



**EVALUASI STABILITAS DAN DEFORMASI TANAH LUNAK PADA  
PEMBANGUNAN BASEMENT**

***EVALUATION OF STABILITY AND SOFT SOIL DEFORMATION OF  
BASEMENT CONSTRUCTION***

**SKRIPSI**

Oleh

**MUHAMAD WAHYU AJI NURCAHYO**

**151910301111**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2019**



**EVALUASI STABILITAS DAN DEFORMASI TANAH LUNAK PADA  
PEMBANGUNAN BASEMENT**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil (S1)  
Fakultas Teknik Universitas Jember

Oleh

**Muhamad Wahyu Aji Nurcahyo**

**NIM 151910301111**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNK**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2019**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Allah SWT yang telah member anugerah dan rizky yang tak terhingga, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Kedua orang tua terhebat, Ibunda tercinta Fadilah dan Supiyati, dan ayahanda terinta Misti'i dan Sholihin yang terus memberikan bantuan doa, moril, materil, semangat, dan ada disetiap perjuanganku untuk menyelesaikan studi. Mbah Putri, Mbah Kakung, yang senantiasa memberikan doa kapanpun. Kakak dan Adik yang seru M. Hilmi Muhalla dan Shofuro Zamzami Ulinnajwa, tak lupa juga M. Yaslafi Nasril Ulum, Siti Jamila, dan Sekar Durrotun Nasifah serta Fairus Mumtazah yang selalu memberikan suntikan semangat guna menyelesaikan Skripsi ini.
3. Dosen pembimbing Bapak M. Farid Ma'ruf, S.T., M.T., Ph.D, Bapak Dr. Gusfan Halik S.T., M.T, Bapak Paksitya Purnama Putra S.T., M.T, serta dosen penguji Bapak Dwi Nurtanto, S.T., MT, dan Bapak Lutfi Amri Wicaksono, S.T., M.T, yang telah member arahan hingga terselesaikannya skripsi ini.
4. Guru-guruku mulai TPQ, Diniyah, TK, SD, SMP, SMA dan Perguruan Tinggi, yang telah memberikan ilmu dan bimbingannya dengan penuh kesabaran tanpa kenal lelah.
5. Teman-teman seperjuangan, sahabat-sahabati Rayon Teknologi dan Kesehatan, sahabat Ahmad, Bagus, Ima, Heni, Sholeh, Afiq, Febi, Novia, Mas Fikri, Mas Fahmi, Elok, Mbak Herlina, Mbak Zilfa, Mas Azmi, mas Rian, dan seluruh keluarga besar Rayon Teknologi dan Kesehatan terimakasih banyak, semoga apa yang kita impikan bisa menjadi kenyataan dan bermanfaat bagi lingkungan sekitar.
6. Teman-teman seperjuangan Teknik Sipil Unej Angkatan 2015 (kupu-kupu) terimakasih banyak atas pengalamannya mulai dari awal masuk sampai sekarang, semoga apa yang kita cita-citakan semuanya bisa bermanfaat bagi lingkungan sekitar.
7. Seluruh sivitas akademika Fakultas Teknik Universita Jember.

**MOTTO**

Setiap pilihan itu pasti ada muaranya masing-masing, setiap hal yang dipilih harus siap bertanggung jawab atas semua resiko yang dihasilkan.  
(Muhamad Wahyu Aji Nurcahyo)

Pilihan hidup itu ada 2, hidup untuk menghidupi atau hidup untuk mati.  
(Muhamad Wahyu Aji Nurcahyo)

Setiap kita hidup jangan lupa untuk selalu berkaca diri, karena berkaca diri adalah jalan pasti untuk peningkatan kualitas diri.  
(Muhamad Wahyu Aji Nurcahyo)



**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhamad Wahyu Aji Nurcahyo

NIM : 151910301111

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Evaluasi Stabilitas dan Deformasi Tanah Lunak Pada Pembangunan *Basement*” adalah benar-benar karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanp adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 4 Januari 2019

Yang menyatakan,

Muhamad Wahyu Aji Nurcahyo

NIM 151910301111

**SKRIPSI**

**EVALUASI STABILITAS DAN DEFORMASI TANAH LUNAK PADA  
PEMBANGUNAN BASEMENT**

**Oleh**

**Muhamad Wahyu Aji Nurcahyo**

**NIM 151910301111**

**Pembimbing**

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Gusfan Halik, S.T., MT.

Dosen Pembimbing Anggota : Paksitya Purnama Putra S.T., M.T

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul "Evaluasi Stabilitas Dan Deformasi Tanah Lunak Pada Pembangunan *Basement*" telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Senin, 14 Januari 2019

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember.

Tim Penguji:

Pembimbing Utama,

Dr. Gusfan Halik., ST., MT.  
NIP. 19710804 199803 1 002

Pembimbing Anggota,

Paksitya Furnama Putra, S.T., M.T.  
NIP. 760016798

Ketua Penguji,

Dwi Nurtanto ST., MT.  
NIP. 19731015 199802 1 001

Anggota Penguji,

a.n.

Lutfi Amri Wicaksono, ST., MT  
NIP 760016771

Mengesahkan,  
Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember



Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM  
NIP. 19681215 199503 2 001

## RINGKASAN

**Evaluasi Stabilitas dan Deformasi Tanah Lunak Pada Pembangunan Basement ; Muhamad Wahyu Aji Nurcahyo, 151910301111; 63 Halaman;** Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember.

Evaluasi pembangunan *basement* dilakukan guna mengetahui penyebab penurunan tanah sebesar 0,5 meter dilapangan, serta merumuskan alternatif solusi struktural yang tepat pada pembangunan *basement* Tower Olive di Apartemen Grand Dharma Husada Lagoon yang terletak di Jl. Raya Mulyosari No. 366 A, Mulyorejo, Surabaya Jawa Timur. Kedalaman total *basement* yang dibangun adalah 12 meter.

Evaluasi ini menggunakan bantuan perangkat lunak PLAXIS versi 8.1. Langkah pertama adalah memodelkan kondisi eksisting dengan perangkat lunak PLAXIS, selanjutnya menganalisis penyebab terjadinya penurunan tanah atau *displacement* dinding penahan tanah. Setelah mengetahui penyebab permasalahan dilapangan, selanjutnya merumuskan alternatif solusi struktural secara *trial and error* guna menambah kekuatan dari dinding penahan tanah yang sudah ada.

Pada pemodelan kondisi eksisting, didapat hasil maksimum *displacement* pada kedalaman 5 meter adalah 2,88 meter sedangkan pada kondisi eksisting masih 0,5 meter. Sedangkan *fail* terjadi pada kedalaman 9 meter. Hal ini dikarenakan dinding penahan tanah tidak bisa menahan gaya horizontal yang tanah berikan. Gaya yang diberikan oleh tanah adalah 442,5 kN sedangkan maksimal gaya lateral yang bisa diterima oleh *bored pile* adalah 163,42 kN.

Berdasarkan perumusan alternatif solusi struktural, didapatkan satu alternatif efisien, yang bisa menambah kekuatan struktural dari dinding penahan tanah yang sudah ada. Alternatif itu adalah perubahan jarak angkur menjadi 2 meter, serta penambahan jumlah layer angkur menjadi 5 layer dan ada penambahan struktur *deadman*. Struktur *deadman* yang digunakan adalah *bored pile* berdiameter 0,8 meter dengan kedalaman 40 meter. Mutu beton yang digunakan pada struktur *deadman* adalah K-350. Hal ini dibuktikan dengan dinding penahan tanah pada kedalaman 12 meter bisa menahan gaya lateral tanah akibat tanah, yaitu 1496.212



kN > 864,238 kN. Gaya-gaya dalam yang bekerja adalah gaya gesek maksimum yang bisa dipikul adalah sebesar 46,937 ton, *bending moment* maksimum 395 tm dan SF yang terjadi adalah 1,6. Namun perlu adanya perbaikan tanah karena total *displacement* yang terjadi cukup besar yaitu 7,1 m.



## SUMMARY

**Evaluation Stability and Deformation Soft Soil On The Basement Construction; Muhamad Wahyu Aji Nurcahyo, 151910301111; 2019; 63 Pages; Departement of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.**

Evaluation of basement construction was carried out to determine the cause of 0.5 meter land subsidence in the field, and formulate alternative structural solutions that are appropriate for construction the Tower Olive basement at the Grand Dharma Husada Lagoon Apartment located on Jl. Raya Mulyosari No. 366 A, Mulyorejo, Surabaya East Java. The total depth of the basement built is 12 meters.

Evaluation uses the 8.1 version of PLAXIS software. The first step is modeling the existing condition with PLAXIS software, then analyzing the causes of land subsidence or displacement of the retaining wall. After knowing the cause of the problem in the field, then formulating alternative structural solutions by trial and error to increase the strength of the existing retaining wall.

In modeling existing condition, the maximum displacement results obtained at a depth of 5 meters is 2.88 meters while the existing conditions are still 0.5 meters. Whereas files occur at a depth of 9 meters. This is because the retaining wall cannot hold the horizontal force that the soil provides. The force given by soil is 442.5 kN while the maximum lateral force that can be received by bored pile is 163.42 kN.

Based on the formulation alternative structural solutions, one efficient alternative was obtained, which could add structural strength of the existing retaining wall. The alternative is change the distance of anchor to 2 meters, and the addition of the number of anchor layers to 5 layers and there are additional deadman structures. The deadman structure used is bored pile with a diameter of 0.8 meters with a depth of 40 meters. The concrete quality used in the deadman structure is K-350. This is evidenced by the retaining wall at a depth of 12 meters which can withstand the lateral force of the soil due to land, which is 1496.212 kN

> 864,238 kN. The internal forces acting are the maximum friction that can be carried is 46.937 tons, the maximum bending moment is 395 tm and SF which occurs is 1.6. But there is a need for land improvement because the total displacement that occurs is quite large at 7,1 m.



## PRAKATA

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan limpahan rahmat dan hidayahNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Evaluasi Stabilitas dan Deformasi Tanah Lunak Pada Pembangunan *Basement*”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Selama penulisan skripsi ini penulis mendapat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Dr. Gusfan Halik, S.T., M.T, selaku pembimbing utama
3. Paksitya Purnama Putra, S.T., M.T, selaku pembimbing anggota
4. Dwi Nurtanto, S.T., M.T, selaku tim penguji
5. Luthfi Amri Wicaksono, S.T., M.T, selaku tim penguji
6. Teman Kerja Praktik yaitu Bagas, Azis, dan Mahmud, teman-teman kelas C dan tak lupa seluruh angkatan 2015 yang telah memberi semangat baik moril maupun materi.
7. Seluruh teman-teman di Teknik Sipil yang telah banyak membantu dalam kuliah dan proses penyelesaian skripsi.
8. Seluruh Dosen dan karyawan Teknik Sipil yang telah banyak membimbing selama kuliah.

Menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis senantiasa mengharapkan saran, kritik, yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat berguna bagi pembaca dan bagi penulis sendiri khususnya.

Jember, 8 Januari 2014

Penulis

DAFTAR ISI

|  |                                     |
|--|-------------------------------------|
| <b>HALAMAN SAMPUL</b> .....                  | i                                   |
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....                   | ii                                  |
| <b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....             | ivii                                |
| <b>HALAMAN MOTTO</b> .....                   | iv                                  |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....              | vi                                  |
| <b>HALAMAN PEMBIMBING</b> .....              | vi                                  |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....              | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>RINGKASAN</b> .....                       | viii                                |
| <b>SUMMARY</b> .....                         | x                                   |
| <b>PRAKATA</b> .....                         | xiii                                |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....                      | xiii                                |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b> .....                   | xv                                  |
| <b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....              | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>1.1 Latar Belakang</b> .....              | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>1.2 Tujuan Penelitian</b> .....           | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>1.3 Manfaat Penelitian</b> .....          | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>1.4 Batasan Penelitian</b> .....          | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....         | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>2.1 Dinding Penahan Tanah Turap</b> ..... | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.1.1 Dinding Turap Kayu .....               | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.1.2 Dinding Turap Beton .....              | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.1.3 Dinding Turap Baja .....               | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| <b>2.2 Penyelidikan Tanah</b> .....          | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.2.1 Uji Penetrasi Standar (SPT) .....      | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |
| 2.2.2 Uji Penetrasi Kerucut (CPT) .....      | <b>Error! Bookmark not defined.</b> |

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| <b>2.3 Tekanan Tanah Lateral.....</b>  | <b>Error! Bookmark not defined.</b>  |
| 2.3.1 Tekanan Tanah Lateral Dalam Keadaan Diam .....                                   | <b>Error! Bookmark not defined.</b>  |
| 2.3.2 Tekanan Tanah Aktif dan Pasif Menurut <i>Rankine</i> ..                          | <b>Error! Bookmark not defined.</b>  |
| <b>2.4 <i>Secant Pile</i> .....</b>  | <b>Error! Bookmark not defined.</b>  |
| <b>2.3 PLAXIS.....</b>   | <b>Error! Bookmark not defined.4</b> |
| 2.3.1 Input PLAXIS .....   | <b>Error! Bookmark not defined.5</b> |
| 2.3.2 Calculation .....  | <b>Error! Bookmark not defined.6</b> |
| 2.3.3 Output .....   | <b>Error! Bookmark not defined.6</b> |
| <b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>  | <b>Error! Bookmark not defined.7</b> |
| <b>3.1 Lokasi Penelitian .....</b>   | <b>Error! Bookmark not defined.7</b> |
| <b>3.2 Kerangka Penelitian.....</b>  | <b>Error! Bookmark not defined.8</b> |
| 3.2.1 Survei Pendahuluan dan Studi Pustaka...  | <b>Error! Bookmark not defined.8</b> |
| 3.2.2 Pemodelan Plaxis.....  | <b>Error! Bookmark not defined.9</b> |
| 3.2.3 Membandingkan Keluaran Pemodelan dengan Data Lapangan dan Perumusan Solusi. .... | <b>Error! Bookmark not defined.9</b> |
| 3.2.4 Kesimpulan dan Saran. ....   | 20                                   |
| <b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>  | 21                                   |
| <b>4.1 Hasil Pengumpulan Data.....</b>   | 21                                   |
| 4.1.1. Data Retaining Wall ( <i>Secant Pile</i> ).....                                 | 21                                   |
| 4.1.2 Data <i>Ground Anchor</i> .....  | 22                                   |
| 4.1.3 Data Tanah .....   | 22                                   |
| <b>4.2 Evaluasi Stabilitas Dinding Penahan Tanah (<i>Secant Pile</i>).....</b>         | 24                                   |
| 4.2.1 Pemodelan Kondisi Desain Eksisting .....   | 25                                   |
| 4.2.2 Evaluasi Kondisi Desain Eksisting. ....  | <b>Error! Bookmark not defined.</b>  |
| 4.2.2 Alternatif dan Solusi Permasalahan.....  | 34                                   |
| <b>BAB 5. PENUTUP .....</b>  | 62                                   |
| <b>5.1 Kesimpulan .....</b>  | 62                                   |
| <b>5.2 Saran .....</b>   | 62                                   |

**DAFTAR PUSTAKA..... Error! Bookmark not defined.**

**LAMPIRAN - LAMPIRAN..... Error! Bookmark not defined.**



## DAFTAR GAMBAR

|  | Halaman |
|--|---------|
| Gambar 2.1 Alat SPT.....   | 6       |
| Gambar 2.2 Proses Uji SPT.....   | 6       |
| Gambar 2.3 Kerucut Listrik dan Data CPT.....   | 8       |
| Gambar 2.4 Klasifikasi Tanah Kerucut Baku.....                                       | 9       |
| Gambar 2.5 Tampilan Tekanan Tanah Lateral Pada Keadaan Diam....                      | 9       |
| Gambar 2.6 Tekanan aktif <i>Rankine</i> .....  | 11      |
| Gambar 2.7 Tekanan Lateral Pada Dinding Penahan Tanah .....                          | 12      |
| Gambar 2.8 Ilustrasi Struktur Kantilever.....  | 14      |
| Gambar 2.9 Tampilan <i>Creat / Open Project</i> .....                                | 15      |
| Gambar 3.1 Lokasi Pembangunan Tower Olive Proyek Grand<br>Dharma Husada Lagoon ..... | 17      |
| Gambar 3.2 Diagram Alir.....   | 18      |
| Gambar 3.3 Diagram Alir Plaxis.....  | 19      |
| Gambar 4.1 Detail <i>Retaining Wall</i> .....  | 21      |
| Gambar 4.2 Denah Parsial Selatan.....  | 22      |
| Gambar 4.3 Lokasi Titik Pengeboran Pengambilan Sampel Tanah.....                     | 23      |
| Gambar 4.4 Model Geometri Dinding Penahan Tanah.....                                 | 25      |
| Gambar 4.5 Propertis Lapisan Tanah.....  | 26      |
| Gambar 4.6 Propertis <i>Bored Pile</i> .....   | 26      |
| Gambar 4.7 Propertis Anchor.....   | 26      |
| Gambar 4.8 PLAXIS <i>Calculation Window</i> .....                                    | 28      |
| Gambar 4.9 Titik Tinjau Stabilitas Tanah.....  | 28      |
| Gambar 4.10 Total <i>Displacement Phase 2</i> .....                                  | 29      |
| Gambar 4.11 Total <i>Displacement Phase 3</i> .....                                  | 29      |
| Gambar 4.12 Total <i>Displacement Phase 4</i> .....                                  | 30      |
| Gambar 4.13 Total <i>Displacement Phase 5</i> .....                                  | 30      |
| Gambar 4.14 Total <i>Displacement Phase 6</i> .....                                  | 31      |
| Gambar 4.15 Total <i>Displacement Phase 7</i> .....                                  | 31      |
| Gambar 4.16 Total <i>Displacement Phase 8</i> .....                                  | 32      |
| Gambar 4.17 Tahap <i>Calculations</i> Pada <i>Plaxis</i> .....                       | 33      |



|  |    |
|--|----|
| Gambar 4.18 Total <i>Displacement Bored Pile</i> .....                                       | 33 |
| Gambar 4.19 Total <i>Displacement Phase 2</i> .....  | 35 |
| Gambar 4.20 Total <i>Displacement Phase 3</i> .....  | 35 |
| Gambar 4.21 Total <i>Displacement Phase 4</i> .....  | 36 |
| Gambar 4.22 Total <i>Displacement Phase 6</i> .....  | 36 |
| Gambar 4.23 Total <i>Displacement Phase 7</i> .....  | 37 |
| Gambar 4.24 Total <i>Displacement Phase 8</i> .....  | 37 |
| Gambar 4.25 <i>Calculations Plaxis</i> .....   | 38 |
| Gambar 4.26 Total <i>Displacement Phase 2</i> .....  | 38 |
| Gambar 4.27 Total <i>Displacement Phase 3</i> .....  | 39 |
| Gambar 4.28 Total <i>Displacement Phase 4</i> .....  | 39 |
| Gambar 4.29 Total <i>Displacement Phase 6</i> .....  | 40 |
| Gambar 4.30 Total <i>Displacement Phase 7</i> .....  | 41 |
| Gambar 4.31 Total <i>Displacement Phase 8</i> .....  | 41 |
| Gambar 4.32 Total <i>Displacement Phase 9</i> .....  | 42 |
| Gambar 4.33 Total <i>Displacement</i> Pada Dinding Penahan Tanah dan<br><i>Deadman</i> ..... | 42 |
| Gambar 4.34 Total <i>Displacement Phase 2</i> .....  | 43 |
| Gambar 4.35 Total <i>Displacement Phase 3</i> .....  | 43 |
| Gambar 4.36 Total <i>Displacement Phase 4</i> .....  | 44 |
| Gambar 4.37 Total <i>Displacement Phase 6</i> .....  | 44 |
| Gambar 4.38 Total <i>Displacement Phase 7</i> .....  | 45 |
| Gambar 4.39 Total <i>Displacement Phase 8</i> .....  | 45 |
| Gambar 4.40 Total <i>Displacement Phase 9</i> .....  | 46 |
| Gambar 4.41 Total <i>Displacement Phase 10</i> .....   | 46 |
| Gambar 4.42 Total <i>Displacement</i> Dinidng Penahan Tanah dan<br><i>Deadman</i> .....      | 47 |
| Gambar 4.43 Total <i>Displacement Phase 2</i> .....  | 48 |
| Gambar 4.44 Total <i>Displacement Phase 3</i> .....  | 48 |
| Gambar 4.45 Total <i>Displacement Phase 4</i> .....  | 49 |
| Gambar 4.46 Total <i>Displacement Phase 6</i> .....  | 49 |
| Gambar 4.47 Total <i>Displacement Phase 7</i> .....  | 50 |

|   |    |
|---|----|
| Gambar 4.48 Total <i>Displacement Phase</i> 8.....      | 50 |
| Gambar 4.49 Total <i>Displacement Phase</i> 9.....      | 51 |
| Gambar 4.50 Total <i>Displacement Phase</i> 10.....     | 51 |
| Gambar 4.51 Total <i>Displacement Phase</i> 11.....     | 52 |
| Gambar 4.52 Total <i>Displacement Phase</i> 12.....     | 52 |
| Gambar 4.53 Total <i>Displacement Phase</i> 13.....     | 53 |
| Gambar 4.54 Gaya – Gaya pada <i>Deadman</i> .....       | 53 |
| Gambar 4.55 Total <i>Displacement Phase</i> 2.....      | 54 |
| Gambar 4.56 Total <i>Displacement Phase</i> 3.....      | 54 |
| Gambar 4.57 Total <i>Displacement Phase</i> 4.....      | 56 |
| Gambar 4.58 Total <i>Displacement Phase</i> 6.....      | 55 |
| Gambar 4.59 Total <i>Displacement Phase</i> 7.....      | 56 |
| Gambar 4.60 Total <i>Displacement Phase</i> 8.....      | 56 |
| Gambar 4.61 Total <i>Displacement Phase</i> 9.....      | 57 |
| Gambar 4.62 Total <i>Displacement Phase</i> 10.....     | 57 |
| Gambar 4.63 Total <i>Displacement Phase</i> 11.....     | 58 |
| Gambar 4.64 Total <i>Displacement Phase</i> 12.....     | 58 |
| Gambar 4.65 Total <i>Displacement Phase</i> 13.....     | 59 |
| Gambar 4.66 Gaya – Gaya dalam Pada <i>Deadman</i> ..... | 59 |



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Proyek Grand Dharma Husada Lagoon adalah suatu proyek yang terletak di Jl. Raya Mulyosari No. 366 A, Mulyorejo, Surabaya Jawa Timur. Proyek ini direncanakan akan membangun sebanyak 7 tower apartemen, dimana salah satu towernya adalah Tower Olive.

Proyek Tower Olive akan di bangun sebanyak 45 lantai dengan rincian jumlah *basement* 3 lantai, 5 lantai untuk podium dan 37 lantai apartemen. Kedalaman dari *basement* sendiri adalah 12 meter, sedangkan total ketinggian dari tower olive adalah 145 meter. Dari rincian di atas maka bisa dikatakan proyek ini juga termasuk kedalam salah satu proyek *high risk building* (pembangunan beresiko tinggi). Proyek *high risk building* memiliki karakteristik yang khas, yaitu item pekerjaan dirinci secara mendetail dan pengelompokan pekerjaan. Salah satunya adalah pekerjaan *basement*.

Pembangunan *basement* diawali dengan pekerjaan galian tanah yang sangat rawan terjadi adanya deformasi pada tanah. Hal ini di buktikan dalam penelitian sebelumnya yaitu After Peck (1969), Mana dan Clough dan O'Rourke (1990) yang menyimpulkan adanya penurunan pada tanah dan deformasi pada dinding penahan tanah akibat adanya galian tanah. Proses galian tanah, bisa mengakibatkan runtuhnya tanah dilokasi sekitar galian, sehingga memungkinkan terjadi pergerakan bangunan disekitarnya. Hal ini sangat berbahaya bagi pelaksanaan pekerjaan galian. Maka dari itu dibangun sebuah dinding penahan tanah atau *retaining wall*. Dinding penahan tanah berfungsi menjaga stabilitas dari tanah, agar proses pekerjaan menjadi aman.

Konstruksi dinding penahan tanah yang dipakai adalah *secant pile*. *Secant pile* terdiri dari 2 *pile*, yaitu *primary pile* dan *secondary pile*. *Primary pile* adalah *pile* yang terbuat dari campuran semen *bentonite* mutu beton K-175 dengan diameter 80 cm. Sedangkan *secondary pile* adalah campuran antara beton dengan besi tulangan. Mutu beton yang digunakan adalah mutu beton K-175 dengan diameter 80 cm. Besi tulangan yang digunakan berdiameter 12D22 dan sengkang

D13-200. *Primary pile* dan *secondary pile* masing – masing memiliki kedalaman 26 meter.

Dinding penahan tanah ini juga mempunyai sistem penyokong tambahan, yaitu berupa *ground anchor*. *Ground Anchor* berfungsi mengurangi defleksi horizontal, penurunan bangunan di sebelah area galian, dan memperdangkal kedalaman dinding penahan tanah. *Ground Anchor* memiliki panjang *free length* dan *bond length* yaitu 26 meter. Sedangkan untuk dinding *basement*, proyek ini menggunakan panel dinding pracetak. Panel dinding ini memiliki dimensi berukuran 230 cm X 120cm X 5 cm. Panel dinding ini, menggunakan mutu beton K-350 dengan nilai slump 10 cm. Panel ini, termasuk salah satu sistem *dewatering* pada pembangunan proyek tower 1 Grand Dharma Husada Lagoon.

Dari metode yang dijalankan, masih belum berhasil. Hal ini dikarenakan tanah masih bergerak. Pergerakan yang paling ekstrim terjadi pada zona parsial selatan. Data ini didapat dari hasil pengamatan lapangan dengan alat Theodolit, terjadi penurunan total tanah yang cukup besar yakni 50 cm. Akibat dari penurunan tanah ini yaitu terjadi kemiringan pada rumah warga sekitar.

Oleh karena itu, perlu adanya sebuah evaluasi terhadap galian basement pada pembangunan Tower Olive dalam proyek Apartemen Grand Dharma Husada Surabaya. Evaluasi dilakukan dengan menggunakan bantuan aplikasi PLAXIS 2D. Pemodelan ini berfungsi untuk mengetahui total *displacement* dan gaya – gaya dalam pada setiap dinding penahan tanah, selanjutnya hasil analisa digunakan sebagai acuan perumusan solusi pada pembangunan *basement* Tower Olive Grand Dharma Husada Lagoon.

### 1.1 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah, maka dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pemodelan kondisi eksisting dengan menggunakan PLAXIS 2D pada pekerjaan galian *basement* Tower Olive Proyek Grand Dharma Husada Lagoon?
2. Bagaimana evaluasi dan solusi permasalahan pada pekerjaan galian *basement* Tower Olive Proyek Grand Dharma Husada Lagoon?

## 1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui permasalahan Pembangunan *Basement* Tower Olive Grand Dharma Husada Lagoon.
2. Mengetahui alternatif solusi permasalahan penurunan tanah pada Pembangunan *Basement* Tower Olive Grand Dharma Husada Lagoon.

## 1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat memberikan suatu alternatif solusi penanganan penurunan tanah galian *basement* yang terjadi pada proyek Grand Dharma Husada Lagoon Surabaya, serta bisa memberikan suatu referensi tentang penanggulangan tanah yang tidak stabil.

## 1.4 Batasan Penelitian

Adapun batasan penelitian adalah sebagai berikut :

1. Alternatif solusi perkuatan yang dilakukan dengan penambahan *boredpile* dengan diameter 0,8 meter dan penambahan jumlah layer serta kedalaman ankur dengan spesifikasi sama seperti dilapangan..
2. Pada penelitian ini parameter gempa diabaikan.
3. Penelitian ini tidak membahas tentang perbaikan tanah dari alternatif solusi yang ditawarkan.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Dinding Penahan Tanah Turap

Turap adalah sebuah konstruksi yang berfungsi untuk menahan tekanan dari tanah untuk mencegah dari sebuah kelongsoran. Menurut Joetata Hadihardaja (1997), penggunaan dinding turap sendiri berguna sebagai :

- A. Dinding penahan tanah pada tebing jalan raya atau tebing sungai.
- B. Dinding dermaga
- C. Dinding penahan galian, misalnya pada pembuatan pondasi langsung atau pondasi menerus, pembuatan basement dan lain – lainnya.

Sedangkan jenis dari dinding turap adalah sebagai berikut :

#### 2.1.1 Dinding Turap Kayu

Dinding ini biasanya digunakan pada bangunan tidak permanen, seperti bangunan perancah pondasi untuk penggalian pondasi dasebagainya. Keuntungan pada penggunaan bahan kayu adalah bahannya mudah dicari. Sedangkan kerugian dari bahan kayu adalah masa pakai relatif sebentar atau pendek, serta perlu adanya pengawetan.

#### 2.1.2 Dinding Turap Beton

Dinding ini biasanya digunakan pada bangunan permanen atau pada detail–detail yang agak sulit. Keuntungan dari penggunaan dinding turap beton adalah dinding bisa dibuat ditempat, hal ini membuat waktu pelaksanaan lebih cepat karena tidak ada tenggang waktu pemesanan dan pengangkutan. Sedangkan kerugiannya adalah sulitnya pelaksanaan di lapangan, hal ini disebabkan karena sering terjadi kebocoran – kebocoran.

### 2.1.3 Dinding Turap Baja

Dinding ini digunakan pada bangunan permanen. Konstruksi dinding ini lebih ringan, lebih mudah pelaksanaan di lapangan serta memiliki hasil yang baik. Sedangkan kerugian dari dinding ini adalah adanya bahaya korosi. Namun bahaya ini bisa dicegah dengan memberikan catodic protection.

## 2.2 Penyelidikan Tanah

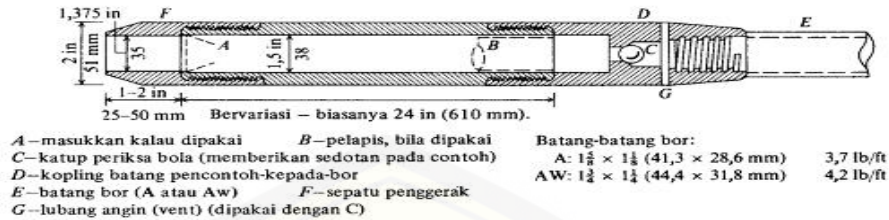
Penyelidikan tanah merupakan prasyarat yang harus dilakukan sebelum membangun suatu bangunan yang memiliki struktur bawah tanah. Penyelidikan tanah terdapat beberapa metode, tetapi uji tanah yang sering digunakan adalah Uji Penetrasi Standar (SPT) dan Uji Penetrasi Kerucut (CPT). Berikut adalah penjelasannya :

### 2.2.1 Uji Penetrasi Standar (SPT)

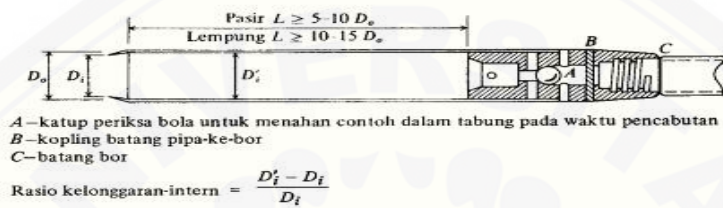
Uji Penetrasi Standar (SPT) adalah metode penyelidikan tanah yang mulai dikembangkan pada tahun 1927. Metode ini dikembangkan di negara Amerika. Langkah pengujian dari metode ini meliputi :

1. Pemancangan alat pengambil contoh tanah berbahan silinder belah standar ke dalam tanah dasar di lubang bor. Dimensi alat ini adalah 460 mm (18 inchi).  
Gambar 2.1
2. Perhitungan banyaknya pukulan yang bertujuan untuk memasukkan tabung yang panjangnya 305 mm (12 inchi) dan untuk mengetahui nilai  $N$ .
3. Pukulan menggunakan massa pendorong (palu) seberat 63,5 kg (140 lb). Palu dijatuhkan bebas dari ketinggian 760 mm (30 inchi). Gambar 2.2



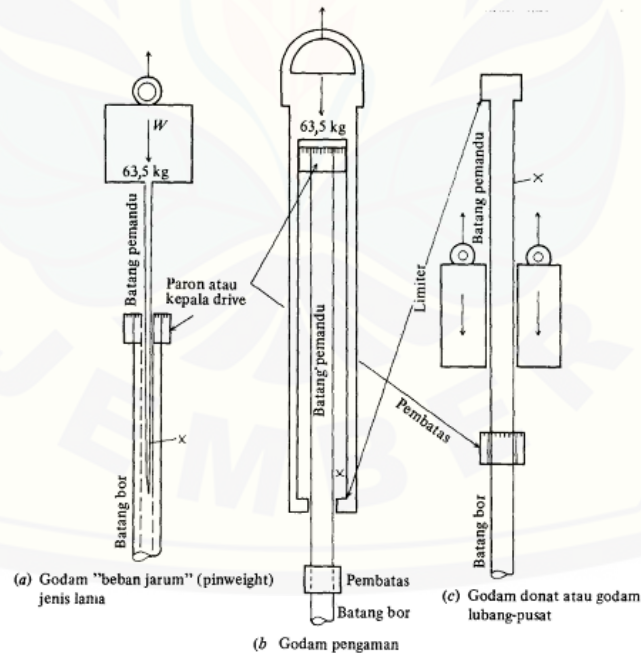


(a) Pencontoh laras belah yang baku



(b) Pencontoh tabung berinding tipis

Gambar 2.1. Alat SPT  
(Sumber : Braja M. Das, 2002)



Gambar 2.2. Proses Uji SPT  
(Sumber : Braja M. Das, 2002)

Proses pengeboran dihentikan apabila :

1. Terhitung 50 kali pukulan untuk setiap pertambahan 150 mm.

2. Telah mencapai 100 kali pukulan.
3. 10 kali pukulan berturut tidak menunjukkan kemajuan.

Uji penetrasi standar bisa menghasilkan beberapa parameter mulai dari sudut gesek  $\phi$ ,  $D_r$ , kohesi, gamma basah. Nilai  $D_r$ ,  $\phi$ , Gamma Basah bisa dilihat dalam tabel 2.1.

Tabel 2.1. Korelasi Nilai SPT

| Urian                                | Sangat Longgar    | Longgar           | Medium             | Rapat              | Sangat Rapat       |
|--------------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| <b>Kerapatan</b>                     |                   |                   |                    |                    |                    |
| Nisbi $D_r$                          | 0                 | 0,15              | 0,35               | 0,65               | 0,85               |
| SPT $N'70$                           | 1 - 2             | 3 - 6             | 7 - 15             | 16 - 30            |                    |
| halus                                | 2 - 2             | 4 - 7             | 8 - 20             | 21 - 40            | >40                |
| medium                               | 3 - 6             | 5 - 9             | 10 - 25            | 26 - 45            | >45                |
| kasar                                |                   |                   |                    |                    |                    |
| <b><math>\phi</math></b>             |                   |                   |                    |                    |                    |
| halus                                | 26 - 28           | 28 - 30           | 30 - 34            | 33 - 38            |                    |
| medium                               | 27 - 28           | 30 - 32           | 32 - 36            | 36 - 42            | <50                |
| kasar                                | 28 - 30           | 30 - 34           | 34 - 40            | 40 - 50            |                    |
| <b><math>\gamma</math> basah pcf</b> |                   |                   |                    |                    |                    |
| (kN/m <sup>3</sup> )                 | 70-100<br>(11-16) | 90-115<br>(14-18) | 110-130<br>(17-20) | 110-140<br>(17-22) | 130-150<br>(20-23) |

Metode ini juga bisa mengetahui konsistensi tanah kohesif jenuh. Seperti ditampilkan pada tabel 2.2

Tabel 2.2. Konsistensi Tanah Kohesif

| Konsistensi         | $N*70$       | Catatan                                      |
|---------------------|--------------|--|
| <b>Sangat Lunak</b> | 0-2          | Mencerat lewat jemari bila diremas           |
| <b>Lunak</b>        | 3 sampai 5   | Sangat mudah diubah bentuknya dengan meremas |
| <b>Medium</b>       | 6 sampai 9   | Susah diubah bentuknya dengan remasan tangan |
| <b>Kaku</b>         | 10 sampai 16 | susah diubah bentuknya dengan remasan tangan |

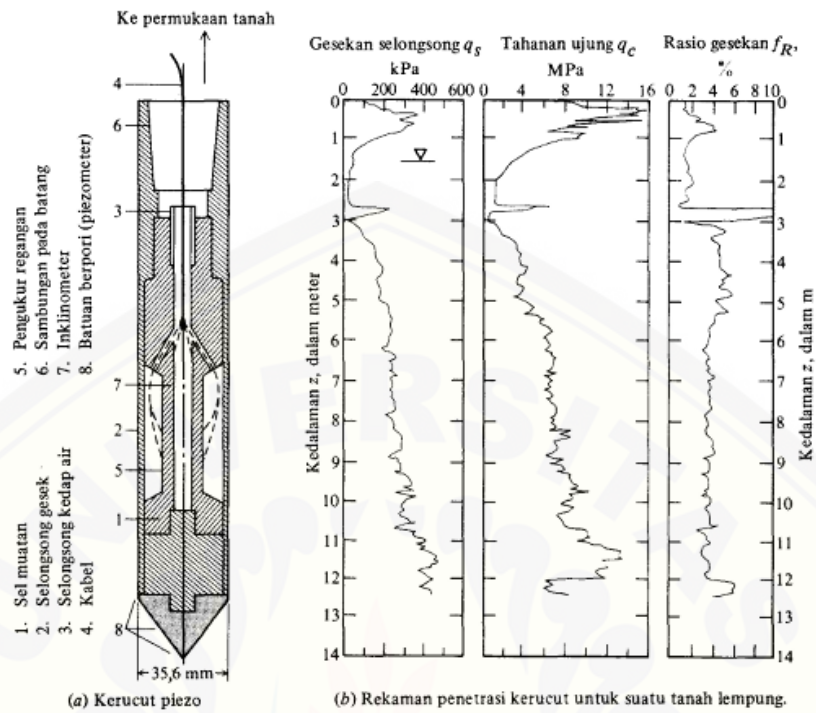
| Konsistensi |                               | $N*70$ | Catatan  |
|-------------|-------------------------------|--------|--|
| Sangat Kaku | OCR meningkat<br>Tua/tersemen | 17-30  | Sangat sukar untuk diubah bentuknya memakai tangan |
| Keras       |                               | > 30   | Hampir tak mungkin diubah bentuknya dengan tangan  |

### 2.2.2 Uji Penetrasi Kerucut (CPT)

*Cone Penetration Test* (CPT) adalah metode pengujian sederhana, yang dipakai untuk lempung lunak dan pasir halus sampai setengah kasar. CPT tidak diterapkan pada tanah krikil dan lempung kaku/keras. Tata cara melakukan pengujian ini adalah, dengan mendorong kerucut baku kedalam tanah dengan kecepatan 10 sampai 20 mm/detik. Kerucut Baku sendiri menurut ASTM D3441 adalah kerucut yang mempunyai ujung  $60^\circ$  dan berdiameter dasar 35,7 mm dengan luas irisan lintang  $10 \text{ cm}^2$ .

Uji Penetrasi Kerucut juga bisa menggunakan kerucut listrik. Kerucut ini memiliki suatu kelebihan, yaitu dapat memuat elektronika pengukur lereng (inklinometer) untuk mengukur penyimpangan kerucut.

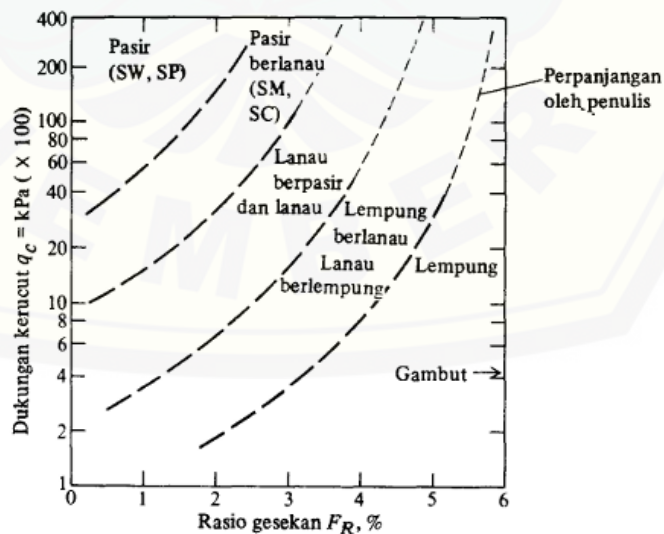
Keuntungan khusus CPT adalah bisa mendapatkan profil yang menerus, selama tidak menemui batuan yang sangat keras untuk kedalaman yang diinginkan. Data CPT juga bisa menentukan kapasitas dukung yang digunakan untuk merancang tiang pancang.



Gambar 2.3. Kerucut Listrik dan Data CPT

(Sumber : Braja M. Das, 2002)

Disisi lain, data CPT juga bisa digunakan untuk memperkirakan klasifikasi tanah dalam. Berikut adalah bagan klasifikasi tanah untuk kerucut baku.



Gambar 2.4 Klasifikasi Tanah Kerucut Baku

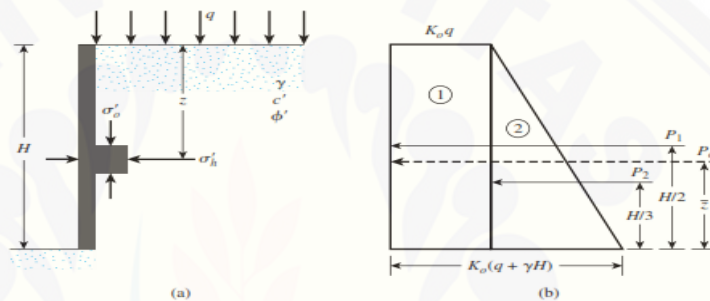
(Sumber : Braja M. Das, 2002)

**2.3 Tekanan Tanah Lateral**

Tekanan tanah lateral adalah sebuah parameter perencanaan penting dalam sejumlah persoalan teknik pondasi. Dinding penahan tanah memerlukan perkiraan tekanan lateral secara kuantitatif pada pekerjaan konstruksi, baik untuk analisa perencanaan maupun untuk analisa stabilitas (Bowles, 1999).

**2.3.1 Tekanan Tanah Lateral Dalam Keadaan Diam**

Pemahaman tekanan tanah lateral dalam keadaan diam bisa dilihat pada (gambar 2.5). Bila dinding dalam keadaan diam, maka massa tanah berada dalam keadaan keseimbangan elastis (*elastic equilibrium*).



Gambar 2.5 Tekanan Tanah Lateral Pada Keadaan Diam  
(Sumber : Braja M. Das, 2002)

Secara umum tegangan arah lateral dinyatakan dalam persamaan :

$$\sigma_h = K_o \cdot \sigma'_o + u \dots \dots \dots (2.1)$$

dengan : u = tekanan angka pori

Ko = koefisien tekanan dalam diam

Pada keadaan ini, tanah berada dalam keadaan keseimbangan elastis dan dinding penahan tanah dalam keadaan diam (tidak bergerak), maka koefisien tekanan tanah *at rest* diwakili oleh hubungan empiris yang diperkenalkan oleh Jaky (1944) :

$$K_o = 1 - \sin \phi' \dots \dots \dots (2.2)$$

dengan :

$\phi'$  = sudut tanah dalam keadaan drained

Sedangkan untuk koefisien tekanan tanah *at rest* over konsolidasi Mayne dan Kulhawy (1982) merumuskan

$$K_o = (1 - \sin \phi') \text{OCR}^{\sin \phi'}$$

dengan OCR adalah rasio overkonsolidasi.

Besarnya tekanan distribusi tanah dalam keadaan diam yang bekerja setinggi H ( $P_0$ ) dihitung dengan persamaan :

$$P_0 = P_1 + P_2 = qK_0H + \frac{1}{2} \gamma H^2K_0 \dots \dots \dots (2.3)$$

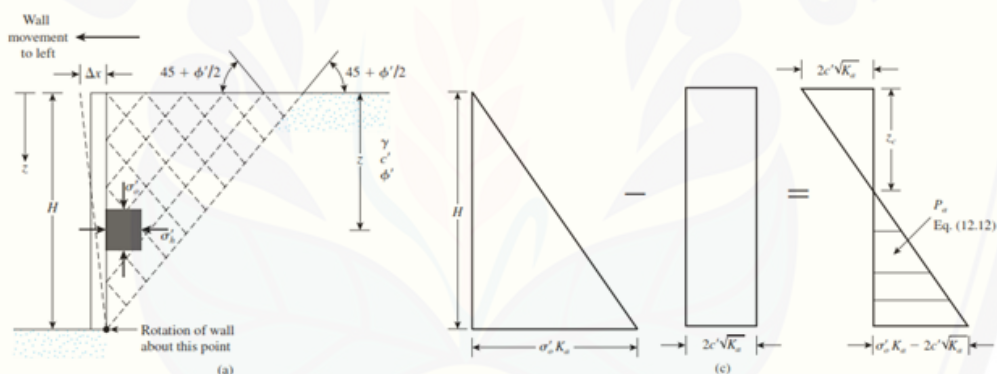
Dengan  $P_1$  = area persegi 1

$P_2$  = area segitiga 2

### 2.3.2 Tekanan Tanah Aktif dan Pasif Menurut Rankine

Rankine menyelidiki keadaan tegangan tanah kondisi keseimbangan plastis ( kondisi setiap titik massa tanah menuju proses keadaan runtuh). Penentuan gaya pada turap, hal yang pertama dilakukan adalah menghitung tegangan tanah lateral aktif ( $\sigma_a$ ), dan tegangan tanah lateral pasif ( $\sigma_p$ ).

Berikut adalah bagan Rankine aktif :



Gambar 2.6 Tekanan aktif Rankine  
(Sumber : Braja M. Das, 2002)

Persamaan tegangan tanah aktif :

$$\sigma_a = \sigma_v K_a - 2c\sqrt{K_a} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dengan :  $K_a = \tan^2(45 - \phi/2)$

Dari gambar tegangan pada  $z = 0$

$$\sigma_a = -2c\sqrt{K_a} \dots \dots \dots (2.5)$$

Rumus di atas menunjukkan tegangan tarik.

Tegangan tarik akan berkurang terhadap kedalaman dan akan menjadi 0.

Sedangkan Tegangan pasif sendiri dirumuskan sebagai berikut :

$$\sigma'_p = \sigma_o' \tan^2(45 + \phi'/2) + 2 c' \tan(45 + \phi'/2) \dots \dots \dots (2.6)$$

Sedangkan dalam *Rankine Pasif* gaya aktif dinyatakan sebagai berikut :

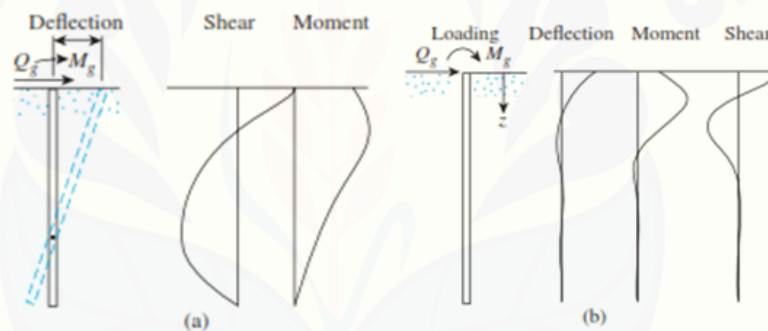
$$P_p = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_p - 2c'H(K_a)^{0.5} \dots \dots \dots (2.7)$$

Dengan :

$$K_p = \cos a \frac{\cos a + \sqrt{\cos^2 a - \cos^2 \phi'}}{\cos a - \sqrt{\cos^2 a - \cos^2 \phi'}} \dots \dots \dots (2.8)$$

**2.4 Secant Pile**

*Secant Pile* adalah salah satu metode yang bisa digunakan sebagai dinding penahan tanah yang terdiri dari *boredpile* dan *bentonite pile*. Prinsip dasar untuk memperkirakan tekanan lateral tanah bisa dilihat pada Gambar 2.7. Gambar 2.7 menunjukkan tekanan tanah lateral memberikan dorongan pada dinding.



Gambar 2.7 Tekanan Lateral Pada Dinding Penahan Tanah  
(Sumber : Braja M. Das, 2002)

Perhitungan tekanan lateral maksimum dapat menggunakan metode analisis mayerhof's. Menurut Mayerhof's jika ukuran pile pendek pada tanah pasir tekanan lateral maksimum dihitung dengan rumusan :

$$Q_u(g) = 0,12 \gamma D L^2 K_{br} \leq 0,4 p_{iDL} \dots \dots \dots (2.9)$$

Dengan :

$\gamma$  = Berat isi tanah

$K_{br}$  = Resultan koefisien tekanan tanah

$P_i$  = Tekanan batas

Tekanan batas didapatkan dari rumusan

$$P_i = 0,6 p_a N_q \tan \phi' \dots \dots \dots (2.10)$$

Dengan :

$N_q$  = Bearing Capacity Factor

$P_a$  = Tekanan Atmosphere (100kN/m<sup>2</sup> atau 2000 lb/ft<sup>2</sup>)

Sehingga momen maksimum yang bisa diterima akibat tekanan lateral  $Q_u(g)$  adalah :

$$M_{max} = 0,35 Q_u(g)L \leq M_y \dots \dots \dots (2.11)$$

$$M_y = SF\gamma$$

Dengan :

$S$  = Modulus *section* pile

$F_\gamma$  = *yield stress pile material*

Sedangkan jika ukuran pile panjang dimana  $Le/L = 1,65 Kr^{0,12} \leq 1$ , maka momen maksimum akibat tekanan lateral  $Q_u(g)$  adalah :

$$M_{max} = 0,3Kr^{0,2}QgL \leq 0,3 QgL \dots \dots \dots (2.12)$$

Disisi lain, menurut Mayerhof's jika ukuran pile pendek pada tanah lempung tekanan lateral maksimum dihitung dengan rumusan :

$$Q_u(g) = 0,4CuDLK_{cr} \leq 0,4 pIDL \dots \dots \dots (2.13)$$

Dengan :

$\gamma$  = Berat isi tanah

$K_{cr}$  = Resultan koefisien tekanan tanah

$P_i$  = Tekanan batas

$$P_i = 8C_u$$

Sehingga momen maksimum yang bisa diterima akibat tekanan lateral  $Q_u(g)$  adalah :

$$M_{max} = 0,22 Q_u(g)L \leq M_y \dots \dots \dots (2.14)$$

$$M_y = SF\gamma \dots \dots \dots (2.15)$$

Dengan :

$S$  = Modulus *section* pile

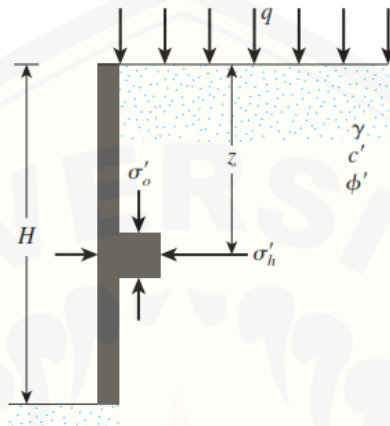
$F_\gamma$  = *yield stress pile material*

Sedangkan jika ukuran pile panjang dimana  $Le/L = 1,5 Kr^{0,12} \leq 1$ , maka momen maksimum akibat tekanan lateral  $Q_u(g)$  adalah :

$$M_{max} = 0,3Kr^{0,2}QgL \leq 0,15 QgL \dots \dots \dots (2.16)$$



Dalam peninjauan tekuk maksimum *bored pile* pada konstruksi dinding penahan tanah merupakan struktur kantilever, sehingga diilustrasikan pada Gambar 2.8 berikut :



Gambar 2.8 Ilustrasi Struktur Kantilever  
(Sumber : Braja M. Das, 2002)

Dari Gambar 2.8 tekuk maksimum didapatkan dengan persamaan berikut :

$$\delta_{\max} = (P \times \alpha^2)(3l - \alpha) / 6EI \dots\dots\dots(2.17)$$

dengan :  $P$  = Tekanan lateral tanah (kN)

$l$  = Tinggi galian bebas (m)

$\alpha = H - l$  = Tinggi total struktur – tinggi galian bebas (m)

$E$  = Modulus elastisitas (kN/m)

$I$  = Momen inersia (m<sup>4</sup>)

### 2.3 PLAXIS

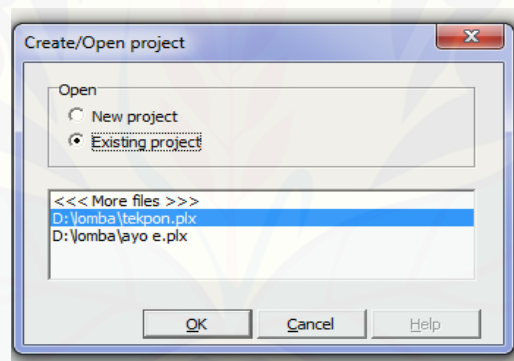
PLAXIS adalah sebuah software yang disusun berdasarkan metode elemen hingga yang berguna untuk melakukan analisis deformasi dan stabilitas dari struktur bangunan geoteknik. Program bantu PLAXIS sangat bermanfaat untuk memudahkan dalam pemodelan berbagai model tanah di lapangan, baik berupa lereng asli, atau timbunan guna mengetahui perilaku dari tanah itu sendiri. PLAXIS juga memiliki program perhitungan, program perhitungan pada plaxis sendiri hanya akan melakukan analisis deformasi dan membedakan antara perhitungan plastis, analisis konsolidasi, reduksi phi-c (analisis keamanan), dan analisis dinamik.

Program PLAXIS memiliki model material yang digunakan untuk menganalisis, salah satunya adalah model *Mohr-Coloumb*. Model *Mohr-Coloumb* adalah model elastis – plastis yang terdiri dari 5 parameter yang digunakan, yaitu kohesi ( $c$ ), sudut geser dalam ( $\phi$ ), Modulus young ( $E_{ref}$ ), dan poisson's ratio ( $\nu$ ). Dimana kohes dan sudut geser dalam berguna untuk memodelkan plastisitas tanah, sedangkan modulus young dan poisson's ratio berfungsi untuk memodelkan elastisitas tanah.

### 2.3.1 Input PLAXIS

Program PLAXIS yang dipilih adalah PLAXIS V.8, untuk tahapan pengaplikasian PLAXIS V.8 sebagai berikut :

1. Buka aplikasi PLAXIS V.8
2. selanjutnya muncul kotak dialog *Create / Open Project*. Pilih *New Project* dan klik <OK>.



Gambar 2.9 Tampilan *Create / Open Project*  
(Sumber : Plaxis)

3. Setelah itu akan muncul kotak dialog *General Setting*. Pada tahap ini adalah penentuan parameter dasar dari elemen hingga. Pada kotak dialog *general setting* juga terdapat tipe analisis, tipe elemen, basic unit dan ukuran bidang gambar.
4. Selanjutnya adalah menggambar geometry countour.
5. Boundary Conditions
6. Dinamika Boundary
7. Material data
8. Mesh Generation

## 9. Initial Condition

### 2.3.2 Calculation

Dalam menganalisa perhitungan menggunakan PLAXIS terlebih dahulu diperlukan perhitungan tekanan air berdasarkan garis freatik (Darmanto, 2012). Langkah ini dilakukan karena konstruksi berada di bawah aliran muka air tanah. Tekanan air dapat dilakukan dengan memasukkan batas muka air tanah pada *Initial Condition* setelah melakukan *generate mesh*.

Tahapan konstruksi dalam PLAXIS bisa disimulasikan dengan menggunakan pilihan *staged construction* (dalam analisa perhitungan). *Staged construction* memungkinkan untuk pengaktifan atau penonaktifan elemen klaster atau beban, mengubah elevasi air dan sebagainya. Pilihan *Staged construction* terdapat pada jendela PLAXIS *calculation*.

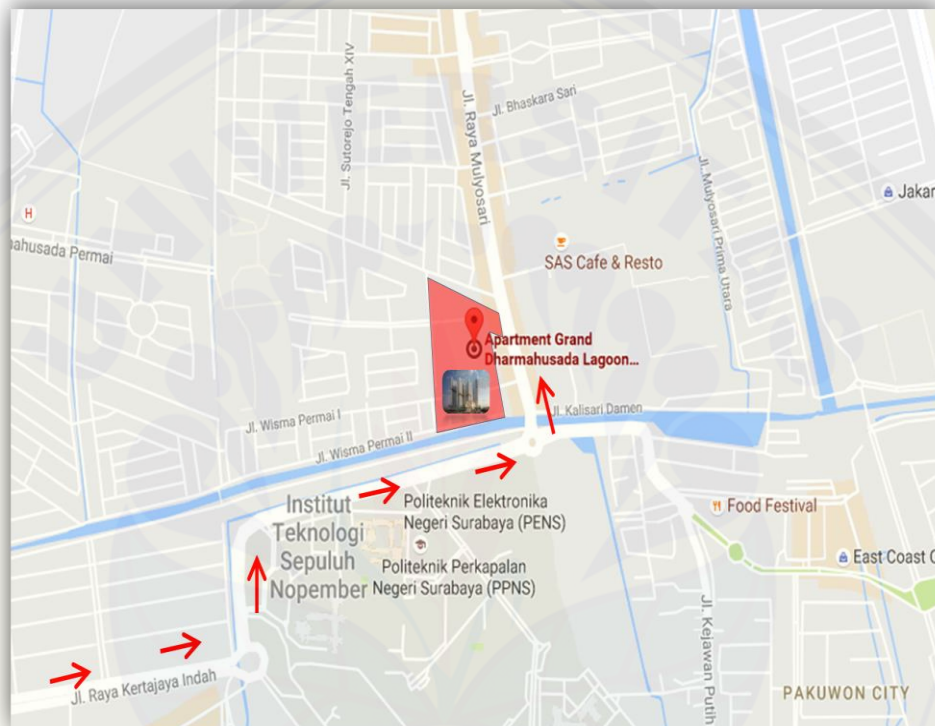
### 2.3.3 Output

Keluaran dari PLAXIS berupa nilai – nilai perpindahan, tegangan, regangan, dan gaya – gaya dalam pada struktur. Keluaran PLAXIS berbentuk grafis maupun tabel bisa langsung di cetak atau disimpan pada media penyimpanan maupun pada memori *clipboard* dari window.

### BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini ditinjau pada Proyek Grand Dharma Husada Lagoon, yang terletak pada Jl. Raya Mulyosari No. 366 A, Mulyorejo, Surabaya Jawa Timur

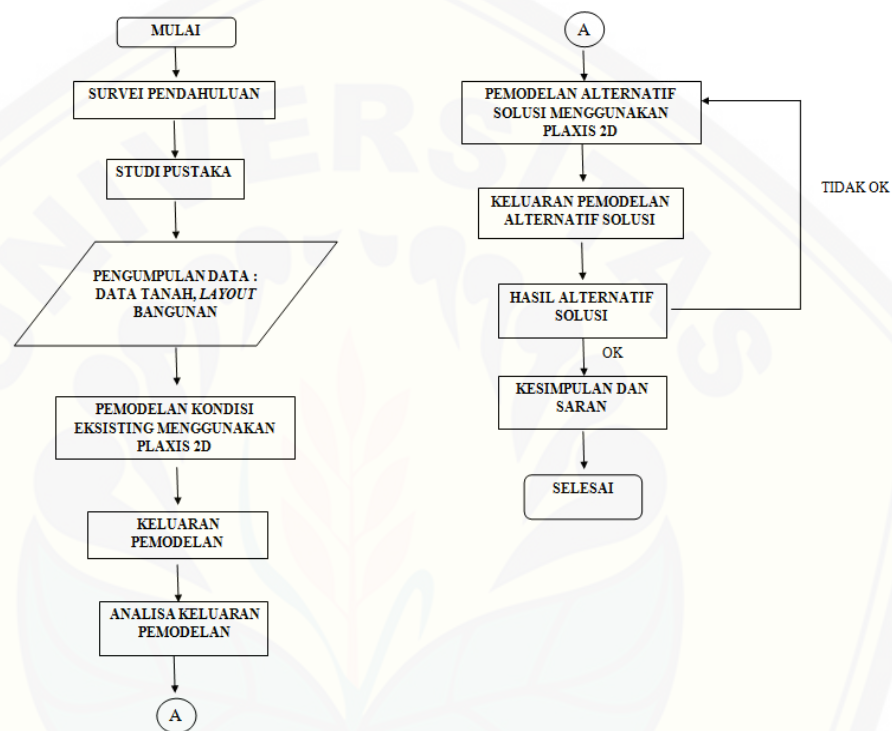


Gambar 3.1 Lokasi Pembangunan Tower Olive Proyek Grand Dharma Husada Lagoon

(Sumber : Dokumen Proyek Grand Dharma Husada Lagoon)

### 3.2 Kerangka Penelitian

Penelitian ini terdiri dari beberapa langkah – langkah, mulai survei pendahuluan, studi pustaka, pengumpulan data, pemodelan menggunakan *software* plaxis 2d, analisa, kesimpulan dan saran. Langkah – langkah diatas disajikan dalam bentuk diagram alir sebagai berikut :



Gambar 3.2 Diagram Alir

Berikut adalah penjelasan dari diagram alir diatas :

#### 3.2.1 Survei Pendahuluan dan Studi Pustaka

Bab ini berisi tentang survei pendahuluan yang dilakukan di proyek pembangunan apartemen Grand Dharma Husada Lagoon Surabaya. Pada survei ini melakukan pengambilan data primer dan data sekunder. Data primer didapat dari wawancara langsung dengan pekerja lapangan, dan karyawan PT. PP *Construction*. Sedangkan data sekunder didapat dari PT. PP *Construction*. Data sekunder yang didapat meliputi data tanah, gambar perencanaan, dan data pergerakan tanah. Sedangkan studi pustaka berisi tentang data kepustakaan terdahulu, yang mendukung penelitian yang akan dilakukan.

### 3.2.2 Pemodelan Plaxis.

Pemodelan plaxis adalah pemodelan dalam bidang geoteknik yang berfungsi melakukan analisis stabilitas dan deformasi pada tanah. Langkah – langkah dari pemodelan ini meliputi *input*, proses analisa, dan *output*. Keluaran yang dicari dari pemodelan ini adalah nilai *displacement*. Selanjutnya nilai yang didapat, dibandingkan dengan data lapangan (inklinometer). Hasil dari analisa tersebut selanjutnya dipakai sebagai acuan dalam menentukan alternatif solusi yang ditawarkan. Berikut adalah diagram alir dari pemodelan PLAXIS :



Gambar 3.3 Diagram Alir Plaxis

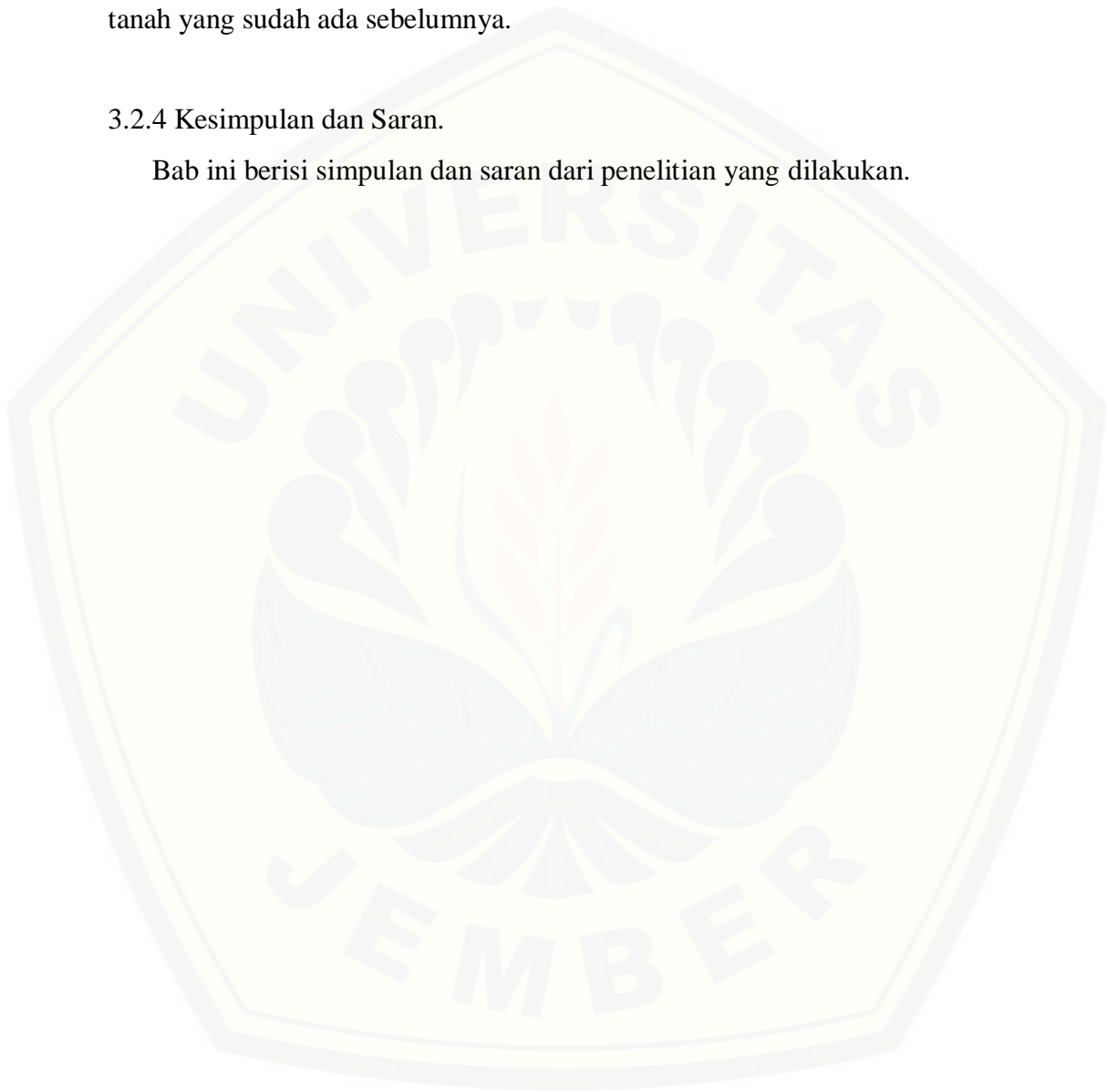
### 3.2.3 Membandingkan Keluaran Pemodelan dengan Data Lapangan dan Perumusan Solusi.

Pemodelan plaxis mempunyai keluaran data, yaitu data *displacement* dan gaya–gaya dalam dari dinding penahan tanah. Keluaran data ini harus terverifikasi dengan data lapangan yang ada, sehingga bisa dikatakan pemodelan PLAXIS berhasil sesuai dengan lapangan.

Tahap selanjutnya adalah perumusan solusi permasalahan. Perumusan solusi permasalahan dilakukan dengan penambahan struktur *boredpile* dengan diameter 0,8 meter dengan penentuan kedalaman struktur menggunakan sistem *trial and error* sehingga mendapatkan solusi yang tepat guna memperkuat dinding penahan tanah yang sudah ada sebelumnya.

#### 3.2.4 Kesimpulan dan Saran.

Bab ini berisi simpulan dan saran dari penelitian yang dilakukan.



## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari analisa dan evaluasi yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. *Fail* terjadi pada kedalaman 9 meter. Hal ini dikarenakan dinding penahan tanah tidak bisa menahan gaya horizontal yang tanah berikan. Gaya yang diberikan oleh tanah adalah 442,5 kN sedangkan maksimal gaya lateral yang bisa diterima oleh *bored pile* adalah 163,42 kN.
2. Penambahan struktur *deadman* berdiameter 0,8 meter dengan kedalaman 40 m, dan jumlah layer angkur menjadi 5 layer dapat meningkatkan kinerja dari dinding penahan tanah, sedangkan Mutu struktur *deadman* yang dipakai adalah K350. Hal ini dibuktikan dengan dinding penahan tanah pada kedalaman 12 meter bisa menahan gaya lateral tanah akibat tanah, yaitu  $1496.212 \text{ kN} > 864.236 \text{ kN}$ . Gaya-gaya dalam yang bekerja adalah gaya gesek maksimum yang bisa dipikul adalah sebesar 46,937 ton, *bending moment* maksimum 395 tm dan SF yang terjadi adalah 1,6. Namun perlu adanya perbaikan tanah karena total *displacement* yang terjadi cukup besar yaitu 6,99 m.

### 5.2 Saran

Beberapa saran terkait hasil dari evaluasi stabilitas dan deformasi tanah lunak pada pembangunan *basement* adalah :

1. Agar benar-benar layak dan dapat dilakukan, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang analisa perbaikan tanah pada lokasi penambahan struktur *deadman* karena mengalami total *displacement* sangat besar



2. Untuk penelitian selanjutnya dapat diteliti dengan membandingkan rencana dan anggaran biaya antara dinding penahan tanah yang asli dengan penambahan struktur *deadman* untuk mengetahui besarnya pembengkakan anggaran biaya yang terjadi.



**DAFTAR PUSTAKA**

- Bardparch, S. K, Ashkan G. N, dan Alborz H. 2016. *Study Horizontal Displacement of Restrained Excavation Walls By Cantilever Retaining Wall. Thomson Reuters Endnote.*
- Bowles E, Joseph. 1999. *Analisa Dan Disain Pondasi Jilid 2.* Jakarta: Erlangga
- Brahana, D.C, Tanner, Mullins, dan Troxel. 2010. *Forensic Analysis of an Excavation Bracing System Failure.* GeoFlorida. 1-10.
- Das, B. M. 1985. *Mekanika Tanah I (Prinsip – prinsip Rekayasa Geoteknis).* Terjemahan oleh Noor Endah dan Indrasurya B. Mochtar. Jakarta : Penerbit Erlangga.
- Das, B. M. 2002. *principle of foundation engineering 5<sup>th</sup> Edition,* PWS Publishing, Pacific Grove.
- Ishihara, K. 2010. *Forensic Diagnosis for Site-Specific Ground Conditions in Deep Excavations of Subway Constructions.* Buchana Lecture.54-74.
- Islami, A. J. 2009. *Perencanaan Ulang Dinding Penahan Tanah Underpass Dewa Ruci Dengan Metode Concrete Sheet Pile.* Jember : Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Jember.
- O'Rourke, T. D, dan G. W. Clough. 1990. *Closure to "Construction Induced Movements of Insitu Walls". Geotechnical Engineering.*
- Peck, R. B. 1969. *Advantages and Limitations of The Observational Method in Applied Soil Mechanics. Geotechnique.*
- Rao, N. S. 2011. *Forensic Analysis of Failure of Shoring Piles. International Symposium on Backward Problems.*

Safitri, A. 2018. *Pelaksanaan Pekerjaan Ground Anchor Sebagai Upaya Pengurangan Defleksi Lateral Galian Pada Proyek Grand Dharmahusada Lagoon Surabaya*. Jember : Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Jember.

Slius, J.J.M, F. Besseling & P.H.H. Stuurwold. 2014. *Modelling of a Pile Row in a 2D Plane Strain FE-Analysis*. Tylor & Francis Group.

Suroor, H, Mahi Galagoda, dan Chris McGhe. 2008. *Design and Construction of Circular Secant Pile Walls in Soft Clays*. Missouri University of Science and Technology.

Yuliani, U. dan Sri Wulandari. 2011. *Desain Soldier Pile dengan Plaxis Menggunakan Pemodelan Hardening Soil*. Proceeding PESAT.

**LAMPIRAN**



## Lampiran 1.

### Perhitungan Tekanan Aktif dan Pasif Tanah

Perhitungan Tekanan Aktif didapat dari persamaan :

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a - 2c'H(K_a)^{0.5}$$

Dengan nilai  $K_a = \tan^2(45 - \phi/2)$ .

Sedangkan Perhitungan Tekanan Pasif menggunakan persamaan :

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a - 2c'H(K_a)^{0.5}$$

Dengan nilai  $K_a = \tan^2(45 + \phi/2)$ .

Contoh perhitungan :

- a. Tekanan Aktif pada kedalaman 1 meter

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a - 2c'H(K_a)^{0.5}$$

$$P_a = (\frac{1}{2} \cdot 14 \cdot 1^2 \cdot (\tan^2(45 - 0/2))) - (2 \cdot 8 \cdot 1 \cdot (\tan^2(45 - 0/2)))$$

$$P_a = -9 \text{ kN/m (9 kN/m)}$$

- b. Tekanan Pasif pada kedalaman 13 meter

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a - 2c'H(K_a)^{0.5}$$

$$P_a = (\frac{1}{2} \cdot 14 \cdot 13^2 \cdot (\tan^2(45 + 0/2))) - (2 \cdot 8 \cdot 13 \cdot (\tan^2(45 + 0/2)))$$

$$P_a = 784 \text{ kN/m}$$

Berikut tabel hasil perhitungan nilai  $P_a$  aktif dan  $P_a$  pasif :

| Kedalaman<br>(m) | Gamma<br>(kN/m <sup>3</sup> ) | c'<br>kN/m | $\phi$ | Ka Aktif | Ka Pasif | Pa Aktif<br>(kN/m) | Pa Pasif<br>(kN/m) |
|------------------|-------------------------------|------------|--------|----------|----------|--------------------|--------------------|
| 1                | 14                            | 8          | 0      | 1        | 1        | 9                  | 0                  |
| 2                | 14                            | 8          | 0      | 1        | 1        | 4                  | 0                  |
| 3                | 14                            | 8          | 0      | 1        | 1        | 15                 | 0                  |
| 4                | 14                            | 8          | 0      | 1        | 1        | 48                 | 0                  |
| 5                | 14                            | 8          | 0      | 1        | 1        | 95                 | 0                  |
| 6                | 14                            | 8          | 0      | 1        | 1        | 156                | 0                  |
| 7                | 14                            | 8          | 0      | 1        | 1        | 231                | 0                  |
| 8                | 14                            | 8          | 0      | 1        | 1        | 320                | 0                  |
| 9                | 14                            | 8          | 0      | 1        | 1        | 423                | 0                  |
| 10               | 14                            | 8          | 0      | 1        | 1        | 540                | 0                  |
| 11               | 14                            | 8          | 0      | 1        | 1        | 671                | 0                  |

| Kedalaman<br>(m) | Gamma<br>(kN/m <sup>3</sup> ) | c'<br>kN/m | Ø  | Ka Aktif | Ka Pasif | Pa Aktif<br>(kN/m) | Pa Pasif<br>(kN/m) |
|------------------|-------------------------------|------------|----|----------|----------|--------------------|--------------------|
| 12               | 14                            | 8          | 0  | 1        | 1        | 816                | 0                  |
| 13               | 14                            | 8          | 0  | 1        | 1        | 784                | 784                |
| 14               | 14                            | 8          | 0  | 1        | 1        | 784                | 784                |
| 15               | 14                            | 8          | 0  | 1        | 1        | 784                | 784                |
| 16               | 17                            | 13         | 0  | 1        | 1        | 1878.5             | 1878.5             |
| 17               | 17                            | 13         | 0  | 1        | 1        | 1878.5             | 1878.5             |
| 18               | 17                            | 13         | 0  | 1        | 1        | 1878.5             | 1878.5             |
| 19               | 17                            | 13         | 0  | 1        | 1        | 1878.5             | 1878.5             |
| 20               | 17                            | 13         | 0  | 1        | 1        | 1878.5             | 1878.5             |
| 21               | 17                            | 13         | 0  | 1        | 1        | 1878.5             | 1878.5             |
| 22               | 17                            | 13         | 0  | 1        | 1        | 1878.5             | 1878.5             |
| 23               | 17                            | 13         | 0  | 1        | 1        | 1878.5             | 1878.5             |
| 24               | 17                            | 13         | 0  | 1        | 1        | 1878.5             | 1878.5             |
| 25               | 17                            | 15         | 38 | 0.237    | 4.203    | 9110               | 9110.0025          |
| 26               | 17                            | 15         | 38 | 0.237    | 4.203    | 9110               | 9110.0025          |
| 27               | 17                            | 15         | 38 | 0.237    | 4.203    | 9110               | 9110.0025          |
| 28               | 17                            | 15         | 38 | 0.237    | 4.203    | 9110               | 9110.0025          |
| 29               | 19                            | 2          | 24 | 0.422    | 2.371    | 855.931            | 855.931            |
| 30               | 19                            | 2          | 24 | 0.422    | 2.371    | 855.931            | 855.931            |
| 31               | 19                            | 2          | 24 | 0.422    | 2.371    | 855.931            | 855.931            |
| 32               | 19                            | 2          | 24 | 0.422    | 2.371    | 855.931            | 855.931            |
| 33               | 19                            | 2          | 24 | 0.422    | 2.371    | 855.931            | 855.931            |
| 34               | 19                            | 2          | 24 | 0.422    | 2.371    | 855.931            | 855.931            |
| 35               | 19                            | 2          | 24 | 0.422    | 2.371    | 855.931            | 855.931            |
| 36               | 19                            | 2          | 24 | 0.422    | 2.371    | 855.931            | 855.931            |
| 37               | 16                            | 2          | 24 | 0.422    | 2.371    | 606.976            | 606.976            |
| 38               | 16                            | 2          | 24 | 0.422    | 2.371    | 606.976            | 606.976            |
| 39               | 16                            | 2          | 24 | 0.422    | 2.371    | 606.976            | 606.976            |
| 40               | 16                            | 2          | 24 | 0.422    | 2.371    | 606.976            | 606.976            |

Dari perhitungan diatas, dapat dilihat bahwasannya pada kedalaman 13 meter Pa Aktif = Pa Pasif, hal ini menunjukkan bahwa momen yang terjadi pada kedalaman 13 meter sama dengan 0.

Lampiran 2

Tabel 4.1

| Borehole Ip      |  | DB-1   |         |             |         | DB-2        |            |         |         |     |
|------------------|--|--|---------|-------------|---------|-------------|------------|---------|---------|-----|
| Sample depth (m) |  | 6-5,5  | 26-26,5 | 46-46,5     | 68-68,5 | 12-12,5     | 32-32,5    | 54-54,5 | 76-76,5 |     |
| Index Properties | <i>Spesific Grafity, (Gs)</i>                              | 2.57   | 2.6     | 2.7         | 2.68    | 2.54        | 2.65       | 2.65    | 2.69    |     |
|                  | <i>Liquid Limit (LL,%)</i>                                 | 48   | -       | 77          | 28      | 71          | 55         | 26      | 120     |     |
|                  | <i>Plastic Limit (PL, %)</i>                               | 27   | -       | 33          | 18      | 32          | 32         | 20      | 35      |     |
|                  | <i>Index Plasticity (IP,%)</i>                             | 21   | -       | 44          | 10      | 39          | 23         | 6       | 85      |     |
|                  | <i>Unit Weight, (<math>\gamma</math>, t/m<sup>3</sup>)</i> | 1.48   | 1.97    | 1.83        | 2.06    | 1.5         | 1.87       | 2.02    | 1.85    |     |
|                  | <i>Natural Water Content, (W, %)</i>                       | 85   | 25      | 39          | 21      | 82          | 33         | 23      | 37      |     |
|                  | <i>Liquidity Index (LI)</i>                                | 2.76   | -       | 0.14        | 0.3     | 1.28        | 0.04       | 0.5     | 0.02    |     |
|                  | <i>Void Ratio (eo)</i>                                     | 2.21   | 0.65    | 1.05        | 0.57    | 2.08        | 0.88       | 0.61    | 0.99    |     |
|                  | <i>USCS Clasification</i>                                  | CL   | SM      | CH          | SC      | CH          | MH         | ML      | CH      |     |
| <i>Soil Type</i> | Lean Clay  | Silty Sand   | Clay    | Clayey Sand | Clay    | Clayey Silt | Sandy Silt | Clay    |         |     |
| Grain Size       | <i>% Gravel</i>  | -  | 0.96    | -           | 0.33    | -           | -          | 0.37    | -       |     |
|                  | <i>% Sand</i>  | 0.98   | 80.98   | 2.74        | 48.8    | 1.68        | 18.99      | 61.74   | 1.16    |     |
|                  | <i>% Silt and Clay</i>                                     | 99.02  | 18.06   | 97.26       | 50.87   | 98.32       | 81.01      | 37.89   | 98.84   |     |
| Streight Test    | <i>UU</i>  | <i>Cohesion (c, Kg/cm<sup>2</sup>)</i>                     | -       | -           | 0.9     | -           | -          | 1.2     | -       | 1.5 |
|                  |  | <i>Angle of Int Friction (<math>\emptyset</math>, deg)</i> | -       | -           | 3       | -           | -          | 2       | -       | 5   |
|                  | <i>Van e</i>   | <i>Cohesion (c, Kg/cm<sup>2</sup>)</i>                     | 0.08    | -           | -       | -           | 0.13       | -       | -       | -   |
|                  |  | <i>Cohesion (c, Kg/cm<sup>2</sup>)</i>                     | -       | 0.15        | -       | 0.3         | -          | -       | 0.1     | -   |
|                  | <i>QT</i>  | <i>Angle of Int Friction (<math>\emptyset</math>, deg)</i> | -       | 38          | -       | 41          | -          | -       | 38      | -   |

| Borehole Ip        |  | DB-1  |         |         |         |         | DB-2    |         |         |
|--------------------|--|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Sample depth (m)   |  | 6-5,5 | 26-26,5 | 46-46,5 | 68-68,5 | 12-12,5 | 32-32,5 | 54-54,5 | 76-76,5 |
| Modulus            | <i>Undrained Moduli, (Eu, kg.cm2)</i>                      | -     | -       | 250     | -       | -       | 280     | -       | 600     |
|                    | <i>Secant Modulus, (E50, kg/cm2)</i>                       | -     | -       | 90      | -       | -       | 150     | -       | 400     |
| Consolidation Test | <i>Oedometer Modulus, (Eoed, kg/cm2)</i>                   | 5     | -       | 80      | 255     | 8.1     | 45      | 120     | 62      |
|                    | <i>Compression Index, (Cc)</i>                             | 0.63  | -       | 0.31    | 0.13    | 0.78    | 0.44    | 0.19    | 0.69    |
|                    | <i>Swelling Index, (Cs)</i>                                | 0.11  | -       | 0.11    | 0.01    | 0.13    | 0.09    | 0.02    | 0.12    |
|                    | <i>Overbudden Pressure, (po kg/cm2)</i>                    | 0.39  | -       | 3.99    | 6.32    | 0.75    | 2.49    | 4.73    | 6.6     |
|                    | <i>Preconsolidation pressure, (pc', kg/cm2)</i>            | 0.35  | -       | 5       | 6.5     | 0.6     | 4.8     | 4       | 7       |
|                    | <i>Over Consolidation Ratio (OCR)</i>                      | 0.9   | -       | 1.25    | 1.03    | 0.8     | 1.93    | 0.85    | 1.06    |
|                    | <i>Modified Compression Index (<math>\lambda^*</math>)</i> | 0.321 | -       | 0.134   | 0.059   | 0.341   | 0.191   | 0.084   | 0.298   |
|                    | <i>Modified Swelling Index (<math>K^*</math>)</i>          | 0.048 | -       | 0.053   | 0.005   | 0.061   | 0.04    | 0.008   | 0.051   |