangunan-bangunan tinggi [1]. Pada pekerjaan *basement* dan struktur bawah suatu bangunan tingkat tinggi, permasalahan utama yang sering terjadi adalah lokasi kerja yang sempit serta jarak antara bangunan yang berdekatan. Umumnya proses konstruksi dilaksanakan dari bawah ke atas (*upward Construction*). Pada metode ini pembuatan struktur bawah bangunan dilakukan dari bawah ke atas dengan menggali tanah terlebih dahulu. Aktivitas penggalian dapat dilakukan dengan berbagai metode misalnya menggunakan sistem *open-cut* (galian terbuka) atau dinding penahan tanah dengan sistem ankur. Penerapan *open-cut* cukup rawan, karena penggalian yang terlalu dalam akan mengakibatkan instabilitas lereng yang dapat menyebabkan kelongsoran tanah. Selain itu sistem ini sulit diterapkan pada

pembuatan multi *basement* dengan lokasi kerja terbatas. Metode-metode galian seperti tersebut diatas tidak mungkin dilaksanakan pada proyek dengan areal sempit, jarak antar bangunan yang berdekatan dan kondisi geologis tanah yang buruk. Apabila penerapannya tetap dipaksakan, stabilitas bangunan di sekitar lokasi kerja akan terganggu bahkan lebih jauh dapat mengakibatkan berbagai kerusakan baik struktural maupun non struktural. Karena itu diperlukan metode pelaksanaan yang mampu meminimalisir berbagai permasalahan di atas.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Stabilitas Lereng

Mengetahui kekuatan stabilitas lereng merupakan hal yang terpenting untuk dipertimbangkan dalam mendirikan konstruksi di sekitar padat bangunan. Karena jika lereng (galian) mengalami kegagalan dan longsor dapat berakibat fatal terhadap konstruksi yang ada di sekitar bangunan. Stabilitas lereng di pengaruhi oleh adanya gaya gravitasi, naiknya permukaan air tanah, erosi yang disebabkan karena air yang mengalir, serta karena gempa[2]. Suatu lereng dikatakan stabil jika memiliki nilai (*safety factor*) lebih besar dari 1 (satu).Angka keamanan (*Safety Factor*) adalah rasio kekuatan geser tanah dengan tegangan geser tanah.

$$F = \frac{\tau_f}{\tau_d}$$

$$= \frac{\text{kekuatan geser rata - rata dari tanah}}{\text{tegangan geser rata - rata yang bekerja di bidang longsor}}$$

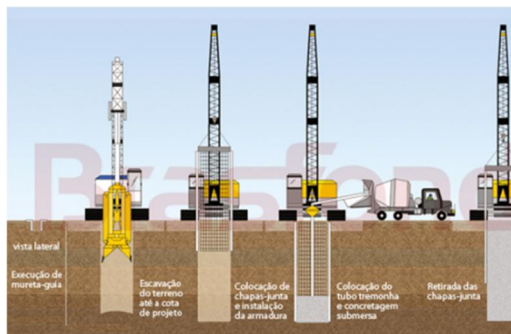
Dimana untuk kriteria FS dibagi menjadi beberapa yaitu :

FS > 1.5 yaitu lereng dapat dikatakan stabil.
 FS = 1.5 yaitu lereng dikatakan memiliki keseimbangan yang bagus. Namun, dapat longsor jika ada sedikit gangguan.
 FS < 1.5 yaitu lereng tidak memiliki kestabilan dan dapat mengalami kelongsoran.

2.2 Diaphragm Wall

Diaphragm wall atau dinding sekat adalah suatu konstruksi dinding beton bertulang yang dibuat dengan cara *slurry trenching* yaitu mengisikan beton pada galian *trench* (parit) yang sudah dibuat lebih dahulu dan di isi dengan *slurry* bentonite sebagai stabilisator dinding galian, kemudian di isi dengan beton setelah sangkar tulangan dipasang [3]. Penggunaan sistem dinding *Diaphragm* sangat ekonomis karena ada banyak faktor menguntungkan bila dibandingkan dengan sistem *retaining wall* beruntun.

Seperti halnya pekerjaan dinding penahan pada umumnya maka step pertama adalah melakukan penggalian. Penggalian dengan menggunakan mesin *grab*. Lebar galian adalah setebal dinding *diaphragm* antara 30cm–50cm sedangkan panjang galian adalah sekitar 5 meter. Kedalaman galian disesuaikan dengan kebutuhan kedalaman *basement*. Misalnya untuk 2 *basement* maka kedalaman minimal adalah 10 meter. Bersamaan dengan melakukan pengalihan ini harus juga dialirkan campuran air + bentonite secara *continue*, agar tidak terjadi keruntuhan. Sebelum rangkaian tulangan besi (*reinforcement*) dimasukkan (untuk *cor in situ*) atau panel precast masuk. Sistem pengalihan dilakukan secara selang-seling. Hal ini dilakukan untuk meminimalkan terjadinya keruntuhan pada dinding galian. dapat dilihat pada Gambar 1:



Gambar 1. Ilustrasi pekerjaan *diaphragm wall* (Brasfond, 2010)

<http://www.brasfond.com.br/fundacoes/ingles/pdiafragma.html>

2.3 Ground Anchor

Ground anchor merupakan model perkuatan yang menggunakan sistem pengankuran guna untuk menyalurkan gaya tarik yang bekerja pada ankur kedalam batuan atau tanah pendukung. Memberi kesetimbangan antara konstruksi yang di ankur serta tanah sekitar merupakan fungsi dari adanya gaya tarik tersebut. *Ground anchor* terbuat dari semen *grouting* dengan kekuatan tekan $\geq 30 \text{ N/mm}^2$ untuk kubus dan $\geq 25 \text{ N/mm}^2$ untuk silinder. Dengan matrial penguat berupa tendon *strand* dengan $\varnothing 1.27 \text{ cm}$ (0.5 inchi). Untuk kepala ankur menggunakan *bearing plate* yang berfungsi untuk memegang tendon yang ditarik hingga mencapai 80% sesuai karakteristik tendon itu sendiri. Dengan penentuan kapasitas tarik *Ground Anchor*. *Fixed length* terbenam pada tanah kohesif ditentukan dengan Persamaan dibawah ini :

$$R_{ult} = \alpha A_s L_s S_{u(ave)}$$

Dimana :

- R_{ult} = kapasitas batas ankur tanah;
- A_s = luas selimut *fixed length*;
- L_s = panjang *fixed length*;
- S_{u(ave)} = kuat geser tak terdrainase tanah rata-rata sepanjang *fixed length*;
- α = faktor adhesi tergantung pada kuat geser tak terdrainase tanah.

Nb = Faktor α ini pada umumnya lebih besar dari faktor α pada fondasi tiang karena digunakannya pompa *grouting* dan bahan tambah pada *grout* untuk menghilangkan penyusutan.

Fixed length terbenam pada tanah non kohesif ditentukan dengan Persamaan dibawah ini :

$$R_{ult} = \sigma v' A_s L_s K_s$$

Dimana :

- R_{ult} = kapasitas batas ankur tanah;
- A_s = luas selimut *fixed length*;
- L_s = panjang *fixed length*;
- K_s = koefisien ankur tergantung pada tipe dan kepadatan tanah (Tabel 1)
- σv' = tegangan vertikal efektif pada tengah – tengah *fixed length*.

Tabel 1. Koefisien Angkur K_s (SNI-8460 2017)

TIPE TANAH	Kepadatan Tanah		
	Lepas (loose)	Kompak (compact)	Padat (dense)
Lanau non plastis	0.1	0.4	1
Pasir halus	0.2	0.6	1.5
Medium sand	0.5	1.2	2
Pasir kasar, kerikil	1	2	3

2.4 Dewatering

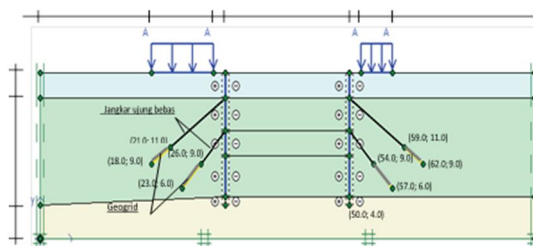
Dewatering adalah pekerjaan untuk dapat mengendalikan air (air tanah atau permukaan) agar tidak mengganggu atau menghambat proses pelaksanaan suatu konstruksi, terutama untuk pelaksanaan yang berada dalam tanah dan muka air tanah [4]. Penentuan banyaknya jumlah pompa dan volume air yang dikeringkan mengacu kepada data spesifikasi rencana bangunan, luas galian, kedalaman galian, *soil test*, dan kondisi lahan disekitar proyek.

3. Metode dan Pembahasan

Analisis dilakukan dengan menggunakan program/software *Plaxis 8.2* untuk menentukan analisis dinding penahan tanah dan angka keamanan (*safety factor*) pada galian *basement*. Dengan menggunakan analisis statis dan analisis *plane strain*. Parameter yang digunakan merupakan parameter *soil*, *diaphragm wall*, *secant pile*, *Ground anchor*, *dewatering*.

Pemodelan menggunakan *Plaxis 8.2*.

Permodelan dengan *plaxis* menggunakan model geometri line yang terdiri dari titik, garis, klaster, elemen, titik nodal yang di bentuk sesuai desain yang ada di lapangan seperti pada (Gambar 2). Data masukan yang digunakan berasal dari data lapangan dan laboratorium. Selanjutnya dilakukan perhitungan dalam *plaxis* untuk mengetahui *safety factor* yang didapat dari permodelan tersebut berdasarkan (SNI-846).[5]



Gambar 2. Pemodelan dengan Program *Plaxis 8.2*

Diagram alir penelitian

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada (Gambar 3).

Gambar 3. Bagan Alir Penelitian.

Analisis dan Pembahasan

Plaxis 8.2 Calculation. [6]

Dalam perhitungan (*calculation*) dibagi menjadi beberapa tahap/phase yaitu :

- a) **Initial Phase**
Default dari program, dimulai sebelum dilakukan penggalian (Fase 0).
- b) **Load and Wall (diaphragm wall / secant pile)**
 Tahap awal sesuai design awal dari model perencanaan dengan mengaktifkan dinding *diaphragm wall / secant pile*, lalu pemberian beban sebesar 10 kPa pada sisi kiri galian dan pemberian beban sebesar 5 kPa pada sisi kanan galian yang bekerja pada masing-masing bidang (Fase 1).
- c) **Excavation 3m**
 Tahap kedua dari model perencanaan galian *basement* dengan melakukan galian tahap pertama sedalam 3 meter dengan cara menonaktifkan kan *cluster* paling atas pada area galian (Fase 2).
- d) **Ground Anchor 1**
 Tahap ketiga dari model perencanaan galian yaitu dengan pemberian perkuatan *Ground anchor* (Fase 3).
- e) **Excavation 4m**
 Tahap keempat dari model perencanaan galian *basement* dengan melakukan galian tahap kedua sedalam 4 meter dengan cara menonaktifkan kan *cluster* kedua pada area galian (Fase 4).
- f) **Ground Anchor 2**

Tahap kelima dari model perencanaan galian yaitu dengan pemberian perkuatan *Ground anchor* tahap kedua (Fase 5).

g) **Excavation 3m**

Tahap keenam dari model perencanaan galian *basement* dengan melakukan galian tahap ketiga sedalam 3 meter dengan cara menonaktifkan *cluster* ketiga pada area galian (Fase 6).

h) **Safety Factor**

Tahap ketujuh dari model perencanaan galian *basement* yaitu tahapan akhir untuk mengetahui angka keamanan dari lereng setelah dilakukan perkuatan dengan *Diaphragm Wall / secant pile* dan *Ground Anchor* (Fase 7).

Data Parameter

Parameter *Soil and Interfaces* yang digunakan sebagai berikut (Tabel 2) :

Tabel 2. Parameter *Soil and Interfaces*

Lapisan/jenis tanah (type)	<i>Timbunan</i>	<i>Pasir</i>
	(<i>Drained</i>)	(<i>Drained</i>)
γ_{sat} Kn/m ³	20	20
γ_{unsat} Kn/m ²	16	16
$k_x=k_y$ m/day	1	1
ν	0.30	0.30
E_{ref} Kn/m ²	8000	8000
c_{ref} k n/m ²	1	1
ϕ	30	30
R_{inter}	0.045139	0.045139

Parameter *diaphragm wall* dan *secant pile*. yang digunakan sebagai berikut (Tabel 3) :

Tabel 3. Parameter *diaphragm wall* dan *secant pile*.

<i>Material Type</i>	<i>Diaphragm wall</i>	<i>Secant pile</i>
<i>EA</i>	1252257 kN/m	1328686 kN/m
<i>EI</i>	667870 kN/m	556559 kN/m
<i>d</i>	0.8 m	0.7 m
<i>W</i>	5.6 kN/m/m	2.9 kN/m/m
<i>v</i>	0.15	0.15

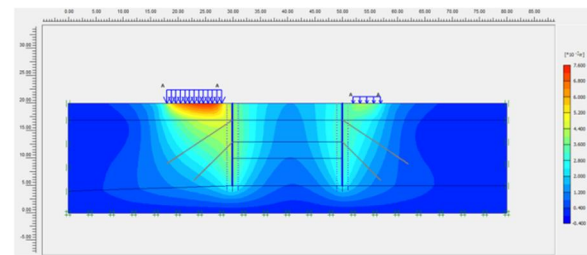
Parameter *Ground anchor* yang digunakan sebagai berikut (Tabel 4) :

Tabel 4. Parameter *Ground anchor*.

<i>Material Type</i>	<i>EA</i>	<i>L Space</i>
<i>Ground Anchor I</i>	120,000 kN/m	2.5 m
<i>Ground Anchor II</i>	200,000 kN/m	2.5 m

Model 1 perkuatan dengan *Diaphragm wall*.

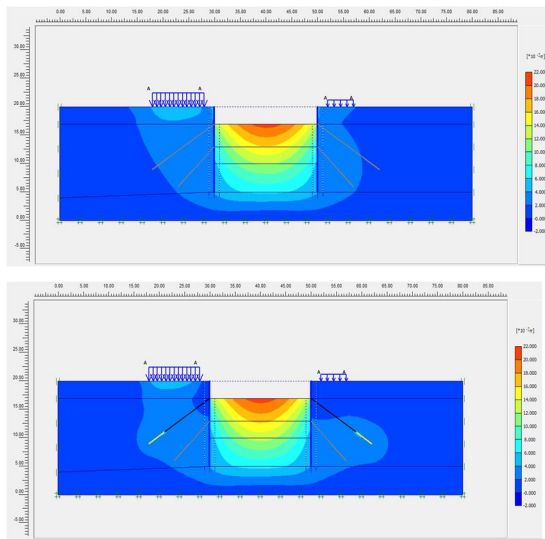
Pada tahap ini di lakukan pemasangan dinding penahan tanah (*Diaphragm wall*) dengan dimensi rencana galian selebar 20m dan kedalaman pemasangan *diaphragm wall* 15m, serta dilakukan pembebanan sebesar -10 kPa untuk beban permukaan di sisi kiri dan -5 kPa untuk beban di sisi kanan galian, dapat dilihat pada Gambar 4 :



Gambar 4. *Displacement* dan *Deformed mesh* fase 1

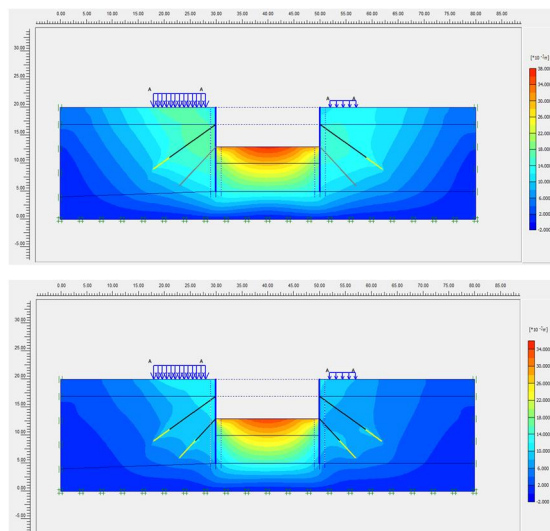
Excavation 3m dan *ground anchor* tahap I.

Pada tahap ini menunjukkan hasil galian tahap pertama dengan kedalaman 3 meter dan dilanjutkan dengan perkuatan dinding penahan tanah dengan *ground anchor* tahap I, dipasang dengan kedalaman maksimal mencapai tanah keras (*dense clay*) dan dilakukan *stressing* pada tendon sesuai beban layan yang mampu di tahan oleh *ground anchor* per m². Dengan kekuatan tarik maksimal 120 kNm, dapat dilihat pada Gambar 5 :



Gambar 5. Displacement dan Deformed mesh fase 2 dan 3

Excavation 4m dan ground anchor tahap II. Pada tahap ini menunjukkan hasil galian tahap kedua dengan kedalaman 4 meter dan dilanjutkan dengan perkuatan ground anchor tahap II, ground anchor dipasang dengan kedalaman maksimal mencapai tanah keras (dense clay) dan dilakukan stressing pada tendon sesuai beban layan yang mampu di tahan oleh ground anchor per m². Dengan kekuatan tarik maksimal 200 kNm, dapat dilihat pada Gambar 6 :



Gambar 6. Displacement dan Deformed mesh fase 4 dan 5

Analisis rembesan (seepage) dan Dewatering. Sebelum melanjutkan pekerjaan galian tahap ketiga perlu juga diperhatikan masalah rembesan (seepage) air yang masuk ke dalam area galian basement. Karena apabila rembesan air tidak dikontrol akan sangat berbahaya bagi pekerjaan galian basement. Maka perlu dilakukan perhitungan

untuk masalah rembesan air yg masuk dalam galian basement yang nantinya akan dilakukan pekerjaan selanjutnya yaitu dewatering. Berikut ini hasil dari perhitungan program plaxis tentang kecepatan rembesan air (flow field) yang masuk ke dalam galian, Berikut ini hasil dari kecepatan rembesan air (flow field) pada pada galian tahap kedua :
 $271.89 \times 10^{-3} \text{ m/day} = 0.2718 \text{ m/day} = 3.1468 \text{ m}^3/\text{s}$.

setelah diketahui kecepatan aliran air (flow field) langkah selanjutnya adalah menentukan jenis dan jumlah pompa untuk kebutuhan pekerjaan dewatering.

Pelaksanaan pekerjaan dewatering dilakukan apabila air rembesan sudah naik keatas permukaan tanah atau faktor lain yaitu masuknya air hujan ke dalam area galian basement dan mengganggu pekerjaan. Untuk mengetahui berapa total rembesan air yang masuk ke dalam area galian, dapat dirumuskan sebagai persamaan berikut ini :

$$(Q = V \cdot A)$$

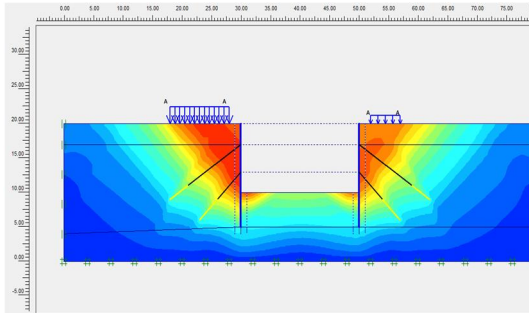
- Dimana :
- Q = Debit air
 - V = Velocity (Kecepatan Rembesan)
 - A = Luas Penampang
- Diketahui :
- V = $271.89 \times 10^{-3} \text{ m/day} = 0.2718 \text{ m/day} = 3.1468 \text{ m}^3/\text{s}$
 - A = 20m
- Ditanya :
- Q (debit air)
- Jawab :
- V . A
 - : $3.1468 \times 20 = 629.360 \text{ m}^3/\text{s}$
- Jadi :
- Q : $629.360 \text{ m}^3/\text{s} = 3.776 \text{ liter/m}$

Langka selanjutnya setelah diketahui nilai (Q) maka bisa direncanakan pekerjaan dewatering dan memilih kapasitas pompa air yang dibutuhkan untuk pekerjaan dewatering. Dalam perencanaan kali ini kita menggunakan metode dewatering Open Pumping.

Kapasitas pompa yang di butuhkan dalam pekerjaan dewatering kali ini yaitu minimal sebesar 5 liter/m karena debit air rembesan yang keluar dari dalam galian sebesar 3,776 liter/m. Dalam pemilihan pompa untuk pekerjaan dewatering sangat penting diperhatikan yaitu masalah daya hisap pompa dan kemampuan pompa mengalirkan air dari dasar galian atau sumber (total head) untuk di buang keluar.

Excavation 3m

Setelah melakukan *dewatering* pada galian tahap kedua lanjut pada pekerjaan galian tahap ketiga, Pada tahap ini menunjukkan hasil galian tahap ketiga dengan kedalaman 3 meter, dapat dilihat pada Gambar 7 :



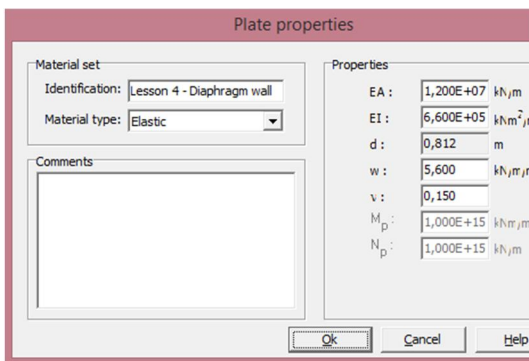
Gambar 7. Displacement dan Deformed mesh fase 6

Safety Factor (sf)

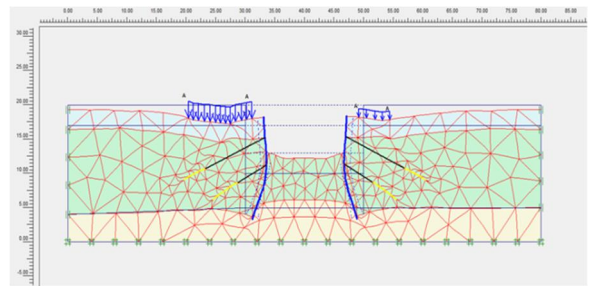
Dari hasil analisis menggunakan dinding penahan tanah *Diaphragm wall* dengan perkuatan *Ground Anchor* didapatkan angka keamanan (*Safety Factor*) sebesar **1.1613**. Hal ini lereng (galian) dinyatakan aman karena angka keamanan mendekati yang disyaratkan dari (SNI-8460 2017) yaitu nilai minimum sebesar $SF > 1.5$.

Material sets diaphragm wall

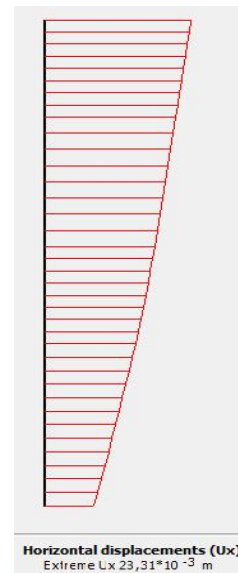
Dari data di bawah ini kita bisa mengetahui nilai material yang digunakan pada *diaphragma wall* dan hasil defleksi maksimum, dapat dilihat pada Gambar 8-10 :



Gambar 8. Parameter Material Diaphragm Wall



Gambar 9. Displacement dan Deformed mesh pada diaphragm wall



Gambar 10. Defleksi maksimum diaphragma wall

Kesimpulan dari analisa stabilitas dinding *diaphragm wall* menggunakan program bantu *Plaxis V.8.2* adalah :

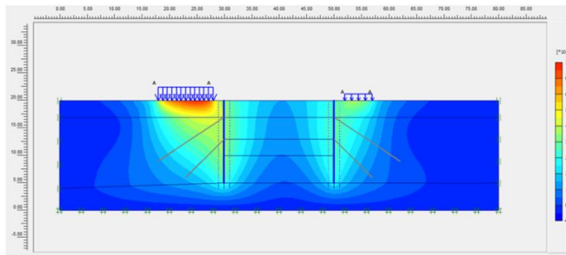
Defleksi Maksimum = 23,31 mm

Nilai Defleksi Maksimum < Defleksi ijin (1 inci) ... (OK)

Maka, *preliminary design* dari *Diaphragm Wall* ini dapat digunakan sebagai perencanaan.

Model 2 perkuatan dengan *Secant pile*.

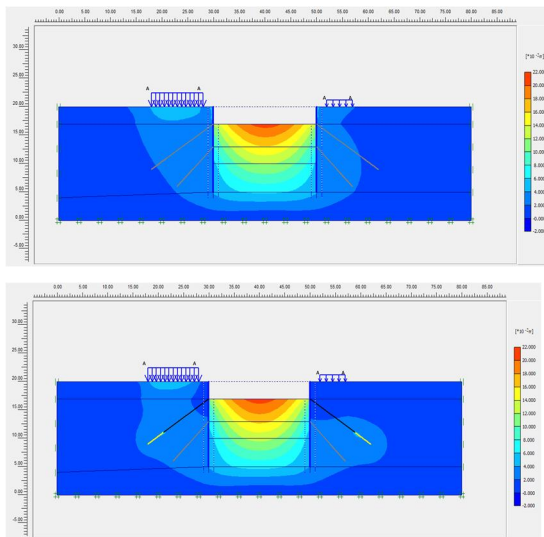
Pada tahap ini di lakukan pemasangan dinding penahan tanah (*Secant pile*) dengan dimensi rencana galian selebar 20m dan kedalaman pemasangan *diaphragm wall* 15m, serta dilakukan pembebanan sebesar -10 kPa untuk beban permukaan di sisi kiri dan -5 kPa untuk beban di sisi kanan galian, dapat dilihat pada Gambar 11 :



Gambar 11. Displacement dan Deformed mesh fase 1

Excavation 3m dan ground anchor tahap I.

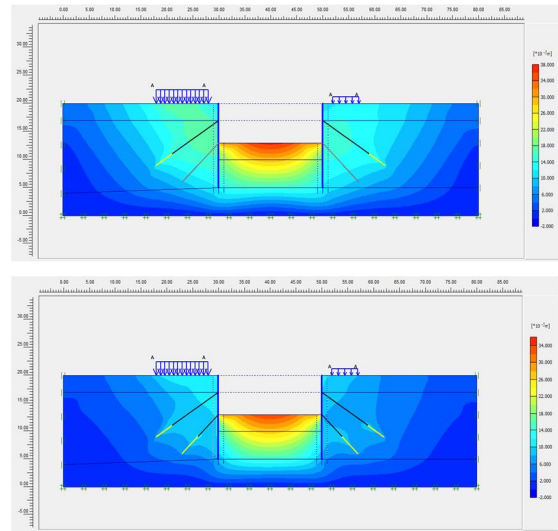
Pada tahap ini menunjukkan hasil galian tahap pertama dengan kedalaman 3 meter dan dilanjutkan dengan perkuatan dinding penahan tanah dengan *ground anchor* tahap I, dipasang dengan kedalaman maksimal mencapai tanah keras (*dense clay*) dan dilakukan *stressing* pada tendon sesuai beban layan yang mampu di tahan oleh *ground anchor* per m². Dengan kekuatan tarik maksimal 120 kNm, dapat dilihat pada Gambar 12 :



Gambar 12. Displacement dan Deformed mesh fase 2 dan 3

Excavation 4m dan ground anchor tahap II.

Pada tahap ini menunjukkan hasil galian tahap kedua dengan kedalaman 4 meter dan dilanjutkan dengan perkuatan *ground anchor* tahap II, *ground anchor* dipasang dengan kedalaman maksimal mencapai tanah keras (*dense clay*) dan dilakukan *stressing* pada tendon sesuai beban layan yang mampu di tahan oleh *ground anchor* per m². Dengan kekuatan tarik maksimal 200 kNm, dapat dilihat pada Gambar 13 :



Gambar 13. Displacement dan Deformed mesh fase 4 dan 5

Analisis rembesan (seepage) dan Dewatering.

Sebelum melanjutkan pekerjaan galian tahap ketiga perlu juga diperhatikan masalah rembesan (*seepage*) air yang masuk ke dalam area galian *basement*. Karena apabila rembesan air tidak dikontrol akan sangat berbahaya bagi pekerjaan galian *basement*. Maka perlu dilakukan perhitungan untuk masalah rembesan air yg masuk dalam galian *basement* yang nantinya akan dilakukan pekerjaan selanjutnya yaitu *dewatering*. Berikut ini hasil dari perhitungan program plaxis tentang kecepatan rembesan air (*flow field*) yang masuk ke dalam galian, Berikut ini hasil dari kecepatan rembesan air (*flow field*) pada pada galian tahap kedua :

$$271.89 \times 10^{-3} \text{ m/day} = 0.2718 \text{ m/day} = 3.1468 \text{ m}^3/\text{s}$$

setelah diketahui kecepatan aliran air (*flow field*) langkah selanjutnya adalah menentukan jenis dan jumlah pompa untuk kebutuhan pekerjaan *dewatering*.

Pelaksanaan pekerjaan *dewatering* dilakukan apabila air rembesan sudah naik keatas permukaan tanah atau faktor lain yaitu masuknya air hujan ke dalam area galian *basement* dan mengganggu pekerjaan. Untuk mengetahui berapa total rembesan air yang masuk ke dalam area galian, dapat dirumuskan sebagai persamaan berikut ini :

$$(Q = V.A)$$

- Dimana :
- Q = Debit air
- V = Velocity (Kecepatan Rembesan)
- A = Luas Penampang

Diketahui :

$$V = 271.89 \times 10^{-3} \text{ m/day} = 0.2718 \text{ m/day} = 3.1468 \text{ m}^3/\text{s}$$

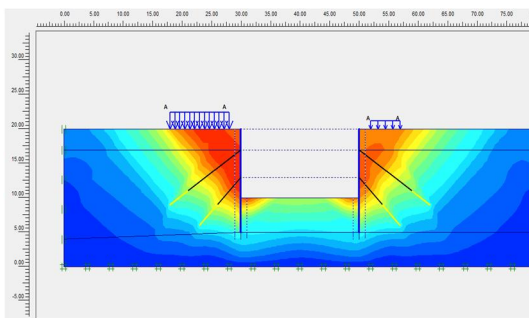
$$\begin{aligned}
 A &= 20\text{m} \\
 \text{Ditanya} &: Q \text{ (debit air)} \\
 \text{Jawab} &: V \cdot A \\
 &: 3.1468 \times 20 = 629.360 \\
 &\quad \text{m}^3/\text{s} \\
 \text{Jadi} &: \\
 Q &: 629.360 \text{ m}^3/\text{s} = 3.776 \\
 &\quad \text{liter/m}
 \end{aligned}$$

Langka selanjutnya setelah diketahui nilai (Q) maka bisa direncanakan pekerjaan *dewatering* dan memilih kapasitas pompa air yang dibutuhkan untuk pekerjaan *dewatering*. Dalam perencanaan kali ini kita menggunakan metode *dewatering Open Pumping*.

Kapasitas pompa yang di butuhkan dalam pekerjaan *dewatering* kali ini yaitu minimal sebesar **5 liter/m** karena debit air rembesan yang keluar dari dalam galian sebesar **3,776 liter/m**. Dalam pemilihan pompa untuk pekerjaan *dewatering* sangat penting diperhatikan yaitu masalah daya hisap pompa dan kemampuan pompa mengalirkan air dari dasar galian atau sumber (*total head*) untuk di buang keluar.

Excavation 3m

Setelah melakukan *dewatering* pada galian tahap kedua lanjut pada pekerjaan galian tahap ketiga, Pada tahap ini menunjukkan hasil galian tahap ketiga dengan kedalaman 3 meter, dapat dilihat pada Gambar 14 :



Gambar 14. *Displacement dan Deformed mesh* fase 6

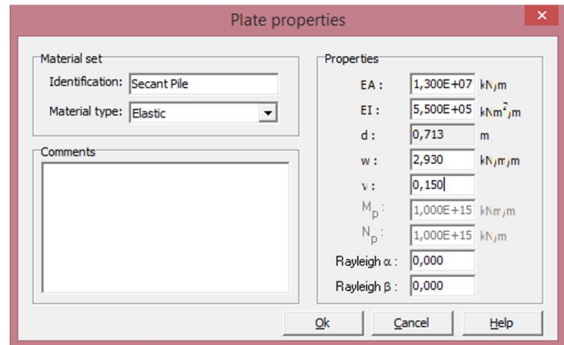
Safety Factor (sf)

Dari hasil analisis menggunakan dinding penahan tanah *Secant pile* dengan perkuatan *Ground anchor* didapatkan angka keamanan (*Safety Factor*) sebesar **1.2032**. Hal ini lereng (galian) dinyatakan aman karena angka keamanan mendekati yang disyaratkan dari (SNI-8460 2017) yaitu nilai minimum sebesar $SF > 1.5$.

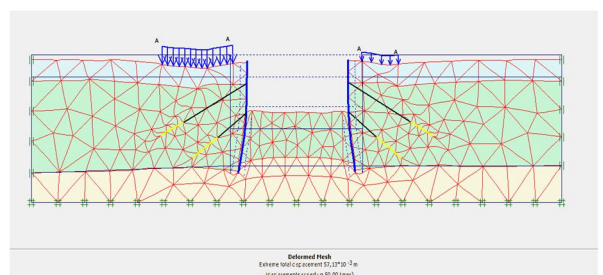
Material sets secant pile

Dari data di bawah ini kita bisa mengetahui nilai material yang digunakan pada *secant pile* dan hasil

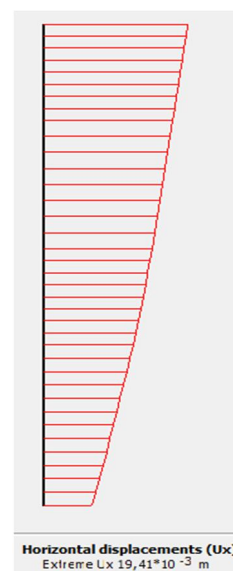
defleksi maksimum, dapat dilihat pada gambar 15 - 17:



Gambar 15. *Material sets secant pile*



Gambar 16. *Displacement dan Deformed mesh* pada *secant pile*



Gambar 17. *Defleksi maksimum secant pile*

Kesimpulan dari analisa stabilitas dinding *secant pile* menggunakan program bantu *Plaxis V.8.2* adalah :

Defleksi Maksimum = 19.41 mm
 Nilai Defleksi Maksimum < Defleksi ijin (1 inci) ... (OK)

Maka, *preliminary design* dari *secant pile* ini dapat digunakan sebagai perencanaan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis menggunakan *plaxis* di dapatkan hasil sebagai berikut :

1. Dalam pelaksanaan galian *basement* dengan muka air tanah dangkal harus diperhatikan beberapa pekerjaan diantaranya perhitungan dan metode pekerjaan dinding penahan tanah (*Diaphragm wall/Secant pile*) dan proses *dewatering* karena sangat berpengaruh dalam keberhasilan pembangunan galian *basement*. Dengan melakukan analisis menggunakan program *plaxis* dapat membantu perencanaan galian *basement* yang baik dan benar untuk diaplikasikan dilapangan nantinya.
2. Nilai *safety factor* galian *basement* yang didapat dengan menggunakan kekuatan *ground anchor* sebesar 1.1613 hasil analisis nilai SF (*safety factor*) hampir memenuhi menurut (SNI-8460 2017) sebesar $SF > 1.5$, Sedangkan dalam hasil analisis ini masih dibawah $SF < 1.5$ karena masih berupa perencanaan dan dalam kondisi galian terbuka. Jadi masih batas wajar dan memenuhi kondisi galian yang aman. Karena nantinya setelah dilakukan pekerjaan galian *basement* akan dilanjutkan pekerjaan lainya akan memperbesar nilai *safety factor* itu sendiri.

Daftar pustaka

- Asiyanto, *Kontruksi Dewatering*. Jakarta, 2006.
- Plaxis manual books v8, "PLAXIS Version 8 Manual," 2000.
- "Schueller , Wolfgang " Struktur bangunan bertingkat tinggi / Wolfgang Schueller ; penerjemah Januar Hakim " (1989)," no. 1989, p. 14982, 2020.
- SNI -8460, *Persyaratan Perancangan Geoteknik (SNI)*. Jakarta: BSN, 2017.
- Tekno manajemen, "DIAPHRAGM WALL CONSTRUCTION.," 2013. [Online]. Available:
<https://teknologikonstruksi.blogspotcom/2012/03/konstruksi-diafragma-wall.html>.
- V. N. . Murthy, *Principles and Practices of Soil Mechanics and Foundation Engineering*, vol. 1. 2002.

Halaman ini sengaja dikosongkan