



TUGAS AKHIR

**ALTERNATIF PERENCANAAN BASEMENT DAN PONDASI  
PADA PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN GRAND  
SUNGKONO LAGOON SURABAYA**

DISUSUN OLEH:

KRESNADI WICAKSONO DJUWARI

NRP 03111745000006

Dosen Pembimbing I :

Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar M.Sc., P.hD.

Dosen Pembimbing II :

Dr. Yudhi Lastiasih S.T., M.T.,

TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN  
KEBUMIHAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

2019



TUGAS AKHIR

**ALTERNATIF PERENCANAAN BASEMENT DAN PONDASI  
PADA PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN GRAND  
SUNGKONO LAGOON SURABAYA**

DISUSUN OLEH:

KRESNADI WICAKSONO DJUWARI

NRP 03111745000006

DOSEN Pembimbing I :

Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar M.Sc, P.hD.,

DOSEN Pembimbing II :

Dr. Yudhi Lastiasih S.T., M.T.,

PROGRAM STUDI LINTAS JALUR S-1 TEKNIK SIPIL

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN

KEBUMIHAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2019



FINAL PROJECT

**ALTERNATIVE BASEMENT AND  
FOUNDATION DESIGN IN GRAND SUNGKONO  
LAGOON APARTMENT PROJECT SURABAYA**

Arranged By:

KRESNADI WICAKSONO DJUWARI

NRP 03111745000006

Supervisor I :

Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar M.Sc, P.hD.,

Supervisor II :

Dr. Yudhi Lastiasih S.T., M.T.,

CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT

Faculty Of Civil Engineering, Environmental and

Geoscience

Sepuluh Nopember Institute Of Technology

Surabaya

2019

**ALTERNATIF PERENCANAAN BASEMENT DAN  
PONDASI PADA PROYEK PEMBANGUNAN  
APARTMENT GRAND SINGKONO LAGOON  
SURABAYA**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik

Pada

Program Studi S-1 Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

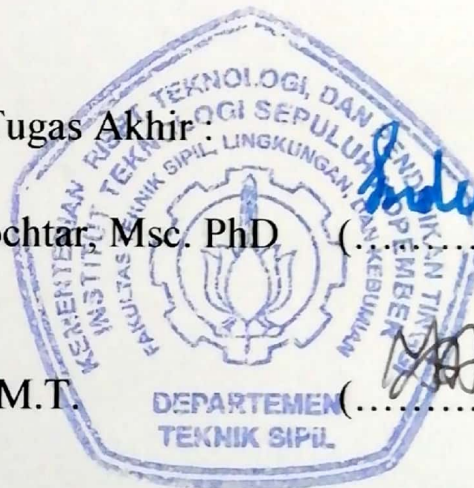
**Kresnadi Wicaksono Djuwari**

NRP : 03111745000006

Disetujui oleh pembimbing Tugas Akhir :

1. Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, Msc. PhD (.....)

2. Dr. Yudhi Lastiasih S.T., M.T. (.....)



**SURABAYA, Juli 2019**

# **ALTERNATIF PERENCANAAN BASEMENT DAN PONDASI PADA PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMENT GRAND SUNGKONO LAGOON SURABAYA**

**NAMA MAHASISWA: KRESNADI WICAKSONO DJUWARI**

**NRP : 03111745000006**

**JURUSAN : TEKNIK SIPIL FTSLK – ITS**

## **ABSTRAK**

*Apartemen sebagai salah satu solusi hunian dengan lahan yang terbatas, sangat membutuhkan area parkir yang luas. Karena area yang luas sulit didapatkan di kota besar seperti Surabaya, maka dibutuhkan struktur bawah tanah (basement) untuk mengatasi masalah keterbatasan lahan. Permasalahan ini juga ada pada proyek pembangunan apartemen grand sungkono lagoon, Surabaya. Bangunan yang terdiri dari 48 lantai di atas permukaan tanah tersebut mempunyai 4 lantai basement mencapai 16,50 m. Pada saat pengujian tanah tidak ditemukannya muka air tanah. Perencanaan awal pondasi pada proyek tersebut menggunakan kombinasi pondasi tikar dengan bored pile berdiameter 100 cm. Perencanaan dinding basement menggunakan Contiguos Bored Pile (Secant Pile) dan metode konstruksi yang digunakan adalah metode Bottom Up.*

*Pada tugas akhir ini, akan dilakukan perbandingan harga material pembangunan basement dengan metode secant pile dan diaphragm wall dengan metode konstruksi Top Down dimana pembangunan pelat lantai dimulai dari ground floor sampai basement lantai empat. Penggalian dilakukan secara bertahap dengan pelat lantai sebagai bracing dinding basement. Setelah alternatif basement dan pondasi terpilih,*

*maka dibandingkan dengan perencanaan eksisting yang ada pada proyek pembangunan apartemen grand sungkono lagoon dilihat dari segi biaya material.*

*Dari hasil perencanaan dinding basement dipilih diafragma wall dengan kedalaman penanaman dinding sedalam 35 m menggunakan tebal 100 cm dengan total biaya pekerjaan sebesar Rp 11.718.056.092 sedangkan untuk secant pile dengan kedalaman penanaman dinding sedalam 35 m menggunakan diameter 80 cm dengan jarak antar tiang 100 cm, total biaya pekerjaannya adalah Rp 12.759.652.706. Pondasi yang digunakan adalah tipe bored pile dengan diameter 80 cm mempunyai panjang 29 m dan diameter 100 cm dengan panjang 36 m dengan total biaya pekerjaan Rp 8.752.538.585*

***Kata Kunci : Diaphragm Wall, Secant Pile, Foundation, Top Down, Apartemenet Grand Sungkono Lagoon***

# **ALTERNATIVE BASEMENT AND FOUNDATION DESIGN IN GRAND SUNGKONO LAGOON APARTMENT PROJECT SURABAYA**

**STUDENT NAME : KRESNADI WICAKSONO DJUWARI**

**NRP : 03111745000006**

**DEPARTMENT : CIVIL ENGINEERING FTSLK – ITS**

## **ABSTRACT**

*Apartments as one of the residential solutions with limited land, desperately need a large parking area. Because large areas are difficult to find in big cities like Surabaya, an underground structure (basement) is needed to overcome the problem of limited land. This problem also exists in the grand sungkono lagoon apartment development project, Surabaya. The building which consists of 48 floors above the land surface has 4 basement floors reaching 16.50 m. At the time of testing the soil does not find groundwater. The initial planning of the foundation on the project uses a combination of mat foundation with bored pile with a diameter of 100 cm. Basement wall planning uses Contiguos Bored Pile (Secant Pile) and the construction method used is the Bottom Up method.*

*In this final project, the basement will be design with the secant pile and diaphragm wall using Top Down analysis method and compared based on its material cost. The Top Down construction is a method where the construction of the floor plate starts from ground floor to the fourth floor basement. The excavation is carried out in stages with the floor plate as a basement wall bracing. After the alternative basement and foundation are selected, then compared to the existing planning in the grand sungkono lagoon apartment construction project in terms of material costs.*

*From the results of the basement wall planning, the diaphragm wall was selected with a depth of 35 m deep wall planting using 100 cm thick with a total work cost of Rp. 11,718,056,092 while for secant pile with a depth of 35 m deep wall planting using 80 cm diameter with 100 cm spacing, the total cost of the work is Rp 12,759.65,706. The foundation used is the type of bored pile with a diameter of 80 cm having a length of 29 m and a diameter of 100 cm with a length of 36 m with a total cost of work is Rp 8.752.538.585*

**Keywords:** *Basement, Diaphragm Wall, Secant Pile, Bored Pile, Foundation, Top Down, Grand Sungkono Lagoon Apartment*



## **KATA PENGANTAR**

Segala puji kehadiran Allah SWT, atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya yang telah diberikan sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini tepat pada waktunya.

Pada kesempatan ini ijinlanlah penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar besarnya kepada :

1. Kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan tiada hentinya kepada penulis.
2. Bapak Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar M.Sc, P.hd dan Ibu Dr. Yudhi Lastiasih S.T., M.T., sebagai dosen pembimbing yang memberikan banyak masukan dan arahan dalam penyelesaian Tugas Akhir.
3. Seluruh dosen pengajar jurusan Teknik Sipil ITS yang secara langsung maupun tidak langsung telah memberikan bimbingan dan ilmu yang sangat bermanfaat kepada penulis.
4. Seluruh teman-teman ITS khususnya kelas LJ 2017.

Dengan segenap kerendahan hati , penulis menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna , sehingga besar harapan adanya koreksi dan masukan dari semua pihak untuk kesempurnaan tugas akhir ini.

Penulis berdoa semoga apa yang telah dimuat dalam tugas akhir ini dapat memberi manfaat dikemudia hari bagi siapapun yang membacanya

Surabaya, 31 Mei 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

Abstrak.....	i
Abstract.....	iii
Kata Pengantar.....	v
Daftar Isi.....	vi
Daftar Gambar.....	ix
Daftar Tabel.....	xiii

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	5
1.3. Tujuan Penulisan.....	5
1.4. Batasan Masalah.....	6
1.5. Manfaat Penulisan.....	6

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1. Tanah.....	7
2.1.1. Tanah Berbutir Kasar dan Berbutir Halus.....	7
2.1.2. Tanah Kembang Susut.....	8
2.2. Penentuan Parameter Tanah.....	12
2.2.1. Parameter Tanah Dari Tes Lapangan.....	12
2.2.2. Parameter Tanah Dari Tes Laboratorium.....	16
2.3. Pondasi Tiang.....	17
2.3.1. Jenis Pondasi Tiang.....	17

2.3.2. Daya Dukung Tiang Tunggal.....	22
2.3.3. Daya Dukung Kelompok Tiang.....	22
2.4. Konstruksi Dinding Penahan Tanah.....	27
2.4.1. Tekanan Tanah Lateral.....	30
2.4.2. <i>Secant Pile</i> .....	34
2.4.3. <i>Diaphragm Wall</i> .....	36
2.4.4. Kontrol Defleksi.....	38
2.5. Metode Konstruksi Bottom Up.....	39

### **BAB III METODOLOGI**

3.1. Diagram Alir.....	43
3.2. Penjelasan Bagan Alir.....	45

### **BAB IV ANALISA DATA TANAH**

4.1. Analisa Kondisi Tanah Proyek.....	49
4.2. Analisa Data Tanah Untuk Perhitungan <i>Basement</i> .....	50
4.3. Analisa Data Tanah untuk Perencanaan Pondasi.....	55
4.4. Analisa <i>Swelling Potential</i> .....	61
4.5. Reaksi Tiap Kolom Gedung.....	62

### **BAB V ANALISA PERHITUNGAN DINDING DAN PONDASI**

5.1. Perencanaan Dinding <i>Basement</i> .....	67
5.1.1. Penentuan Data Tanah Yang Digunakan.....	67

5.1.2. Perencanaan <i>Diaphragm Wall</i> .....	68
5.1.3. Perencanaan <i>Secant Pile</i> .....	156
5.1.4. Perencanaan Plat Lantai Basement.....	177
5.1.5. Kontrol <i>Uplift Pressure</i> .....	182
5.2. Perencanaan Pondasi Tiang Group.....	184
5.2.1. Daya Dukung Ultimit Tanah.....	184
5.2.2. Daya Dukung Tiang Tunggal.....	189
5.2.3. Daya Dukung Tiang Group.....	196
5.3. Perencanaan <i>Kingpost</i> .....	210
5.4. Perhitungan Biaya Material.....	220

## **BAB VI METODE PELAKSANAAN**

6.1. Dinding Diafragma.....	239
6.2. Pekerjaan Pondasi dan Penanaman <i>Kingpost</i> .....	244
6.3. Metode <i>Top Down Construction</i> .....	248

## **BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN**

7.1. Kesimpulan.....	255
7.2. Saran.....	257

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Peta surabaya pada provinsi jawa timur.....	1
Gambar 1.2. Lokasi proyek apartemen grand sungkono lagoon....	2
Gambar 1.3. Denah pondasi dan pengaman galian tower Orlins...2	
Gambar 1.4. Skematik CBP tipe 1.....	3
Gambar 1.5. Skematik CBP tipe 2.....	3
Gambar 1.6. Detail pondasi yang direncanakan.....	4
Gambar 2.1. Sistem klasifikasi tanah berdasarkan ukuran partikel dari beberapa organisasi.....	8
Gambar 2.2. Kegagalan konstruksi akibat tanah kembang susut pada konstruksi dinding penahan tanah.....	9
Gambar 2.3. Nilai aktivitas dari beberapa mineral tanah Lempung.....	11
Gambar 2.4. Grafik klasifikasi <i>swelling potential</i> .....	11
Gambar 2.5. Alat uji sondir.....	13
Gambar 2.6. Contoh laporan hasil uji sondir.....	14
Gambar 2.7. Alat uji SPT.....	15
Gambar 2.8. Prosedur pelaksanaan uji SPT.....	16
Gambar 2.9. Ilustrasi kelompok tiang.....	23
Gambar 2.10. Contoh susunan kelompok tiang.....	24
Gambar 2.11. Ilustrasi penentuan baris dan kolom pada Kelompok tiang.....	26
Gambar 2.12. Ilustrasi gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah.....	27
Gambar 2.13. DPT tipe gravity wall.....	28
Gambar 2.14. DPT tipe cantilever .....	28
Gambar 2.15. DPT tipe sheet pile.....	29
Gambar 2.16. DPT tipe diaphragm wall.....	29
Gambar 2.17. DPT tipe contiguous pile.....	30
Gambar 2.18. Diagram tegangan tekanan tanah diam.....	31
Gambar 2.19. Diagram tegangan tekanan tanah aktif .....	34
Gambar 2.20. Diagram tegangan tekanan tanah akibat beban merata.....	33
Gambar 2.21. Grafik tegangan tekanan tanah pasif.....	34

Gambar 2.22. Tipe secant pile yang diperkuat baja tulangan dan baja profil.....	35
Gambar 2.23. Urutan pelaksanaan pembuatan secant pile.....	35
Gambar 2.24. Konstruksi Diaphragm wall.....	37
Gambar 2.25. Pengaruh tekanan tanah horizontal terhadap defleksi.....	38
Gambar 2.26. Urutan pelaksanaan metode bottom up.....	41
Gambar 3.1. Diagram alir pengerjaan tugas akhir.....	43
Gambar 4.1. N-SPT 5 borlog.....	50
Gambar 4.2. Potensi kembang susut tanah pada BH-3.....	62
Gambar 4.3. Permodelan struktur atas.....	64
Gambar 4.4. Nomor kolom.....	65
Gambar 5.1. Momen maksimum BH-1.....	67
Gambar 5.2. Momen maksimum BH-2.....	67
Gambar 5.3. Momen maksimum BH-3.....	68
Gambar 5.4. Momen maksimum BH-4.....	68
Gambar 5.5. Ilustrasi galian pada kondisi 1.....	70
Gambar 5.6. Asumsi defleksi awal kondisi 1.....	74
Gambar 5.7. Defleksi dinding pada kondisi 1.....	79
Gambar 5.8. Defleksi dinding pada kondisi 1 iterasi 1.....	84
Gambar 5.9. Defleksi dinding pada kondisi 1 iterasi 2.....	88
Gambar 5.10. Grafik defleksi kondisi 1.....	90
Gambar 5.11. Ilustrasi Galian Pada Kondisi 2.....	91
Gambar 5.12. Asumsi defleksi awal kondisi 2.....	95
Gambar 5.13. Defleksi dinding pada kondisi 2.....	100
Gambar 5.14. Defleksi dinding pada kondisi 2 iterasi 1.....	105
Gambar 5.15. Defleksi dinding pada kondisi 2 iterasi 2.....	109
Gambar 5.16. Grafik defleksi kondisi 2.....	111
Gambar 5.17. Ilustrasi galian pada kondisi 3.....	112
Gambar 5.18. Asumsi defleksi awal kondisi 3.....	116
Gambar 5.19. Defleksi dinding pada kondisi 3.....	121
Gambar 5.20. Defleksi dinding pada kondisi 3 iterasi 1.....	126
Gambar 5.21. Defleksi dinding pada kondisi 3 iterasi 2.....	130
Gambar 5.22. Grafik defleksi kondisi 3.....	132
Gambar 5.23. Ilustrasi galian pada kondisi 4.....	133

Gambar 5.24. Asumsi defleksi awal kondisi 4.....	137
Gambar 5.25. Defleksi Dinding Pada Kondisi 4.....	142
Gambar 5.26. Defleksi dinding oada kondisi 4 iterasi 1.....	147
Gambar 5.27. Defleksi dinding oada kondisi 4 iterasi 2.....	151
Gambar 5.28. Grafik defleksi kondisi 4.....	153
Gambar 5.29. Momen dan gaya geser maksimum pada dinding diafragma.....	154
Gambar 5.30. Sketsa tampak atas <i>secant pile</i> .....	156
Gambar 5.31. Asumsi defleksi awal kondisi 1 secant pile.....	160
Gambar 5.32. Defleksi kondisi 1 secant pile.....	160
Gambar 5.33. Defleksi kondisi 1 iterasi 1 secant pile.....	161
Gambar 5.34. Defleksi kondisi 1 iterasi 1 secant pile .....	161
Gambar 5.35. Grafik defleksi kondisi 1 secant pile.....	162
Gambar 5.36. Asumsi defleksi awal kondisi 2 secant pile.....	164
Gambar 5.37. Defleksi kondisi 2 secant pile.....	164
Gambar 5.38. Defleksi kondisi 2 iterasi 1 secant pile.....	165
Gambar 5.39. Defleksi kondisi 2 iterasi 2 secant pile.....	165
Gambar 5.40. Grafik defleksi kondisi 2 secant pile.....	166
Gambar 5.41. Asumsi Defleksi Awal Kondisi 3 Secant Pile.....	168
Gambar 5.42. Defleksi kondisi 3 secant pile.....	168
Gambar 5.43. Defleksi kondisi 3 Iterasi 1 secant pile.....	169
Gambar 5.44. Defleksi kondisi 3 Iterasi 2 secant pile.....	169
Gambar 5.45. Grafik defleksi kondisi 3 secant pile.....	170
Gambar 5.46. Asumsi defleksi awal kondisi 4 secant pile.....	172
Gambar 5.47. Defleksi kondisi 4 secant pile.....	172
Gambar 5.48. Defleksi kondisi 4 iterasi 1 secant pile.....	173
Gambar 5.49. Defleksi kondisi 4 iterasi 2 secant pile.....	173
Gambar 5.50. Grafik defleksi kondisi 4 secant pile.....	174
Gambar 5.51. Momen maksimum pada dinding secant pile.....	175
Gambar 5.52. Analisa kebutuhan tulangan secant pile.....	175
Gambar 5.53. Analisa kebutuhan tulangan utama bored pile.....	192
Gambar 5.54. Analisa kebutuhan tulangan utama bored pile ...	194
Gambar 5.55. Konfigurasi kelompok tiang.....	198
Gambar 5.56. Pembagian sisi basement.....	232
Gambar 6.1. Konstruksi Guide Wall.....	239

Gambar 6.2. Alat berat <i>clamshell</i> .....	240
Gambar 6.3. Denah rencana segmen galian.....	240
Gambar 6.4. Ilustrasi proses penggalian satu panel.....	241
Gambar 6.5. Tipe panel.....	241
Gambar 6.6. Ilustrasi pekerjaan pembesian dan pengecoran Dinding diafragma.....	242
Gambar 6.7. Stek pembesian lantai basement.....	243
Gambar 6.8. Pengeboran tanah menggunakan <i>auger</i> .....	244
Gambar 6.9. Pemasangan casing.....	245
Gambar 6.10. Pemasangan <i>bracing</i> pada lubang <i>kingpost</i> .....	246
Gambar 6.11. Pemasangan <i>bracing</i> pada lubang <i>kingpost</i> (lapangan).....	246
Gambar 6.12. Proses pengangkatan <i>kingpost</i> .....	247
Gambar 6.13. Pengecekan ketegakan <i>kingpost</i> .....	247
Gambar 6.14. Proses pengecoran <i>kingpost</i> .....	248
Gambar 6.15. Ilustrasi tahap persiapan.....	249
Gambar 6.16. Ilustrasi kondisi 1.....	250
Gambar 6.17. Ilustrasi kondisi 2.....	250
Gambar 6.18. Ilustrasi kondisi 3.....	251
Gambar 6.19. Ilustrasi kondisi 4.....	251
Gambar 6.20. Ilustrasi scaffolding penahan plat lantai Elevasi 0,00 m.....	252
Gambar 6.21. Ilustrasi pekerjaan penulangan plat.....	252
Gambar 6.22. Ilustrasi pekerjaan pengecoran plat.....	253
Gambar 6.23. Ilustrasi tahap pengecoran.....	253
Gambar 6.24. Ilustrasi penggalian kondisi 2.....	254



## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Stratigrafi proyek apartment grand sungkono lagoon Surabaya.....	49
Tabel 4.2. Korelasi N-SPT dengan nilai Cu.....	51
Tabel 4.3. Korelasi nilai ks dengan nilai $\gamma_{sat}$ .....	51
Tabel 4.4. Korelasi nilai ks dan nilai $q_c$ .....	60
Tabel 4.5. Korelasi parameter tanah pada BH-3.....	64
Tabel 4.6. Koreksi N-SPT lapangan BH-3 kedalaman 16,5 – 29 m.....	56
Tabel 4.7. Koreksi N-SPT lapangan BH-3 kedalaman 29,5 – 44 m.....	57
Tabel 4.8. Koreksi N-SPT lapangan BH-3 kedalaman 44,5 – 60 m.....	58
Tabel 4.9. Analisa nilai aktivitas tanah BH-3.....	61
Tabel 4.10. Reaksi tiap kolom gedung.....	66
Tabel 5.1. Nilai Kspring dan tekanan tanah lateral <i>at rest</i> kondisi 1.....	71
Tabel 5.2. Nilai asumsi defleksi awal dinding akibat tekanan tanah lateral Kondisi 1 <i>at rest</i> .....	73
Tabel 5.3. Nilai gaya aktif dan pasif yang terjadi pada dinding kondisi 1.....	76
Tabel 5.4. Nilai defleksi dinding akibat tekanan tanah lateral kondisi 1.....	78
Tabel 5.5. Nilai gaya aktif dan pasif yang terjadi pada dinding kondisi 1 iterasi 1.....	81
Tabel 5.6. Nilai defleksi dinding akibat tekanan tanah lateral kondisi 1 iterasi 1.....	83
Tabel 5.7. Nilai gaya aktif dan pasif yang terjadi pada dinding kondisi 1 iterasi 2.....	85
Tabel 5.8. Nilai defleksi dinding akibat tekanan tanah lateral kondisi 1 iterasi 2.....	87
Tabel 5.9. Selisih Defleksi Setelah Iterasi.....	89
Tabel 5.10. Nilai Kspring dan tekanan tanah tateral <i>at rest</i> kondisi 2.....	92

Tabel 5.11. Nilai asumsi defleksi awal dinding akibat tekanan tanah lateral kondisi 2 <i>at rest</i> .....	94
Tabel 5.12. Nilai gaya aktif dan pasif yang terjadi pada dinding kondisi 2.....	97
Tabel 5.13. Nilai defleksi dinding akibat tekanan tanah lateral kondisi 2.....	99
Tabel 5.14. Nilai gaya aktif dan pasif yang terjadi pada dinding kondisi 2 iterasi 1.....	102
Tabel 5.15. Nilai defleksi dinding akibat tekanan tanah lateral kondisi 2 iterasi 1.....	104
Tabel 5.16. Nilai gaya aktif dan pasif yang terjadi pada dinding kondisi 2 iterasi 2.....	106
Tabel 5.17. Nilai defleksi dinding akibat tekanan tanah lateral kondisi 2 iterasi 2.....	108
Tabel 5.18. Selisih defleksi setelah iterasi.....	110
Tabel 5.19. Nilai Kspring dan tekanan tanah lateral <i>at rest</i> kondisi 3.....	113
Tabel 5.20. Nilai asumsi defleksi awal dinding akibat tekanan tanah lateral kondisi 3 <i>at rest</i> .....	115
Tabel 5.21. Nilai gaya aktif dan pasif yang terjadi pada dinding kondisi 3.....	118
Tabel 5.22. Nilai defleksi dinding akibat tekanan tanah lateral kondisi 3.....	120
Tabel 5.23. Nilai gaya aktif dan pasif yang terjadi pada dinding kondisi 3 iterasi 1.....	123
Tabel 5.24. Nilai defleksi dinding akibat tekanan tanah lateral kondisi 3 iterasi 1.....	125
Tabel 5.25. Nilai gaya aktif dan pasif yang terjadi pada dinding kondisi 3 iterasi 2.....	127
Tabel 5.26. Nilai defleksi dinding akibat tekanan tanah lateral kondisi 3 iterasi 2.....	129
Tabel 5.27. Selisih defleksi setelah iterasi.....	131
Tabel 5.28. Nilai Kspring dan tekanan tanah lateral <i>at rest</i> kondisi 4.....	134

Tabel 5.29. Nilai asumsi defleksi awal dinding akibat tekanan tanah lateral kondisi 4 <i>at rest</i> .....	136
Tabel 5.30. Nilai gaya aktif dan pasif yang terjadi pada dinding kondisi 4.....	139
Tabel 5.31. Nilai defleksi dinding akibat tekanan tanah lateral kondisi 4.....	141
Tabel 5.32. Nilai gaya aktif dan pasif yang terjadi pada dinding kondisi 4 iterasi 1.....	144
Tabel 5.33. Nilai defleksi dinding akibat tekanan tanah lateral kondisi 4 Iterasi 1.....	146
Tabel 5.34. Nilai gaya aktif dan pasif yang terjadi pada dinding kondisi 4 iterasi 2.....	148
Tabel 5.35. Nilai defleksi dinding akibat tekanan tanah lateral kondisi 4 iterasi 2.....	150
Tabel 5.36. Selisih defleksi iterasi.....	152
Tabel 5.37. Nilai defleksi secant pile pada kondisi 1.....	159
Tabel 5.38. Nilai defleksi secant pile pada kondisi 2.....	163
Tabel 5.39. Nilai defleksi secant pile pada kondisi 3.....	167
Tabel 5.40. Nilai defleksi secant pile pada kondisi 4.....	171
Tabel 5.41. Analisa Q ultimit tanah BH-3 kedalaman 16,5 – 29 m.....	185
Tabel 5.42. Analisa Q ultimit tanah BH-3 kedalaman 29,5-44 m.....	186
Tabel 5.43. Analisa Q ultimit tanah BH-3 kedalaman 44,5-60 m.....	187
Tabel 5.44. Rekapitulasi kedalaman <i>bored pile</i> D800.....	190
Tabel 5.45. Rekapitulasi kedalaman <i>bored pile</i> D1000.....	191
Tabel 5.46. Rekapitulasi kebutuhan tiang tiap kolom.....	196
Tabel 5.47. Rekapitulasi kebutuhan tiang tiap <i>shearwall</i> .....	197
Tabel 5.48. Efisiensi kelompok tiang <i>shearwall</i> .....	198
Tabel 5.49. Rekapitulasi perhitungan gaya maksimum dan pinimum pada <i>pilecap</i> .....	201
Tabel 5.50. Rekapitulasi perhitungan gaya maksimum dan pinimum pada <i>pilecap</i> .....	202

Tabel 5.51. Rekapitulasi dimensi <i>pilecap</i> kolom.....	202
Tabel 5.52. Rekapitulasi dimensi <i>pilecap shearwall</i> .....	203
Tabel 5.53. Perhitungan tebal <i>pilecap shearwall</i> Berdasarkan gaya geser dua arah di sekitar kolom.....	209
Tabel 5.54. Perhitungan tebal <i>pilecap shearwall</i> Berdasarkan gaya geser dua arah di sekitar tiang bor .....	209
Tabel 5.55. Perhitungan penulangan <i>pilecap shearwall</i> .....	209
Tabel 5.56. Rincian biaya pekerjaan 1 tiang <i>bored pile</i> D800....	221
Tabel 5.57. Rincian biaya pekerjaan 1 tiang <i>bored pile</i> D1000....	223
Tabel 5.58. Rincian biaya pekerjaan 1 <i>pilecap</i> .....	227
Tabel 5.59. Rincian biaya pekerjaan <i>pilecap shearwall</i> 4 tiang.....	229
Tabel 5.60. Rincian biaya pekerjaan <i>pilecap shearwall</i> 6 tiang.....	231
Tabel 5.61. Rincian biaya pekerjaan dinding diafragma.....	235
Tabel 5.62. Rincian biaya pekerjaan 1 <i>secant pile</i> .....	238
Tabel 5.63. Rincian total biaya pekerjaan <i>secant pile</i> .....	238

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan ekonomi di kota besar Indonesia khususnya di Surabaya membuat banyak masyarakat dari luar Surabaya pindah ke Surabaya. Perpindahan masyarakat dari luar Surabaya yang banyak setiap tahunnya, tidak diimbangi dengan ketersediaan lahan untuk perumahannya. Untuk mengatasi masalah tersebut, banyak dibuat apartemen untuk mengakomodasi masalah tempat tinggal dengan lahan yang terbatas. Akan tetapi setiap apartemen yang berdiri, membutuhkan lahan parkir yang luas, sehingga untuk mengatasi masalah tersebut dibuat bangunan didalam tanah atau disebut *Basement* untuk mengakomodir ruang untuk lahan parkir. Permasalahan lahan parkir ini juga terjadi pada perencanaan apartemen Grand Sungkono Lagoon tower Orlins, bangunan yang direncanakan terdiri dari 48 lantai diatas permukaan tanah dan direncanakan menggunakan 4 lantai *basement* dibawah permukaan tanah. Peta kota Surabaya dapat dilihat pada Gambar 1.1.

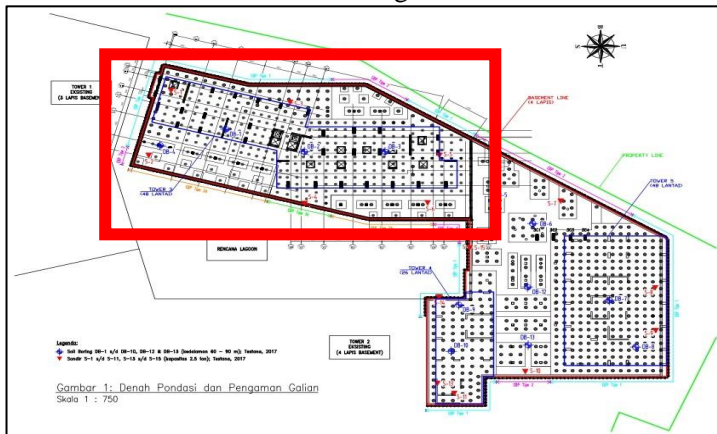


Gambar 1.1. Peta surabaya pada provinsi jawa timur  
(Sumber : google images)

Apartemen Grand Sungkono Lagoon berlokasi di Jl. KH. Abdul Wahab Siamin Surabaya Blok RA No. Kav 9-10, Putat Gede, Suko Manunggal, Kota Surabaya. Lokasi proyek dari apartemen grand sungkono lagoon dapat dilihat pada Gambar 1.2. Pada proyek ini direncanakan menggunakan 432 tiang bor yang letaknya dapat dilihat pada Gambar 1.3.



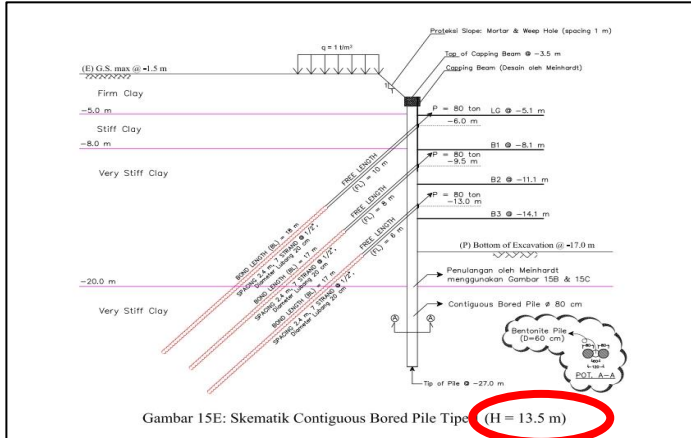
Gambar 1.2. Lokasi proyek apartemen grand sungkono lagoon  
Sumber : Google Earth



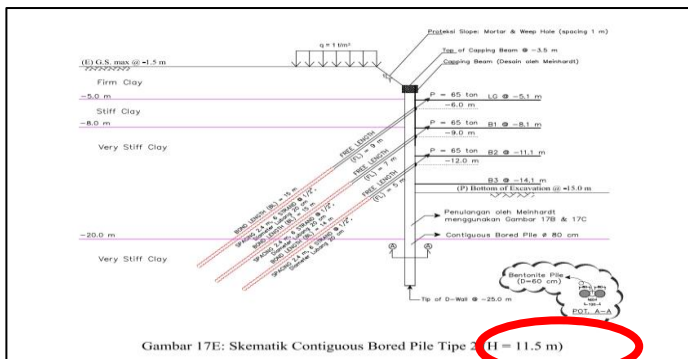
Gambar 1.3. Denah pondasi dan pengaman galian tower Orllins  
(Sumber : PT. PP Properties)

Pada perencanaan apartemen Grand Sungkono Lagoon tower Orllins, terdapat 5 boring log dengan kedalaman 60 m dan 90 m. Dari 5 boring log tersebut, kondisi tanah rata - rata memiliki konsistensi *very stiff* - *hard stiff* dan selama pengujian tidak ditemukan muka air tanah. Perencanaan *basement* menggunakan *Contiguos Bored Pile ( Secant Pile )* dengan 2 tipe yang ditinjau dari kedalaman pemasangan antara lain, 27,00 m dan 25,00 m.

Berikut adalah skema pemasangan *Secant pile* dengan kedalaman 27,00 m dan kedalaman 25,00 m yang masing-masing dapat dilihat pada Gambar 1.4. dan Gambar 1.5.



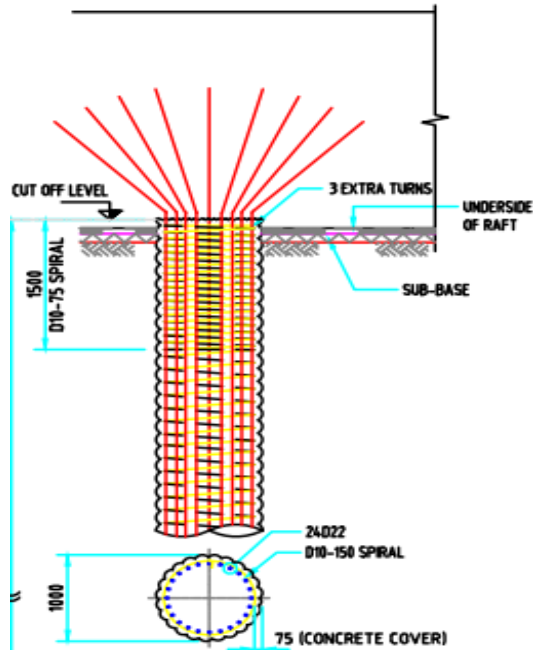
Gambar 1.4. Skematik CBP tipe 1  
(Sumber : PT. PP Properties)



Gambar 1.5. Skematik CBP tipe 2  
(Sumber : PT. PP Properties)

Perencanaan konstruksi pondasi yang direncanakan adalah *Bored Pile* dengan  $\text{Ø} 100 \text{ cm}$  dipasang hingga kedalaman 43.75 m

- 44.75 m, kedalaman *bored pile* ditinjau dari C.O.L (Cut Off Level) yang berada pada kedalaman 16.50 m dari permukaan tanah dan *Raft Foundation* dengan tebal rencana bervariasi yaitu, 2.50 m, 3.00 m dan 3.50 m pada pondasi gedung apartemen, Metode pelaksanaan yang direncanakan pada apartemen itu menggunakan *Bottom Up*. Detail pondasi dapat dilihat pada Gambar 1.6.



Gambar 1.6. Detail pondasi yang direncanakan  
(Sumber : PT. PP Properties)

Berdasarkan perencanaan awal yang disebutkan diatas, alternatif perencanaan diperlukan untuk memberikan opsi kepada pelaksana dan owner bahwa tipe pondasi dan *basement* apa yang penggunaannya efektif pada proyek tersebut. Alternatif perencanaan *basement* yang diberikan diharapkan tetap bisa dilaksanakan dilapangan sehingga lahan yang terbatas bisa dioptimalkan penggunaannya dan defleksi maksimum yang terjadi



pada dinding basement tetap tidak melebihi syarat dari defleksi maksimum yang diijinkan.

Berdasarkan permasalahan yang terdapat pada proyek ini, maka perlu dilakukan perencanaan ulang yang lebih efisien dari segi keamanan dan dari segi biaya. pada tugas akhir ini akan direncanakan *basement* dengan beberapa alternatif antara lain metode *diaphragma wall* dan *secant pile*. Alternatif metode pelaksanaan yang direncanakan menggunakan metode *Top Down*.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah yang ada adalah :

- 1) Bagaimana kondisi tanah pada proyek tersebut ?
- 2) Bagaimana *swelling potential* tanah pada proyek tersebut ?
- 3) Bagaimana perencanaan *Secant Pile* dengan metode *Top Down* ?
- 4) Bagaimana perencanaan *Diaphragm Wall* dengan metode *Top Down* ?
- 5) Berapa biaya material yang dibutuhkan untuk masing-masing perencanaan *basement* ?
- 6) Bagaimana dimensi dari pondasi *bored pile* yang mampu menahan beban gedung apartemen ?
- 7) Mana yang lebih efisien dari alternatif *basement* dan pondasi terpilih bila dibandingkan dengan perencanaan *basement* dan pondasi eksisting ?

## 1.3. Tujuan Penulisan

- 1) Mengetahui kondisi tanah yang ada pada proyek apartemen Grand Sungkono Lagoon.
- 2) Mengetahui cara mendesain dinding penahan tanah dengan metode *diafragma wall* dan *Secant Pile* menggunakan *Top Down*.
- 3) Mengetahui metoda pelaksanaan *Top Down*.

#### 1.4. Batasan Masalah

- 1) Tidak membahas struktur atas.
- 2) Tidak membahas RAB.
- 3) Perencanaan hanya dilakukan pada tower Orlins.
- 4) Hanya membahas biaya material

#### 1.5. Manfaat Penulisan

Diharapkan dari tugas akhir ini dapat memberikan manfaat kepada penulis, pembaca dan para *stakeholder* proyek sebagai salah satu alternatif dan referensi studi pustaka untuk permasalahan yang diambil pada tugas akhir ini.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### 2.1. Tanah

Merupakan himpunan mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relative lepas (*loose*), yang terletak diatas batuan dasar (*bedrock*). Ikatan antara butiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida-oksida yang mengendap diantara partikel-partikel. Ruang diantara partikel-partikeldapat berisi air, udara, ataupun keduanya. Proses pelapukan batuan atau proses geologi lainnya yang terjadi di dekat permukaan bumi membentuk tanah.

Istilah pasir, lempung, lanau, atau lumpur digunakan untuk menggambarkan ukuran partikel pada batas yang telah ditentukan. Akan tetapi, istilah yang sama juga digunakan untuk menggambarkan sifat tanah yang khusus, sebagai contoh lempung adalah jenis tanah yang bersifat kohesif dan plastis, sedangkan pasir digambarkan sebagai tanah yang tidak kohesif dan tidak plastis.

##### 2.1.1. Tanah Berbutir Kasar dan Berbutir Halus

Tanah dibagi menjadi kerikil, pasir, lanau, dan lempung bergantung dari ukuran partikel didalamnya. Untuk menjelaskan jenis tanah berdasarkan ukuran partikel penyusunnya, beberapa organisasi telah mengembangkan klasifikasi ukuran partikel yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.

Name of organization	Grain size (mm)			
	Gravel	Sand	Silt	Clay
Massachusetts Institute of Technology (MIT)	>2	2 to 0.06	0.06 to 0.002	<0.002
U.S. Department of Agriculture (USDA)	>2	2 to 0.05	0.05 to 0.002	<0.002
American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)	76.2 to 2	2 to 0.075	0.075 to 0.002	<0.002
Unified Soil Classification System (U.S. Army Corps of Engineers, U.S. Bureau of Reclamation, and American Society for Testing and Materials)	76.2 to 4.75	4.75 to 0.075	Fines (i.e., silts and clays) <0.075	

Gambar 2.1. sistem klasifikasi tanah berdasarkan ukuran partikel dari beberapa organisasi  
(sumber : Principle Of Foundation Engineering 8<sup>th</sup> Edition,2016)

Kerikil merupakan sebuah batuan yang mengandung partikel kuarsa, *feldspar*, dan mineral lainnya. Pasir adalah partikel yang kebanyakan terbuat dari kuarsa dan *feldspar*. Lanau adalah bagian tanah yang berukuran mikroskopis yang mengandung butiran kuarsa yang sangat halus dan partikel berbentuk serpihan yang merupakan bagian dari mineral.

### 2.1.2. Tanah Kembang Susut

Tanah ekspansif adalah tanah atau batuan yang kandungan lempungnya memiliki potensi kembang-susut akibat perubahan kadar air. Tanah ekspansif umumnya diakibatkan oleh perubahan kadar air sehingga menyebabkan perubahan volume tanah. Tanah ekspansif merupakan jenis tanah yang bermasalah dalam suatu proyek konstruksi khususnya untuk pekerjaan timbunan tanah dasar suatu bangunan. Dengan perubahan volume tanah akibat kadar air yang rendah dapat mengakibatkan penurunan pada bangunan di atasnya (*Settlement*) terlebih jika penurunannya tidak seragam (*Non-uniform Settlement*). Penurunan tersebut dapat terjadi pada masa konstruksi maupun selama operasional bangunan

tersebut. Selain penurunan, akibat kadar air yang tinggi dalam tanah dapat pula mengakibatkan tanah mengembang sehingga dapat menyebabkan bangunan terangkat (*Uplift*).

Tanah ekspansif juga sangat berisiko pada konstruksi vertikal seperti dinding penahan tanah (*Retaining Wall*) dan *basement*, dimana jika kadar air dalam tanah tinggi maka akan mengurangi kekuatan daya dukung tanah sehingga dapat menyebabkan tekanan tanah lateral/tekanan tanah aktif menjadi tinggi yang berakibat pada keruntuhan bangunan penahan tanah. Contoh kegagalan konstruksi akibat tanah kembang susut bisa dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Kegagalan konstruksi akibat tanah kembang susut pada konstruksi dinding penahan tanah

(sumber : Google Images)

Tanah ekspansif memiliki karakteristik yang berbeda dengan jenis tanah pada umumnya yaitu:

- **Mineral Lempung**, Mineral lempung yang menyebabkan perubahan volume umumnya mengandung *montmorillonite* atau *vermiculite*, sedangkan *illite* dan *kaolinite* dapat bersifat ekspansif bila ukuran partikelnya sangat halus.

- **Kimia Tanah**, Meningkatnya konsentrasi kation dan bertambahnya tinggi valensi kation dapat menghambat pengembangan tanah.

- **Plastisitas**, Tanah dengan indeks plastisitas dan batas cair yang tinggi mempunyai potensi untuk mengembang yang lebih besar.

- **Struktur Tanah**, Tanah lempung yang *berflokulasi* cenderung bersifat lebih ekspansif dibandingkan dengan yang terdispersi.

- **Berat Isi Kering**, Tanah yang mempunyai berat isi kering yang tinggi menunjukkan jarak antar partikel yang kecil, hal ini berarti gaya tolak yang besar dan potensi pengembangan yang tinggi.

Ada beberapa cara untuk mengetahui besar kecilnya sifat kembang susut dari pada tanah. Salah satu diantaranya ialah dengan mencari angka aktivitas dari tanah tersebut. Menurut Skempton (1953) nilai aktivitas dirumuskan sebagai berikut :

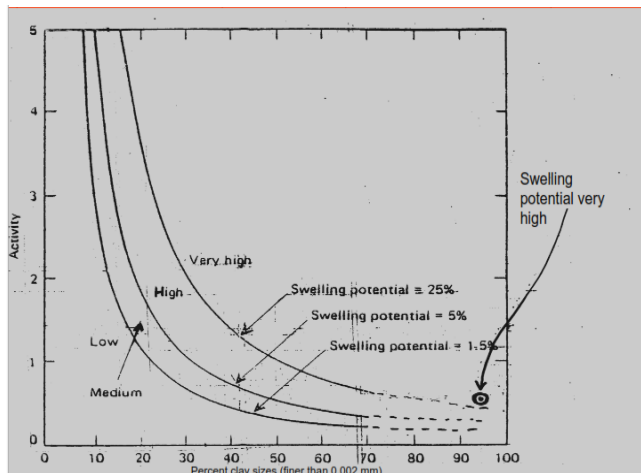
$$A = \frac{PI}{\% \text{ of clay size fraction} - 5}$$

Dimana *% of clay size fraction* didapat dari hasil analisa ayak, A adalah nilai aktivitas yang digunakan untuk mengidentifikasi *swelling potential* dari tanah lempung. Nilai aktivitas dari beberapa mineral tanah lempung dapat dilihat pada gambar 2.3.

Mineral	Liquid limit, <i>LL</i>	Plastic limit, <i>PL</i>	Activity, <i>A</i>
Kaolinite	35–100	20–40	0.3–0.5
Illite	60–120	35–60	0.5–1.2
Montmorillonite	100–900	50–100	1.5–7.0
Halloysite (hydrated)	50–70	40–60	0.1–0.2
Halloysite (dehydrated)	40–55	30–45	0.4–0.6
Attapulgite	150–250	100–125	0.4–1.3
Allophane	200–250	120–150	0.4–1.3

Gambar 2.3. Nilai aktivitas dari beberapa mineral tanah lempung  
(sumber : Principle Of Foundation Engineering 8<sup>th</sup> Edition,2016)

Untuk mengetahui *swelling potential* dari suatu tanah lempung, digunakan grafik yang dikembangkan oleh after seed, et al., (1962) yang grafiknya dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4. Grafik klasifikasi *swelling potential*  
(sumber : After seed, et al.,1962)

## 2.2. Penentuan Parameter Tanah

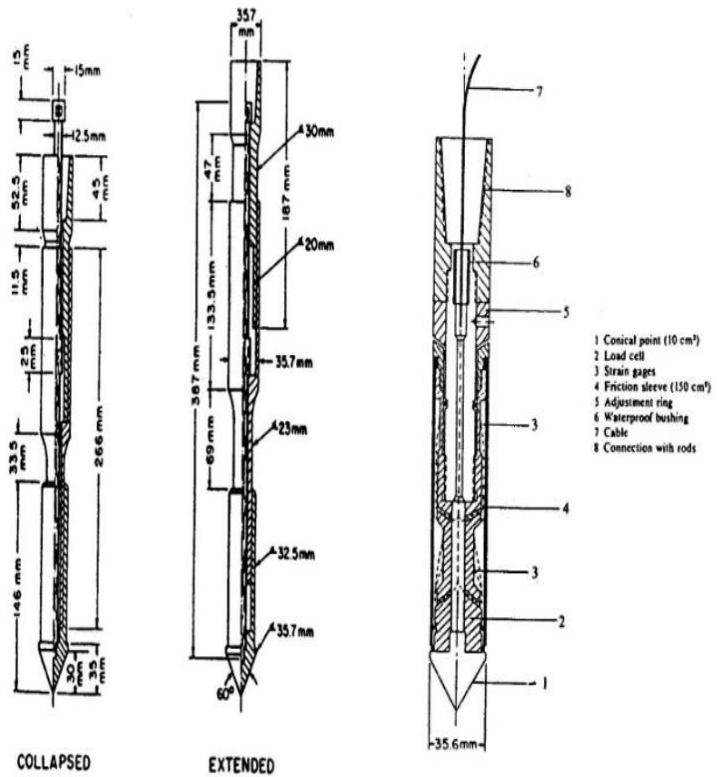
### 2.2.1. Parameter Tanah Dari Tes Lapangan

Ada dua cara untuk mendapatkan parameter tanah dari tes lapangan, yaitu :

#### 1. Uji Sondir (Cone Penetration Test = CPT)

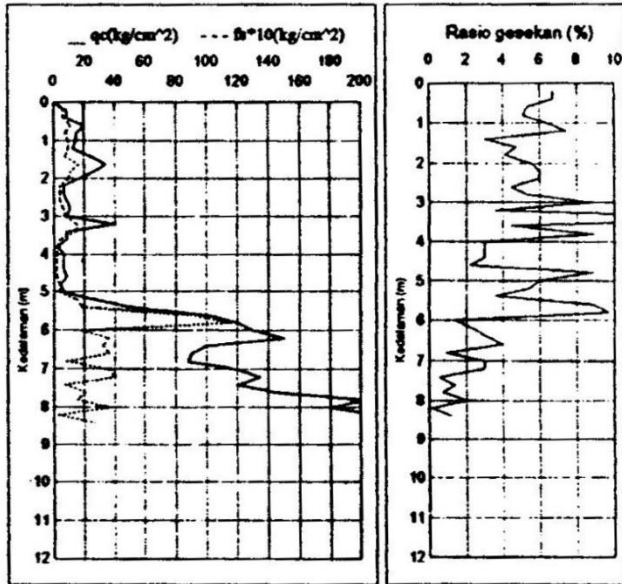
Tujuan sondir secara umum adalah untuk mengetahui kekuatan tanah tiap kedalaman dan stratifikasi tanah secara pendekatan. Pada percobaan ini tidak ada contoh tanah yang di ambil untuk uji labulaturium. Uji ini dilakukan untuk mengetahui elevasi lapisan “keras” (Hard Layer) dan homogenitas tanah dalam arah lateral. Hasil Cone Penetration Test disajikan dalam bentuk diagram sondir yang mencatat nilai tahanan konus dan friksi selubung, kemudian digunakan untuk menghitung daya dukung pondasi yang diletakkan pada tanah tersebut. Penyondiran ini dilaksanakan hingga mencapai lapisan tanah keras dimana alat ini dilengkapi dengan Adhesion Jacket Cone type Bagemann yang dapat mengukur nilai perlawanan konus (cone resistance) dan hambatan lekat (lokal friction) secara langsung dilapangan. Alat untuk uji sondir dan diagram hasil uji sondir masing-masing bisa dilihat pada Gambar 2.5. dan Gambar 2.6.





Gambar 2.5. Alat uji sondir  
(sumber : Google Images)

<b>Proyek</b>	: <i>nama proyek</i>	<b>Kedalaman sondir</b>	: 3.40 m
<b>Lokasi</b>	: <i>Bandung</i>	<b>Elevasi muka tanah</b>	: 0.00 m
<b>No sondir</b>	: <i>S1</i>	<b>Elevasi muka air</b>	: -5.60 m
<b>Sta/Ch. (M)</b>	: <i>STA 2+00</i>	<b>Operator</b>	: <i>Iin</i>
<b>Tanggal</b>	: <i>tanggal</i>	<b>Diperiksa oleh</b>	: <i>Iin</i>

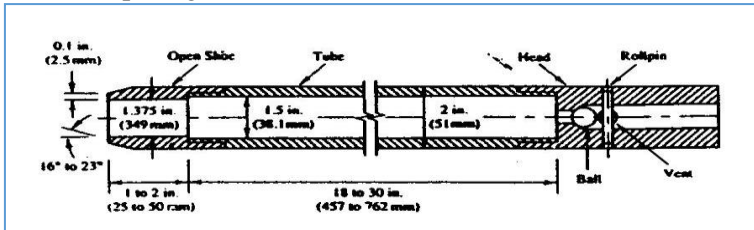


Gambar 2.6. Contoh laporan hasil uji sondir  
(sumber Google Images)

## 2. Uji SPT (Standard Penetration Test)

SPT dapat dilakukan dengan cara yang relatif mudah sehingga tidak membutuhkan keterampilan khusus dari pemakainya. Metode pengujian tanah dengan SPT termasuk cara yang cukup ekonomis untuk memperoleh informasi mengenai kondisi dibawah permukaan tanah, dan diperkirakan 85% dari desain pondasi untuk gedung bertingkat menggunakan cara ini.

Alat uji berupa sebuah tabung yang dapat dibelah (Split tube, split spoon) yang mempunyai driving shoe agar tidak mudah rusak pada saat penetrasi, gambar alat uji SPT bisa dilihat pada gambar 2.7.

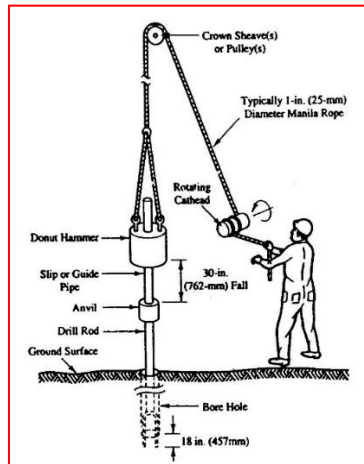


Gambar 2.7. Alat uji SPT  
(sumber : ASTM D-1586)

Prosedur uji mengikuti urutan sebagai berikut :

1. Mempersiapkan lubang bor hingga kedalaman uji.
2. Memasukkan alat *split barrel sampel* secara tegak.
3. Menumbuk dengan *hammer* dan mencatat jumlah tumbukan setiap 15 cm. *Hammer* dijatuhkan bebas pada ketinggian 760 mm.
4. Nilai tumbukan dicatat 3 kali (N0, N1, N2) dimana harga  $N = N1 + N2$ . *Split spoon sampler* diangkat ke atas dan kemudian dibuka. Sampel yang diperoleh dengan cara ini umumnya sangat terganggu.
5. Sampel yang diperoleh dimasukkan ke dalam plastik untuk diuji di laboratorium. Pada plastik tersebut harus diberikan catatan nama proyek, kedalaman & nilai N.

Pelaksanaan uji SPT bisa dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.8. Prosedur pelaksanaan uji SPT  
(sumber : Google Images)

### 2.2.2. Parameter Tanah Dari Tes Laboratorium

Contoh tanah yang diperoleh dari pemboran, diuji di laboratorium untuk klasifikasi dan pengujian sifat fisis dan sifat mekanis tanahnya. Tujuan pengujian laboratorium adalah untuk mendapatkan parameter yang dibutuhkan untuk analisis. Pengujian rutin untuk tanah adalah uji klasifikasi, berat isi, dan pengujian indeks properti tanah. Yang termasuk kedalam jenis pengujian ini antara lain :

1. kadar air ( $w_c$ ).
2. Berat isi tanah ( $\gamma$ ).
3. Berat jenis tanah ( $G_s$ ).
4. Batas – batas atterberg ( $LL$ ,  $PI$ ).
5. Uji gradasi / saringan dan hidrometer.
6. Uji kuat geser. (dari hasil uji kuat geser didapat  $c$  dan  $\phi$ )

## 2.3. Pondasi Tiang

Pondasi tiang adalah bagian struktur yang terbuat dari baja, beton atau kayu yang dalam dan membutuhkan biaya yang lebih besar dari pondasi dangkal. Meskipun mahal, penggunaan pondasi tiang dibutuhkan untuk memastikan keamanan struktur. Berikut adalah beberapa kondisi yang membutuhkan penggunaan pondasi tiang (Vesic, 1977) :

1. Ketika satu atau lebih lapis tanah pada bagian atas terlalu lemah untuk menyangga beban yang di salurkan oleh struktur atas.

2. Pada banyak kasus, tanah *expansive* mungkin ada pada proyek konstruksi. Tanah ini mungkin mempunyai kedalaman yang dalam dibawah permukaan tanah, dengan sifat tanah *expansive* yang suka mengembang dan menyusut karena kadar airnya bertambah atau berkurang, sangat tidak disarankan menggunakan pondasi dangkal karena bisa menyebabkan kerusakan bangunan akibat dari konstruksi pondasi yang masih berada pada zona mengembang dan menyusut, sehingga digunakan pondasi tiang agar bisa diletakkan pada tanah yang stabil.

3. Pada beberapa konstruksi seperti tower transmisi, bangunan *offshore*, dan basement yang berada dibawah muka air, pasti ada gaya angkat karena air (*Uplift*), oleh karena itu penggunaan pondasi tiang digunakan untuk menahan gaya angkat (*Uplift*).

### 2.3.1. Jenis pondasi Tiang

#### Pondasi Tiang Baja

Tiang baja yang digunakan biasanya berupa baja tipe H, tipe bulat yang ujungnya terbuka atau tertutup, baja tipe WF dan I. Baja tipe H lebih diutamakan karena tebal *web* dan tebal

*flange* nya sama. Tiang baja digunakan pada tanah yang bersifat korosif seperti rawa, gambut dan tanah organik lainnya. Pada banyak kejadian, pelapisan tiang baja dengan *epoxy* sangat bagus melawan korosi, karena lapisan tersebut tidak mudah rusak karena pengaruh korosi.

Keuntungan menggunakan tiang baja :

1. Mudah dalam pengerjaannya dalam hal mengurangi atau menambah ukuran panjang sesuai yang diinginkan.
2. Tahan terhadap tekanan yang tinggi
3. Bisa menembus lapisan keras seperti *dense gravel* dan *soft rock*.
4. Mempunyai daya dukung yang besar.

Kerugian menggunakan tiang baja :

1. Membutuhkan biaya yang mahal
2. tingkat kebisingan sangat tinggi pada saat pemancangan
3. Tidak tahan terhadap korosi.
4. H-pile yang digunakan mungkin akan rusak dari beban vertikal selama pemancangan lapisan tanah keras.

#### Pondasi Tiang Beton

Pondasi tiang beton dibagi 2, yaitu tiang pracetak dan tiang bor. Tiang pracetak adalah tiang yang proses pembuatannya tidak ditempat, melainkan disebut bengkel (*offsite fabrication*).

Keuntungan menggunakan tiang pracetak :

1. Bahan tiang dapat diperiksa sebelum pemancangan.
2. Prosedur pemasangan tidak dipengaruhi oleh air tanah.
3. Dapat dipancang sampai kedalaman yang dalam.
4. dapat menambah kepadatan tanah granuler.

Kerugian menggunakan tiang pracetak :

1. kenaikan muka air tanah dan gangguan tanah akibat pemancangan dapat menimbulkan masalah
2. tiang mungkin rusak pada saat pemancangan
3. pemancangan sulit bila diameter tiang terlalu besar
4. menimbulkan gangguan suara, getaran dan deformasi tanah yang menimbulkan kerusakan bangunan di sekitarnya

Tiang bor dipasang dengan cara membuat lubang di tanah kemudian diisi dengan beton. Tiang ini biasanya dipasang pada tanah yang stabil dan kaku. Jika tanah mengandung air, pipa besi dibutuhkan untuk menahan dinding lubang kemudian ditarik keatas pada waktu pengecoran beton.

Keuntungan menggunakan tiang bor :

1. Tidak ada resiko kenaikan muka air.
2. Kedalaman tiang dapat di variasikan
3. Tanah dapat di periksa dan dicocokkan dengan data laboratorium.
4. Tiang dapat ditanah sampai kedalaman yang dalam, dengan diameter besar dan dapat dilakukan pembesaran ujung.

Kerugian menggunakan tiang bor :

1. Pengeboran dapat mengakibatkan gangguan kepadatan tanah pasir atau tanah yang berkerikil.
2. Pengecoran beton sulit bila terdapat air tanah, mutu beton tidak bisa dikontrol dengan baik.
3. Air yang mengalir kedalam lubang bor dapat mengganggu daya dukung tanah.
4. Perbesaran ujung tidak bisa dilakukan bila tanah berupa pasir.

Pondasi Tiang Kayu

Merupakan batang pohon yang ranting dan kulit nya telah dipotong dan dikupas secara hati-hati. Panjang maksimum

kebanyakan batang pohon adalah 10 sampai 20 m. agar bisa dipakai sebagai pondasi tiang, batang pohon harus lurus, kuat, dan tanpa ada kecacatan. Menurut *American Society of Civil Engineers' Manual of Practice, No 17 (1959)*, membagi tiang kayu menjadi 3 kelas, yaitu :

1. Tiang Kelas A, digunakan untuk menopang beban yang sangat berat. Diameter minimum tiang sebesar 356 mm (14 Inch).
2. Tiang Kelas B, digunakan untuk menopang beban yang sedang. Diameter minimum tiang sebesar 305 sampai 330 (12 – 13 Inch).
3. Tiang Kelas C, digunakan untuk konstruksi yang bersifat sementara, bisa juga digunakan sebagai konstruksi permanen ketika semua tiang berada dibawah muka air tanah. Diameter minimum tiang sebesar 305 mm (12 Inch).

Tiang kayu tidak mampu menahan tegangan yang tinggi. Untuk menghindari kerusakan pada bagian ujung bawah tiang kayu (Tip), biasanya digunakan pelapis yang terbuat dari baja, sedangkan untuk menghindari kerusakan tiang kayu pada bagian ujung atas (Top) biasanya digunakan penutup dari baja.

Tiang kayu bisa tetap tidak mengalami kerusakan, jika tiang kayu tersebut dikelilingi tanah jenuh. Akan tetapi di lingkungan laut, tiang kayu biasanya mudah terkena serangan dari berbagai macam organisme dan kerusakannya akan menyebar.

Keuntungan menggunakan tiang kayu :

1. Berkekuatan tinggi dengan berat jenis rendah.
2. Tahan terhadap kimia.
3. Mudah didapatkan dan harganya relatif murah bila dibandingkan dengan beton atau baja.
4. Mudah dikerjakan.



5. Tahan terhadap gempa, karena struktur kayu tidak sekaku struktur beton dan relatif ringan dimana besarnya gaya gempa yang bekerja pada suatu bangunan dipengaruhi oleh berat sendiri bangunan tersebut.
6. Mampu menahan gaya Tarik, tekan dan lentur.

Kerugian menggunakan tiang kayu :

1. Rentan terhadap bahaya kebakaran.
2. Mudah diserang rayap.
3. Pemuaian dan susut yang relatif besar. Pemuaian serta susut yang besar akan terjadi pada kayu yang masih dalam keadaan basah atau yang baru ditebang sehingga kayu yang baru ditebang harus dikeringkan sampai kering mati barulah digunakan untuk menghindari pemuaian serta susut yang lebih besar.
4. Pembebanan untuk jangka panjang menghasilkan lendutan yang sangat besar. Balok kayu yang sudah lama dibebani akan mengakibatkan lendutan yang besar seiring dengan bertambahnya umur pemakaian kayu atau menurunnya kekuatan kayu.
5. Kurang homogen dengan adanya cacat-cacat alami seperti arah serat yang membentuk penampang spiral, diagonal, mata kayu dan sebagainya. Kurang homogen pada kayu akibat adanya cacat alami dapat menurunkan mutu serta kekuatan kayu sehingga kurang tepat bila digunakan sebagai struktur utama.
6. Perlu adanya perawatan khusus, seperti pengecatan agar memperlambat lapuknya kayu dan yang perlu diperhatikan adalah menjaga kayu dari serangan serangga seperti rayap yang dapat menurunkan kekuatan kayu.

### 2.3.2. Daya Dukung Tiang Tunggal

Daya dukung ultimit ( $Q_u$ ) dirumuskan sebagai berikut:

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

$Q_p$  = Daya dukung ujung tiang

$Q_s$  = Daya dukung selimut tiang

Dengan menggunakan metode meyerhoff (1956), formula daya dukung ultimitnya adalah :

$$Q_u = 40 \times N \times A_p + \sum f_{si} \times A_s$$

Dimana :

$N$  = harga rata-rata  $N_{2 \text{ 4D}}$  dibawah ujung s/d  $8D$  diatas ujung tiang

$f_{si} = \frac{N}{2}$  untuk tanah lempung atau lanau

$A_s$  = Luas selimut tiang ( $m^2$ )

$A_p$  = Luas ujung tiang ( $m^2$ )

Setelah daya dukung ultimit telah didapatkan dari penjumlahan daya dukung ujung tiang dengan daya dukung selimut tiang, faktor keamanan harus digunakan untuk mendapatkan daya dukung ijin setiap tiang dengan rumus :

$$Q_{all} = \frac{Q_{ult}}{F_s}$$

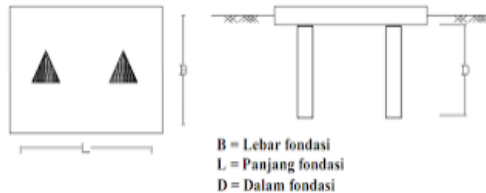
$Q_{all}$  = daya dukung ijin untuk tiang tunggal

$F_s$  = Faktor kewanaman (2,5 – 3)

### 2.3.3. Daya Dukung Kelompok Tiang

Fondasi tiang pancang yang umumnya dipasang secara berkelompok. Yang dimaksud berkelompok adalah sekumpulan tiang yang dipasang secara relatif berdekatan dan biasanya diikat menjadi satu dibagian atasnya dengan menggunakan pile cap. Untuk menghitung nilai kapasitas dukung kelompok tiang, ada beberapa hal yang harus diperhatikan terlebih dahulu, yaitu jumlah tiang dalam satu kelompok, jarak tiang, susunan tiang dan efisiensi kelompok

tiang. Kelompok tiang dapat dilihat pada Gambar 2.9. berikut ini :



Gambar 2.9. Ilustrasi kelompok tiang  
(Sumber : Google Images)

Untuk menentukan jumlah tiang yang akan dipasang didasarkan beban yang bekerja pada fondasi dan kapasitas dukung ijin tiang, maka rumus yang dipakai adalah sebagai berikut ini.

$$n = P/Q_a$$

Dengan :

P = Beban yang berkerja

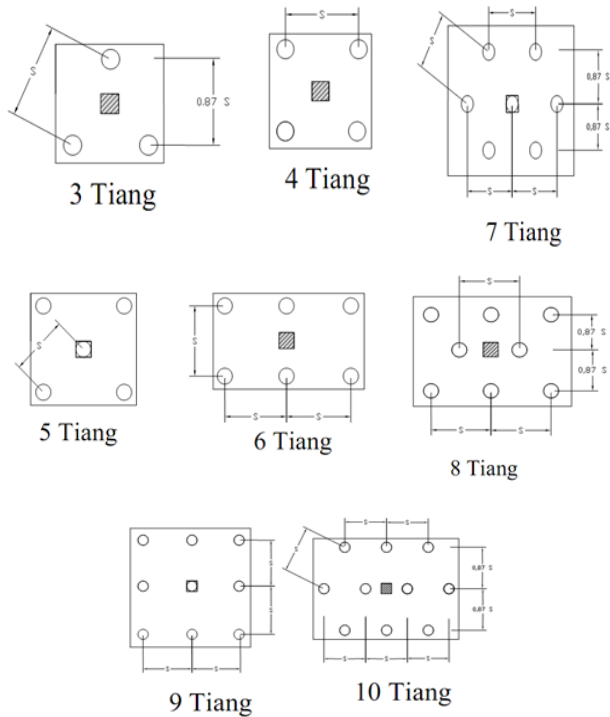
$Q_{all}$  = Kapasitas dukung ijin tiang tunggal

Jarak antar tiang pancang didalam kelompok tiang sangat mempengaruhi perhitungan kapasitas dukung dari kelompok tiang tersebut. Untuk bekerja sebagai kelompok tiang, jarak antar tiang yang dipakai adalah menurut peraturan – peraturan bangunan pada daerah masing–masing. Menurut K. Basah Suryolelono (1994), pada prinsipnya jarak tiang (S) makin rapat, ukuran pile cap makin kecil dan secara tidak langsung biaya lebih murah. Tetapi bila fondasi memikul beban momen maka jarak tiang perlu diperbesar yang berarti menambah atau memperbesar tahanan momen. Jarak antar tiang biasanya dipakai bila  $2,5D - 3D$ .

Susunan tiang sangat berpengaruh terhadap luas denah pile cap, yang secara tidak langsung tergantung dari jarak tiang. Bila jarak tiang kurang teratur atau terlalu lebar, maka luas denah pile cap akan bertambah besar dan berakibat volume

beton menjadi bertambah besar sehingga biaya konstruksi membengkak (K. Basah Suryolelono, 1994).

contoh susunan tiang dapat dilihat pada Gambar 2.10. dibawah ini . (Hary Christady Harditmatmo, 2003)



Gambar 2.10. Contoh susunan kelompok tiang  
(Sumber : Teknik Fondasi 2, Hary Chrsitady Hardiyatmo)

Penggunaan kelompok tiang mempunyai keuntungan sebagai berikut :

1. Dapat digunakan bila tiang tunggal tidak mempunyai kapasitas yang cukup untuk menahan beban kolom.

2. Dengan menggunakan kelompok tiang, maka pengaruh eksentrisitas dapat berkurang banyak.
3. Kegagalan dari sebuah tiang dapat diminimalisir akibat adanya tiang yang lain (Prinsip *redundancy*)

#### Efisiensi Kelompok Tiang

Menurut Coduto (1983), efisiensi tiang bergantung pada beberapa faktor, yaitu :

1. Jumlah, panjang, diameter, susunan dan jarak tiang.
2. Model transfer beban (tahanan gesek terhadap tahanan dukung ujung).
3. Prosedur pelaksanaan pemasangan tiang.
4. Urutan pemasangan tiang
5. Macam tanah.
6. Waktu setelah pemasangan.
7. Interaksi antara pelat penutup tiang (pile cap) dengan tanah.
8. Arah dari beban yang bekerja.

Persamaan untuk menghitung efisiensi kelompok tiang adalah sebagai berikut :

Converse – Labarre

$$Eg = 1 - \theta \frac{(n - 1)m + (m - 1)n}{90mn}$$

Dimana :

$Eg$  = Efisiensi kelompok tiang

$\theta$  = arc tg d/s, dalam derajat

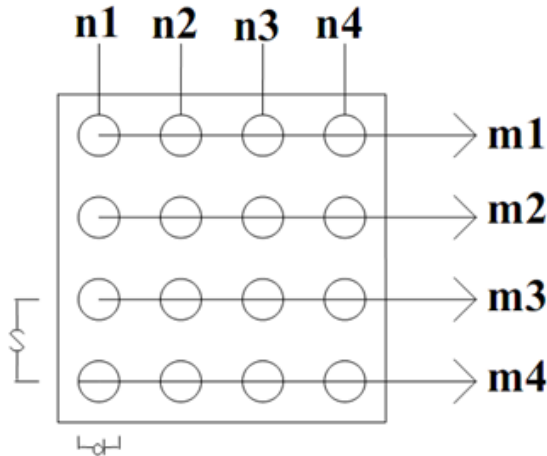
$m$  = Jumlah baris tiang

$n$  = Jumlah tiang dalam satu baris

$d$  = Diameter tiang

$s$  = Jarak pusat ke pusat tiang

Ilustrasi penentuan baris dan kolom pada kelompok tiang bisa dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11. Ilustrasi penentuan baris dan kolom pada kelompok tiang  
(Sumber : Google Images)

Gaya luar yang bekerja pada kepala tiang (kolom) didistribusikan pada pile cap dan kelompok tiang fondasi berdasarkan rumus elastisitas dengan menganggap bahwa pile cap kaku sempurna (pelat fondasi cukup tebal), sehingga pengaruh gaya yang bekerja tidak menyebabkan pile cap melengkung atau deformasi. Maka rumus yang dipakai adalah sebagai berikut :

$$P = \frac{V}{n} \pm \frac{My \cdot x}{\sum x^2} \pm \frac{Mx \cdot y}{\sum y^2}$$

Dimana :

$M_x, M_y$  = Momen masing – masing di sumbu X dan Y

$x, y$  = Jarak dari sumbu x dan y ke tiang

$\sum x^2, \sum y^2$  = Jumlah kuadrat dari jarak tiap tiang ke pusat kelompok tiang

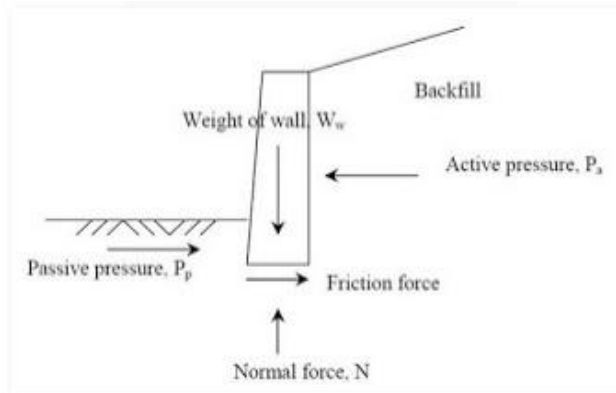
$V$  = Jumlah beban vertikal

$n$  = Jumlah tiang kelompok

$P$  = Reaksi tiang atau beban axial tiang

## 2.4. Konstruksi Dinding Penahan Tanah

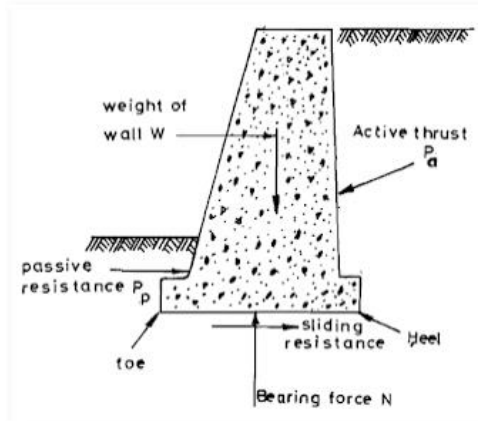
Konstruksi dinding penahan merupakan salah satu jenis konstruksi sipil yang berfungsi untuk menahan gaya tekanan aktif lateral suatu tanah maupun air. Oleh karena itu suatu konstruksi dinding penahan haruslah direncanakan dan dirancang agar aman terhadap gaya-gaya yang berpotensi menyebabkan kegagalan struktur. Pada prinsipnya dinding penahan menerima gaya-gaya berupa momen guling, gaya berat sendiri, gaya lateral tanah/air aktif -pasif, gaya gelincir/*sliding* dan gaya angkat (*uplift*). Dengan demikian kestabilan suatu konstruksi dinding penahan harus dirancang agar dapat menahan gaya-gaya tersebut. Ilustrasi gaya-gaya yang ditahan oleh dinding penahan tanah bisa dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12. Ilustrasi gaya-gaya yang bekerja pada dinding penahan tanah  
Sumber : Google Images

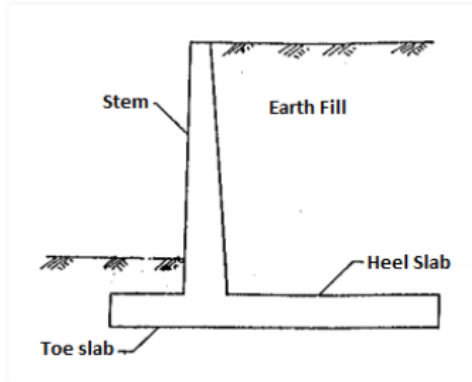
Jenis-jenis konstruksi dinding penahan tanah antara lain :

1. Dinding penahan massa tanah (Gravity wall). Ilustrasinya bisa dilihat pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13. DPT tipe *gravity wall*  
(Sumber : Google Images)

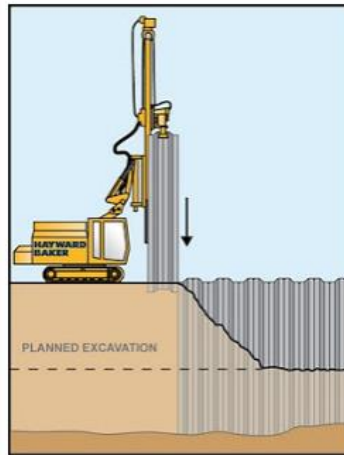
2. Dinding penahan tanah tipe jepit (*Cantilever retaining wall*). Ilustrasinya bisa dilihat pada Gambar 2.14.



Gambar 2.14. DPT tipe *cantilever retaining wall*  
(Sumber : Google Images)

3. Dinding penahan tipe turap (*Sheet pile*). Ilustrasinya bisa dilihat pada Gambar 2.15.





Gambar 2.15. DPT tipe *sheet pile*  
(Sumber : Google Images)

4. Dinding penahan tanah tipe *diaphragm wall*. Ilustrasinya bisa dilihat pada Gambar 2.16.



Gambar 2.16. DPT tipe *diaphragm wall*  
(Sumber : Google Images)

5. Dinding penahan tanah tipe *continguous pile / secant pile*. Ilustrasinya bisa dilihat pada gambar 2.17.



Gambar 2.17. DPT tipe *Continguous pile*  
(Sumber : Google Images)

#### 2.4.1. Tekanan Tanah Lateral

Analisis tekanan tanah lateral digunakan untuk perancangan dinding penahan tanah dan struktur penahan lainnya. Tekanan tanah lateral adalah gaya yang ditimbulkan akibat dorongan tanah di belakang struktur penahan tanah. Besarnya tekanan tanah lateral telah diketahui sangat dipengaruhi oleh perubahan letak dari dinding penahan dan sifat tanahnya. Tekanan tanah lateral dibagi menjadi 3 jenis, yaitu :

Tekanan tanah pada keadaan diam

Tekanan tanah ini akan terjadi dan bekerja pada suatu retaining wall apabila retaining wall tersebut sama sekali tidak bisa bergerak di dalam tanah. Hal ini dinyatakan dalam persamaan :

$$P_o = K_o \times \gamma \times h$$

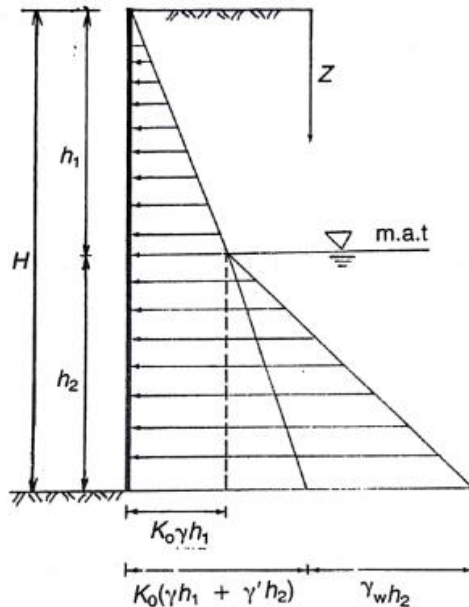
Dimana :

$K_0$  = Koefisien tekanan tanah pada keadaan diam

$$K_0 = 1 - \sin \phi$$

$\gamma$  = Berat volume tanah (ton/m<sup>3</sup>)

Grafik tegangan dari tekanan tanah diam bisa dilihat pada Gambar 2.18. sebagai berikut



Gambar 2.18. Diagram tegangan tekanan tanah diam  
(sumber : Mekanika Tanah 2, Hary Christady Hardiyatmo )

Tekanan tanah aktif

Tekanan tanah aktif akan terjadi dan bekerja pada suatu retaining wall apabila retaining wall tersebut harus menahan lomgsonnya tanah. Dengan kata lain tekanan tanah aktif dapat terjadi apabila retaining wall bergerak menjahui tanah. Hal ini dinyatakan dalam persamaan :

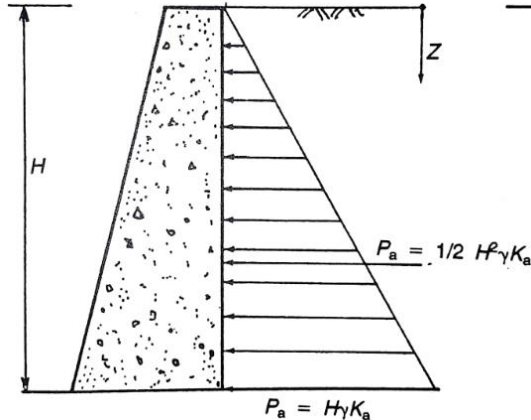
$$Pa = \frac{1}{2} x Ka x \gamma x h$$

Dimana :  $Ka$  = Koefisien tekanan tanah aktif

$$Ka = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

$\gamma$  = Berat volume tanah (ton/m<sup>3</sup>)

Grafik tegangan tanah aktif dapat dilihat pada Gambar 2.19.



Gambar 2.19. Diagram tegangan tekanan tanah aktif  
(sumber : Mekanika Tanah 2, Hary Christady Hardiyatmo)

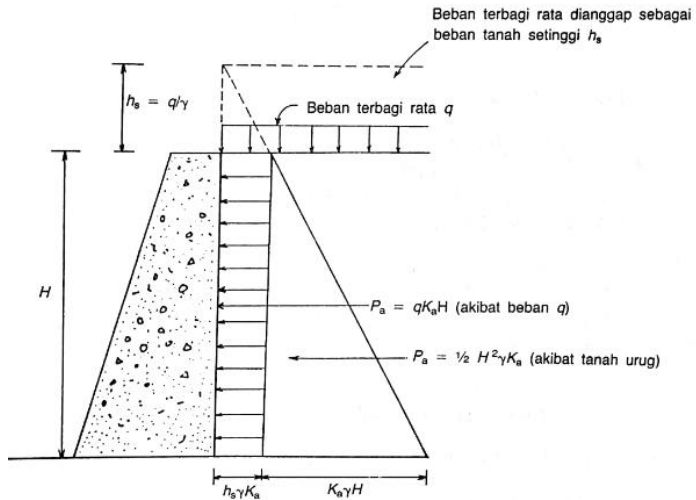
Pada tanah berkohesi ( $c \neq 0$ ) rumus tekanan tanah aktif adalah :

$$Pa = \frac{1}{2} x Ka x \gamma x H^2 - 2c \sqrt{ka}$$

Pada beban terbagi merata merata diagram tegangan tekanan tanah aktif tidak berbentuk segitiga lagi, dikarenakan ada penambahan beban akibat beban terbagi merata. Rumus untuk menghitung tekanan tanah aktif akibat beban terbagi merata adalah :

$$Pa = q x Ka x h$$

Sehingga grafik tegangan tanah aktif akibat ada penambahan beban terbagi merata bisa dilihat pada Gambar 2.20.



Gambar 2.20. Diagram tegangan tekanan tanah akibat beban merata  
(sumber : Mekanika Tanah 2, Hary Christady Hardiyatmo)

### Tekanan tanah pasif

Tekanan tanah pasif akan terjadi dan bekerja pada suatu retaining wall apabila tanah tersebut harus menahan Bergeraknya retaining wall, atau dengan kata lain tekanan tanah pasif akan terjadi apabila dinding didorong menuju tanah. Hal ini dinyatakan dalam persamaan :

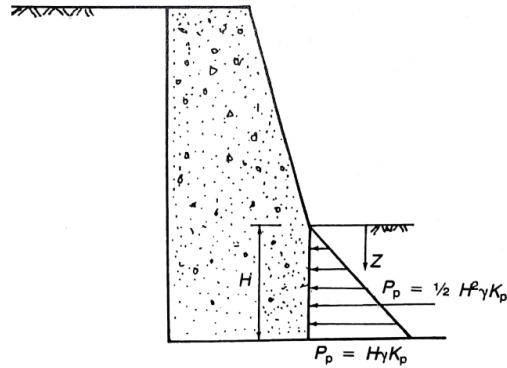
$$Pp = \frac{1}{2} \times Kp \times \gamma \times h$$

Dimana :  $Kp$  = Koefisien tekanan tanah aktif

$$Kp = \frac{1}{Ka} = \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

$\gamma$  = Berat volume tanah (ton/m<sup>3</sup>)

Grafik tegangan tekanan tanah pasif bisa dilihat pada Gambar 2.21.



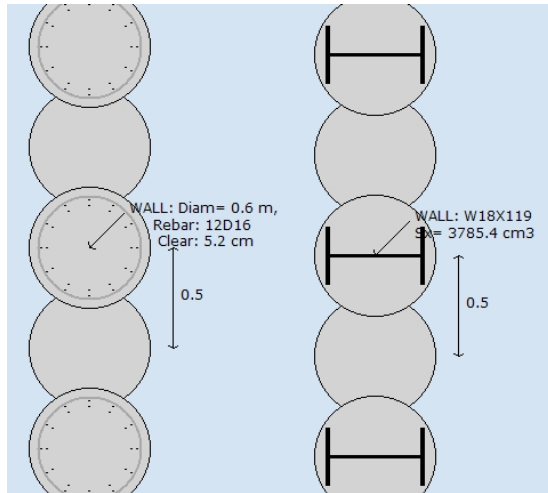
Gambar 2.21. Grafik tegangan tekanan tanah pasif  
(sumber : Mekanika Tanah 2, Hary Christady Hardiyatmo)

Pada tanah berkohesi ( $c \neq 0$ ) rumus tekanan tanah pasif adalah :

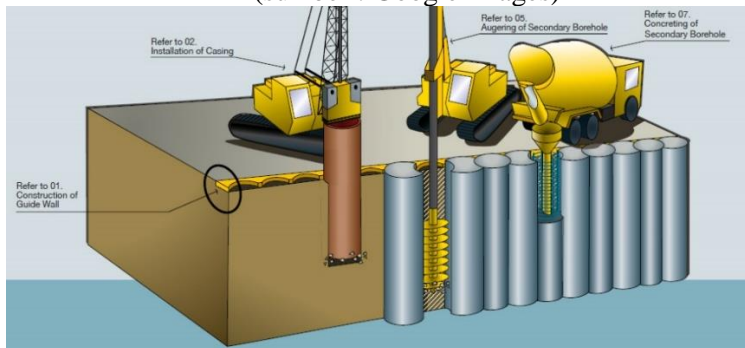
$$P_a = \frac{1}{2} \times K_p \times \gamma \times H^2 + 2c \sqrt{ka}$$

#### 2.4.2. Secant Pile

Secant pile adalah konstruksi yang dibuat dari potongan tiang beton. Tiang beton diperkuat dengan tulangan atau dengan menggunakan profil dari baja yang bisa dilihat pada Gambar 2.22. Cara pelaksanaannya adalah dengan memasang tiang utama terlebih dahulu, selanjutnya memasang tiang kedua yang di pasang di tengah jarak antar tiang utama apabila tiang utama telah mencapai kekuatan yang cukup yang bisa dilihat pada Gambar 2.23. .



Gambar 2.22. Tipe *secant pile* yang diperkuat baja tulangan dan baja profil  
(sumber : Google Images)



Gambar 2.23. Urutan pelaksanaan pembuatan *secant pile*  
(sumber : Google Images)

Keuntungan menggunakan Secant pile :

1. Menambah fleksibilitas konstruksi.
2. menambah kekakuan dinding dibandingkan dengan turap
3. dapat dipasang pada tanah yang sulit (tanah berbatu)
4. Kebisingan yang dihasilkan rendah

Kerugian menggunakan secant pile :

1. Toleransi ketegakan tiang sulit dicapai.
2. Sulit tidak tembus air terutama pada bagian sambungan.
3. Biaya lebih mahal dibandingkan *sheet piles*.

#### 2.4.3. *Diaphragm Wall*

Merupakan struktur dinding dari beton didalam galian yang dalam, biasanya di cor di tempat. Diaphragm wall cocok untuk semua tanah dan pelaksanaannya menghasilkan sedikit kebisingan dan sedikit getaran. Ketebalan diaphragm wall bervariasi mulai dari 0,50 m – 1,00 m dan bisa digali sampai kedalaman 50 meter. Untuk menjaga kestabilan proses galian, biasanya digunakan suatu cairan yaitu *slurry bentonite*. Contoh dari konstruksi diaphragm wall bisa dilihat pada Gambar 2.24.

Urutan pengerjaan diaphragm wall adalah:

1. Pengeboran dan penggalian tanah menggunakan sistem bentonite untuk menstabilkan tanah.
2. Pembuangan tanah bekas galian menggunakan dump truck.
3. Pemasangan besi tulangan diafragma.
4. Pelaksanaan pengerjaan pengecoran.





Gambar 2.24. Konstruksi *diaphragm wall*  
(sumber : Google Images)

Keuntungan *diaphragm wall* sebagai dinding penahan tanah

- 1. Penggalian tanah bisa lebih dalam dibanding dengan dinding penahan tanah sistem konvensional.
- 2. Pengerjaan lebih cepat.
- 3. Dapat digunakan sebagai sarana untuk melaksanakan metode konstruksi *top down*.
- 4. Alatnya tidak bising dan tidak menimbulkan getaran yang mengganggu pemukiman di sekitar lokasi proyek pembangunan.

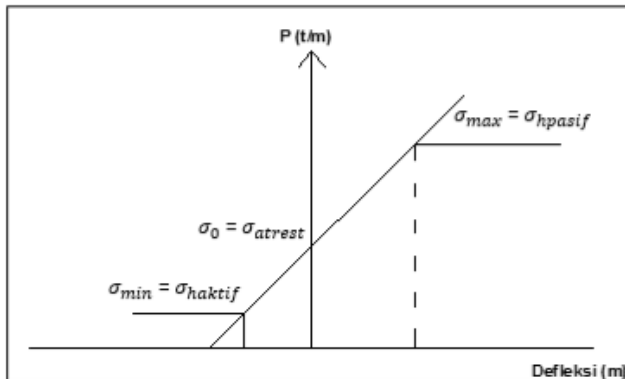
Kerugian *diaphragm wall* sebagai dinding penahan tanah :

- 1. biayanya lebih mahal dibanding sistem konvensional, namun kemahalan tersebut bisa ditutup oleh efisiensi pekerjaan lainnya akibat pelaksanaan yang cepat.
- 2. berpotensi terjadi keretakan pada dinding sisi dalam, sehingga memerlukan tambahan pekerjaan finishing.

3. pada sambungan rawan terjadi kebocoran sehingga perlu dilakukan grouting injection.
4. diperlukan manajemen pelaksanaan yang baik agar tidak berbenturan dengan pelaksanaan pekerjaan lainnya seperti bored pile.

#### 2.4.4. Kontrol Defleksi

Pada perhitungan *diaphragm wall*, asumsi tekanan tanah arah horizontal baik pada kondisi aktif maupun pasif yang digunakan sebaiknya pada kondisi maksimum tetapi kenyataan di lapangan, kondisi maksimum pada tekanan tanah arah horizontal tersebut belum tentu terjadi, terutama pada kondisi pasif. Hal ini disebabkan oleh adanya kaitan antara tekanan tanah arah horizontal dengan defleksi yang terjadi, seperti digambarkan oleh Artha dan Wibowo (2009) pada gambar 2.25. berikut :



Gambar 2.25. Pengaruh tekanan tanah horizontal terhadap defleksi

(sumber : Artha dan Wibowo, 2009)

Untuk mencari pendekatan defleksi yang terjadi sehingga mendekati kondisi asli, digunakan asumsi tekanan tanah horizontal dengan rumus:

$$\sigma_{hi} = \sigma'_{vi} \cdot k_{oi} + k_s \cdot x$$

Dimana :

- ohi = Tegangan efektif arah horizontal pada kedalaman (t/m<sup>2</sup>)
- $\sigma'_{vi}$  = Tegangan efektif arah vertikal pada tiap kedalaman (t/m<sup>2</sup>)
- koi = Koefisien tanah lateral pada kondisi at rest
- ks = Konstanta Spring yang nilainya berdasarkan pada jenis tanah (Modulus of soil reaction) (t/m<sup>3</sup>)
- x = Asumsi defleksi arah lateral (m), bernilai positif (+) apabila dinding mendorong menuju arah tanah, sebaliknya bernilai negative (-) apabila dinding menjauhi tanah.

## 2.5. Metode Konstruksi Bottom Up

Pada sistem ini, struktur basement dilaksanakan setelah seluruh pekerjaan galian selesai mencapai galian elevasi rencana (sistem konvensional). Pelat basement paling bawah dicor terlebih dahulu sehingga menjadi Raft foundation dengan metode papan catur, kemudian basement diselesaikan dari bawah keatas, dengan menggunakan scaffolding. Kolom, balok dan slab dicor ditempat (*cast in place*). Pada sistem ini galian tanah dapat berupa *open cut*, sering tidak menggunakan *dewatering cut off*, tetapi menggunakan *dewatering sistem predrainage* dan struktur dinding penahan tanahnya menggunakan steel sheet pile yang bisa sementara maupun permanen dengan perkuatan *strutting*, *ground anchor* atau *free cantilever*. Dalam hal ini pekerjaan *dewatering* akan diberhentikan, harus dihitung lebih dahulu apakah struktur basement yang telah selesai dibangun mampu menaha tekanan ke atas dari air tanah yang ada, agar terjadi deformasi dari bangunan yang dapat menyebabkan keretakan struktur.

Kekurangan metode konstruksi *Bottom Up* antara lain :

- a. Membutuhkan lahan yang sangat luas.

- b. Pelaksanaan dewatering perlu lebih intensif.
- c. Penggunaan konstruksi sementara sangat banyak.
- d. Hampir dapat dipastikan memerlukan *ground anchor*.

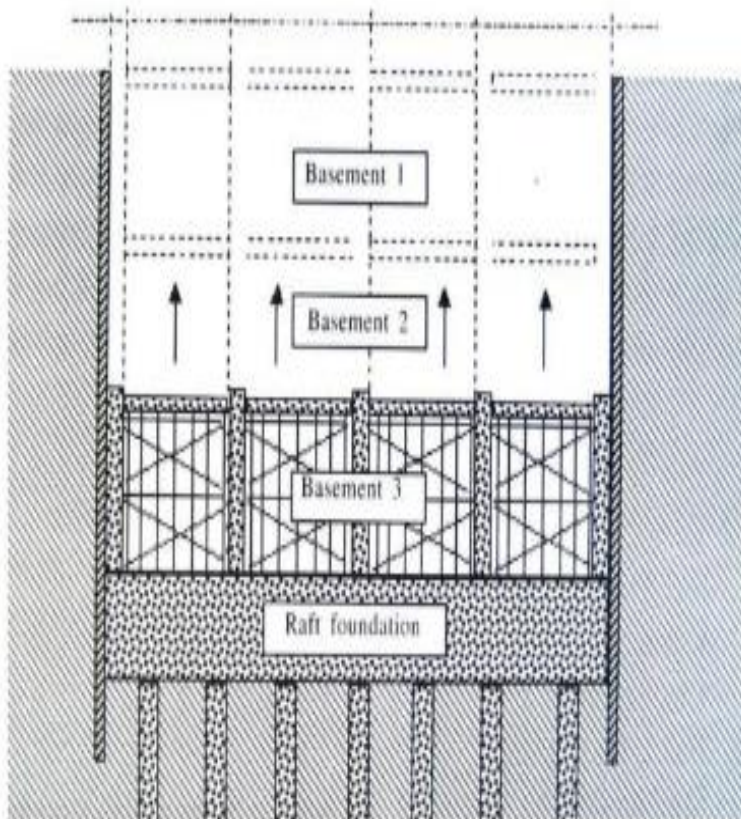
Kelebihan metode konstruksi *Bottom Up* antara lain :

- a. Sumber daya manusia yang terlatih sudah banyak.
- b. Tidak memerlukan teknologi yang tinggi.
- c. Teknik pengendalian konstruksi sudah dikuasai.

Secara garis besar kegiatan-kegiatan yang dilakukan pada pelaksanaan konstruksi basement dengan metode bottom up ialah sebagai berikut:

1. Mobilisasi peralatan.
2. Pelaksanaan pondasi tiang.
3. Pelaksanaan dinding penahan tanah (sheet pile).
4. Penggalan dan pembuangan tanah.
5. Dewatering.
6. Poer pondasi.
7. Waterproofing.
8. Tie beam dan pondasi rakit.
9. Dinding basement dan struktur bertahap keatas.
10. Lantai basement bertahap keatas.

Secara umum, kegiatan-kegiatan pekerjaan tersebut diatas adalah item pekerjaan utama yang hampir dapat selalu ditemukan dalam suatu pelaksanaan pekerjaan basement dengan metode bottom up. Berikut adalah gambaran pelaksanaan pekerjaan berdasarkan urutan pekerjaan yang mana harus dimulai dari lantai dasar basement. Berikut adalah gambaran urutan dengan metode konstruksi *Bottom Up* yang dapat dilihat pada Gambar 2.26.



Gambar 2.26. Urutan Pelaksanaan Metode *Bottom Up*  
(Sumber : google images)

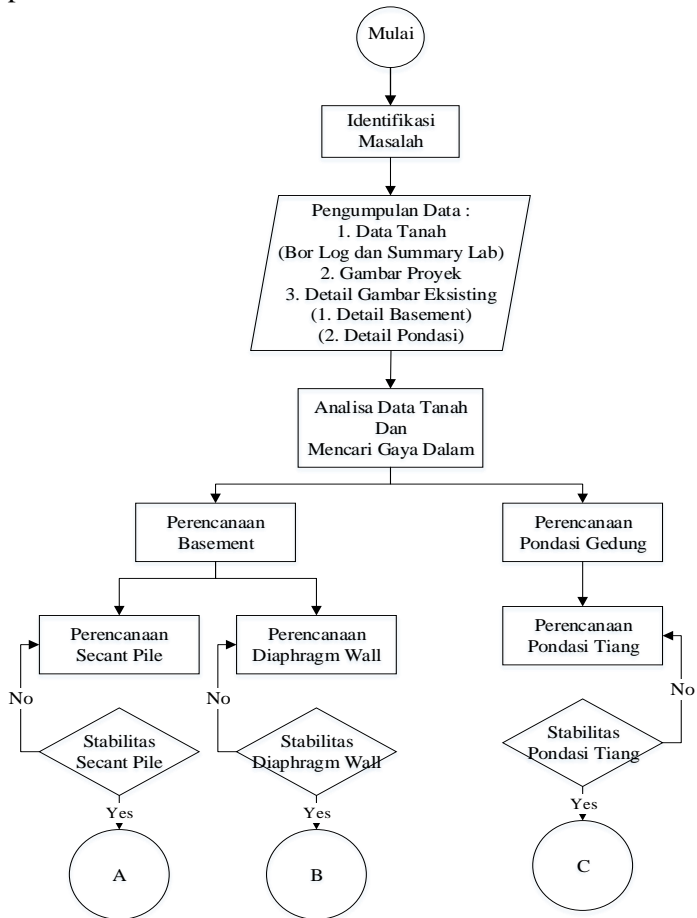
*Halaman Ini Sengaja Dikosongkan*

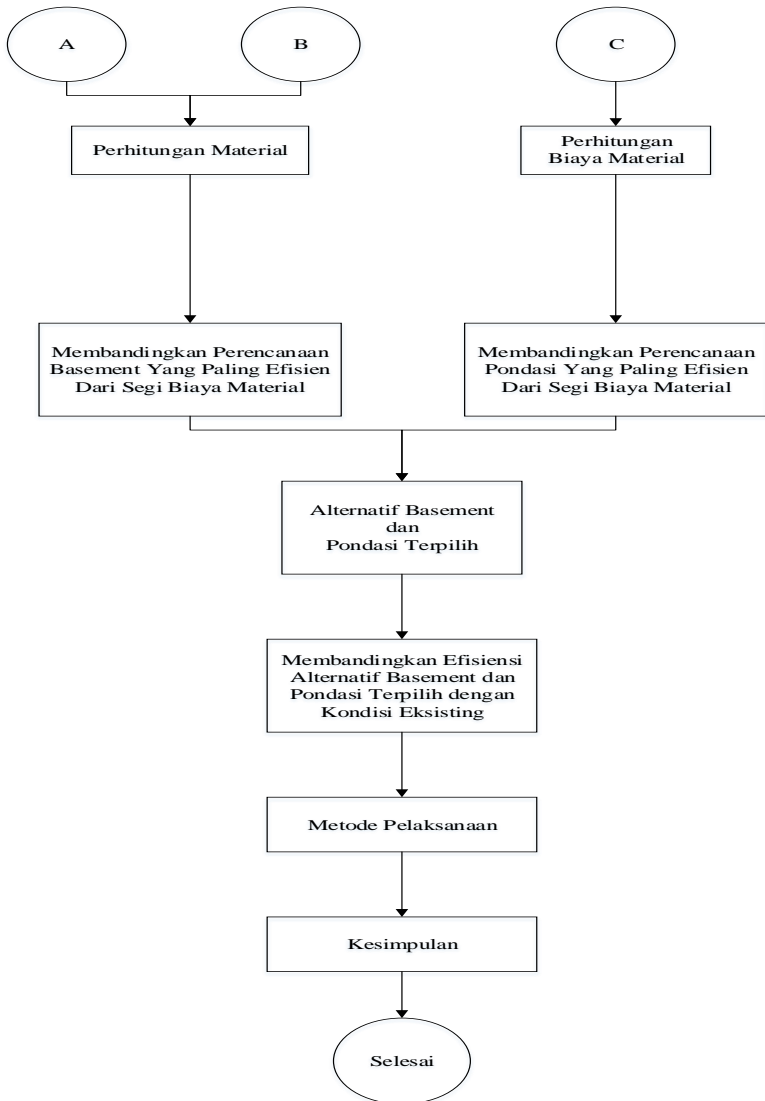
# BAB III

## METODOLOGI

### 3.1. Diagram Alir

Diagram alir dalam pengerjaan Tugas Akhir ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.





Gambar 3.1. Diagram alir pengerjaan tugas akhir



### 3.2. Penjelasan Bagan Alir

#### 1. Identifikasi Masalah

Mengetahui dan memahami masalah – masalah apa yang berhubungan dengan perencanaan basement dan pondasi untuk menunjang penentuan konstruksi yang akan digunakan pada proyek Apartemen Grand Sungkono Lagoon.

#### 2. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mengetahui dasar teori yang akan digunakan dalam merencanakan *secant pile*, *diaphragm wall*, pondasi rakit, dan pondasi tiang. Teori-teori yang digunakan bersumber dari buku literature, jurnal, peraturan SNI yang berhubungan dengan perencanaan tugas akhir.

#### 3. Pengumpulan Data

Data-data yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah data sekunder yang didapat secara langsung dari pihak kontraktor PT. PP Properties. Data yang digunakan antara lain :

1. Gambar proyek
2. Data tanah (bor log dan hasil lab)
3. Data struktur atas

Data pengujian tanah yang dipakai adalah SPT. Data ini digunakan untuk mengetahui kondisi tanah di proyek apartemen grand sungkono lagoon dan menjadi dasar dalam merencanakan basement dan pondasi di apartemen tersebut.

#### 4. Analisa Data Tanah dan Analisa Gaya Dalam

Analisa data tanah meliputi pengelompokan jenis tanah, pengkoreksian data N-SPT, dan korelasi data tanah jika data yang didapat ada yang tidak lengkap.

#### 5. Perencanaan Secant Pile

Dalam perencanaan struktur *Secant pile* yang mampu memikul beban horizontal dan vertical dapat dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut :

1. Menentukan beban yang akan bekerja pada *secant pile*.
2. Preliminary design *secant pile*.
3. Bandingkan defleksi yang terjadi pada dinding dengan defleksi yang diijinkan.

#### 6. Perencanaan Diaphragm Wall

Dalam perencanaan struktur *Diaphragm Wall* yang mampu memikul beban horizontal dan vertical dapat dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah sebagai berikut :

1. Menentukan beban yang akan bekerja pada *Diaphragm wall*.
2. Preliminary design *diaphragm wall*.
3. Bandingkan defleksi yang terjadi pada dinding dengan defleksi yang diijinkan.

#### 7. Perencanaan Pondasi Bored Pile

Dalam perencanaan struktur pondasi *bored pile* yang mampu menahan beban vertikal dan lateral. Langkah – langkah dalam merencanakan pondasi *bored pile* tersebut antara lain :

1. Menentukan beban yang akan bekerja pada pondasi *bored pile*.
2. Preliminary desain pondasi *bored pile*.
3. Analisa daya dukung pondasi *bored pile*.

#### 8. Perhitungan Tekanan Uplift

Perhitungan uplift perlu dilakukan karena kondisi tanah pada proyek apartemen grand sungkono lagoon dengan membandingkan beban uplift dengan beban gedung.

#### 9. Perhitungan Biaya Material

Desain yang sudah masuk dalam syarat ijin, selanjutnya dihitung volumenya dan dikali dengan biaya per m<sup>3</sup> untuk mendapatkan biaya materialnya. Perhitungan ini berlaku untuk semua proses perencanaan.

#### 10. Membandingkan Perencanaan Berdasarkan Biaya Material

Bandingkan harga material dari setiap perencanaan yang dilakukan untuk mendapatkan perencanaan yang paling efisien dilihat dari segi biaya material.

#### 11. Kesimpulan

Dari perencanaan konstruksi basement dengan menggunakan diaphragm wall dan secant pile, serta perencanaan pondasi dengan menggunakan bored pile, maka akan didapat output sebagai berikut :

1. Dimensi
2. Gambar teknis
3. Metode pelaksanaan
4. Perbandingan biaya material

*“Halaman Sengaja Dikosongkan”*

## BAB IV ANALISA DATA TANAH

### 4.1. Analisa Kondisi Tanah Proyek

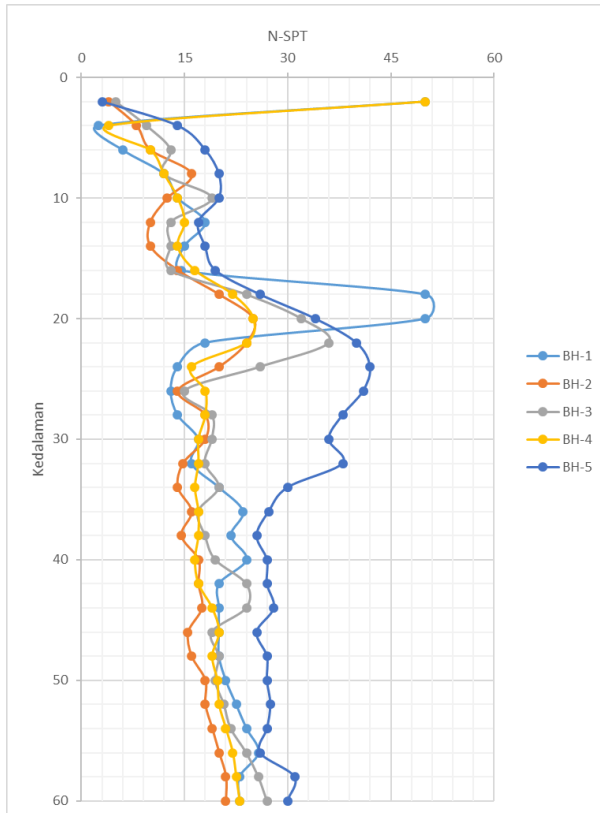
Pada proyek apartment Grand Sungkono Lagoon, Surabaya terdapat 5 borlog, untuk mengetahui kondisi tanah pada proyek tersebut digunakan stratigrafi. Stratigrafi tanah pada proyek apartmen Grand Sungkono Lagoon Surabaya dapat dilihat pada Tabel 4.1. dan Gambar 4.1.

Tabel 4.1. Stratigrafi Proyek Apartment Grand Sungkono Lagoon Surabaya

Depth (m)	BH-1	BH-2	BH-3	BH-4	BH-5	N-SPT	
	N-SPT	N-SPT	N-SPT	N-SPT	N-SPT	Rata-Rata	
2	50	4	5	50	3	4	Lapis 1
4	2,5	8	9,5	4	14	13,34	Lapis 2
6	6	10	13	10	18		
8	12	16	12	12	20		
10	14	12,5	19	14	20		
12	18	10	13	15	17		
14	15	10	13	14	18		
16	14,5	14	13	16,5	19,5		
18	50	20	24	22	26	20,63	Lapis 3
20	50	25	32	25	34		
22	18	24	36	24	40		
24	14	20	26	16	42		
26	13	14	15	18	41		
28	14	18	19	18	38		
30	17	18	19	17	36		
32	16	14,75	18	17	38		
34	20	14	20	16,5	30		
36	23,5	16	17	17	27,25		
38	21,75	14,5	18	17	25,5		
40	24	17	19,5	16,5	27		
42	20	17	24	17	27		
44	20	17,5	24	19	28		
46	20	15,5	19	20	25,5		
48	20	16	20	19	27		
50	21	18	19,5	19,75	27		
52	22,5	18	20,75	20	27,5		
54	24	19	21,75	21	27		
56	25,75	20	24	22	26		
58	23	21	25,75	22,5	31		
60	23	21	27	23	30		

	: Concrete
	: Clay And Silt
	: Silt And Clay



Gambar 4.1. N-SPT 5 Borlog

#### 4.2. Analisa Data Tanah Untuk Perhitungan *Basement*

Dalam perencanaan dinding *basement* diperlukan parameter tanah berupa  $c$ ,  $\phi$ ,  $\gamma_{sat}$ , dan  $K_s$ , akan tetapi dalam kenyataannya parameter-parameter tanah tersebut tidak di uji tiap kedalaman 1 m karena terbatasnya biaya sehingga untuk mendapatkan nilai parameter-parameter tanah tiap kedalaman 1 m, digunakan cara pendekatan atau korelasi dengan menggunakan data N-SPT dengan tabel korelasi sebagai berikut :

- a. Untuk mendapatkan nilai  $C_u$  (Kohesi *Undrained*) digunakan tabel dari korelasi dari Mochtar (2006) yang dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Korelasi N-SPT dengan Nilai  $C_u$ 

Konsistensi Tanah	Taksiran harga kekuatan geser undrained, $C_u$			Taksiran harga SPT, Harga N	Taksiran harga tahanan cunus, $q_c$ (dari sondir)	
	kPa	ton/m <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>		Kg/cm <sup>2</sup>	kPa
Sangat Lunak ( <i>very soft</i> )	0 - 12,5	0 - 1,25	0 - 0,125	0 - 2	0 - 2,5	0 - 250
Lunak ( <i>soft</i> )	12,5 - 25	1,25 - 2,5	0,125 - 0,25	2 - 4	2,5 - 5	250 - 500
Menengah ( <i>medium</i> )	25 - 50	2,5 - 5,0	0,25 - 0,50	4 - 8	5 - 10	500 - 1000
Kaku ( <i>stiff</i> )	50 - 100	5 - 10	0,50 - 1,00	8 - 15	10 - 20	1000 - 2000
Sangat kaku ( <i>very stiff</i> )	100 - 200	10 - 20	1,00 - 2,00	15 - 30	20 - 40	2000 - 4000
Keras ( <i>hard</i> )	> 200	> 20	> 2,00	> 30	> 40	> 4000

Sumber : Mochtar,2006

- b. Untuk mendapatkan nilai  $\gamma_{sat}$  digunakan tabel korelasi dari Terzaghi and Peck (1948) yang dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Tabel Korelasi N-SPT dengan Nilai  $\gamma_{sat}$ 

N SPT (blows/ft)	Konsistensi	$q_u$ (Unconfined Compressive Strength) tons / ft <sup>2</sup>	$\gamma_{sat}$ kN/ m <sup>3</sup>
< 2	Very soft	< 0,25	16 - 19
2 - 4	Soft	0,25 - 0,50	16 - 19
4 - 8	Medium	0,50 - 1,00	17 - 20
8 - 15	Stiff	1,00 - 2,00	19 - 22
15 - 30	Very stiff	2,00 - 4,00	19 - 22
> 30	Hard	> 4,00	19 - 22

(Soil Mechanics, Lambe & Whitman, from Terzaghi and Peck 1948, Internasional Edition 1969).

- c. Nilai  $\phi$  dianggap =  $0^\circ$  dikarenakan tanah di proyek tersebut di dominasi lanau dan lempung.
- d. Untuk mendapatkan nilai  $K_s$ , terlebih dahulu mencari nilai  $q_c$  (Tahanan konus) dengan menggunakan tabel korelasi Mochtar (2006) yang dapat dilihat pada Tabel 4.1, setelah itu nilai  $q_c$  yang didapat di korelasi dengan tabel korelasi Bowles (1960) untuk mendapatkan nilai  $K_s$  yang tabelnya dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Tabel Korelasi Nilai  $K_s$  dengan Nilai  $q_c$ 

Soil	$K_s$ (kN/m <sup>3</sup> )	$K_s$ (t/m <sup>3</sup> )
<b>Sandy Soil</b>		
Loose sand	4800 - 16000	480 - 1600
Medium dense sand	9600 - 80000	960 - 8000
Dense Sand	32000 - 128000	6400 - 12800
Clayey medium dense sand	32000 - 80000	3200 - 8000
Silty medium dense sand	24000 - 48000	2400 - 4800
<b>Clayey Soil</b>		
$q_s < 200$ kPa	12000 - 24000	1200 - 2400
$200 < q_s < 800$ kPa	24000 - 48000	2400 - 4800
$q_s > 800$ kPa	> 48000	> 4800

Sumber : Bowles,1960

Pada proyek ini terdapat 5 data *Borehole*, sehingga tiap *Borehole* dikorelasi N-SPT nya untuk mendapatkan nilai parameter-parameter yang dibutuhkan untuk perhitungan *basement*. Data tanah yang dikorelasi dimulai dari kedalaman 0 – 35,5 m dengan titik tinjauan tiap kedalaman 1 m. Hasil dari korelasi *Borehole* 3 dapat dilihat pada Tabel 4.5. sedangkan untuk *Borehole* 1, *Borehole* 2, *Borehole* 4, dan *Borehole* 5 dapat dilihat pada lampiran.



Tabel 4.5. Korelasi Parameter Tanah Pada BH-3

Kedalaman (m)	N-SPT	Cu (t/m <sup>2</sup> )	qc kpa	Y <sub>sat</sub> (t/m <sup>3</sup> )	Ø °	kspring (t/m <sup>3</sup> )	Jenis Tanah
0,5	5	3	625	1,775	0	4100	Clay and Silt
1,5	5	3,5	750	1,85	0	4600	
2,5	8	5	1000	2	0	4800	Silt and Clay
3,5	10	7	1400	2,02	0	4800	
4,5	9	5,7	1142,9	1,9	0	4800	
5,5	12	7,86	1571,43	2,07	0	4800	
6,5	12,5	8,21	1642,86	2,093	0	4800	
7,5	12	7,86	1571,43	2,07	0	4800	
8,5	16	10,67	2133,3	1,92	0	4800	
9,5	19	12,67	2533,33	1,98	0	4800	
10,5	19	12,67	2533,33	1,98	0	4800	
11,5	14	9,3	1857,14	2,15	0	4800	
12,5	13	8,57	1714,29	2,11	0	4800	
13,5	13	8,57	1714,29	2,11	0	4800	
14,5	12	7,86	1571,43	2,07	0	4800	
15,5	13	8,57	1714,29	2,11	0	4800	
16,5	13,75	9,11	1821,43	2,14	0	4800	
17,5	20	13,33	2666,67	2	0	4800	
18,5	27	18	3600	2,14	0	4800	
19,5	31	20	4000	2,2	0	4800	
20,5	34	20	4000	2,2	0	4800	
21,5	37	20	4000	2,2	0	4800	
22,5	28	18,67	3733,33	2,16	0	4800	
23,5	26,5	17,67	3533,33	2,13	0	4800	
24,5	26	17,33	3466,67	2,12	0	4800	
25,5	16	10,67	2133,3	1,92	0	4800	
26,5	17	11,3	2266,7	1,94	0	4800	
27,5	19	12,67	2533,33	1,98	0	4800	
28,5	19	12,67	2533,33	1,98	0	4800	
29,5	19	12,67	2533,33	1,98	0	4800	
30,5	19	12,67	2533,33	1,98	0	4800	
31,5	17	11,3	2266,7	1,94	0	4800	
32,5	20	13,33	2666,67	2	0	4800	
33,5	20,5	13,67	2733,33	2,01	0	4800	
34,5	19,75	13,17	2633,33	1,99	0	4800	
35,5	18	12	2400	1,96	0	4800	

- Cara mendapatkan nilai  $C_u$  dan  $q_c$

Pada laporan ini digunakan BH-1 sebagai contoh perhitungan, berikut langkah-langkah menggunakan tabel korelasi 4.1., 4.2., 4.3. :

- Masukan N-SPT lapangan kedalam tabel
- Pada BH-3 di kedalaman 4,5 m, nilai N-SPT nya adalah 9 sehingga dengan menggunakan Tabel 4.2. nilai  $C_u$  dan  $q_c$  bisa didapatkan dengan cara interpolasi.

$$\begin{aligned} C_u &= \frac{15-8}{9-8} = \frac{10-5}{x-5} \\ C_u &= \frac{7}{1} = \frac{5}{x-5} \\ C_u &= x = \frac{5+35}{7} = 5,7 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_c &= \frac{15-8}{9-8} = \frac{2000-1000}{x-1000} \\ q_c &= \frac{7}{1} = \frac{1000}{x-1000} \\ q_c &= x = \frac{7000+1000}{7} = 1142,9 \text{ Kpa} \end{aligned}$$

- Cara mendapatkan nilai  $\gamma_{\text{sat}}$

- Masukan N-SPT lapangan kedalam tabel
- Pada BH-3 di kedalaman 4,5 m, nilai N-SPT nya adalah 9 sehingga dengan menggunakan Tabel 4.3. nilai bisa  $\gamma_{\text{sat}}$  didapatkan dengan cara interpolasi.

$$\begin{aligned} \gamma_{\text{sat}} &= \frac{15-8}{9-8} = \frac{22-19}{x-19} \\ \gamma_{\text{sat}} &= \frac{7}{1} = \frac{3}{x-19} \\ \gamma_{\text{sat}} &= x = \frac{133+3}{7} = 19 \text{ kN/m}^3 = 1,9 \text{ t/m}^3 \end{aligned}$$

- Cara mendapatkan nilai  $K_{spring}$ 
  - a. Nilai  $q_c$  yang telah didapatkan dari Tabel 4.2 di korelasi dengan menggunakan Tabel 4.4. karena tanah di BH-3 didominasi oleh lempung dan lanau (tanah kohesif), dan nilai  $q_c$  yang didapat adalah 1142,9 kpa, maka nilai tersebut masuk dalam rentang  $q_c > 800$  kpa sehingga nilai *spring* nya adalah  $4800 \text{ t/m}^3$

#### 4.3. Analisa Data Tanah untuk Perencanaan Pondasi

Dalam analisa daya dukung tanah diperlukan parameter tanah berupa  $\gamma_{sat}$  yang diambil dari korelasi data N-SPT . Data N-SPT yang didapat dari lapangan tidak bisa langsung digunakan untuk perencanaan pondasi sehingga harus dilakukan koreksi dahulu dari N-SPT lapangan. Koreksi yang dilakukan ada 2, yaitu :

1. Koreksi terhadap muka air
2. Koreksi terhadap *overburden pressure*

Analisa data tanah untuk perencanaan pondasi bisa dilihat pada Tabel 4.6., Tabel 4.7., dan Tabel 4.8. Pada proyek ini *Cut off level* pondasi berada pada kedalaman 16,5 m sehingga dalam analisa data tanah di titik tersebut dianggap sebagai titik 0 m. Analisa ditinjau setiap kedalaman 0,5 m agar hasil yang didapat semakin detail.

Pada laporan ini yang digunakan sebagai contoh perhitungan adalah *Borehole* 3 sedangkan untuk *Borehole* 1 sampai dengan *Borehole* 5 dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.6. Koreksi N-SPT Lapangan BH-3 Kedalaman 16,5 – 29 m

Depth m	Jenis Tanah	Warna	N-SPT	Koreksi Terhadap Muka Air			Koreksi Terhadap Overburden					2. N1	N Pakai
				N1' (Terzaghi)	N1' (Bazaraa)	N1' Pakai	$\gamma_{sat}$	$\gamma_w$	$\gamma'$	Po'	N2		
							t/m <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>	t/m <sup>2</sup>			
-16,5	Lanau	Coklat Kekuningan	13,75	13,75	13,75	13,75	1,9	1	0,9	0,45	46,61	27,5	27,50
-17			14	14,00	14,00	14,00	1,9	1	0,9	0,45	47,46	28	28,00
-17,5			20	17,50	12,00	12,00	1,9	1	0,9	0,45	40,68	24	24,00
-18			24	19,50	14,40	14,40	1,9	1	0,9	0,45	48,81	28,8	28,80
-18,5	Lempung	Abu-Abu	27	21,00	16,20	16,20	1,9	1	0,9	0,45	54,92	32,4	32,40
-19			30	22,50	18,00	18,00	1,9	1	0,9	0,45	61,02	36	36,00
-19,5			31	23,00	18,60	18,60	1,9	1	0,9	0,45	63,05	37,2	37,20
-20			32	23,50	19,20	19,20	1,9	1	0,9	0,45	65,08	38,4	38,40
-20,5			34	24,50	20,40	20,40	1,9	1	0,9	0,45	69,15	40,8	40,80
-21			36	25,50	21,60	21,60	1,9	1	0,9	0,45	73,22	43,2	43,20
-21,5			37	26,00	22,20	22,20	1,9	1	0,9	0,45	75,25	44,4	44,40
-22			32	23,50	19,20	19,20	1,9	1	0,9	0,45	65,08	38,4	38,40
-22,5			28	21,50	16,80	16,80	1,9	1	0,9	0,45	56,95	33,6	33,60
-23			27	21,00	16,20	16,20	1,9	1	0,9	0,45	54,92	32,4	32,40
-23,5			26,5	20,75	15,90	15,90	1,9	1	0,9	0,45	53,90	31,8	31,80
-24			26	20,50	15,60	15,60	1,9	1	0,9	0,45	52,88	31,2	31,20
-24,5			26	20,50	15,60	15,60	1,9	1	0,9	0,45	52,88	31,2	31,20
-25			20	17,50	12,00	12,00	1,9	1	0,9	0,45	40,68	24	24,00
-25,5			16	15,50	9,60	9,60	1,9	1	0,9	0,45	32,54	19,2	19,20
-26			Lempung	Abu-Abu Tua	15	15,00	9,00	9,00	1,9	1	0,9	0,45	30,51
-26,5	17	16,00			10,20	10,20	1,9	1	0,9	0,45	34,58	20,4	20,40
-27	18	16,50			10,80	10,80	1,9	1	0,9	0,45	36,61	21,6	21,60
-27,5	19	17,00			11,40	11,40	1,9	1	0,9	0,45	38,64	22,8	22,80
-28	19	17,00			11,40	11,40	1,9	1	0,9	0,45	38,64	22,8	22,80
-28,5	19	17,00			11,40	11,40	1,9	1	0,9	0,45	38,64	22,8	22,80
-29	19	17,00			11,40	11,40	1,9	1	0,9	0,45	38,64	22,8	22,80

Tabel 4.7. Koreksi N-SPT Lapangan BH-3 Kedalaman 29,5 – 44 m

Depth m	Jenis Tanah	Warna	N-SPT	Koreksi Terhadap Muka Air			Koreksi Terhadap Overburden					2. N1	N Pakai
				N1' (Terzaghi)	N1' (Bazaraa)	N1' Pakai	$\gamma_{sat}$	$\gamma_w$	$\gamma'$	Po'	N2		
				$15 + 0,5(N-15)$	$0,6 \cdot N$		t/m <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>	t/m <sup>2</sup>			
-29,5	Lempung	Abu-Abu	19	17,00	11,40	11,40	1,9	1	0,9	0,45	38,64	22,8	22,80
-30			19	17,00	11,40	11,40	1,9	1	0,9	0,45	38,64	22,8	22,80
-30,5			19	17,00	11,40	11,40	1,9	1	0,9	0,45	38,64	22,8	22,80
-31			18	16,50	10,80	10,80	1,9	1	0,9	0,45	36,61	21,6	21,60
-31,5			17	16,00	10,20	10,20	1,9	1	0,9	0,45	34,58	20,4	20,40
-32			18	16,50	10,80	10,80	1,9	1	0,9	0,45	36,61	21,6	21,60
-32,5			20	17,50	12,00	12,00	1,9	1	0,9	0,45	40,68	24	24,00
-33			21	18,00	12,60	12,60	1,9	1	0,9	0,45	42,71	25,2	25,20
-33,5			20,5	17,75	12,30	12,30	1,9	1	0,9	0,45	41,69	24,6	24,60
-34			20	17,50	12,00	12,00	1,9	1	0,9	0,45	40,68	24	24,00
-34,5			19,75	17,38	11,85	11,85	1,9	1	0,9	0,45	40,17	23,7	23,70
-35			19	17,00	11,40	11,40	1,9	1	0,9	0,45	38,64	22,8	22,80
-35,5			18	16,50	10,80	10,80	1,9	1	0,9	0,45	36,61	21,6	21,60
-36			17	16,00	10,20	10,20	1,9	1	0,9	0,45	34,58	20,4	20,40
-36,5			16	15,50	9,60	9,60	1,9	1	0,9	0,45	32,54	19,2	19,20
-37			16,5	15,75	9,90	9,90	1,9	1	0,9	0,45	33,56	19,8	19,80
-37,5			17	16,00	10,20	10,20	1,9	1	0,9	0,45	34,58	20,4	20,40
-38			18	16,50	10,80	10,80	1,9	1	0,9	0,45	36,61	21,6	21,60
-38,5			19	17,00	11,40	11,40	1,9	1	0,9	0,45	38,64	22,8	22,80
-39			20	17,50	12,00	12,00	1,9	1	0,9	0,45	40,68	24	24,00
-39,5			19,75	17,38	11,85	11,85	1,9	1	0,9	0,45	40,17	23,7	23,70
-40			19,5	17,25	11,70	11,70	1,9	1	0,9	0,45	39,66	23,4	23,40
-40,5			19	17,00	11,40	11,40	1,9	1	0,9	0,45	38,64	22,8	22,80
-41			20	17,50	12,00	12,00	1,9	1	0,9	0,45	40,68	24	24,00
-41,5			22	18,50	13,20	13,20	1,9	1	0,9	0,45	44,75	26,4	26,40
-42			24	19,50	14,40	14,40	1,9	1	0,9	0,45	48,81	28,8	28,80
-42,5			26	20,50	15,60	15,60	1,9	1	0,9	0,45	52,88	31,2	31,20
-43			25,5	20,25	15,30	15,30	1,9	1	0,9	0,45	51,86	30,6	30,60
-43,5			25	20,00	15,00	15,00	1,9	1	0,9	0,45	50,85	30	30,00
-44			24	19,50	14,40	14,40	1,9	1	0,9	0,45	48,81	28,8	28,80

Tabel 4.8. Koreksi N-SPT Lapangan BH-3 Kedalaman 44,5 – 60 m

Depth m	Jenis Tanah	Warna	N-SPT	Koreksi Terhadap Muka Air			Koreksi Terhadap Overburden					2.N1	N Pakai
				N1' 15 + 0,5(N-15)	N1' (Bazaraa) 0,6.N	N1' Pakai	$\gamma_{sat}$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma_w$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma'$ t/m <sup>3</sup>	Po' t/m <sup>2</sup>	N2		
-44,5	Lempung	Abu-Abu Tua	22	18,50	13,20	13,20	1,9	1	0,9	0,45	44,75	26,4	26,40
-45			20	17,50	12,00	12,00	1,9	1	0,9	0,45	40,68	24	24,00
-45,5			19	17,00	11,40	11,40	1,9	1	0,9	0,45	38,64	22,8	22,80
-46			19	17,00	11,40	11,40	1,9	1	0,9	0,45	38,64	22,8	22,80
-46,5			19	17,00	11,40	11,40	1,9	1	0,9	0,45	38,64	22,8	22,80
-47			19	17,00	11,40	11,40	1,9	1	0,9	0,45	38,64	22,8	22,80
-47,5			19,5	17,25	11,70	11,70	1,9	1	0,9	0,45	39,66	23,4	23,40
-48			20	17,50	12,00	12,00	1,9	1	0,9	0,45	40,68	24	24,00
-48,5			19,75	17,38	11,85	11,85	1,9	1	0,9	0,45	40,17	23,7	23,70
-49			19,5	17,25	11,70	11,70	1,9	1	0,9	0,45	39,66	23,4	23,40
-49,5			19	17,00	11,40	11,40	1,9	1	0,9	0,45	38,64	22,8	22,80
-50			19,5	17,25	11,70	11,70	1,9	1	0,9	0,45	39,66	23,4	23,40
-50,5			20	17,50	12,00	12,00	1,9	1	0,9	0,45	40,68	24	24,00
-51			20	17,50	12,00	12,00	1,9	1	0,9	0,45	40,68	24	24,00
-51,5			21	18,00	12,60	12,60	1,9	1	0,9	0,45	42,71	25,2	25,20
-52			20,75	17,88	12,45	12,45	1,9	1	0,9	0,45	42,20	24,9	24,90
-52,5			20,5	17,75	12,30	12,30	1,9	1	0,9	0,45	41,69	24,6	24,60
-53			20	17,50	12,00	12,00	1,9	1	0,9	0,45	40,68	24	24,00
-53,5			21	18,00	12,60	12,60	1,9	1	0,9	0,45	42,71	25,2	25,20
-54			21,75	18,38	13,05	13,05	1,9	1	0,9	0,45	44,24	26,1	26,10
-54,5			22	18,50	13,20	13,20	1,9	1	0,9	0,45	44,75	26,4	26,40
-55			23	19,00	13,80	13,80	1,9	1	0,9	0,45	46,78	27,6	27,60
-55,5			23,75	19,38	14,25	14,25	1,9	1	0,9	0,45	48,31	28,5	28,50
-56			24	19,50	14,40	14,40	1,9	1	0,9	0,45	48,81	28,8	28,80
-56,5			24,5	19,75	14,70	14,70	1,9	1	0,9	0,45	49,83	29,4	29,40
-57			24,75	19,88	14,85	14,85	1,9	1	0,9	0,45	50,34	29,7	29,70
-57,5			25	20,00	15,00	15,00	1,9	1	0,9	0,45	50,85	30	30,00
-58			25,75	20,38	15,45	15,45	1,9	1	0,9	0,45	52,37	30,9	30,90
-58,5			26	20,50	15,60	15,60	1,9	1	0,9	0,45	52,88	31,2	31,20
-59			26,5	20,75	15,90	15,90	1,9	1	0,9	0,45	53,90	31,8	31,80
-59,5			26,75	20,88	16,05	16,05	1,9	1	0,9	0,45	54,41	32,1	32,10
-60			27	21,00	16,20	16,20	1,9	1	0,9	0,45	54,92	32,4	32,40

- Langkah Mencari N-SPT Pakai

- a. Koreksi Terhadap Muka Air Tanah

N-SPT lapangan yang sudah diinput tiap kedalaman 0,5 m dan nilainya >15 dikoreksi terhadap muka air dengan menggunakan dua rumus, yaitu dari Bazarra (1967) dan Terzaghi dan Peck (1960), setelah itu hasil dari dua rumus tadi dibandingkan dan dipilih dari nilai yang paling kecil. Hasil tersebut disebut N1. Apabila  $N < 15$ , hasil N-SPT lapangan tidak perlu dikoreksi sehingga  $N1 = N\text{-SPT Lapangan}$ . Berikut contoh perhitungan koreksi N-SPT terhadap muka air tanah dengan menggunakan N-SPT dari kedalaman 16,5 m dan 17,5 m agar aplikasi dari dua rumus dan dua syarat tersebut bisa dipakai.

Kedalaman 16,5 m

N-SPT = 13,75 < 15 (Tidak perlu dikoreksi)

N1 = 13,75

Kedalaman 17,5 m

N-SPT = 20

N1 Terzaghi =  $15 + 0,5 (N-15)$   
 $= 15 + 0,5 (20 - 15) = 17,50$

N1 Bazarra =  $0,6 N$   
 $= 0,6 (20) = 12$

Jadi N1 yang dipilih adalah 12,00

- b. Koreksi Terhadap *Overburden Pressure*

Hasil dari koreksi 1 (N1) dikoreksi lagi untuk pengaruh tekanan vertikal efektif pada lapisan tanah dimana harga N tersebut didapatkan. Dengan menggunakan rumus koreksi terhadap overburden dari Bazarra (1967), yaitu :

$$N2 = \frac{4.N1}{1 + 0,4.P_o} \quad ; \text{ Bila } P_o \leq 7,5 \text{ ton/m}^2 \text{ (1)}$$

Atau

$$N2 = \frac{4.N1}{3,25 + 0,1.P_o} \quad ; \text{ Bila } P_o \geq 7,5 \text{ ton/m}^2 \text{ (2)}$$

Berikut contoh perhitungan koreksi N-SPT terhadap *overburden* dengan menggunakan N-SPT dari kedalaman 16,5 m.

Kedalaman 16,5 m

$$\gamma_{\text{sat}} = 1,9 \text{ ton/m}^3$$

$$\gamma_w = 1 \text{ ton/m}^3$$

$$\gamma' = 1,9 - 1 = 0,9 \text{ ton/m}^3$$

$$P_o = \gamma' \times h$$

$$= 0,9 \times 0,5 = 0,45 \text{ ton/m}^2$$

$$N1 = 13,75$$

Karena nilai  $P_o < 7,5 \text{ ton/m}^2$ , maka digunakan rumus (1), sehingga nilai N2 adalah

$$N2 = \frac{4.N1}{1 + 0,4.P_o}$$

$$N2 = \frac{4 \times 13,75}{1 + 0,4 \times 0,45} = 40,68$$

Hasil dari perhitungan koreksi terhadap *overburden* dibandingkan dengan hasil N1 untuk mendapatkan N-SPT pakai dengan syarat :

Nilai  $N2 \leq 2.N1$ , tetapi karena nilai yang didapatkan adalah  $N2 \geq 2.N1$ , maka nilai  $N2 = 2.N1$  sehingga pada kedalaman 16,5 m nilai N-SPT pakai adalah  $2.N1 = 2.(13,75) = 27,50$ .







#### 4.4. Analisa *Swelling Potential*

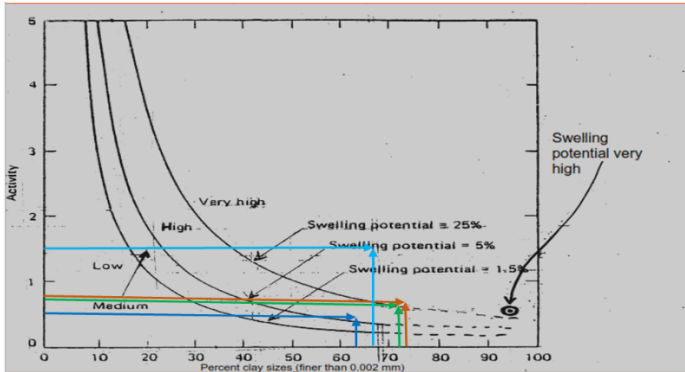
Salah satu cara untuk mengetahui besar kecilnya swelling potential pada tanah adalah dengan mencari nilai aktivitas dimana memerlukan beberapa parameter tanah berupa nilai LL, PL dan juga memerlukan data analisa ayak. Pada laporan ini digunakan data LL, PL dan analisa ayak dari BH-3. Nilai aktivitas dituliskan dengan rumus :

$$A = \frac{PI}{\%Clay - 5}$$

Hasil analisa dari nilai aktivitas tanah BH-1 dapat dilihat pada Tabel 4.9 setelah didapat nilai aktivitas nya, nilai tersebut di plot ke grafik After Seed, et al., (1962) untuk mendapatkan potensi kembang susut nya. Gambar plot nilai aktivitas terhadap potensi kembang susutnya dapat dilihat pada gambar 4.2.

Tabel 4.9. Analisa Nilai Aktivitas Tanah BH-3

No. BH	Depth	% Clay	LL	PL	PI	A	Legenda	Category
	(m)	(%)	%	%	%			
BH3	2,5 - 3,0	61	60	30	30	0,54		High
	19,0 - 19,5	73	79	32	47	0,69		High
	29,5 - 30,0	74	85	37	48	0,70		Very High
	52,0 - 52,5	68	124	31	93	1,48		Very High



Gambar 4.2. Potensi Kembang Susut Tanah Pada BH-3  
Sumber : After Seed, et, al, (1962)

Dari hasil analisa tersebut diketahui bahwa potensi kembang susut tanah BH-3 cenderung sangat tinggi, tetapi tanah kembang susut hanya terjadi pada kedalaman 0 – 2,5 m sehingga tidak mempengaruhi konstruksi pondasi dan dinding basement gedung tersebut.

#### 4.5. Reaksi Tiap Kolom Gedung

Pembebanan yang digunakan dalam analisa struktur atas antara lain, beban mati, beban mati tambahan, beban hidup dan beban gempa dengan rincian sebagai berikut:

Beban mati dan Beban mati tambahan (DL dan SDL)

Merupakan berat semua material konstruksi yang menyatu dalam gedung. Berat sendiri elemen struktural dihitung otomatis pada program bantu SAP2000 V.14. sedangkan beban mati tambahan terdiri dari :

- a. Mutu beton = 50 Mpa  
= 35 Mpa

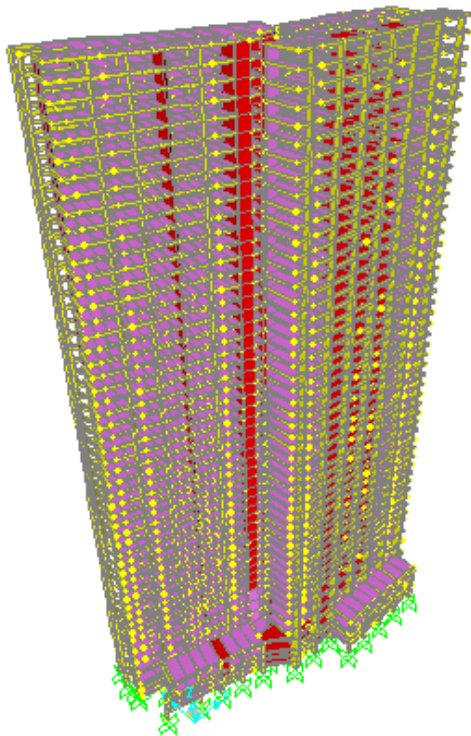
- b. Plafon = 0,056 kN/m<sup>2</sup>
- c. Penggantung = 0,07 kN/m<sup>2</sup>
- d. Keramik t=1 cm = 0,24 kN/m<sup>2</sup>
- e. Spesi t=2 cm = 0,42 kN/m<sup>2</sup>
- f. *Ducting* = 0,185 kN/m<sup>2</sup>

#### Beban Hidup (LL)

- a. Beban hidup (Basement4 s/d Basement1)= 1,197 t/m<sup>2</sup>
- b. Beban Hidup ( Lt. 1 – Lt. 48) = 0,192 t/m<sup>2</sup>

#### Output Program

Dengan menggunakan program bantu SAP2000 V.14 diperoleh besarnya reaksi perletakan (joint Reaction) tiap tiang kolom sebagai acuan dalam merencanakan diameter, dan kedalaman pondasi. Hasil dari permodelan gedung dapat dilihat pada Gambar 4.3., serta hasil dari reaksi perletakan tiap kolom gedung bisa dilihat pada Tabel 4.10. Dan untuk penomoran kolom dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.3. Permodelan Struktur Atas



Gambar 4.4. Nomor Kolom  
Sumber : PT. PP Properties

Tabel 4.10. Reaksi Tiap Kolom Gedung

No. Kolom	No. Element	Koordinat		Joint Reaction (Ton)
		X	Y	
1	243	0	33,043	114,691
2	705	1,028	14,41	120,632
3	753	1,539	38,786	1425,8757
4	729	8,241	27,424	1840,8671
5	717	6,765	21,913	1943,6268
6	749	17,684	34,46	1426,447
7	725	15,293	25,53	567,99
8	713	13,816	20,02	567,99
9	805	11,557	11,591	21,68
10	745	24,736	32,57	1419,7086
11	697	18,608	9,702	243,0759
12	741	31,787	30,681	1397,582
13	721	29,395	21,756	1506,2947
14	709	27,919	16,245	1479,1295
15	693	25,659	7,812	134,7551
16	737	38,838	28,791	1385,2319
17	689	32,71	5,923	150,05
18	733	47,435	26,488	1379,565
19	685	41,172	0	1808,11
20	661	49,672	0	1832,3529
21	768	52,172	26,939	143,4685
22	757	52,172	20,25	1582,06
23	783	52,172	11,5	1749,78
24	665	57,672	0	1745,635
25	868	57,672	-8	88,42
26	771	61,672	26,939	143,32
27	761	61,672	20,25	1846,7861
28	787	61,672	11,5	1914
29	669	65,672	0	1847,12
30	872	65,672	-8	136,57
31	774	69,672	26,939	95,14
32	765	69,672	20,25	1900,97
33	791	69,672	11,5	2000,55
34	673	73,672	0	1794,86
35	875	73,672	-8	137,73
36	795	87,747	17,445	1155,33
37	799	87,747	11,5	1215,348
38	677	81,672	0	1924,35
39	878	81,672	-8	143,38
40	681	90,172	0	1679,88
41	881	90,172	-8	93,324

## BAB V

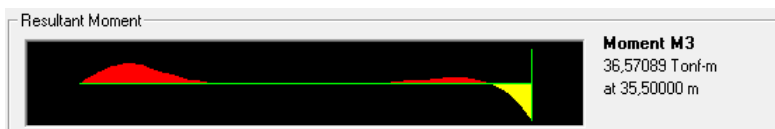
### ANALISA PERHITUNGAN DINDING DAN PONDASI

#### 5.1. Perencanaan Dinding *Basement*

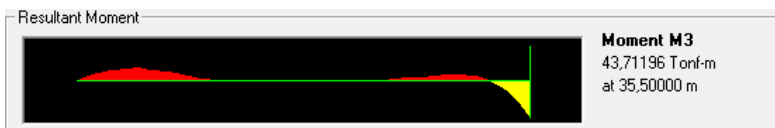
##### 5.1.1. Penentuan Data Tanah Yang Digunakan

Pada proyek pembangunan *Apartment* Grand Sungkono Lagoon Surabaya terdapat 5 titik pengujian tanah (Borehole), sehingga untuk perencanaan dinding *basement*, data tanah yang digunakan harus menunjukkan kondisi paling kritis (terjelek). Untuk mengetahui kondisi terkritis dari kelima titik pengujian tersebut, dilakukan analisa pada program bantu SAP2000.

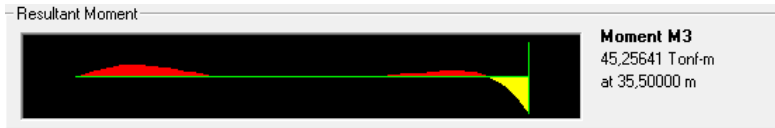
Analisa yang dilakukan adalah dengan memasukan tekanan tanah kondisi *at rest* setiap 1 m untuk setiap titik pengujian, setelah dianalisa akan didapatkan momen yang bekerja pada dinding *basement*. Dari momen yang didapatkan pada setiap titik pengujian, dipilih yang menghasilkan momen terbesar. Berikut disajikan gambar momen yang terjadi pada dinding dengan menggunakan data tanah BH-1 sampai dengan BH-4 yang dapat dilihat pada Gambar 5.1. sampai Gambar 5.4.



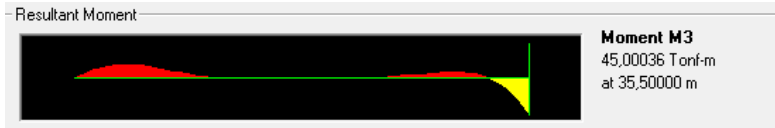
Gambar 5.1. Momen Maksimum BH-1



Gambar 5.2. Momen Maksimum BH-2



Gambar 5.3. Momen Maksimum BH-3



Gambar 5.4. Momen Maksimum BH-4

Hasil dari analisa momen dari keempat titik pengujian diatas menunjukkan bahwa BH-3 mempunyai momen paling besar yaitu sebesar 45,256 Ton.m, sehingga dasar perencanaan untuk dinding basement ini menggunakan parameter tanah dari BH-3.

### 5.1.2. Perencanaan *Diaphragm Wall*

Untuk mencari pendekatan defleksi yang terjadi sehingga mendekati kondisi asli, digunakan asumsi tekanan tanah horizontal dengan rumus :

$$\sigma_{hi} = \sigma'_{vi} \cdot k_{oi} + k_s \cdot x$$

Dimana :

$\sigma_{hi}$  = Tegangan efektif arah horizontal pada kedalaman ( $t/m^2$ )

$\sigma'_{vi}$  =Tegangan efektif arah vertikal pada tiap kedalaman ( $t/m^2$ )

$k_{oi}$  = Koefisiem tanah lateral pada kondisi at rest

$k_s$  = Konstanta Spring yang nilainya berdasarkan pada jenis tanah (Modulus of soil reaction) ( $t/m^3$ )

$x$  = Asumsi defleksi arah lateral (m), bernilai positif (+) apabila dinding mendorong menuju arah tanah, sebaliknya bernilai negative (-) apabila dinding menjauhi tanah.



Tegangan tanah arah horizontal memiliki nilai maksimum dan nilai minimum yang diasumsikan merupakan tegangan tanah. Pada saat kondisi aktif dan pasif. Besarnya tegangan arah horizontal pada kondisi aktif dan kondisi pasif dapat diketahui dengan rumus :

Tegangan tanah arah horizontal pada kondisi aktif :

$$\sigma_h \text{ min } i = \sigma'_{vi} \cdot K_{ai} - 2c\sqrt{K_{ai}}$$

Tegangan tanah arah horizontal pada kondisi Pasif:

$$\sigma_h \text{ max } i = \sigma'_{vi} \cdot K_{pi} + 2c\sqrt{K_{pi}}$$

Dimana :

$$Ka = \tan^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right)$$

$$Kp = \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)$$

Karena defleksi mempunyai pengaruh terhadap besarnya gaya horizontal yang terjadi, maka untuk mendapatkan asumsi defleksi dinding diafragma yang mendekati defleksi dinding pada kondisi asli, harus diperhitungkan besarnya tegangan horizontal disetiap titik yang mempunyai batasan sebagai berikut:

a.  $\sigma_h \leq \sigma_h \text{ min}$  , maka  $\sigma_h = \sigma_h \text{ min}$

b.  $\sigma_h \geq \sigma_h \text{ max}$  , maka  $\sigma_h = \sigma_h \text{ max}$

Dengan asumsi defleksi yang telah ditentukan, maka dapat diketahui pendekatan tegangan arah horizontal pada tiap titik dinding diafragma yang mendekati kondisi aslinya.

### **Perhitungan Beban Pada Dinding Diafragma**

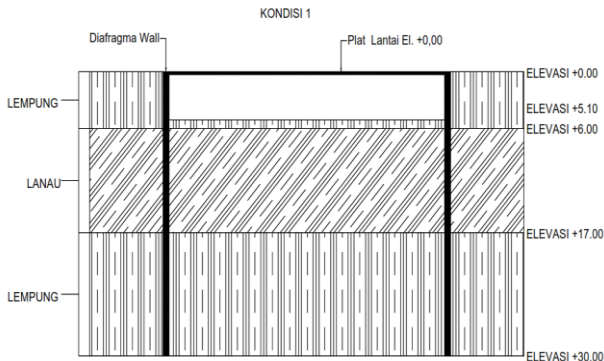
Pada perencanaan dinding diafragma ini direncanakan dengan tebal 1000 mm, menggunakan mutu beton 30 Mpa dan

kedalaman penanaman rencana sedalam 35 m. Langkah pengerjaan untuk mencari tegangan arah horizontal tiap titik dibagian luar dari dinding sebagai berikut :

- a. Kondisi 1 : kondisi galian mencapai kedalaman 5,1 m dan pada elevasi 0 m diberi penyangga berupa pelat lantai.
- b. Kondisi 2 : kondisi galian mencapai kedalaman 8,1 m dan pada elevasi 0 m dan 5,1 m diberi penyangga berupa pelat lantai.
- c. Kondisi 3 : kondisi galian mencapai kedalaman 11,1 m dan pada elevasi 0 m, 5,1 m dan 8,1 m diberi penyangga berupa pelat lantai.
- d. Kondisi 4 : kondisi galian mencapai kedalaman 14,1 m dan pada elevasi 0 m, 5,1 m, 8,1 m dan 11,1 m diberi penyangga berupa pelat lantai.

### Kondisi 1

Kondisi 1 adalah kondisi dimana galian dilakukan sampai kedalaman -5,1 m dan pada elevasi 0,00 m sudah diberi *strut* berupa plat lantai. Ilustrasi kondisi 1 bisa dilihat pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5. Ilustrasi Galian Pada Kondisi 1

Kontrol terhadap lendutan pada kondisi 1 dengan program bantu SAP 2000 dengan memasukkan koefisien spring sesuai dengan Tabel 5.1. Adapun langkah – langkah pengerjaannya sebagai berikut :

- Membagi dinding diafragma menjadi segmen –segmen setinggi 1m.
- Menghitung tegangan arah horizontal di tiap titik pada kondisi at rest.
- Masukkan tebal dan kedalam yang diasumsikan ke dalam program bantu SAP2000.
- Masukkan spring dengan koefisien spring Tabel 5.1.

Tabel 5.1. Nilai Kspring dan Tekanan Tanah Lateral At Rest Kondisi 1

Kedalaman (m)	Jenis Tanah	Aktif						Pasif						Akhir Kspring (t/m <sup>3</sup> )			
		Cu (t/m <sup>2</sup> )	Ø (°)	Ko	γ' (t/m <sup>3</sup> )	Beban Luar (t/m)	σ' (t/m <sup>2</sup> )	P'o (t/m <sup>2</sup> )	Cu (t/m <sup>2</sup> )	Ø (°)	Ko	γ' (t/m <sup>3</sup> )	σ' (t/m <sup>2</sup> )		P'o (t/m <sup>2</sup> )		
0,5	Clay And Silt Soft Consistency	3	0	0,95	0,775	2	2,39	2,27							2,27	4100	
1,5		3,5	0	0,95	0,85	2	3,24	3,08								3,08	4600
2,5		5	0	0,95	1	2	4,24	4,03								4,03	4800
3,5		7	0	0,95	1,02	2	5,26	4,99								4,99	4800
4,5		5,7	0	0,95	0,94	2	6,20	5,89								5,89	4800
5,5		7,86	0	0,95	1,07	2	7,27	6,90	7,86	0	0,95	1,07	0,54	0,51	6,40	4800	4800
6,5		8,21	0	0,95	1,093	2	8,36	7,94	8,21	0	0,95	1,093	1,63	1,55	6,40	4800	4800
7,5		7,86	0	0,95	1,07	2	9,43	8,96	7,86	0	0,95	1,07	2,70	2,56	6,40	4800	4800
8,5		10,67	0	0,95	0,92	2	10,35	9,83	10,67	0	0,95	0,92	3,62	3,44	6,40	4800	4800
9,5		12,67	0	0,95	0,98	2	11,33	10,76	12,67	0	0,95	0,98	4,60	4,37	6,40	4800	4800
10,5	12,67	0	0,95	0,98	2	12,31	11,69	12,67	0	0,95	0,98	5,58	5,30	6,40	4800	4800	
11,5	Silt and Clay Medium to Very Stiff Consistency	9,3	0	0,95	1,15	2	13,46	12,79	9,3	0	0,95	1,15	6,73	6,39	6,40	4800	
12,5		8,57	0	0,95	1,11	2	14,57	13,84	8,57	0	0,95	1,11	7,84	7,45	6,40	4800	
13,5		8,57	0	0,95	1,11	2	15,68	14,90	8,57	0	0,95	1,11	8,95	8,50	6,40	4800	
14,5		7,86	0	0,95	1,07	2	16,75	15,91	7,86	0	0,95	1,07	10,02	9,52	6,40	4800	
15,5		8,57	0	0,95	1,11	2	17,86	16,97	8,57	0	0,95	1,11	11,13	10,57	6,40	4800	
16,5		9,11	0	0,95	1,14	2	19,00	18,05	9,11	0	0,95	1,14	12,27	11,65	6,40	4800	
17,5		13,33	0	0,95	1	2	20,00	19,00	13,33	0	0,95	1	13,27	12,60	6,40	4800	
18,5		18	0	0,95	1,14	2	21,14	20,08	18	0	0,95	1,14	14,41	13,69	6,40	4800	
19,5		20	0	0,95	1,2	2	22,34	21,22	20	0	0,95	1,2	15,61	14,83	6,40	4800	
20,5		20	0	0,95	1,2	2	23,54	22,36	20	0	0,95	1,2	16,81	15,97	6,40	4800	
21,5	20	0	0,95	1,2	2	24,74	23,50	20	0	0,95	1,2	18,01	17,11	6,40	4800		
22,5	18,67	0	0,95	1,16	2	25,90	24,61	18,67	0	0,95	1,16	19,17	18,21	6,40	4800		
23,5	17,67	0	0,95	1,13	2	27,03	25,68	17,67	0	0,95	1,13	20,30	19,28	6,40	4800		
24,5	17,33	0	0,95	1,12	2	28,15	26,74	17,33	0	0,95	1,12	21,42	20,35	6,40	4800		
25,5	10,67	0	0,95	0,92	2	29,07	27,62	10,67	0	0,95	0,92	22,34	21,22	6,40	4800		
26,5	11,3	0	0,95	0,94	2	30,01	28,51	11,3	0	0,95	0,94	23,28	22,11	6,40	4800		
27,5	12,67	0	0,95	0,98	2	30,99	29,44	12,67	0	0,95	0,98	24,26	23,05	6,40	4800		
28,5	12,67	0	0,95	0,98	2	31,97	30,37	12,67	0	0,95	0,98	25,24	23,98	6,40	4800		
29,5	12,67	0	0,95	0,98	2	32,95	31,30	12,67	0	0,95	0,98	26,22	24,91	6,40	4800		
30,5	12,67	0	0,95	0,98	2	33,93	32,23	12,67	0	0,95	0,98	27,20	25,84	6,40	4800		
31,5	11,3	0	0,95	0,94	2	34,87	33,13	11,3	0	0,95	0,94	28,14	26,73	6,40	4800		
32,5	13,33	0	0,95	1	2	35,87	34,08	13,33	0	0,95	1	29,14	27,68	6,40	4800		
33,5	13,67	0	0,95	1,01	2	36,88	35,04	13,67	0	0,95	1,01	30,15	28,64	6,40	4800		
34,5	13,17	0	0,95	0,99	2	37,87	35,98	13,17	0	0,95	0,99	31,14	29,58	6,40	4800		
35,5	12	0	0,95	0,96	2	38,83	36,89	12	0	0,95	0,96	32,10	30,49	6,40	4800		

Penjelasan Tabel 5.1. :

Kedalaman 0,5 m

$K_o$  = Koefisien tekanan tanah *at rest*

$$K_o = 0,95 - \sin \phi$$

$$K_o = 0,95 - \sin (0) = 0,95$$

Nilai parameter tanah seperti  $c$ ,  $\phi$ ,  $\gamma_{sat}$ ,  $K_s$  didapat dari korelasi N-SPT yang di dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Nilai beban luar didapat dari asumsi yang digunakan proyek.

$$\sigma_v' = q + (\gamma' \times h)$$

$$\sigma_v' = 2 + (0,775 \times 0,5) = 2,39 \text{ t/m}^2$$

$$P_o' = K_o \times \sigma_v'$$

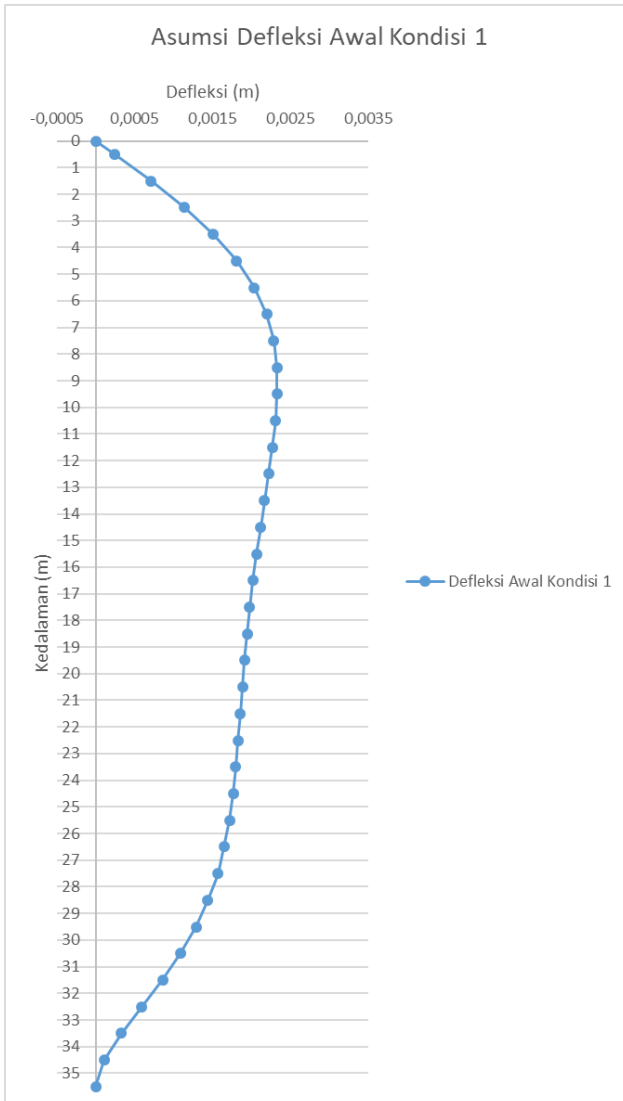
$$P_o' = 0,95 \times 2,39 = 2,27 \text{ t/m}^2$$

Nilai  $\sigma_v'$  pada kedalaman selanjutnya selalu ditambah dengan nilai  $\sigma_v'$  sebelumnya. Cara yang sama juga berlaku untuk mencari nilai  $P_o'$  pada kondisi tanah pasif, setelah nilai  $P_o'$  aktif dan  $P_o'$  pasif didapat, hasil akhirnya dikurangi untuk mendapatkan gaya di titik tersebut pada kondisi *at rest*.

- e. Menghitung resultan gaya – gaya arah horizontal akibat tegangan air.
- f. Asumsi defleksi awal didapatkan dengan memasukkan tegangan arah horizontal di tiap titik pada kondisi at rest kedalam program bantu SAP2000. Nilai defleksi awal bisa dilihat pada Tabel 5.2. dan grafiknya dapat dilihat pada Gambar 5.6.

Tabel 5.2. Nilai Asumsi Defleksi Awal Dinding Akibat Tekanan Tanah Lateral Kondisi 1 *At Rest*

Kedalaman (m)	Defleksi (m)	Defleksi Ijin (m)	$\delta < \delta$ ijin
0	0		ok
0,5	0,00024		ok
1,5	0,00071		ok
2,5	0,00114		ok
3,5	0,00151		ok
4,5	0,00181		ok
5,5	0,00204		ok
6,5	0,0022		ok
7,5	0,00229		ok
8,5	0,00233		ok
9,5	0,00233		ok
10,5	0,00231		ok
11,5	0,00227		ok
12,5	0,00222		ok
13,5	0,00217		ok
14,5	0,00212		ok
15,5	0,00207		ok
16,5	0,00202		ok
17,5	0,00198	0,075	ok
18,5	0,00195		ok
19,5	0,00191		ok
20,5	0,00189		ok
21,5	0,00186		ok
22,5	0,00183		ok
23,5	0,0018		ok
24,5	0,00177		ok
25,5	0,00172		ok
26,5	0,00165		ok
27,5	0,00157		ok
28,5	0,00144		ok
29,5	0,00129		ok
30,5	0,00109		ok
31,5	0,00086		ok
32,5	0,00059		ok
33,5	0,00033		ok
34,5	0,00011		ok
35,5	0		ok



**Gambar 5.6. Asumsi Defleksi Awal Kondisi 1**

- g. Menghitung tegangan arah horizontal di tiap titik pada kondisi aktif pada bagian dimana dinding bergerak menjauhi arah tanah.
- h. Menghitung tegangan arah horizontal di tiap titik pada kondisi pasif pada bagian dimana dinding bergerak mendorong ke arah tanah.
- i. Menghitung tegangan arah horizontal di tiap titik berdasarkan asumsi defleksi.
- j. Masukkan batasan tegangan arah horizontal tiap titik yaitu  $\sigma_h$  min untuk tegangan aktif,  $\sigma_h$  max untuk tegangan pasif.
- k. Apabila didapatkan gaya  $P'_{hi}$  aktif  $< \sigma_h$  min, maka gaya  $P'_o$  diganti dengan  $\sigma_h$  min dan spring dinonaktifkan.
- l. Apabila didapatkan gaya  $P'_{hi}$  pasif  $> \sigma_h$  max, maka gaya  $P'_o$  diganti dengan  $\sigma_h$  max dan spring dinonaktifkan.
- m. Lakukan analisa ulang dan didapatkan kembali defleksi sesuai dengan gaya aktif atau pasif di titik-titik tersebut. Setelah didapat defleksi yang terjadi dari gaya-gaya aktif dan pasif, bandingkan dengan defleksi ijin yang boleh terjadi pada dinding tersebut yang rumusnya adalah :

$$\delta_{all} = \frac{l}{360}$$

- n. Perhitungan gaya aktif atau pasif dapat dilihat pada Tabel 5.3. Nilai defleksi dan grafik defleksi yang menggunakan gaya aktif atau pasif masing-masing dapat dilihat pada Tabel 5.4 dan Gambar 5.7.





Penjelasan Tabel 5.3.

Kedalaman 0,5 m

$X_o = 0,00024$  m (didapat dari Tabel 5.2)

$K_s = 4100$  t/m<sup>3</sup>

$\sigma_v' = 2,39$  t/m<sup>2</sup>

$K_o = 0,95$

$X_o =$  Defleksi awal dinding yang didapatkan dari analisa program bantu

Nilai  $X_o$  (-) negatif bila dinding terdorong menjauhi tanah, sedangkan (+) bila dinding mendorong mendekati tanah.

$P'_{hi}$  Aktif = (  $\sigma_v' \times K_o$  ) + (  $K_s \times X_o$  )

$P'_{hi}$  Aktif = (  $2,39 \times 0,95$  ) + (  $4100 \times (-0,00024)$  )

$P'_{hi}$  Aktif =  $1,28$  t/m<sup>2</sup>

$P'_{hi}$  Pasif = 0 (Karena adanya proses penggalian tanah)

$\sigma_h \text{ min} = K_a \times \sigma_v' - 2C \sqrt{K_a}$

$\sigma_h \text{ min} = 1 \times 2,27 - 2 \times 3 \times \sqrt{1}$

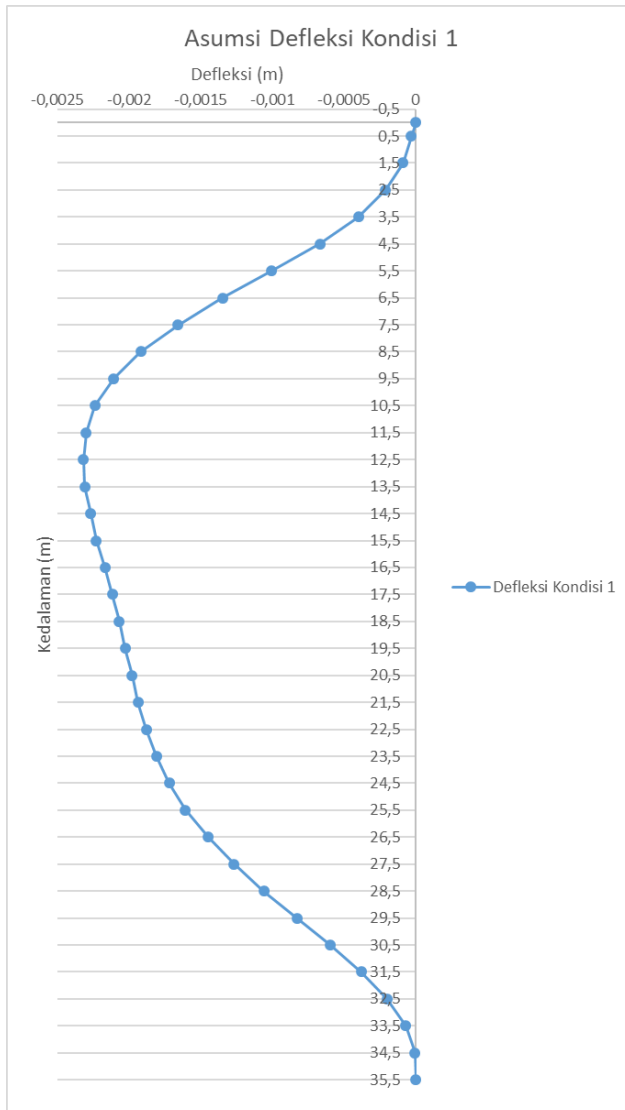
$\sigma_h \text{ min} = -3,61$  t/m<sup>2</sup>

$\sigma_h \text{ max} = K_a \times \sigma_v' + 2C \sqrt{K_p}$

$\sigma_h \text{ max} = 0$  (Karena adanya proses penggalian tanah)

Tabel 5.4. Nilai Defleksi Dinding Akibat Tekanan Tanah Lateral Kondisi 1

Kedalaman (m)	Defleksi (m)	Defleksi Ijin (m)	$\delta < \delta$ ijin
0	0	0,075	ok
0,5	-0,00003		ok
1,5	-0,00009		ok
2,5	-0,00021		ok
3,5	-0,0004		ok
4,5	-0,00067		ok
5,5	-0,00101		ok
6,5	-0,00135		ok
7,5	-0,00166		ok
8,5	-0,00192		ok
9,5	-0,00211		ok
10,5	-0,00224		ok
11,5	-0,0023		ok
12,5	-0,00232		ok
13,5	-0,00231		ok
14,5	-0,00227		ok
15,5	-0,00223		ok
16,5	-0,00217		ok
17,5	-0,00212		ok
18,5	-0,00207		ok
19,5	-0,00203		ok
20,5	-0,00198		ok
21,5	-0,00194		ok
22,5	-0,00188		ok
23,5	-0,00181		ok
24,5	-0,00172		ok
25,5	-0,00161		ok
26,5	-0,00145		ok
27,5	-0,00127		ok
28,5	-0,00106		ok
29,5	-0,00083		ok
30,5	-0,0006		ok
31,5	-0,00038		ok
32,5	-0,0002		ok
33,5	-0,00007		ok
34,5	-0,000007	ok	
35,5	0	ok	



Gambar 5.7. Defleksi Dinding Pada Kondisi 1

- o. Lakukan iterasi dengan memasukan defleksi yang didapat sebelumnya sehingga didapat gaya aktif atau pasif baru kedalam SAP2000, untuk mendapatkan nilai defleksi yang baru. Iterasi ini dilakukan terus sampai selisih defleksi yang baru dengan defleksi sebelumnya adalah 0,001. Hasil iterasi 1 dapat dilihat pada Tabel 5.5., Tabel 5.6., Gambar 5.8., sedangkan hasil iterasi 2 dapat dilihat pada Tabel 5.7., Tabel 5.8., Gambar 5.9,. Hasil dari selisih defleksi dari iterasi 1 dan 2 dapat dilihat pada Tabel 5.9. Grafik keseluruhan defleksi dari awal sampai iterasi ke 2 dapat dilihat pada Gambar 5.10.

Dengan langkah-langkah pengerjaan seperti tertera di atas, dapat diketahui besarnya defleksi, dan momen yang bekerja dari dinding diafragma pada penggalan sedalam 5,1 m (kondisi 1).



Penjelasan Tabel 5.5. :

Kedalaman 0,5 m

$X_o = 0,00003$  m ( didapat dari Tabel 5.4. )

$K_s = 4100$  t/m<sup>3</sup>

$\sigma_v' = 2,39$  t/m<sup>2</sup>

$K_o = 0,95$

$X_o$  = Defleksi awal dinding yang didapatkan dari analisa program bantu

Nilai  $X_o$  (-) negatif bila dinding terdorong menjauhi tanah, sedangkan (+) bila dinding mendorong mendekati tanah.

$P'_{hi}$  Aktif = (  $\sigma_v' \times K_o$  ) + (  $K_s \times X_o$  )

$P'_{hi}$  Aktif = (  $2,39 \times 0,95$  ) + (  $4100 \times (-0,00003)$  )

$P'_{hi}$  Aktif =  $2,15$  t/m<sup>2</sup>

$P'_{hi}$  Pasif = 0 (Karena adanya proses penggalian tanah)

$\sigma_h \text{ min} = K_a \times \sigma_v' - 2C \sqrt{K_a}$

$\sigma_h \text{ min} = 1 \times 2,39 - 2 \times 3 \times \sqrt{1}$

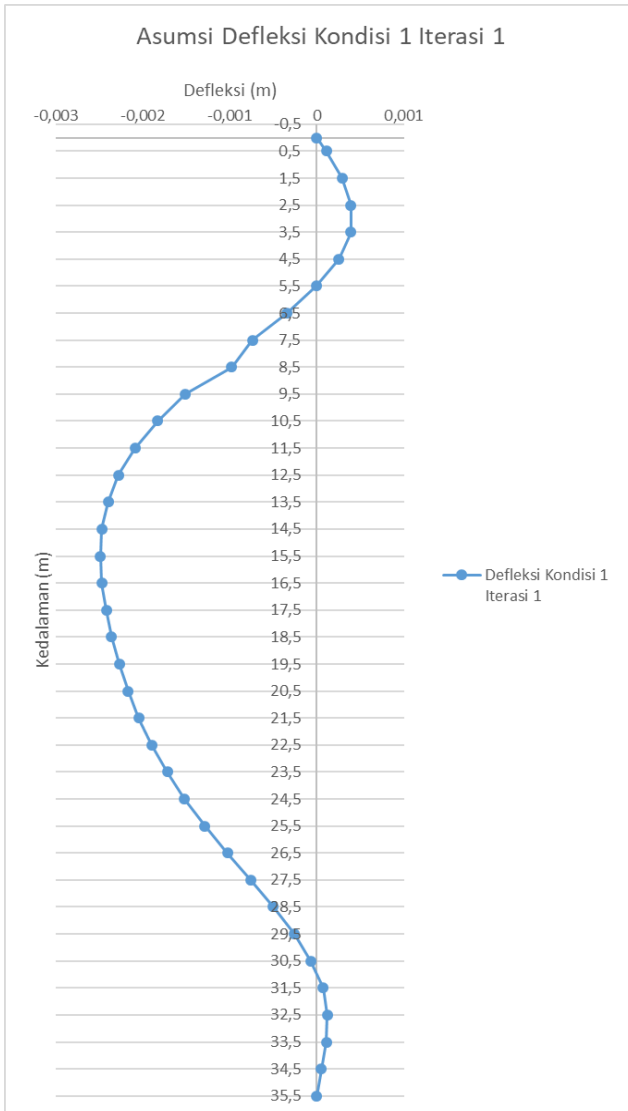
$\sigma_h \text{ min} = -3,61$  t/m<sup>2</sup>

$\sigma_h \text{ max} = K_a \times \sigma_v' + 2C \sqrt{K_p}$

$\sigma_h \text{ max} = 0$  (Karena adanya proses penggalian tanah)

Tabel 5.6 Nilai Defleksi Dinding Akibat Tekanan Tanah Lateral Kondisi 1 Iterasi 1

Kedalaman (m)	Defleksi (m)	Defleksi ijin (m)	$\delta < \delta$ ijin
0	0	0,075	ok
0,5	0,000110		ok
1,5	0,00029		ok
2,5	0,00039		ok
3,5	0,00039		ok
4,5	0,00025		ok
5,5	-0,000010		ok
6,5	-0,00035		ok
7,5	-0,00074		ok
8,5	-0,00098		ok
9,5	-0,00151		ok
10,5	-0,00183		ok
11,5	-0,00209		ok
12,5	-0,00228		ok
13,5	-0,0024		ok
14,5	-0,00247		ok
15,5	-0,00249		ok
16,5	-0,00247		ok
17,5	-0,00242		ok
18,5	-0,00236		ok
19,5	-0,00227		ok
20,5	-0,00217		ok
21,5	-0,00205		ok
22,5	-0,0019		ok
23,5	-0,00172		ok
24,5	-0,00152		ok
25,5	-0,00129		ok
26,5	-0,00103		ok
27,5	-0,00076		ok
28,5	-0,0005		ok
29,5	-0,00026		ok
30,5	-0,00007		ok
31,5	0,00007		ok
32,5	0,00012		ok
33,5	0,00011		ok
34,5	0,00005	ok	
35,5	0	ok	



Gambar 5.8. Defleksi Dinding Pada Kondisi 1 Iterasi 1





Penjelasan Tabel 5.7.:

Kedalaman 0,5 m

$X_o = 0,00013$  m ( didapat dari Tabel 5.6. )

$K_s = 4100$  t/m<sup>3</sup>

$\sigma_v' = 2,39$  t/m<sup>2</sup>

$K_o = 0,95$

$X_o$  = Defleksi awal dinding yang didapatkan dari analisa program bantu

Nilai  $X_o$  (-) negatif bila dinding terdorong menjauhi tanah, sedangkan (+) bila dinding mendorong mendekati tanah.

$P'_{hi}$  Aktif = (  $\sigma_v' \times K_o$  ) + (  $K_s \times X_o$  )

$P'_{hi}$  Aktif = (  $2,39 \times 0,95$  ) + (  $4100 \times (-0,00013)$  )

$P'_{hi}$  Aktif =  $1,74$  t/m<sup>2</sup>

$P'_{hi}$  Pasif = 0 (Karena adanya proses penggalian tanah)

$\sigma_h \text{ min} = K_a \times \sigma_v' - 2C \sqrt{K_a}$

$\sigma_h \text{ min} = 1 \times 2,39 - 2 \times 3 \times \sqrt{1}$

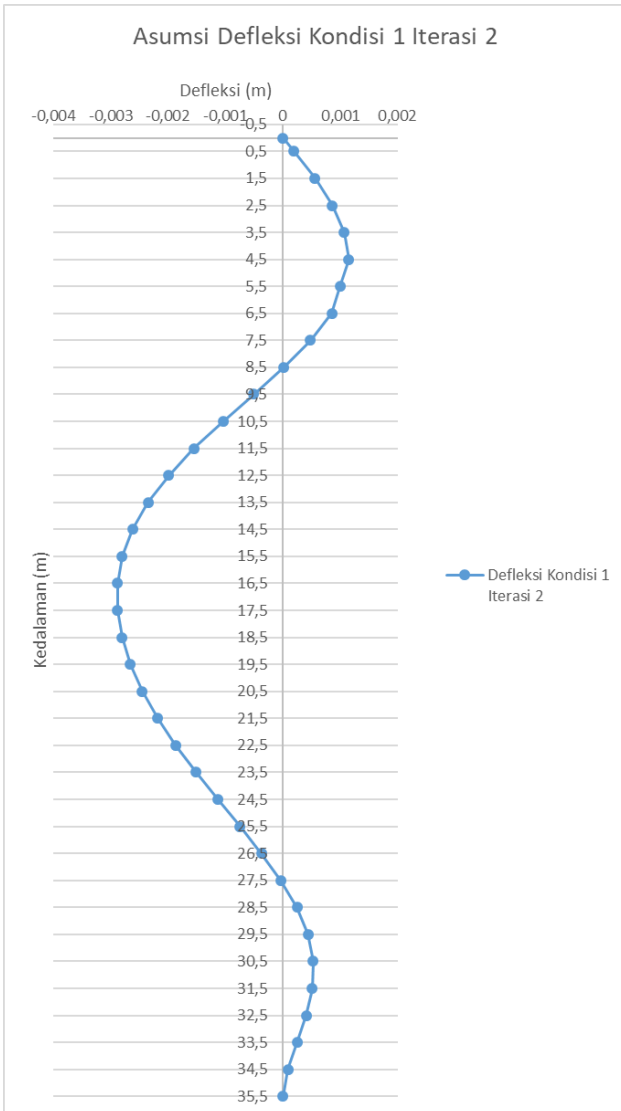
$\sigma_h \text{ min} = -3,61$  t/m<sup>2</sup>

$\sigma_h \text{ max} = K_a \times \sigma_v' + 2C \sqrt{K_p}$

$\sigma_h \text{ max} = 0$  (Karena adanya proses penggalian tanah)

Tabel 5.8 Nilai Defleksi Dinding Akibat Tekanan Tanah Lateral Kondisi 1 Iterasi 2

Kedalaman (m)	Defleksi (m)	Defleksi Ijin (m)	$\delta < \delta$ ijin
0	0	0,075	ok
0,5	0,000190		ok
1,5	0,00056		ok
2,5	0,00086		ok
3,5	0,00107		ok
4,5	0,00115		ok
5,5	0,00100		ok
6,5	0,00085		ok
7,5	0,00048		ok
8,5	0,00002		ok
9,5	-0,00051		ok
10,5	-0,00104		ok
11,5	-0,00155		ok
12,5	-0,00199		ok
13,5	-0,00235		ok
14,5	-0,00262		ok
15,5	-0,0028		ok
16,5	-0,00288		ok
17,5	-0,00288		ok
18,5	-0,0028		ok
19,5	-0,00266		ok
20,5	-0,00245		ok
21,5	-0,00218		ok
22,5	-0,00187		ok
23,5	-0,00151		ok
24,5	-0,00113		ok
25,5	-0,00075		ok
26,5	-0,00037		ok
27,5	-0,00004		ok
28,5	0,00025		ok
29,5	0,00044		ok
30,5	0,00053		ok
31,5	0,00051		ok
32,5	0,00041		ok
33,5	0,00025		ok
34,5	0,00009	ok	
35,5	0	ok	



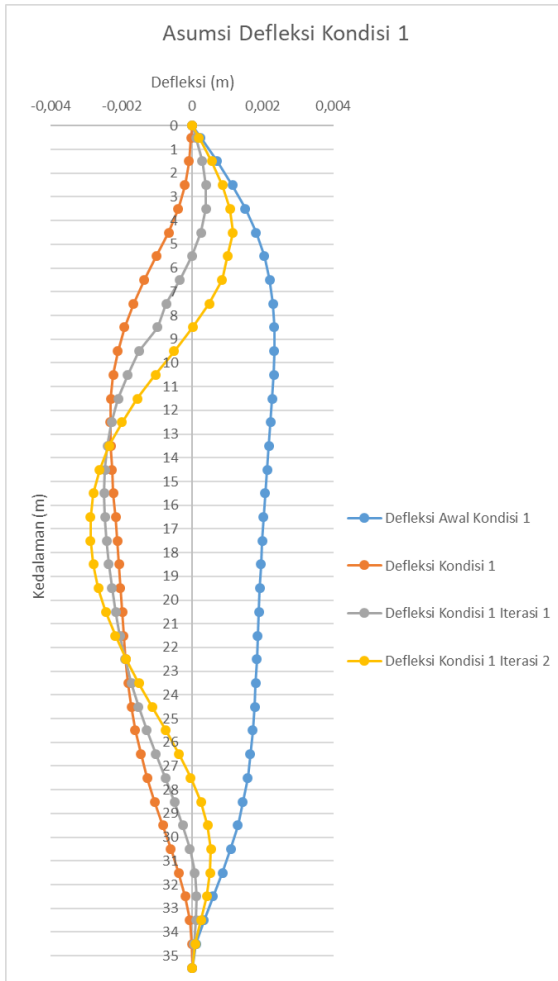
Gambar 5.9. Defleksi Dinding Pada Kondisi 1 Iterasi 2

Dari 2 kali iterasi didapatkan selisih defleksi yang dapat dilihat pada tabel 5.9.

Tabel 5.9 Selisih Defleksi Setelah Iterasi

Kedalaman	Iterasi 1 $\delta$ Akhir	Iterasi 2 $\delta$ Akhir	Selisih $\delta$
(m)	(m)	(m)	(m)
0	0	0	0
0,5	0,00011	0,00019	0,00008
1,5	0,00029	0,00056	0,00027
2,5	0,00039	0,00086	0,00047
3,5	0,00039	0,00107	0,00068
4,5	0,00025	0,00115	0,0009
5,5	-0,00001	0,001	0,00099
6,5	-0,00035	0,00085	0,0005
7,5	-0,00074	0,00048	-0,00026
8,5	-0,00098	0,00002	0,001
9,5	-0,00151	-0,00051	0,001
10,5	-0,00183	-0,00104	0,00079
11,5	-0,00209	-0,00155	0,00054
12,5	-0,00228	-0,00199	0,00029
13,5	-0,0024	-0,00235	5E-05
14,5	-0,00247	-0,00262	-0,00015
15,5	-0,00249	-0,0028	-0,00031
16,5	-0,00247	-0,00288	-0,00041
17,5	-0,00242	-0,00288	-0,00046
18,5	-0,00236	-0,0028	-0,00044
19,5	-0,00227	-0,00266	-0,00039
20,5	-0,00217	-0,00245	-0,00028
21,5	-0,00205	-0,00218	-0,00013
22,5	-0,0019	-0,00187	3E-05
23,5	-0,00172	-0,00151	0,00021
24,5	-0,00152	-0,00113	0,00039
25,5	-0,00129	-0,00075	0,00054
26,5	-0,00103	-0,00037	0,00066
27,5	-0,00076	-0,00004	0,00072
28,5	-0,0005	0,00025	0,00075
29,5	-0,00026	0,00044	0,0007
30,5	-0,00007	0,00053	0,0006
31,5	0,00007	0,00051	0,00044
32,5	0,00012	0,00041	0,00029
33,5	0,00011	0,00025	0,00014
34,5	0,00005	0,00009	0,00004
35,5	0	0	0

Hasil dari analisa gaya aktif dan pasif yang telah dilakukan sebelumnya disatukan menjadi 1 grafik yang dapat dilihat pada Gambar 5.10.

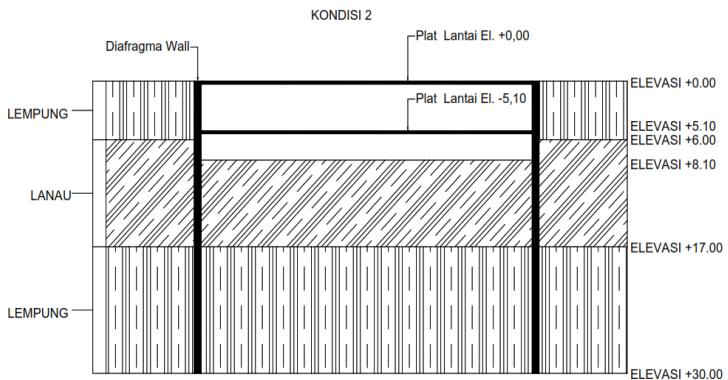


Gambar 5.10. Grafik Defleksi Kondisi 1

Dari tabel 5.9 diatas didapat selisih defleksi antara iterasi 1 dengan iterasi 2 telah memenuhi syarat yaitu  $<0,001$  sehingga perhitungan bisa dilanjutkan ke kondisi penggalian 2.

## Kondisi 2

Kondisi 2 adalah kondisi dimana galian dilakukan sampai kedalaman -8,1 m. Pada elevasi 0,00 m dan 5,1 m sudah diberi *strut* berupa plat lantai. Ilustrasi kondisi 2 bisa dilihat pada gambar 5.11.



Gambar 5.11. Ilustrasi Galian Pada Kondisi 2

Kontrol terhadap lendutan pada kondisi 2 dengan program bantu SAP 2000 dengan memasukkan koefisien spring sesuai dengan Tabel 5.10. Adapun langkah – langkah pengerjaannya sebagai berikut :

- Membagi dinding diafragma menjadi segmen –segmen setinggi 1m.
- Menghitung tegangan arah horizontal di tiap titik pada kondisi at rest.

- c. Masukkan tebal dan kedalam yang diasumsikan ke dalam program bantu SAP2000.
- d. Masukkan spring dengan koefisien spring tabel 5.10.

Tabel 5.10 Nilai Kspring dan Tekanan Tanah Lateral At Rest Kondisi 2

Kedalaman (m)	Jenis Tanah	Aktif						Pasif						Akhir P <sub>o</sub> (t/m <sup>2</sup> )	Kspring (t/m <sup>3</sup> )			
		Cu (t/m <sup>2</sup> )	Ø (°)	Ko	γ' (t/m <sup>3</sup> )	Beban Luar (t/m)	σ' (t/m <sup>2</sup> )	P' <sub>o</sub> (t/m <sup>2</sup> )	Cu (t/m <sup>2</sup> )	Ø (°)	Ko	γ' (t/m <sup>3</sup> )	σ' (t/m <sup>2</sup> )			P' <sub>o</sub> (t/m <sup>2</sup> )		
0,5	Clay And Silt Soft Consistency	3	0	0,95	0,775	2	2,39	2,27								2,27	4100	
1,5		3,5	0	0,95	0,85	2	3,24	3,08									3,08	4600
2,5		5	0	0,95	1	2	4,24	4,03									4,03	4800
3,5		7	0	0,95	1,02	2	5,26	4,99									4,99	4800
4,5		5,7	0	0,95	0,94	2	6,20	5,89									5,89	4800
5,5		7,86	0	0,95	1,07	2	7,27	6,90									6,90	4800
6,5		8,21	0	0,95	1,093	2	8,36	7,94									7,94	4800
7,5		7,86	0	0,95	1,07	2	9,43	8,96									8,96	4800
8,5		10,67	0	0,95	0,92	2	10,35	9,83	10,67	0	0,95	0,92	0,46	0,44	9,40	9,40	4800	
9,5		12,67	0	0,95	0,98	2	11,33	10,76	12,67	0	0,95	0,98	1,44	1,37	9,40	9,40	4800	
10,5	Silt and Clay Medium to Very Stiff Consistency	12,67	0	0,95	0,98	2	12,31	11,69	12,67	0	0,95	0,98	2,42	2,30	9,40	9,40	4800	
11,5		9,3	0	0,95	1,15	2	13,46	12,79	9,3	0	0,95	1,15	3,57	3,39	9,40	9,40	4800	
12,5		8,57	0	0,95	1,11	2	14,57	13,84	8,57	0	0,95	1,11	4,68	4,45	9,40	9,40	4800	
13,5		8,57	0	0,95	1,11	2	15,68	14,90	8,57	0	0,95	1,11	5,79	5,50	9,40	9,40	4800	
14,5		7,86	0	0,95	1,07	2	16,75	15,91	7,86	0	0,95	1,07	6,86	6,52	9,40	9,40	4800	
15,5		8,57	0	0,95	1,11	2	17,86	16,97	8,57	0	0,95	1,11	7,97	7,57	9,40	9,40	4800	
16,5		9,11	0	0,95	1,14	2	19,00	18,05	9,11	0	0,95	1,14	9,11	8,65	9,40	9,40	4800	
17,5		13,33	0	0,95	1	2	20,00	19,00	13,33	0	0,95	1	10,11	9,60	9,40	9,40	4800	
18,5		18	0	0,95	1,14	2	21,14	20,08	18	0	0,95	1,14	11,25	10,69	9,40	9,40	4800	
19,5		20	0	0,95	1,2	2	22,34	21,22	20	0	0,95	1,2	12,45	11,83	9,40	9,40	4800	
20,5	20	0	0,95	1,2	2	23,54	22,36	20	0	0,95	1,2	13,65	12,97	9,40	9,40	4800		
21,5	20	0	0,95	1,2	2	24,74	23,50	20	0	0,95	1,2	14,85	14,11	9,40	9,40	4800		
22,5	18,67	0	0,95	1,16	2	25,90	24,61	18,67	0	0,95	1,16	16,01	15,21	9,40	9,40	4800		
23,5	17,67	0	0,95	1,13	2	27,03	25,68	17,67	0	0,95	1,13	17,14	16,28	9,40	9,40	4800		
24,5	17,33	0	0,95	1,12	2	28,15	26,74	17,33	0	0,95	1,12	18,26	17,35	9,40	9,40	4800		
25,5	10,67	0	0,95	0,92	2	29,07	27,62	10,67	0	0,95	0,92	19,18	18,22	9,40	9,40	4800		
26,5	11,3	0	0,95	0,94	2	30,01	28,51	11,3	0	0,95	0,94	20,12	19,11	9,40	9,40	4800		
27,5	12,67	0	0,95	0,98	2	30,99	29,44	12,67	0	0,95	0,98	21,1	20,05	9,40	9,40	4800		
28,5	12,67	0	0,95	0,98	2	31,97	30,37	12,67	0	0,95	0,98	22,08	20,98	9,40	9,40	4800		
29,5	12,67	0	0,95	0,98	2	32,95	31,30	12,67	0	0,95	0,98	23,06	21,91	9,40	9,40	4800		
30,5	12,67	0	0,95	0,98	2	33,93	32,23	12,67	0	0,95	0,98	24,04	22,84	9,40	9,40	4800		
31,5	11,3	0	0,95	0,94	2	34,87	33,13	11,3	0	0,95	0,94	24,98	23,73	9,40	9,40	4800		
32,5	13,33	0	0,95	1	2	35,87	34,08	13,33	0	0,95	1	25,98	24,68	9,40	9,40	4800		
33,5	13,67	0	0,95	1,01	2	36,88	35,04	13,67	0	0,95	1,01	26,99	25,64	9,40	9,40	4800		
34,5	13,17	0	0,95	0,99	2	37,87	35,98	13,17	0	0,95	0,99	27,98	26,58	9,40	9,40	4800		
35,5	12	0	0,95	0,96	2	38,83	36,89	12	0	0,95	0,96	28,94	27,49	9,40	9,40	4800		



Penjelasan Tabel 5.10. :

Kedalaman 0,5 m

$K_0$  = Koefisien tekanan tanah *at rest*

$$K_0 = 0,95 - \sin \phi$$

$$K_0 = 0,95 - \sin (0) = 0,95$$

Nilai parameter tanah seperti  $c$ ,  $\phi$ ,  $\gamma_{sat}$ ,  $K_s$  didapat dari korelasi N-SPT yang di dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Nilai beban luar didapat dari asumsi yang digunakan proyek.

$$\sigma_v' = q + (\gamma' \times h)$$

$$\sigma_v' = 2 + (0,775 \times 0,5) = 2,39 \text{ t/m}^2$$

$$P_o' = K_0 \times \sigma_v'$$

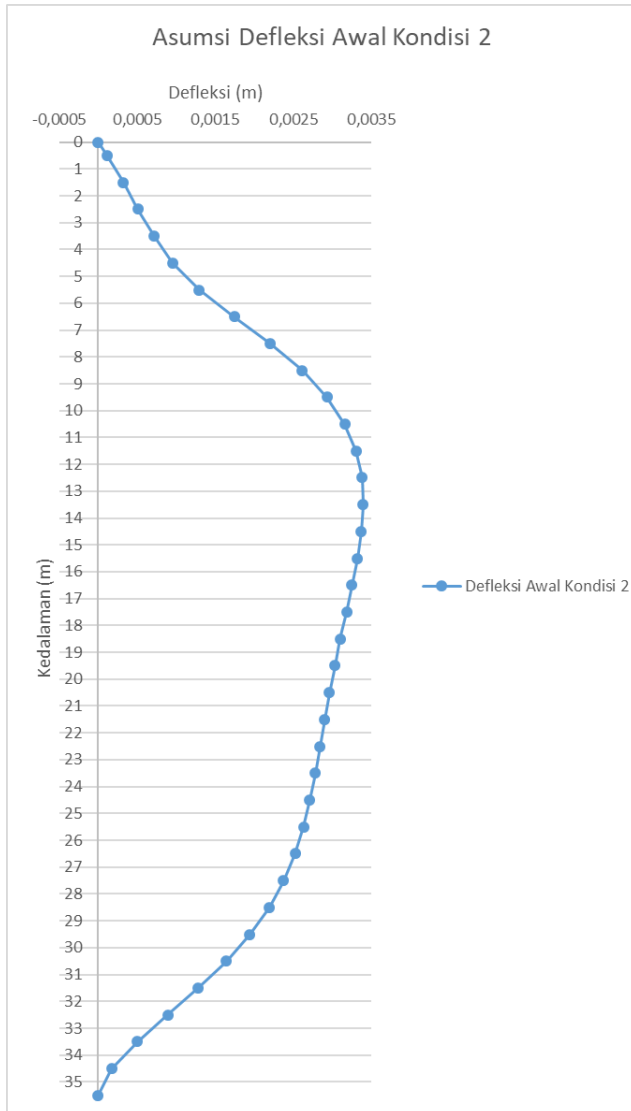
$$P_o' = 0,95 \times 2,39 = 2,27 \text{ t/m}^2$$

Nilai  $\sigma_v'$  pada kedalaman selanjutnya selalu ditambah dengan nilai  $\sigma_v'$  sebelumnya. Cara yang sama juga berlaku untuk mencari nilai  $P_o'$  pada kondisi tanah pasif, setelah nilai  $P_o'$  aktif dan  $P_o'$  pasif didapat, hasil akhirnya dikurangi untuk mendapatkan gaya di titik tersebut pada kondisi *at rest*.

- e. Menghitung resultan gaya – gaya arah horizontal akibat tegangan air.
- f. Asumsi defleksi awal didapatkan dengan memasukkan tegangan arah horizontal ditiap titik pada kondisi at rest kedalam program bantu SAP2000. Nilai defleksi awal bisa dilihat pada Tabel 5.11. dan grafik defleksi awal dapat dilihat pada Gambar 5.12.

Tabel 5.11. Nilai Asumsi Defleksi Awal Dinding Akibat Tekanan Tanah Lateral Kondisi 2 *At Rest*

Kedalaman (m)	Defleksi (m)	Defleksi Ijin (m)	$\delta < \delta$ ijin
0	0		ok
0,5	0,00011		ok
1,5	0,00032		ok
2,5	0,00051		ok
3,5	0,00072		ok
4,5	0,00095		ok
5,5	0,00129		ok
6,5	0,00174		ok
7,5	0,0022		ok
8,5	0,00261		ok
9,5	0,00293		ok
10,5	0,00316		ok
11,5	0,0033		ok
12,5	0,00338		ok
13,5	0,00339		ok
14,5	0,00337		ok
15,5	0,00332		ok
16,5	0,00325		ok
17,5	0,00318	0,075	ok
18,5	0,0031		ok
19,5	0,00303		ok
20,5	0,00296		ok
21,5	0,0029		ok
22,5	0,00284		ok
23,5	0,00278		ok
24,5	0,00271		ok
25,5	0,00263		ok
26,5	0,00252		ok
27,5	0,00237		ok
28,5	0,00219		ok
29,5	0,00194		ok
30,5	0,00164		ok
31,5	0,00128		ok
32,5	0,00089		ok
33,5	0,0005		ok
34,5	0,00017		ok
35,5	0		ok



**Gambar 5.12. Asumsi Defleksi Awal Kondisi 2**

- g. Menghitung tegangan arah horizontal di tiap titik pada kondisi aktif pada bagian dimana dinding bergerak menjauhi arah tanah.
- h. Menghitung tegangan arah horizontal di tiap titik pada kondisi pasif pada bagian dimana dinding bergerak mendorong ke arah tanah.
- i. Menghitung tegangan arah horizontal di tiap titik berdasarkan asumsi defleksi.
- j. Masukkan batasan tegangan arah horizontal tiap titik yaitu  $\sigma_h$  min untuk tegangan aktif,  $\sigma_h$  max untuk tegangan pasif.
- k. Apabila didapatkan gaya  $P'_{hi}$  aktif  $< \sigma_h$  min, maka gaya  $P'_{ho}$  diganti dengan  $\sigma_h$  min dan spring dinonaktifkan.
- l. Apabila didapatkan gaya  $P'_{hi}$  pasif  $> \sigma_h$  max, maka gaya  $P'_{ho}$  diganti dengan  $\sigma_h$  max dan spring dinonaktifkan.
- m. Lakukan analisa ulang dan didapatkan kembali defleksi sesuai dengan gaya aktif atau pasif di titik-titik tersebut.. Setelah didapat defleksi yang terjadi dari gaya-gaya aktif dan pasif, bandingkan dengan defleksi ijin yang boleh terjadi pada dinding tersebut yang rumusnya adalah :

$$\delta_{all} = \frac{l}{360}$$

- n. Perhitungan gaya aktif atau pasif dapat dilihat pada Tabel 5.12. Nilai defleksi dan grafik defleksi yang menggunakan gaya aktif atau pasif masing-masing dapat dilihat pada Tabel 5.13 dan Gambar 5.13.



Penjelasan Tabel 5.12. :

Kedalaman 0,5 m

$X_o = 0,00011$  m (didapat dari Tabel 5.11)

$K_s = 4100$  t/m<sup>3</sup>

$\sigma_v' = 2,39$  t/m<sup>2</sup>

$K_o = 0,95$

$X_o$  = Defleksi awal dinding yang didapatkan dari analisa program bantu

Nilai  $X_o$  (-) negatif bila dinding terdorong menjauhi tanah, sedangkan (+) bila dinding mendorong mendekati tanah.

$P'_{hi}$  Aktif = (  $\sigma_v' \times K_o$  ) + (  $K_s \times X_o$  )

$P'_{hi}$  Aktif = (  $2,39 \times 0,95$  ) + (  $4100 \times (-0,00011)$  )

$P'_{hi}$  Aktif =  $1,82$  t/m<sup>2</sup>

$P'_{hi}$  Pasif = 0 (Karena adanya proses penggalian tanah)

$\sigma_h \min = K_a \times \sigma_v' - 2C \sqrt{K_a}$

$\sigma_h \min = 1 \times 2,39 - 2 \times 3 \times \sqrt{1}$

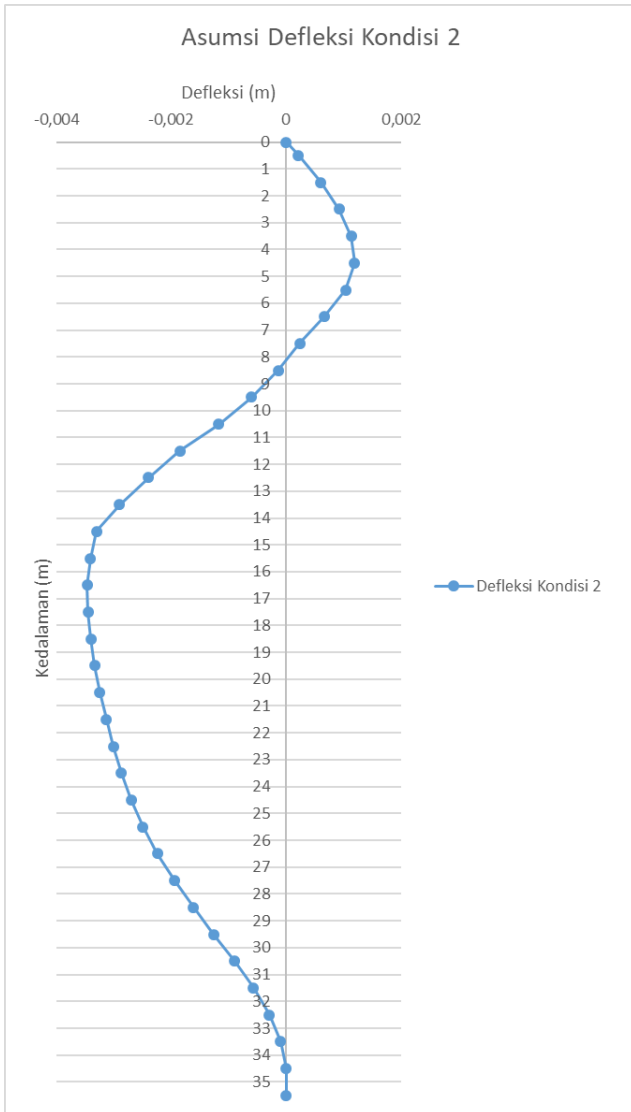
$\sigma_h \min = -3,61$  t/m<sup>2</sup>

$\sigma_h \max = K_a \times \sigma_v' + 2C \sqrt{K_p}$

$\sigma_h \max = 0$  (Karena adanya proses penggalian tanah)

Tabel 5.13. Nilai Defleksi Dinding Akibat Tekanan Tanah Lateral Kondisi 2

Kedalaman (m)	Defleksi (m)	Defleksi Ijin (m)	$\delta < \delta$ ijin
0	0	0,075	ok
0,5	0,00021		ok
1,5	0,0006		ok
2,5	0,00092		ok
3,5	0,00113		ok
4,5	0,00119		ok
5,5	0,00104		ok
6,5	0,00066		ok
7,5	0,00024		ok
8,5	-0,00014		ok
9,5	-0,0006		ok
10,5	-0,00117		ok
11,5	-0,00185		ok
12,5	-0,0024		ok
13,5	-0,0029		ok
14,5	-0,0033		ok
15,5	-0,00341		ok
16,5	-0,00346		ok
17,5	-0,00345		ok
18,5	-0,0034		ok
19,5	-0,00333		ok
20,5	-0,00324		ok
21,5	-0,00313		ok
22,5	-0,00301		ok
23,5	-0,00287		ok
24,5	-0,0027		ok
25,5	-0,00249		ok
26,5	-0,00224		ok
27,5	-0,00194		ok
28,5	-0,00161		ok
29,5	-0,00126		ok
30,5	-0,0009		ok
31,5	-0,00057		ok
32,5	-0,00029		ok
33,5	-0,0001		ok
34,5	-0,000002	ok	
35,5	0	ok	



Gambar 5.13. Defleksi Dinding Pada Kondisi 2



- o. Lakukan iterasi dengan memasukan defleksi yang didapat sebelumnya sehingga didapat gaya aktif atau pasif baru kedalam SAP2000, untuk mendapatkan nilai defleksi yang baru. Iterasi ini dilakukan terus sampai selisih defleksi yang baru dengan defleksi sebelumnya adalah 0,001. Hasil iterasi 1 dapat dilihat pada Tabel 5.14., Tabel 5.15., Gambar 5.14., sedangkan hasil iterasi 2 dapat dilihat pada Tabel 5.16., Tabel 5.17., Gambar 5.15,. Hasil dari selisih defleksi dari iterasi 1 dan 2 dapat dilihat pada Tabel 5.18. Grafik keseluruhan defleksi dari awal sampai iterasi ke 2 dapat dilihat pada Gambar 5.16.



Penjelasan Tabel 5.14. :

Kedalaman 0,5 m

$X_o = 0,00021$  m (didapat dari Tabel 5.13)

$K_s = 4100$  t/m<sup>3</sup>

$\sigma_v' = 2,39$  t/m<sup>2</sup>

$K_o = 0,95$

$X_o =$  Defleksi awal dinding yang didapatkan dari analisa program bantu

Nilai  $X_o$  (-) negatif bila dinding terdorong menjauhi tanah, sedangkan (+) bila dinding mendorong mendekati tanah.

$P'_{hi}$  Aktif = (  $\sigma_v' \times K_o$  ) + (  $K_s \times X_o$  )

$P'_{hi}$  Aktif = (  $2,39 \times 0,95$  ) + (  $4100 \times (-0,00021)$  )

$P'_{hi}$  Aktif =  $1,41$  t/m<sup>2</sup>

$P'_{hi}$  Pasif = 0 (Karena adanya proses penggalian tanah)

$\sigma_h \text{ min} = K_a \times \sigma_v' - 2C \sqrt{K_a}$

$\sigma_h \text{ min} = 1 \times 2,39 - 2 \times 3 \times \sqrt{1}$

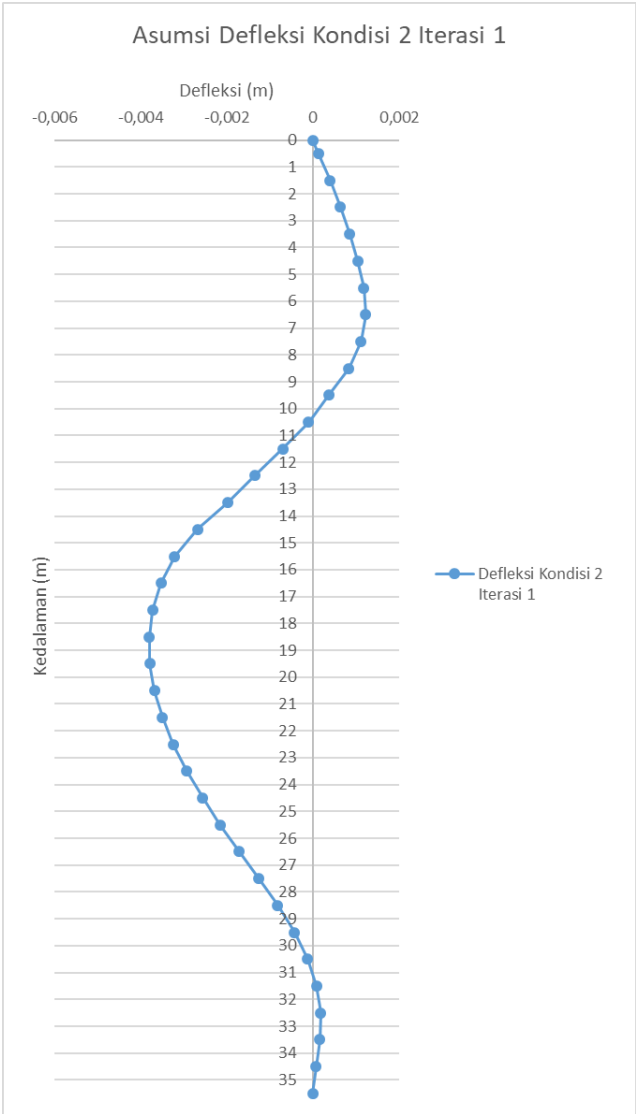
$\sigma_h \text{ min} = -3,61$  t/m<sup>2</sup>

$\sigma_h \text{ max} = K_a \times \sigma_v' + 2C \sqrt{K_p}$

$\sigma_h \text{ max} = 0$  (Karena adanya proses penggalian tanah)

Tabel 5.15. Nilai Defleksi Dinding Akibat Tekanan Tanah Lateral Kondisi 2 Iterasi 1

Kedalaman (m)	Defleksi (m)	Defleksi Ijin (m)	$\delta < \delta$ ijin
0	0	0,075	ok
0,5	0,00013		ok
1,5	0,0004		ok
2,5	0,00064		ok
3,5	0,00086		ok
4,5	0,00104		ok
5,5	0,00118		ok
6,5	0,00123		ok
7,5	0,00112		ok
8,5	0,00084		ok
9,5	0,00037		ok
10,5	-0,0001		ok
11,5	-0,0007		ok
12,5	-0,00135		ok
13,5	-0,00198		ok
14,5	-0,00268		ok
15,5	-0,00321		ok
16,5	-0,00352		ok
17,5	-0,00372		ok
18,5	-0,0038		ok
19,5	-0,00378		ok
20,5	-0,00367		ok
21,5	-0,00349		ok
22,5	-0,00324		ok
23,5	-0,00293		ok
24,5	-0,00256		ok
25,5	-0,00215		ok
26,5	-0,00171		ok
27,5	-0,00125		ok
28,5	-0,00082		ok
29,5	-0,00043		ok
30,5	-0,00012		ok
31,5	0,00009		ok
32,5	0,00018		ok
33,5	0,00016		ok
34,5	0,00008	ok	
35,5	0	ok	



Gambar 5.14. Defleksi Dinding Pada Kondisi 2 Iterasi 1



Penjelasan Tabel 5.16.

Kedalaman 0,5 m

$X_o = 0,00013$  m ( didapat dari Tabel 5.15 )

$K_s = 4100$  t/m<sup>3</sup>

$\sigma_v' = 2,39$  t/m<sup>2</sup>

$K_o = 0,95$

$X_o$  = Defleksi awal dinding yang didapatkan dari analisa program bantu

Nilai  $X_o$  (-) negatif bila dinding terdorong menjauhi tanah, sedangkan (+) bila dinding mendorong mendekati tanah.

$P'_{hi}$  Aktif = (  $\sigma_v' \times K_o$  ) + (  $K_s \times X_o$  )

$P'_{hi}$  Aktif = (  $2,39 \times 0,95$  ) + (  $4100 \times (-0,00013)$  )

$P'_{hi}$  Aktif =  $1,74$  t/m<sup>2</sup>

$P'_{hi}$  Pasif = 0 (Karena adanya proses penggalian tanah)

$\sigma_h \text{ min} = K_a \times \sigma_v' - 2C \sqrt{K_a}$

$\sigma_h \text{ min} = 1 \times 2,39 - 2 \times 3 \times \sqrt{1}$

$\sigma_h \text{ min} = -3,61$  t/m<sup>2</sup>

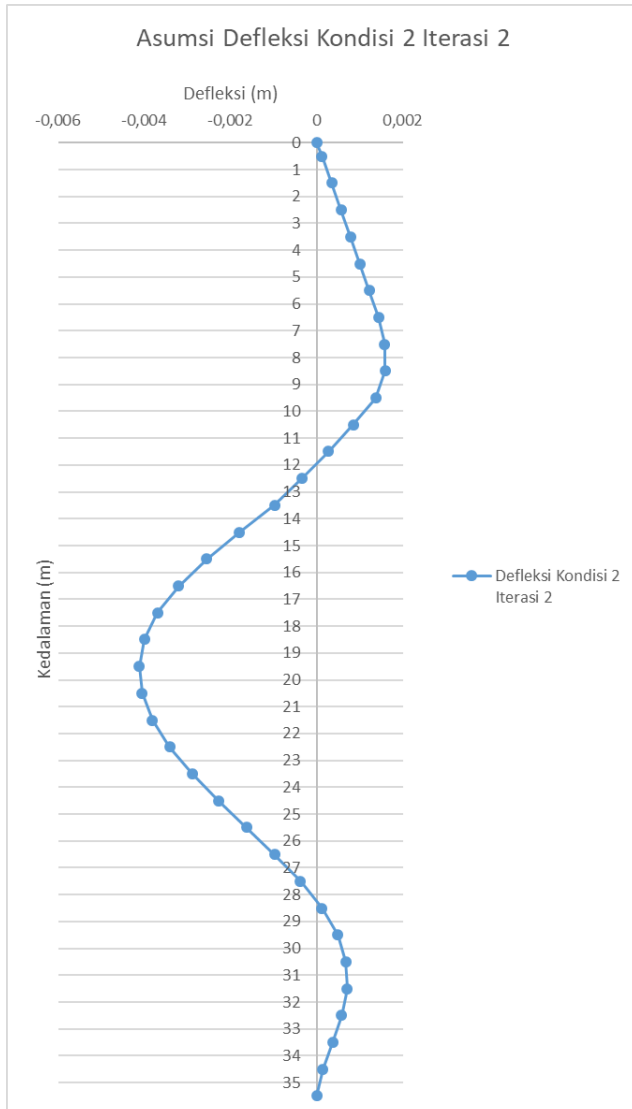
$\sigma_h \text{ max} = K_a \times \sigma_v' + 2C \sqrt{K_p}$

$\sigma_h \text{ max} = 0$  (Karena adanya proses penggalian tanah)

Tabel 5.17. Nilai Defleksi Dinding Akibat Tekanan Tanah Lateral Kondisi 2 Iterasi 2

Kedalaman (m)	Defleksi (m)	Defleksi Ijin (m)	Keterangan
0	0	0,075	ok
0,5	0,00012		ok
1,5	0,00035		ok
2,5	0,00057		ok
3,5	0,00079		ok
4,5	0,001		ok
5,5	0,00122		ok
6,5	0,00144		ok
7,5	0,00158		ok
8,5	0,00159		ok
9,5	0,00137		ok
10,5	0,00085		ok
11,5	0,00027		ok
12,5	-0,00035		ok
13,5	-0,00098		ok
14,5	-0,00179		ok
15,5	-0,00255		ok
16,5	-0,0032		ok
17,5	-0,00369		ok
18,5	-0,004		ok
19,5	-0,00412		ok
20,5	-0,00405		ok
21,5	-0,00381		ok
22,5	-0,00341		ok
23,5	-0,00289		ok
24,5	-0,00228		ok
25,5	-0,00163		ok
26,5	-0,00098		ok
27,5	-0,00038		ok
28,5	0,00012		ok
29,5	0,00049		ok
30,5	0,00068		ok
31,5	0,00071		ok
32,5	0,00058		ok
33,5	0,00037		ok
34,5	0,00014	ok	
35,5	0	ok	





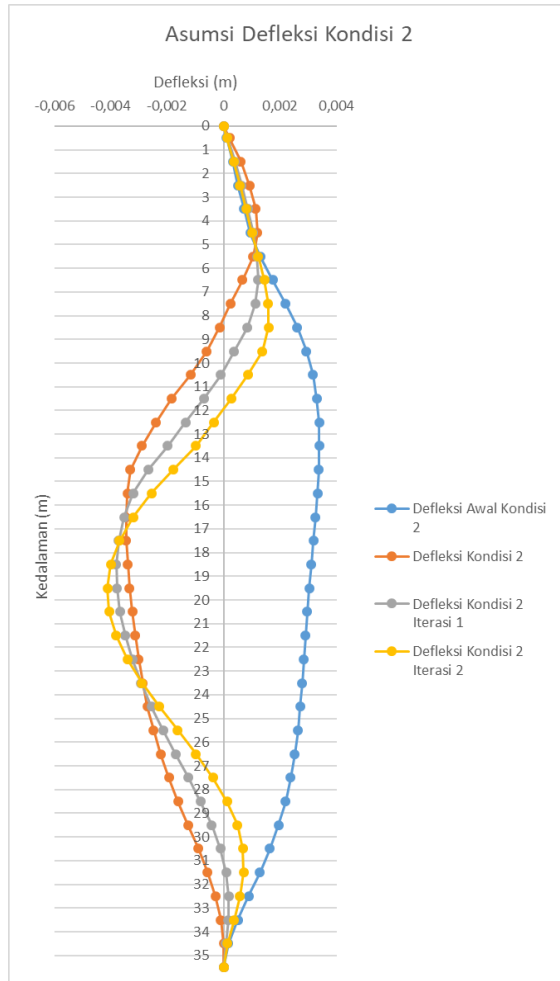
Gambar 5.15. Defleksi Dinding Pada Kondisi 2 Iterasi 2

Dari 2 kali iterasi didapatkan selisih defleksi yang dapat dilihat pada tabel 5.18.

Tabel 5.18 Selisih Defleksi Setelah Iterasi

Kedalaman	Iterasi 1 $\delta$ Akhir	Iterasi 2 $\delta$ Akhir	Selisih $\delta$
(m)	(m)	(m)	(m)
0	0	0	0
0,5	0,00013	0,00012	-1E-05
1,5	0,0004	0,00035	-0,00005
2,5	0,00064	0,00057	-7E-05
3,5	0,00086	0,00079	-0,00007
4,5	0,00104	0,001	-4E-05
5,5	0,00118	0,00122	4E-05
6,5	0,00123	0,00144	0,00021
7,5	0,00112	0,00158	0,00046
8,5	0,00084	0,00159	0,00075
9,5	0,00037	0,00137	0,001
10,5	-0,0001	0,00085	0,00095
11,5	-0,0007	0,00027	0,00097
12,5	-0,00135	-0,00035	0,001
13,5	-0,00198	-0,00098	0,001
14,5	-0,00268	-0,00179	0,00089
15,5	-0,00321	-0,00255	0,00066
16,5	-0,00352	-0,0032	0,00032
17,5	-0,00372	-0,00369	3E-05
18,5	-0,0038	-0,004	-0,0002
19,5	-0,00378	-0,00412	-0,00034
20,5	-0,00367	-0,00405	-0,00038
21,5	-0,00349	-0,00381	-0,00032
22,5	-0,00324	-0,00341	-0,00017
23,5	-0,00293	-0,00289	4E-05
24,5	-0,00256	-0,00228	0,00028
25,5	-0,00215	-0,00163	0,00052
26,5	-0,00171	-0,00098	0,00073
27,5	-0,00125	-0,00038	0,00087
28,5	-0,00082	0,00012	0,00094
29,5	-0,00043	0,00049	0,00092
30,5	-0,00012	0,00068	0,0008
31,5	0,00009	0,00071	0,00062
32,5	0,00018	0,00058	0,0004
33,5	0,00016	0,00037	0,00021
34,5	0,00008	0,00014	0,00006
35,5	0	0	0

Hasil dari analisa gaya aktif dan pasif yang telah dilakukan sebelumnya disatukan menjadi 1 grafik yang dapat dilihat pada Gambar 5.16.

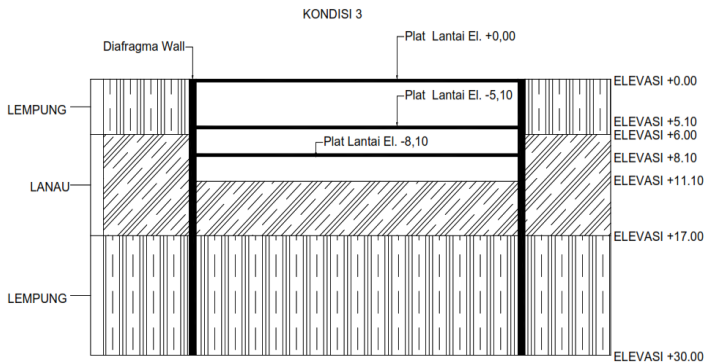


Gambar 5.16. Grafik Defleksi Kondisi 2

Dari tabel 5.18. diatas didapat selisih defleksi antara iterasi 1 dengan iterasi 2 telah memenuhi syarat yaitu  $<0,001$  sehingga perhitungan bisa dilanjutkan ke kondisi penggalian 3.

### Kondisi 3

Kondisi 3 adalah kondisi dimana galian dilakukan sampai kedalaman -11,1 m. Pada elevasi 0,00 m, 5,1 m dan 8,1 m sudah diberi *strut* berupa plat lantai. Ilustrasi kondisi 3 bisa dilihat pada gambar 5.17.



Gambar 5.17. Ilustrasi Galian Pada Kondisi 3

Kontrol terhadap lendutan pada kondisi 3 dengan program bantu SAP 2000 dengan memasukkan koefisien spring sesuai dengan Tabel 5.19. Adapun langkah – langkah pengerjaannya sebagai berikut :

- Membagi dinding diafragma menjadi segmen –segmen setinggi 1m.
- Menghitung tegangan arah horizontal di tiap titik pada kondisi at rest.

- c. Masukkan tebal dan kedalaman yang diasumsikan ke dalam program bantu SAP2000.
- d. Masukkan spring dengan koefisien spring Tabel 5.19.

Tabel 5.19. Nilai Kspring dan Tekanan Tanah Lateral At Rest Kondisi 3

Kedalaman (m)	Jenis Tanah	Aktif						Pasif						Akhir	Kspring (t/m <sup>3</sup> )		
		Cu (t/m <sup>2</sup> )	Ø (°)	Ko	γ <sup>r</sup> (t/m <sup>3</sup> )	Beban Luar (t/m)	σ <sup>v</sup> (t/m <sup>2</sup> )	P <sup>o</sup> (t/m <sup>2</sup> )	Cu (t/m <sup>2</sup> )	Ø (°)	Ko	γ <sup>r</sup> (t/m <sup>3</sup> )	σ <sup>v</sup> (t/m <sup>2</sup> )	P <sup>o</sup> (t/m <sup>2</sup> )		P <sup>o</sup> (t/m <sup>2</sup> )	
0,5	Clay And Silt Soft Consistency	3	0	0,95	0,775	2	2,39	2,27								2,27	4100
1,5		3,5	0	0,95	0,85	2	3,24	3,08								3,08	4600
2,5		5	0	0,95	1	2	4,24	4,03								4,03	4900
3,5		7	0	0,95	1,02	2	5,26	4,99								4,99	4900
4,5		5,7	0	0,95	0,94	2	6,20	5,89								5,89	4800
5,5		7,86	0	0,95	1,07	2	7,27	6,90								6,90	4800
6,5		8,21	0	0,95	1,093	2	8,36	7,94								7,94	4800
7,5		7,86	0	0,95	1,07	2	9,43	8,96								8,96	4800
8,5		10,67	0	0,95	0,92	2	10,35	9,83								9,83	4800
9,5		12,67	0	0,95	0,98	2	11,33	10,76								10,76	4800
10,5	Silt and Clay Medium to Very Stiff Consistency	12,67	0	0,95	0,98	2	12,31	11,69								11,69	4800
11,5		9,3	0	0,95	1,15	2	13,46	12,79	9,3	0	0,95	1,15	0,58	0,55	12,24	4800	
12,5		8,57	0	0,95	1,11	2	14,57	13,84	8,57	0	0,95	1,11	1,69	1,60	12,24	4800	
13,5		8,57	0	0,95	1,11	2	15,68	14,90	8,57	0	0,95	1,11	2,80	2,66	12,24	4800	
14,5		7,86	0	0,95	1,07	2	16,75	15,91	7,86	0	0,95	1,07	3,87	3,67	12,24	4800	
15,5		8,57	0	0,95	1,11	2	17,86	16,97	8,57	0	0,95	1,11	4,98	4,73	12,24	4800	
16,5		9,11	0	0,95	1,14	2	19,00	18,05	9,11	0	0,95	1,14	6,12	5,81	12,24	4800	
17,5		Clay and Silt Hard Consistency	13,33	0	0,95	1	2	20,00	19,00	13,33	0	0,95	1	7,12	6,76	12,24	4800
18,5			18	0	0,95	1,14	2	21,14	20,08	18	0	0,95	1,14	8,26	7,84	12,24	4800
19,5			20	0	0,95	1,2	2	22,34	21,22	20	0	0,95	1,2	9,46	8,98	12,24	4800
20,5	20		0	0,95	1,2	2	23,54	22,36	20	0	0,95	1,2	10,66	10,12	12,24	4800	
21,5	20		0	0,95	1,2	2	24,74	23,50	20	0	0,95	1,2	11,86	11,26	12,24	4800	
22,5	18,67		0	0,95	1,16	2	25,90	24,61	18,67	0	0,95	1,16	13,02	12,36	12,24	4800	
23,5	17,67		0	0,95	1,13	2	27,03	25,68	17,67	0	0,95	1,13	14,15	13,44	12,24	4800	
24,5	17,33		0	0,95	1,12	2	28,15	26,74	17,33	0	0,95	1,12	15,27	14,50	12,24	4800	
25,5	10,67		0	0,95	0,92	2	29,07	27,62	10,67	0	0,95	0,92	16,19	15,38	12,24	4800	
26,5	11,3		0	0,95	0,94	2	30,01	28,51	11,3	0	0,95	0,94	17,13	16,27	12,24	4800	
27,5	Clay and Silt Stiff to Very Stiff Consistency	12,67	0	0,95	0,98	2	30,99	29,44	12,67	0	0,95	0,98	18,11	17,20	12,24	4800	
28,5		12,67	0	0,95	0,98	2	31,97	30,37	12,67	0	0,95	0,98	19,09	18,13	12,24	4800	
29,5		12,67	0	0,95	0,98	2	32,95	31,30	12,67	0	0,95	0,98	20,07	19,06	12,24	4800	
30,5		12,67	0	0,95	0,98	2	33,93	32,23	12,67	0	0,95	0,98	21,05	19,99	12,24	4800	
31,5		11,3	0	0,95	0,94	2	34,87	33,13	11,3	0	0,95	0,94	21,99	20,89	12,24	4800	
32,5		13,33	0	0,95	1	2	35,87	34,08	13,33	0	0,95	1	22,985	21,84	12,24	4800	
33,5		13,67	0	0,95	1,01	2	36,88	35,04	13,67	0	0,95	1,01	23,995	22,80	12,24	4800	
34,5		13,17	0	0,95	0,99	2	37,87	35,98	13,17	0	0,95	0,99	24,985	23,74	12,24	4800	
35,5		12	0	0,95	0,96	2	38,83	36,89	12	0	0,95	0,96	25,945	24,65	12,24	4800	

Penjelasan Tabel 5.19. :

Kedalaman 0,5 m

$K_o$  = Koefisien tekanan tanah *at rest*

$$K_o = 0,95 - \sin \phi$$

$$K_o = 0,95 - \sin (0) = 0,95$$

Nilai parameter tanah seperti  $c$ ,  $\phi$ ,  $\gamma_{sat}$ ,  $K_s$  didapat dari korelasi N-SPT yang di dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Nilai beban luar didapat dari asumsi yang digunakan proyek.

$$\sigma_v' = q + (\gamma' \times h)$$

$$\sigma_v' = 2 + (0,775 \times 0,5) = 2,39 \text{ t/m}^2$$

$$P_o' = K_o \times \sigma_v'$$

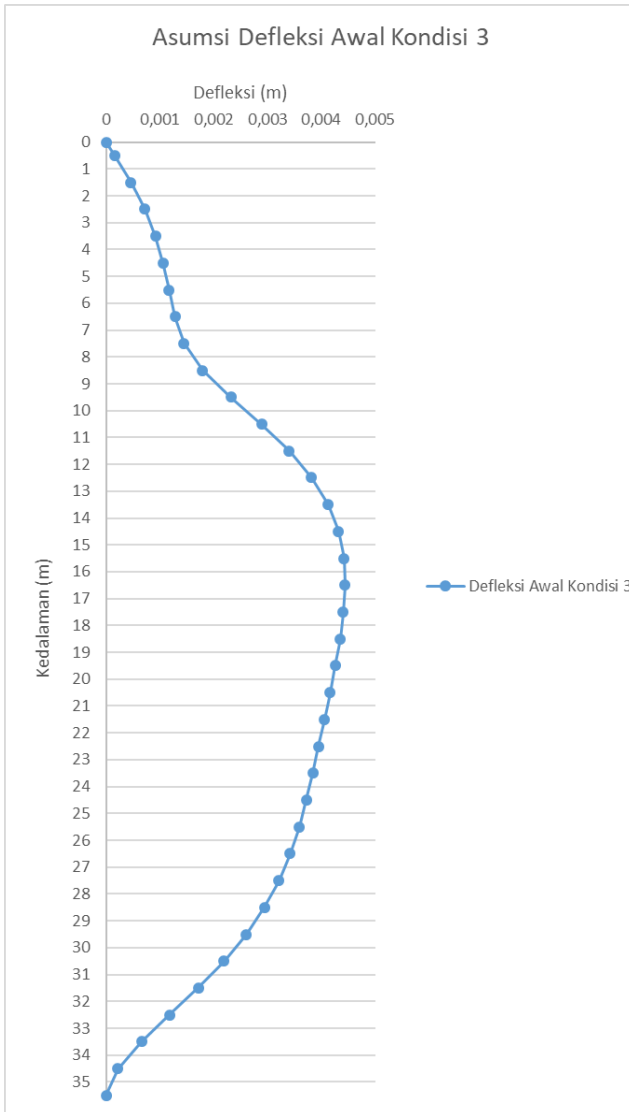
$$P_o' = 0,95 \times 2,39 = 2,27 \text{ t/m}^2$$

Nilai  $\sigma_v'$  pada kedalaman selanjutnya selalu ditambah dengan nilai  $\sigma_v'$  sebelumnya. Cara yang sama juga berlaku untuk mencari nilai  $P_o'$  pada kondisi tanah pasif, setelah nilai  $P_o'$  aktif dan  $P_o'$  pasif didapat, hasil akhir nya dikurangi untuk mendapatkan gaya di titik tersebut pada kondisi *at rest*.

- e. Menghitung resultan gaya – gaya arah horizontal akibat tegangan air.
- f. Asumsi defleksi awal didapatkan dengan memasukkan tegangan arah horizontal di tiap titik pada kondisi at rest kedalam program bantu SAP2000. Nilai defleksi awal bisa dilihat pada Tabel 5.20. dan grafik defleksi awal dapat dilihat pada Gambar 5.18.

Tabel 5.20. Nilai Asumsi Defleksi Awal Dinding Akibat Tekanan Tanah Lateral Kondisi *At Rest*

Kedalaman (m)	Defleksi (m)	Defleksi Ijin (m)	$\delta < \delta$ Ijin
0	0		ok
0,5	0,00016		ok
1,5	0,00046		ok
2,5	0,00072		ok
3,5	0,00092		ok
4,5	0,00106		ok
5,5	0,00117		ok
6,5	0,00128		ok
7,5	0,00145		ok
8,5	0,00179		ok
9,5	0,00232		ok
10,5	0,00289		ok
11,5	0,0034		ok
12,5	0,00382		ok
13,5	0,00413		ok
14,5	0,00432		ok
15,5	0,00442		ok
16,5	0,00444		ok
17,5	0,00441	0,075	ok
18,5	0,00435		ok
19,5	0,00426		ok
20,5	0,00416		ok
21,5	0,00406		ok
22,5	0,00395		ok
23,5	0,00384		ok
24,5	0,00372		ok
25,5	0,00359		ok
26,5	0,00342		ok
27,5	0,00321		ok
28,5	0,00294		ok
29,5	0,00261		ok
30,5	0,00219		ok
31,5	0,00171		ok
32,5	0,00118		ok
33,5	0,00066		ok
34,5	0,00022		ok
35,5	0		ok



Gambar 5.18. Asumsi Defleksi Awal Kondisi 3



- g. Menghitung tegangan arah horizontal di tiap titik pada kondisi aktif pada bagian dimana dinding bergerak menjauhi arah tanah.
- h. Menghitung tegangan arah horizontal di tiap titik pada kondisi pasif pada bagian dimana dinding bergerak mendorong ke arah tanah.
- i. Menghitung tegangan arah horizontal di tiap titik berdasarkan asumsi defleksi.
- j. Masukkan batasan tegangan arah horizontal tiap titik yaitu  $\sigma_h$  min untuk tegangan aktif,  $\sigma_h$  max untuk tegangan pasif.
- k. Apabila didapatkan gaya  $P'_{hi}$  aktif  $< \sigma_h$  min, maka gaya  $P'_o$  diganti dengan  $\sigma_h$  min dan spring dinonaktifkan.
- l. Apabila didapatkan gaya  $P'_{hi}$  pasif  $> \sigma_h$  max, maka gaya  $P'_o$  diganti dengan  $\sigma_h$  max dan spring dinonaktifkan.
- m. Lakukan analisa ulang dan didapatkan kembali defleksi sesuai dengan gaya aktif atau pasif di titik-titik tersebut.. Setelah didapat defleksi yang terjadi dari gaya-gaya aktif dan pasif, bandingkan dengan defleksi ijin yang boleh terjadi pada dinding tersebut yang rumusnya adalah :

$$\delta_{all} = \frac{l}{360}$$

- n. Perhitungan gaya aktif atau pasif dapat dilihat pada Tabel 5.21. Nilai defleksi dan grafik defleksi yang menggunakan gaya aktif atau pasif masing-masing dapat dilihat pada Tabel 5.22 dan Gambar 5.19.



Penjelasan Tabel 5.21. :

Kedalaman 0,5 m

$X_o = 0,00016$  m (didapat dari Tabel 5.20)

$K_s = 4100$  t/m<sup>3</sup>

$\sigma_v' = 2,39$  t/m<sup>2</sup>

$K_o = 0,95$

$X_o$  = Defleksi awal dinding yang didapatkan dari analisa program bantu

Nilai  $X_o$  (-) negatif bila dinding terdorong menjauhi tanah, sedangkan (+) bila dinding mendorong mendekati tanah.

$P'_{hi}$  Aktif = ( $\sigma_v' \times K_o$ ) + ( $K_s \times X_o$ )

$P'_{hi}$  Aktif = ( $2,39 \times 0,95$ ) + ( $4100 \times (-0,00016)$ )

$P'_{hi}$  Aktif =  $1,61$  t/m<sup>2</sup>

$P'_{hi}$  Pasif = 0 (Karena adanya proses penggalian tanah)

$\sigma_h \text{ min} = K_a \times \sigma_v' - 2C \sqrt{K_a}$

$\sigma_h \text{ min} = 1 \times 2,39 - 2 \times 3 \times \sqrt{1}$

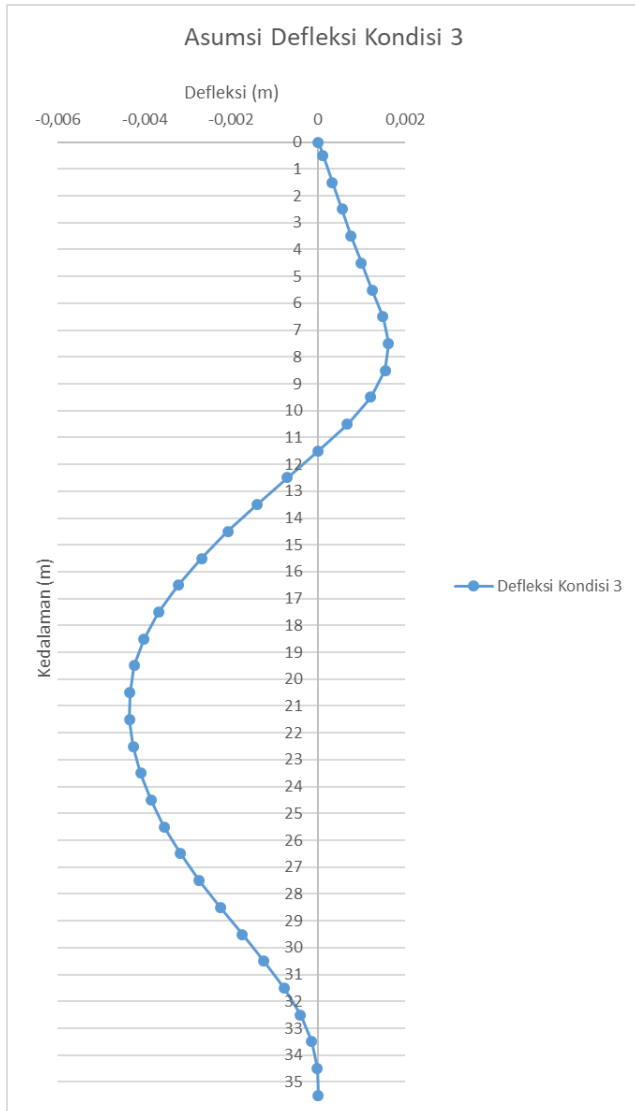
$\sigma_h \text{ min} = -3,61$  t/m<sup>2</sup>

$\sigma_h \text{ max} = K_a \times \sigma_v' + 2C \sqrt{K_p}$

$\sigma_h \text{ max} = 0$  (Karena adanya proses penggalian tanah)

Tabel 5.22. Nilai Defleksi Dinding Akibat Tekanan Tanah Lateral Kondisi 3

Kedalaman (m)	Defleksi (m)	Defleksi Ijin (m)	$\delta < \delta$ ijin
0	0	0,075	ok
0,5	0,00011		ok
1,5	0,00033		ok
2,5	0,00055		ok
3,5	0,00076		ok
4,5	0,00099		ok
5,5	0,00124		ok
6,5	0,00149		ok
7,5	0,00162		ok
8,5	0,00154		ok
9,5	0,00121		ok
10,5	0,00067		ok
11,5	0		ok
12,5	-0,00071		ok
13,5	-0,00141		ok
14,5	-0,00208		ok
15,5	-0,00269		ok
16,5	-0,00323		ok
17,5	-0,00368		ok
18,5	-0,00402		ok
19,5	-0,00424		ok
20,5	-0,00434		ok
21,5	-0,00435		ok
22,5	-0,00426		ok
23,5	-0,00409		ok
24,5	-0,00385		ok
25,5	-0,00355		ok
26,5	-0,00317		ok
27,5	-0,00274		ok
28,5	-0,00226		ok
29,5	-0,00175		ok
30,5	-0,00125		ok
31,5	-0,00079		ok
32,5	-0,00041		ok
33,5	-0,00015		ok
34,5	-0,00002	ok	
35,5	0	ok	



Gambar 5.19. Defleksi Dinding Pada Kondisi 3

- o. Lakukan iterasi dengan memasukan defleksi yang didapat sebelumnya sehingga didapat gaya aktif atau pasif baru kedalam SAP2000, untuk mendapatkan nilai defleksi yang baru. Iterasi ini dilakukan terus sampai selisih defleksi yang baru dengan defleksi sebelumnya adalah 0,001. Hasil iterasi 1 dapat dilihat pada Tabel 5.23., Tabel 5.24., Gambar 5.20., sedangkan hasil iterasi 2 dapat dilihat pada Tabel 5.25., Tabel 5.26., Gambar 5.21.,. Hasil dari selisih defleksi dari iterasi 1 dan 2 dapat dilihat pada Tabel 5.27. Grafik keseluruhan defleksi dari awal sampai iterasi ke 2 dapat dilihat pada Gambar 5.22.



Penjelasan Tabel 5.23. :

Kedalaman 0,5 m

$X_o = 0,00011$  m (didapat dari Tabel 5.22)

$K_s = 4100$  t/m<sup>3</sup>

$\sigma_v' = 2,39$  t/m<sup>2</sup>

$K_o = 0,95$

$X_o$  = Defleksi awal dinding yang didapatkan dari analisa program bantu

Nilai  $X_o$  (-) negatif bila dinding terdorong menjauhi tanah, sedangkan (+) bila dinding mendorong mendekati tanah.

$P'_{hi}$  Aktif = (  $\sigma_v' \times K_o$  ) + (  $K_s \times X_o$  )

$P'_{hi}$  Aktif = (  $2,39 \times 0,95$  ) + (  $4100 \times (-0,00011)$  )

$P'_{hi}$  Aktif =  $1,82$  t/m<sup>2</sup>

$P'_{hi}$  Pasif = 0 (Karena adanya proses penggalian tanah)

$\sigma_h \min = K_a \times \sigma_v' - 2C \sqrt{K_a}$

$\sigma_h \min = 1 \times 2,39 - 2 \times 3 \times \sqrt{1}$

$\sigma_h \min = -3,61$  t/m<sup>2</sup>

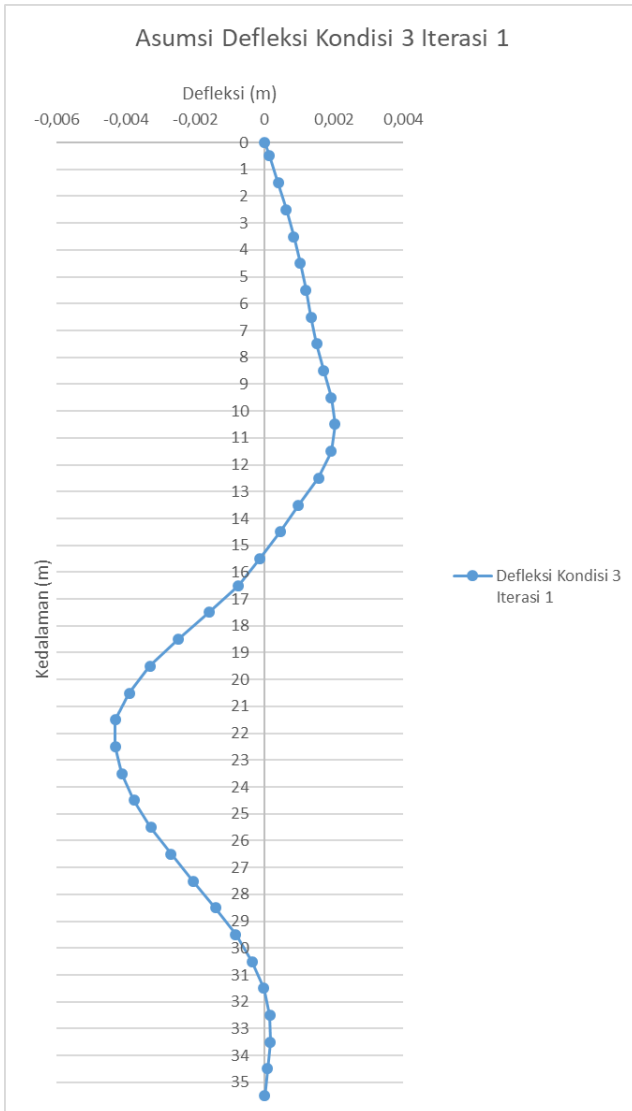
$\sigma_h \max = K_a \times \sigma_v' + 2C \sqrt{K_p}$

$\sigma_h \max = 0$  (Karena adanya proses penggalian tanah)



Tabel 5.24. Nilai Defleksi Dinding Akibat Tekanan Tanah Lateral Kondisi 3 Iterasi 1

Kedalaman (m)	Defleksi (m)	Defleksi ijin (m)	$\delta < \delta$ ijin
0	0		ok
0,5	0,00014		ok
1,5	0,00039		ok
2,5	0,00063		ok
3,5	0,00084		ok
4,5	0,00103		ok
5,5	0,00119		ok
6,5	0,00134		ok
7,5	0,0015		ok
8,5	0,0017		ok
9,5	0,00192		ok
10,5	0,00202		ok
11,5	0,00192		ok
12,5	0,00156		ok
13,5	0,00097		ok
14,5	0,00045		ok
15,5	-0,00015		ok
16,5	-0,00075		ok
17,5	-0,0016	0,075	ok
18,5	-0,0025		ok
19,5	-0,0033		ok
20,5	-0,0039		ok
21,5	-0,0043		ok
22,5	-0,0043		ok
23,5	-0,00411		ok
24,5	-0,00376		ok
25,5	-0,00327		ok
26,5	-0,00269		ok
27,5	-0,00206		ok
28,5	-0,00142		ok
29,5	-0,00084		ok
30,5	-0,00036		ok
31,5	-0,00003		ok
32,5	0,00015		ok
33,5	0,00017		ok
34,5	0,00009		ok
35,5	0		ok



Gambar 5.20. Defleksi Dinding Pada Kondisi 3 Iterasi 1

Tabel 5.25. Nilai Gaya Aktif dan Pasif yang Terjadi Pada Dinding Kondisi 3 Iterasi 2

Kedalaman (m)	Jenis Tanah	Aktif										Pasif										Kspring	P'hi Aktif	P'hi Pasif	oh min	oh min pakai	oh max	P'hi Aktif Final	P'hi Pasif Final	P'hp > oh min	P'hp < oh max	P'hi Input
		Cu (t/m <sup>2</sup> )	φ (°)	Ko	γ (t/m <sup>3</sup> )	Beban Luar (t/m)	σ'v (t/m <sup>2</sup> )	P'o (t/m <sup>2</sup> )	Ka	Cu (t/m <sup>2</sup> )	φ (°)	Ko	γ (t/m <sup>3</sup> )	σ'v (t/m <sup>2</sup> )	P'o (t/m <sup>2</sup> )	Kp	P'o (t/m <sup>2</sup> )	Xo (m)														
0,5	Clay And Silt Soft Consistency	3	0	0,95	0,775	2	2,39	2,27	1								2,27	0,00014	4100	1,69	-	-3,61	0	-	1,69	ok	-	-	1,69			
1,5		3,5	0	0,95	0,85	2	3,24	3,08	1								3,08	0,00039	4600	1,28	-	-3,76	0	-	1,28	ok	-	-	1,28			
2,5		5	0	0,95	1	2	4,24	4,03	1								4,03	0,00063	4800	1,00	-	-5,76	0	-	1,00	ok	-	-	1,00			
3,5		7	0	0,95	1,02	2	5,26	4,99	1								4,99	0,00084	4800	0,96	-	-8,74	0	-	0,96	ok	-	-	0,96			
4,5		5,7	0	0,95	0,94	2	6,20	5,89	1								5,89	0,00103	4800	0,94	-	-5,20	0	-	0,94	ok	-	-	0,94			
5,5	Silt and Clay Medium to Very Stiff Consistency	7,86	0	0,95	1,07	2	7,27	6,90	1								6,90	0,00119	4800	1,19	-	-8,45	0	-	1,19	ok	-	-	1,19			
6,5		8,21	0	0,95	1,093	2	8,36	7,94	1								7,94	0,00134	4800	1,51	-	-8,06	0	-	1,51	ok	-	-	1,51			
7,5		7,86	0	0,95	1,07	2	9,43	8,96	1								8,96	0,0015	4800	1,76	-	-6,29	0	-	1,76	ok	-	-	1,76			
8,5		10,67	0	0,95	0,92	2	10,35	9,83	1								9,83	0,0017	4800	1,67	-	-10,99	0	-	1,67	ok	-	-	1,67			
9,5		12,67	0	0,95	0,98	2	11,33	10,76	1								10,76	0,00192	4800	1,55	-	-14,01	0	-	1,55	ok	-	-	1,55			
10,5		12,67	0	0,95	0,98	2	12,31	11,69	1								11,69	0,00202	4800	2,00	-	-13,03	0	-	2,00	ok	-	-	2,00			
11,5		9,3	0	0,95	1,15	2	13,46	12,79	1	9,3	0	0,95	1,15	0,575	0,54625	1	12,24	0,00192	4800	3,57	9,76	-5,14	0	19,18	3,57	ok	9,76	ok	-6,19			
12,5		8,57	0	0,95	1,11	2	14,57	13,84	1	8,57	0	0,95	1,11	1,685	1,60075	1	12,24	0,00156	4800	6,35	9,09	-2,57	0	18,83	6,35	ok	9,09	ok	-2,73			
13,5		8,57	0	0,95	1,11	2	15,68	14,90	1	8,57	0	0,95	1,11	2,795	2,65525	1	12,24	0,00097	4800	10,24	7,31	-1,46	0	19,94	10,24	ok	7,31	ok	2,93			
14,5		7,86	0	0,95	1,07	2	16,75	15,91	1	7,86	0	0,95	1,07	3,865	3,67175	1	12,24	0,00045	4800	13,75	5,83	1,03	1,03	19,59	13,75	ok	5,83	ok	7,92			
15,5		8,57	0	0,95	1,11	2	17,86	16,97	1	8,57	0	0,95	1,11	4,975	4,72625	1	12,24	0,00015	4800	16,25	5,45	0,72	0,72	22,12	16,25	ok	5,45	ok	10,80			
16,5		9,11	0	0,95	1,14	2	19,00	18,05	1	9,11	0	0,95	1,14	6,115	5,80925	1	12,24	0,00075	4800	14,45	9,41	0,78	0,78	24,34	14,45	ok	9,41	ok	5,04			
17,5		13,33	0	0,95	1	2	20,00	19,00	1	13,33	0	0,95	1	7,115	6,75925	1	12,24	0,0016	4800	11,32	14,44	-6,66	0	33,78	11,32	ok	14,44	ok	-3,12			
18,5		18	0	0,95	1,14	2	21,14	20,08	1	18	0	0,95	1,14	8,255	7,84225	1	12,24	0,0025	4800	8,08	19,84	-14,86	0	44,26	8,08	ok	19,84	ok	-11,76			
19,5		20	0	0,95	1,2	2	22,34	21,22	1	20	0	0,95	1,2	9,455	8,98225	1	12,24	0,0033	4800	5,38	24,82	-17,66	0	49,46	5,38	ok	24,82	ok	-19,44			
20,5	20	0	0,95	1,2	2	23,54	22,36	1	20	0	0,95	1,2	10,655	10,1223	1	12,24	0,0039	4800	3,64	28,84	-16,46	0	50,66	3,64	ok	28,84	ok	-25,20				
21,5	20	0	0,95	1,2	2	24,74	23,50	1	20	0	0,95	1,2	11,855	11,2623	1	12,24	0,0043	4800	2,86	31,90	-15,26	0	51,86	2,86	ok	31,90	ok	-29,04				
22,5	18,67	0	0,95	1,16	2	25,90	24,61	1	18,67	0	0,95	1,16	13,015	12,3643	1	12,24	0,0043	4800	3,97	33,00	-11,44	0	50,36	3,97	ok	33,00	ok	-29,04				
23,5	17,67	0	0,95	1,13	2	27,03	25,68	1	17,67	0	0,95	1,13	14,145	13,4378	1	12,24	0,00411	4800	5,95	33,17	-8,31	0	49,49	5,95	ok	33,17	ok	-27,21				
24,5	17,33	0	0,95	1,12	2	28,15	26,74	1	17,33	0	0,95	1,12	15,265	14,5018	1	12,24	0,00376	4800	8,69	32,55	-6,51	0	49,93	8,69	ok	32,55	ok	-23,85				
25,5	10,67	0	0,95	0,92	2	29,07	27,62	1	10,67	0	0,95	0,92	16,185	15,3758	1	12,24	0,00327	4800	11,92	31,07	7,73	7,73	37,53	11,92	ok	31,07	ok	-19,15				
26,5	11,3	0	0,95	0,94	2	30,01	28,51	1	11,3	0	0,95	0,94	17,125	16,2688	1	12,24	0,00269	4800	15,60	29,18	7,41	7,41	39,73	15,60	ok	29,18	ok	-13,58				
27,5	12,67	0	0,95	0,98	2	30,99	29,44	1	12,67	0	0,95	0,98	18,105	17,1998	1	12,24	0,00206	4800	19,55	27,09	5,65	5,65	43,45	19,55	ok	27,09	ok	-7,53				
28,5	12,67	0	0,95	0,98	2	31,97	30,37	1	12,67	0	0,95	0,98	19,085	18,1308	1	12,24	0,00142	4800	23,56	24,95	6,63	6,63	44,43	23,56	ok	24,95	ok	-1,39				
29,5	12,67	0	0,95	0,98	2	32,95	31,30	1	12,67	0	0,95	0,98	20,065	19,0618	1	12,24	0,00084	4800	27,27	23,09	7,61	7,61	45,41	27,27	ok	23,09	ok	4,18				
30,5	12,67	0	0,95	0,98	2	33,93	32,23	1	12,67	0	0,95	0,98	21,045	19,9928	1	12,24	0,00036	4800	30,51	21,72	8,59	8,59	46,39	30,51	ok	21,72	ok	8,79				
31,5	11,3	0	0,95	0,94	2	34,87	33,13	1	11,3	0	0,95	0,94	21,985	20,8858	1	12,24	0,00003	4800	32,98	21,03	12,27	12,27	44,59	32,98	ok	21,03	ok	11,95				
32,5	13,33	0	0,95	1	2	35,87	34,08	1	13,33	0	0,95	1	22,985	21,8358	1	12,24	0,00015	4800	33,36	22,56	9,21	9,21	49,65	33,36	ok	22,56	ok	10,80				
33,5	13,67	0	0,95	1,01	2	36,88	35,04	1	13,67	0	0,95	1,01	23,995	22,7953	1	12,24	0,00017	4800	34,22	23,61	9,54	9,54	51,34	34,22	ok	23,61	ok	10,61				
34,5	13,17	0	0,95	0,99	2	37,87	35,98	1	13,17	0	0,95	0,99	24,985	23,7358	1	12,24	0,00009	4800	35,54	24,17	11,53	11,53	51,33	35,54	ok	24,17	ok	11,38				
35,5	12	0	0,95	0,96	2	38,83	36,89	1	12	0	0,95	0,96	25,945	24,6478	1	12,24		4800	36,89		14,83	14,83	49,95	36,89	ok		ok					

Penjelasan Tabel 5.25. :

Kedalaman 0,5 m

$X_o = 0,00014$  m (didapat dari Tabel 5.24)

$K_s = 4100$  t/m<sup>3</sup>

$\sigma_v' = 2,39$  t/m<sup>2</sup>

$K_o = 0,95$

$X_o$  = Defleksi awal dinding yang didapatkan dari analisa program bantu

Nilai  $X_o$  (-) negatif bila dinding terdorong menjauhi tanah, sedangkan (+) bila dinding mendorong mendekati tanah.

$P'_{hi}$  Aktif = (  $\sigma_v' \times K_o$  ) + (  $K_s \times X_o$  )

$P'_{hi}$  Aktif = (  $2,39 \times 0,95$  ) + (  $4100 \times (-0,00014)$  )

$P'_{hi}$  Aktif =  $1,69$  t/m<sup>2</sup>

$P'_{hi}$  Pasif = 0 (Karena adanya proses penggalian tanah)

$\sigma_h \min = K_a \times \sigma_v' - 2C \sqrt{K_a}$

$\sigma_h \min = 1 \times 2,39 - 2 \times 3 \times \sqrt{1}$

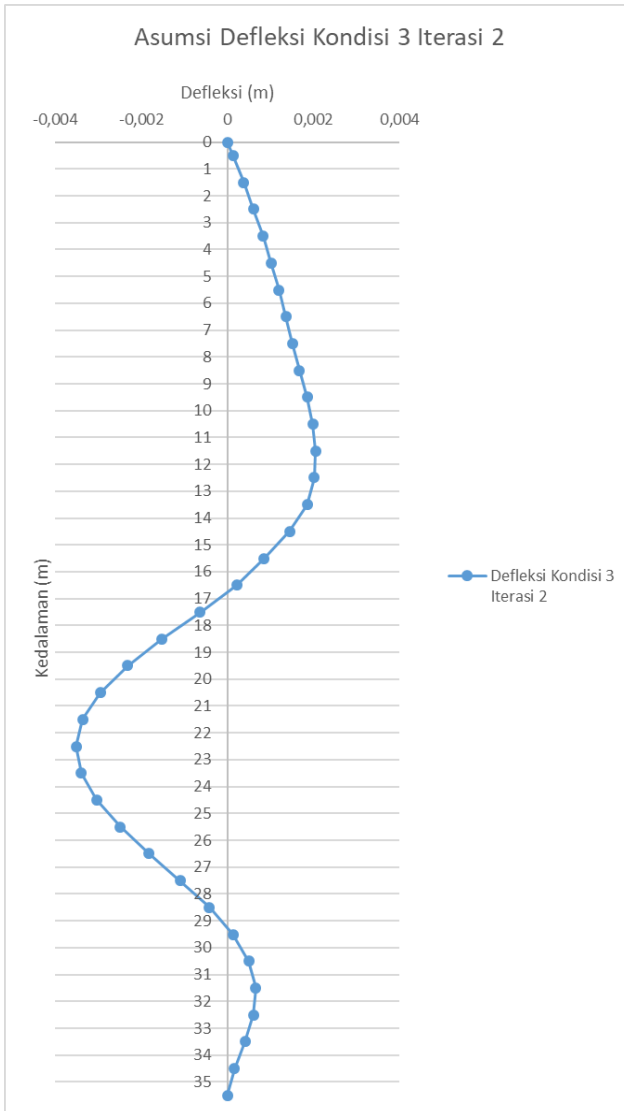
$\sigma_h \min = -3,61$  t/m<sup>2</sup>

$\sigma_h \max = K_a \times \sigma_v' + 2C \sqrt{K_p}$

$\sigma_h \max = 0$  (Karena adanya proses penggalian tanah)

Tabel 5.26. Nilai Defleksi Dinding Akibat Tekanan Tanah Lateral Kondisi 3 Iterasi 2

Kedalaman (m)	Defleksi (m)	Defleksi Ijin (m)	$\delta < \delta$ ijin
0	0	0,075	ok
0,5	0,00013		ok
1,5	0,00038		ok
2,5	0,00061		ok
3,5	0,00083		ok
4,5	0,00102		ok
5,5	0,0012		ok
6,5	0,00136		ok
7,5	0,00151		ok
8,5	0,00168		ok
9,5	0,00186		ok
10,5	0,00199		ok
11,5	0,00205		ok
12,5	0,00202		ok
13,5	0,00186		ok
14,5	0,00145		ok
15,5	0,00085		ok
16,5	0,00022		ok
17,5	-0,00064		ok
18,5	-0,00152		ok
19,5	-0,00232		ok
20,5	-0,00296		ok
21,5	-0,00337		ok
22,5	-0,00352		ok
23,5	-0,0034		ok
24,5	-0,00304		ok
25,5	-0,00249		ok
26,5	-0,00182		ok
27,5	-0,0011		ok
28,5	-0,00042		ok
29,5	0,00013		ok
30,5	0,0005		ok
31,5	0,00066		ok
32,5	0,00061		ok
33,5	0,00041		ok
34,5	0,00016	ok	
35,5	0	ok	



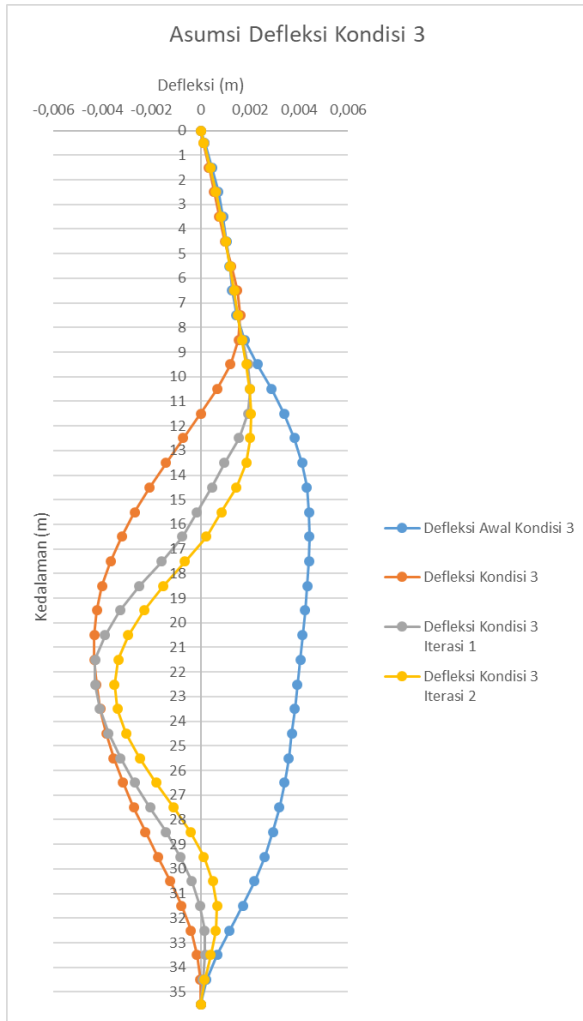
**Gambar 5.21. Defleksi Dinding Pada Kondisi 3 Iterasi 2**

Dari 2 kali iterasi didapatkan selisih defleksi yang dapat dilihat pada tabel 5.27.

Tabel 5.27. Selisih Defleksi Setelah Iterasi

Kedalaman	Iterasi 1 $\delta$ Akhir	Iterasi 2 $\delta$ Akhir	Selisih $\delta$
(m)	(m)	(m)	(m)
0	0	0	0
0,5	0,00014	0,00013	-0,00001
1,5	0,00039	0,00038	-1E-05
2,5	0,00063	0,00061	-2E-05
3,5	0,00084	0,00083	-0,00001
4,5	0,00103	0,00102	-0,00001
5,5	0,00119	0,0012	1E-05
6,5	0,00134	0,00136	2E-05
7,5	0,0015	0,00151	0,00001
8,5	0,0017	0,00168	-2E-05
9,5	0,00192	0,00186	-6E-05
10,5	0,00202	0,00199	-3E-05
11,5	0,00192	0,00205	0,00013
12,5	0,00156	0,00202	0,00046
13,5	0,00097	0,00186	0,00089
14,5	0,00045	0,00145	0,001
15,5	-0,00015	0,00085	0,001
16,5	-0,00075	0,00022	0,00097
17,5	-0,0016	-0,00064	0,00096
18,5	-0,0025	-0,00152	0,00098
19,5	-0,0033	-0,00232	0,00098
20,5	-0,0039	-0,00296	0,00094
21,5	-0,0043	-0,00337	0,00093
22,5	-0,0043	-0,00352	0,00078
23,5	-0,00411	-0,0034	0,00071
24,5	-0,00376	-0,00304	0,00072
25,5	-0,00327	-0,00249	0,00078
26,5	-0,00269	-0,00182	0,00087
27,5	-0,00206	-0,0011	0,00096
28,5	-0,00142	-0,00042	0,001
29,5	-0,00084	0,00013	0,00097
30,5	-0,00036	0,0005	0,00086
31,5	-0,00003	0,00066	0,00069
32,5	0,00015	0,00061	0,00046
33,5	0,00017	0,00041	0,00024
34,5	0,00009	0,00016	0,00007
35,5	0	0	0

Hasil dari analisa gaya aktif dan pasif yang telah dilakukan sebelumnya disatukan menjadi 1 grafik yang dapat dilihat pada Gambar 5.22.



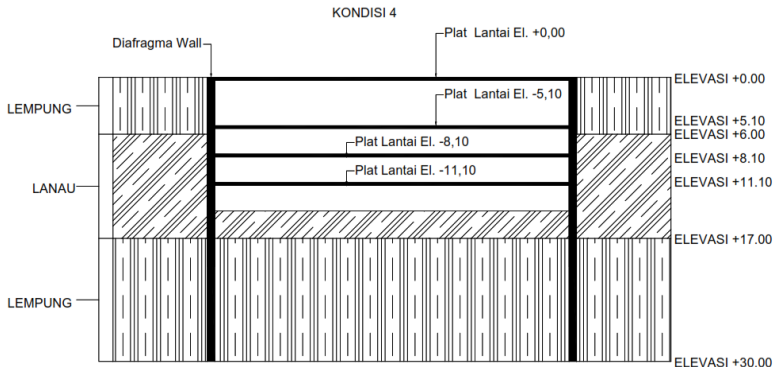
Gambar 5.22. Grafik Defleksi Kondisi 3



Dari tabel 5.27. diatas didapat selisih defleksi antara iterasi 1 dengan iterasi 2 telah memenuhi syarat yaitu  $<0,001$  sehingga perhitungan bisa dilanjutkan ke kondisi penggalian 4.

### Kondisi 4

Kondisi 4 adalah kondisi dimana galian dilakukan sampai kedalaman -14,1 m. Pada elevasi 0,00 m, 5,1 m, 8,1 m dan 11,1 m sudah diberi *strut* berupa plat lantai. Ilustrasi kondisi 4 bisa dilihat pada gambar 5.23.



Gambar 5.23. Ilustrasi Galian Pada Kondisi 4

Kontrol terhadap lendutan pada kondisi 4 dengan program bantu SAP 2000 dengan memasukkan koefisien spring sesuai dengan Tabel 5.28. Adapun langkah – langkah pengerjaannya sebagai berikut :

- Membagi dinding diafragma menjadi segmen –segmen setinggi 1m.
- Menghitung tegangan arah horizontal di tiap titik pada kondisi at rest.

- c. Masukkan tebal dan kedalam yang diasumsikan ke dalam program bantu SAP2000.
- d. Masukkan spring dengan koefisien spring Tabel 5.28.

Tabel 5.28. Nilai Kspring dan Tekanan Tanah Lateral At Rest Kondisi 4

Kedalaman (m)	Jenis Tanah	Aktif						Pasif						Akhir P'o	Kspring (t/m3)		
		Cu (t/m2)	Ø (°)	Ko	Y' (t/m3)	Beban Luar (t/m)	σ'v (t/m2)	P'o (t/m2)	Cu (t/m2)	Ø (°)	Ko	Y' (t/m3)	σ'v (t/m2)			P'o (t/m2)	
0,5	Clay And Silt Soft Consistency	3	0	0,95	0,775	2	2,39	2,27								2,27	4100
1,5		3,5	0	0,95	0,85	2	3,24	3,08								3,08	4600
2,5		5	0	0,95	1	2	4,24	4,03								4,03	4800
3,5		7	0	0,95	1,02	2	5,26	4,99								4,99	4800
4,5		5,7	0	0,95	0,94	2	6,20	5,89								5,89	4800
5,5		7,86	0	0,95	1,07	2	7,27	6,90								6,90	4800
6,5		8,21	0	0,95	1,093	2	8,36	7,94								7,94	4800
7,5		7,86	0	0,95	1,07	2	9,43	8,96								8,96	4800
8,5		10,67	0	0,95	0,92	2	10,35	9,83								9,83	4800
9,5		12,67	0	0,95	0,98	2	11,33	10,76								10,76	4800
10,5	Silt and Clay Medium to Very Stiff Consistency	12,67	0	0,95	0,98	2	12,31	11,69								11,69	4800
11,5		9,3	0	0,95	1,15	2	13,46	12,79								12,79	4800
12,5		8,57	0	0,95	1,11	2	14,57	13,84								13,84	4800
13,5		8,57	0	0,95	1,11	2	15,68	14,90								14,90	4800
14,5		7,86	0	0,95	1,07	2	16,75	15,91	7,86	0	0,95	1,07	0,54	0,51	15,40	4800	
15,5		8,57	0	0,95	1,11	2	17,86	16,97	8,57	0	0,95	1,11	1,65	1,56	15,40	4800	
16,5		9,11	0	0,95	1,14	2	19,00	18,05	9,11	0	0,95	1,14	2,79	2,65	15,40	4800	
17,5		13,33	0	0,95	1	2	20,00	19,00	13,33	0	0,95	1	3,79	3,60	15,40	4800	
18,5		18	0	0,95	1,14	2	21,14	20,08	18	0	0,95	1,14	4,93	4,68	15,40	4800	
19,5		20	0	0,95	1,2	2	22,34	21,22	20	0	0,95	1,2	6,13	5,82	15,40	4800	
20,5	20	0	0,95	1,2	2	23,54	22,36	20	0	0,95	1,2	7,33	6,96	15,40	4800		
21,5	20	0	0,95	1,2	2	24,74	23,50	20	0	0,95	1,2	8,53	8,10	15,40	4800		
22,5	18,67	0	0,95	1,16	2	25,90	24,61	18,67	0	0,95	1,16	9,69	9,20	15,40	4800		
23,5	17,67	0	0,95	1,13	2	27,03	25,68	17,67	0	0,95	1,13	10,82	10,27	15,40	4800		
24,5	17,33	0	0,95	1,12	2	28,15	26,74	17,33	0	0,95	1,12	11,94	11,34	15,40	4800		
25,5	10,67	0	0,95	0,92	2	29,07	27,62	10,67	0	0,95	0,92	12,86	12,21	15,40	4800		
26,5	11,3	0	0,95	0,94	2	30,01	28,51	11,3	0	0,95	0,94	13,80	13,11	15,40	4800		
27,5	12,67	0	0,95	0,98	2	30,99	29,44	12,67	0	0,95	0,98	14,78	14,04	15,40	4800		
28,5	12,67	0	0,95	0,98	2	31,97	30,37	12,67	0	0,95	0,98	15,76	14,97	15,40	4800		
29,5	12,67	0	0,95	0,98	2	32,95	31,30	12,67	0	0,95	0,98	16,74	15,90	15,40	4800		
30,5	12,67	0	0,95	0,98	2	33,93	32,23	12,67	0	0,95	0,98	17,72	16,83	15,40	4800		
31,5	11,3	0	0,95	0,94	2	34,87	33,13	11,3	0	0,95	0,94	18,66	17,72	15,40	4800		
32,5	13,33	0	0,95	1	2	35,87	34,08	13,33	0	0,95	1	19,66	18,67	15,40	4800		
33,5	13,67	0	0,95	1,01	2	36,88	35,04	13,67	0	0,95	1,01	20,67	19,63	15,40	4800		
34,5	13,17	0	0,95	0,99	2	37,87	35,98	13,17	0	0,95	0,99	21,66	20,57	15,40	4800		
35,5	12	0	0,95	0,96	2	38,83	36,89	12	0	0,95	0,96	22,62	21,48	15,40	4800		

Penjelasan Tabel 5.28. :

Kedalaman 0,5 m

$K_0$  = Koefisien tekanan tanah *at rest*

$$K_0 = 0,95 - \sin \phi$$

$$K_0 = 0,95 - \sin (0) = 0,95$$

Nilai parameter tanah seperti  $c$ ,  $\phi$ ,  $\gamma_{sat}$ ,  $K_s$  didapat dari korelasi N-SPT yang di dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Nilai beban luar didapat dari asumsi yang digunakan proyek.

$$\sigma_v' = q + (\gamma' \times h)$$

$$\sigma_v' = 2 + (0,775 \times 0,5) = 2,39 \text{ t/m}^2$$

$$P_o' = K_0 \times \sigma_v'$$

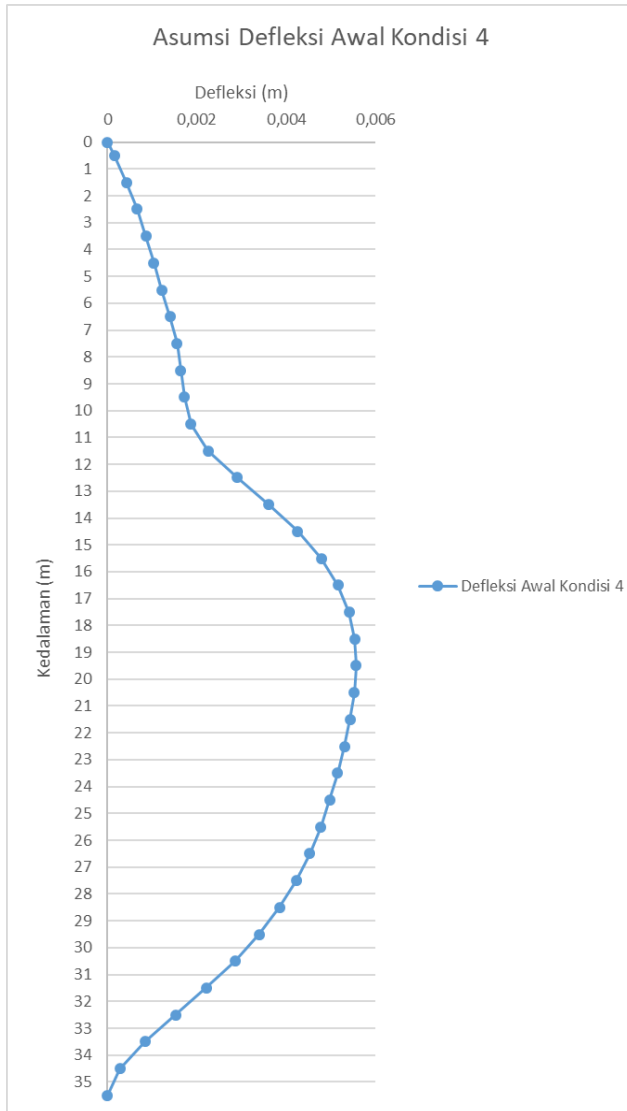
$$P_o' = 0,95 \times 2,39 = 2,27 \text{ t/m}^2$$

Nilai  $\sigma_v'$  pada kedalaman selanjutnya selalu ditambah dengan nilai  $\sigma_v'$  sebelumnya. Cara yang sama juga berlaku untuk mencari nilai  $P_o'$  pada kondisi tanah pasif, setelah nilai  $P_o'$  aktif dan  $P_o'$  pasif didapat, hasil akhirnya dikurangi untuk mendapatkan gaya di titik tersebut pada kondisi *at rest*.

- e. Menghitung resultan gaya – gaya arah horizontal akibat tegangan air.
- f. Asumsi defleksi awal didapatkan dengan memasukkan tegangan arah horizontal ditiap titik pada kondisi at rest kedalam program bantu SAP2000. Nilai defleksi awal bisa dilihat pada Tabel 5.29. dan grafik defleksi awal dapat dilihat pada Gambar 5.24.

Tabel 5.29. Nilai Asumsi Defleksi Awal Dinding Akibat Tekanan Tanah Lateral Kondisi *At Rest*

Kedalaman (m)	Defleksi (m)	Defleksi Ijin (m)	$\delta < \delta$ ijin
0	0		ok
0,5	0,00015		ok
1,5	0,00042		ok
2,5	0,00066		ok
3,5	0,00086		ok
4,5	0,00103		ok
5,5	0,00121		ok
6,5	0,0014		ok
7,5	0,00155		ok
8,5	0,00164		ok
9,5	0,00172		ok
10,5	0,00187		ok
11,5	0,00225		ok
12,5	0,0029		ok
13,5	0,00361		ok
14,5	0,00425		ok
15,5	0,00478		ok
16,5	0,00516		ok
17,5	0,00541	0,075	ok
18,5	0,00553		ok
19,5	0,00556		ok
20,5	0,00552		ok
21,5	0,00543		ok
22,5	0,0053		ok
23,5	0,00515		ok
24,5	0,00497		ok
25,5	0,00477		ok
26,5	0,00452		ok
27,5	0,00422		ok
28,5	0,00385		ok
29,5	0,00339		ok
30,5	0,00285		ok
31,5	0,00221		ok
32,5	0,00152		ok
33,5	0,00084		ok
34,5	0,00028		ok
35,5	0		ok



Gambar 5.24. Asumsi Defleksi Awal Kondisi 4

- g. Menghitung tegangan arah horizontal di tiap titik pada kondisi aktif pada bagian dimana dinding bergerak menjauhi arah tanah.
- h. Menghitung tegangan arah horizontal di tiap titik pada kondisi pasif pada bagian dimana dinding bergerak mendorong ke arah tanah.
- i. Menghitung tegangan arah horizontal di tiap titik berdasarkan asumsi defleksi.
- j. Masukkan batasan tegangan arah horizontal tiap titik yaitu  $\sigma_h$  min untuk tegangan aktif,  $\sigma_h$  max untuk tegangan pasif.
- k. Apabila didapatkan gaya  $P'_{hi}$  aktif  $< \sigma_h$  min, maka gaya  $P'_{ho}$  diganti dengan  $\sigma_h$  min dan spring dinonaktifkan.
- l. Apabila didapatkan gaya  $P'_{hi}$  pasif  $> \sigma_h$  max, maka gaya  $P'_{ho}$  diganti dengan  $\sigma_h$  max dan spring dinonaktifkan.
- m. Lakukan analisa ulang dan didapatkan kembali defleksi sesuai dengan gaya aktif atau pasif di titik-titik tersebut.. Setelah didapat defleksi yang terjadi dari gaya-gaya aktif dan pasif, bandingkan dengan defleksi ijin yang boleh terjadi pada dinding tersebut yang rumusnya adalah :

$$\delta_{all} = \frac{l}{360}$$

- n. Perhitungan gaya aktif atau pasif dapat dilihat pada Tabel 5.30. Nilai defleksi dan grafik defleksi yang menggunakan gaya aktif atau pasif masing-masing dapat dilihat pada Tabel 5.31 dan Gambar 5.25.



Penjelasan Tabel 5.30. :

Kedalaman 0,5 m

$X_o = 0,00015$  m (didapat dari Tabel 5.29)

$K_s = 4100$  t/m<sup>3</sup>

$\sigma_v' = 2,39$  t/m<sup>2</sup>

$K_o = 0,95$

$X_o$  = Defleksi awal dinding yang didapatkan dari analisa program bantu

Nilai  $X_o$  (-) negatif bila dinding terdorong menjauhi tanah, sedangkan (+) bila dinding mendorong mendekati tanah.

$P'_{hi}$  Aktif = (  $\sigma_v' \times K_o$  ) + (  $K_s \times X_o$  )

$P'_{hi}$  Aktif = (  $2,39 \times 0,95$  ) + (  $4100 \times (-0,00015)$  )

$P'_{hi}$  Aktif =  $1,65$  t/m<sup>2</sup>

$P'_{hi}$  Pasif = 0 (Karena adanya proses penggalian tanah)

$\sigma_h \min = K_a \times \sigma_v' - 2C \sqrt{K_a}$

$\sigma_h \min = 1 \times 2,39 - 2 \times 3 \times \sqrt{1}$

$\sigma_h \min = -3,61$  t/m<sup>2</sup>

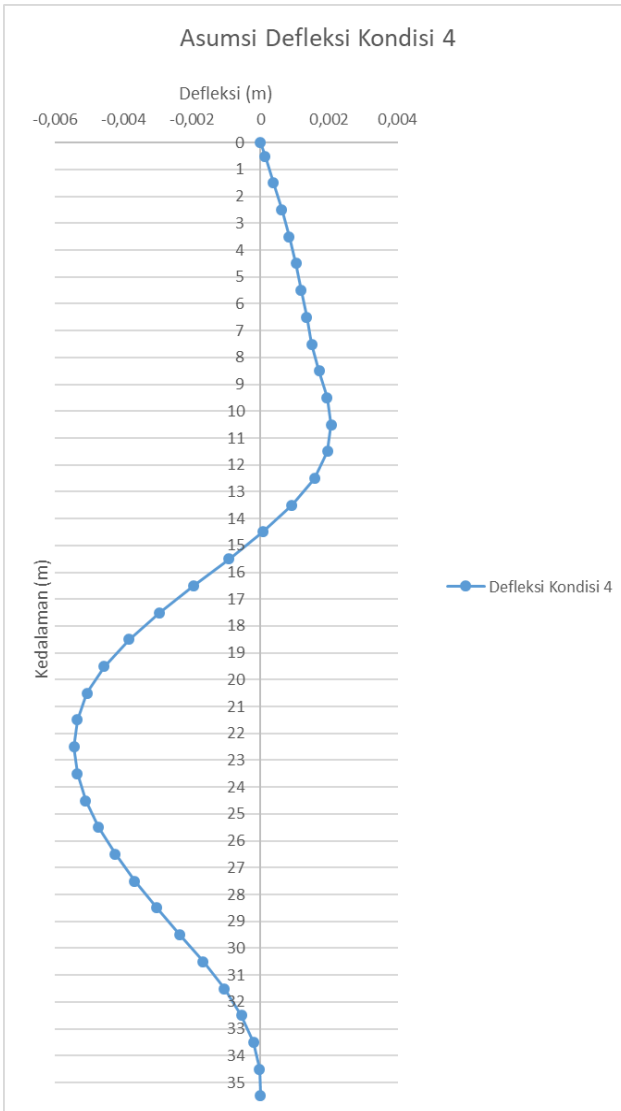
$\sigma_h \max = K_a \times \sigma_v' + 2C \sqrt{K_p}$

$\sigma_h \max = 0$  (Karena adanya proses penggalian tanah)



Tabel 5.31. Nilai Defleksi Dinding Akibat Tekanan Tanah Lateral Kondisi 4

Kedalaman (m)	Defleksi (m)	Defleksi Ijin (m)	$\delta < \delta$ ijin
0	0	0,075	ok
0,5	0,00013		ok
1,5	0,00038		ok
2,5	0,00062		ok
3,5	0,00083		ok
4,5	0,00103		ok
5,5	0,00119		ok
6,5	0,00134		ok
7,5	0,0015		ok
8,5	0,00171		ok
9,5	0,00194		ok
10,5	0,00206		ok
11,5	0,00196		ok
12,5	0,00157		ok
13,5	0,00092		ok
14,5	0,00007		ok
15,5	-0,00092		ok
16,5	-0,00195		ok
17,5	-0,00295		ok
18,5	-0,00384		ok
19,5	-0,00456		ok
20,5	-0,00506		ok
21,5	-0,00535		ok
22,5	-0,00544		ok
23,5	-0,00535		ok
24,5	-0,0051		ok
25,5	-0,00472		ok
26,5	-0,00424		ok
27,5	-0,00367		ok
28,5	-0,00303		ok
29,5	-0,00235		ok
30,5	-0,00168		ok
31,5	-0,00106		ok
32,5	-0,00056		ok
33,5	-0,0002		ok
34,5	-0,00003	ok	
35,5	0	ok	



**Gambar 5.25. Defleksi Dinding Pada Kondisi 4**

- o. Lakukan iterasi dengan memasukan defleksi yang didapat sebelumnya sehingga didapat gaya aktif atau pasif baru kedalam SAP2000, untuk mendapatkan nilai defleksi yang baru. Iterasi ini dilakukan terus sampai selisih defleksi yang baru dengan defleksi sebelumnya adalah 0,001. Hasil iterasi 1 dapat dilihat pada Tabel 5.32., Tabel 5.33., Gambar 5.26., sedangkan hasil iterasi 2 dapat dilihat pada Tabel 5.34., Tabel 5.35., Gambar 5.27,. Hasil dari selisih defleksi dari iterasi 1 dan 2 dapat dilihat pada Tabel 5.35. Grafik keseluruhan defleksi dari awal sampai iterasi ke 2 dapat dilihat pada Gambar 5.28.

Tabel 5.32. Nilai Gaya Aktif dan Pasif yang Terjadi Pada Dinding Kondisi 4 Iterasi 1

Kedalaman (m)	Jenis Tanah	Aktif							Pasif							Akhir P'o (t/m2)	Xo (m)	Kspring (t/m3)	P'hi Aktif (t/m2)	P'hi Pasif (t/m2)	oh min (t/m2)	oh min pakai (t/m2)	oh max (t/m2)	P'hi Aktif Final (t/m2)	P'ha > oh min	P'hi Pasif Final (t/m2)	P'hp < oh max	P'h Input (t/m2)
		Cu (t/m2)	Ø (°)	Ko	Y (t/m3)	Beban Luar (t/m)	o'v (t/m2)	P'o (t/m2)	Ka	Cu (t/m2)	Ø (°)	Ko	Y (t/m3)	o'v (t/m2)	P'o (t/m2)													
0.5	Clay And Silt Consistency	3	0	0.95	0.775	2	2.39	2.27	1							2.27	0.00013	4100	1.74	-	-3.61	0	-	1.74	ok	-	-	1.74
1.5		3.5	0	0.95	0.85	2	3.24	3.08	1							3.08	0.00038	4600	1.33	-	-3.76	0	-	1.33	ok	-	-	1.33
2.5		5	0	0.95	1	2	4.24	4.03	1							4.03	0.00062	4800	1.05	-	-5.76	0	-	1.05	ok	-	-	1.05
3.5		7	0	0.95	1.02	2	5.26	4.99	1							4.99	0.00083	4800	1.01	-	-8.74	0	-	1.01	ok	-	-	1.01
4.5		5.7	0	0.95	0.94	2	6.20	5.89	1							5.89	0.00103	4800	0.94	-	-5.20	0	-	0.94	ok	-	-	0.94
5.5		7.86	0	0.95	1.07	2	7.27	6.90	1							6.90	0.00119	4800	1.19	-	-8.45	0	-	1.19	ok	-	-	1.19
6.5		8.21	0	0.95	1.093	2	8.36	7.94	1							7.94	0.00134	4800	1.51	-	-8.06	0	-	1.51	ok	-	-	1.51
7.5		7.86	0	0.95	1.07	2	9.43	8.96	1							8.96	0.0015	4800	1.76	-	-6.29	0	-	1.76	ok	-	-	1.76
8.5		10.67	0	0.95	0.92	2	10.35	9.83	1							9.83	0.00171	4800	1.62	-	-10.99	0	-	1.62	ok	-	-	1.62
9.5		12.67	0	0.95	0.98	2	11.33	10.76	1							10.76	0.00194	4800	1.45	-	-14.01	0	-	1.45	ok	-	-	1.45
10.5	12.67	0	0.95	0.98	2	12.31	11.69	1							11.69	0.00206	4800	1.81	-	-13.03	0	-	1.81	ok	-	-	1.81	
11.5	9.3	0	0.95	1.15	2	13.46	12.79	1							12.79	0.00196	4800	3.38	-	-5.14	0	-	3.38	ok	-	-	3.38	
12.5	8.57	0	0.95	1.11	2	14.57	13.84	1							13.84	0.00157	4800	6.31	-	-2.57	0	-	6.31	ok	-	-	6.31	
13.5	8.57	0	0.95	1.11	2	15.68	14.90	1							14.90	0.00092	4800	10.48	-	-1.46	0	-	10.48	ok	-	-	10.48	
14.5	7.86	0	0.95	1.07	2	16.75	15.91	1	7.86	0	0.95	1.07	0.54	0.51	1	15.40	0.00007	4800	15.58	0.84	1.03	1.03	16.26	15.58	ok	0.84	ok	14.73
15.5	8.57	0	0.95	1.11	2	17.86	16.97	1	8.57	0	0.95	1.11	1.65	1.56	1	15.40	0.00092	4800	12.55	5.98	0.72	0.72	18.79	12.55	ok	5.98	ok	6.57
16.5	9.11	0	0.95	1.14	2	19.00	18.05	1	9.11	0	0.95	1.14	2.79	2.65	1	15.40	0.00195	4800	8.69	12.01	0.78	0.78	21.01	8.69	ok	12.01	ok	-3.32
17.5	13.33	0	0.95	1	2	20.00	19.00	1	13.33	0	0.95	1	3.79	3.60	1	15.40	0.00295	4800	4.84	17.76	-6.66	0	30.45	4.84	ok	17.76	ok	-12.92
18.5	18	0	0.95	1.14	2	21.14	20.08	1	18	0	0.95	1.14	4.93	4.68	1	15.40	0.00384	4800	1.65	23.11	-14.86	0	40.93	1.65	ok	23.11	ok	-21.46
19.5	20	0	0.95	1.2	2	22.34	21.22	1	20	0	0.95	1.2	6.13	5.82	1	15.40	0.00456	4800	-0.66	27.71	-17.66	0	46.13	-0.66	ok	27.71	ok	-28.37
20.5	20	0	0.95	1.2	2	23.54	22.36	1	20	0	0.95	1.2	7.33	6.96	1	15.40	0.00506	4800	-1.92	31.25	-16.46	0	47.33	-1.92	ok	31.25	ok	-33.17
21.5	20	0	0.95	1.2	2	24.74	23.50	1	20	0	0.95	1.2	8.53	8.10	1	15.40	0.00535	4800	-2.18	33.78	-15.26	0	48.53	-2.18	ok	33.78	ok	-35.96
22.5	18.67	0	0.95	1.16	2	25.90	24.61	1	18.67	0	0.95	1.16	9.69	9.20	1	15.40	0.00544	4800	-1.51	35.31	-11.44	0	47.09	-1.51	ok	35.31	ok	-36.82
23.5	17.67	0	0.95	1.13	2	27.03	25.68	1	17.67	0	0.95	1.13	10.82	10.27	1	15.40	0.00535	4800	0.00	35.95	-8.31	0	46.16	0.00	ok	35.95	ok	-35.96
24.5	17.33	0	0.95	1.12	2	28.15	26.74	1	17.33	0	0.95	1.12	11.94	11.34	1	15.40	0.0051	4800	2.26	35.82	-6.51	0	46.60	2.26	ok	35.82	ok	-33.56
25.5	10.67	0	0.95	0.92	2	29.07	27.62	1	10.67	0	0.95	0.92	12.86	12.21	1	15.40	0.00472	4800	4.96	34.87	7.73	7.73	34.20	4.96	not	34.87	not	-26.45
26.5	11.3	0	0.95	0.94	2	30.01	28.51	1	11.3	0	0.95	0.94	13.80	13.11	1	15.40	0.00424	4800	8.16	33.46	7.41	7.41	36.40	8.16	ok	33.46	ok	-26.05
27.5	12.67	0	0.95	0.98	2	30.99	29.44	1	12.67	0	0.95	0.98	14.78	14.04	1	15.40	0.00367	4800	11.82	31.65	5.65	5.65	40.12	11.82	ok	31.65	ok	-19.83
28.5	12.67	0	0.95	0.98	2	31.97	30.37	1	12.67	0	0.95	0.98	15.76	14.97	1	15.40	0.00303	4800	15.83	29.51	6.63	6.63	41.10	15.83	ok	29.51	ok	-13.68
29.5	12.67	0	0.95	0.98	2	32.95	31.30	1	12.67	0	0.95	0.98	16.74	15.90	1	15.40	0.00235	4800	20.02	27.18	7.61	7.61	42.08	20.02	ok	27.18	ok	-7.16
30.5	12.67	0	0.95	0.98	2	33.93	32.23	1	12.67	0	0.95	0.98	17.72	16.83	1	15.40	0.00168	4800	24.17	24.89	8.59	8.59	43.06	24.17	ok	24.89	ok	-0.72
31.5	11.3	0	0.95	0.94	2	34.87	33.13	1	11.3	0	0.95	0.94	18.66	17.72	1	15.40	0.00106	4800	28.04	22.81	12.27	12.27	41.26	28.04	ok	22.81	ok	5.23
32.5	13.33	0	0.95	1	2	35.87	34.08	1	13.33	0	0.95	1	19.66	18.67	1	15.40	0.00056	4800	31.39	21.36	9.21	9.21	46.32	31.39	ok	21.36	ok	10.03
33.5	13.67	0	0.95	1.01	2	36.88	35.04	1	13.67	0	0.95	1.01	20.67	19.63	1	15.40	0.0002	4800	34.08	20.59	9.54	9.54	48.01	34.08	ok	20.59	ok	13.48
34.5	13.17	0	0.95	0.99	2	37.87	35.98	1	13.17	0	0.95	0.99	21.66	20.57	1	15.40	0.00003	4800	35.83	20.72	11.53	11.53	48.00	35.83	ok	20.72	ok	15.12
35.5	12	0	0.95	0.96	2	38.83	36.89	1	12	0	0.95	0.96	22.62	21.48	1	15.40		4800	36.89	21.48	14.83	14.83	46.62	36.89	ok	21.48	ok	

Penjelasan Tabel 5.32. :

Kedalaman 0,5 m

$X_o = 0,00013$  m (didapat dari Tabel 5.31)

$K_s = 4100$  t/m<sup>3</sup>

$\sigma_v' = 2,39$  t/m<sup>2</sup>

$K_o = 0,95$

$X_o =$  Defleksi awal dinding yang didapatkan dari analisa program bantu

Nilai  $X_o$  (-) negatif bila dinding terdorong menjauhi tanah, sedangkan (+) bila dinding mendorong mendekati tanah.

$P'_{hi}$  Aktif = (  $\sigma_v' \times K_o$  ) + (  $K_s \times X_o$  )

$P'_{hi}$  Aktif = (  $2,39 \times 0,95$  ) + (  $4100 \times (-0,00013)$  )

$P'_{hi}$  Aktif =  $1,74$  t/m<sup>2</sup>

$P'_{hi}$  Pasif = 0 (Karena adanya proses penggalian tanah)

$\sigma_h \text{ min} = K_a \times \sigma_v' - 2C \sqrt{K_a}$

$\sigma_h \text{ min} = 1 \times 2,39 - 2 \times 3 \times \sqrt{1}$

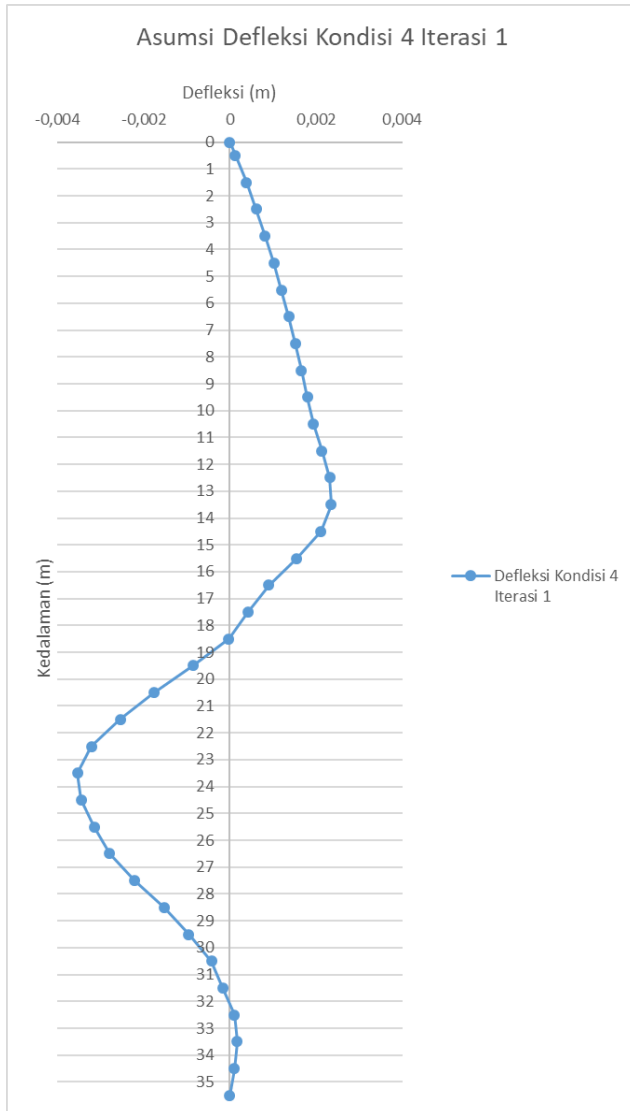
$\sigma_h \text{ min} = -3,61$  t/m<sup>2</sup>

$\sigma_h \text{ max} = K_a \times \sigma_v' + 2C \sqrt{K_p}$

$\sigma_h \text{ max} = 0$  (Karena adanya proses penggalian tanah)

Tabel 5.33. Nilai Defleksi Dinding Akibat Tekanan Tanah Lateral Kondisi 4 Iterasi 1

Kedalaman (m)	Defleksi (m)	Defleksi Ijin (m)	$\delta < \delta$ ijin
0	0	0,075	ok
0,5	0,00013		ok
1,5	0,00038		ok
2,5	0,00061		ok
3,5	0,00082		ok
4,5	0,00102		ok
5,5	0,0012		ok
6,5	0,00137		ok
7,5	0,00152		ok
8,5	0,00166		ok
9,5	0,00180		ok
10,5	0,00194		ok
11,5	0,00213		ok
12,5	0,00232		ok
13,5	0,00235		ok
14,5	0,00211		ok
15,5	0,00155		ok
16,5	0,0009		ok
17,5	0,00042		ok
18,5	-0,00002		ok
19,5	-0,00086		ok
20,5	-0,00176		ok
21,5	-0,00254		ok
22,5	-0,00321		ok
23,5	-0,00353		ok
24,5	-0,00345		ok
25,5	-0,00315		ok
26,5	-0,00279		ok
27,5	-0,00221		ok
28,5	-0,00153		ok
29,5	-0,00095		ok
30,5	-0,00042		ok
31,5	-0,00017		ok
32,5	0,0001		ok
33,5	0,00017		ok
34,5	0,0001	ok	
35,5	0	ok	



Gambar 5.26. Defleksi Dinding Pada Kondisi 4 Iterasi 1

Tabel 5.34. Nilai Gaya Aktif dan Pasif yang Terjadi Pada Dinding Kondisi 4 Iterasi 2

Kedalaman (m)	Jenis Tanah	Aktif										Pasif							Kspring	P'hi Aktif (t/m <sup>2</sup> )	P'hi Pasif (t/m <sup>2</sup> )	oh min (t/m <sup>2</sup> )	oh min pakai (t/m <sup>2</sup> )	P'hi Aktif Final (t/m <sup>2</sup> )	P'ha > oh min	P'hi Pasif Final (t/m <sup>2</sup> )	P'hp < oh max	P'h Input (t/m <sup>2</sup> )	
		Cu (t/m <sup>2</sup> )	Ø (°)	Ko	γ (t/m <sup>3</sup> )	Beban Luar (t/m)	σ'v (t/m <sup>2</sup> )	P'o (t/m <sup>2</sup> )	Ka	Cu (t/m <sup>2</sup> )	Ø (°)	Ko	γ (t/m <sup>3</sup> )	σ'v (t/m <sup>2</sup> )	P'o (t/m <sup>2</sup> )	Kp	P'p (t/m <sup>2</sup> )	Xo (m)											
0,5	Clay And Silt Soft	3	0	0,95	0,775	2	2,39	2,27	1							2,27	0,00013	4100	1,74	-	-3,61	0	-	1,74	ok	-	-	1,74	
1,5		3,5	0	0,95	0,85	2	3,24	3,08	1							3,08	0,00038	4600	1,33	-	-3,76	0	-	1,33	ok	-	-	1,33	
2,5		5	0	0,95	1	2	4,24	4,03	1							4,03	0,00061	4800	1,10	-	-5,76	0	-	1,10	ok	-	-	1,10	
3,5		7	0	0,95	1,02	2	5,26	4,99	1							4,99	0,00082	4800	1,06	-	-8,74	0	-	1,06	ok	-	-	1,06	
4,5		5,7	0	0,95	0,94	2	6,20	5,89	1							5,89	0,00102	4800	0,99	-	-5,20	0	-	0,99	ok	-	-	0,99	
5,5	Silt and Clay Medium to Very Stiff Consistency	7,86	0	0,95	1,07	2	7,27	6,90	1							6,90	0,0012	4800	1,14	-	-8,45	0	-	1,14	ok	-	-	1,14	
6,5		8,21	0	0,95	1,093	2	8,36	7,94	1							7,94	0,00137	4800	1,37	-	-8,06	0	-	1,37	ok	-	-	1,37	
7,5		7,86	0	0,95	1,07	2	9,43	8,96	1							8,96	0,00152	4800	1,66	-	-6,29	0	-	1,66	ok	-	-	1,66	
8,5		10,67	0	0,95	0,92	2	10,35	9,83	1							9,83	0,00166	4800	1,86	-	-10,99	0	-	1,86	ok	-	-	1,86	
9,5		12,67	0	0,95	0,98	2	11,33	10,76	1							10,76	0,0018	4800	2,12	-	-14,01	0	-	2,12	ok	-	-	2,12	
10,5		12,67	0	0,95	0,98	2	12,31	11,69	1							11,69	0,00194	4800	2,38	-	-13,03	0	-	2,38	ok	-	-	2,38	
11,5		9,3	0	0,95	1,15	2	13,46	12,79	1							12,79	0,00213	4800	2,56	-	-5,14	0	-	2,56	ok	-	-	2,56	
12,5		8,57	0	0,95	1,11	2	14,57	13,84	1							13,84	0,00232	4800	2,71	-	-2,57	0	-	2,71	ok	-	-	2,71	
13,5		8,57	0	0,95	1,11	2	15,68	14,90	1							14,90	0,00235	4800	3,62	-	-1,46	0	-	3,62	ok	-	-	3,62	
14,5		7,86	0	0,95	1,07	2	16,75	15,91	1	7,86	0	0,95	1,07	0,535	0,50825	1	15,40	0,00211	4800	5,78	10,64	1,03	1,03	16,26	5,78	ok	10,64	ok	-4,85
15,5		8,57	0	0,95	1,11	2	17,86	16,97	1	8,57	0	0,95	1,11	1,645	1,56275	1	15,40	0,00155	4800	9,53	9,00	0,72	0,72	18,79	9,53	ok	9,00	ok	0,52
16,5		9,11	0	0,95	1,14	2	19,00	18,05	1	9,11	0	0,95	1,14	2,785	2,64575	1	15,40	0,0009	4800	13,73	6,97	0,78	0,78	21,01	13,73	ok	6,97	ok	6,76
17,5		13,33	0	0,95	1	2	20,00	19,00	1	13,33	0	0,95	1	3,785	3,59575	1	15,40	0,00042	4800	16,98	5,61	-6,66	0	30,45	16,98	ok	5,61	ok	11,37
18,5		18	0	0,95	1,14	2	21,14	20,08	1	18	0	0,95	1,14	4,925	4,69775	1	15,40	0,00002	4800	19,99	4,77	-14,86	0	40,93	19,99	ok	4,77	ok	15,21
19,5		20	0	0,95	1,2	2	22,34	21,22	1	20	0	0,95	1,2	6,125	5,81875	1	15,40	0,00086	4800	17,10	9,95	-17,66	0	46,13	17,10	ok	9,95	ok	7,15
20,5	20	0	0,95	1,2	2	23,54	22,36	1	20	0	0,95	1,2	7,325	6,95875	1	15,40	0,00176	4800	13,92	15,41	-16,46	0	47,33	13,92	ok	15,41	ok	-1,49	
21,5	20	0	0,95	1,2	2	24,74	23,50	1	20	0	0,95	1,2	8,525	8,08875	1	15,40	0,00254	4800	11,31	20,29	-15,26	0	48,53	11,31	ok	20,29	ok	-8,98	
22,5	18,67	0	0,95	1,16	2	25,90	24,61	1	18,67	0	0,95	1,16	9,685	9,20075	1	15,40	0,00321	4800	9,20	24,61	-11,44	0	47,03	9,20	ok	24,61	ok	-15,41	
23,5	17,67	0	0,95	1,13	2	27,03	25,68	1	17,67	0	0,95	1,13	10,815	10,2743	1	15,40	0,00353	4800	8,73	27,22	-8,31	0	46,16	8,73	ok	27,22	ok	-18,48	
24,5	17,33	0	0,95	1,12	2	28,15	26,74	1	17,33	0	0,95	1,12	11,935	11,3383	1	15,40	0,00345	4800	10,18	27,90	-6,51	0	46,60	10,18	ok	27,90	ok	-17,72	
25,5	10,67	0	0,95	0,92	2	29,07	27,62	1	10,67	0	0,95	0,92	12,855	12,2123	1	15,40	0,00315	4800	12,50	27,33	7,73	7,73	34,20	12,50	ok	27,33	ok	-14,84	
26,5	12,67	0	0,95	0,94	2	30,01	28,51	1	11,3	0	0,95	0,94	13,795	13,1053	1	15,40	0,00279	4800	15,12	26,50	7,41	7,41	36,40	15,12	ok	26,50	ok	-11,38	
27,5	12,67	0	0,95	0,98	2	30,99	29,44	1	12,67	0	0,95	0,98	14,775	14,0363	1	15,40	0,00221	4800	18,83	24,64	5,65	5,65	40,12	18,83	ok	24,64	ok	-5,81	
28,5	12,67	0	0,95	0,98	2	31,97	30,37	1	12,67	0	0,95	0,98	15,755	14,9673	1	15,40	0,00153	4800	23,03	22,31	6,63	6,63	41,10	23,03	ok	22,31	ok	0,72	
29,5	12,67	0	0,95	0,98	2	32,95	31,30	1	12,67	0	0,95	0,98	16,735	15,8983	1	15,40	0,00095	4800	26,74	20,46	7,61	7,61	42,08	26,74	ok	20,46	ok	6,28	
30,5	12,67	0	0,95	0,98	2	33,93	32,23	1	12,67	0	0,95	0,98	17,715	16,8293	1	15,40	0,00042	4800	30,22	18,85	8,59	8,59	43,06	30,22	ok	18,85	ok	11,37	
31,5	11,3	0	0,95	0,94	2	34,87	33,13	1	11,3	0	0,95	0,94	18,655	17,7723	1	15,40	0,00017	4800	32,31	18,54	12,27	12,27	41,26	32,31	ok	18,54	ok	13,77	
32,5	13,33	0	0,95	1	2	35,87	34,08	1	13,33	0	0,95	1	19,635	18,6733	1	15,40	0,0001	4800	33,60	19,15	9,21	9,21	46,32	33,60	ok	19,15	ok	14,44	
33,5	13,67	0	0,95	1,01	2	36,88	35,04	1	13,67	0	0,95	1,01	20,665	19,6318	1	15,40	0,00017	4800	34,22	20,45	9,54	9,54	48,01	34,22	ok	20,45	ok	13,77	
34,5	13,17	0	0,95	0,99	2	37,87	35,98	1	13,17	0	0,95	0,99	21,655	20,5723	1	15,40	0,0001	4800	35,50	21,05	11,53	11,53	48,00	35,50	ok	21,05	ok	14,44	
35,5	12	0	0,95	0,96	2	38,83	36,89	1	12	0	0,95	0,96	22,615	21,4843	1	15,40		4800	36,89		14,83	14,83	46,62	36,89	ok		ok		



Penjelasan Tabel 5.34. :

Kedalaman 0,5 m

$X_o = 0,00013$  m (didapat dari Tabel 5.33)

$K_s = 4100$  t/m<sup>3</sup>

$\sigma_v' = 2,39$  t/m<sup>2</sup>

$K_o = 0,95$

$X_o =$  Defleksi awal dinding yang didapatkan dari analisa program bantu

Nilai  $X_o$  (-) negatif bila dinding terdorong menjauhi tanah, sedangkan (+) bila dinding mendorong mendekati tanah.

$P'_{hi}$  Aktif = (  $\sigma_v' \times K_o$  ) + (  $K_s \times X_o$  )

$P'_{hi}$  Aktif = (  $2,39 \times 0,95$  ) + (  $4100 \times (-0,00013)$  )

$P'_{hi}$  Aktif =  $1,74$  t/m<sup>2</sup>

$P'_{hi}$  Pasif = 0 (Karena adanya proses penggalian tanah)

$\sigma_h \text{ min} = K_a \times \sigma_v' - 2C \sqrt{K_a}$

$\sigma_h \text{ min} = 1 \times 2,39 - 2 \times 3 \times \sqrt{1}$

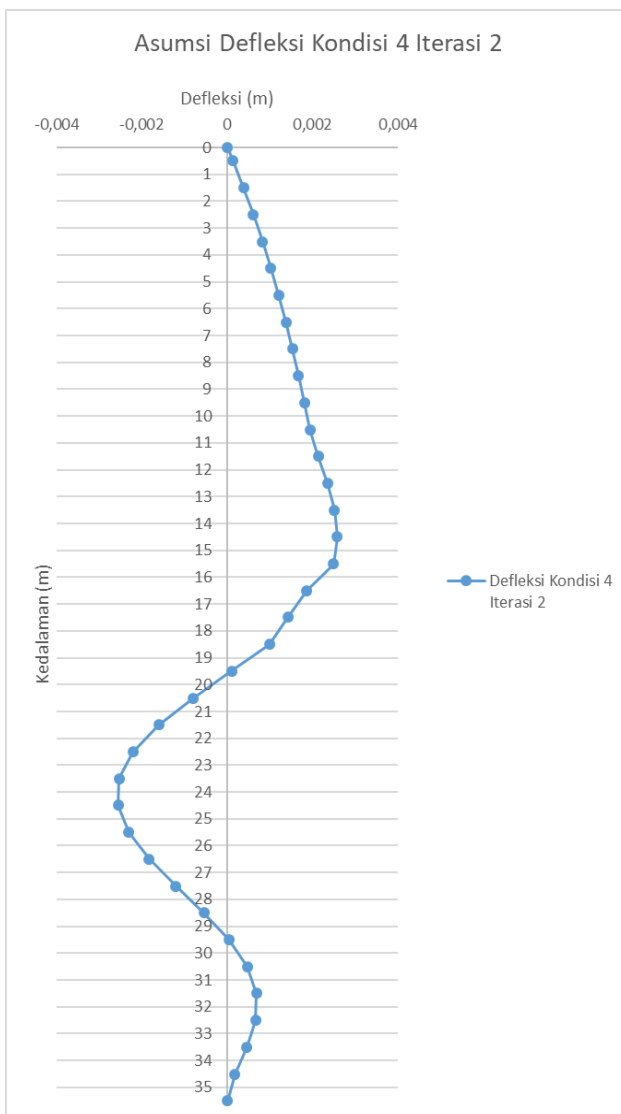
$\sigma_h \text{ min} = -3,61$  t/m<sup>2</sup>

$\sigma_h \text{ max} = K_a \times \sigma_v' + 2C \sqrt{K_p}$

$\sigma_h \text{ max} = 0$  (Karena adanya proses penggalian tanah)

Tabel 5.35. Nilai Defleksi Dinding Akibat Tekanan Tanah Lateral Kondisi 4 Iterasi 2

Kedalaman (m)	Defleksi (m)	Defleksi Ijin (m)	$\delta < \delta$ ijin
0	0	0,075	ok
0,5	0,00013		ok
1,5	0,00038		ok
2,5	0,00061		ok
3,5	0,00082		ok
4,5	0,00102		ok
5,5	0,0012		ok
6,5	0,00137		ok
7,5	0,00152		ok
8,5	0,00166		ok
9,5	0,00180		ok
10,5	0,00194		ok
11,5	0,00213		ok
12,5	0,00235		ok
13,5	0,00251		ok
14,5	0,00257		ok
15,5	0,00249		ok
16,5	0,00186		ok
17,5	0,00142		ok
18,5	0,00098		ok
19,5	0,0001		ok
20,5	-0,0008		ok
21,5	-0,00161		ok
22,5	-0,00221		ok
23,5	-0,00253		ok
24,5	-0,00256		ok
25,5	-0,00231		ok
26,5	-0,00183		ok
27,5	-0,00121		ok
28,5	-0,00055		ok
29,5	0,00004		ok
30,5	0,00047		ok
31,5	0,00068		ok
32,5	0,00066		ok
33,5	0,00046		ok
34,5	0,00018	ok	
35,5	0	ok	



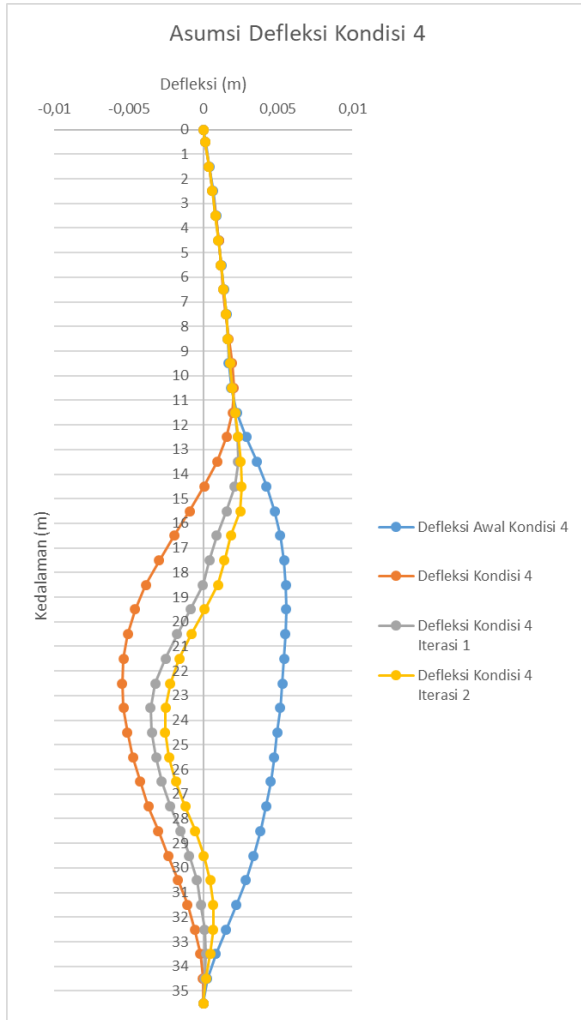
Gambar 5.27. Defleksi Dinding Pada Kondisi 4 Iterasi 2

Dari 2 kali iterasi didapatkan selisih defleksi yang dapat dilihat pada tabel 5.36.

Tabel 5.36. Selisih Defleksi Iterasi

Kedalaman	Iterasi 1 $\delta$ Akhir	Iterasi 2 $\delta$ Akhir	Selisih $\delta$
(m)	(m)	(m)	(m)
0	0	0	0
0,5	0,00013	0,00013	0
1,5	0,00038	0,00038	0
2,5	0,00061	0,00061	0
3,5	0,00082	0,00082	0
4,5	0,00102	0,00102	0
5,5	0,0012	0,0012	0
6,5	0,00137	0,00137	0
7,5	0,00152	0,00152	0
8,5	0,00166	0,00166	0
9,5	0,0018	0,0018	0
10,5	0,00194	0,00194	0
11,5	0,00213	0,00213	0
12,5	0,00232	0,00235	3E-05
13,5	0,00235	0,00251	0,00016
14,5	0,00211	0,00257	0,00046
15,5	0,00155	0,00249	0,00094
16,5	0,0009	0,00186	0,00096
17,5	0,00042	0,00142	0,001
18,5	-0,00002	0,00098	0,001
19,5	-0,00086	0,0001	0,00096
20,5	-0,00176	-0,0008	0,00096
21,5	-0,00254	-0,00161	0,00093
22,5	-0,00321	-0,00221	0,001
23,5	-0,00353	-0,00253	0,001
24,5	-0,00345	-0,00256	0,00089
25,5	-0,00315	-0,00231	0,00084
26,5	-0,00279	-0,00183	0,00096
27,5	-0,00221	-0,00121	0,001
28,5	-0,00153	-0,00055	0,00098
29,5	-0,00095	0,00004	0,00099
30,5	-0,00042	0,00047	0,00089
31,5	-0,00017	0,00068	0,00085
32,5	0,0001	0,00066	0,00056
33,5	0,00017	0,00046	0,00029
34,5	0,0001	0,00018	0,00008
35,5	0	0	0

Hasil dari analisa gaya aktif dan pasif yang telah dilakukan sebelumnya disatukan menjadi 1 grafik yang dapat dilihat pada Gambar 5.28.



Gambar 5.28. Grafik Defleksi Kondisi 4

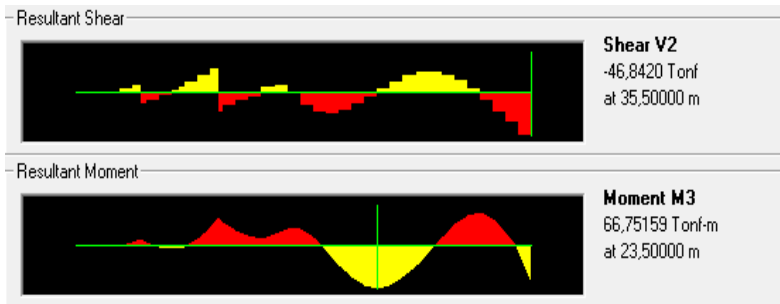
Dari hasil diatas didapat selisih defleksi antara iterasi 1 dengan iterasi 2 telah memenuhi syarat yaitu  $<0,001$  yang dapat dilihat pada Tabel 5.36., sehingga perhitungan untuk kondisi 4 sudah selesai.

### Penulangan Diafragma Wall

Data perencanaan

Diameter tulangan utama = D22

Momen dan gaya geser maksimum dapat dilihat pada Gambar 5.29. dibawah ini



Gambar 5.29. Momen dan Gaya Geser Maksimum Pada Dinding Diafragma

$$M_u = 66,75 \text{ Ton.m}$$

$$V_u = 46,84 \text{ Ton}$$

$$f_c' = 30 \text{ Mpa}$$

$$d = b_w - s_b - d \text{ tulangan}$$

$$= 1000 - 75 - 22$$

$$= 903 \text{ mm}$$

### Pemeriksaan Terhadap Geser

$$\phi V_c = \phi \cdot (0,17 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d)$$

$$\phi V_c = 0,75 \times (0,17 \times 1 \times \sqrt{30} \times 1000 \times 903)$$

$$\phi V_c = 630606,67 \text{ N} = 63,06 \text{ Ton} > V_u = 46,84 \text{ Ton}$$

Tidak memerlukan tulangan geser

Penulangan Utama (Vertikal)

$$M_u = 66,75 \text{ Ton.m} = 667,5 \text{ kN.m}$$

Direncanakan jarak antar tulangan = 120 mm

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

$$= \frac{(667,5 \times 10^6)}{0,9 \times 1000 \times 903^2} = 0,91 \text{ Mpa}$$

$$\rho_{perlu} = \frac{0,85 \cdot f_c'}{f_y} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot R_n}{0,85 \cdot f_c'}} \right)$$

$$\rho_{perlu} = \frac{0,85 \times 30}{400} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0,91}{0,85 \times 30}} \right) = 0,0023$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$\rho_{perlu} < \rho_{min}$  , digunakan  $\rho_{min}$

$$A_{S_{perlu}} = \rho \times b \times d = 0,0035 \times 1000 \times 903 = 3160,5 \text{ mm}^2$$

$$A_{S_{pakai}} = 3167,77 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{380,13 \times 1000}{3167,77} = 120 \text{ mm}$$

Jadi digunakan D22-120 untuk tulangan utama dinding diafragma.

#### Penulangan Horizontal

Berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 14.3.3, rasio tulangan minimum pada arah horisontal di dinding adalah 0,0025. Tulangan yang digunakan pada arah horisontal adalah D16 ( $A_s = 201,143 \text{ mm}^2$ ).

$$\rho_{pakai} = 0,0025$$

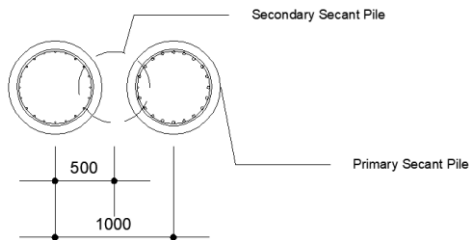
$$A_s = \rho \times b \times d = 0,0025 \times 1000 \times 703 = 1757,5 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{A_s \times b}{A_{s \text{ pakai}}} = \frac{201,06 \times 1000}{1757,5} = 114,4 \text{ mm}$$

Jadi digunakan tulangan D16-100 untuk tulangan horizontal.

#### 5.1.3. Perencanaan *Secant Pile*

Pada perencanaan *secant pile* ini direncanakan dengan diameter 800 mm, menggunakan mutu beton 30 Mpa dan kedalaman penanaman rencana sedalam 35,5 m dengan sketsa tampak atas yang dapat dilihat pada Gambar 5.30.



Gambar 5.30. Sketsa Tampak Atas *Secant Pile*



Langkah pengerjaan untuk mencari tegangan arah horizontal tiap titik dibagian luar dari dinding sebagai berikut :

- a. Kondisi 1 : kondisi galian mencapai kedalaman 5,1 m dan pada elevasi 0 m diberi penyangga berupa pelat lantai.
- b. Kondisi 2 : kondisi galian mencapai kedalaman 8,1 m dan pada elevasi 0 m dan 5,1 m diberi penyangga berupa pelat lantai.
- c. Kondisi 3 : kondisi galian mencapai kedalaman 11,1 m dan pada elevasi 0 m, 5,1 m dan 8,1 m diberi penyangga berupa pelat lantai.
- d. Kondisi 4 : kondisi galian mencapai kedalaman 14,1 m dan pada elevasi 0 m, 5,1 m, 8,1 m dan 11,1 m diberi penyangga berupa pelat lantai.

langkah – langkah pengerjaannya sebagai berikut :

- a. Membagi dinding diafragma menjadi segmen –segmen setinggi 1m.
- b. Menghitung tegangan arah horizontal di tiap titik pada kondisi at rest.
- c. Masukkan tebal dan kedalam yang diasumsikan ke dalam program bantu SAP2000.
- d. Masukkan spring dengan koefisien spring
- e. Menghitung resultan gaya – gaya arah horizontal akibat tegangan air.
- f. Asumsi defleksi awal didapatkan dengan memasukkan tegangan arah horizontal di tiap titik pada kondisi at rest kedalam program bantu SAP2000.
- g. Menghitung tegangan arah horizontal di tiap titik pada kondisi aktif pada bagian dimana dinding bergerak menjauhi arah tanah.
- h. Menghitung tegangan arah horizontal di tiap titik pada kondisi pasif pada bagian dimana dinding bergerak mendorong ke arah tanah.

- i. Menghitung tegangan arah horizontal di tiap titik berdasarkan asumsi defleksi.
- j. Masukkan batasan tegangan arah horizontal tiap titik yaitu  $\sigma_h$  min untuk tegangan aktif,  $\sigma_h$  max untuk tegangan pasif.
- k. Apabila didapatkan gaya P'hi aktif  $< \sigma_h$  min, maka gaya P'o diganti dengan  $\sigma_h$  min dan spring dinonaktifkan.
- l. Apabila didapatkan gaya P'hi pasif  $> \sigma_h$  max, maka gaya P'o diganti dengan  $\sigma_h$  max dan spring dinonaktifkan.
- m. Lakukan analisa ulang dan didapatkan kembali defleksi sesuai dengan gaya aktif atau pasif di titik-titik tersebut.. Setelah didapat defleksi yang terjadi dari gaya-gaya aktif dan pasif, bandingkan dengan defleksi ijin yang boleh terjadi pada dinding tersebut yang rumusnya adalah :

$$\delta_{all} = \frac{l}{360}$$

- n. Lakukan iterasi dengan memasukan defleksi yang didapat sebelumnya sehingga didapat gaya aktif atau pasif baru kedalam SAP2000, untuk mendapatkan nilai defleksi yang baru. Iterasi ini dilakukan terus sampai selisih defleksi yang baru dengan defleksi sebelumnya adalah 0,001.
- o. Didapatkan momen yang bekerja di tiap titik pada program bantu SAP2000.

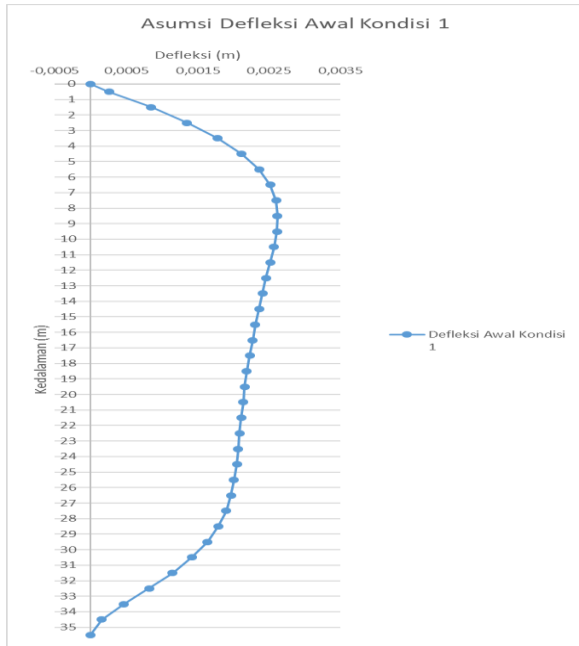
Karena cara pengerjaannya sama dengan *diaphragm wall* ,maka pada penjelasan perencanaan *secant pile* ini hanya akan ditampilkan nilai defleksi pada tiap kondisi sampai iterasi terakhir dan grafik defleksi tiap kondisi sampai iterasi terakhir.

## Kondisi 1

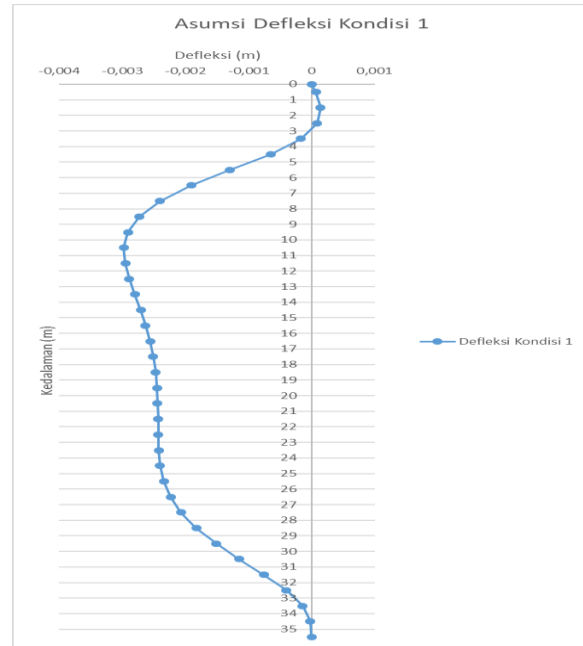
Berikut di tampilkan nilai defleksi yang terjadi pada dinding penahan pada kondisi 1 dimana galian dilakukan sampai kedalaman -5,1 m dan pada elevasi 0,00 m sudah diberi *strut* berupa plat lantai yang dapat dilihat pada Tabel 5.37. dan grafik nya dapat dilihat pada Gambar 5.31. sampai dengan Gambar 5.34.

Tabel 5.37 Nilai Defleksi Secant Pile Pada Kondisi 1

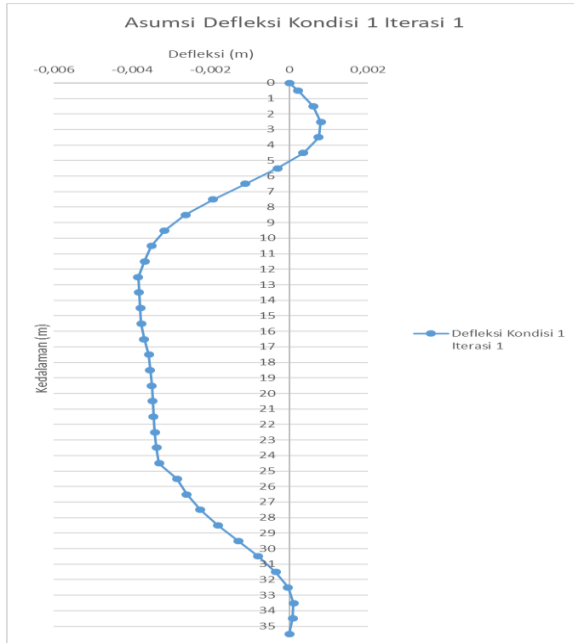
Kedalaman (m)	Defleksi At Rest (m)	Defleksi Iterasi 0 (m)	Defleksi Iterasi 1 (m)	Defleksi Iterasi 2 (m)	Selisih $\delta$ $\delta(n) - \delta(n-1)$ (m)	$\delta$ tjin (m)	Ket
0	0	0	0	0	0		ok
0,5	0,00026	0,00007	0,00022	0,0002	-0,00002		ok
1,5	0,00085	0,00014	0,0006	0,00057	-0,00003		ok
2,5	0,00135	0,00009	0,0008	0,00085	5E-05		ok
3,5	0,00178	-0,00017	0,00074	0,00097	0,00023		ok
4,5	0,00212	-0,00065	0,00035	0,00084	0,00049		ok
5,5	0,00236	-0,00129	-0,00031	0,00038	0,00069		ok
6,5	0,00252	-0,00191	-0,00112	-0,00041	0,00071		ok
7,5	0,0026	-0,0024	-0,00194	-0,00141	0,00053		ok
8,5	0,00262	-0,00273	-0,00265	-0,00245	0,0002		ok
9,5	0,00261	-0,00291	-0,00318	-0,00338	-0,0002		ok
10,5	0,00257	-0,00298	-0,00352	-0,00408	-0,00056		ok
11,5	0,00252	-0,00295	-0,00369	-0,00452	-0,00083		ok
12,5	0,00246	-0,00289	-0,00385	-0,00471	-0,00086		ok
13,5	0,00241	-0,0028	-0,00383	-0,00479	-0,00096		ok
14,5	0,00236	-0,00271	-0,0038	-0,00476	-0,00096		ok
15,5	0,00231	-0,00263	-0,00378	-0,00468	-0,0009		ok
16,5	0,00227	-0,00256	-0,0037	-0,00459	-0,00089		ok
17,5	0,00223	-0,00251	-0,00358	-0,00451	-0,00093	0,075	ok
18,5	0,00219	-0,00247	-0,00355	-0,00445	-0,0009		ok
19,5	0,00216	-0,00245	-0,0035	-0,00442	-0,00092		ok
20,5	0,00214	-0,00244	-0,00348	-0,00442	-0,00094		ok
21,5	0,00211	-0,00243	-0,00346	-0,00443	-0,00097		ok
22,5	0,00209	-0,00243	-0,00343	-0,00441	-0,00098		ok
23,5	0,00207	-0,00242	-0,00339	-0,00431	-0,00092		ok
24,5	0,00205	-0,0024	-0,00332	-0,0041	-0,00078		ok
25,5	0,00201	-0,00234	-0,00287	-0,00375	-0,00088		ok
26,5	0,00197	-0,00223	-0,00262	-0,00324	-0,00062		ok
27,5	0,0019	-0,00207	-0,00227	-0,00259	-0,00032		ok
28,5	0,00179	-0,00183	-0,00182	-0,00185	-3E-05		ok
29,5	0,00164	-0,00151	-0,00131	-0,0011	0,00021		ok
30,5	0,00142	-0,00115	-0,0008	-0,00043	0,00037		ok
31,5	0,00115	-0,00076	-0,00035	0,00006	0,00041		ok
32,5	0,00082	-0,0004	-0,00004	0,0003	0,00034		ok
33,5	0,00047	-0,00014	0,0001	0,00029	0,00019		ok
34,5	0,00016	-0,00002	0,00008	0,00013	0,00005		ok
35,5	0	0	0	0	0		ok



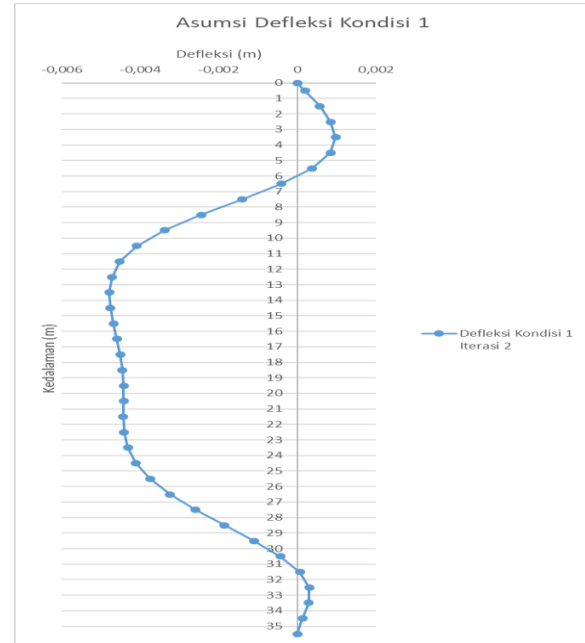
Gambar 5.31. Asumsi Defleksi Awal Kondisi 1 Secant Pile



Gambar 5.32. Defleksi Kondisi 1 Secant Pile

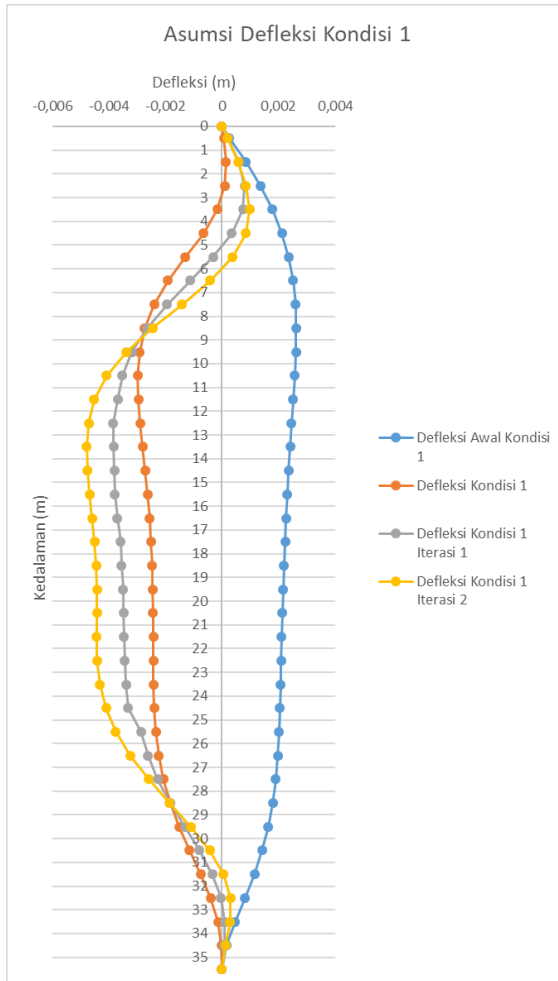


Gambar 5.33. Defleksi Akhir Kondisi 1 Iterasi 1  
Secant Pile



Gambar 5.34. Defleksi Akhir Kondisi 1 Iterasi 2  
Secant Pile

Hasil dari analisa gaya aktif dan pasif yang telah dilakukan sebelumnya disatukan menjadi 1 grafik yang dapat dilihat pada Gambar 5.35.



Gambar 5.35. Grafik Defleksi Kondisi 1 Secant Pile

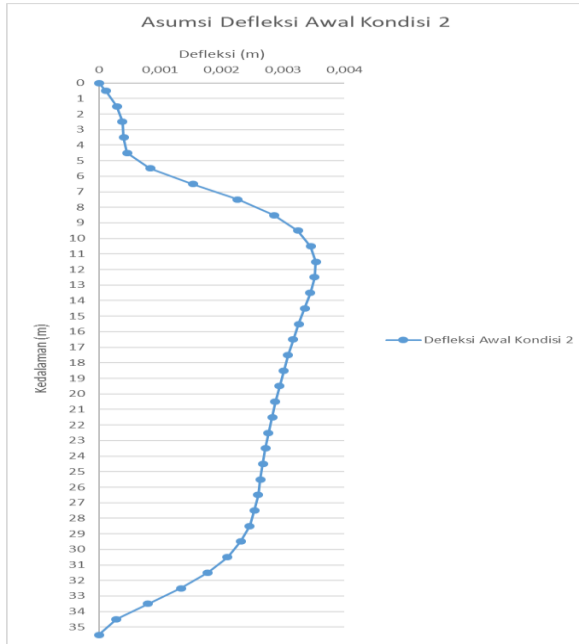
Dari hasil diatas didapat selisih defleksi antara iterasi 1 dengan iterasi 2 telah memenuhi syarat yaitu  $<0,001$  yang dapat dilihat pada Tabel 5.37., sehingga perhitungan dapat dilanjutkan ke kondisi 2.

## Kondisi 2

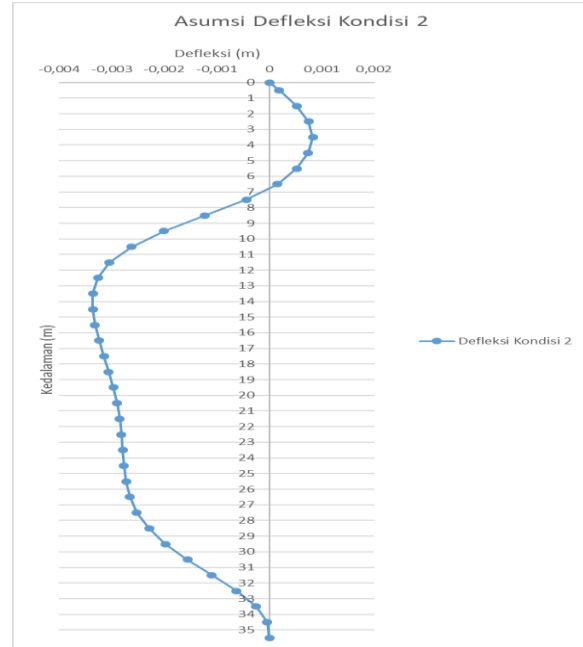
Berikut di tampilkan nilai defleksi yang terjadi pada dinding penahan pada kondisi 2 dimana galian dilakukan sampai kedalaman -8,1 m dan pada elevasi 0,00 m dan 5,10 m sudah diberi *strut* berupa plat lantai yang dapat dilihat pada Tabel 5.38. Dan grafik nya dapat dilihat pada Gambar 5.36. sampai dengan Gambar 5.39.

Tabel 5.38. Nilai Defleksi Secant Pile Pada Kondisi 2

Kedalaman (m)	Defleksi At Rest (m)	Defleksi Iterasi 0 (m)	Defleksi Iterasi 1 (m)	Defleksi Iterasi 2 (m)	Selisih $\delta$ $\delta(n) - \delta(n-1)$	$\delta$ Ijin (m)	Ket
0	0	0	0	0	0		ok
0,5	0,00011	0,00019	0,00009	0,0001	0,00001		ok
1,5	0,00029	0,00052	0,00024	0,00026	0,00002		ok
2,5	0,00038	0,00075	0,00036	0,00037	1E-05		ok
3,5	0,0004	0,00083	0,00045	0,00042	-0,00003		ok
4,5	0,00046	0,00074	0,00053	0,0005	-0,00003		ok
5,5	0,00083	0,00052	0,00071	0,00077	6E-05		ok
6,5	0,00153	0,00016	0,0009	0,00123	0,00033		ok
7,5	0,00226	-0,00044	0,00083	0,00161	0,00078		ok
8,5	0,00285	-0,00122	0,00074	0,00165	0,00091		ok
9,5	0,00324	-0,002	0,00045	0,00141	0,00096		ok
10,5	0,00345	-0,00262	-0,00025	0,00074	0,00099		ok
11,5	0,00353	-0,00304	-0,00114	-0,00017	0,00097		ok
12,5	0,00351	-0,00326	-0,00204	-0,00114	0,0009		ok
13,5	0,00344	-0,00336	-0,00285	-0,00202	0,00083		ok
14,5	0,00335	-0,00336	-0,00328	-0,00272	0,00056		ok
15,5	0,00325	-0,00332	-0,00339	-0,00321	0,00018		ok
16,5	0,00316	-0,00324	-0,00339	-0,0035	-0,00011		ok
17,5	0,00308	-0,00315	-0,00333	-0,00362	-0,00029	0,075	ok
18,5	0,00301	-0,00306	-0,00323	-0,00362	-0,00039		ok
19,5	0,00294	-0,00297	-0,00314	-0,00357	-0,00043		ok
20,5	0,00287	-0,0029	-0,00306	-0,0035	-0,00044		ok
21,5	0,00282	-0,00285	-0,00301	-0,00342	-0,00041		ok
22,5	0,00276	-0,00282	-0,00298	-0,00333	-0,00035		ok
23,5	0,00271	-0,00279	-0,00295	-0,0032	-0,00025		ok
24,5	0,00267	-0,00277	-0,00289	-0,003	-0,00011		ok
25,5	0,00263	-0,00273	-0,00278	-0,00268	1E-04		ok
26,5	0,00259	-0,00265	-0,00258	-0,00223	0,00035		ok
27,5	0,00253	-0,00252	-0,00227	-0,00165	0,00062		ok
28,5	0,00245	-0,00229	-0,00184	-0,00098	0,00086		ok
29,5	0,00231	-0,00198	-0,00128	-0,0003	0,00098		ok
30,5	0,00209	-0,00156	-0,0007	0,00028	0,00098		ok
31,5	0,00177	-0,00109	-0,0003	0,00065	0,00095		ok
32,5	0,00133	-0,00062	0,00005	0,00073	0,00068		ok
33,5	0,0008	-0,00025	0,00017	0,00054	0,00037		ok
34,5	0,00028	-0,00004	0,00011	0,00022	0,00011		ok
35,5	0	0	0	0	0		ok

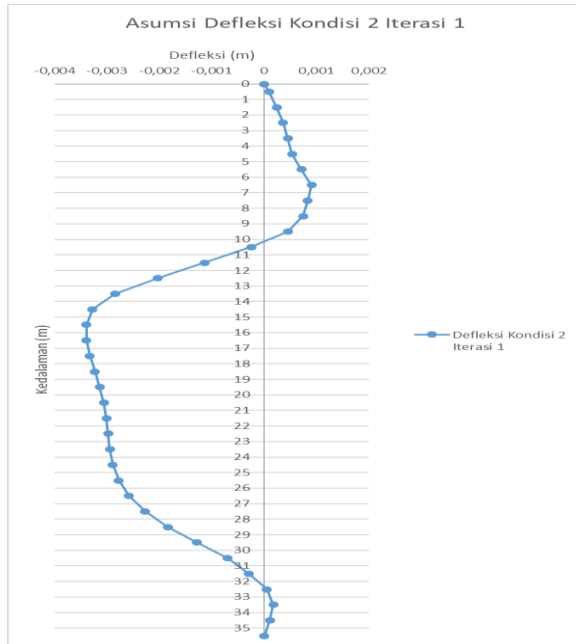


Gambar 5.36. Asumsi Defleksi Awal Kondisi 2  
Secant Pile

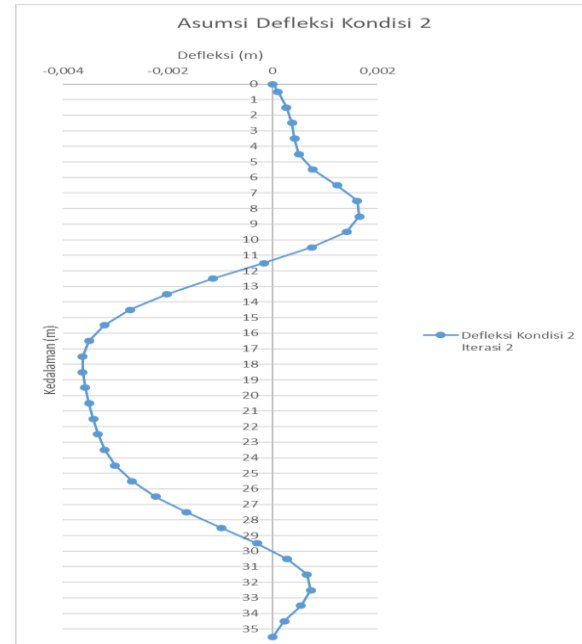


Gambar 5.37. Defleksi Kondisi 2  
Secant Pile



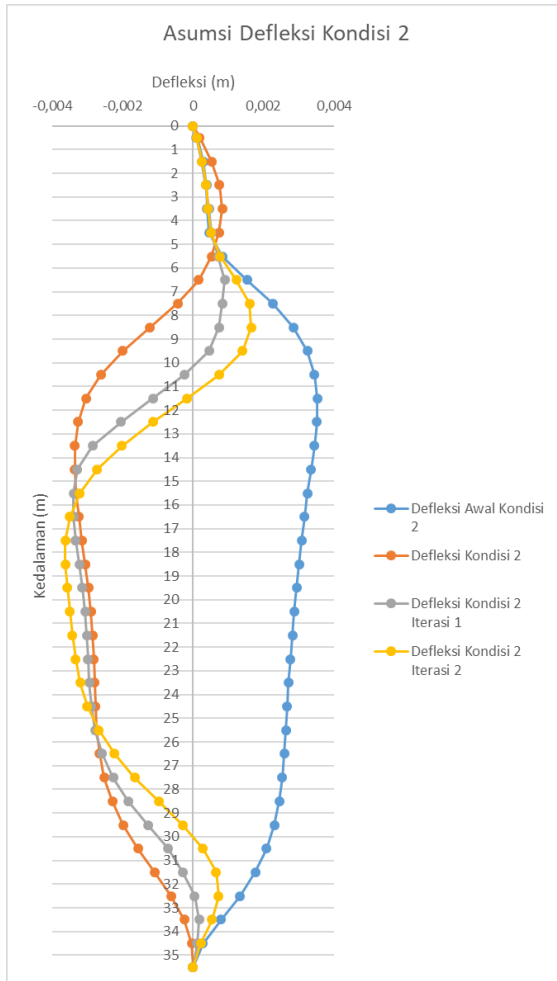


Gambar 5.38. Defleksi Kondisi 2 Iterasi 1  
Secant Pile



Gambar 5.39. Defleksi Kondisi 2 Iterasi 2  
Secant Pile

Hasil dari analisa gaya aktif dan pasif yang telah dilakukan sebelumnya disatukan menjadi 1 grafik yang dapat dilihat pada Gambar 5.40.



Gambar 5.40. Grafik Defleksi Kondisi 2 Secant Pile

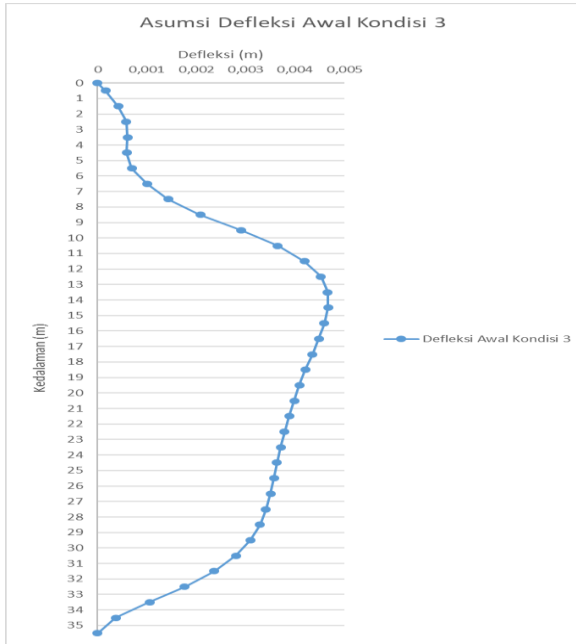
Dari hasil diatas didapat selisih defleksi antara iterasi 1 dengan iterasi 2 telah memenuhi syarat yaitu  $<0,001$  yang dapat dilihat pada Tabel 5.38., sehingga perhitungan dapat dilanjutkan ke kondisi 3.

### Kondisi 3

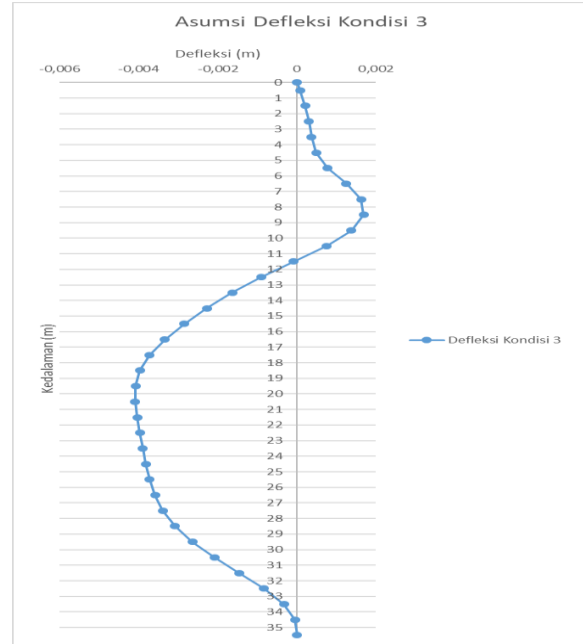
Berikut di tampilkan nilai defleksi yang terjadi pada dinding penahan pada kondisi 3 dimana galian dilakukan sampai kedalaman -11,1 m dan pada elevasi 0,00 m , 5,10 m dan 8,1 m sudah diberi *strut* berupa plat lantai yang dapat dilihat pada Tabel 5.39 Dan grafik nya dapat dilihat pada Gambar 5.41. sampai dengan Gambar 5.44.

Tabel 5.39. Nilai Defleksi Secant Pile Pada Kondisi 3

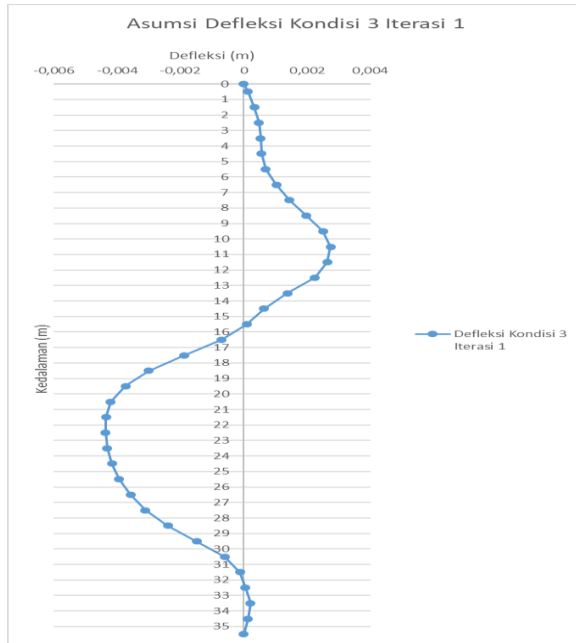
Kedalaman (m)	Defleksi At Rest (m)	Defleksi Iterasi 0 (m)	Defleksi Iterasi 1 (m)	Defleksi Iterasi 2 (m)	Selisih $\delta$ $\delta(n) - \delta(n-1)$ (m)	$\delta$ Ijin (m)	Ket
0	0	0	0	0	0		ok
0,5	0,00016	0,00008	0,00013	0,0001	-0,00003		ok
1,5	0,00042	0,00021	0,00034	0,00025	-0,00009		ok
2,5	0,00058	0,0003	0,00048	0,00036	-0,00012		ok
3,5	0,00061	0,00037	0,00053	0,00043	-0,0001		ok
4,5	0,00059	0,00048	0,00056	0,0005	-6E-05		ok
5,5	0,00069	0,00077	0,0007	0,00075	0,00005		ok
6,5	0,001	0,00125	0,00103	0,00117	0,00014		ok
7,5	0,00143	0,00162	0,00145	0,00156	0,00011		ok
8,5	0,00208	0,00168	0,00198	0,00178	-0,0002		ok
9,5	0,0029	0,00137	0,0025	0,00181	-0,00069		ok
10,5	0,00365	0,00075	0,00275	0,00175	-0,001		ok
11,5	0,00419	-0,00008	0,00264	0,00167	-0,00097		ok
12,5	0,00452	-0,00091	0,00225	0,0017	-0,00055		ok
13,5	0,00466	-0,00164	0,00138	0,00176	0,00038		ok
14,5	0,00467	-0,00228	0,00065	0,00162	0,00097		ok
15,5	0,00459	-0,00285	0,0001	0,0011	0,001		ok
16,5	0,00448	-0,00334	-0,0007	0,0002	0,0009	0,075	ok
17,5	0,00435	-0,00373	-0,00187	-0,00094	0,00093		ok
18,5	0,00421	-0,00397	-0,003	-0,00212	0,00088		ok
19,5	0,00409	-0,00408	-0,00373	-0,00319	0,00054		ok
20,5	0,00398	-0,00409	-0,00421	-0,00403	0,00018		ok
21,5	0,00388	-0,00404	-0,00435	-0,0046	-0,00025		ok
22,5	0,00379	-0,00397	-0,00437	-0,00489	-0,00052		ok
23,5	0,00371	-0,0039	-0,00431	-0,0049	-0,00059		ok
24,5	0,00363	-0,00382	-0,00416	-0,00463	-0,00047		ok
25,5	0,00357	-0,00373	-0,00393	-0,00412	-0,00019		ok
26,5	0,0035	-0,00359	-0,00358	-0,00339	0,00019		ok
27,5	0,00341	-0,00339	-0,0031	-0,00247	0,00063		ok
28,5	0,00329	-0,00308	-0,0024	-0,00146	0,00094		ok
29,5	0,00309	-0,00264	-0,00148	-0,00048	0,001		ok
30,5	0,0028	-0,00209	-0,0006	0,00035	0,00095		ok
31,5	0,00236	-0,00146	-0,00012	0,00086	0,00098		ok
32,5	0,00176	-0,00083	0,00006	0,00098	0,00092		ok
33,5	0,00105	-0,00033	0,00022	0,00073	0,00051		ok
34,5	0,00037	-0,00005	0,00014	0,00029	0,00015		ok
35,5	0	0	0	0	0		ok



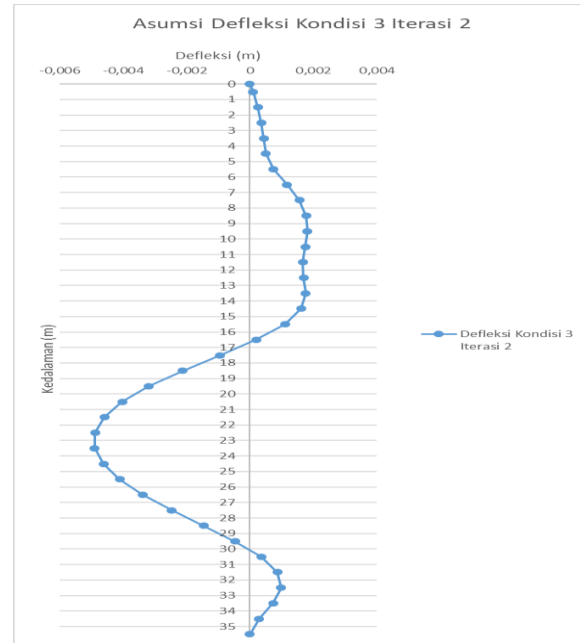
Gambar 5.41. Asumsi Defleksi Awal Kondisi 3  
Secant Pile



Gambar 5.42. Defleksi Kondisi 3  
Secant Pile

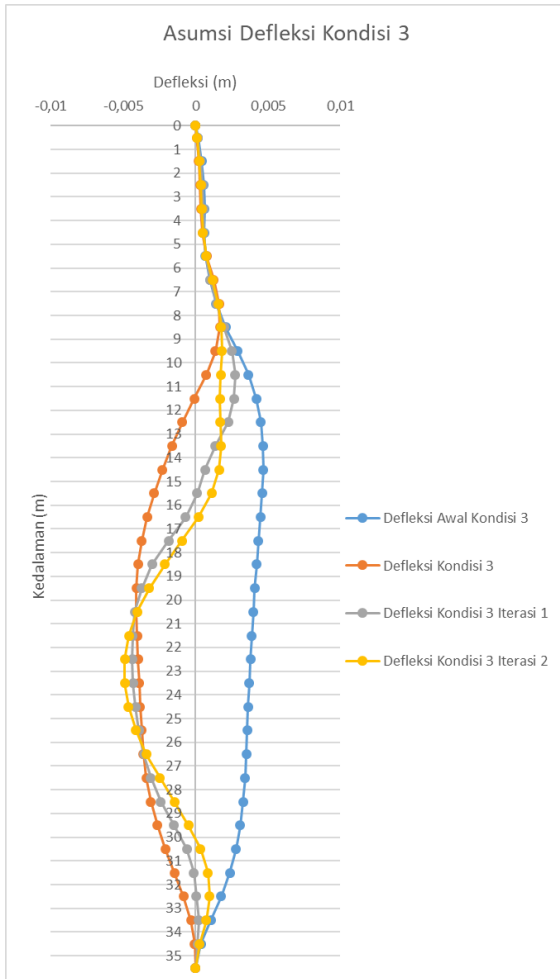


Gambar 5.43. Defleksi Kondisi 3 Iterasi 1  
Secant Pile



Gambar 5.44. Defleksi Kondisi 3 Iterasi 2  
Secant Pile

Hasil dari analisa gaya aktif dan pasif yang telah dilakukan sebelumnya disatukan menjadi 1 grafik yang dapat dilihat pada Gambar 5.45.



Gambar 5.45. Grafik Defleksi Kondisi 3 Secant Pile

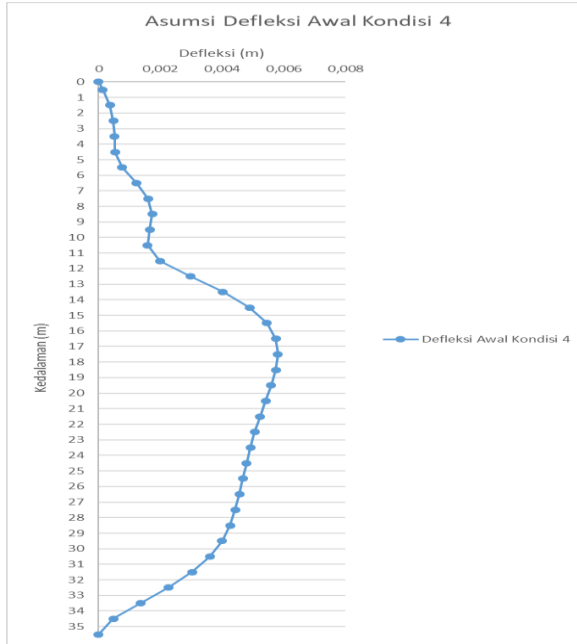
Dari hasil diatas didapat selisih defleksi antara iterasi 1 dengan iterasi 2 telah memenuhi syarat yaitu  $<0,001$  yang dapat dilihat pada Tabel 5.39., sehingga perhitungan dapat dilanjutkan ke kondisi 4.

#### Kondisi 4

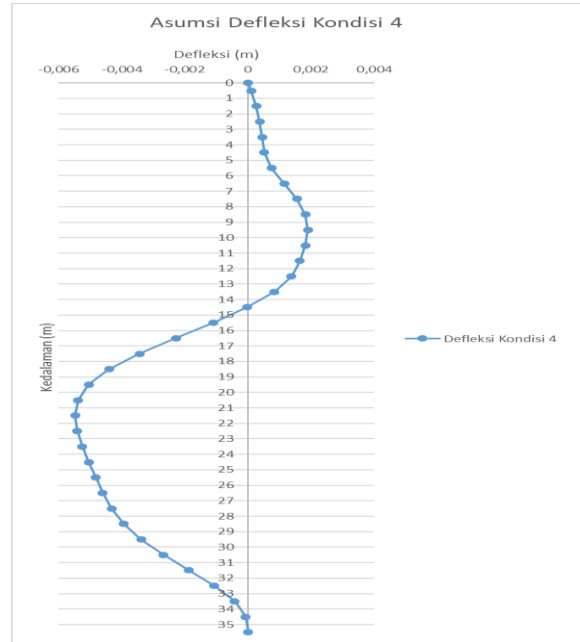
Berikut di tampilkan nilai defleksi yang terjadi pada dinding penahan pada kondisi 4 dimana galian dilakukan sampai kedalaman -14,1 m dan pada elevasi 0,00 m , 5,10 m, 8,1 m dan 11,1 m sudah diberi *strut* berupa plat lantai yang dapat dilihat pada Tabel 5.40. Dan grafik nya dapat dilihat pada gambar 5.46. sampai dengan Gambar 5.49.

Tabel 5.40. Nilai Defleksi Secant Pile Pada Kondisi 4

Kedalaman (m)	Defleksi At Rest (m)	Defleksi Iterasi 0 (m)	Defleksi Iterasi 1 (m)	Defleksi Iterasi 2 (m)	Selisih $\delta$ $\delta(n) - \delta(n-1)$ (m)	$\delta$ Ijin (m)	Ket
0	0	0	0	0	0		ok
0,5	0,00013	0,0001	0,0001	0,0001	0		ok
1,5	0,00036	0,00026	0,00027	0,00028	1E-05		ok
2,5	0,00048	0,00037	0,00038	0,00039	1E-05		ok
3,5	0,00051	0,00044	0,00044	0,00045	1E-05		ok
4,5	0,00053	0,00051	0,00051	0,00051	0		ok
5,5	0,00076	0,00074	0,00075	0,00074	-0,00001		ok
6,5	0,00123	0,00114	0,0012	0,00116	-4E-05		ok
7,5	0,0016	0,00154	0,00158	0,00156	-2E-05		ok
8,5	0,00174	0,00181	0,00172	0,00177	5E-05		ok
9,5	0,00166	0,00189	0,00165	0,00179	0,00014		ok
10,5	0,00158	0,00181	0,0016	0,00172	0,00012		ok
11,5	0,00198	0,00164	0,0019	0,00175	-0,00015		ok
12,5	0,00298	0,00137	0,00255	0,00193	-0,00062		ok
13,5	0,00403	0,00083	0,00301	0,00211	-0,0009		ok
14,5	0,00489	-0,00004	0,00296	0,0022	-0,00076		ok
15,5	0,00545	-0,00111	0,00224	0,00222	-2E-05		ok
16,5	0,00574	-0,00228	0,00144	0,00198	0,00054		ok
17,5	0,00581	-0,00343	0,00035	0,00127	0,00092	0,075	ok
18,5	0,00574	-0,0044	-0,00044	0,00003	0,00047		ok
19,5	0,00559	-0,00505	-0,00216	-0,00154	0,00062		ok
20,5	0,00541	-0,00538	-0,00412	-0,00313	0,00099		ok
21,5	0,00523	-0,00547	-0,00539	-0,00447	0,00092		ok
22,5	0,00506	-0,0054	-0,00569	-0,00535	0,00034		ok
23,5	0,00492	-0,00524	-0,00568	-0,00571	-3E-05		ok
24,5	0,00479	-0,00504	-0,00544	-0,00554	-1E-04		ok
25,5	0,00467	-0,00482	-0,00503	-0,00494	9E-05		ok
26,5	0,00456	-0,0046	-0,00451	-0,00403	0,00048		ok
27,5	0,00443	-0,00432	-0,00386	-0,0029	0,00096		ok
28,5	0,00426	-0,00393	-0,00261	-0,00164	0,00097		ok
29,5	0,004	-0,00338	-0,00141	-0,00043	0,00098		ok
30,5	0,0036	-0,00267	-0,0004	0,00057	0,00097		ok
31,5	0,00303	-0,00187	0,00019	0,00118	0,00099		ok
32,5	0,00226	-0,00107	0,00065	0,00129	0,00064		ok
33,5	0,00135	-0,00043	0,00045	0,00095	0,0005		ok
34,5	0,00047	-0,00007	0,00018	0,00038	0,0002		ok
35,5	0	0	0	0	0		ok

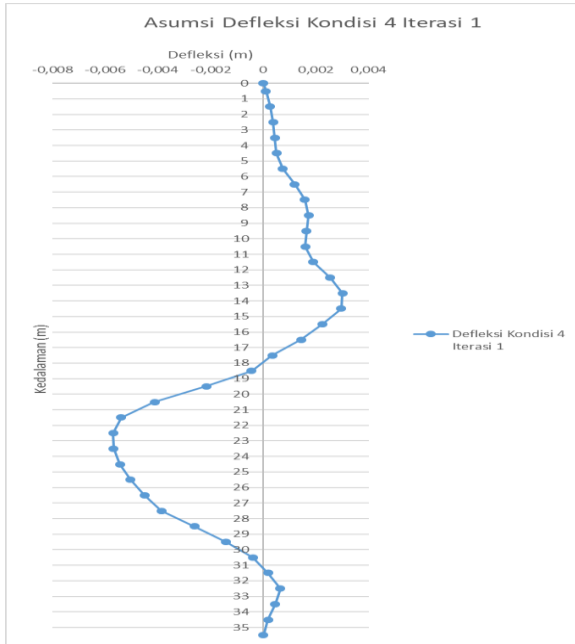


Gambar 5.46. Asumsi Defleksi Awal Kondisi 4  
Secant Pile

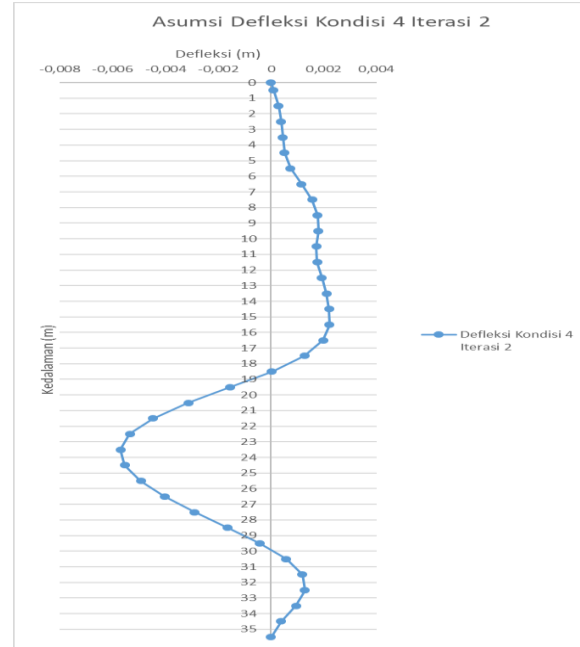


Gambar 5.47. Defleksi Kondisi 4  
Secant Pile



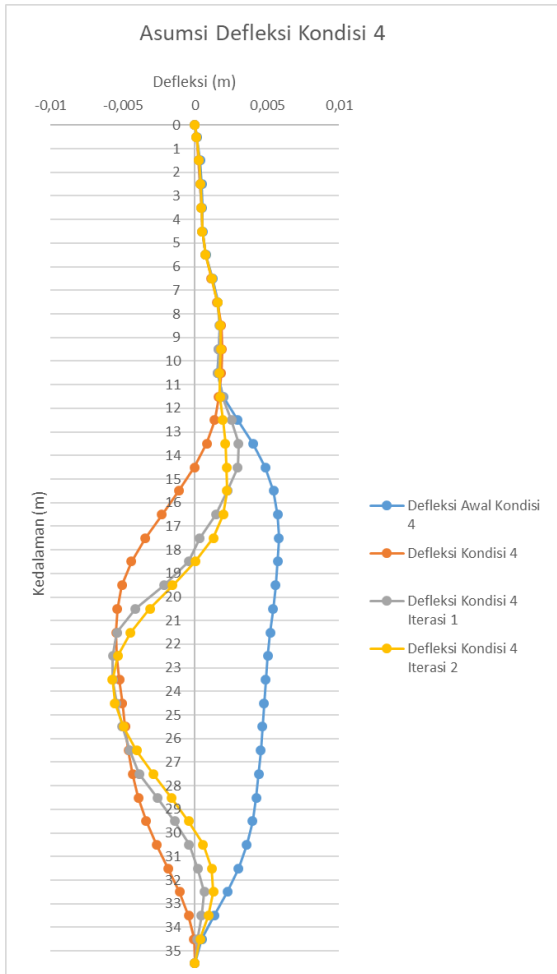


Gambar 5.48. Defleksi Kondisi 4 Iterasi 1  
Secant Pile



Gambar 5.49. Defleksi Kondisi 4 Iterasi 2  
Secant Pile

Hasil dari analisa gaya aktif dan pasif yang telah dilakukan sebelumnya disatukan menjadi 1 grafik yang dapat dilihat pada Gambar 5.50.

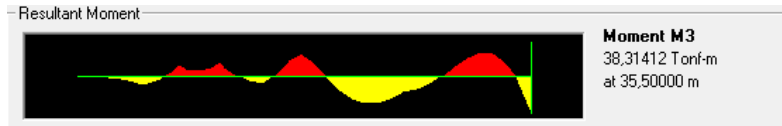


Gambar 5.50. Grafik Defleksi Kondisi 4 Secant Pile

Dari hasil diatas didapat selisih defleksi antara iterasi 1 dengan iterasi 2 telah memenuhi syarat yaitu  $<0,001$  yang dapat dilihat pada Tabel 5.40., sehingga perhitungan selesai.

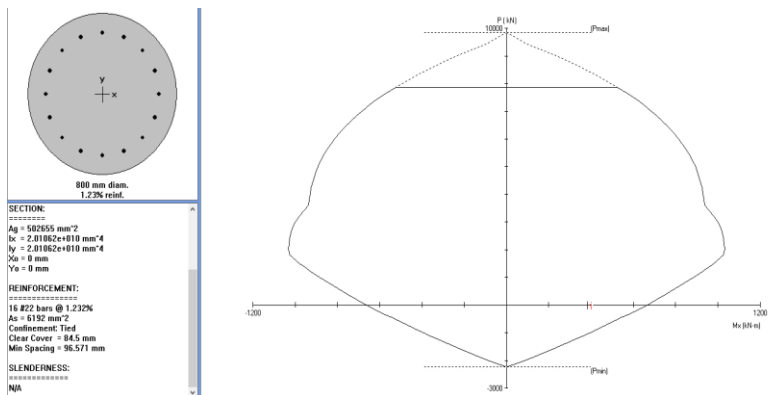
### Penulangan Secant Pile

Dalam analisa tulangan yang dipakai untuk secant pile menggunakan program bantu PCAColumn, dengan memasukan momen terbesar pada penggalian kondisi 4 iterasi 2. Momen yang terjadi pada *secant pile* dapat dilihat pada Gambar 5.51. dan hasil analisa kebutuhan tulangan dengan PCAColumn dapat dilihat pada Gambar 5.52.



Gambar 5.51. Momen maksimum Pada Dinding Secant Pile

$M_u = 38,31 \text{ Ton.m}$



Gambar 5.52. Analisa Kebutuhan Tulangan Secant Pile

Dari hasil analisa PCAColumn didapat tulangan 16D22 sehingga tulangan utama untuk *secant pile* adalah 16D22.

### Tulangan Sengkang

Berdasarkan SNI 2847-2013 Pasal 10.9.3 Rasio volume tulangan spiral,  $\rho_s$  tidak boleh kurang dari:

$$\rho_s = 0,45 \left( \frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \frac{f_c'}{f_y}$$

$$A_g = 0,25 \times \pi \times d^2 = 0,25 \times \pi \times 800^2 = 502654,8 \text{ mm}^2$$

$$A_{ch} = 0,25 \times \pi \times d_c^2 =$$

$$0,25 \times \pi \times (800-75)^2 = 412824,9 \text{ mm}^2$$

$f_y$  tidak boleh diambil lebih dari 700 Mpa sehingga :

$$\rho_s = 0,45 \left( \frac{502654,8}{412824,9} - 1 \right) \frac{25}{400} = 0,006$$

Hubungan  $\rho_s$  dengan jarak spiral ( $s$ ) dapat dituliskan :

$$\rho_s = \frac{\text{Volume spiral 1 lilitan}}{\text{Volume inti sejarak } S}$$

$$\rho_s = \frac{a_s \times \pi \times (Dc - d)}{\left( \frac{\pi}{4} \times Dc^2 \right) S}$$

$$S = \frac{a_s \times \pi \times (Dc - d)}{\left( \frac{\pi}{4} \times Dc^2 \right) \times \rho_s}$$

$$S = \frac{490,874 \times \pi \times (725 - 16)}{\left( \frac{\pi}{4} \times 725^2 \right) \times 0,006} = 441,42 \text{ mm}$$

Digunakan tulangan spiral adalah D16-150

#### 5.1.4. Perencanaan Plat Lantai *Basement*

Perencanaan pelat lantai dasar menggunakan gaya *uplift* sebagai beban karena gaya tersebut sangat besar jika dibandingkan dengan gaya yang diakibatkan beban mati dan beban hidup yang bekerja di permukaan lantai *basement*.

Data Perencanaan

Dimensi Plat	= 9500 x 8000 (mm <sup>2</sup> )
Mutu Beton ( $f_c'$ )	= 35 Mpa
Mutu Tulangan ( $f_y$ )	= 400 Mpa
Tebal Plat	= 750 mm
Selimit Beton	= 75 mm
D tul. Arah X	= 22 mm
D tul. Arah Y	= 22 mm

$$L_y = 8000 \text{ mm}$$

$$L_x = 9500 \text{ mm}$$

$$\frac{L_y}{L_x} = \frac{8000}{9500} = 0,842 < 2 \quad (\text{plat dua arah})$$

$$\beta_1 = 0,85 - \frac{f_c' - 28}{7} \times 0,05 \geq 0,65$$

$$= 0,85 - \frac{35 - 28}{7} \times 0,05 \geq 0,65$$

$$= 0,8 \geq 0,65$$

$$= 0,8$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \times \left( \frac{0,85 \times f_c' \times \beta_1}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \times \left( \frac{0,85 \times 35 \times 0,8}{400} \times \frac{600}{600 + 400} \right)$$

$$\rho_{\max} = 0,00268$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

Direncanakan menggunakan D22

$$dx = 750 - 75 - (0,5 \cdot 22) = 664 \text{ mm}$$

$$dy = 750 - 75 - 22 - (0,5 \cdot 22) = 642 \text{ mm}$$

Pembebanan Plat Lantai *Basement*

Beban Mati (D)

1. Gaya Uplift =  $14,1 \text{ m} \times 1 \text{ t/m}^3 = 14,1 \text{ t/m}^2$

Kombinasi Pembebanan

1.  $Qu = 1,4 D = 1,4 (14,1) = 19,74 \text{ t/m}^2$

Perhitungan Momen

$$\begin{aligned} M_{\text{lapy}} &= 36 \times 0,001 \times Qu \times Lx^2 \\ &= 36 \times 0,001 \times 19,74 \times 9,5^2 = 64,14 \text{ ton.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{\text{lapy}} &= 36 \times 0,001 \times Qu \times Ly^2 \\ &= 36 \times 0,001 \times 19,74 \times 8^2 = 45,48 \text{ ton.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{\text{tx}} &= 36 \times 0,001 \times Qu \times Lx^2 \\ &= 36 \times 0,001 \times 19,74 \times 9,5^2 = 64,14 \text{ ton.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{\text{ty}} &= 36 \times 0,001 \times Qu \times Ly^2 \\ &= 36 \times 0,001 \times 19,74 \times 8^2 = 45,48 \text{ ton.m} \end{aligned}$$

Penulangan Tumpuan dan Lapangan Arah X

Tulangan Utama

$$M_n = \frac{Mu}{\phi} \quad (\phi = \text{Koefisien Reduksi, } \phi=0,9)$$

$$= \frac{64,14}{0,9} = 71,27 \text{ ton.m}$$

$$\begin{aligned} Rn &= \frac{Mn}{bd^2} \\ &= \frac{71,27 \times 10^7}{1000 \times 664^2} \\ &= 1,62 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\rho_{perlu} = \frac{0,85 \times fc'}{fy} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2Rn}{0,85 \times fc'}} \right)$$

$$\rho_{perlu} = \frac{0,85 \times 35}{400} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1,62}{0,85 \times 35}} \right)$$

$$\rho_{perlu} = 0,00417 > \rho_{\min} = 0,0035$$

Dipakai  $\rho_{perlu} = 0,00417$

$$\begin{aligned} \text{As perlu} &= \rho \times b \times d \\ &= 0,00417 \times 1000 \times 664 = 2768,88 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{As pakai} &= 0,25 \times \pi \times d^2 \times \frac{b}{s} \\ &= 0,25 \times \pi \times 22^2 \times \frac{1000}{130} = 2924,1 \text{ mm}^2 \\ &= 2924,1,74 \text{ mm}^2 > 2768,88 \text{ mm}^2 \text{ (ok)} \end{aligned}$$

### Kontrol Tulangan

$$\begin{aligned} a &= \frac{As_{pakai} \times fy}{0,85 \times fc' \times b} \\ &= \frac{2924,1 \times 400}{0,85 \times 35 \times 1000} \\ &= 39,315 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{39,315}{0,8} = 49,14$$

$$\begin{aligned}\varepsilon_t &= \frac{\varepsilon_0 \times (d - c)}{c} \\ &= \frac{0,003 \times (664 - 49,14)}{49,14} = 0,037 > 0,005 \text{ (ok)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}M_n &= \phi \times A_{s_{pakai}} \times f_y \times \left( d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 0,9 \times 2924,1 \times 400 \times \left( 664 - \frac{39,315}{2} \right) \\ &= 678283885,5 \text{ N.mm} \\ &= 67,828 \text{ ton.m} > M_u = 64,14 \text{ ton.m}\end{aligned}$$

Maka tulangan tumpuan dan lapangan arah X adalah D22-130

Tulangan Susut

Direncanakan menggunakan D13

$$\begin{aligned}A_{sh} &= \rho \times b \times h \\ &= 0,002 \times 1000 \times 750 = 1500 \text{ mm}^2 \\ s &= \frac{b \times 0,25 \times \pi \times d^2}{A_{sh}} \\ &= \frac{1000 \times 0,25 \times \pi \times 13^2}{1500} = 88,48 \text{ mm} \approx 85 \text{ mm}\end{aligned}$$

Maka tulangan susut pada daerah tumpuan dan lapangan arah x D13-85

Penulangan Tumpuan dan Lapangan Arah Y

Tulangan Utama

$$\begin{aligned}M_n &= \frac{M_u}{\phi} \quad (\phi = \text{Koefisien Reduksi, } \phi=0,9) \\ &= \frac{45,48}{0,9} = 50,53 \text{ ton.m}\end{aligned}$$



$$\begin{aligned} Rn &= \frac{Mn}{bd^2} \\ &= \frac{50,53 \times 10^7}{1000 \times 642^2} \\ &= 1,226 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\rho_{perlu} = \frac{0,85 \times fc'}{fy} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2Rn}{0,85 fc'}} \right)$$

$$\rho_{perlu} = \frac{0,85 \times 35}{400} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1,226}{0,85 \times 35}} \right)$$

$$\rho_{perlu} = 0,00313 < \rho_{\min} = 0,0035$$

Dipakai  $\rho_{\min} = 0,0035$

$$\begin{aligned} \text{As perlu} &= \rho \times b \times d \\ &= 0,0035 \times 1000 \times 642 = 2247 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{As pakai} &= 0,25 \times \pi \times d^2 \times \frac{b}{s} \\ &= 0,25 \times \pi \times 22^2 \times \frac{1000}{150} \\ &= 2534,218 \text{ mm}^2 > 2247 \text{ mm}^2 \text{ (ok)} \end{aligned}$$

Kontrol Tulangan

$$\begin{aligned} a &= \frac{As_{pakai} \times fy}{0,85 \times fc' \times b} \\ &= \frac{2534,218 \times 400}{0,85 \times 35 \times 1000} \\ &= 34,07 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{34,07}{0,8} = 42,59$$

$$\begin{aligned}\varepsilon_t &= \frac{\varepsilon_0 \times (d - c)}{c} \\ &= \frac{0,003 \times (642 - 42,59)}{42,59} = 0,042 > 0,005 \text{ (ok)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Mn} &= \phi \times A_{s_{pakai}} \times f_y \times \left( d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 0,9 \times 2534,218 \times 400 \times \left( 642 - \frac{34,07}{2} \right) \\ &= 570167118,9 \text{ N.mm} \\ &= 57,017 \text{ ton.m} > \text{Mu} = 45,48 \text{ ton.m}\end{aligned}$$

Maka tulangan tumpuan dan lapangan arah Y adalah D22-150

Tulangan Susut

Direncanakan menggunakan D13

$$\begin{aligned}A_{sh} &= \rho \times b \times h \\ &= 0,002 \times 1000 \times 750 = 1500 \text{ mm}^2 \\ s &= \frac{b \times 0,25 \times \pi \times d^2}{A_{sh}} \\ &= \frac{1000 \times 0,25 \times \pi \times 13^2}{1500} = 88,48 \text{ mm} \approx 85 \text{ mm}\end{aligned}$$

Maka tulangan susut pada daerah tumpuan dan lapangan arah y D13-85

#### 5.1.5. Kontrol *Uplift Pressure*

Adanya beban uplift dan air tanah dapat membahayakan basement akibat beban angkat keatas. Keadaan ini sangat berbahaya karena dapat mempengaruhi kestabilan struktur basement terutama pada saat pembangunan pelat paling dasar pada kedalaman -14,1 m sudah selesai. Untuk itu perlu

dilakukan analisa kesetimbangan beban antara uplift dengan beban gedung dengan rumus :

$$F_{uplift} - W_{struktur} < \frac{Qu}{SF}, \text{ dengan SF} = 1,5$$

Untuk perhitungan kontrol terhadap uplift muka air tanah yang diambil adalah muka air paling kritis yaitu elevasi 0 m sebagai berikut :

$$\begin{aligned} Fu &= \gamma_w \times h_w \times A_{plat} \\ &= 1 \text{ t/m}^3 \times 14,1 \text{ m} \times 3927,48 \text{ m}^2 = 55377,468 \text{ ton} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan kontrol terhadap uplift muka air tanah yang diambil adalah :

Berat plat lantai basement

$$\begin{aligned} W1 &= \gamma_{beton} \times t_p \times A_{plat} \\ &= 2,4 \text{ t/m}^3 \times 0,75 \text{ m} \times 3927,48 \text{ m}^2 = 7069,46 \text{ ton} \end{aligned}$$

Berat akibat gedung apartemen

$$W2 = 72037,82 \text{ ton}$$

Berat *bored pile*

Berat 1 *bored pile* D800

$$\begin{aligned} &\gamma_{beton} \times 0,25 \times \pi \times d^2 \times t \\ &2,4 \text{ t/m}^3 \times 0,25 \times \pi \times 0,8^2 \times 29 \text{ m} = 34,985 \text{ ton} \end{aligned}$$

Jumlah tiang *bored pile* = 149

Sehingga berat akibat *bored pile* adalah

$$W3 = 149 \text{ tiang} \times 34,985 \text{ ton} = 5212,765 \text{ ton}$$

Berat 1 *bored pile* D1000

$$\begin{aligned} &\gamma_{beton} \times 0,25 \times \pi \times d^2 \times t \\ &2,4 \text{ t/m}^3 \times 0,25 \times \pi \times 1^2 \times 36 \text{ m} = 67,858 \text{ ton} \\ &\text{Jumlah tiang} = 52 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$W3 = 52 \times 67,858 = 3528,636 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned} SF &= \frac{W1 + W2 + W3}{Fu} = \frac{7069,46 + 72037,82 + 8741,4}{55377,468} \\ &= 1,58 > 1,50 \quad (\text{Ok}) \end{aligned}$$

Jadi plat lantai basement setebal 750 mm mampu menahan gaya uplift.

## 5.2. Perencanaan Pondasi Tiang *Group*

### 5.2.1. Daya Dukung Ultimit Tanah

Perhitungan daya dukung ultimit tanah menggunakan data N-SPT lapangan yang telah dikoreksi terhadap muka air dan *overburden* yang telah disajikan pada Tabel 4.6. sampai dengan Tabel 4.8, dimulai dari kedalaman 16,5 m – 60 m dibawah permukaan tanah. Rumus yang digunakan untuk menghitung  $Q_{\text{ultimit tanah}}$  adalah :

$$Q_{\text{ujung tiang}} + \sum Rsi$$

$$Q_{\text{Ujung Tiang}} = Cn \times A_{\text{Dasar Tiang}}$$

$$Cn = 40 \cdot \bar{N}$$

$\bar{N}$  = Nilai rata-rata N-SPT pakai mulai dari 8D keatas sampai dengan 4D kebawah dari kedalaman tinjauan.

$$Rsi = Cli \times Asi$$

$$Cli = N/2 \text{ ton/m}^2 \text{ untuk tanah lempung / lanau}$$

$$= N/5 \text{ ton/m}^2 \text{ untuk tanah pasir}$$

$$Asi = \text{Luas selimut tiang} = \pi \times d \times t$$

$$t = \text{tebal lapisan tinjauan}$$

Dalam contoh perhitungan dibawah ini, digunakan data N-SPT yang telah dikoreksi dari BH-3 yang dapat dilihat pada

Tabel 5.41 Sampai dengan 5.43 Sedangkan untuk analisa BH-1 sampai dengan BH-5 dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 5.41. Analisa Q Ultimit Tanah BH-3 kedalaman 16,5-29 m

Depth m	N Pakai	N Rata-Rata	Q Ujung	Cli	Rsi	$\Sigma Rsi$	Q Ult.	Q all = Q Ult./SF
			t	t/m <sup>2</sup>	t	t	Qu + $\Sigma Rsi$	SF Qu = 3
-16,5	27,50	31,54	634,10	13,750	17,28	17,28	651,38	217,13
-17	28,00	32,57	654,79	14,000	17,59	34,87	689,66	229,89
-17,5	24,00	33,63	676,17	12,000	15,08	49,95	726,12	242,04
-18	28,80	34,61	695,86	14,400	18,10	68,05	763,90	254,63
-18,5	32,40	34,93	702,21	16,200	20,36	88,40	790,61	263,54
-19	36,00	34,82	700,16	18,000	22,62	111,02	811,18	270,39
-19,5	37,20	34,65	696,68	18,600	23,37	134,40	831,08	277,03
-20	38,40	34,46	692,86	19,200	24,13	158,52	851,38	283,79
-20,5	40,80	34,26	688,76	20,400	25,64	184,16	872,92	290,97
-21	43,20	34,08	685,15	21,600	27,14	211,30	896,45	298,82
-21,5	44,40	33,52	673,89	22,200	27,90	239,20	913,09	304,36
-22	38,40	32,76	658,74	19,200	24,13	263,33	922,07	307,36
-22,5	33,60	32,03	643,90	16,800	21,11	284,44	928,34	309,45
-23	32,40	31,47	632,77	16,200	20,36	304,80	937,57	312,52
-23,5	31,80	31,19	627,12	15,900	19,98	324,78	951,90	317,30
-24	31,20	30,94	622,14	15,600	19,60	344,38	966,52	322,17
-24,5	31,20	30,89	620,99	15,600	19,60	363,98	984,98	328,33
-25	24,00	30,60	615,25	12,000	15,08	379,06	994,31	331,44
-25,5	19,20	30,14	606,06	9,600	12,06	391,13	997,19	332,40
-26	18,00	29,51	593,42	9,000	11,31	402,44	995,86	331,95
-26,5	20,40	28,83	579,63	10,200	12,82	415,26	994,89	331,63
-27	21,60	28,09	564,70	10,800	13,57	428,83	993,52	331,17
-27,5	22,80	27,17	546,31	11,400	14,33	443,15	989,47	329,82
-28	22,80	26,09	524,48	11,400	14,33	457,48	981,96	327,32
-28,5	22,80	25,00	502,65	11,400	14,33	471,80	974,46	324,82
-29	22,80	24,31	488,87	11,400	14,33	486,13	975,00	325,00

Tabel 5.42. Analisa Q Ultimit Tanah BH-3  
kedalaman 29,5-44 m

Depth m	N Pakai	N Rata- Rata	Q Ujung	Cli	Rsi	$\Sigma Rsi$	Q Ult.	Q all = Q Ult./SF
			t	t/m <sup>2</sup>	t	t	Qu + $\Sigma Rsi$	SF Q ujung = 3
-29,5	22,80	23,91429	480,825	11,400	14,326	500,456	981,281	327,094
-30	22,80	23,54	473,357	11,400	14,326	514,781	988,139	329,380
-30,5	22,80	23,17	465,889	11,400	14,326	529,107	994,996	331,665
-31	21,60	22,81	458,708	10,800	13,572	542,679	1001,387	333,796
-31,5	20,40	22,41	450,666	10,200	12,818	555,496	1006,162	335,387
-32	21,60	22,30	448,368	10,800	13,572	569,068	1017,436	339,145
-32,5	24,00	22,36	449,517	12,000	15,080	584,148	1033,665	344,555
-33	25,20	22,41	450,666	12,600	15,834	599,981	1050,647	350,216
-33,5	24,60	22,39	450,091	12,300	15,457	615,438	1065,529	355,176
-34	24,00	22,33	448,943	12,000	15,080	630,518	1079,460	359,820
-34,5	23,70	22,27	447,794	11,850	14,891	645,409	1093,202	364,401
-35	22,80	22,27	447,794	11,400	14,326	659,734	1107,528	369,176
-35,5	21,60	22,33	448,943	10,800	13,572	673,306	1122,249	374,083
-36	20,40	22,37	449,804	10,200	12,818	686,124	1135,928	378,643
-36,5	19,20	22,40	450,379	9,600	12,064	698,188	1148,566	382,855
-37	19,80	22,40	450,379	9,900	12,441	710,628	1161,007	387,002
-37,5	20,40	22,46	451,528	10,200	12,818	723,446	1174,974	391,658
-38	21,60	22,69	456,123	10,800	13,572	737,018	1193,141	397,714
-38,5	22,80	23,09	464,166	11,400	14,326	751,343	1215,509	405,170
-39	24,00	23,54	473,357	12,000	15,080	766,423	1239,780	413,260
-39,5	23,70	23,86	479,676	11,850	14,891	781,314	1260,990	420,330
-40	23,40	24,09	484,272	11,700	14,703	796,017	1280,289	426,763
-40,5	22,80	24,29	488,293	11,400	14,326	810,342	1298,636	432,879
-41	24,00	24,40	490,591	12,000	15,080	825,422	1316,013	438,671
-41,5	26,40	24,41	490,878	13,200	16,588	842,010	1332,888	444,296
-42	28,80	24,41	490,878	14,400	18,096	860,105	1350,984	450,328
-42,5	31,20	24,47	492,027	15,600	19,604	879,709	1371,736	457,245
-43	30,60	24,59	494,325	15,300	19,227	898,935	1393,260	464,420
-43,5	30,00	24,76	497,772	15,000	18,850	917,785	1415,557	471,852
-44	28,80	24,93	501,219	14,400	18,096	935,880	1437,099	479,033

Tabel 5.43. Analisa Q Ultimit Tanah BH-3  
kedalaman 44,5-60 m

Depth m	N Pakai	N Rata- Rata	Q Ujung	Cli	Rsi	$\Sigma Rsi$	Q Ult.	Q all = Q Ult./SF
			t	t/m <sup>2</sup>	t	t	Qu + $\Sigma Rsi$	SF Q ujung = 3
-44,5	26,40	25,10	504,665	13,200	16,588	952,468	1457,134	485,711
-45	24,00	25,20	506,676	12,000	15,080	967,548	1474,224	491,408
-45,5	22,80	25,23	507,251	11,400	14,326	981,873	1489,124	496,375
-46	22,80	25,17	506,102	11,400	14,326	996,199	1502,301	500,767
-46,5	22,80	25,16	505,814	11,400	14,326	1010,525	1516,339	505,446
-47	22,80	25,25	507,581	11,400	14,326	1024,850	1532,431	510,810
-47,5	23,40	25,24	507,538	11,700	14,703	1039,553	1547,091	515,697
-48	24,00	25,30	508,687	12,000	15,080	1054,633	1563,319	521,106
-48,5	23,70	25,23	507,251	11,850	14,891	1069,524	1576,774	525,591
-49	23,40	25,03	503,229	11,700	14,703	1084,226	1587,456	529,152
-49,5	22,80	24,69	496,336	11,400	14,326	1098,552	1594,888	531,629
-50	23,40	24,43	491,166	11,700	14,703	1113,255	1604,420	534,807
-50,5	24,00	24,24	487,432	12,000	15,080	1128,334	1615,766	538,589
-51	24,00	24,13	485,134	12,000	15,080	1143,414	1628,548	542,849
-51,5	25,20	24,19	486,283	12,600	15,834	1159,248	1645,530	548,510
-52	24,90	24,40	490,591	12,450	15,645	1174,893	1665,484	555,161
-52,5	24,60	24,69	496,336	12,300	15,457	1190,349	1686,685	562,228
-53	24,00	25,00	502,655	12,000	15,080	1205,429	1708,084	569,361
-53,5	25,20	25,33	509,261	12,600	15,834	1221,263	1730,524	576,841
-54	26,10	25,67	516,155	13,050	16,399	1237,662	1753,817	584,606
-54,5	26,40	26,03	523,335	13,200	16,588	1254,249	1777,585	592,528
-55	27,60	26,37	530,229	13,800	17,342	1271,591	1801,820	600,607
-55,5	28,50	26,76	537,984	14,250	17,907	1289,498	1827,482	609,161
-56	28,80	27,17	546,314	14,400	18,096	1307,594	1853,908	617,969
-56,5	29,40	27,63	555,505	14,700	18,473	1326,066	1881,572	627,191
-57	29,70	27,84	559,756	14,850	18,661	1344,727	1904,484	634,828
-57,5	30,00	28,04	563,820	15,000	18,850	1363,577	1927,397	642,466
-58	30,90	28,27	568,335	15,450	19,415	1382,992	1951,327	650,442
-58,5	31,20	28,45	571,962	15,600	19,604	1402,595	1974,558	658,186
-59	31,80	28,67	576,419	15,900	19,981	1422,576	1998,995	666,332
-59,5	32,10	28,94	581,873	16,050	20,169	1442,745	2024,618	674,873
-60	32,40	29,29	588,968	16,200	20,358	1463,103	2052,070	684,023

Rincian perhitungan:

8D keatas =  $8 \times 0,8 = 6,4$  m keatas titik tinjauan

4D kebawah =  $4 \times 0,8 = 3,2$  m kebawah titik tinjauan

d rencana = 80 cm

Kedalaman 16,5 m

Karena pada titik ini dianggap 0 m, untuk perhitungan rata-rata 8D keatas sama dengan 0, sehingga  $\bar{N}$  nya dimulai dari 4D keatas, yaitu dari kedalaman 16,5 – 20 m:

$$\bar{N} = \frac{27,50 + 28,00 + 24,00 + 28,80 + 32,40 + 36,00 + 37,20 + 38,40}{8}$$

$$\bar{N} = 31,54$$

$$Q_{\text{dasar tiang}} = 40 \cdot \bar{N} \times A_{\text{dasar tiang}}$$

$$Q_{\text{dasar tiang}} = ((40 \times 31,54) \times (0,25 \times \pi \times 0,8^2)) \\ = 634,10 \text{ ton}$$

$$Cli = \frac{\bar{N}_{\text{pakai}}}{2} = \frac{27,5}{2} = 13,75 \text{ t/m}^2 \text{ (Clay)}$$

$$Rsi = Cli \times (\pi \times d \times t) \\ = 13,75 \times (\pi \times 0,8 \times 0,5) = 17,28 \text{ ton}$$

$$\sum Rsi = 17,28 \text{ ton}$$

- Nilai  $\sum Rsi$  selalu ditambah dengan nilai  $\sum Rsi$  dari kedalaman sebelumnya

$$Qult = Q_{\text{dasar tiang}} + \sum Rsi \\ = 634,10 \text{ ton} + 17,28 \text{ ton} = 651,38 \text{ ton}$$

$$Qall = \frac{Qult}{SF} = \frac{651,38}{3} = 217,13 \text{ ton}$$

Perhitungan seperti yang dijelaskan sebelumnya dilakukan terus sampai kedalaman terakhir BH-3, setelah selesai hasil perhitungan tersebut akan dijadikan acuan dalam menentukan



kedalaman *bored pile* dengan membandingkan Pall tanah untuk 1 tiang dengan Pall tanah berdasarkan data N-SPT.

### 5.2.2. Daya Dukung Tiang Tunggal

Perencanaan Daya Dukung Tiang Berdasarkan Material  
Data Perencanaan

$$f_c' = 25 \text{ Mpa} = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$d = 80 \text{ cm} = 5026,548 \text{ cm}^2$$

$$= 100 \text{ cm} = 7853,981 \text{ cm}^2$$

$$S_f = 1 \text{ (Bored Pile)}$$

D80

$$\begin{aligned} P_{\text{Ultimit Bahan}} &= A_{\text{dasar Tiang}} \times f_c' \\ &= (0,25 \times \pi \times 80^2 \text{ cm}) \times 250 \text{ kg / cm}^2 \\ &= 1256637 \text{ kg} = 1256,337 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{Ultimit Tanah}} &= \frac{P_{\text{Ultimit Bahan}}}{SF_{\text{Tiang}}} \\ &= \frac{1256,337}{1} = 1256,337 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{Allowable Tanah}} &= \frac{P_{\text{Ultimit Tanah}}}{SF} \\ &= \frac{1256,337}{3} = 418,879 \text{ ton} \end{aligned}$$

D100

$$\begin{aligned} P_{\text{Ultimit Bahan}} &= A_{\text{dasar tiang}} \times f_c' \\ &= (0,25 \times \pi \times 100^2 \text{ cm}) \times 250 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 1963495 \text{ kg} = 1963,495 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P \text{ Ultimit Tanah} &= \frac{P_{\text{Ultimit Bahan}}}{SF_{\text{Tiang}}} \\
 &= \frac{1963,495}{1} = 1963,495 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P \text{ Allowable Tanah} &= \frac{P_{\text{Ultimit Tanah}}}{SF} \\
 &= \frac{1963,495}{3} = 654,4985 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas, didapat daya dukung 1 tiang adalah 418,879 ton. Hasil tersebut dibandingkan dengan Pall tanah berdasarkan data N-SPT. Pemilihan kedalaman *bored pile* harus memenuhi syarat :

Pall tanah N-SPT  $\geq$  Pall tanah untuk 1 tiang, sehingga

Dari syarat tersebut, kedalaman *bored pile* dengan menggunakan data BH-1 adalah sedalam -36,5 m dengan Pall tanah N-SPT sebesar 422,3647 ton sehingga panjang *bored pile* adalah -36,5 m – (-16,5) m = 20 m. Berikut rekapitulasi kedalaman *bored pile* ditinjau dari 5 BH yang dapat dilihat pada Tabel 5.44. untuk bored pile diameter 80 cm dan Tabel 5.45. untuk *bored pile* diameter 100 cm.

Tabel 5.44. Rekapitulasi Kedalaman *bored pile* D800

No. BH	P Ult Bahan	P All. Tanah	P All. Tanah	Kedalaman	Panjang Tiang
	Ton	Ton	Ton	m	m
BH1	1256,64	418,88	422,36	-36,5	20
BH2			420,26	-45,5	29
BH3			420,33	-39,5	23
BH4			419,47	-45	28,5
BH5			422,19	-23,5	7

Tabel 5.45. Rekapitulasi kedalaman *bored pile* D1000

No. BH	P Ult Bahan	P All. Tanah	P All. Tanah	Kedalaman	Panjang Tiang
	Ton	Ton	Ton	m	m
BH1	1963,50	654,50	651,32	-40,5	-24
BH2			653,79	-52,5	-36
BH3			652,46	-44,5	-28
BH4			656,36	-50,5	-34
BH5			661,07	-25,5	-9

Dari ke-5 hasil tersebut, kedalaman *bored pile* yang direncanakan adalah sedalam -45,5 m dengan panjang tiang sepanjang 29 m untuk bored pile diameter 80 cm dan kedalaman *bored pile* diameter 100 cm adalah sedalam -52,5 m dengan panjang tiang sepanjang 36 m dimulai dari kedalaman 16,5 m.

#### Penulangan *Bored Pile*

D80

Tulangan Utama

Data perencanaan

$f_c' = 25 \text{ Mpa}$

$d = D25$

$d_{\text{spiral}} = D16$

$f_y = 400 \text{ Mpa}$

$d_{\text{pile}} = 800 \text{ mm}$

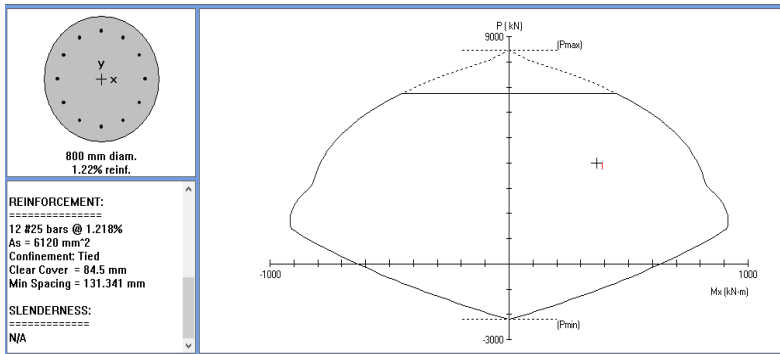
Selimut beton = 75 mm

$P_{ux} = 400 \text{ ton}$

$M_{ux} = 36,7 \text{ ton.m}$

$M_{uy} = 6,07 \text{ ton.m}$

Dengan menggunakan program bantu PCAColumn, didapat jumlah tulangan yang mampu menahan gaya tekan dan momennya. Hasil dari perhitungan PCAColumn dapat dilihat pada gambar 5.53.



Gambar 5.53. Analisa Jumlah Tulangan Utama Bored Pile

Hasil analisa PCAColumn didapat tulangan utama menggunakan 12D25 .

#### Tulangan Geser

Berdasarkan SNI 2847-2013 Pasal 10.9.3 Rasio volume tulangan spiral,  $\rho_s$  tidak boleh kurang dari:

$$\rho_s = 0,45 \left( \frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \frac{f_c'}{f_{yt}}$$

$$A_g = 0,25 \times \pi \times d^2 = 0,25 \times \pi \times 800^2 = 502654,8 \text{ mm}^2$$

$$A_{ch} = 0,25 \times \pi \times d_c^2 =$$

$$0,25 \times \pi \times (800-75)^2 = 412824,9 \text{ mm}^2$$

$f_{yt}$  tidak boleh diambil lebih dari 700 Mpa sehingga :

$$\rho_s = 0,45 \left( \frac{502654,8}{412824,9} - 1 \right) \frac{25}{400} = 0,006$$

Hubungan  $\rho_s$  dengan jarak spiral (s) dapat dituliskan :

$$\rho_s = \frac{\text{Volume spiral 1 lilitan}}{\text{Volume inti sejarak S}}$$

$$\rho_s = \frac{a_s \times \pi \times (Dc - d)}{\left(\frac{\pi}{4} \times Dc^2\right) S}$$

$$S = \frac{a_s \times \pi \times (Dc - d)}{\left(\frac{\pi}{4} \times Dc^2\right) \rho_s}$$

$$S = \frac{490,874 \times \pi \times (725 - 16)}{\left(\frac{\pi}{4} \times 725^2\right) \times 0,006} = 441,42 \text{ mm}$$

Digunakan tulangan spiral adalah D16-150

D100

Tulangan Utama

Data perencanaan

$f_c' = 25 \text{ Mpa}$

$d = D25$

$d_{\text{spiral}} = D16$

$f_y = 400 \text{ Mpa}$

$d_{\text{pile}} = 1000 \text{ mm}$

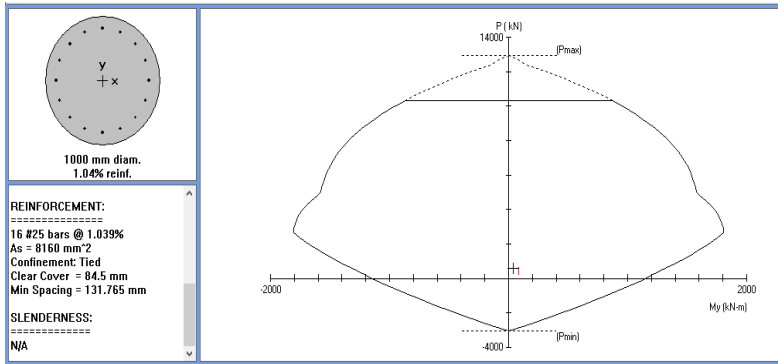
Selimut beton = 75 mm

$P_{ux} = 600,63 \text{ ton}$

$M_{ux} = 23,77 \text{ ton.m}$

$M_{uy} = 42,82 \text{ ton.m}$

Dengan menggunakan program bantu PCAColumn, didapat jumlah tulangan yang mampu menahan gaya tekan dan momennya. Hasil dari perhitungan PCAColumn dapat dilihat pada gambar 5.54.



Gambar 5.54. Analisa Jumlah Tulangan Utama Bored Pile

Hasil analisa PCAColumn didapat tulangan utama menggunakan 12D25

Tulangan Geser

Berdasarkan SNI 2847-2013 Pasal 10.9.3 Rasio volume tulangan spiral,  $\rho_s$  tidak boleh kurang dari:

$$\rho_s = 0,45 \left( \frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \frac{f_c'}{f_{yt}}$$

$$A_g = 0,25 \times \pi \times d^2 = 0,25 \times \pi \times 1000^2 = 785398 \text{ mm}^2$$

$$A_{ch} = 0,25 \times \pi \times d_c^2 = 0,25 \times \pi \times (1000 - 75)^2 \\ = 672006 \text{ mm}^2$$

$f_{yt}$  tidak boleh diambil lebih dari 700 Mpa sehingga :

$$\rho_s = 0,45 \left( \frac{785398}{672006} - 1 \right) \times \frac{25}{400} = 0,0047$$

Hubungan  $\rho_s$  dengan jarak spiral (s) dapat dituliskan :

$$\rho_s = \frac{\text{Volume spiral 1 lilitan}}{\text{Volume inti sejarak S}}$$

$$\rho_s = \frac{a_s \times \pi \times (Dc - d)}{\left(\frac{\pi}{4} \times Dc^2\right) S}$$

$$S = \frac{a_s \times \pi \times (Dc - d)}{\left(\frac{\pi}{4} \times Dc^2\right) \times \rho_s}$$

$$S = \frac{490,87 \times \pi \times (925 - 16)}{\left(\frac{\pi}{4} \times 925^2\right) \times 0,0047} = 443,82 \text{ mm}$$

Digunakan tulangan spiral adalah D16-150

### 5.2.3. Daya Dukung Tiang Group

Dalam merencanakan tiang group, terlebih dahulu dicari kebutuhan tiang tiap kolom dan *shearwall*, sehingga perencanaan pondasi tiang pada proyek tersebut bisa seragam tetapi tetap dapat menahan beban yang diberikan oleh kolom ke pondasi. Kebutuhan tiang tiap kolom dapat dilihat pada Tabel 5.46. sedangkan kebutuhan tiang tiap *shearwall* dapat dilihat pada Tabel 5.47.

Tabel 5.46. Rekapitulasi kebutuhan tiang tiap kolom

No. Kolom	No. Element	Koordinat		Daya Dukung 1 Tiang (Ton)	Joint Reaction (Ton)	Jumlah Tiang bh	Jumlah Tiang bh	Tipe Kelompok
		X	Y					
1	243	0	33,043	418,879	114,691	0,27	1	-
2	705	1,028	14,41	418,879	120,632	0,29	1	-
3	753	1,539	38,786	418,879	1425,8757	3,40	5	2
4	729	8,241	27,424	418,879	1840,8671	4,39	5	2
5	717	6,765	21,913	418,879	1943,6268	4,64	5	2
6	749	17,684	34,46	418,879	1426,447	3,41	5	2
7	725	15,293	25,53	418,879	567,99	1,36	5	2
8	713	13,816	20,02	418,879	567,99	1,36	5	2
9	805	11,557	11,591	418,879	21,68	0,05	1	-
10	745	24,736	32,57	418,879	1419,7086	3,39	5	2
11	697	18,608	9,702	418,879	243,0759	0,58	1	-
12	741	31,787	30,681	418,879	1397,582	3,34	5	2
13	721	29,395	21,756	418,879	1506,2947	3,60	5	2
14	709	27,919	16,245	418,879	1479,1295	3,53	5	2
15	693	25,659	7,812	418,879	134,7551	0,32	1	-
16	737	38,838	28,791	418,879	1385,2319	3,31	5	2
17	689	32,71	5,923	418,879	150,05	0,36	1	-
18	733	47,435	26,488	418,879	1379,565	3,29	5	2
19	685	41,172	0	418,879	1808,11	4,32	5	2
20	661	49,672	0	418,879	1832,3529	4,37	5	2
21	768	52,172	26,939	418,879	143,4685	0,34	1	-
22	757	52,172	20,25	418,879	1582,06	3,78	5	2
23	783	52,172	11,5	418,879	1749,78	4,18	5	2
24	665	57,672	0	418,879	1745,635	4,17	5	2
25	868	57,672	-8	418,879	88,42	0,21	1	-
26	771	61,672	26,939	418,879	143,32	0,34	1	-
27	761	61,672	20,25	418,879	1846,7861	4,41	5	2
28	787	61,672	11,5	418,879	1914	4,57	5	2
29	669	65,672	0	418,879	1847,12	4,41	5	2
30	872	65,672	-8	418,879	136,57	0,33	1	-
31	774	69,672	26,939	418,879	95,14	0,23	1	-
32	765	69,672	20,25	418,879	1900,97	4,54	5	2
33	791	69,672	11,5	418,879	2000,55	4,78	5	2
34	673	73,672	0	418,879	1794,86	4,28	5	2
35	875	73,672	-8	418,879	137,73	0,33	1	-
36	795	87,747	17,445	418,879	1155,33	2,76	5	2
37	799	87,747	11,5	418,879	1215,348	2,90	5	2
38	677	81,672	0	418,879	1924,35	4,59	5	2
39	878	81,672	-8	418,879	143,38	0,34	1	-
40	681	90,172	0	418,879	1679,88	4,01	5	2
41	881	90,172	-8	418,879	93,324	0,22	1	-



Tabel 5.47. Rekapitulasi kebutuhan tiang tiap shearwall

No. Sw	Beban	Daya Dukung 1 Tiang	Kebutuhan Tiang	
	(Ton)		(Ton)	(buah)
SW 1	1555,10	654,5	2,376	3
SW 2	3252,67	654,5	4,970	6
SW 3	3561,61	654,5	5,442	6
SW 4	3546,22	654,5	5,418	6
SW 5	3734,43	654,5	5,706	6
SW 6	1700,03	654,5	2,597	4
SW 7	1258,7	654,5	1,923	3
SW 8	1321,06	654,5	2,018	3
SW 9	2961,76	654,5	4,525	6
SW 10	1387,46	654,5	2,120	3

### Efisiensi

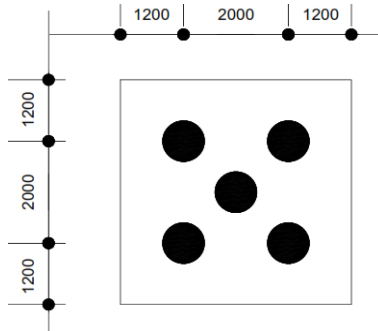
Dalam perhitungan efisiensi kelompok tiang, digunakan rumus dari Converse-Labarre, yaitu :

$$Eg = 1 - \theta \times \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90mn}$$

m = Jumlah baris tiang

n = Jumlah tiang dalam 1 baris

Pada laporan ini yang digunakan sebagai contoh perhitungan adalah Efisiensi untuk kelompok 5 Tiang yang sketsanya dapat dilihat pada Gambar 5.55., sedangkan untuk efisiensi kelompok tiang yang menopang *shearwall* dapat dilihat pada Tabel 5.48.



Gambar 5.55. Konfigurasi Kelompok Tiang

$$s = 2,5 d = 2,5 \times (0,8) \\ = 2 \text{ m}$$

$$d = 0,8 \text{ m}$$

$$m = 2$$

$$n = 2$$

$$\theta = \arctan \frac{d}{s} = \arctan \frac{0,8}{2} = 21,80^\circ$$

$$Eg = 1 - \theta \times \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90mn}$$

$$Eg = 1 - 21,80 \times \frac{(2-1)2 + (2-1)2}{90 \times 2 \times 2}$$

$$Eg = 0,7577$$

Tabel 5.48. Efisiensi Kelompok Tiang *Shearwall*

Tipe	Jumlah Tiang	d	s	$\theta$	m	n	EG
		(m)	(m)	°	(bh)	(bh)	
1	4	1	2,5	21,80	2	2	0,76
2	6	1	2,5	21,80	3	2	0,72

### Gaya Maksimum Yang Bekerja Pada *Pilecap*

Gaya luar yang bekerja pada kepala tiang (kolom) didistribusikan pada pile cap dan kelompok tiang fondasi berdasarkan rumus elastisitas dengan menganggap bahwa pile cap kaku sempurna (pelat fondasi cukup tebal), sehingga pengaruh gaya yang bekerja tidak menyebabkan pile cap melengkung atau deformasi. Maka rumus yang dipakai adalah sebagai berikut :

$$P = \frac{P_{kolom}}{n} \pm \frac{My \cdot x}{\sum x^2} \pm \frac{Mx \cdot y}{\sum y^2}$$

n = Jumlah tiang

My = Momen arah Y

Mx = Momen arah X

x = Jarak pondasi tiang ke titik tengah *pilecap* arah x

y = Jarak pondasi tiang ke titik tengah *pilecap* arah y

Pada laporan ini akan dicontohkan perhitungan gaya maksimum pada *pilecap* untuk kolom no.33 yang dapat dilihat pada Tabel 5.46. dengan data sebagai berikut :

$P_{kolom} = 2000,55$  ton

$M_x = 36,7$  ton

$M_y = 6,07$  ton

x = 1 m

y = 1 m

n = 5 buah

Eg = 0,758

$$P \text{ max} = \frac{2000,55}{5} + \frac{36,7 \cdot 1}{4 \cdot 1^2} + \frac{6,07 \cdot 1}{4 \cdot 1^2}$$

$$P_{\max} = 410,80 \text{ ton}$$

$$P_{\min} = \frac{2000,55}{5} - \frac{36,7 \cdot 1}{4x1^2} - \frac{6,07 \cdot 1}{4x1^2}$$

$$P_{\min} = 389,42 \text{ ton}$$

Hasil dari hitungan tersebut dibandingkan dengan daya dukung ijin grup yang rumusnya adalah :

$$\begin{aligned} P_{\text{all group}} &= P_{\text{tiang}} \times n \times Eg \\ &= 418,879 \text{ ton} \times 5 \text{ buah} \times 0,758 \\ &= 1587,05 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$P_{\max} \leq P_{\text{all group}} = 410,80 \leq 1587,05 \text{ ton (OK)}$$

$$P_{\min} \leq P_{\text{all group}} = 389,42 \leq 1587,05 \text{ ton (OK)}$$

Perhitungan untuk semua kolom dapat dilihat pada Tabel 5.49. dan perhitungan gaya maksimum yang bekerja pada pilecap yang menopang *shearwall* dapat dilihat pada Tabel 5.50.

Tabel 5.49. Rekapitulasi Perhitungan Gaya Maksimum dan Minimum Pada *Pilecap*

No. Kolom	No. Element	Daya Dukung 1 Tiang (Ton)	Joint Reaction (Ton)	Jumlah Tiang (Bh)	Efisiensi Group	P/n		y (m)	My (Ton.m)	X (m)	P max (Ton)	P min (Ton)	Pall Grp (Ton)	Syarat Pmax	Syarat Pmin
						(Ton)	(Ton.m)								
1	243	418,88	115,18	1	-	115,18	-	-	-	-	115,18	115,18	418,88	Ok	Ok
2	705	418,88	120,63	1	-	120,63	-	-	-	-	120,63	120,63	418,88	Ok	Ok
3	753	418,88	1425,88	5	0,76	285,18	70,99	1	49,39	1	315,27	255,08	1587,05	Ok	Ok
4	729	418,88	1840,87	5	0,76	368,17	15,31	1	35,53	1	380,88	355,46	1587,05	Ok	Ok
5	717	418,88	1943,63	5	0,76	388,73	11,93	1	39,188	1	401,50	375,95	1587,05	Ok	Ok
6	749	418,88	1426,45	5	0,76	285,29	14,5	1	20,71	1	294,09	276,49	1587,05	Ok	Ok
7	725	418,88	567,99	5	0,76	113,60	0	1	0	1	113,60	113,60	1587,05	Ok	Ok
8	713	418,88	567,99	5	0,76	113,60	0	1	0	1	113,60	113,60	1587,05	Ok	Ok
9	805	418,88	21,68	1	-	21,68	-	-	-	-	21,68	21,68	418,88	Ok	Ok
10	745	418,88	1419,71	5	0,76	283,94	17,47	1	20,578	1	293,45	274,43	1587,05	Ok	Ok
11	697	418,88	243,08	1	-	243,08	-	-	-	-	243,08	243,08	418,88	Ok	Ok
12	741	418,88	1397,58	5	0,76	279,52	16,24	1	19,64	1	288,49	270,55	1587,05	Ok	Ok
13	721	418,88	1506,29	5	0,76	301,26	22,87	1	24,68	1	313,15	289,37	1587,05	Ok	Ok
14	709	418,88	1479,13	5	0,76	295,83	26,73	1	29,425	1	309,86	281,79	1587,05	Ok	Ok
15	693	418,88	134,76	1	-	134,76	-	-	-	-	134,76	134,76	418,88	Ok	Ok
16	737	418,88	1385,23	5	0,76	277,05	12,31	1	16,4	1	284,22	269,87	1587,05	Ok	Ok
17	689	418,88	150,05	1	-	150,05	-	-	-	-	150,05	150,05	418,88	Ok	Ok
18	733	418,88	1379,57	5	0,76	275,91	11,18	1	6	1	280,21	271,62	1587,05	Ok	Ok
19	685	418,88	1808,11	5	0,76	361,62	45,89	1	3	1	373,84	349,40	1587,05	Ok	Ok
20	661	418,88	1832,35	5	0,76	366,47	27,86	1	10,95	1	376,17	356,77	1587,05	Ok	Ok
21	768	418,88	143,47	1	-	143,47	-	-	-	-	143,47	143,47	418,88	Ok	Ok
22	757	418,88	1582,06	5	0,76	316,41	26,16	1	8,75	1	325,14	307,68	1587,05	Ok	Ok
23	783	418,88	1749,78	5	0,76	349,96	13,27	1	7,925	1	355,26	344,65	1587,05	Ok	Ok
24	665	418,88	1745,64	5	0,76	349,13	13,768	1	3,86	1	353,53	344,72	1587,05	Ok	Ok
25	868	418,88	88,42	1	-	88,42	-	-	-	-	88,42	88,42	418,88	Ok	Ok
26	771	418,88	143,32	1	-	143,32	-	-	-	-	143,32	143,32	418,88	Ok	Ok
27	761	418,88	1846,79	5	0,76	369,36	29,82	1	4,92	1	378,04	360,67	1587,05	Ok	Ok
28	787	418,88	1914,00	5	0,76	382,80	22,28	1	5,66	1	389,79	375,82	1587,05	Ok	Ok
29	669	418,88	1847,12	5	0,76	369,42	20,085	1	7,88	1	376,42	362,43	1587,05	Ok	Ok
30	872	418,88	136,57	1	-	136,57	-	-	-	-	136,57	136,57	418,88	Ok	Ok
31	774	418,88	95,14	1	-	95,14	-	-	-	-	95,14	95,14	418,88	Ok	Ok
32	765	418,88	1900,97	5	0,76	380,19	26,995	1	6,687	1	388,61	371,77	1587,05	Ok	Ok
33	791	418,88	2000,55	5	0,76	400,11	36,7	1	6,07	1	410,80	389,42	1587,05	Ok	Ok
34	673	418,88	1794,86	5	0,76	358,97	25,505	1	8,13	1	367,38	350,56	1587,05	Ok	Ok
35	875	418,88	137,73	1	-	137,73	-	-	-	-	137,73	137,73	418,88	Ok	Ok
36	795	418,88	1155,33	5	0,76	231,07	24,91	1	5,84	1	242,29	219,84	1587,05	Ok	Ok
37	799	418,88	1215,35	5	0,76	243,07	23,35	1	3,49	1	256,49	229,65	1587,05	Ok	Ok
38	677	418,88	1924,35	5	0,76	384,87	24,4	1	5,24	1	392,28	377,46	1587,05	Ok	Ok
39	878	418,88	143,38	1	-	143,38	-	-	-	-	143,38	143,38	418,88	Ok	Ok
40	681	418,88	1679,88	5	0,76	335,98	54,52	1	17,61	1	354,01	317,94	1587,05	Ok	Ok
41	881	418,88	93,32	1	-	93,32	-	-	-	-	93,32	93,32	418,88	Ok	Ok

Tabel 5.50. Rekapitulasi Perhitungan Gaya Maksimum dan Minimum Pada *Pilecap Shearwall*

No. Sw	Beban (Ton)	Daya Dukung 1 Tiang		Kebutuhan Tiang		EG						P max (Ton)	P min (Ton)	P all Gp (Ton)	Syarat	Syarat
		(Ton)	(buah)	(buah)		P/n (Ton)	Mx (Ton.m)	Y (m)	My (Ton.m)	X (m)						
SW 1	1555,10	654,5	2,376	3	0,76	518,37	2,86	1,25	4,57	1,25	524,69	512,04	1487,87	Ok	Ok	
SW 2	3252,67	654,5	4,970	6	0,72	542,11	13,01	1,3	9,00	2,5	582,03	502,19	2817,19	Ok	Ok	
SW 3	3561,61	654,5	5,442	6	0,72	593,60	14,99	1,3	21,83	2,5	775,13	412,08	2817,19	Ok	Ok	
SW 4	3546,22	654,5	5,418	6	0,72	591,04	19	2,5	23,32	6,25	616,22	565,65	2817,19	Ok	Ok	
SW 5	3734,43	654,5	5,706	6	0,72	622,41	23,77	2,5	42,82	1,25	653,87	590,94	2817,19	Ok	Ok	
SW 6	1700,03	654,5	2,597	4	0,76	425,01	2,83	1,25	16,61	1,25	443,07	406,94	1983,32	Ok	Ok	
SW 7	1258,7	654,5	1,923	3	0,88	419,57	0,12	1,25	5,38	1,25	424,90	414,23	1725,68	Ok	Ok	
SW 8	1321,06	654,5	2,018	3	0,88	440,35	0,88	1,25	5,34	1,25	446,14	434,57	1725,68	Ok	Ok	
SW 9	2961,76	654,5	4,525	6	0,72	493,63	1,917	1,25	3,17	1,25	497,97	489,28	2817,19	Ok	Ok	
SW 10	1387,46	654,5	2,120	3	0,76	462,49	17,46	1,25	5,22	1,25	478,95	446,02	1487,87	Ok	Ok	

Berikut rekapitulasi dimensi pilecap untuk semua kolom gedung yang dapat dilihat pada Tabel 5.51. dan rekapitulasi pilecap yang menopang *shearwall* pada Tabel 5.52.

Tabel 5.51. Rekapitulasi Dimensi *Pilecap* Kolom

No. Kolom	Jumlah Tiang (bh)	Jarak Antar Tiang Horizontal (m)	Jarak Antar Tiang Vertikal (m)	Jarak Tiang Ke Tepi (m)	Dimensi Pilecap	
					P	L
1	1	-	-	-	-	-
2	1	-	-	-	-	-
3	5	2	2	1	4	4
4	5	2	2	1	4	4
5	5	2	2	1	4	4
6	5	2	2	1	4	4
7	5	2	2	1	4	4
8	5	2	2	1	4	4
9	1	-	-	-	-	-
10	5	2	2	1	4	4
11	1	-	-	-	-	-
12	5	2	2	1	4	4
13	5	2	2	1	4	4
14	5	2	2	1	4	4
15	1	-	-	-	-	-
16	5	2	2	1	4	4
17	1	-	-	-	-	-
18	5	2	2	1	4	4
19	5	2	2	1	4	4
20	5	2	2	1	4	4
21	1	-	-	-	-	-
22	5	2	2	1	4	4
23	5	2	2	1	4	4
24	5	2	2	1	4	4
25	1	-	-	-	-	-
26	1	-	-	-	-	-
27	5	2	2	1	4	4
28	5	2	2	1	4	4
29	5	2	2	1	4	4
30	1	-	-	-	-	-
31	1	-	-	-	-	-
32	5	2	2	1	4	4
33	5	2	2	1	4	4
34	5	2	2	1	4	4
35	1	-	-	-	-	-
36	5	2	2	1	4	4
37	5	2	2	1	4	4
38	5	2	2	1	4	4
39	1	-	-	-	-	-
40	5	2	2	1	4	4
41	1	-	-	-	-	-

Tabel 5.52. Rekapitulasi Dimensi *Pilecap Shearwall*

No. SW	Tipe Kelompok	Jmlh Tiang	Jarak Antar Tiang	Jarak Antar Tiang Vertikal	Jarak Tiang Ke Tepi	Dimensi Pilecap	
		(bh)	(m)	(m)	(m)	P	L
SW 1	1	3	2,5	2,5	1,25	5	5
SW 2	3	6	2,5	2,5	1,25	8	5
SW 3	3	6	2,5	2,5	1,25	8	5
SW 4	4	6	2,5	2,5	1,25	8	5
SW 5	5	6	2,5	2,5	1,25	8	6,5
SW 6	2	4	2,5	2,5	1,25	5	5
SW 7	1	3	2,5	2,5	1,25	5	5
SW 8	1	3	2,5	2,5	1,25	5	5
SW 9	3	6	2,5	2,5	1,25	8	5
SW 10	1	3	2,5	2,5	1,25	5	5

### Perencanaan Tebal *Pilecap*

*Pilecap* harus mampu menyebarkan beban dari kolom ke pondasi sehingga perlu dilakukan kontrol kekuatan geser pons untuk memastikan bahwa kekuatan geser nominal beton harus lebih besar dari geser pons yang terjadi. Perencanaan geser pons pada *pilecap* tersebut berdasarkan ketentuan SNI 2847:2013 pasal 11.11.2.1. Untuk pondasi tapak non-prategang ( $V_c$ ) ditentukan berdasarkan nilai yang terkecil dari persamaan berikut :

$$V_{c1} = 0,17 \times \left( \frac{1+2}{\beta_c} \right) \times \lambda \times \sqrt{f_c'} \times b_o \times d$$

$$V_{c2} = 0,083 \times \left( \frac{\alpha_s \times d}{b_o} + 2 \right) \times \lambda \times \sqrt{f_c'} \times b_o \times d$$

$$V_{c3} = 0,33 \times \lambda \times \sqrt{f_c'} \times b_o \times d$$

Dimana :

$b_o$  = Keliling dari penampang kritis (mm)

$d$  = Tinggi efektif plat pondasi (mm)

$\beta_c$  = Rasio sisi panjang kolom terhadap sisi pendek dari beban terpusat atau daerah tumpuan

$$\alpha_s = 40$$

Perencanaan tebal *pilecap* dihitung pada 2 kondisi, yaitu :

1. Geser dua arah disekitar kolom.
2. Geser dua arah disekitar tiang bor.

Geser dua arah di sekitar kolom

$$P_u = 2000,55 \text{ ton}$$

$$\text{Diameter tiang} = 80 \text{ cm} = 800 \text{ mm}$$

$$\text{dimensi kolom} = 1000 \times 2500 \text{ (mm}^2\text{)}$$

$$\text{Selimut beton} = 50 \text{ mm}$$

$$f_c' = 25 \text{ Mpa}$$

$$\text{diameter tulangan} = D29 = 660,519 \text{ mm}^2$$

$$\text{Asumsi tebal pilecap} = 1500 \text{ mm}$$

$$d_x = h - \text{selimut} - D_{\text{tulangan}}$$

$$d_x = 1500 - 50 - 29 = 1421 \text{ mm}$$

$$\beta_c = \frac{4}{4} = 1$$

$$b_o = 2 \times (1000 + 1421) + 2 \times (2500 + 1421)$$

$$= 12684 \text{ mm}$$

$$V_{c1} = 0,17 \times \left(\frac{1+2}{1}\right) \times 1 \times \sqrt{25} \times 12684 \times 1421$$



$$V_{c1} = 45961108 \text{ N}$$

$$V_{c2} = 0,083 \times \left( \frac{40 \times 1421}{12684} + 2 \right) \times 1 \times \sqrt{25} \times 12684 \times 1421$$

$$V_{c2} = 48479291 \text{ N}$$

$$V_{c3} = 0,33 \times \lambda \times \sqrt{f_{c'}} \times b_o \times d$$

$$V_{c3} = 0,33 \times 1 \times \sqrt{25} \times 12684 \times 1421$$

$$V_{c3} = 29739541 \text{ N}$$

Dari ketiga nilai diatas, dipilih yang paling kecil, yaitu nilai dari  $V_{c3}$  sebesar 29739541 N = 2973,95 ton. Hasil tersebut dikalikan dengan faktor reduksi ( $\phi$ ) sebesar 0,75 dan dibandingkan dengan  $P_u$  Kolom.

$$\phi V_n > V_u$$

$$0,75(2973,95) > 2000,55 \text{ (ton)}$$

$$2230,47 > 2000,55 \text{ (ton)} \quad (\text{OK})$$

Geser dua arah di sekitar tiang bor

$$P_u = 2000,55/5 = 400,11 \text{ ton}$$

$$\text{Diameter tiang} = 80 \text{ cm} = 800 \text{ mm}$$

$$\text{dimensi kolom} = 1000 \times 2500 \text{ (mm}^2\text{)}$$

$$\text{Selimut beton} = 50 \text{ mm}$$

$$f_{c'} = 25 \text{ Mpa}$$

$$\text{diameter tulangan} = D29 = 660,519 \text{ mm}^2$$

$$\text{Asumsi tebal pilecap} = 1500 \text{ mm}$$

$$d_x = h - \text{selimut} - D_{\text{tulangan}}$$

$$dx = 1500 - 50 - 28 = 1421 \text{ mm}$$

$$\beta_c = \frac{4}{4} = 1$$

$$\begin{aligned} bo &= \pi x (D + dx) \\ &= \pi x (800 + 1421) = 4621 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$V_{c1} = 0,17 x \left(\frac{1+2}{1}\right) x 1 x \sqrt{25} x 4621 x 1421$$

$$V_{c1} = 16744425 \text{ N}$$

$$V_{c2} = 0,083 x \left(\frac{40 x 1421}{4621} + 2\right) x 1 x \sqrt{25} x 4621 x 1421$$

$$V_{c2} = 38969547 \text{ N}$$

$$V_{c3} = 0,33 x 1 x \sqrt{25} x 12684 x 1421$$

$$V_{c3} = 10834628 \text{ N}$$

Dari ketiga nilai diatas, dipilih yang paling kecil, yaitu nilai dari  $V_{c3}$  sebesar  $10834628 \text{ N} = 1083,463 \text{ ton}$ . Hasil tersebut dikalikan dengan faktor reduksi ( $\emptyset$ ) sebesar  $0,75$  dan dibandingkan dengan  $P_u$  Kolom.

$$\emptyset V_n > V_u$$

$$0,75(1083,463) > 400,11 \text{ (ton)}$$

$$812,597 > 400,11 \text{ (ton)} \quad (\text{OK})$$

### Penulangan *Pilecap*

Data perencanaan *Pilecap*

$$B = L = 4000 \text{ mm}$$

$$dx = 1421 \text{ mm}$$

$$f_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$\text{Tebal Pilecap} = 1500 \text{ mm}$$

$$\text{Dimensi Kolom} = 1000 \times 2500 \text{ (mm}^2\text{)}$$

$$\begin{aligned} Mu &= 2 \times \text{Pult tiang} \times \left( \text{Tebal Pilecap} - \frac{L_{kolom}}{2} \right) \\ &= 2 \times 400,11 \times (1,5 - 0,5) = 800,22 \text{ ton.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_n &= \frac{Mu}{\phi \times b \times d^2} \\ &= \frac{(800,22 \times 10^7)}{0,9 \times 4000 \times 1421^2} \\ &= 1,01 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\rho_{\max} = 0,75x \left( \frac{0,85 \times f_c' \times \beta_1}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_{\max} = 0,75x \left( \frac{0,85 \times 25 \times 0,8}{400} \times \frac{600}{600 + 400} \right)$$

$$\rho_{\max} = 0,0268$$

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{0,85 \times f_c'}{f_y} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0,85 f_c'}} \right)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{0,85 \times 25}{400} \times \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 1,01}{0,85 \times 25}} \right)$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,0028 \leq \rho_{\text{min}}$$

$$\text{Digunakan } \rho_{\text{perlu}} = \rho_{\text{min}} = 0,0035$$

$$A_{S_{\text{perlu}}} = \rho \times b \times d$$

$$= 0,0035 \times 4000 \times 1421 = 19894 \text{ mm}^2$$

$$S = \frac{660,519 \times 4000}{19894} = 132,81 \text{ mm}$$

Jadi untuk penulangan Pilecap arah X dan Y digunakan D29-130

Perhitungan tebal pilecap untuk shearwall menggunakan cara yang sama dengan perhitungan tebal pilecap untuk kolom, sehingga dapat dilihat pada Tabel 5.53. sampai Tabel 5.55.

Tabel 5.53. Perhitungan Tebal Pilecap Shearwall Berdasarkan Gaya Geser Dua Arah di Sekitar Kolom

Tipe	Jumlah Tiang	Pu	Dimensi Kolom		Asumsi Tebal (mm)	selimut Btr (mm)	Tulangan (mm)	d (mm)	bo (mm)	$\beta c$	as	Vc1	Vc2	Vc3	Vn	Vn	$\emptyset Vn$	Vu	Cek
			(N)	(N)								(N)	(N)	(Ton)	(Ton)	(Ton)			
1	3	1555,10	3095	700	1200	50	29	1121	12074	1	40	34514133	32094252	22332674	22332674	2233,27	1674,95	1555,10	ok
2	4	1700,03	3850	600	1200	50	29	1121	13384	1	40	38258833	33313116	24755716	24755716	2475,57	1856,68	1700,03	ok
3	6	3734,43	6300	600	1700	50	29	1621	20284	1,6	40	52403080	70909543	54252601	52403080	5240,31	3930,23	3734,43	ok

Tabel 5.54. Perhitungan Tebal Pilecap Shearwall Berdasarkan Gaya Geser Dua Arah di Sekitar Tiang Bor

Tipe	Jumlah Tiang	Pu	Dimensi Kolom		Asumsi Tebal (mm)	selimut Btr (mm)	Tulangan (mm)	d (mm)	bo (mm)	$\beta c$	as	Vc1	Vc2	Vc3	Vn	Vn	$\emptyset Vn$	Vu	Cek
			(N)	(N)								(N)	(N)	(Ton)	(Ton)	(Ton)			
1	3	1555,10	3095	700	1200	50	29	1121	4621	1,00	40	13209360	25159758	8547233	8547233	854,72	641,04	518,3653	ok
2	4	1700,03	3850	600	1200	50	29	1121	4621	1,00	40	13209360	25159758	8547233	8547233	854,72	641,04	425,0075	ok
3	6	3734,43	6300	600	1700	50	29	1621	5121	1,60	40	13229943	50508788	13696883	13229943	1322,99	992,25	622,405	ok

Tabel 5.55. Perhitungan Penulangan *Pilecap Shearwall*

Tipe	Jumlah Tiang	Pu	b	d	fy	Mu	Rn	$\rho$ perlu	As Perlu	Jmlh Tul	Jarak Tul	Jarak Pakai
			(mm)	(mm)	Mpa	(Ton.m)			mm <sup>2</sup>	D29	mm	mm
1	3	1555,10	5000	1121	400	8,2	0,015	3,626E-05	19617,5	29,7	168,35	150
			5000	1121	400	12,85	0,023	5,684E-05	19617,5	29,7	168,35	150
2	4	1700,03	5000	1121	400	11,33	0,020	5,011E-05	19617,5	29,7	168,35	150
			5000	1121	400	7,56	0,013	3,343E-05	19617,5	29,7	168,35	150
3	6	3734,43	8000	1621	400	47,75	0,025	6,314E-05	45388	68,7	116,42	115
			6500	1621	400	17,33	0,011	2,819E-05	36877,75	55,8	116,42	115

### 5.3. Perencanaan *Kingpost*

Kolom Tipe 3C1 = 3C3

Dimensi = 900 x 2200 (mm<sup>2</sup>)

Direncanakan menggunakan baja WF, Tipe *Heavy Column Section* dengan *Section Index* 50 dengan spesifikasi sebagai berikut :

W = 658 kg/m'	I <sub>x</sub> = 331.000 cm <sup>4</sup>
d = 508 mm	I <sub>y</sub> = 105.000 cm <sup>4</sup>
b = 437 mm	i <sub>x</sub> = 19,9 cm
tw = 50 mm	i <sub>y</sub> = 11,2 cm
tf = 75 mm	Z <sub>x</sub> = 13.000 cm <sup>3</sup>
r = 22 mm	Z <sub>y</sub> = 4.790 cm <sup>3</sup>
A = 838,7 cm <sup>2</sup>	

Diameter Tulangan = D32 (Longitudinal)  
= D13 (Senggang)

Cek luas penampang

Menurut SNI 03-1729 2002 pasa; 12.3.1 luasan profil baja minimal sebesar 4% dari luas total penampang melintang kolom komposit, jika kurang maka komponen struktur tekan ini akan beraksi sebagai kolom beton biasa.

$$\frac{A_s}{A_c} \times 100 = \frac{(838,7 \times 100)}{(900 \times 2200)} \times 100 = 4,23\% > 4\% \dots (\text{ok})$$

Jarak senggang

$$250 \text{ mm} < \frac{2}{3} \times 900 = 600 \text{ mm}$$

Jarak tulangan longitudinal terjauh

$$900 - (2 \times 40) - (2 \times 13) - 32 = 762 \text{ mm}$$

Luas tulangan longitudinal tulangan senggang

$$\frac{1}{4} \times \pi \times 32^2 = 804,247 \text{ mm}^2$$

$$\frac{1}{4} \times \pi \times 13^2 = 132,73 \text{ mm}^2$$

Tegangan leleh modifikasi

Luas total tulangan longitudinal  
 $24 \times 804,247 = 19301,928 \text{ mm}^2$

Luas netto beton  
 $1.980.000 - 83870 - 19301,928 = 1.876.828 \text{ mm}^2$

Untuk baja dibungkus beton, maka :  
 $C1 = 0,7$  ;  $C2 = 0,6$  ;  $C3 = 0,2$

F<sub>my</sub>

$$= f_y + C1 \times f_{yr} \times \left( \frac{Ar}{As} \right) + C2 \times f_{c'} \times \left( \frac{Anc}{As} \right)$$

$$250 + 0,7 \times 400 \times \left( \frac{19301,928}{83870} \right) + 0,6 \times 50 \times \left( \frac{1876828}{83870} \right)$$

985,77 Mpa

E<sub>modifikasi</sub>

$$E_s + C3 \times E_c \times \left( \frac{Ac}{As} \right)$$

$$200000 + 0,2 \times \left( 4700 \times \sqrt{50} \right) \times \left( \frac{1876828}{83870} \right) = 348741 \text{ Mpa}$$

Jari-jari girasi kolom komposit  
 $0,3 b = 0,3 \times 900 = 270 \text{ mm}$

Kuat tekan kolom komposit

$$\lambda_c = \frac{K_c \times L}{r_m \times \pi} \sqrt{\frac{f_{my}}{E_m}} = \frac{0,65 \times 3000}{270 \times \pi} \sqrt{\frac{985,77}{348741}} = 0,122$$

$$\lambda_c = 0,122 \rightarrow \omega = 1$$

$$f_{cr} = \frac{f_{my}}{\omega} = \frac{985,77}{1} = 985,77 \text{ Mpa}$$

$$N_n = A_s \times f_{cr} = 83870 \times 985,77 = 82.676.530 \text{ N} = 8267,65 \text{ T}$$

Momen Nominal

$$M_{nx} = Z_x \times f_y = 13.000 \text{ cm}^3 \times 2500 \text{ kg/cm}^2 = 32500000 \text{ kg.cm}$$

$$M_{ny} = Z_y \times f_y = 4790 \text{ cm}^3 \times 2500 \text{ kg/cm}^2 = 11975000 \text{ kg.cm}$$

Diagram Interaksi

$$\frac{N_u}{\phi N_n} = \frac{1943,6268}{0,9 \times 8267,65} = 0,261 \geq 0,2$$

$$\frac{N_u}{\phi N_n} + \frac{8}{9} \times \left( \frac{M_{ux}}{\phi M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi M_{ny}} \right) \leq 1$$

$$0,256 + \frac{8}{9} \times \left( \frac{11,93}{0,85 \times 325} + \frac{39,188}{0,85 \times 11975} \right) \leq 1$$

$$0,63 \leq 1$$

Kolom Tipe 3C2 = 3C5

Dimensi = 1000 x 2500 (mm<sup>2</sup>)

Direncanakan menggunakan baja WF, Tipe *Heavy Column Section* dengan *Section Index* 60 dengan spesifikasi sebagai berikut :

$$W = 804 \text{ kg/m'}$$

$$I_x = 443.000 \text{ cm}^4$$

$$d = 538 \text{ mm}$$

$$I_y = 135.000 \text{ cm}^4$$

$$b = 447 \text{ mm}$$

$$i_x = 20,6 \text{ cm}$$

$$t_w = 60 \text{ mm}$$

$$i_y = 11,5 \text{ cm}$$



$$\begin{aligned}
 t_f &= 90 \text{ mm} & Z_x &= 16.100 \text{ cm}^3 \\
 r &= 22 \text{ mm} & Z_y &= 6.030 \text{ cm}^3 \\
 A &= 1024 \text{ cm}^2 \\
 \text{Diameter Tulangan} &= \text{D32 (Longitudinal)} \\
 &= \text{D13 (Sengkang)}
 \end{aligned}$$

Cek luas penampang

Menurut SNI 03-1729 2002 pasal 12.3.1 luasan profil baja minimal sebesar 4% dari luas total penampang melintang kolom komposit, jika kurang maka komponen struktur tekan ini akan beraksi sebagai kolom beton biasa.

$$\frac{A_s}{A_c} \times 100 = \frac{(1024 \times 100)}{(1000 \times 2500)} \times 100 = 4,096 \% > 4\% \dots (\text{ok})$$

Jarak sengkang

$$250 \text{ mm} < \frac{2}{3} \times 1000 = 666,67 \text{ mm}$$

Jarak tulangan longitudinal terjauh

$$1000 - (2 \times 40) - (2 \times 13) - 32 = 862 \text{ mm}$$

Luas tulangan longitudinal tulangan sengkang

$$\frac{1}{4} \times \pi \times 32^2 = 804,247 \text{ mm}^2$$

$$\frac{1}{4} \times \pi \times 13^2 = 132,73 \text{ mm}^2$$

Tegangan leleh modifikasi

Luas total tulangan longitudinal

$$32 \times 804,247 = 25735,9 \text{ mm}^2$$

Luas netto beton

$$2.500.000 - 102400 - 25735,9 = 2.371.864 \text{ mm}^2$$

Untuk baja dibungkus beton, maka :

$$C1 = 0,7 ; C2 = 0,6 ; C3 = 0,2$$

$f_{my}$

$$= f_y + C1 \times f_{yr} \times \left( \frac{A_r}{A_s} \right) + C2 \times f_c' \times \left( \frac{A_{nc}}{A_s} \right)$$

$$250 + 0,7 \times 400 \times \left( \frac{25735,9}{102400} \right) + 0,6 \times 50 \times \left( \frac{2371864}{102400} \right)$$

$$= 1015,25 \text{ Mpa}$$

$E_{\text{modifikasi}}$

$$E_s + C3 \times E_c \times \left( \frac{A_c}{A_s} \right)$$

$$200000 + 0,2 \times (4700 \times \sqrt{50}) \times \left( \frac{2371864}{102400} \right) = 353958 \text{ Mpa}$$

Jari-jari girasi kolom komposit

$$0,3 b = 0,3 \times 1000 = 300 \text{ mm}$$

Kuat tekan kolom komposit

$$\lambda_c = \frac{K_c \times L}{r_m \times \pi} \sqrt{\frac{f_{my}}{E_m}} = \frac{0,65 \times 3000}{300 \times \pi} \sqrt{\frac{1015,25}{353958}} = 0,11$$

$$\lambda_c = 0,11 \rightarrow \omega = 1$$

$$f_{cr} = \frac{f_{my}}{\omega} = \frac{1015,25}{1} = 1015,25 \text{ Mpa}$$

$$N_n = A_s \times f_{cr} = 102400 \times 1015,25 = 103.961.600 \text{ N}$$

$$= 10396,16 \text{ T}$$

Momen Nominal

$$M_{nx} = Z_x \times f_y = 16.100 \text{ cm}^3 \times 2500 \text{ kg/cm}^2 = 40250000 \text{ kg.cm}$$

$$M_{ny} = Z_y \times f_y = 6.030 \text{ cm}^3 \times 2500 \text{ kg/cm}^2 = 15075000 \text{ kg.cm}$$

Diagram Interaksi

$$\frac{Nu}{\phi Nn} = \frac{2000,55}{0,9 \times 10396,16} = 0,214 \geq 0,2$$

$$\frac{Nu}{\phi Nn} + \frac{8}{9} \times \left( \frac{Mux}{\phi \cdot Mnx} + \frac{Muy}{\phi \cdot Mny} \right) \leq 1$$

$$0,214 + \frac{8}{9} \times \left( \frac{36,7}{0,85 \times 402,5} + \frac{6,07}{0,85 \times 150,75} \right) \leq 1$$

$$0,35 \leq 1$$

Kolom Tipe 3C4

Dimensi = 900 x 2000 (mm<sup>2</sup>)

Direncanakan menggunakan baja WF, Tipe *Heavy Column Section* dengan *Section Index 50* dengan spesifikasi sebagai berikut :

W = 593 kg/m'	Ix = 260.000 cm <sup>4</sup>
d = 478 mm	Iy = 90.000 cm <sup>4</sup>
b = 447 mm	ix = 18,6 cm
tw = 60 mm	iy = 10,9 cm
tf = 60 mm	Zx = 10.900 cm <sup>3</sup>
r = 22 mm	Zy = 4.030 cm <sup>3</sup>
A = 755,4 cm <sup>2</sup>	

Diameter Tulangan = D32 (Longitudinal)  
= D13 (Sengkang)

Cek luas penampang

Menurut SNI 03-1729 2002 pasal 12.3.1 luasan profil baja minimal sebesar 4% dari luas total penampang melintang kolom komposit, jika kurang maka komponen struktur tekan ini akan beraksi sebagai kolom beton biasa.

$$\frac{As}{Ac} \times 100 = \frac{(755,4 \times 100)}{(900 \times 2000)} \times 100 = 4,196 \% > 4 \% \dots (\text{ok})$$

Jarak sengkang

$$250 \text{ mm} < \frac{2}{3} \times 900 = 600 \text{ mm}$$

Jarak tulangan longitudinal terjauh

$$900 - (2 \times 40) - (2 \times 13) - 32 = 762 \text{ mm}$$

Luas tulangan longitudinal tulangan sengkang

$$\frac{1}{4} \times \pi \times 32^2 = 804,247 \text{ mm}^2$$

$$\frac{1}{4} \times \pi \times 13^2 = 132,73 \text{ mm}^2$$

Tegangan leleh modifikasi

Luas total tulangan longitudinal

$$24 \times 804,247 = 19301,928 \text{ mm}^2$$

Luas netto beton

$$1.800.000 - 75540 - 19301,928 = 1.705.158 \text{ mm}^2$$

Untuk baja dibungkus beton, maka :

$$C1 = 0,7 ; C2 = 0,6 ; C3 = 0,2$$

Fmy

$$= f_y + C1 \times f_{yr} \times \left( \frac{A_r}{A_s} \right) + C2 \times f_c' \times \left( \frac{A_{nc}}{A_s} \right)$$

$$250 + 0,7 \times 400 \times \left( \frac{19301,928}{75540} \right) + 0,6 \times 50 \times \left( \frac{1705158}{75540} \right)$$

$$= 998,73 \text{ Mpa}$$

$E_{\text{modifikasi}}$

$$E_s + C3 \times E_c \times \left( \frac{A_c}{A_s} \right)$$

$$200000 + 0,2 \times (4700 \times \sqrt{50}) \times \left( \frac{1705158}{75540} \right)$$

$$= 350037,7 \text{ Mpa}$$

Jari-jari girasi kolom komposit

$$0,3 b = 0,3 \times 900 = 270 \text{ mm}$$

Kuat tekan kolom komposit

$$\lambda_c = \frac{Kc \times L}{rm \times \pi} \sqrt{\frac{fmy}{Em}} = \frac{0,65 \times 3000}{270 \times \pi} \sqrt{\frac{998,73}{350037}} = 0,12$$

$$\lambda_c = 0,12 \rightarrow \omega = 1$$

$$f_{cr} = \frac{fmy}{\omega} = \frac{998,73}{1} = 998,73 \text{ Mpa}$$

$$N_n = A_s \times f_{cr} = 75540 \times 998,73 = 75.444.064 \text{ N} = 7544,41 \text{ T}$$

Momen Nominal

$$M_{nx} = Z_x \times f_y = 10.900 \text{ cm}^3 \times 2500 \text{ kg/cm}^2 = 27250000 \text{ kg.cm}$$

$$M_{ny} = Z_y \times f_y = 4030 \text{ cm}^3 \times 2500 \text{ kg/cm}^2 = 10075000 \text{ kg.cm}$$

Diagram Interaksi

$$\frac{Nu}{\phi N_n} = \frac{1425,8757}{0,9 \times 5658} = 0,209 \geq 0,2$$

$$\frac{Nu}{\phi N_n} + \frac{8}{9} \times \left( \frac{Mux}{\phi \cdot Mnx} + \frac{Muy}{\phi \cdot Mny} \right) \leq 1$$

$$0,209 + \frac{8}{9} \times \left( \frac{70,99}{0,85 \times 272,5} + \frac{49,39}{0,85 \times 100,75} \right) \leq 1$$

$$0,994 \leq 1$$

Kolom Tipe 3C6

Dimensi = 800 x 800 (mm<sup>2</sup>)

Direncanakan menggunakan baja WF 400.400.18.28 dengan spesifikasi sebagai berikut :

$$W = 232 \text{ kg/m} \quad I_x = 92.800 \text{ cm}^4$$

$$d = 414 \text{ mm} \quad I_y = 31.000 \text{ cm}^4$$

$$b = 405 \text{ mm} \quad i_x = 17,7 \text{ cm}$$

$$t_w = 18 \text{ mm} \quad i_y = 10,2 \text{ cm}$$

$$t_f = 28 \text{ mm} \quad Z_x = 4.480 \text{ cm}^3$$

$$r = 22 \text{ mm} \quad Z_y = 1.530 \text{ cm}^3$$

$$A = 295,4 \text{ cm}^2$$

Diameter Tulangan = D25 (Longitudinal)

= D13 (Sengkang)

Cek luas penampang

Menurut SNI 03-1729 2002 pasal 12.3.1 luasan profil baja minimal sebesar 4% dari luas total penampang melintang kolom komposit, jika kurang maka komponen struktur tekan ini akan beraksi sebagai kolom beton biasa.

$$\frac{A_s}{A_c} \times 100 = \frac{(295,4 \times 100)}{(800 \times 800)} \times 100 = 4,61\% > 4\% \dots (\text{ok})$$

Jarak sengkang

$$250 \text{ mm} < \frac{2}{3} \times 800 = 533 \text{ mm}$$

Jarak tulangan longitudinal terjauh

$$800 - (2 \times 40) - (2 \times 13) - 25 = 669 \text{ mm}$$

Luas tulangan longitudinal tulangan sengkang

$$\frac{1}{4} \times \pi \times 25^2 = 490,87 \text{ mm}^2$$

$$\frac{1}{4} \times \pi \times 13^2 = 132,73 \text{ mm}^2$$

Tegangan leleh modifikasi

Luas total tulangan longitudinal

$$16 \times 490,87 = 7853,92 \text{ mm}^2$$

Luas netto beton

$$640.000 - 29540 - 7853,92 = 602.606 \text{ mm}^2$$

Untuk baja dibungkus beton, maka :

$$C1 = 0,7 ; C2 = 0,6 ; C3 = 0,2$$

F<sub>my</sub>

$$= f_y + C1 \times f_{yr} \times \left( \frac{A_r}{A_s} \right) + C2 \times f_{c'} \times \left( \frac{A_{nc}}{A_s} \right)$$

$$250 + 0,7 \times 400 \times \left( \frac{7853,95}{29540} \right) + 0,6 \times 35 \times \left( \frac{602600}{29540} \right)$$

$$752,83 \text{ Mpa}$$

E<sub>modifikasi</sub>

$$E_s + C3 \times E_c \times \left( \frac{A_c}{A_s} \right)$$

$$200000 + 0,2 \times \left( 4700 \times \sqrt{35} \right) \times \left( \frac{602600}{29540} \right) = 313443 \text{ Mpa}$$

Jari-jari girasi kolom komposit

$$0,3 b = 0,3 \times 800 = 240 \text{ mm}$$

Kuat tekan kolom komposit

$$\lambda_c = \frac{Kc \times L}{rm \times \pi} \sqrt{\frac{f_{my}}{E_m}} = \frac{0,65 \times 3000}{240 \times \pi} \sqrt{\frac{752,83}{313443}} = 0,126$$

$$\lambda_c = 0,126 \rightarrow \omega = 1$$

$$f_{cr} = \frac{f_{my}}{\omega} = \frac{752,83}{1} = 752,83 \text{ Mpa}$$

$$N_n = A_s \times f_{cr} = 29540 \times 752,83 = 22.238.598 \text{ N} = 2223,85 \text{ T}$$

Momen Nominal

$$M_{nx} = Z_x \times f_y = 4480 \text{ cm}^3 \times 2500 \text{ kg/cm}^2 = 11200000 \text{ kg.cm}$$

$$M_{ny} = Z_y \times f_y = 1530 \text{ cm}^3 \times 2500 \text{ kg/cm}^2 = 3825000 \text{ kg.cm}$$

Diagram Interaksi

$$\frac{N_u}{\phi N_n} = \frac{243,0759}{0,9 \times 2223,85} = 0,12 \leq 0,2$$

$$\frac{N_u}{2.N_n} + \left( \frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} \right) \leq 1$$

$$\frac{243,0759}{2 \times 2223,85} + \left( \frac{8,86}{112} + \frac{13,64}{38,25} \right) \leq 1$$

$$0,46 \leq 1$$

#### 5.4. Perhitungan Biaya Material

Perhitungan Biaya Material Pondasi *Bored Pile*

Biaya material yang dihitung meliputi material beton dan material baja tulangnya. Hasil desain pondasi yang sudah dihitung pada bab sebelumnya adalah :

$$D = 800 \text{ mm}$$

$$f_c' = 25 \text{ Mpa}$$

$$\text{Tulangan Utama} = \text{D25}$$

$$\text{Tulangan Spiral} = \text{D16}$$

$$\text{Panjang Pondasi} = 29 \text{ m}$$

Hasil perhitungan biaya material untuk 1 pondasi dapat dilihat pada Tabel 5.55.



Tabel 5.56. Rincian Biaya Pekerjaan 1 Tiang Bored Pile  
D800

Pekerjaan	Unit	Dimensi			Kuantitas	Harga Satuan	Total Harga
		P	L	T			
		(m)	(m)	(m)			
Beton							
Beton fc' 25 Mpa	m3	0,8	-	29	14,58	Rp 880.000	Rp 12.827.751
Penulangan							
Tulangan Utama D25	kg	-	-	-	1386	Rp 8.682	Rp 12.033.252
Tulangan Spiral D16	kg	-	-	-	697,25	Rp 8.682	Rp 6.053.525
Total Biaya Pekerjaan						Rp	30.914.528

Rincian perhitungan :

Beton

Volume beton = Volume silinder

$$= \frac{1}{4} x \pi x d^2 x h$$

$$= \frac{1}{4} x \pi x 0,8^2 x 29 = 14,58 \text{ m}^3$$

Harga satuan untuk beton 25 Mpa adalah Rp 880.000/m<sup>3</sup>  
sehingga total harga material beton adalah :

$$V \times \text{Harga satuan} = 14,58 \times \text{Rp } 880.000 = \text{Rp } 12.827.751$$

Penulangan

Tulangan Utama D25

Panjang 1 tulangan utama

L = Panjang tiang + Panjang penyaluran

$$L = 29 + (40 \times d)$$

$$L = 29 + (40 \times 0,025) = 30 \text{ m}$$

Total panjang tulangan D25

Jumlah tulangan = 12 buah, sehingga total panjang tulangan  
D25 untuk 1 pondasi adalah :

$$L \text{ 1 Tulangan} \times \text{Jumlah Tulangan}$$

$$30 \text{ m} \times 12 = 360 \text{ m}$$

Hasil dari panjang total diatas dikali dengan berat besi per meter panjang. Berat besi D25 = 3,85 kg/m', sehingga berat besi tulangan untuk satu pondasi adalah :

$$360 \text{ m} \times 3,85 \text{ kg/m} = 1386 \text{ kg}$$

Harga per kg besi D25 adalah Rp. 8.682, sehingga total biaya tulangan D25 untuk 1 beton adalah :

$$1386 \text{ kg} \times \text{Rp } 8682 = \text{Rp } 12.033.252$$

#### Tulangan Spiral D16

Rumus menghitung kebutuhan tulangan spiral pada *bored pile* adalah :

$$L = \sqrt{\left(\pi x \frac{h}{h1} x D\right)^2 + h^2} \text{ , dimana}$$

h = Kedalaman tiang (m)

h1 = Jarak antar Spiral (m)

D = Diameter beton dikurangi selimut beton (m)

L = Panjang lilitan (m)

Sehingga dengan menggunakan rumus tersebut bisa didapat berat tulangan spiralnya.

$$L = \sqrt{\left(\pi x \frac{29000}{150} x 725\right)^2 + 29000^2}$$

$$L = 441300 \text{ mm} = 441,3 \text{ m}$$

Setelah itu, panjang kebutuhan tersebut dikalikan dengan berat besi per meter, sehingga berat besi untuk tulangan spiral adalah :

$$441,3 \text{ m} \times 1,58 \text{ kg/m}' = 697,25 \text{ kg}$$

Setelah didapat berat besi spiral, kalikan berat tersebut dengan harga besi per kg, sehingga harga total pekerjaan tulangan spiral adalah :

$$697,25 \text{ kg} \times \text{Rp } 8.682 = \text{Rp } 6.053.525$$

Jadi harga material untuk 1 bored pile adalah Rp 30.914.528. Pada perencanaan pondasi tiang bored pile, dibutuhkan sebanyak 149 tiang, sehingga total biaya pekerjaan *bored pile* adalah :

$$149 \text{ tiang} \times \text{Rp } 30.914.528 = \text{Rp } 4.606.264.672$$

$$D = 1000 \text{ mm}$$

$$f_c' = 25 \text{ Mpa}$$

$$\text{Tulangan Utama} = D25$$

$$\text{Tulangan Spiral} = D16$$

$$\text{Panjang Pondasi} = 29 \text{ m}$$

Hasil perhitungan biaya material untuk 1 pondasi dapat dilihat pada Tabel 5.53.

Tabel 5.57. Rincian Biaya Pekerjaan 1 Tiang Bored Pile  
D1000

Pekerjaan	Unit	Dimensi			Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Total Harga (Rp)
		P (m)	L (m)	T (m)			
<b>Beton</b>							
Beton $f_c' 25 \text{ Mpa}$	m <sup>3</sup>	1	-	36	28,27	Rp 880.000	Rp 24.881.414
<b>Penulangan</b>							
Tulangan Utama D25	kg	-	-	-	1709,4	Rp 8.682	Rp 14.841.011
Tulangan Spiral D16	kg	-	-	-	1103,41	Rp 8.682	Rp 9.579.806
Total Biaya Pekerjaan						Rp	49.302.230

Rincian perhitungan :

Beton

Volume beton = Volume silinder

$$= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times h$$

$$= \frac{1}{4} \times \pi \times 1^2 \times 36 = 28,27 \text{ m}^3$$

Harga satuan untuk beton 25 Mpa adalah Rp 880.000/m<sup>3</sup> sehingga total harga material beton adalah :

$$V \times \text{Harga satuan} = 28,27 \times \text{Rp } 880.000 = \text{Rp } 24.881.414$$

Penulangan

Tulangan Utama D25

Panjang 1 tulangan utama

L = Panjang tiang + Panjang penyaluran

$$L = 36 + (40 \times d)$$

$$L = 36 + (40 \times 0,025) = 37 \text{ m}$$

Total panjang tulangan D25

Jumlah tulangan = 12 buah, sehingga total panjang tulangan D25 untuk 1 pondasi adalah :

L 1 Tulangan x Jumlah Tulangan

$$37 \text{ m} \times 12 = 444 \text{ m}$$

Hasil dari panjang total diatas dikali dengan berat besi per meter panjang. Berat besi D25 = 3,85 kg/m', sehingga berat besi tulangan untuk satu pondasi adalah :

$$444 \text{ m} \times 3,85 \text{ kg/m} = 1709,4 \text{ kg}$$

Harga per kg besi D25 adalah Rp. 8.682, sehingga total biaya tulangan D25 untuk 1 beton adalah :

$$1709,4 \text{ kg} \times \text{Rp } 8682 = \text{Rp } 14.841.011$$

Tulangan Spiral D16

Rumus menghitung kebutuhan tulangan spiral pada *bored pile* adalah :

$$L = \sqrt{\left(\pi x \frac{h}{h1} x D\right)^2 + h^2} \text{ , dimana}$$

h = Kedalaman tiang (m)

h1 = Jarak antar Spiral (m)

D = Diameter beton dikurangi selimut beton (m)

L = Panjang lilitan (m)

Sehingga dengan menggunakan rumus tersebut bisa didapat berat tulangan spiralnya.

$$L = \sqrt{\left(\pi x \frac{36000}{150} x 925\right)^2 + 36000^2}$$

$$L = 698362 \text{ mm} = 698,362 \text{ m}$$

Setelah itu, panjang kebutuhan tersebut dikalikan dengan berat besi per meter, sehingga berat besi untuk tulangan spiral adalah :

$$698,362 \text{ m} x 1,58 \text{ kg/m} = 1103,41 \text{ kg}$$

Setelah didapat berat besi spiral, kalikan berat tersebut dengan harga besi per kg, sehingga harga total pekerjaan tulangan spiral adalah :

$$1103,41 \text{ kg} x \text{Rp } 8.682 = \text{Rp } 9.579.806$$

Jadi harga material untuk 1 bored pile adalah Rp 49.302.230. Pada perencanaan pondasi tiang bored pile, dibutuhkan sebanyak 52 tiang, sehingga total biaya pekerjaan *bored pile* adalah :

$$46 \text{ tiang} x \text{Rp } 49.302.230 = \text{Rp } 2.267.902.580$$

#### Perhitungan Biaya Material Pilecap Kolom

Biaya material yang dihitung meliputi material beton dan material baja tulangannya. Pada laporan ini akan ditulis contoh

perhitungan untuk Pilecap (5 Tiang) yang mempunyai data sebagai berikut:

$$P = 4000 \text{ mm}$$

$$L = 4000 \text{ mm}$$

$$T = 1500 \text{ mm}$$

$$\text{Tulangan arah X} = \text{D29}$$

$$\text{Tulangan arah Y} = \text{D29}$$

$$f_c' = 25 \text{ Mpa}$$

$$\text{Berat besi D29 per meter} = 5,19 \text{ kg/m}'$$

Pekerjaan Beton

$$\text{Volume beton} = P \times L \times T$$

$$= 4,0 \times 4,0 \times 1,5 = 24 \text{ m}^3$$

Harga satuan untuk beton 25 Mpa adalah Rp 880.000/m<sup>3</sup> sehingga total harga material beton adalah :

$$V \times \text{Harga satuan} = 24 \times \text{Rp } 880.000 = \text{Rp } 21.120.000$$

Penulangan

Penulangan pilecap dibagi 2 arah yaitu X dan Y, tetapi dikarenakan dimensi pilecap ini simetris dan tulangan yang digunakan sama maka yang dihitung cukup 1 arah saja.

Tulangan utama D29

Panjang 1 Tulangan

$$= P - (2 \times S_b) + T - (2 \times S_b)$$

$$= 4000 - (2 \times 50) + 1500 - (2 \times 50)$$

$$= 5300 \text{ mm} = 5,3 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{b}{s} + 1 = \frac{4000}{130} + 1 = 31,77 \approx 32 \text{ buah}$$

$$\text{Panjang total tulangan} = 32 \times 5,3 \text{ m} = 169,6 \text{ m}$$

$$\text{Berat total tulangan} = 169,6 \text{ m} \times 5,19 \text{ kg/m}' = 880,224 \text{ kg}$$

Total biaya untuk pekerjaan penulangan adalah  
 $880,224 \text{ kg} \times \text{Rp } 8.727 = \text{Rp } 9.552.321$

Berikut dilampirkan rekapitulasi biaya untuk 1 pilecap untuk beberapa tipe yang dapat dilihat pada Tabel 5.58.

Tabel 5.58. Rincian Biaya Pekerjaan Untuk 1 Pilecap

Beton										
Beton $f_c'$ 25 Mpa	m3	4,4	4,4	1,5	29,04	Rp	880.000	Rp	25.555.200	
Penulangan										
Tulangan Utama D29 X	kg	-	-	-	1094,571	Rp	8.727	Rp	9.552.321	
Tulangan Utama D29 Y	kg	-	-	-	1094,571	Rp	8.727	Rp	9.552.321	
Total Biaya Pekerjaan							Rp		Rp	44.659.842

Total biaya pekerjaan untuk pilecap adalah :  
 Jumlah pilecap (5 Tiang) = 27 buah  
 Total biaya =  $27 \times \text{Rp } 36.483.430 = \text{Rp } 985.052.602$

Total biaya pekerjaan pondasi + pilecap adalah :  
 Total biaya pekerjaan pondasi tiang = Rp 6.874.167.207  
 Total biaya pekerjaan pilecap Kolom = Rp 985.052.602

$\text{Rp } 6.874.167.207 + \text{Rp } 985.052.602 = \text{Rp } 7.859.219.809$

Perhitungan Biaya Material Pilecap *Shearwall* 3 dan 4 Tiang  
 Biaya material yang dihitung meliputi material beton dan material baja tulangnya. Pada laporan ini akan ditulis contoh perhitungan untuk Pilecap *Shearwall* 6 (3 tiang dan 4 tiang) yang mempunyai data sebagai berikut:

P = 5000 mm  
 L = 5000 mm  
 T = 1200 mm  
 Tulangan arah X = D29  
 Tulangan arah Y = D29  
 $f_c' = 25 \text{ Mpa}$

Berat besi D29 per meter = 5,19 kg/m'

Pekerjaan Beton

$$\begin{aligned}\text{Volume beton} &= P \times L \times T \\ &= 5 \times 5 \times 1,5 = 37,5 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Harga satuan untuk beton 25 Mpa adalah Rp 880.000/m<sup>3</sup> sehingga total harga material beton adalah :

$$V \times \text{Harga satuan} = 37,5 \times \text{Rp } 880.000 = \text{Rp } 33.000.000$$

Penulangan

Penulangan pilecap dibagi 2 arah yaitu X dan Y, tetapi dikarenakan dimensi pilecap shearwall 6 (3 tiang dan 4 tiang) ini simetris dan tulangan yang digunakan sama maka yang dihitung cukup 1 arah saja.

Tulangan utama D29

$$\begin{aligned}\text{Panjang 1 Tulangan} &= P - (2 \times S_b) + T - (2 \times S_b) \\ &= 5000 - (2 \times 50) + 1200 - (2 \times 50) \\ &= 6000 \text{ mm} = 6 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{b}{s} + 1 = \frac{5000}{150} + 1 = 30 \text{ buah}$$

$$\text{Panjang total tulangan} = 30 \times 6 \text{ m} = 180 \text{ m}$$

$$\text{Berat total tulangan} = 180 \text{ m} \times 5,19 \text{ kg/m}' = 934,2 \text{ kg}$$

Total biaya untuk pekerjaan penulangan adalah

$$2 \times 934,2 \text{ kg} \times \text{Rp } 8.727 = \text{Rp } 8.152.763$$

Total biaya 1 pilecap Shearwall 6 (4 tiang) adalah

$$\text{Rp } 33.000.000 + \text{Rp } 16.305.527 = \text{Rp } 49.305.527$$



Berikut dilampirkan total biaya material untuk pilecap shearwall 3 dan 4 tiang yang dapat dilihat pada Tabel 5.59.

Tabel 5.59. Rincian Biaya Pekerjaan *Pilecap Shearwall 4 Tiang*

<b>Beton</b>									
Beton fc' 25 Mpa	m3	5	5	1,5	37,5	Rp	880.000	Rp	33.000.000
<b>Penulangan</b>									
Tulangan Utama D29 X	kg	-	-	-	934,2	Rp	8.727	Rp	8.152.763
Tulangan Utama D29 Y	kg	-	-	-	934,2	Rp	8.727	Rp	8.152.763
Total Biaya Pekerjaan								Rp	49.305.527

Pada perencanaan ada 5 shearwall yang ditopang dengan 4 tiang, sehingga total biaya pekerjaannya menjadi :

$$\text{Rp } 49.305.527 \times 5 = \text{Rp } 246.527.634$$

#### Perhitungan Perhitungan Biaya Material Pilecap *Shearwall 6 Tiang*

Biaya material yang dihitung meliputi material beton dan material baja tulangnya. Pada laporan ini akan ditulis contoh perhitungan untuk Pilecap Shearwall 6 tiang yang mempunyai data sebagai berikut:

$$P = 8000 \text{ mm}$$

$$L = 6500 \text{ mm}$$

$$T = 1700 \text{ mm}$$

$$\text{Tulangan arah X} = \text{D29}$$

$$\text{Tulangan arah Y} = \text{D29}$$

$$f_c' = 25 \text{ Mpa}$$

$$\text{Berat besi D29 per meter} = 5,19 \text{ kg/m'}$$

#### Pekerjaan Beton

$$\text{Volume beton} = P \times L \times T$$

$$= 8 \times 6,5 \times 1,7 = 88,4 \text{ m}^3$$

Harga satuan untuk beton 25 Mpa adalah Rp 880.000/m<sup>3</sup> sehingga total harga material beton adalah :

$$V \times \text{Harga satuan} = 88,4 \times \text{Rp } 880.000 = \text{Rp } 77.792.000$$

### Penulangan

Penulangan pilecap dibagi 2 arah yaitu X dan Y, sehingga perhitungannya adalah sebagai berikut :

Tulangan utama Arah X

Panjang 1 Tulangan

$$\begin{aligned} &= P - (2 \times S_b) + T - (2 \times S_b) \\ &= 8000 - (2 \times 50) + 1700 - (2 \times 50) \\ &= 9500 \text{ mm} = 9,5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{b}{s} + 1 = \frac{8000}{115} + 1 = 71 \text{ buah}$$

$$\text{Panjang total tulangan} = 71 \times 9,5 \text{ m} = 674,5 \text{ m}$$

$$\text{Berat total tulangan} = 674,5 \text{ m} \times 5,19 \text{ kg/m}^3 = 3500,655 \text{ kg}$$

Total biaya untuk pekerjaan penulangan arah X adalah  
 $3500,655 \text{ kg} \times \text{Rp } 8.727 = \text{Rp } 30.550.216$

Tulangan Utama Arah Y

$$\begin{aligned} &= P - (2 \times S_b) + T - (2 \times S_b) \\ &= 6500 - (2 \times 50) + 1700 - (2 \times 50) \\ &= 8000 \text{ mm} = 8 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{b}{s} + 1 = \frac{6500}{115} + 1 = 58 \text{ buah}$$

$$\text{Panjang total tulangan} = 58 \times 8 \text{ m} = 464 \text{ m}$$

$$\text{Berat total tulangan} = 464 \text{ m} \times 5,19 \text{ kg/m}^3 = 2408,16 \text{ kg}$$

Total biaya untuk pekerjaan penulangan arah Y adalah  
 $2408,16 \text{ kg} \times \text{Rp } 8.727 = \text{Rp } 21.016.012$

Total biaya 1 pilecap Shearwall 6 tiang adalah  
 $\text{Rp } 77.792.000 + \text{Rp } 30.550.216 + \text{Rp } 21.016.012$   
 $= \text{Rp } 129.358.229$

Berikut dilampirkan total biaya material untuk pilecap shearwall 6 tiang yang dapat dilihat pada Tabel 5.60.

Tabel 5.60. Rincian Biaya Pekerjaan *Pilecap Shearwall 6 Tiang*

Beton							
Beton f'c' 25 Mpa	m3	8	6,5	1,7	88,4	Rp 880.000	Rp 77.792.000
Penulangan							
Tulangan Utama D29 X	kg	-	-	-	3500,655	Rp 8.727	Rp 30.550.216
Tulangan Utama D29 Y	kg	-	-	-	2408,16	Rp 8.727	Rp 21.016.012
Total Biaya Pekerjaan							Rp 129.358.229

Pada perencanaan ada 6 shearwall yang ditopang dengan 6 tiang, sehingga total biaya pekerjaannya menjadi :

$$\text{Rp } 129.358.229 \times 6 = 776.132.974$$

Total biaya pekerjaan Pondasi adalah:

Rp 4.606.264.616 ( Pondasi Bored Pile D800 )

Rp 2.267.902.591 ( Pondasi Bored Pile D1000 )

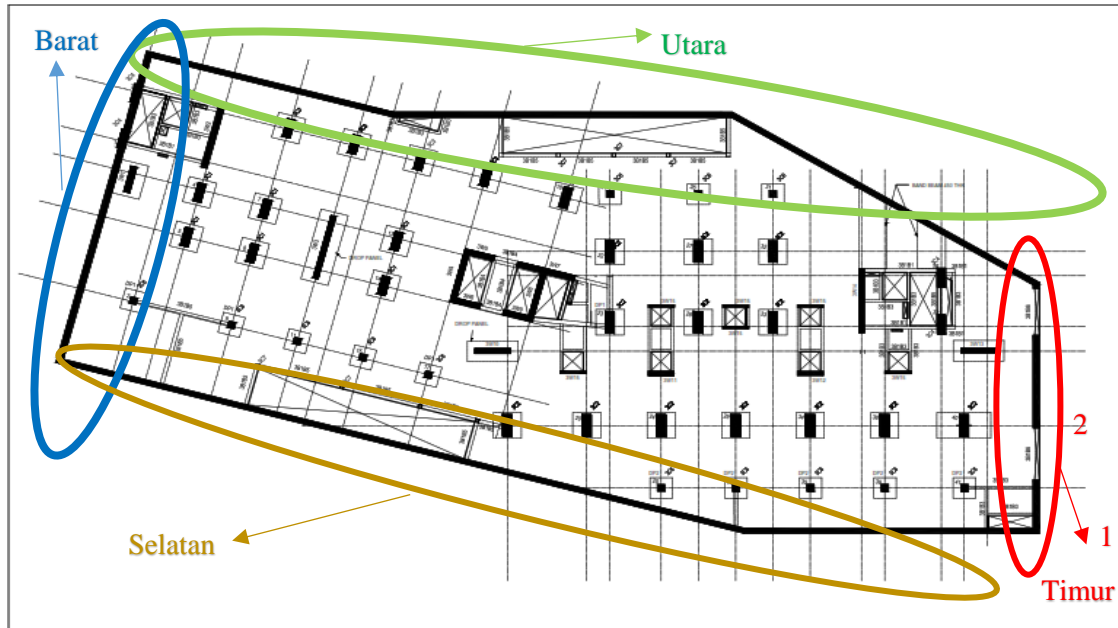
Rp 985.052.602 ( Pilecap Kolom )

Rp 893.318.777 + ( Pilecap Shearwall 4 dan 6 Tiang )

Rp 8.752.538.585

Perhitungan Biaya Material Dinding *Basement*

Perhitungan biaya material untuk dinding basement pada proyek ini dibagi menjadi 4 sisi, sisi utara, sisi barat, sisi selatan, sisi timur 1 dan sisi timur 2 yang dapat dilihat pada Gambar 5.56.



Gambar 5.56. Pembagian Sisi Basement  
Sumber : PT. PP. Properties

Panjang sisi utara	= 102,276 m
Panjang sisi barat	= 37,526 m
Panjang sisi selatan	= 108,216 m
Panjang sisi timur 1	= 6,261 m
Panjang sisi timur 2	= 10,819 m
fc'	= 30 Mpa
berat besi D22 per meter	= 2,98 kg/m'

perhitungan biaya material untuk dinding basement sama dengan perhitungan biaya material sebelumnya yaitu dengan menghitung volume beton dan volume penulangan lalu hasil volume tersebut dikalikan dengan biaya satuan. Pada laporan ini akan dijelaskan contoh perhitungan biaya material dinding diafragma terlebih dahulu. Bagian yang akan dijelaskan cara perhitungannya adalah sisi selatan yang mempunyai dimensi terpanjang.

#### Perhitungan Biaya Pekerjaan Dinding Diafragma Pekerjaan Beton

$$\begin{aligned} \text{Volume beton} &= P \times L \times T \\ &= 35,5 \times 108,216 \times 1 = 3841,67 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Harga /m<sup>3</sup> beton fc' 30 Mpa = Rp 900.000, sehingga total biaya material pekerjaan beton adalah :

$$3841,67 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 900.000 = \text{Rp } 3.457.501.200$$

#### Penulangan

Dari perencanaan yang sudah dilakukan, digunakan tulangan D22-120 untuk tulangan utama (vertikal), sedangkan untuk tulangan horizontal digunakan tulangan D16-100. Detail perhitungan tulangan adalah sebagai berikut:

##### Tulangan Utama

##### Panjang 1 tulangan

$$P - (2 \times Sb) + T - (2 \times Sb)$$

$$35500 - (2 \times 75) + 1000 - (2 \times 75) = 36200 \text{ mm} = 36,2 \text{ m}$$

Jumlah tulangan

$$\frac{b}{s} + 1 = \frac{108216}{120} + 1 = 902,8 \approx 903 \text{ buah}$$

Panjang tulangan total = 903 buah x 36,2 m = 32688,6 m

Berat besi = 32688,6 m x 2,98 kg/m' = 97412,028 kg

Total biaya penulangan utama D22 adalah

97412,028 kg x Rp 8.332 = Rp 695.048.274

Tulangan Horizontal

Panjang 1 tulangan

$P - (2 \times Sb) + T - (2 \times Sb)$

$108216 - (2 \times 75) + 1000 - (2 \times 75)$

= 108916 mm = 108,716 m

Jumlah tulangan

$$\frac{b}{s} + 1 = \frac{35500}{100} + 1 = 356 \text{ buah}$$

Total panjang tulangan = 356 buah x 108,716 m = 38702,9 m

Berat besi = 38702,9 m x 1,58 kg/m' = 61150,58 kg

Total biaya penulangan horizontal D16 adalah:

61150,58 x Rp 8.332 = Rp 509.506.633

Total biaya pekerjaan dinding diafragma sisi selatan adalah :

Rp 3.457.501.200 + Rp 811.637.017 + Rp 509.506.633

= Rp 4.778.644.849

Berikut rekapitulasi perhitungan total biaya pekerjaan dinding diafragma yang dapat dilihat pada Tabel 5.61.

Tabel 5.61. Rincian Biaya Total Pekerjaan Dinding Diafragma

Pekerjaan	Unit	Dimensi			Kuantitas	Harga Satuan		Total Harga		
		P	L	T						
		(m)	(m)	(m)		(Rp)		(Rp)		
<b>Beton fc' 30 Mpa</b>										
Sisi Utara	m3	35,5	102,28	1	3630,80	Rp 900.000	Rp	3.267.718.200,00		
Sisi Barat	m3	35,5	37,53	1	1332,17	Rp 900.000	Rp	1.198.955.700,00		
Sisi Selatan	m3	35,5	108,22	1	3841,67	Rp 900.000	Rp	3.457.501.200,00		
Sisi Timur 1	m3	35,5	6,26	1	222,27	Rp 900.000	Rp	200.038.950,00		
Sisi Timur 2	m3	35,5	10,82	1	384,07	Rp 900.000	Rp	345.667.050,00		
<b>Penulangan</b>										
<b>Sisi Utara</b>										
Tulangan Utama D22	kg	-	-	-	92050,59	Rp 8.332	Rp	766.965.516		
Tulangan Hor. D16	kg	-	-	-	57921,94	Rp 8.332	Rp	482.605.604		
<b>Sisi Barat</b>										
Tulangan Utama D22	kg	-	-	-	33842,5	Rp 8.332	Rp	281.975.710		
Tulangan Hor. D16	kg	-	-	-	21501	Rp 8.332	Rp	179.146.332		
<b>Sisi Selatan</b>										
Tulangan Utama D22	kg	-	-	-	97412,03	Rp 8.332	Rp	811.637.017		
Tulangan Hor. D16	kg	-	-	-	61150,58	Rp 8.332	Rp	509.506.633		
<b>Sisi Timur 1</b>										
Tulangan Utama D22	kg	-	-	-	5736,306	Rp 8.332	Rp	47.794.902		
Tulangan Hor. D16	kg	-	-	-	3915,42	Rp 8.332	Rp	32.623.279		
<b>Sisi Timur 2</b>										
Tulangan Utama D22	kg	-	-	-	9833,8	Rp 8.332	Rp	81.935.222		
Tulangan Hor. D16	kg	-	-	-	6479,21	Rp 8.332	Rp	53.984.778		
Total Biaya Pekerjaan							Rp	11.718.056.092,17		

### Perhitungan Biaya Pekerjaan Dinding *Secant Pile*

Dari analisa yang telah dilakukan sebelumnya, didapat dimensi *primary secant pile* adalah 800 mm dengan konfigurasi tulangan 16D22 dengan jarak antar tiang sebesar 1,0 m, sedangkan *secondary secant pile* direncanakan berdiameter 600 mm karena fungsinya sebagai pengisi antara *primary secant pile*. Contoh perhitungan pada laporan ini menggunakan sisi terpanjang yaitu sisi selatan.

#### Pekerjaan Beton

Volume beton = Volume silinder

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times h \\
 &= 0,25 \times \pi \times 22^2 \times 35,5 = 17,84 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Harga satuan untuk beton 30 Mpa adalah Rp 900.000/m<sup>3</sup> sehingga total harga material beton adalah :

$$V \times \text{Harga satuan} = 17,84 \times \text{Rp } 900.000 = \text{Rp } 16.059.821$$

Penulangan

Tulangan Utama D22

Panjang 1 tulangan utama

$L = \text{Panjang tiang} + \text{Panjang penyaluran}$

$$L = 35,5 + (40 \times d)$$

$$L = 35,5 + (40 \times 0,022) = 37 \text{ m}$$

Total panjang tulangan D22

Jumlah tulangan = 16 buah, sehingga total panjang tulangan D22 untuk 1 *Secant Pile* adalah :

$L \text{ 1 Tulangan} \times \text{Jumlah Tulangan}$

$$37 \text{ m} \times 16 = 592 \text{ m}$$

Hasil dari panjang total diatas dikali dengan berat besi per meter panjang. Berat besi D22 = 2,98 kg/m<sup>3</sup>, sehingga berat besi tulangan untuk satu pondasi adalah :

$$592 \text{ m} \times 2,98 \text{ kg/m} = 1764,16 \text{ kg}$$

Harga per kg besi D22 adalah Rp. 8.332, sehingga total biaya tulangan D22 untuk 1 tiang adalah :

$$1764,16 \text{ kg} \times \text{Rp } 8332 = \text{Rp } 14.897.616$$

Tulangan Spiral D16

Rumus menghitung kebutuhan tulangan spiral pada *bored pile* adalah :

$$L = \sqrt{\left(\pi x \frac{h}{hl} x D\right)^2 + h^2}, \text{ dimana}$$



h = Kedalaman tiang (m)

h1 = Jarak antar Spiral (m)

D = Diameter beton dikurangi selimut beton (m)

L = Panjang lilitan (m)

Sehingga dengan menggunakan rumus tersebut bisa didapat berat tulangan spiralnya.

$$L = \sqrt{\left(\pi \times \frac{35500}{150} \times 725\right)^2 + 35500^2}$$

$$L = 540212,64 \text{ mm} = 540,212 \text{ m}$$

Setelah itu, panjang kebutuhan tersebut dikalikan dengan berat besi per meter, sehingga berat besi untuk tulangan spiral adalah :

$$540,212 \text{ m} \times 1,58 \text{ kg/m} = 853,535 \text{ kg}$$

Setelah didapat berat besi spiral, kalikan berat tersebut dengan harga besi per kg, sehingga harga total pekerjaan tulangan spiral adalah :

$$853,535 \text{ kg} \times \text{Rp } 8.682 = \text{Rp } 7.111.653$$

Total Kebutuhan *Secant Pile*

*Primary Secant Pile*

Panjang sisi utara = 102,276 m

$$\text{Jumlah tiang} = \frac{b}{s} + 1 = \frac{102276}{1000} + 1 = 104 \text{ Tiang}$$

*Secondary Secant Pile*

Panjang sisi utara = 102,276 m

$$\text{Jumlah tiang} = \frac{b}{s} = \frac{102276}{1000} = 103 \text{ Tiang}$$

Tidak ditambah 1 karena fungsi dari secondary secant pile sebagai pengisi antar *primary secant pile*. Rincian biaya 1 *secant pile* dapat dilihat pada Tabel 5.62. dan total biaya pekerjaan secant pile dapat dilihat pada Tabel 5.63.

Tabel 5.62. Rekapitulasi Biaya Pekerjaan 1 Secant Pile

Pekerjaan	Unit	Dimensi			Kuantitas	Harga Satuan	Total Harga
		P	L	T			
		(m)	(m)	(m)		(Rp)	(Rp)
<b>Primary Secant Pile</b>							
Beton fc'30 Mpa	m3	0,8	-	35,5	17,84	Rp 900.000	Rp 16.059.821,65
Tulangan Utama D22	kg	-	-	-	1764,16	Rp 8.332	Rp 14.698.981,12
Tulangan Spiral D16	kg	-	-	-	853,535	Rp 8.332	Rp 7.111.653,62
Total Biaya Pekerjaan							Rp 37.870.456,39
<b>Secondary Secant Pile</b>							
Beton fc'30 Mpa	m3	0,6	-	35,5	10,04	Rp 900.000	Rp 9.033.649,68

Tabel 5.63. Rincian Total Biaya Pekerjaan Secant Pile

	Jumlah Tiang	Harga 1 Tiang	Harga Total
<b>Sisi Utara</b>			
Primary Secant Pile	104	Rp 37.870.456,39	Rp 3.938.527.464,06
Secondary Secant Pile	103	Rp 9.033.649,68	Rp 930.465.916,57
<b>Sisi Barat</b>			
Primary Secant Pile	39	Rp 37.870.456,39	Rp 1.476.947.799,02
Secondary Secant Pile	38	Rp 9.033.649,68	Rp 343.278.687,67
<b>Sisi Selatan</b>			
Primary Secant Pile	110	Rp 37.870.456,39	Rp 4.165.750.202,37
Secondary Secant Pile	109	Rp 9.033.649,68	Rp 984.667.814,62
<b>Sisi Timur 1</b>			
Primary Secant Pile	8	Rp 37.870.456,39	Rp 302.963.651,08
Secondary Secant Pile	7	Rp 9.033.649,68	Rp 63.235.547,73
<b>Sisi Timur 2</b>			
Primary Secant Pile	12	Rp 37.870.456,39	Rp 454.445.476,62
Secondary Secant Pile	11	Rp 9.033.649,68	Rp 99.370.146,43
Total Biaya Pekerjaan			Rp 12.759.652.706,15

## BAB VI METODE PELAKSANAAN

Dalam bab ini akan dijelaskan urutan pelaksanaan pembangunan basement Apartment Grand Sungkono Lagoon, Surabaya. Tahap pelaksanaan dibagi dalam 3 pekerjaan besar:

1. Pekerjaan dinding Basement.
2. Pekerjaan pondasi dan penanaman *Kingpost*.
3. Pekerjaan *Top-Down Construction*.

### 6.1. Pekerjaan Dinding *Basement*

Dinding *basement* yang akan digunakan pada proyek apartment Grand Sungkono Lagoon, Surabaya ini adalah *Diafragma Wall*, dengan urutan pekerjaan sebagai berikut :

1. Pekerjaan Guide Wall

Konstruksi guide wall berfungsi sebagai rel untuk membatasi sekaligus memudahkan pelaksanaan pekerjaan diafragma wall dan untuk menghindari penyimpangan pada saat penggalian panel diafragma wall. Contoh gambar konstruksi guide wall dapat dilihat pada Gambar 7.1.



Gambar 6.1. Konstruksi Guide Wall  
Sumber : Google Images

## 2. Pekerjaan Penggalian

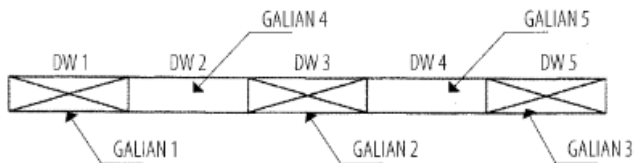
- a. Proses penggalian menggunakan alat berupa *Clamshell* yang dapat dilihat pada Gambar 6.2.



Gambar 6.2. Alat Berat *Clamshell*

Sumber : Google Images

- b. Lebar galian bervariasi antara 4 – 6 m. Pada proses penggalian tidak boleh dilakukan sebelah-menyebelah atau saling berdekatan, melainkan harus selang-seling. Bila dilakukan tanpa selang-seling besar kemungkinan akan terjadi keruntuhan tepi lubang galian. Ini disebabkan sifat tanah dalam keadaan labil. Guna menghindari rusaknya dinding galian yang lain, dilakukan metoda galian seperti sketsa yang dapat dilihat pada Gambar 6.3.

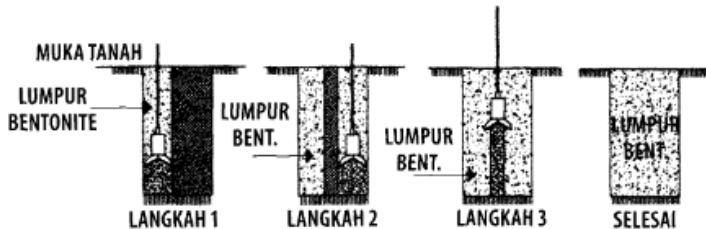


DENAH RENCANA SEGMENT GALIAN

Gambar 6.3. Denah Rencana Segmen Galian

Sumber : Struktur dan Konstruksi Bangunan Tinggi Sistem Top and Down

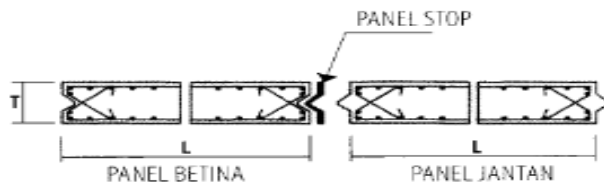
- c. Saat dimulai satu sisi lubang galian, bersamaan dengan itu pula adonan lumpur bentonite dimasukkan untuk menjaga kestabilan tanah galian. Ilustrasi penggalian satu panel dapat dilihat pada Gambar 6.4.



Gambar 6.4. Ilustrasi Proses Penggalian Satu Panel  
Sumber : Struktur dan Konstruksi Bangunan Tinggi Sistem Top and Down

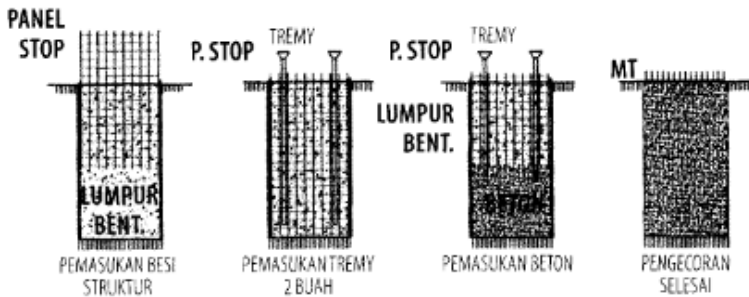
- d. Setelah satu unit galian selesai, mulailah memasukan rangka struktur pembesian dinding diaphragma ke dalam lubang galian.
3. Pekerjaan Penulangan dan Pekerjaan Pengecoran

Panel tiap ujung dinding diafragma ada dua tipe, yaitu tipe betina dan tipe jantan yang dapat dilihat pada Gambar 6.5.



Gambar 6.5. Tipe Panel  
Sumber : Struktur dan Konstruksi Bangunan Tinggi Sistem Top and Down

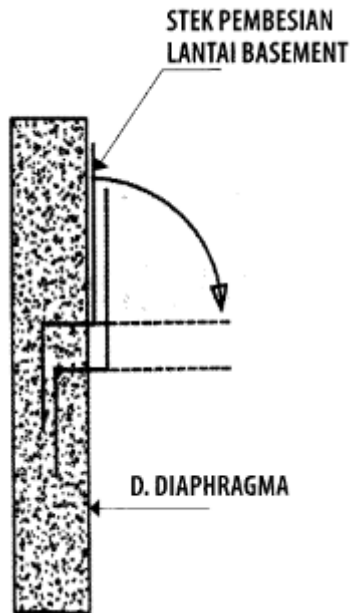
Paduan keduanya akan membuat antar panel saling mengikat. Sewaktu akan melakukan pengecoran bersama dengan penurunan kerangka besi dinding, panel stop juga diturunkan pada dua ujung panel dinding diafragma. Panel stop adalah media untuk membentuk kedua ujung dinding diaphragma (bisa bentuk jantan atau betina dengan berbagai variasi model joint). Bagian yang akan disambung dengan dinding panel berikutnya, selain diberi panel stop, iuga di pasang water stop untuk membuat dinding menjadi kedap air. Mengingat besarnya lubang galian dinding diaphragma, pengecoran beton harus menggunakan dua buah tremy tujuannya untuk mempercepat pelaksanaan pengecoran. Bila hanya memakai satu buah tremy, waktu pekerjaan bisa lebih lama dan dapat berakibat buruk terhadap permukaan dinding galian. Ilustrasi urutan pekerjaan pembesian dan pengecoran dinding dapat dilihat pada Gambar 6.6.



Gambar 6.6. Ilustrasi Pekerjaan Pembesian dan Pengecoran Dinding Diafragma

Sumber : Struktur dan Konstruksi Bangunan Tinggi Sistem Top and Down

saat pembuatan rangka besi dinding diaphragma, telah diperhitungkan posisi setiap lantai basement. Pada titik-titik tersebut telah dipasang stek pembesian untuk menyambungkan pembesian lantai basement. Besi stek ditekuk agak mepet dengan dinding diaphragma. Apabila penggalian tanah dimulai maka besistek akan terlihat. Begitu pembesian pelat basement dipasang maka besi stek bisa diluruskan agar bertemu dengan besi pelat. Ilustrasi dari penjelasan sebelumnya dapat dilihat pada Gambar 6.7.



Gambar 6.7. Stek Pembesian Lantai Basement  
Sumber : Struktur dan Konstruksi Bangunan Tinggi Sistem  
Top and Down

## 6.2. Pekerjaan Pondasi dan Penanaman Kingpost

Pekerjaan bored pile terdiri dari 3 sub bab pekerjaan , yaitu:

- Pekerjaan persiapan
- Pekerjaan pengeboran
- Pekerjaan pengecoran

### 6.2.1. Pekerjaan Persiapan

- A. Pekerjaan pengukuran / survey titik pengeboran
- B. Pekerjaan fabrikasi tulangan

### 6.2.2. Pekerjaan Pengeboran dan Pemasangan Besi Tulangan

#### A. Pengeboran

Pengeboran awal menggunakan mata bor jenis auger yang dipasang pada alat berat untuk melonggarkan tanah yang akan dibuat lubang tiang bor. Pengeboran menggunakan auger dilakukan sampai kedalaman yang diinginkan yang dapat dilihat pada Gambar 6.8.



Gambar 6.8. Pengeboran Tanah Menggunakan *Auger*

Sumber : Google Images



## B. Pemasangan Casing

Pemasangan Casing ini dilakukan untuk menghindari kelongsoran yang terjadi pada dinding lubang yang dapat dilihat pada Gambar 6.9.

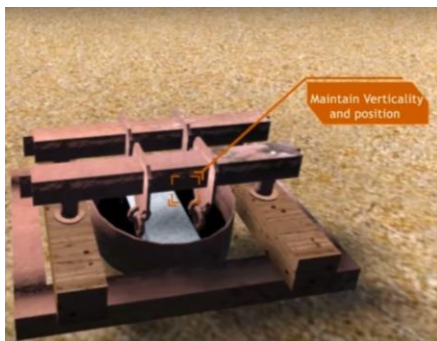


Gambar 6.9. Pemasangan Casing

Sumber : Google Images

## C. Pemasangan Tulangan dan *King-post*

Untuk memudahkan dalam pemasangan dilapangan kingpost dan tulangan longitudinal disatukan dengan cara dilas. Pembesian yang telah dirangkai dan dilas dengan kingpost di daerah fabrikasi dimasukkan kedalam lubang bor sesuai dengan letak yang diinginkan didalam lubang. Pada saat dilakukan pemasangan menggunakan mobile crane. Dengan dibantu surveyor, kingpost dicek kelurusannya ketika diangkat oleh crane, lalu dimasukkan ke dalam lubang bor melewati penyangga kingpost sementara. Surveyor harus memandu proses ini baik dari segi koordinat maupun elvasi kingpost secara simultan. Setelah kingpost berada ditempatnya, penyangga kingpost sementara dilepas dan penggantung dilepas. Ilustrasinya penjelasannya dapat dilihat pada Gambar 6.10. Sampai Gambar 6.13.



Gambar 6.10. Pemasangan Bracing Pada Lubang *Kingpost*  
Sumber : Google Images



Gambar 6.11. Pemasangan Bracing Pada Lubang *Kingpost*  
(Lapangan)  
Sumber : Google Images



Gambar 6.12. Proses Pengangkatan *Kingpost*  
Sumber : Google Images



Gambar 6.13. Pengecekan Ketegakan *Kingpost*  
Sumber : Google Images

#### D. Pemasangan Tremie dan Pengecoran

Setelah pembersihan terpasang, kemudian dilakukan pemasangan tremie sesuai dengan panjang yang diinginkan dengan ujung bawah terletak 30 cm ( $< 1,5$  m) dari dasar lubang. Ilustrasinya dapat dilihat pada Gambar 6.14.



Gambar 6.14. Proses Pengecoran Kingpost  
Sumber : Google Images

### 6.3. Pekerjaan *Top Down Construction*

Pada sistem top and down, penggalian tanah dilakukan selapis demi selapis ke arah bawah. Perencanaan tinggi antar lantai basement harus sesuai dengan kebebasan gerak alat penggali tanah (backhoe atau eksacavator) dan kendaraan angkutan material. Itulah sebabnya ketinggian antarlantai basement menjadi lebih besar. Di sini terdapat penghematan biaya bekesting untuk pelat dan balok basement. Seluruh struktur pelat dan balok di-support oleh permukaan tanah yang belum digali. Proses penggalian tanah basemenf dikerjakan pada setiap lantai hingga lantai basement terbawah yang merupakan pondasi bangunan keseluruhan.

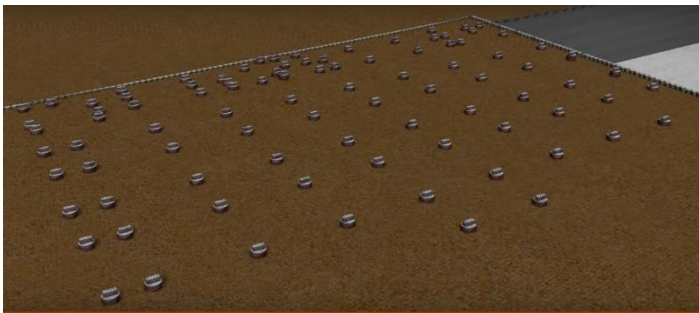
Berikut ini diuraikan step by step pelaksanaan pembangunan dengan sistem top and down Ada dua tahapan pekerjaan, yaitu pekerjaan tahap awal dan pekerjaan tahap konstruksi.

#### Pekerjaan Tahap Awal

1. Seluruh pekerjaan pemasangan dinding diaphragma sudah selesai.

2. Pengeboran tanah sampai didasar lapisan tanah yang keras sesuai data dari laboratorium tanah. Prosedur pengerjaan pengeboran menggunakan lumpur bentonite.
3. Pekerjaan semua kolom penunjang sementara (king post) telah siap.
4. Setiap sebuah lubang bor galian selesai dibuat, beton cor struktur yang sesuai dengan perencanaan mulai dimasukkan ke dasar galian hingga mendekati rencana pemasangan pilecap (lantai basement terbawah).
5. Lumpur bentonite masih tetap di dalam lubang sambil menunggu mengerasnya beton cor yang ada di bawah.
6. Sementara itu, pergerakan pengeboran terus berlangsung.
7. Ketika beton di dasar lubang sudah mencapai kekerasan yang dikehendaki, king post mulai dimasukkan ke dalam lubang galian hingga seluruh king post terpasang.

Ilustrasi pekerjaan tahap persiapan dapat dilihat pada Gambar 6.15.



Gambar 6.15. Ilustrasi Tahap Persiapan

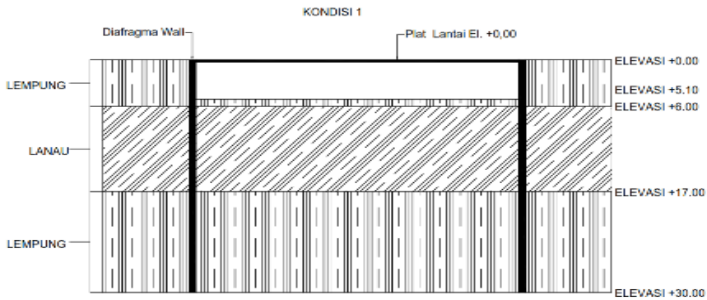
Sumber : Google Images

Pada proyek apartment Grand Sungkono Lagoon Surabaya di bagi dalam 4 kondisi penggalian, yaitu :

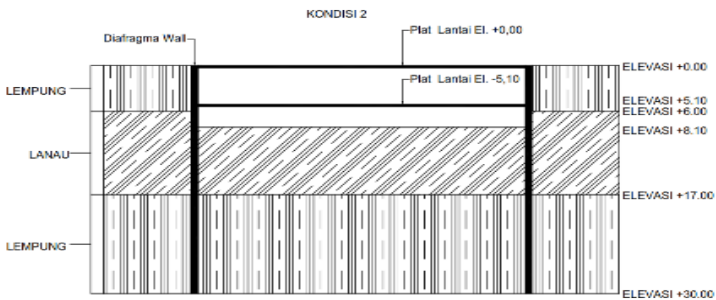
- a. Kondisi 1 : kondisi galian mencapai kedalaman 5,1 m dan pada elevasi 0 m diberi penyangga berupa pelat lantai.

- b. Kondisi 2 : kondisi galian mencapai kedalaman 8,1 m dan pada elevasi 0 m dan 5,1 m diberi penyangga berupa pelat lantai.
- c. Kondisi 3 : kondisi galian mencapai kedalaman 11,1 m dan pada elevasi 0 m, 5,1 m dan 8,1 m diberi penyangga berupa pelat lantai.
- d. Kondisi 4 : kondisi galian mencapai kedalaman 14,1 m dan pada elevasi 0 m, 5,1 m, 8,1 m dan 11,1 m diberi penyangga berupa pelat lantai.

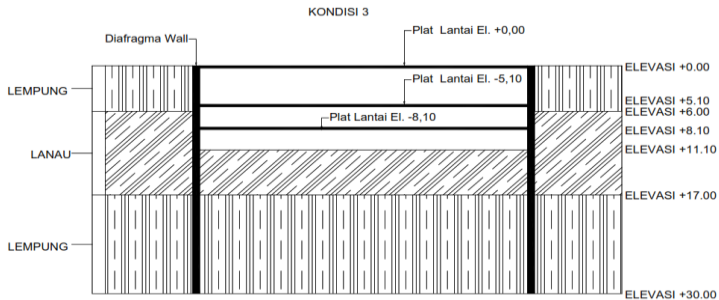
Ilustrasi masing-masing kondisi dapat dilihat pada Gambar 6.16. sampai Gambar 6.19.



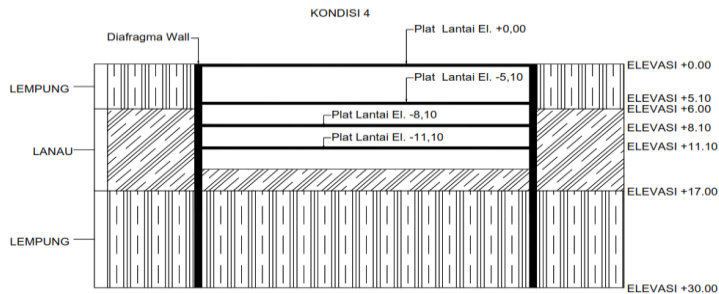
Gambar 6.16. Ilustrasi Kondisi 1



Gambar 6.17. Ilustrasi Kondisi 2



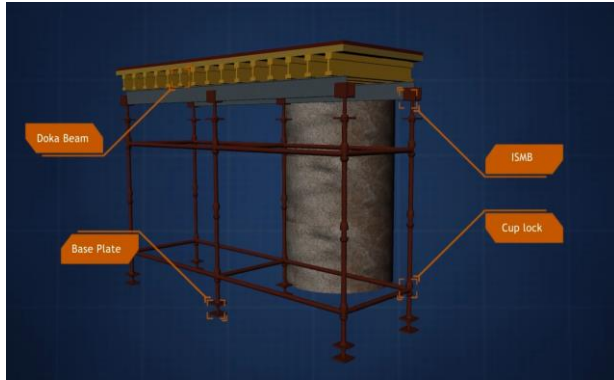
Gambar 6.18. Ilustrasi Kondisi 3



Gambar 6.19. Ilustrasi Kondisi 4

### Urutan Pelaksanaan Pekerjaan

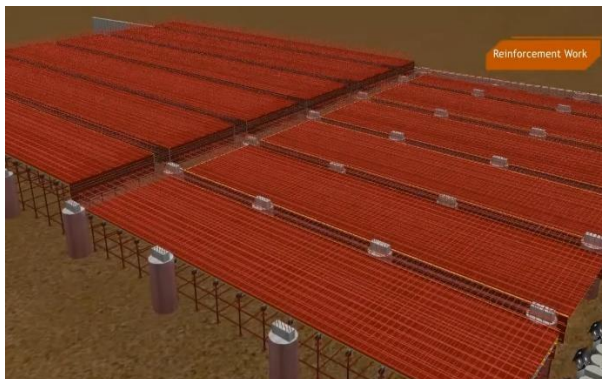
1. Lakukan penggalian sampai kedalaman 5,1 m, setelah kedalaman galian mencapai kedalaman rencana, tanah pada kedalaman galian 5,1 m dipadatkan terlebih dahulu agar tanah mampu menahan beban scaffolding yang menahan plat lantai elevasi 0.00 m. Ilustrasinya dapat dilihat pada Gambar 6.20.



Gambar 6.20. Ilustrasi *Scaffolding* Penahan Plat Lantai  
Elevasi 0,00 m

Sumber : Google Images

2. Setelah semua plat sudah dipasang *scaffolding*, lakukan penulangan untuk plat dan pekerjaan pengecoran bisa dilakukan. Tinggi jatuh pengecoran tidak boleh lebih dari 1 meter untuk menghindari terjadinya segregasi. Ilustrasinya dapat dilihat pada Gambar 6.21. dan 6.22.



Gambar 6.21. Ilustrasi Pekerjaan Penulangan Plat

Sumber : Google Images





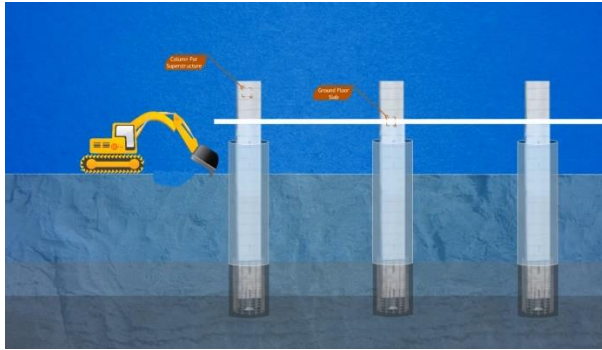
Gambar 6.22. Ilustrasi Pekerjaan Pengecoran Plat  
Sumber : Google Images

3. Pekerjaan pengecoran dilakukan bertahap agar alat berat untuk melakukan pekerjaan penggalian “kondisi 2” dapat masuk. Ilustrasinya dapat dilihat pada Gambar 6.23.



Gambar 6.23. Ilustrasi Tahap Pengecoran  
Sumber : Google Images

4. Setelah beton jadi dan kuat tekannya memenuhi, *scaffolding* dilepas dan pekerjaan penggalian bisa dilanjutkan ke tahap selanjutnya. Bersamaan dengan pekerjaan penggalian kondisi 2, dilakukan pekerjaan struktur atas. Ilustrasinya dapat dilihat pada Gambar 6.24.



Gambar 6.24. Ilustrasi Penggalian Kondisi 2  
Sumber : Google Images

5. Point 1- 4 dilakukan berulang sampai kedalaman *basement* terakhir dan berjalan beriringan dengan pekerjaan struktur atas.

## BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1. Kesimpulan

1. Kondisi tanah di proyek apartemen Grand Sungkono Lagoon didominasi oleh tanah jenis lempung dan lanau dengan N-SPT rata-rata = 4, pada kedalaman 0 s/d 2 m, N-SPT rata-rata = 13,34 pada kedalaman 2 s/d 16 m dan N-SPT rata-rata = 20,63 pada kedalaman 16 s/d 60 m.
2. Hasil analisa *swelling potential* pada tanah di proyek apartemen grand sungkono lagoon surabaya, dapat diambil konklusi bahwa tanah di proyek tersebut mempunyai potensi kembang susut **cenderung sangat tinggi** yang dapat dilihat pada tabel dibawah in.

No. BH	Depth	% Clay	LL	PL	PI	A	Legenda	Category
	(m)	(%)	%	%	%			
BH3	2,5 - 3,0	61	60	30	30	0,54		High
	19,0 - 19,5	73	79	32	47	0,69		High
	29,5 - 30,0	74	85	37	48	0,70		Very High
	52,0 - 52,5	68	124	31	93	1,48		Very High

Dari hasil analisa tersebut diketahui bahwa potensi kembang susut tanah BH-3 cenderung sangat tinggi, tetapi tanah kembang susut hanya terjadi pada kedalaman 0 – 2,5 m sehingga tidak mempengaruhi konstruksi pondasi dan dinding basement gedung tersebut.

3. Hasil perencanaan *Secant Pile* menggunakan diameter 800 mm dengan kedalaman penanaman sedalam 35,5 m dan jarak antar tiang *primary* adalah 1000 mm dengan tulangan utama 16D22 dan tulangan spiral D16.-150

4. Hasil perencanaan *Diafragma Wall* menggunakan tebal 1000 mm dengan kedalaman penanaman sedalam 35,5 m, dengan tulangan utama D22-120 dan tulangan horizontal D16-100.
5. Hasil perhitungan biaya material untuk pekerjaan ***diafragma wall*** sebesar Rp 11.718.056.092 sedangkan biaya material untuk pekerjaan ***secant pile*** sebesar Rp 12.759.652.706, sehingga dipilih ***diafragma wall*** yang digunakan sebagai konstruksi dinding penahan tanah pada proyek apartemen Grand Sungkono Lagoon, Surabaya.
6. Hasil perencanaan pondasi, menggunakan *bored pile* dengan diameter 800 mm, dengan kedalaman penanaman sampai kedalaman 29 m dan diameter 1000 mm dengan kedalaman 36 m. Pondasi direncanakan menggunakan tulangan utama 12D25 dan menggunakan tulangan spiral D16-150 dengan mutu beton 25 Mpa.
7. Hasil perencanaan didapat biaya untuk material pekerjaan dinding basement sebesar Rp 11.718.056.092, sedangkan biaya material pekerjaan dinding basement eksisting sebesar Rp 9.123.966.504. untuk pondasi biaya material yang didapat dari hasil perencanaan adalah Rp 8.752.538.585 sedangkan biaya material pekerjaan pondasi eksisting adalah sebesar Rp 26.204.290.000, sehingga berdasarkan biaya material, dinding penahan tanah eksisting lebih efisien dari perencanaan, sedangkan pondasi perencanaan yang lebih efisien dibanding pondasi eksisting.

## 6.2. Saran

1. Pada perencanaan pondasi dan dinding basement selalu gunakan kondisi yang paling kritis dimana muka air berada pada permukaan tanah.
2. Dalam analisa data tanah untuk perhitungan dinding *basement* sebisa mungkin analisa dilakukan setiap kedalaman 1 m tanah, sehingga hasil perhitungan bisa semakin mendekati kondisi kenyataan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Christady Hardiyatmo Hary. 1992. *Mekanika Tanah 1*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama
- Christady Hardiyatmo Hary. 1992. *Mekanika Tanah 2*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama
- M., Das Braja. 2014. *Principles Of Foundation Engineering 8<sup>th</sup> Edition*. USA : Cengage Learning
- M., Das Braja. 2018. *Principles Of Geotechnical Engineering 9<sup>th</sup> Edition*. USA. Cengage Learning
- Mistra. (2012). *Struktur dan Konstruksi Bangunan Tinggi Sistem Top and Down*. Jakarta: Griya Kreasi.
- Ou. C. Y. (2006). *Deep Excavation : Theory and Practice*. London: Taylor & Francis Group.
- Setiawan Agus. 2013. *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD Edisi Kedua Berdasarkan SNI 03-1729-2002*. Jakarta : Penerbit Erlangga
- Setiawan Agus. 2016. *Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847 : 2013*. Jakarta : Penerbit Erlangga
- Badan Standarisasi Nasional. (2013). *Beban Minimum untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727-2013)*. Jakarta : BSNI

## LAMPIRAN 1

Lembar Asistensi dan Berita Acara



PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS  
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil Lt.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 601111  
Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



Form AK/TA-04  
rev01

NAMA PEMBIMBING	: Bpk. Indrasurya B. Mochtar
NAMA MAHASISWA	: Kresnadi Wicaksono Djuwari
NRP	: 03111715000006
JUDUL TUGAS AKHIR	: Alternatif Basement dan Pondasi Pada Proyek Pembangunan Apartemen Grand Sengkono Lagoon Surabaya
TANGGAL PROPOSAL	: A
NO. SP-MMTA	:

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1	10/03 2019	Testulan Pile tiang dari bahannya dulu	Berdasarkan Pile. Bahan & Pile tanah & Pallowable	Jlm
2	14/03	Pemertuan SF utk allowable vs. ultimate & SF utk bored pile dan driven pile		Jlm
3	25/03	$\phi$ -SF $Q_{all} = 3$ - Digunakan D 80 fc' 25/30		Jlm
4	25/04 '19	- TOP DOWN hitungan	- Diperbaiki cara Mencari Defleksi	Jlm
5	2/05 '19	- TOP DOWN hitungan	- Cari kedalaman sampai defleksinya = 0	Jlm
6	6/05 '19	- Pondasi Tiang group	- Perbaiki rumus gaya yang bekerja pd pilecap	Jlm
7	14/05 '19	- TOP DOWN hitungan	- Iterasi gaya aktif & Pasif sampai selisih defleksi dengan iterasi sebelumnya < 0,001	Jlm





Form AK/TA-04  
rev01

PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS  
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)  
Jurusan Teknik Sipil It.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111  
Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



NAMA PEMBIMBING	: Ibu Yudi Laniasih
NAMA MAHASISWA	: Kresnadi Wicaksono Djuwani
NRP	: 03111745000006
JUDUL TUGAS AKHIR	: Alternatif Basement dan Pondasi Pada Proyek Pembangunan Apartemen Grand Sungkono Lagoon Surabaya
TANGGAL PROPOSAL	:
NO. SP-MMTA	:

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1	11/03 '19	- Daya dukung Pondasi	- Stratigrafi tanah untuk perencanaan dinding	MA
2	22/03 '19	- Stratigrafi harus di kroscek dengan hasil analisa ayakan	- Konfirmasi hasil kroscek Bor log dengan analisa ayakan - Mulai menghitung parameter Perhitungan tekanan tanah lateral	MA
3	12/04 '19	- Tekanan tanah lateral	- kedalaman pemancangan - tebal dinding	MA
4	10/05 '19	- Swelling Potential Menentukan % Clay	- Pondasi tiang group	MA
5	20/05/19	- Pondasi Tiang group - Cara pengerjaan Raft & Raft pile foundation	- Report Bab 4	MA

**BERITA ACARA PENYELENGGARAAN UJIAN  
 SEMINAR DAN LISAN  
 TUGAS AKHIR**

Pada hari ini Kamis tanggal 4 Juli 2019 jam 08:00 WIB telah diselenggarakan UJIAN SEMINAR DAN LISAN TUGAS AKHIR Program Sarjana (S1) Departemen Teknik Sipil FTSLK-ITS bagi mahasiswa:

NRP	Nama	Judul Tugas Akhir
03111745000006	Kresnadi Wicaksono Djuwari	Alternatif Perencanaan Basement dan Pondasi pada Proyek Pembangunan Apartemen Grand Sungkono Lagoon Surabaya

1. Dengan perbaikan/penyempurnaan yang harus dilakukan adalah :
- a). Pengambilan asumsi tanah hrs. ditentukan berdasarkan kondisi tanah terjelek dr. beberapa bore holes. Jadi hrs ada bukti telah mencoba data tanah dr. beberapa bore holes dan kemudian perenc. didasarkan pd. bore hole D11-i yg terjelek
  - b). Selisih defleksi lendutan sesudah iterasi ke n masih  $> 0.001$ , harus di iterasi lagi
  - c). Perhitungan lantai basement juga harus berdasarkan adanya tekanan uplift dr. air tanah dr bawah lantai yg besar. Perhitungan tidak boleh berdasarkan beban dr. atas (beban mati & hidup saja). Kondisi yg terjelek yg menentukan
  - d). Swelling soil hanya informan saja, tetapi tidak utk digunakan. Terangkan mengapa
  - e). Jarak secant pile 1.20, berarti gaya akibat pemip dikalikan 1.20
2. Rentang nilai dari hasil diskusi Tim Penguji Tugas Akhir adalah : A / AB / B / BC / C / D / E
3. Dengan hasil ujian (wajib dibacakan oleh Ketua Sidang di depan Peserta Ujian dan Penguji) :
- Lulus Tanpa Perbaikan       Mengulang Ujian Seminar dan Lisan
  - Lulus Dengan Perbaikan       Mengulang Ujian Lisan

Tim Penguji (Anggota)	Tanda Tangan
Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar, MSc. PhD (Pembimbing 1)	<i>Indrasurya B. Mochtar</i>
Dr. Yudhi Lastiasih, ST. MT (Pembimbing 2)	<i>[Signature]</i>
Prof. Ir. Noor Endah, MSc. PhD	<i>[Signature]</i>
Putu Tantri Kumala Sari, ST, MT	<i>[Signature]</i>

Surabaya, 4 Juli 2019

Mengetahui,  
 Ketua Program Studi S1

*[Signature]*

**Dr. techn. Umboro Lasminto, ST. MSc**  
 NIP 19721202 199802 1 001

Ketua Sidang

*Indrasurya B. Mochtar*

(.....)  
 Nama terang

FORM TAMBAHAN PERBAIKAN/PENYEMPURNAAN  
SEMINAR & LISAN TUGAS AKHIR  
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL FTSLK - ITS

Nama Mahasiswa : Kreshadi

NRP :

Saran/Masukan :

- Perbaiki nomen yg terjaat akibat uplift
- Coba borehole 2 dan 4, pilih mana yg menghasilkan momen terbesar itulah yg ditakan
- Hdf perencanaan plat basement yg dititng saat musim hujan
  - Swelling soil tdk usah diabaikan
  - Metodologi dwbah
  - Cek secant pile
  - Sketsa letak

Surabaya, .....

(.....)

## LAMPIRAN 2

Data N-SPT

BH-1, BH-2, BH-3, BH-4, BH-5



TESTANA ENGINEERING, Inc.

# BORING LOG

BOREHOLE #: **DB-1(1)**

PROJECT : **Grand Sungkono Lagoon (Tower 3 ~ 5).**

DATE OF TEST : **September 9 ~ 14, 2017**

GROUND WATER LEVEL : **Not detected.**

LOCATION : **Jl. Abdul Wahab Siamin, Surabaya.**

DEPTH : **60.5m**

GROUND SURFACE LEVEL : **± 0.00 m**

DEPTH, m.	SOIL DESCRIPTION	STANDARD PENETRATION TEST				STRENGTH TEST			ATTERBERG LIMITS			γ	Gs	eo	Sr		
		0	10	20	30	40	TYPE	C / C'	φ / φ'	0	20					40	60
0	Clay and silt, yellowish brown inorganic, trace of fine sand	≥50															
1																	
2	Concrete (t=1.4m), grey	50															
3		10															
4	Clay and silt, grey, inorganic, trace to some fine sand, soft consistency	2															
5		3															
6		8				CU	0.14	10	34	57	94	1.53	2.54	1.61	90		
7							0.06	24									
8		10															
9																	
10																	
11																	
12																	
13		Silt and clay, yellowish brown, inorganic, trace to little of fine sand, medium to very stiff consistency	16														
14	19					CU	0.48	5	40	48	82	1.63	2.51	1.28	94		
15	15						0.18	29									
16	14																
17	15																
18	Clay and silt, grey, inorganic, some sand, hard consistency	50															
19		28															
20		50															
21		25															
22		24															
23	Clay and silt, grey to dark grey, inorganic, trace of fine sand, stiff to very stiff consistency	16															
24		14				UU	1.10	11	30	44	63	1.65	2.60	1.27	90		
25		13															
26		14															
27		13															
28		14															
29		16															

NOTE :

- 0 to 10 % = Trace
- 10 to 20 % = Little
- 20 to 35 % = Some
- 35 to 50 % = And

- ▲ = Undisturbed sample
- = SPT
- ⊗ = Fairly UDS

- c = Cohesion intercept, kg/cm<sup>2</sup>
- φ = Internal friction angle, deg

SPT = Standard penetration test (blows / ft)

UU = Triaxial, Unconsolidated undrained

CU = Triaxial, Consolidated undrained

Vane = Vane shear test

qu = Unconfined compression strength, kg/cm<sup>2</sup>

QT = Direct shear, quick test.

○ = Wn = Moisture content, %

● = Wp = Plastic limit, %

△ = Wt = Liquid limit, %

γ = Bulk density, t/m<sup>3</sup>

Gs = Specific gravity

eo = Void ratio

To be Continued



TESTANA ENGINEERING, Inc.

# BORING LOG

BOREHOLE #: **DB-1(2)**

PROJECT : **Grand Sungkono Lagoon (Tower 3 - 5).**  
LOCATION : **Jl. Abdul Wahab Siamin, Surabaya.**

DATE OF TEST : **September 9 ~ 14, 2017**  
DEPTH : **60.5m**

GROUND WATER LEVEL : **Not detected.**  
GROUND SURFACE LEVEL : **± 0.00 m**

DEPTH, m.	SOIL DESCRIPTION	STANDARD PENETRATION TEST				STRENGTH TEST			ATTERBERG LIMITS				γ	Gs	eo	Sr	
		0	10	20	30	40	TYPE	C / C'	φ / φ'	0	20	40					60
31	Clay and silt, grey to dark grey, inorganic, trace of fine sand, stiff to very stiff consistency																
32																	
33																	
34																	
35																	
36																	
37																	
38																	
39																	
40																	
41																	
42																	
43																	
44																	
45																	
46																	
47																	
48																	
49																	
50																	
51																	
52																	
53																	
54																	
55																	
56																	
57																	
58																	
59																	
60																	
<b>End of Boring</b>																	

NOTE :

0 to 10 % = Trace	▲ = Undisturbed sample	SPT = Standard penetration test (blows / ft)	○ = Wn = Moisture content, %
10 to 20 % = Little	◻ = SPT	UU = Triaxial, Unconsolidated undrained	● = Wp = Plastic limit, %
20 to 35 % = Some	◻ = Fairly UDS	CU = Triaxial, Consolidated undrained	Δ = Wt = Liquid limit, %
35 to 50 % = And	c = Cohesion intercept, kg/cm <sup>2</sup>	Vane = Vane shear test	γ = Bulk density, t/m <sup>3</sup>
	φ = Internal friction angle, deg	qu = Unconfined compression strength, kg/cm <sup>2</sup>	Gs = Specific gravity
		QT = Direct shear, quick test.	eo = Void ratio



TESTANA ENGINEERING, Inc.

# BORING LOG

BOREHOLE #: **DB-2(1)**

PROJECT : **Grand Sungkono Lagoon (Tower 3 ~ 5).**  
LOCATION : **Jl. Abdul Wahab Siamin, Surabaya.**

DATE OF TEST : **September 12 ~ 22, 2017**  
DEPTH : **90.5m**

GROUND WATER LEVEL : **Not detected.**  
GROUND SURFACE LEVEL : **± 0.00 m**

DEPTH, m.	SOIL DESCRIPTION	STANDARD PENETRATION TEST				STRENGTH TEST			ATTERBERG LIMITS				γ	Gs	eo	Sr		
		0	10	20	30	40	TYPE	C / C'	φ / φ'	0	20	40					60	80
0	Concrete (t=20cm)					≥50												
1	Clay and silt, greyish brown, inorganic, trace to little of fine sand, soft consistency																	
2						4												
3	Clay and silt, greyish brown, inorganic, trace to little of fine sand, soft consistency					6												
4						9												
5						11												
6						16												
7						13												
8						12												
9	Silt and clay, yellowish brown, inorganic, little to some sand, medium to very stiff consistency					10												
10						10												
11						13												
12						15												
13	Silt and clay, yellowish brown, inorganic, little to some sand, medium to very stiff consistency					23												
14						25												
15						25												
16						22												
17						18												
18						14												
19	Clay and silt, grey to dark grey, inorganic, trace of fine sand, very stiff consistency					19												
20						17												
21						17												
22						17												
23	Clay and silt, grey to dark grey, inorganic, trace of fine sand, very stiff consistency					22												
24						18												
25	Clay and silt, grey to dark grey, inorganic, trace of fine sand, very stiff consistency					14												
26						19												
27	Clay and silt, grey to dark grey, inorganic, trace of fine sand, very stiff consistency					14												
28						19												
29	Clay and silt, grey to dark grey, inorganic, trace of fine sand, very stiff consistency					14												
30						19												

NOTE :

0 to 10 % = Trace	▲ = Undisturbed sample	SPT = Standard penetration test (blows / ft)	○ = Wn = Moisture content, %
10 to 20 % = Little	□ = SPT	UU = Triaxial, Unconsolidated undrained	● = Wp = Plastic limit, %
20 to 35 % = Some	⊗ = Fairly UDS	CU = Triaxial, Consolidated undrained	Δ = Wt = Liquid limit, %
35 to 50 % = And	c = Cohesion intercept, kg/cm <sup>2</sup>	Vane = Vane shear test	γ = Bulk density, t/m <sup>3</sup>
	φ = Internal friction angle, deg	qu = Unconfined compression strength, kg/cm <sup>2</sup>	Gs = Specific gravity
		QT = Direct shear, quick test.	eo = Void ratio



TESTANA ENGINEERING, Inc.

# BORING LOG

BOREHOLE #: **DB-2(2)**

PROJECT : **Grand Sungkono Lagoon (Tower 3 - 5).**

DATE OF TEST : **September 12 ~ 22, 2017**

GROUND WATER LEVEL : **Not detected.**

LOCATION : **Jl. Abdul Wahab Siamin, Surabaya.**

DEPTH : **90.5m**

GROUND SURFACE LEVEL : **± 0.00 m**

DEPTH, m.	SOIL DESCRIPTION	STANDARD PENETRATION TEST				STRENGTH TEST			ATTERBERG LIMITS				γ	Gs	eo	Sr		
		0	10	20	30	40	TYPE	C / C'	φ / φ'	0	20	40					60	80
31																		
32																		
33																		
34																		
35																		
36																		
37																		
38																		
39																		
40																		
41																		
42																		
43																		
44	Clay and silt, grey to dark grey, inorganic, trace of fine sand, very stiff consistency																	
45																		
46																		
47																		
48																		
49																		
50																		
51																		
52																		
53																		
54																		
55																		
56																		
57									UCT	1.66	-							
58																		
59																		
60																		

0 to 10 % = Trace  
 10 to 20 % = Little  
 20 to 35 % = Some  
 35 to 50 % = And

▲ = Undisturbed sample  
 □ = SPT  
 ⊠ = Fairly UDS

c = Cohesion intercept, kg/cm<sup>2</sup>  
 φ = Internal friction angle, deg

SPT = Standard penetration test (blows / ft)  
 UU = Triaxial, Unconsolidated undrained  
 CU = Triaxial, Consolidated undrained  
 Vane = Vane shear test  
 qu = Unconfined compression strength, kg/cm<sup>2</sup>  
 QT = Direct shear, quick test.

○ = Wn = Moisture content, %  
 ● = Wp = Plastic limit, %  
 Δ = Wt = Liquid limit, %  
 γ = Bulk density, t/m<sup>3</sup>  
 Gs = Specific gravity  
 eo = Void ratio





TESTANA ENGINEERING, Inc.

# BORING LOG

BOREHOLE #: **DB-2(3)**

PROJECT : **Grand Sungkono Lagoon (Tower 3 - 5).**

DATE OF TEST : **September 12 ~ 22, 2017**

GROUND WATER LEVEL : **Not detected.**

LOCATION : **Jl. Abdul Wahab Siamin, Surabaya.**

DEPTH : **90.5m**

GROUND SURFACE LEVEL : **± 0.00 m**

DEPTH, m.	SOIL DESCRIPTION	STANDARD PENETRATION TEST				STRENGTH TEST			ATTERBERG LIMITS											
		0	10	20	30	40	TYPE	C / C'	$\phi / \phi'$	0	20	40	60	80	100	$\gamma$	Gs	eo	Sr	
61				21																
62				20																
63				20																
64				20																
65				20																
66				22					UCT	1.60	-	34	37	119	1.75	2.59	1.03	93		
67				23																
68				23																
69				23																
70				23																
71				23																
72				23																
73				23																
74				23																
75	Clay and silt, grey to dark grey, inorganic, trace of fine sand, stiff to very stiff consistency			22					UCT	1.80	-	32	35	113	1.78	2.58	0.96	94		
76				22																
77				22																
78				22																
79				22																
80				23																
81				21																
82				21																
83				21																
84				21																
85				21																
86				21																
87				21																
88				21																
89	Clay and silt, dark grey, inorganic, trace of fine sand, hard consistency			37																
90	End of Boring			36																

NOTE :

0 to 10 % = Trace	▲ = Undisturbed sample	SPT = Standard penetration test (blows / ft)	○ = Wn = Moisture content, %
10 to 20 % = Little	◻ = SPT	UU = Triaxial, Unconsolidated undrained	● = Wp = Plastic limit, %
20 to 35 % = Some	◻ = Fairly UDS	CU = Triaxial, Consolidated undrained	Δ = Wt = Liquid limit, %
35 to 50 % = And	c = Cohesion intercept, kg/cm <sup>2</sup>	Vane = Vane shear test	$\gamma$ = Bulk density, t/m <sup>3</sup>
	$\phi$ = Internal friction angle, deg	qu = Unconfined compression strength, kg/cm <sup>2</sup>	Gs = Specific gravity
		QT = Direct shear, quick test.	eo = Void ratio



TESTANA ENGINEERING, Inc.

# BORING LOG

BOREHOLE #: **DB-3(1)**

PROJECT : **Grand Sungkono Lagoon (Tower 3 ~ 5).**

DATE OF TEST : **September 12 ~ 18, 2017**

GROUND WATER LEVEL : **Not detected.**

LOCATION : **Jl. Abdul Wahab Siamin, Surabaya.**

DEPTH : **60.5m**

GROUND SURFACE LEVEL : **± 0.00 m**

DEPTH, m.	SOIL DESCRIPTION	STANDARD PENETRATION TEST				STRENGTH TEST			ATTERBERG LIMITS				γ	Gs	eo	Sr	
		0	10	20	30	40	TYPE	C / C'	φ / φ'	0	20	40					60
0	Clay and silt, brownish grey, contain concrete at 0.5m depth (t=0.3m)																
1																	
2	Silt and clay, yellowish brown, inorganic, little to some sand, medium to very stiff consistency	5					CU	0.17	13		30	50	60				
3		10						0.08	31								
4																	
5		9															
6																	
7																	
8																	
9		12															
10		19															
11		19															
12																	
13	13																
14	13																
15	12																
16																	
17	14																
18																	
19							CU	0.40	17		32	38	79				
20								0.33	35								
21	Clay and silt, grey, inorganic, little to some sand, very stiff to hard consistency	32															
22		37															
23		27															
24		26															
25																	
26	15																
27																	
28	Clay and silt, grey to dark grey, inorganic, trace of sand, very stiff consistency	19															
29		19															
30		19						UCT	1.56	-		37	41	85			

NOTE :

- 0 to 10 % = Trace
- 10 to 20 % = Little
- 20 to 35 % = Some
- 35 to 50 % = And

- ▲ = Undisturbed sample
- ◻ = SPT
- ◻ (with diagonal lines) = Fairly UDS
- c = Cohesion intercept, kg/cm<sup>2</sup>
- φ = Internal friction angle, deg

- SPT = Standard penetration test (blows / ft)
- UU = Triaxial, Unconsolidated undrained
- CU = Triaxial, Consolidated undrained
- Vane = Vane shear test
- qu = Unconfined compression strength, kg/cm<sup>2</sup>
- QT = Direct shear, quick test.

- = Wn = Moisture content, %
- = Wp = Plastic limit, %
- Δ = Wt = Liquid limit, %
- γ = Bulk density, t/m<sup>3</sup>
- Gs = Specific gravity
- eo = Void ratio



TESTANA ENGINEERING, Inc.

# BORING LOG

BOREHOLE #: **DB-3(2)**

PROJECT : **Grand Sungkono Lagoon (Tower 3 - 5).**

DATE OF TEST : **September 12 ~ 18, 2017**

GROUND WATER LEVEL : **Not detected.**

LOCATION : **Jl. Abdul Wahab Siamin, Surabaya.**

DEPTH : **60.5m**

GROUND SURFACE LEVEL : **± 0.00 m**

DEPTH, m.	SOIL DESCRIPTION	STANDARD PENETRATION TEST				STRENGTH TEST			ATTERBERG LIMITS				γ	Gs	eo	Sr		
		0	10	20	30	40	TYPE	C / C'	φ / φ'	0	20	40					60	80
31	Clay and silt, grey to dark grey, inorganic, trace of fine sand, very stiff consistency			19														
32				17														
33																		
34																		
35																		
36																		
37																		
38																		
39																		
40																		
41																		
42																		
43																		
44																		
45																		
46																		
47																		
48																		
49																		
50																		
51																		
52																		
53									UCT	1.88	-	31	38	124	1.77	2.59	1.02	97
54																		
55																		
56																		
57																		
58																		
59																		
60																		

NOTE :

- 0 to 10 % = Trace
- 10 to 20 % = Little
- 20 to 35 % = Some
- 35 to 50 % = And

▲ = Undisturbed sample  
 ▨ = SPT  
 ▩ = Fairly UDS  
 c = Cohesion intercept, kg/cm<sup>2</sup>  
 φ = Internal friction angle, deg

SPT = Standard penetration test (blows / ft)  
 UU = Triaxial, Unconsolidated undrained  
 CU = Triaxial, Consolidated undrained  
 Vane = Vane shear test  
 qu = Unconfined compression strength, kg/cm<sup>2</sup>  
 QT = Direct shear, quick test.

○ = Wn = Moisture content, %  
 ● = Wp = Plastic limit, %  
 Δ = Wt = Liquid limit, %  
 γ = Bulk density, t/m<sup>3</sup>  
 Gs = Specific gravity  
 eo = Void ratio



TESTANA ENGINEERING, Inc.

# BORING LOG

BOREHOLE #: **DB-4(1)**

PROJECT : **Grand Sungkono Lagoon (Tower 3 ~ 5).**  
LOCATION : **Jl. Abdul Wahab Siamin, Surabaya.**

DATE OF TEST : **September 7 ~ 14, 2017**  
DEPTH : **60.5m**

GROUND WATER LEVEL : **Not detected.**  
GROUND SURFACE LEVEL : **± 0.00 m**

DEPTH, m.	SOIL DESCRIPTION	STANDARD PENETRATION TEST				STRENGTH TEST			ATTERBERG LIMITS			γ	Gs	eo	Sr	
		0	10	20	30	TYPE	C / C'	φ / φ'	0	20	40					60
0	Clay and silt, yellowish brown inorganic, some sand															
1																
2	Clay and silt, yellowish brown trace of fine sand, contain concrete															
3	Concrete (t=0.5m), grey															
4	Clay and silt, grey, inorganic, trace of fine sand, soft consistency															
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11	Silt and clay, yellowish brown, inorganic, trace of fine sand, stiff to very stiff consistency															
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23	Clay and silt, grey to dark grey, inorganic, trace of fine sand, very stiff consistency															
24																
25																
26																
27																
28																
29																
30																

NOTE :

0 to 10 % = Trace	▲ = Undisturbed sample	SPT = Standard penetration test (blows / ft)	○ = Wn = Moisture content, %
10 to 20 % = Little	□ = SPT	UU = Triaxial, Unconsolidated undrained	● = Wp = Plastic limit, %
20 to 35 % = Some	⊗ = Fairly UDS	CU = Triaxial, Consolidated undrained	Δ = Wt = Liquid limit, %
35 to 50 % = And	c = Cohesion intercept, kg/cm <sup>2</sup>	Vane = Vane shear test	γ = Bulk density, t/m <sup>3</sup>
	φ = Internal friction angle, deg	qu = Unconfined compression strength, kg/cm <sup>2</sup>	Gs = Specific gravity
		QT = Direct shear, quick test.	eo = Void ratio



TESTANA ENGINEERING, Inc.

# BORING LOG

BOREHOLE #: **DB-4(2)**

PROJECT : **Grand Sungkono Lagoon (Tower 3 - 5).**  
LOCATION : **Jl. Abdul Wahab Siamin, Surabaya.**

DATE OF TEST : **September 7 ~ 14, 2017**  
DEPTH : **60.5m**

GROUND WATER LEVEL : **Not detected.**  
GROUND SURFACE LEVEL : **± 0.00 m**

DEPTH, m.	SOIL DESCRIPTION	STANDARD PENETRATION TEST				STRENGTH TEST			ATTERBERG LIMITS				γ	Gs	eo	Sr	
		0	10	20	30	40	TYPE	C / C'	φ / φ'	0	20	40					60
31				17													
32				17													
33				17													
34				17													
35				16													
36				17				UCT	1.26	-	39	42	124	1.71	2.66	1.21	92
37				17													
38				17													
39				16													
40				17													
41				17													
42				17													
43				17													
44	Clay and silt, grey to dark grey, inorganic, trace of fine sand, very stiff consistency			19													
45				20							37	40	110	1.75	2.60	1.08	96
46				20													
47				20													
48				19													
49				20													
50				20													
51				19													
52				21													
53				21													
54				22													
55				22													
56				22													
57				23													
58				23													
59				23													
60				23													
<b>End of Boring</b>																	

NOTE :

0 to 10 % = Trace	▮ = Undisturbed sample	SPT = Standard penetration test (blows / ft)	○ = Wn = Moisture content, %
10 to 20 % = Little	▨ = SPT	UU = Triaxial, Unconsolidated undrained	● = Wp = Plastic limit, %
20 to 35 % = Some	▩ = Fairly UDS	CU = Triaxial, Consolidated undrained	Δ = Wt = Liquid limit, %
35 to 50 % = And	c = Cohesion intercept, kg/cm <sup>2</sup>	Vane = Vane shear test	γ = Bulk density, t/m <sup>3</sup>
	φ = Internal friction angle, deg	qu = Unconfined compression strength, kg/cm <sup>2</sup>	Gs = Specific gravity
		QT = Direct shear, quick test.	eo = Void ratio



TESTANA ENGINEERING, Inc.

# BORING LOG

BOREHOLE #: **DB-5(1)**

PROJECT : **Grand Sungkono Lagoon (Tower 3 ~ 5).**

DATE OF TEST : **September 12 ~ 18, 2017**

GROUND WATER LEVEL : **Not detected.**

LOCATION : **Jl. Abdul Wahab Siamin, Surabaya.**

DEPTH : **60.5m**

GROUND SURFACE LEVEL : **± 0.00 m**

DEPTH, m.	SOIL DESCRIPTION	STANDARD PENETRATION TEST				STRENGTH TEST			ATTERBERG LIMITS				γ	Gs	eo	Sr	
		0	10	20	30	40	TYPE	C / C'	φ / φ'	0	20	40					60
0	Clay and silt, brownish grey, inorganic, little of sand, soft consistency																
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9	Silt and clay, yellowish brown, inorganic, little to some fine sand, stiff to very stiff consistency																
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23	Clay and silt, grey to dark grey, inorganic, little to some sand, cemented at some depth, very stiff to hard consistency																
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	

NOTE :

- 0 to 10 % = Trace
- 10 to 20 % = Little
- 20 to 35 % = Some
- 35 to 50 % = And

▲ = Undisturbed sample  
 □ = SPT  
 ⊠ = Fairly UDS  
 c = Cohesion intercept, kg/cm<sup>2</sup>  
 φ = Internal friction angle, deg

SPT = Standard penetration test (blows / ft)  
 UU = Triaxial, Unconsolidated undrained  
 CU = Triaxial, Consolidated undrained  
 Vane = Vane shear test  
 qu = Unconfined compression strength, kg/cm<sup>2</sup>  
 QT = Direct shear, quick test.

○ = Wn = Moisture content, %  
 ● = Wp = Plastic limit, %  
 Δ = Wt = Liquid limit, %  
 γ = Bulk density, t/m<sup>3</sup>  
 Gs = Specific gravity  
 eo = Void ratio



TESTANA ENGINEERING, Inc.

# BORING LOG

BOREHOLE #: **DB-5(2)**

PROJECT : **Grand Sungkono Lagoon (Tower 3 - 5).**  
LOCATION : **Jl. Abdul Wahab Siamin, Surabaya.**

DATE OF TEST : **September 12 ~ 18, 2017**  
DEPTH : **60.5m**

GROUND WATER LEVEL : **Not detected.**  
GROUND SURFACE LEVEL : **± 0.00 m**

DEPTH, m.	SOIL DESCRIPTION	STANDARD PENETRATION TEST				STRENGTH TEST			ATTERBERG LIMITS				γ	Gs	eo	Sr		
		0	10	20	30	40	TYPE	C / C'	φ / φ'	0	20	40					60	80
31	Clay and silt, grey to dark grey, inorganic, trace of fine sand, very stiff to hard consistency																	
32																		
33																		
34																		
35																		
36																		
37																		
38																		
39																		
40																		
41								UCT	1.59	-		33	36	95	1.79	2.58	0.96	97
42																		
43																		
44																		
45																		
46																		
47																		
48																		
49																		
50																		
51																		
52																		
53																		
54																		
55																		
56																		
57																		
58																		
59																		
60	End of Boring																	

NOTE :

0 to 10 % = Trace	▲ = Undisturbed sample	SPT = Standard penetration test (blows / ft)	○ = Wn = Moisture content, %
10 to 20 % = Little	▨ = SPT	UU = Triaxial, Unconsolidated undrained	● = Wp = Plastic limit, %
20 to 35 % = Some	▩ = Fairly UDS	CU = Triaxial, Consolidated undrained	Δ = Wt = Liquid limit, %
35 to 50 % = And	c = Cohesion intercept, kg/cm <sup>2</sup>	Vane = Vane shear test	γ = Bulk density, t/m <sup>3</sup>
	φ = Internal friction angle, deg	qu = Unconfined compression strength, kg/cm <sup>2</sup>	Gs = Specific gravity
		QT = Direct shear, quick test.	eo = Void ratio

## LAMPIRAN 3

Data Analisa Ayak

BH-1, BH-2, BH-3, BH-4, BH-5



### GRAIN SIZE DISTRIBUTION

Project : Grand Sungkono Lagoon (Tower 3-5)  
Location : Jl. Abdul Wahab Siamin

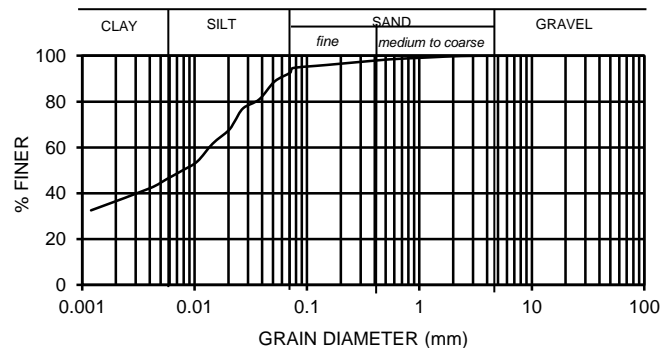
Boring/depth : DB-1/ 5.50-6.00 m  
Date : Sep 2017

**Sieve Analysis**

Sieve opening No	mean (mm)	weight	% retained	Cumulative % retained	% finer
1.5"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1.0"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.360	0.36	0.12	0.12	99.88
16	1.180	1.88	0.63	0.75	99.25
30	0.600	2.06	0.69	1.43	98.57
40	0.425	1.70	0.57	2.00	98.00
100	0.150	6.03	2.01	4.01	95.99
200	0.075	4.10	1.37	5.38	94.62
TOTAL		16.13	5.38	-	-

**Hydrometer**

Time (min)	Actual reading (Ra)	Hyd. reading (Rc)	Corr. Hyd. depth L (cm)	Effective Hyd. Corr. only for meniscus (R)	% finer	L/t	K	D, mm
0.25	50	47.8	7.9	51	92.63	31.600	0.01264	0.071
0.5	48	45.8	8.3	49	88.76	16.600	0.01264	0.051
1	44	41.8	8.9	45	81.00	8.900	0.01264	0.038
2	42	39.8	9.2	43	77.13	4.600	0.01264	0.027
3	39	36.8	9.7	40	71.31	3.233	0.01264	0.023
4	37	34.8	10.1	38	67.44	2.525	0.01264	0.020
8	34	31.8	10.5	35	61.62	1.313	0.01264	0.014
16	30	27.8	11.2	31	53.87	0.700	0.01264	0.011
30	28	25.8	11.5	29	50.00	0.383	0.01264	0.008
60	26	23.8	11.9	27	46.12	0.198	0.01264	0.006
120	24	21.8	12.2	25	42.25	0.102	0.01264	0.004
24 hrs	19	16.8	13	20	32.56	0.009	0.01264	0.001



Visual description : Clay and silt (CH), grey, trace of sand

### GRAIN SIZE DISTRIBUTION

Project : Grand Sungkono Lagoon (Tower 3-5)  
Location : Jl. Abdul Wahab Siamin

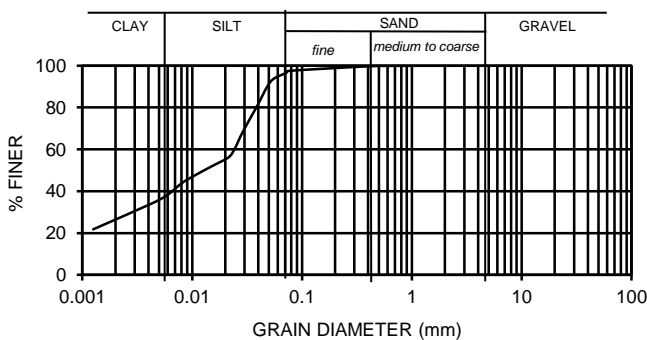
Boring/depth : DB-1/ 13.00-13.50 m  
Date : Sep 2017

**Sieve Analysis**

Sieve opening No	mean (mm)	weight	% retained	Cumulative % retained	% finer
1.5"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1.0"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.360	0.00	0.00	0.00	100.00
16	1.180	0.20	0.07	0.07	99.93
30	0.600	0.26	0.09	0.15	99.85
40	0.425	0.35	0.12	0.27	99.73
100	0.150	3.87	1.29	1.56	98.44
200	0.075	3.08	1.03	2.59	97.41
TOTAL		7.76	2.59	-	-

**Hydrometer**

Time (min)	Actual reading (Ra)	Hyd. reading (Rc)	Corr. Hyd. depth L (cm)	Effective Hyd. Corr. only for meniscus (R)	% finer	L/t	K	D, mm
0.25	50	47.8	7.9	51	96.48	31.600	0.01276	0.072
0.5	48	45.8	8.3	49	92.44	16.600	0.01276	0.052
1	42	39.8	9.2	43	80.33	9.200	0.01276	0.039
2	36	33.8	10.2	37	68.22	5.100	0.01276	0.029
3	32	29.8	10.9	33	60.15	3.633	0.01276	0.024
4	30	27.8	11.2	31	56.11	2.800	0.01276	0.021
8	28	25.8	11.5	29	52.07	1.438	0.01276	0.015
16	26	23.8	11.9	27	48.04	0.744	0.01276	0.011
30	24	21.8	12.2	25	44.00	0.407	0.01276	0.008
60	21	18.8	12.7	22	37.95	0.212	0.01276	0.006
120	19	16.8	13	20	33.91	0.108	0.01276	0.004
24 hrs	13	10.8	14	14	21.80	0.010	0.01276	0.001



Visual description : Silt and clay (MH), yellowish brown, trace of sand



### GRAIN SIZE DISTRIBUTION

Project : Grand Sungkono Lagoon (Tower 3-5)  
Location : Jl. Abdul Wahab Siamin

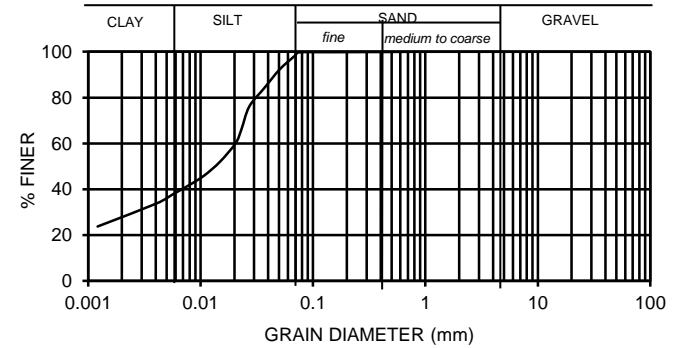
Boring/depth : DB-1/ 23.50-24.00 m  
Date : Sep 2017

**Sieve Analysis**

Sieve opening No	mean (mm)	weight	% retained	Cumulative % retained	% finer
1.5"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1.0"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.360	0.00	0.00	0.00	100.00
16	1.180	0.00	0.00	0.00	100.00
30	0.600	0.12	0.04	0.04	99.96
40	0.425	0.18	0.06	0.10	99.90
100	0.150	0.23	0.08	0.18	99.82
200	0.075	0.25	0.08	0.26	99.74
TOTAL	0.78	0.26	-	-	-

**Hydrometer**

Time (min)	Actual reading (Ra)	Hyd. reading (Rc)	Hyd. Effective depth L (cm)	Hyd. Corr. only for meniscus (R)	% finer	L/t	K	D, mm
0.25	51	48.8	7.8	52	98.32	31.200	0.0124	0.069
0.5	48	45.8	8.3	49	92.28	16.600	0.0124	0.051
1	44	41.8	8.9	45	84.22	8.900	0.0124	0.037
2	40	37.8	9.6	41	76.16	4.800	0.0124	0.027
3	35	32.8	10.4	36	66.08	3.467	0.0124	0.023
4	32	29.8	10.9	33	60.04	2.725	0.0124	0.020
8	28	25.8	11.5	29	51.98	1.438	0.0124	0.015
16	25	22.8	12	26	45.94	0.750	0.0124	0.011
30	23	20.8	12.4	24	41.91	0.413	0.0124	0.008
60	21	18.8	12.7	22	37.88	0.212	0.0124	0.006
120	19	16.8	13	20	33.85	0.108	0.0124	0.004
24 hrs	14	11.8	13.8	15	23.77	0.010	0.0124	0.001



Visual description : Clay and silt (CH), grey, trace of sand

### GRAIN SIZE DISTRIBUTION

Project : Grand Sungkono Lagoon (Tower 3-5)  
Location : Jl. Abdul Wahab Siamin

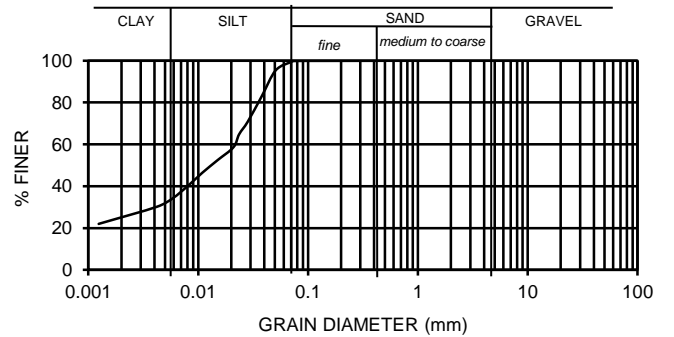
Boring/depth : DB-1/ 34.00-34.50 m  
Date : Sep 2017

**Sieve Analysis**

Sieve opening No	mean (mm)	weight	% retained	Cumulative % retained	% finer
1.5"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1.0"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.360	0.00	0.00	0.00	100.00
16	1.180	0.00	0.00	0.00	100.00
30	0.600	0.11	0.04	0.04	99.96
40	0.425	0.15	0.05	0.09	99.91
100	0.150	0.12	0.04	0.13	99.87
200	0.075	0.16	0.05	0.18	99.82
TOTAL	0.54	0.18	-	-	-

**Hydrometer**

Time (min)	Actual reading (Ra)	Hyd. reading (Rc)	Hyd. Effective depth L (cm)	Hyd. Corr. only for meniscus (R)	% finer	L/t	K	D, mm
0.25	51	48.8	7.8	52	99.37	31.200	0.0126	0.070
0.5	49	46.8	8.1	50	95.30	16.200	0.0126	0.051
1	43	40.8	9.1	44	83.08	9.100	0.0126	0.038
2	37	34.8	10.1	38	70.86	5.050	0.0126	0.028
3	34	31.8	10.5	35	64.76	3.500	0.0126	0.024
4	31	28.8	11.1	32	58.65	2.775	0.0126	0.021
8	28	25.8	11.5	29	52.54	1.438	0.0126	0.015
16	25	22.8	12	26	46.43	0.750	0.0126	0.011
30	22	19.8	12.5	23	40.32	0.417	0.0126	0.008
60	19	16.8	13	20	34.21	0.217	0.0126	0.006
120	17	14.8	13.3	18	30.14	0.111	0.0126	0.004
24 hrs	13	10.8	14	14	21.99	0.010	0.0126	0.001



Visual description : Clay and silt (CH), grey, trace of sand



### GRAIN SIZE DISTRIBUTION

Project : Grand Sungkono Lagoon (Tower 3-5)  
Location : Jl. Abdul Wahab Siamin

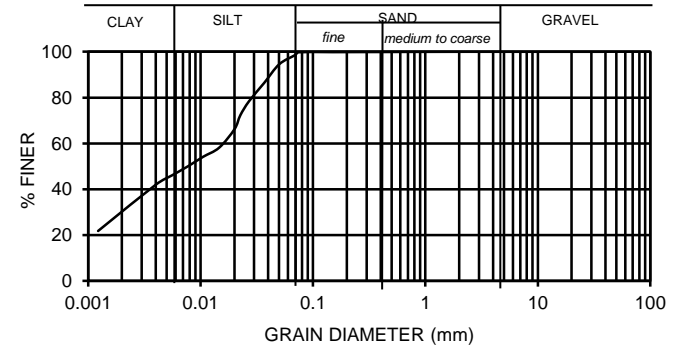
Boring/depth : DB-1/ 50.50-51.00 m  
Date : Sep 2017

**Sieve Analysis**

Sieve opening No	mean (mm)	weight	% retained	Cumulative % retained	% finer
1.5"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1.0"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.360	0.00	0.00	0.00	100.00
16	1.180	0.08	0.03	0.03	99.97
30	0.600	0.12	0.04	0.07	99.93
40	0.425	0.10	0.03	0.10	99.90
100	0.150	0.17	0.06	0.16	99.84
200	0.075	0.14	0.05	0.20	99.80
TOTAL		0.61	0.20	-	-

**Hydrometer**

Time (min)	Actual reading (Ra)	Hyd. reading (Rc)	Hyd. Effective depth L (cm)	Hyd. Corr. only for meniscus (R)	% finer	L/t	K	D, mm
0.25	51	48.8	7.8	52	98.57	31.200	0.01244	0.069
0.5	49	46.8	8.1	50	94.53	16.200	0.01244	0.050
1	45	42.8	8.8	46	86.45	8.800	0.01244	0.037
2	41	38.8	9.4	42	78.37	4.700	0.01244	0.027
3	38	35.8	9.9	39	72.31	3.300	0.01244	0.023
4	35	32.8	10.4	36	66.25	2.600	0.01244	0.020
8	31	28.8	11.1	32	58.17	1.388	0.01244	0.015
16	29	26.8	11.4	30	54.13	0.713	0.01244	0.011
30	27	24.8	11.7	28	50.09	0.390	0.01244	0.008
60	25	22.8	12	26	46.05	0.200	0.01244	0.006
120	23	20.8	12.4	24	42.01	0.103	0.01244	0.004
24 hrs	13	10.8	14	14	21.81	0.010	0.01244	0.001



Visual description : Clay and silt (CH), grey, trace of sand

### GRAIN SIZE DISTRIBUTION

Project : Grand Sungkono Lagoon (Tower 3-5)  
Location : Jl. Abdul Wahab Siamin

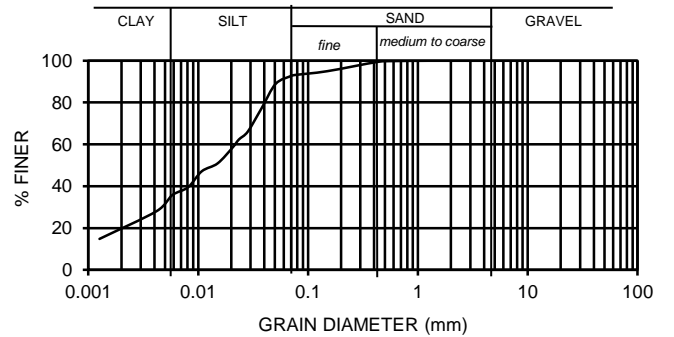
Boring/depth : DB-2/ 7.00-7.50 m  
Date : Sep 2017

**Sieve Analysis**

Sieve opening No	mean (mm)	weight	% retained	Cumulative % retained	% finer
1.5"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1.0"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.360	0.00	0.00	0.00	100.00
16	1.180	0.20	0.07	0.07	99.93
30	0.600	0.49	0.16	0.23	99.77
40	0.425	1.28	0.43	0.66	99.34
100	0.150	13.20	4.40	5.06	94.94
200	0.075	5.57	1.86	6.91	93.09
TOTAL		20.74	6.91	-	-

**Hydrometer**

Time (min)	Actual reading (Ra)	Hyd. reading (Rc)	Hyd. Effective depth L (cm)	Hyd. Corr. only for meniscus (R)	% finer	L/t	K	D, mm
0.25	51	48.8	7.8	52	92.67	31.200	0.0126	0.070
0.5	49	46.8	8.1	50	88.87	16.200	0.0126	0.051
1	43	40.8	9.1	44	77.48	9.100	0.0126	0.038
2	37	34.8	10.1	38	66.08	5.050	0.0126	0.028
3	35	32.8	10.4	36	62.29	3.467	0.0126	0.023
4	33	30.8	10.7	34	58.49	2.675	0.0126	0.021
8	29	26.8	11.4	30	50.89	1.425	0.0126	0.015
16	27	24.8	11.7	28	47.09	0.731	0.0126	0.011
30	23	20.8	12.4	24	39.50	0.413	0.0126	0.008
60	21	18.8	12.7	22	35.70	0.212	0.0126	0.006
120	17	14.8	13.3	18	28.10	0.111	0.0126	0.004
24 hrs	10	7.8	14.5	11	14.81	0.010	0.0126	0.001



Visual description : Silt and clay (MH), yellowish brown, trace of sand



### GRAIN SIZE DISTRIBUTION

Project : Grand Sungkono Lagoon (Tower 3-5)  
Location : Jl. Abdul Wahab Siamin

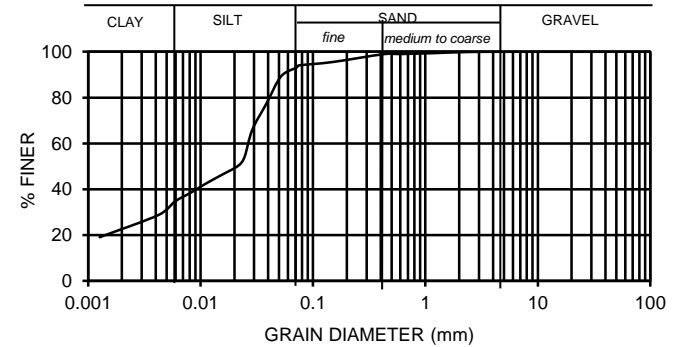
Boring/depth : DB-2/ 14.50-15.00 m  
Date : Sep 2017

**Sieve Analysis**

Sieve opening No	mean (mm)	weight	% retained	Cumulative % retained	% finer
1.5"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1.0"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.360	0.34	0.11	0.11	99.89
16	1.180	1.43	0.48	0.59	99.41
30	0.600	1.22	0.41	1.00	99.00
40	0.425	0.14	0.05	1.04	98.96
100	0.150	10.26	3.42	4.46	95.54
200	0.075	4.48	1.49	5.96	94.04
<b>TOTAL</b>	<b>17.87</b>	<b>5.96</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

**Hydrometer**

Time (min)	Actual reading (Ra)	Hyd. reading (Rc)	Hyd. Effective depth L (cm)	Hyd. Corr. only for meniscus (R)	% finer	L/t	K	D, mm
0.25	50	47.8	7.9	51	93.14	31.600	0.01276	0.072
0.5	48	45.8	8.3	49	89.24	16.600	0.01276	0.052
1	42	39.8	9.2	43	77.55	9.200	0.01276	0.039
2	36	33.8	10.2	37	65.86	5.100	0.01276	0.029
3	30	27.8	11.2	31	54.17	3.733	0.01276	0.025
4	28	25.8	11.5	29	50.27	2.875	0.01276	0.022
8	26	23.8	11.9	27	46.38	1.488	0.01276	0.016
16	24	21.8	12.2	25	42.48	0.763	0.01276	0.011
30	22	19.8	12.5	23	38.58	0.417	0.01276	0.008
60	20	17.8	12.9	21	34.68	0.215	0.01276	0.006
120	17	14.8	13.3	18	28.84	0.111	0.01276	0.004
24 hrs	12	9.8	14.2	13	19.10	0.010	0.01276	0.001



Visuil description : Silt and clay (MH), yellowish brown, trace of sand

### GRAIN SIZE DISTRIBUTION

Project : Grand Sungkono Lagoon (Tower 3-5)  
Location : Jl. Abdul Wahab Siamin

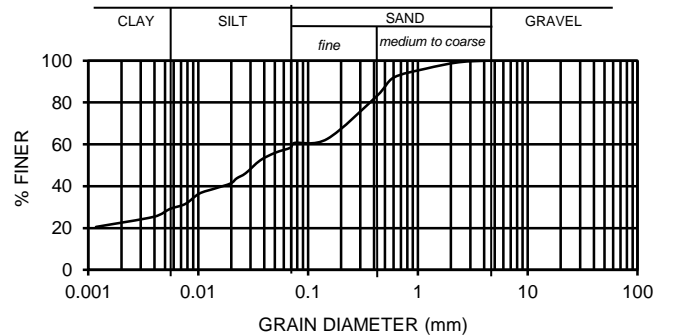
Boring/depth : DB-2/ 20.50-21.00 m  
Date : Sep 2017

**Sieve Analysis**

Sieve opening No	mean (mm)	weight	% retained	Cumulative % retained	% finer
1.5"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1.0"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.360	2.40	0.80	0.80	99.20
16	1.180	9.22	3.07	3.87	96.13
30	0.600	12.88	4.29	8.17	91.83
40	0.425	25.90	8.63	16.80	83.20
100	0.150	61.76	20.59	37.39	62.61
200	0.075	5.95	1.98	39.37	60.63
<b>TOTAL</b>	<b>118.11</b>	<b>39.37</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

**Hydrometer**

Time (min)	Actual reading (Ra)	Hyd. reading (Rc)	Hyd. Effective depth L (cm)	Hyd. Corr. only for meniscus (R)	% finer	L/t	K	D, mm
0.25	50	47.8	7.9	51	58.43	31.600	0.01236	0.069
0.5	48	45.8	8.3	49	55.98	16.600	0.01236	0.050
1	45	42.8	8.8	46	52.31	8.800	0.01236	0.037
2	40	37.8	9.6	41	46.20	4.800	0.01236	0.027
3	38	35.8	9.9	39	43.76	3.300	0.01236	0.022
4	36	33.8	10.2	37	41.31	2.550	0.01236	0.020
8	34	31.8	10.5	35	38.87	1.313	0.01236	0.014
16	32	29.8	10.9	33	36.42	0.681	0.01236	0.010
30	28	25.8	11.5	29	31.54	0.383	0.01236	0.008
60	26	23.8	11.9	27	29.09	0.198	0.01236	0.006
120	23	20.8	12.4	24	25.42	0.103	0.01236	0.004
24 hrs	19	16.8	13	20	20.53	0.009	0.01236	0.001



Visuil description : Clay and silt (CL), grey, some of fine sand



### GRAIN SIZE DISTRIBUTION

Project : Grand Sungkono Lagoon (Tower 3-5)  
Location : Jl. Abdul Wahab Siamin

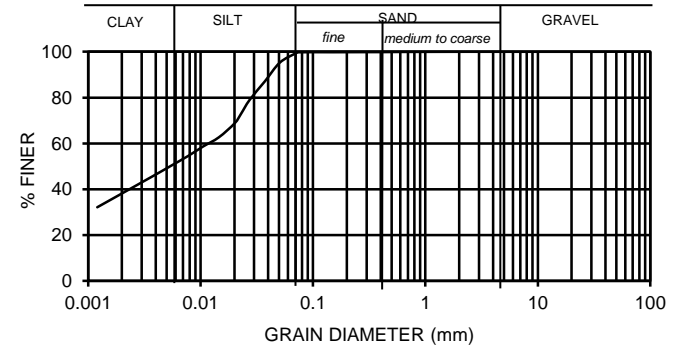
Boring/depth : DB-2/ 41.50-42.00 m  
Date : Sep 2017

**Sieve Analysis**

Sieve opening No	mean (mm)	weight	% retained	Cumulative % retained	% finer
1.5"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1.0"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.360	0.00	0.00	0.00	100.00
16	1.180	0.10	0.03	0.03	99.97
30	0.600	0.13	0.04	0.08	99.92
40	0.425	0.16	0.05	0.13	99.87
100	0.150	0.18	0.06	0.19	99.81
200	0.075	0.09	0.03	0.22	99.78
TOTAL		0.66	0.22	-	-

**Hydrometer**

Time (min)	Actual reading (Ra)	Hyd. reading (Rc)	Hyd. Effective depth L (cm)	Hyd. Corr. only for meniscus (R)	% finer	L/t	K	D, mm
0.25	51	48.8	7.8	52	99.33	31.200	0.0126	0.070
0.5	49	46.8	8.1	50	95.26	16.200	0.0126	0.051
1	45	42.8	8.8	46	87.12	8.800	0.0126	0.037
2	41	38.8	9.4	42	78.98	4.700	0.0126	0.027
3	38	35.8	9.9	39	72.87	3.300	0.0126	0.023
4	36	33.8	10.2	37	68.80	2.550	0.0126	0.020
8	33	30.8	10.7	34	62.69	1.338	0.0126	0.015
16	31	28.8	11.1	32	58.62	0.694	0.0126	0.010
30	29	26.8	11.4	30	54.55	0.380	0.0126	0.008
60	27	24.8	11.7	28	50.48	0.195	0.0126	0.006
120	25	22.8	12	26	46.41	0.100	0.0126	0.004
24 hrs	18	15.8	13.2	19	32.16	0.009	0.0126	0.001



Visual description : Clay and silt (CH), grey, trace of sand

### GRAIN SIZE DISTRIBUTION

Project : Grand Sungkono Lagoon (Tower 3-5)  
Location : Jl. Abdul Wahab Siamin

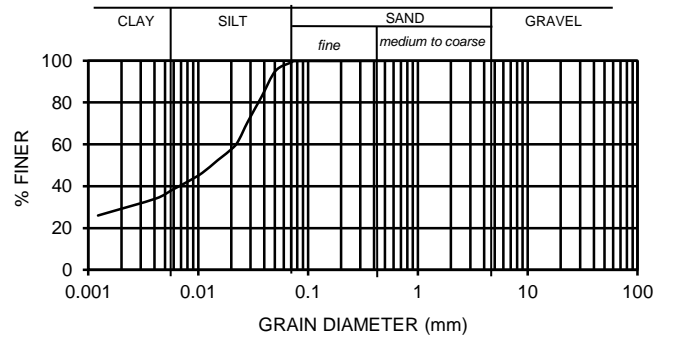
Boring/depth : DB-2/ 56.50-57.00 m  
Date : Sep 2017

**Sieve Analysis**

Sieve opening No	mean (mm)	weight	% retained	Cumulative % retained	% finer
1.5"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1.0"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.360	0.00	0.00	0.00	100.00
16	1.180	0.10	0.03	0.03	99.97
30	0.600	0.20	0.07	0.10	99.90
40	0.425	0.13	0.04	0.14	99.86
100	0.150	0.18	0.06	0.20	99.80
200	0.075	0.11	0.04	0.24	99.76
TOTAL		0.72	0.24	-	-

**Hydrometer**

Time (min)	Actual reading (Ra)	Hyd. reading (Rc)	Hyd. Effective depth L (cm)	Hyd. Corr. only for meniscus (R)	% finer	L/t	K	D, mm
0.25	51	48.8	7.8	52	99.12	31.200	0.01256	0.070
0.5	49	46.8	8.1	50	95.06	16.200	0.01256	0.051
1	43	40.8	9.1	44	82.87	9.100	0.01256	0.038
2	37	34.8	10.1	38	70.68	5.050	0.01256	0.028
3	33	30.8	10.7	34	62.56	3.567	0.01256	0.024
4	31	28.8	11.1	32	58.50	2.775	0.01256	0.021
8	28	25.8	11.5	29	52.40	1.438	0.01256	0.015
16	25	22.8	12	26	46.31	0.750	0.01256	0.011
30	23	20.8	12.4	24	42.25	0.413	0.01256	0.008
60	21	18.8	12.7	22	38.18	0.212	0.01256	0.006
120	19	16.8	13	20	34.12	0.108	0.01256	0.004
24 hrs	15	12.8	13.7	16	26.00	0.010	0.01256	0.001



Visual description : Clay and silt (CH), grey, trace of sand



### GRAIN SIZE DISTRIBUTION

Project : Grand Sungkono Lagoon (Tower 3-5)  
Location : Jl. Abdul Wahab Siamin

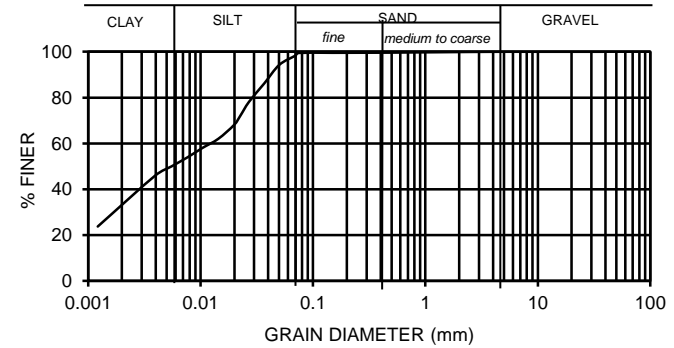
Boring/depth : DB-2/ 65.50-66.00 m  
Date : Sep 2017

**Sieve Analysis**

Sieve opening No	mean (mm)	weight	% retained	Cumulative % retained	% finer
1.5"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1.0"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.360	0.27	0.09	0.09	99.91
16	1.180	0.38	0.13	0.22	99.78
30	0.600	0.34	0.11	0.33	99.67
40	0.425	0.17	0.06	0.39	99.61
100	0.150	0.20	0.07	0.45	99.55
200	0.075	0.16	0.05	0.51	99.49
<b>TOTAL</b>	<b>1.52</b>	<b>0.51</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

**Hydrometer**

Time (min)	Actual reading (Ra)	Hyd. reading (Rc)	Corr. Hyd. depth L (cm)	Effective Hyd. Corr. only for meniscus (R)	% finer	L/t	K	D, mm
0.25	51	48.8	7.8	52	98.27	31.200	0.01244	0.069
0.5	49	46.8	8.1	50	94.24	16.200	0.01244	0.050
1	45	42.8	8.8	46	86.19	8.800	0.01244	0.037
2	41	38.8	9.4	42	78.13	4.700	0.01244	0.027
3	38	35.8	9.9	39	72.09	3.300	0.01244	0.023
4	36	33.8	10.2	37	68.06	2.550	0.01244	0.020
8	33	30.8	10.7	34	62.02	1.338	0.01244	0.014
16	31	28.8	11.1	32	58.00	0.694	0.01244	0.010
30	29	26.8	11.4	30	53.97	0.380	0.01244	0.008
60	27	24.8	11.7	28	49.94	0.195	0.01244	0.005
120	25	22.8	12	26	45.91	0.100	0.01244	0.004
24 hrs	14	11.8	13.8	15	23.76	0.010	0.01244	0.001



Visual description : Clay and silt (CH), grey, trace of sand

### GRAIN SIZE DISTRIBUTION

Project : Grand Sungkono Lagoon (Tower 3-5)  
Location : Jl. Abdul Wahab Siamin

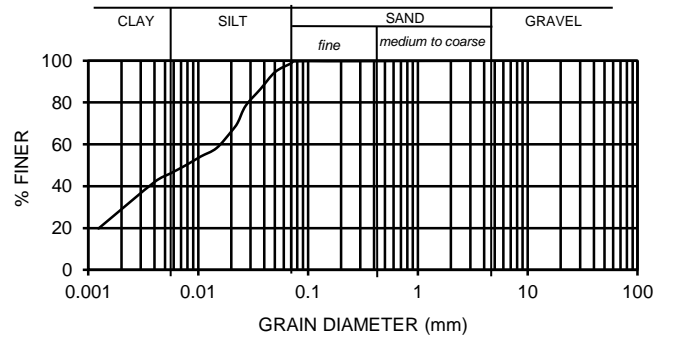
Boring/depth : DB-2/ 74.50-75.00 m  
Date : Sep 2017

**Sieve Analysis**

Sieve opening No	mean (mm)	weight	% retained	Cumulative % retained	% finer
1.5"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1.0"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.360	0.30	0.10	0.10	99.90
16	1.180	0.11	0.04	0.14	99.86
30	0.600	0.20	0.07	0.20	99.80
40	0.425	0.15	0.05	0.25	99.75
100	0.150	0.14	0.05	0.30	99.70
200	0.075	0.18	0.06	0.36	99.64
<b>TOTAL</b>	<b>1.08</b>	<b>0.36</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

**Hydrometer**

Time (min)	Actual reading (Ra)	Hyd. reading (Rc)	Corr. Hyd. depth L (cm)	Effective Hyd. Corr. only for meniscus (R)	% finer	L/t	K	D, mm
0.25	51	48.8	7.8	52	98.61	31.200	0.01248	0.070
0.5	49	46.8	8.1	50	94.57	16.200	0.01248	0.050
1	45	42.8	8.8	46	86.49	8.800	0.01248	0.037
2	41	38.8	9.4	42	78.40	4.700	0.01248	0.027
3	37	34.8	10.1	38	70.32	3.367	0.01248	0.023
4	35	32.8	10.4	36	66.28	2.600	0.01248	0.020
8	31	28.8	11.1	32	58.20	1.388	0.01248	0.015
16	29	26.8	11.4	30	54.15	0.713	0.01248	0.011
30	27	24.8	11.7	28	50.11	0.390	0.01248	0.008
60	25	22.8	12	26	46.07	0.200	0.01248	0.006
120	23	20.8	12.4	24	42.03	0.103	0.01248	0.004
24 hrs	12	9.8	14.2	13	19.80	0.010	0.01248	0.001



Visual description : Clay and silt (CH), grey, trace of sand



### GRAIN SIZE DISTRIBUTION

Project : Grand Sungkono Lagoon (Tower 3-5)  
Location : Jl. Abdul Wahab Siamin

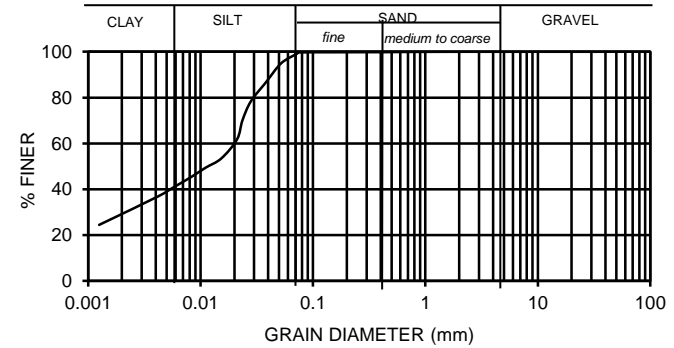
Boring/depth : DB-2/ 88.00-88.50 m  
Date : Sep 2017

**Sieve Analysis**

Sieve opening No	mean (mm)	weight	% retained	Cumulative % retained	% finer
1.5"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1.0"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.360	0.00	0.00	0.00	100.00
16	1.180	0.10	0.03	0.03	99.97
30	0.600	0.21	0.07	0.10	99.90
40	0.425	0.19	0.06	0.17	99.83
100	0.150	0.16	0.05	0.22	99.78
200	0.075	0.24	0.08	0.30	99.70
TOTAL		0.90	0.30	-	-

**Hydrometer**

Time (min)	Actual reading (Ra)	Hyd. reading (Rc)	Corr. Hyd. depth L (cm)	Effective Hyd. Corr. only for meniscus (R)	% finer	L/t	K	D, mm
0.25	50	47.8	7.9	51	99.13	31.600	0.0128	0.072
0.5	48	45.8	8.3	49	94.98	16.600	0.0128	0.052
1	44	41.8	8.9	45	86.68	8.900	0.0128	0.038
2	40	37.8	9.6	41	78.39	4.800	0.0128	0.028
3	36	33.8	10.2	37	70.09	3.400	0.0128	0.024
4	32	29.8	10.9	33	61.80	2.725	0.0128	0.021
8	28	25.8	11.5	29	53.50	1.438	0.0128	0.015
16	26	23.8	11.9	27	49.36	0.744	0.0128	0.011
30	24	21.8	12.2	25	45.21	0.407	0.0128	0.008
60	22	19.8	12.5	23	41.06	0.208	0.0128	0.006
120	20	17.8	12.9	21	36.91	0.108	0.0128	0.004
24 hrs	14	11.8	13.8	15	24.47	0.010	0.0128	0.001



Visuil description : Clay and silt (CH), dark grey, trace of sand

### GRAIN SIZE DISTRIBUTION

Project : Grand Sungkono Lagoon (Tower 3-5)  
Location : Jl. Abdul Wahab Siamin

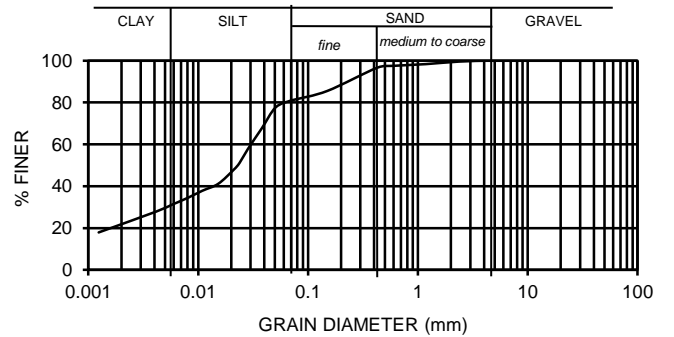
Boring/depth : DB-3/ 2.50-3.00 m  
Date : Sep 2017

**Sieve Analysis**

Sieve opening No	mean (mm)	weight	% retained	Cumulative % retained	% finer
1.5"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1.0"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.360	1.44	0.48	0.48	99.52
16	1.180	3.63	1.21	1.69	98.31
30	0.600	2.45	0.82	2.51	97.49
40	0.425	2.80	0.93	3.44	96.56
100	0.150	33.14	11.05	14.49	85.51
200	0.075	12.58	4.19	18.68	81.32
TOTAL		56.04	18.68	-	-

**Hydrometer**

Time (min)	Actual reading (Ra)	Hyd. reading (Rc)	Corr. Hyd. depth L (cm)	Effective Hyd. Corr. only for meniscus (R)	% finer	L/t	K	D, mm
0.25	51	48.8	7.8	52	80.96	31.200	0.0126	0.070
0.5	49	46.8	8.1	50	77.64	16.200	0.0126	0.051
1	43	40.8	9.1	44	67.68	9.100	0.0126	0.038
2	37	34.8	10.1	38	57.73	5.050	0.0126	0.028
3	33	30.8	10.7	34	51.09	3.567	0.0126	0.024
4	31	28.8	11.1	32	47.78	2.775	0.0126	0.021
8	27	24.8	11.7	28	41.14	1.463	0.0126	0.015
16	25	22.8	12	26	37.82	0.750	0.0126	0.011
30	23	20.8	12.4	24	34.51	0.413	0.0126	0.008
60	21	18.8	12.7	22	31.19	0.212	0.0126	0.006
120	19	16.8	13	20	27.87	0.108	0.0126	0.004
24 hrs	13	10.8	14	14	17.92	0.010	0.0126	0.001



Visuil description : Silt and clay, yellowish brown, little of fine sand



### GRAIN SIZE DISTRIBUTION

Project : Grand Sungkono Lagoon (Tower 3-5)  
Location : Jl. Abdul Wahab Siamin

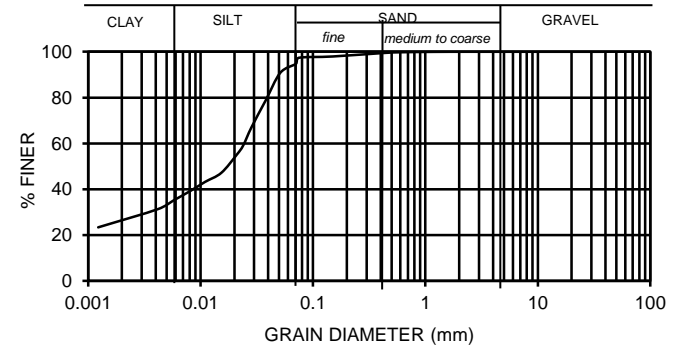
Boring/depth : DB-3/ 19.00-19.50 m  
Date : Sep 2017

**Sieve Analysis**

Sieve opening No	mean (mm)	weight	% retained	Cumulative % retained	% finer
1.5"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1.0"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.360	0.00	0.00	0.00	100.00
16	1.180	0.14	0.05	0.05	99.95
30	0.600	0.52	0.17	0.22	99.78
40	0.425	0.94	0.31	0.53	99.47
100	0.150	4.56	1.52	2.05	97.95
200	0.075	1.70	0.57	2.62	97.38
TOTAL	7.86	2.62	-	-	-

**Hydrometer**

Time (min)	Actual reading (Ra)	Hyd. Corr. reading (Rc)	Hyd. Effective depth L (cm)	Hyd. Corr. only for meniscus (R)	% finer	L/t	K	D, mm
0.25	50	47.8	7.9	51	94.77	31.600	0.01256	0.071
0.5	48	45.8	8.3	49	90.81	16.600	0.01256	0.051
1	42	39.8	9.2	43	78.91	9.200	0.01256	0.038
2	36	33.8	10.2	37	67.01	5.100	0.01256	0.028
3	32	29.8	10.9	33	59.08	3.633	0.01256	0.024
4	30	27.8	11.2	31	55.12	2.800	0.01256	0.021
8	26	23.8	11.9	27	47.19	1.488	0.01256	0.015
16	24	21.8	12.2	25	43.22	0.763	0.01256	0.011
30	22	19.8	12.5	23	39.26	0.417	0.01256	0.008
60	20	17.8	12.9	21	35.29	0.215	0.01256	0.006
120	18	15.8	13.2	19	31.33	0.110	0.01256	0.004
24 hrs	14	11.8	13.8	15	23.40	0.010	0.01256	0.001



Visual description : Clay and silt (CH), grey, trace of sand

### GRAIN SIZE DISTRIBUTION

Project : Grand Sungkono Lagoon (Tower 3-5)  
Location : Jl. Abdul Wahab Siamin

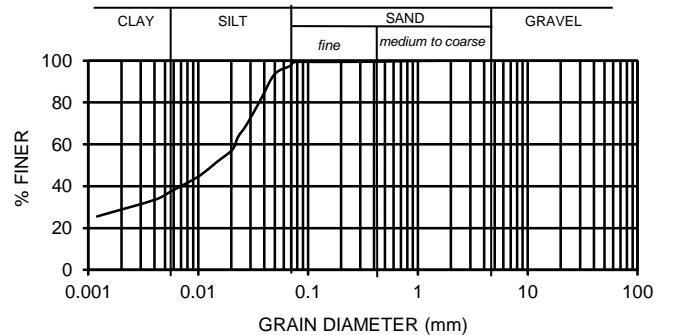
Boring/depth : DB-3/ 29.50-30.00 m  
Date : Sep 2017

**Sieve Analysis**

Sieve opening No	mean (mm)	weight	% retained	Cumulative % retained	% finer
1.5"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1.0"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.360	0.10	0.03	0.03	99.97
16	1.180	0.32	0.11	0.14	99.86
30	0.600	0.60	0.20	0.34	99.66
40	0.425	0.52	0.17	0.51	99.49
100	0.150	0.36	0.12	0.63	99.37
200	0.075	0.32	0.11	0.74	99.26
TOTAL	2.22	0.74	-	-	-

**Hydrometer**

Time (min)	Actual reading (Ra)	Hyd. Corr. reading (Rc)	Hyd. Effective depth L (cm)	Hyd. Corr. only for meniscus (R)	% finer	L/t	K	D, mm
0.25	51	48.8	7.8	52	97.46	31.200	0.01232	0.069
0.5	49	46.8	8.1	50	93.46	16.200	0.01232	0.050
1	43	40.8	9.1	44	81.48	9.100	0.01232	0.037
2	37	34.8	10.1	38	69.50	5.050	0.01232	0.028
3	34	31.8	10.5	35	63.51	3.500	0.01232	0.023
4	31	28.8	11.1	32	57.52	2.775	0.01232	0.021
8	28	25.8	11.5	29	51.53	1.438	0.01232	0.015
16	25	22.8	12	26	45.53	0.750	0.01232	0.011
30	23	20.8	12.4	24	41.54	0.413	0.01232	0.008
60	21	18.8	12.7	22	37.55	0.212	0.01232	0.006
120	19	16.8	13	20	33.55	0.108	0.01232	0.004
24 hrs	15	12.8	13.7	16	25.56	0.010	0.01232	0.001



Visual description : Clay and silt (CH), grey, trace of sand





### GRAIN SIZE DISTRIBUTION

Project : Grand Sungkono Lagoon (Tower 3-5)  
Location : Jl. Abdul Wahab Siamin

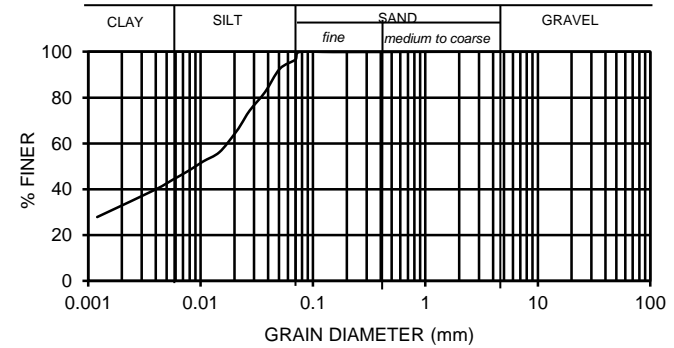
Boring/depth : DB-3/ 52.00-52.50 m  
Date : Sep 2017

**Sieve Analysis**

Sieve opening No	mean (mm)	weight	% retained	Cumulative % retained	% finer
1.5"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1.0"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.360	0.00	0.00	0.00	100.00
16	1.180	0.06	0.02	0.02	99.98
30	0.600	0.09	0.03	0.05	99.95
40	0.425	0.10	0.03	0.08	99.92
100	0.150	0.12	0.04	0.12	99.88
200	0.075	0.08	0.03	0.15	99.85
TOTAL		0.45	0.15	-	-

**Hydrometer**

Time (min)	Actual reading (Ra)	Hyd. reading (Rc)	Hyd. depth L (cm)	Effective Hyd. Corr. only for meniscus (R)	% finer	L/t	K	D, mm
0.25	50	47.8	7.9	51	96.60	31.600	0.01244	0.070
0.5	48	45.8	8.3	49	92.56	16.600	0.01244	0.051
1	43	40.8	9.1	44	82.46	9.100	0.01244	0.038
2	39	36.8	9.7	40	74.37	4.850	0.01244	0.027
3	36	33.8	10.2	37	68.31	3.400	0.01244	0.023
4	34	31.8	10.5	35	64.27	2.625	0.01244	0.020
8	30	27.8	11.2	31	56.18	1.400	0.01244	0.015
16	28	25.8	11.5	29	52.14	0.719	0.01244	0.011
30	26	23.8	11.9	27	48.10	0.397	0.01244	0.008
60	24	21.8	12.2	25	44.06	0.203	0.01244	0.006
120	22	19.8	12.5	23	40.02	0.104	0.01244	0.004
24 hrs	16	13.8	13.5	17	27.89	0.009	0.01244	0.001



Visual description : Clay and silt (CH), grey, trace of sand

### GRAIN SIZE DISTRIBUTION

Project : Grand Sungkono Lagoon (Tower 3-5)  
Location : Jl. Abdul Wahab Siamin

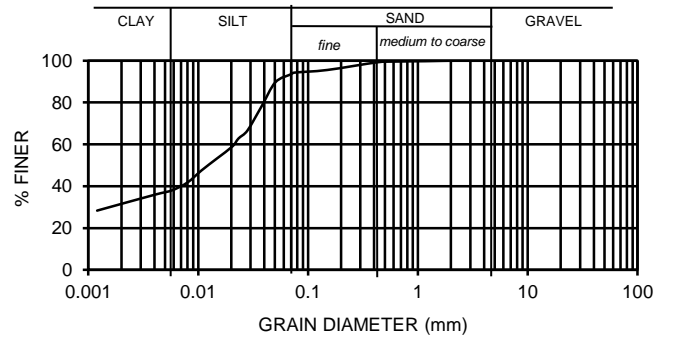
Boring/depth : DB-4/ 11.50-12.00 m  
Date : Sep 2017

**Sieve Analysis**

Sieve opening No	mean (mm)	weight	% retained	Cumulative % retained	% finer
1.5"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1.0"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.360	0.00	0.00	0.00	100.00
16	1.180	0.82	0.27	0.27	99.73
30	0.600	0.60	0.20	0.47	99.53
40	0.425	1.06	0.35	0.83	99.17
100	0.150	10.95	3.65	4.48	95.52
200	0.075	3.85	1.28	5.76	94.24
TOTAL		17.28	5.76	-	-

**Hydrometer**

Time (min)	Actual reading (Ra)	Hyd. reading (Rc)	Hyd. depth L (cm)	Effective Hyd. Corr. only for meniscus (R)	% finer	L/t	K	D, mm
0.25	51	48.8	7.8	52	93.45	31.200	0.01252	0.070
0.5	49	46.8	8.1	50	89.62	16.200	0.01252	0.050
1	43	40.8	9.1	44	78.13	9.100	0.01252	0.038
2	37	34.8	10.1	38	66.64	5.050	0.01252	0.028
3	35	32.8	10.4	36	62.81	3.467	0.01252	0.023
4	33	30.8	10.7	34	58.98	2.675	0.01252	0.020
8	30	27.8	11.2	31	53.24	1.400	0.01252	0.015
16	27	24.8	11.7	28	47.49	0.731	0.01252	0.011
30	24	21.8	12.2	25	41.75	0.407	0.01252	0.008
60	22	19.8	12.5	23	37.92	0.208	0.01252	0.006
120	21	18.8	12.7	22	36.00	0.106	0.01252	0.004
24 hrs	17	14.8	13.3	18	28.34	0.009	0.01252	0.001



Visual description : Silt and clay (MH), yellowish brown, trace of sand



### GRAIN SIZE DISTRIBUTION

Project : Grand Sungkono Lagoon (Tower 3-5)  
Location : Jl. Abdul Wahab Siamin

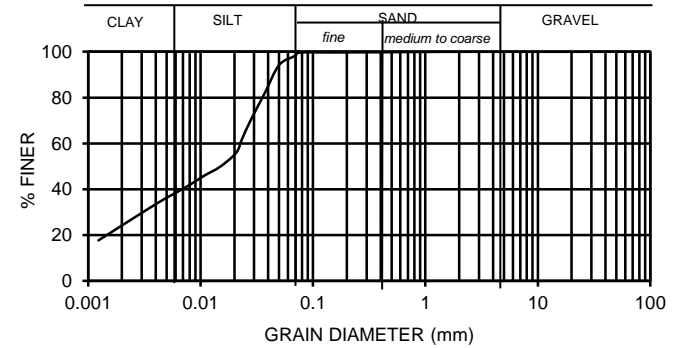
Boring/depth : DB-4/ 25.00-25.50 m  
Date : Sep 2017

**Sieve Analysis**

Sieve opening No	mean (mm)	weight	% retained	Cumulative % retained	% finer
1.5"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1.0"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.360	0.00	0.00	0.00	100.00
16	1.180	0.17	0.06	0.06	99.94
30	0.600	0.25	0.08	0.14	99.86
40	0.425	0.20	0.07	0.21	99.79
100	0.150	0.27	0.09	0.30	99.70
200	0.075	0.23	0.08	0.37	99.63
TOTAL	1.12	0.37	-	-	-

**Hydrometer**

Time (min)	Actual reading (Ra)	Hyd. reading (Rc)	Hyd. Effective depth L (cm)	Hyd. Corr. only for meniscus (R)	% finer	L/t	K	D, mm
0.25	51	48.8	7.8	52	98.21	31.200	0.0124	0.069
0.5	49	46.8	8.1	50	94.18	16.200	0.0124	0.050
1	43	40.8	9.1	44	82.11	9.100	0.0124	0.037
2	37	34.8	10.1	38	70.03	5.050	0.0124	0.028
3	33	30.8	10.7	34	61.98	3.567	0.0124	0.023
4	30	27.8	11.2	31	55.95	2.800	0.0124	0.021
8	27	24.8	11.7	28	49.91	1.463	0.0124	0.015
16	25	22.8	12	26	45.88	0.750	0.0124	0.011
30	23	20.8	12.4	24	41.86	0.413	0.0124	0.008
60	21	18.8	12.7	22	37.83	0.212	0.0124	0.006
120	19	16.8	13	20	33.81	0.108	0.0124	0.004
24 hrs	11	8.8	14.3	12	17.71	0.010	0.0124	0.001



Visual description : Clay and silt (CH), grey, trace of sand

### GRAIN SIZE DISTRIBUTION

Project : Grand Sungkono Lagoon (Tower 3-5)  
Location : Jl. Abdul Wahab Siamin

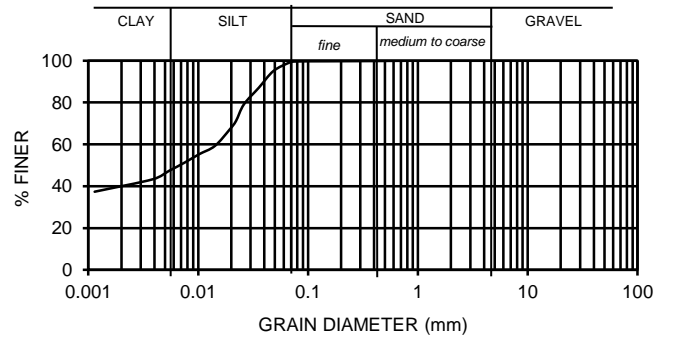
Boring/depth : DB-4/ 35.50-36.00 m  
Date : Sep 2017

**Sieve Analysis**

Sieve opening No	mean (mm)	weight	% retained	Cumulative % retained	% finer
1.5"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1.0"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.360	0.00	0.00	0.00	100.00
16	1.180	0.11	0.04	0.04	99.96
30	0.600	0.20	0.07	0.10	99.90
40	0.425	0.29	0.10	0.20	99.80
100	0.150	0.34	0.11	0.31	99.69
200	0.075	0.38	0.13	0.44	99.56
TOTAL	1.32	0.44	-	-	-

**Hydrometer**

Time (min)	Actual reading (Ra)	Hyd. reading (Rc)	Hyd. Effective depth L (cm)	Hyd. Corr. only for meniscus (R)	% finer	L/t	K	D, mm
0.25	52	49.8	7.6	53	98.96	30.400	0.01216	0.067
0.5	50	47.8	7.9	51	94.99	15.800	0.01216	0.048
1	46	43.8	8.6	47	87.04	8.600	0.01216	0.036
2	42	39.8	9.2	43	79.09	4.600	0.01216	0.026
3	38	35.8	9.9	39	71.14	3.300	0.01216	0.022
4	36	33.8	10.2	37	67.17	2.550	0.01216	0.019
8	32	29.8	10.9	33	59.22	1.363	0.01216	0.014
16	30	27.8	11.2	31	55.24	0.700	0.01216	0.010
30	28	25.8	11.5	29	51.27	0.383	0.01216	0.008
60	26	23.8	11.9	27	47.30	0.198	0.01216	0.005
120	24	21.8	12.2	25	43.32	0.102	0.01216	0.004
24 hrs	21	18.8	12.7	22	37.36	0.009	0.01216	0.001



Visual description : Clay and silt (CH), grey, trace of sand



### GRAIN SIZE DISTRIBUTION

Project : Grand Sungkono Lagoon (Tower 3-5)  
Location : Jl. Abdul Wahab Siamin

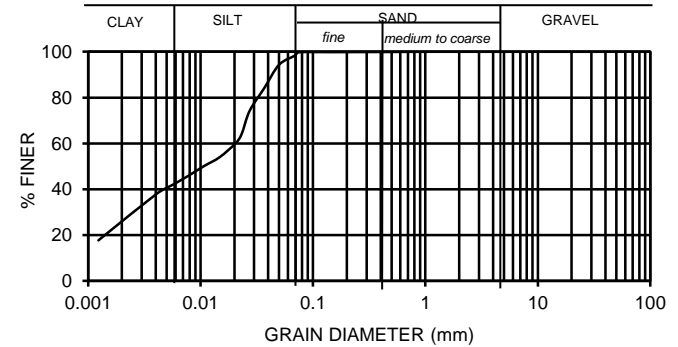
Boring/depth : DB-4/ 44.50-45.00 m  
Date : Sep 2017

**Sieve Analysis**

Sieve opening No	mean (mm)	weight	% retained	Cumulative % retained	% finer
1.5"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1.0"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.360	0.00	0.00	0.00	100.00
16	1.180	0.00	0.00	0.00	100.00
30	0.600	0.17	0.06	0.06	99.94
40	0.425	0.13	0.04	0.10	99.90
100	0.150	0.16	0.05	0.15	99.85
200	0.075	0.24	0.08	0.23	99.77
<b>TOTAL</b>	<b>0.70</b>	<b>0.23</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

**Hydrometer**

Time (min)	Actual reading (Ra)	Hyd. Corr. reading (Rc)	Hyd. Effective depth L (cm)	Hyd. Corr. only for meniscus (R)	% finer	L/t	K	D, mm
0.25	51	48.8	7.8	52	98.35	31.200	0.0124	0.069
0.5	49	46.8	8.1	50	94.32	16.200	0.0124	0.050
1	44	41.8	8.9	45	84.24	8.900	0.0124	0.037
2	39	36.8	9.7	40	74.16	4.850	0.0124	0.027
3	34	31.8	10.5	35	64.09	3.500	0.0124	0.023
4	32	29.8	10.9	33	60.06	2.725	0.0124	0.020
8	29	26.8	11.4	30	54.01	1.425	0.0124	0.015
16	27	24.8	11.7	28	49.98	0.731	0.0124	0.011
30	25	22.8	12	26	45.95	0.400	0.0124	0.008
60	23	20.8	12.4	24	41.92	0.207	0.0124	0.006
120	21	18.8	12.7	22	37.89	0.106	0.0124	0.004
24 hrs	11	8.8	14.3	12	17.73	0.010	0.0124	0.001



Visual description : Clay and silt (CH), grey, trace of sand

### GRAIN SIZE DISTRIBUTION

Project : Grand Sungkono Lagoon (Tower 3-5)  
Location : Jl. Abdul Wahab Siamin

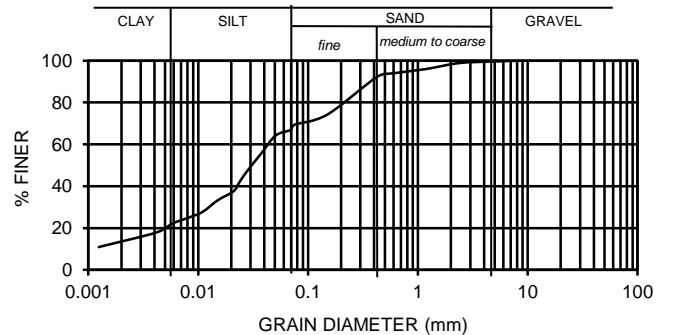
Boring/depth : DB-5/ 8.50-9.00 m  
Date : Sep 2017

**Sieve Analysis**

Sieve opening No	mean (mm)	weight	% retained	Cumulative % retained	% finer
1.5"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1.0"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.750	1.38	0.46	0.46	99.54
8	2.360	2.25	0.75	1.21	98.79
16	1.180	8.54	2.85	4.06	95.94
30	0.600	6.02	2.01	6.06	93.94
40	0.425	5.10	1.70	7.76	92.24
100	0.150	54.04	18.01	25.78	74.22
200	0.075	14.76	4.92	30.70	69.30
<b>TOTAL</b>	<b>92.09</b>	<b>30.70</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

**Hydrometer**

Time (min)	Actual reading (Ra)	Hyd. Corr. reading (Rc)	Hyd. Effective depth L (cm)	Hyd. Corr. only for meniscus (R)	% finer	L/t	K	D, mm
0.25	50	47.8	7.9	51	66.92	31.600	0.0124	0.070
0.5	48	45.8	8.3	49	64.12	16.600	0.0124	0.051
1	42	39.8	9.2	43	55.72	9.200	0.0124	0.038
2	36	33.8	10.2	37	47.32	5.100	0.0124	0.028
3	32	29.8	10.9	33	41.72	3.633	0.0124	0.024
4	29	26.8	11.4	30	37.52	2.850	0.0124	0.021
8	26	23.8	11.9	27	33.32	1.488	0.0124	0.015
16	22	19.8	12.5	23	27.72	0.781	0.0124	0.011
30	20	17.8	12.9	21	24.92	0.430	0.0124	0.008
60	18	15.8	13.2	19	22.12	0.220	0.0124	0.006
120	15	12.8	13.7	16	17.92	0.114	0.0124	0.004
24 hrs	10	7.8	14.5	11	10.92	0.010	0.0124	0.001



Visual description : Silt and clay (ML), yellowish brown, some of sand



### GRAIN SIZE DISTRIBUTION

Project : Grand Sungkono Lagoon (Tower 3-5)  
Location : Jl. Abdul Wahab Siamin

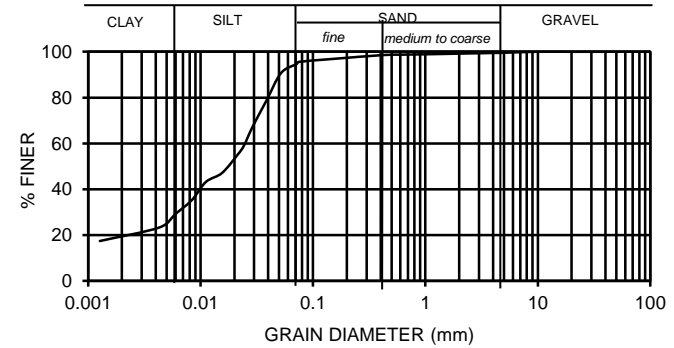
Boring/depth : DB-5/ 16.00-16.50 m  
Date : Sep 2017

**Sieve Analysis**

Sieve opening No	mean (mm)	weight	% retained	Cumulative % retained	% finer
1.5"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1.0"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.750	1.40	0.47	0.47	99.53
8	2.360	0.77	0.26	0.72	99.28
16	1.180	0.94	0.31	1.04	98.96
30	0.600	0.70	0.23	1.27	98.73
40	0.425	0.42	0.14	1.41	98.59
100	0.150	5.16	1.72	3.13	96.87
200	0.075	3.82	1.27	4.40	95.60
<b>TOTAL</b>	<b>13.21</b>	<b>4.40</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

**Hydrometer**

Time (min)	Actual reading (Ra)	Hyd. reading (Rc)	Hyd. Effective depth L (cm)	Hyd. Corr. only for meniscus (R)	% finer	L/t	K	D, mm
0.25	50	47.8	7.9	51	94.68	31.600	0.01276	0.072
0.5	48	45.8	8.3	49	90.72	16.600	0.01276	0.052
1	42	39.8	9.2	43	78.83	9.200	0.01276	0.039
2	36	33.8	10.2	37	66.95	5.100	0.01276	0.029
3	32	29.8	10.9	33	59.03	3.633	0.01276	0.024
4	30	27.8	11.2	31	55.07	2.800	0.01276	0.021
8	26	23.8	11.9	27	47.14	1.488	0.01276	0.016
16	24	21.8	12.2	25	43.18	0.763	0.01276	0.011
30	20	17.8	12.9	21	35.26	0.430	0.01276	0.008
60	17	14.8	13.3	18	29.32	0.222	0.01276	0.006
120	14	11.8	13.8	15	23.37	0.115	0.01276	0.004
24 hrs	11	8.8	14.3	12	17.43	0.010	0.01276	0.001



Visuil description : Silt and clay (MH), yellowish brown, trace of sand

### GRAIN SIZE DISTRIBUTION

Project : Grand Sungkono Lagoon (Tower 3-5)  
Location : Jl. Abdul Wahab Siamin

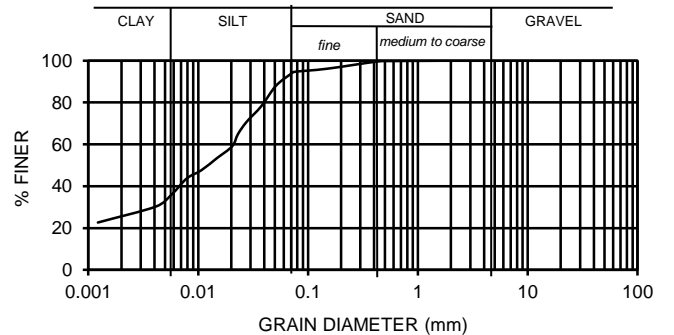
Boring/depth : DB-5/ 22.00-22.50 m  
Date : Sep 2017

**Sieve Analysis**

Sieve opening No	mean (mm)	weight	% retained	Cumulative % retained	% finer
1.5"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1.0"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.360	0.10	0.03	0.03	99.97
16	1.180	0.22	0.07	0.11	99.89
30	0.600	0.34	0.11	0.22	99.78
40	0.425	0.70	0.23	0.45	99.55
100	0.150	10.26	3.42	3.87	96.13
200	0.075	4.57	1.52	5.40	94.60
<b>TOTAL</b>	<b>16.19</b>	<b>5.40</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

**Hydrometer**

Time (min)	Actual reading (Ra)	Hyd. reading (Rc)	Hyd. Effective depth L (cm)	Hyd. Corr. only for meniscus (R)	% finer	L/t	K	D, mm
0.25	51	48.8	7.8	52	93.63	31.200	0.01248	0.070
0.5	48	45.8	8.3	49	87.87	16.600	0.01248	0.051
1	43	40.8	9.1	44	78.28	9.100	0.01248	0.038
2	39	36.8	9.7	40	70.60	4.850	0.01248	0.027
3	36	33.8	10.2	37	64.85	3.400	0.01248	0.023
4	33	30.8	10.7	34	59.09	2.675	0.01248	0.020
8	30	27.8	11.2	31	53.34	1.400	0.01248	0.015
16	27	24.8	11.7	28	47.58	0.731	0.01248	0.011
30	25	22.8	12	26	43.74	0.400	0.01248	0.008
60	21	18.8	12.7	22	36.07	0.212	0.01248	0.006
120	18	15.8	13.2	19	30.31	0.110	0.01248	0.004
24 hrs	14	11.8	13.8	15	22.64	0.010	0.01248	0.001



Visuil description : Clay and silt (CH), grey, trace of sand



### GRAIN SIZE DISTRIBUTION

Project : Grand Sungkono Lagoon (Tower 3-5)  
Location : Jl. Abdul Wahab Siamin

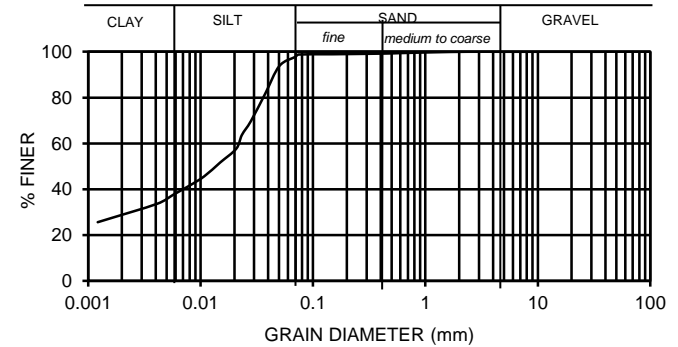
Boring/depth : DB-5/ 40.00-40.50 m  
Date : Sep 2017

**Sieve Analysis**

Sieve opening No	mean (mm)	weight	% retained	Cumulative % retained	% finer
1.5"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1.0"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.360	0.00	0.00	0.00	100.00
16	1.180	0.67	0.22	0.22	99.78
30	0.600	1.08	0.36	0.58	99.42
40	0.425	0.62	0.21	0.79	99.21
100	0.150	0.87	0.29	1.08	98.92
200	0.075	0.34	0.11	1.19	98.81
TOTAL	3.58	1.19	-	-	-

**Hydrometer**

Time (min)	Actual reading (Ra)	Hyd. reading (Rc)	Hyd. Effective depth L (cm)	Hyd. Corr. only for meniscus (R)	% finer	L/t	K	D, mm
0.25	51	48.8	7.8	52	97.79	31.200	0.01248	0.070
0.5	49	46.8	8.1	50	93.78	16.200	0.01248	0.050
1	43	40.8	9.1	44	81.76	9.100	0.01248	0.038
2	37	34.8	10.1	38	69.73	5.050	0.01248	0.028
3	34	31.8	10.5	35	63.72	3.500	0.01248	0.023
4	31	28.8	11.1	32	57.71	2.775	0.01248	0.021
8	28	25.8	11.5	29	51.70	1.438	0.01248	0.015
16	25	22.8	12	26	45.69	0.750	0.01248	0.011
30	23	20.8	12.4	24	41.68	0.413	0.01248	0.008
60	21	18.8	12.7	22	37.67	0.212	0.01248	0.006
120	19	16.8	13	20	33.66	0.108	0.01248	0.004
24 hrs	15	12.8	13.7	16	25.65	0.010	0.01248	0.001



Visual description : Clay and silt (CH), grey, trace of sand

### GRAIN SIZE DISTRIBUTION

Project : Grand Sungkono Lagoon (Tower 3-5)  
Location : Jl. Abdul Wahab Siamin

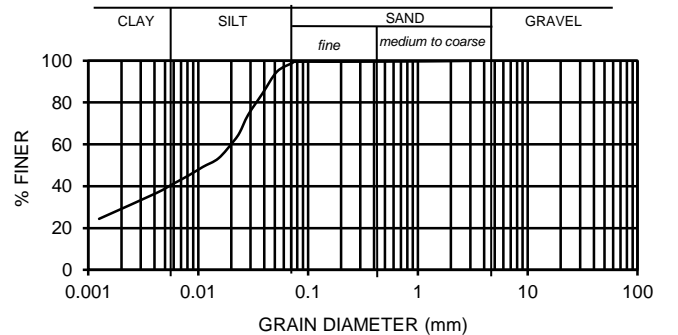
Boring/depth : DB-5/ 58.00-58.50 m  
Date : Sep 2017

**Sieve Analysis**

Sieve opening No	mean (mm)	weight	% retained	Cumulative % retained	% finer
1.5"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1.0"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.360	0.56	0.19	0.19	99.81
16	1.180	0.51	0.17	0.36	99.64
30	0.600	0.25	0.08	0.44	99.56
40	0.425	0.14	0.05	0.49	99.51
100	0.150	0.16	0.05	0.54	99.46
200	0.075	0.10	0.03	0.57	99.43
TOTAL	1.72	0.57	-	-	-

**Hydrometer**

Time (min)	Actual reading (Ra)	Hyd. reading (Rc)	Hyd. Effective depth L (cm)	Hyd. Corr. only for meniscus (R)	% finer	L/t	K	D, mm
0.25	50	47.8	7.9	51	98.85	31.600	0.0128	0.072
0.5	48	45.8	8.3	49	94.72	16.600	0.0128	0.052
1	43	40.8	9.1	44	84.38	9.100	0.0128	0.039
2	38	35.8	9.9	39	74.04	4.950	0.0128	0.028
3	34	31.8	10.5	35	65.76	3.500	0.0128	0.024
4	32	29.8	10.9	33	61.63	2.725	0.0128	0.021
8	28	25.8	11.5	29	53.36	1.438	0.0128	0.015
16	26	23.8	11.9	27	49.22	0.744	0.0128	0.011
30	24	21.8	12.2	25	45.08	0.407	0.0128	0.008
60	22	19.8	12.5	23	40.95	0.208	0.0128	0.006
120	20	17.8	12.9	21	36.81	0.108	0.0128	0.004
24 hrs	14	11.8	13.8	15	24.40	0.010	0.0128	0.001



Visual description : Clay and silt (CH), grey, trace of sand

## LAMPIRAN 4

Analisa Data Tanah Untuk Perencanaan Dinding

BH-1, BH-2, BH-4, BH-5

## BH-1

Kedalaman (m)	N-SPT	Cu (t/m <sup>2</sup> )	qc kpa	Ysat (t/m <sup>3</sup> )	∅ °	kspring (t/m <sup>3</sup> )	Jenis Tanah
0,5	2	1,25	250	1,6	0	2600	Clay and Silt
1,5	2	1,25	250	1,6	0	2600	
2,5	2	1,25	250	1,6	0	2600	
3,5	2	1,25	250	1,6	0	2600	
4,5	3	1,875	375	1,75	0	3100	
5,5	7	4,375	875	1,93	0	4800	
6,5	9	5,7	1142,86	1,94	0	4800	Silt and Clay
7,5	10	7	1400	2,02	0	4800	
8,5	12	7,86	1571,43	2,07	0	4800	
9,5	14	9,3	1857,14	2,15	0	4800	
10,5	16	10,67	2133,3	1,92	0	4800	
11,5	18	12	2400	1,96	0	4800	
12,5	18	12	2400	1,96	0	4800	
13,5	15	10	2000	2,2	0	4800	
14,5	14	9,3	1857,14	2,15	0	4800	
15,5	14	9,3	1857,14	2,15	0	4800	
16,5	14,75	9,82	1964,29	2,19	0	4800	
17,5	36	20	4000	1,96	0	4800	
18,5	50	20	4000	2,1	0	4800	Clay and Silt
19,5	50	20	4000	2,1	0	4800	
20,5	40	20	4000	2	0	4800	
21,5	24	16	3200	2,08	0	4800	
22,5	18	12	2400	1,96	0	4800	
23,5	15	10	2000	2,2	0	4800	
24,5	14	9,3	1857,14	2,15	0	4800	
25,5	13,5	8,93	1785,71	2,13	0	4800	
26,5	13,5	8,93	1785,71	2,13	0	4800	
27,5	14	9,3	1857,14	2,15	0	4800	
28,5	15,75	10,33	2100	1,915	0	4800	
29,5	16,25	10,83	2166,67	1,925	0	4800	
30,5	17	11,3	2266,7	1,94	0	4800	
31,5	17	11,3	2266,7	1,94	0	4800	
32,5	15	10	2000	2,2	0	4800	
33,5	13	8,57	1714,29	2,11	0	4800	
34,5	24	16	3200	2,08	0	4800	
35,5	24	16	3200	2,08	0	4800	

## BH-2

Kedalaman (m)	N-SPT	Cu	qc	Ysat	∅	kspring	Jenis Tanah
		(t/m2)	kpa	(t/m3)	°	(t/m3)	
0,5	5	3	625	1,775	0	4100	Clay and Silt
1,5	5	3,5	750	1,85	0	4600	
2,5	8	5	1000	2	0	4800	Silt and Clay
3,5	10	7	1400	2,02	0	4800	
4,5	9	5,7	1142,9	1,9	0	4800	
5,5	12	7,86	1571,43	2,07	0	4800	
6,5	12,5	8,21	1642,86	2,093	0	4800	
7,5	12	7,86	1571,43	2,07	0	4800	
8,5	16	10,67	2133,3	1,92	0	4800	
9,5	19	12,67	2533,33	1,98	0	4800	
10,5	19	12,67	2533,33	1,98	0	4800	
11,5	14	9,3	1857,14	2,15	0	4800	
12,5	13	8,57	1714,29	2,11	0	4800	
13,5	13	8,57	1714,29	2,11	0	4800	
14,5	12	7,86	1571,43	2,07	0	4800	
15,5	13	8,57	1714,29	2,11	0	4800	
16,5	13,75	9,11	1821,43	2,14	0	4800	
17,5	20	13,33	2666,67	2	0	4800	
18,5	27	18	3600	2,14	0	4800	Clay and Silt
19,5	31	20	4000	2,2	0	4800	
20,5	34	20	4000	2,2	0	4800	
21,5	37	20	4000	2,2	0	4800	
22,5	28	18,67	3733,33	2,16	0	4800	
23,5	26,5	17,67	3533,33	2,13	0	4800	
24,5	26	17,33	3466,67	2,12	0	4800	
25,5	16	10,67	2133,3	1,92	0	4800	
26,5	17	11,3	2266,7	1,94	0	4800	
27,5	19	12,67	2533,33	1,98	0	4800	
28,5	19	12,67	2533,33	1,98	0	4800	
29,5	19	12,67	2533,33	1,98	0	4800	
30,5	19	12,67	2533,33	1,98	0	4800	
31,5	17	11,3	2266,7	1,94	0	4800	
32,5	20	13,33	2666,67	2	0	4800	
33,5	20,5	13,67	2733,33	2,01	0	4800	
34,5	19,75	13,17	2633,33	1,99	0	4800	
35,5	18	12	2400	1,96	0	4800	



## BH-4

Kedalaman (m)	N-SPT	Cu (t/m <sup>2</sup> )	qc kpa	Ysat (t/m <sup>3</sup> )	∅ °	kspring (t/m <sup>3</sup> )	Jenis Tanah
0,5	4	2,5	500	1,9	0	3600	Clay and Silt
1,5	4	2,5	500	1,9	0	3600	
2,5	4	2,5	500	1,9	0	3600	
3,5	4	2,5	500	1,9	0	3600	
4,5	11	7,14	1428,57	2,03	0	4800	Silt and Clay
5,5	10	7	1400	2,02	0	4800	
6,5	11	7,14	1428,57	2,03	0	4800	
7,5	12	7,86	1571,43	2,07	0	4800	
8,5	13	8,57	1714,29	2,11	0	4800	
9,5	14	9,3	1857,14	2,15	0	4800	
10,5	15	10	2000	2,2	0	4800	
11,5	15	10	2000	2,2	0	4800	
12,5	14	9,3	1857,14	2,15	0	4800	
13,5	14	9,3	1857,14	2,15	0	4800	
14,5	15	10	2000	2,2	0	4800	
15,5	16	10,67	2133,3	1,92	0	4800	
16,5	16,75	11,5	2233,33	1,935	0	4800	
17,5	20	13,33	2666,67	2,0	0	4800	Clay and Silt
18,5	24	16	3200	2,08	0	4800	
19,5	24,75	16,5	3300	2,095	0	4800	
20,5	24,5	16,33	3266,7	2,09	0	4800	
21,5	24	16	3200	2,08	0	4800	
22,5	24	16	3200	2,08	0	4800	
23,5	20	13,33	2666,67	2	0	4800	
24,5	16	10,67	2133,3	1,92	0	4800	
25,5	18	12	2400	1,96	0	4800	
26,5	18,75	12,5	2500	1,975	0	4800	
27,5	18,75	12,5	2500	1,975	0	4800	
28,5	18	12	2400	1,96	0	4800	
29,5	17,25	11,503	2300	1,945	0	4800	
30,5	17	11,3	2266,7	1,94	0	4800	
31,5	17	12,5	2500	1,975	0	4800	
32,5	17	11,3	2266,7	1,94	0	4800	
33,5	17	11,3	2266,7	1,94	0	4800	
34,5	16	10,67	2133,3	1,92	0	4800	
35,5	16,75	11,5	2233,33	1,935	0	4800	

## BH-5

Kedalaman (m)	N-SPT	Cu (t/m <sup>2</sup> )	qc kpa	Ysat (t/m <sup>3</sup> )	∅ °	kspring (t/m <sup>3</sup> )	Jenis Tanah
0,5	3	1,25	250	1,6	0	3100	Clay and Silt
1,5	3	1,25	250	1,6	0	3100	
2,5	6	3,5	750	1,85	0	4600	Silt and Clay
3,5	12	7,86	1571,43	2,07	0	4800	
4,5	16	10,67	2133,3	1,92	0	4800	
5,5	18	12	2400	1,96	0	4800	
6,5	20	13,33	2666,67	2	0	4800	
7,5	20	13,33	2666,67	2	0	4800	
8,5	24	16	3200	2,08	0	4800	
9,5	22	14,67	2933,33	2,04	0	4800	
10,5	15	10	2000	2,2	0	4800	
11,5	16	10,67	2133,3	1,92	0	4800	
12,5	17	11,3	2266,7	1,94	0	4800	
13,5	18	12	2400	1,96	0	4800	
14,5	18	12	2400	1,96	0	4800	
15,5	19	12,67	2533,33	1,98	0	4800	
16,5	19,75	13,17	2633,33	1,995	0	4800	
17,5	24	16	3200	2,08	0	4800	Clay and Silt
18,5	30	20	4000	2,2	0	4800	
19,5	34	20	4000	2,2	0	4800	
20,5	34	20	4000	2,2	0	4800	
21,5	38	20	4000	2,2	0	4800	
22,5	44	20	4000	2,2	0	4800	
23,5	44	20	4000	2,2	0	4800	
24,5	41,75	20	4000	2,2	0	4800	
25,5	41	20	4000	2,2	0	4800	
26,5	40	20	4000	2,2	0	4800	
27,5	38	20	4000	2,2	0	4800	
28,5	37,5	20	4000	2,2	0	4800	
29,5	36,5	20	4000	2,2	0	4800	
30,5	37	20	4000	2,2	0	4800	
31,5	40	20	4000	2,2	0	4800	
32,5	36	20	4000	2,2	0	4800	
33,5	32	20	4000	2,2	0	4800	
34,5	28	18,67	3733,33	2,16	0	4800	
35,5	27	18	3600	2,14	0	4800	

## LAMPIRAN 5

Analisa Data Tanah Untuk Perencanaan Pondasi

BH-1, BH-2, BH-4, BH-5

## BH-1 16,5 – 29 m

Depth m	Jenis Tanah	Warna	N-SPT	Koreksi Terhadap Muka Air			Koreksi Terhadap Overburden					2.N1	N Pakai
				N1' (Terzaghi) 15 + 0,5(N-15)	N1' (Bazaraa) 0,6.N	N1' Pakai	$\gamma_{sat}$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma_w$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma'$ t/m <sup>3</sup>	Po' t/m <sup>2</sup>	N2		
-16,5	Lanau	Coklat Kekuningan	14,75	14,75	14,75	14,75	1,9	1	0,9	0,45	50,00	29,5	29,50
-17			15	15,00	9,00	9,00	1,9	1	0,9	0,45	30,51	18	18,00
-17,5	Lempung	Abu-Abu	36	25,50	21,60	21,60	1,9	1	0,9	0,45	73,22	43,2	43,20
-18			50	32,50	30,00	30,00	1,9	1	0,9	0,45	101,69	60	60,00
-18,5			50	32,50	30,00	30,00	1,9	1	0,9	0,45	101,69	60	60,00
-19			50	32,50	30,00	30,00	1,9	1	0,9	0,45	101,69	60	60,00
-19,5			50	32,50	30,00	30,00	1,9	1	0,9	0,45	101,69	60	60,00
-20			50	32,50	30,00	30,00	1,9	1	0,9	0,45	101,69	60	60,00
-20,5			40	27,50	24,00	24,00	1,9	1	0,9	0,45	81,36	48	48,00
-21			28	21,50	16,80	16,80	1,9	1	0,9	0,45	56,95	33,6	33,60
-21,5			24	19,50	14,40	14,40	1,9	1	0,9	0,45	48,81	28,8	28,80
-22			20	17,50	12,00	12,00	1,9	1	0,9	0,45	40,68	24	24,00
-22,5	18	16,50	10,80	10,80	1,9	1	0,9	0,45	36,61	21,6	21,60		
-23	16	15,50	9,60	9,60	1,9	1	0,9	0,45	32,54	19,2	19,20		
-23,5	15	15,00	9,00	9,00	1,9	1	0,9	0,45	30,51	18	18,00		
-24	14,5	14,50	14,50	14,50	1,9	1	0,9	0,45	49,15	29	29,00		
-24,5	14	14,00	14,00	14,00	1,9	1	0,9	0,45	47,46	28	28,00		
-25	13,75	13,75	13,75	13,75	1,9	1	0,9	0,45	46,61	27,5	27,50		
-25,5	13,5	13,50	13,50	13,50	1,9	1	0,9	0,45	45,76	27	27,00		
-26	13	13,00	13,00	13,00	1,9	1	0,9	0,45	44,07	26	26,00		
-26,5	13,5	13,50	13,50	13,50	1,9	1	0,9	0,45	45,76	27	27,00		
-27	13,75	13,75	13,75	13,75	1,9	1	0,9	0,45	46,61	27,5	27,50		
-27,5	14	14,00	14,00	14,00	1,9	1	0,9	0,45	47,46	28	28,00		
-28	15	15,00	9,00	9,00	1,9	1	0,9	0,45	30,51	18	18,00		
-28,5	15,75	15,38	9,45	9,45	1,9	1	0,9	0,45	32,03	18,9	18,90		
-29	16	15,50	9,60	9,60	1,9	1	0,9	0,45	32,54	19,2	19,20		

## BH-1 29,5 – 44 m

Depth m	Jenis Tanah	Warna	N-SPT	Koreksi Terhadap Muka Air			Koreksi Terhadap Overburden					2.N1	N Pakai
				N1' (Terzaghi) 15 + 0,5(N-15)	N1' (Bazaraa) 0,6.N	N1' Pakai	$\gamma_{sat}$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma_w$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma'$ t/m <sup>3</sup>	Po' t/m <sup>2</sup>	N2		
-29,5	Lempung	Abu-Abu	16,25	15,63	9,75	9,75	1,9	1	0,9	0,45	33,05	19,5	19,50
-30			16,5	15,75	9,90	9,90	1,9	1	0,9	0,45	33,56	19,8	19,80
-30,5			17	16,00	10,20	10,20	1,9	1	0,9	0,45	34,58	20,4	20,40
-31			17	16,00	10,20	10,20	1,9	1	0,9	0,45	34,58	20,4	20,40
-31,5			17	16,00	10,20	10,20	1,9	1	0,9	0,45	34,58	20,4	20,40
-32			16	15,50	9,60	9,60	1,9	1	0,9	0,45	32,54	19,2	19,20
-32,5			15	15,00	9,00	9,00	1,9	1	0,9	0,45	30,51	18	18,00
-33			14	14,00	14,00	14,00	1,9	1	0,9	0,45	47,46	28	28,00
-33,5			13	13,00	13,00	13,00	1,9	1	0,9	0,45	44,07	26	26,00
-34			20	17,50	12,00	12,00	1,9	1	0,9	0,45	40,68	24	24,00
-34,5			24	19,50	14,40	14,40	1,9	1	0,9	0,45	48,81	28,8	28,80
-35			26	20,50	15,60	15,60	1,9	1	0,9	0,45	52,88	31,2	31,20
-35,5			24	19,50	14,40	14,40	1,9	1	0,9	0,45	48,81	28,8	28,80
-36			23,5	19,25	14,10	14,10	1,9	1	0,9	0,45	47,80	28,2	28,20
-36,5			23	19,00	13,80	13,80	1,9	1	0,9	0,45	46,78	27,6	27,60
-37			22,5	18,75	13,50	13,50	1,9	1	0,9	0,45	45,76	27	27,00
-37,5			22	18,50	13,20	13,20	1,9	1	0,9	0,45	44,75	26,4	26,40
-38			21,75	18,38	13,05	13,05	1,9	1	0,9	0,45	44,24	26,1	26,10
-38,5			21	18,00	12,60	12,60	1,9	1	0,9	0,45	42,71	25,2	25,20
-39			20,25	17,63	12,15	12,15	1,9	1	0,9	0,45	41,19	24,3	24,30
-39,5			20	17,50	12,00	12,00	1,9	1	0,9	0,45	40,68	24	24,00
-40			24	19,50	14,40	14,40	1,9	1	0,9	0,45	48,81	28,8	28,80
-40,5			26	20,50	15,60	15,60	1,9	1	0,9	0,45	52,88	31,2	31,20
-41			27	21,00	16,20	16,20	1,9	1	0,9	0,45	54,92	32,4	32,40
-41,5			24	19,50	14,40	14,40	1,9	1	0,9	0,45	48,81	28,8	28,80
-42			20	17,50	12,00	12,00	1,9	1	0,9	0,45	40,68	24	24,00
-42,5			20	17,50	12,00	12,00	1,9	1	0,9	0,45	40,68	24	24,00
-43			19,75	17,38	11,85	11,85	1,9	1	0,9	0,45	40,17	23,7	23,70
-43,5			19,5	17,25	11,70	11,70	1,9	1	0,9	0,45	39,66	23,4	23,40
-44			20	17,50	12,00	12,00	1,9	1	0,9	0,45	40,68	24	24,00

## BH-1 44,5 – 60 m

Depth m	Jenis Tanah	Warna	N-SPT	Koreksi Terhadap Muka Air			Koreksi Terhadap Overburden					2.N1	N Pakai
				N1' (Terzaghi) 15 + 0,5(N-15)	N1' (Bazaraa) 0,6.N	N1' Pakai	$\gamma_{sat}$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma_w$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma'$ t/m <sup>3</sup>	Po' t/m <sup>2</sup>	N2		
-44,5	Lempung	Abu-Abu	21	18,00	12,60	12,60	1,9	1	0,9	0,45	42,71	25,2	25,20
-45			22	18,50	13,20	13,20	1,9	1	0,9	0,45	44,75	26,4	26,40
-45,5			21	18,00	12,60	12,60	1,9	1	0,9	0,45	42,71	25,2	25,20
-46			20	17,50	12,00	12,00	1,9	1	0,9	0,45	40,68	24	24,00
-46,5			19	17,00	11,40	11,40	1,9	1	0,9	0,45	38,64	22,8	22,80
-47			19,5	17,25	11,70	11,70	1,9	1	0,9	0,45	39,66	23,4	23,40
-47,5			19,75	17,38	11,85	11,85	1,9	1	0,9	0,45	40,17	23,7	23,70
-48			20	17,50	12,00	12,00	1,9	1	0,9	0,45	40,68	24	24,00
-48,5			20,5	17,75	12,30	12,30	1,9	1	0,9	0,45	41,69	24,6	24,60
-49			20,5	17,75	12,30	12,30	1,9	1	0,9	0,45	41,69	24,6	24,60
-49,5			20,75	17,88	12,45	12,45	1,9	1	0,9	0,45	42,20	24,9	24,90
-50			21	18,00	12,60	12,60	1,9	1	0,9	0,45	42,71	25,2	25,20
-50,5			22	18,50	13,20	13,20	1,9	1	0,9	0,45	44,75	26,4	26,40
-51			23	19,00	13,80	13,80	1,9	1	0,9	0,45	46,78	27,6	27,60
-51,5			22,75	18,88	13,65	13,65	1,9	1	0,9	0,45	46,27	27,3	27,30
-52			22,5	18,75	13,50	13,50	1,9	1	0,9	0,45	45,76	27	27,00
-52,5			22	18,50	13,20	13,20	1,9	1	0,9	0,45	44,75	26,4	26,40
-53			22,5	18,75	13,50	13,50	1,9	1	0,9	0,45	45,76	27	27,00
-53,5			23	19,00	13,80	13,80	1,9	1	0,9	0,45	46,78	27,6	27,60
-54			24	19,50	14,40	14,40	1,9	1	0,9	0,45	48,81	28,8	28,80
-54,5			24,5	19,75	14,70	14,70	1,9	1	0,9	0,45	49,83	29,4	29,40
-55			25	20,00	15,00	15,00	1,9	1	0,9	0,45	50,85	30	30,00
-55,5			26	20,50	15,60	15,60	1,9	1	0,9	0,45	52,88	31,2	31,20
-56			25,75	20,38	15,45	15,45	1,9	1	0,9	0,45	52,37	30,9	30,90
-56,5			25,5	20,25	15,30	15,30	1,9	1	0,9	0,45	51,86	30,6	30,60
-57			25	20,00	15,00	15,00	1,9	1	0,9	0,45	50,85	30	30,00
-57,5			24	19,50	14,40	14,40	1,9	1	0,9	0,45	48,81	28,8	28,80
-58			23	19,00	13,80	13,80	1,9	1	0,9	0,45	46,78	27,6	27,60
-58,5			22,5	18,75	13,50	13,50	1,9	1	0,9	0,45	45,76	27	27,00
-59			22	18,50	13,20	13,20	1,9	1	0,9	0,45	44,75	26,4	26,40
-59,5			22,5	18,75	13,50	13,50	1,9	1	0,9	0,45	45,76	27	27,00
-60			23	19,00	13,80	13,80	1,9	1	0,9	0,45	46,78	27,6	27,60

## BH-2 16,5 – 29 m

Depth m	Jenis Tanah	Warna	N-SPT	Koreksi Terhadap Muka Air			Koreksi Terhadap Overburden					2.N1	N Pakai
				N1' (Terzaghi) 15 + 0,5(N-15)	N1' (Bazaraa) 0,6.N	N1' Pakai	$\gamma_{sat}$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma_w$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma'$ t/m <sup>3</sup>	Po' t/m <sup>2</sup>	N2		
-16,5	Lanau	Coklat Kekuningan	15	15,00	9,00	9,00	1,9	1	0,9	0,45	30,51	18	18,00
-17			16	15,50	9,60	9,60	1,9	1	0,9	0,45	32,54	19,2	19,20
-17,5	Lempung	Abu-Abu	19	17,00	11,40	11,40	1,9	1	0,9	0,45	38,64	22,8	22,80
-18			22	18,50	13,20	13,20	1,9	1	0,9	0,45	44,75	26,4	26,40
-18,5			23	19,00	13,80	13,80	1,9	1	0,9	0,45	46,78	27,6	27,60
-19			24	19,50	14,40	14,40	1,9	1	0,9	0,45	48,81	28,8	28,80
-19,5			25	20,00	15,00	15,00	1,9	1	0,9	0,45	50,85	30	30,00
-20			25	20,00	15,00	15,00	1,9	1	0,9	0,45	50,85	30	30,00
-20,5			25	20,00	15,00	15,00	1,9	1	0,9	0,45	50,85	30	30,00
-21			25	20,00	15,00	15,00	1,9	1	0,9	0,45	50,85	30	30,00
-21,5			25	20,00	15,00	15,00	1,9	1	0,9	0,45	50,85	30	30,00
-22			24	19,50	14,40	14,40	1,9	1	0,9	0,45	48,81	28,8	28,80
-22,5			22	18,50	13,20	13,20	1,9	1	0,9	0,45	44,75	26,4	26,40
-23			21	18,00	12,60	12,60	1,9	1	0,9	0,45	42,71	25,2	25,20
-23,5			20	17,50	12,00	12,00	1,9	1	0,9	0,45	40,68	24	24,00
-24			18	16,50	10,80	10,80	1,9	1	0,9	0,45	36,61	21,6	21,60
-24,5			17	16,00	10,20	10,20	1,9	1	0,9	0,45	34,58	20,4	20,40
-25			16	15,50	9,60	9,60	1,9	1	0,9	0,45	32,54	19,2	19,20
-25,5			14	14,00	14,00	14,00	1,9	1	0,9	0,45	47,46	28	28,00
-26			15	15,00	9,00	9,00	1,9	1	0,9	0,45	30,51	18	18,00
-26,5			17	16,00	10,20	10,20	1,9	1	0,9	0,45	34,58	20,4	20,40
-27			19	17,00	11,40	11,40	1,9	1	0,9	0,45	38,64	22,8	22,80
-27,5			18,5	16,75	11,10	11,10	1,9	1	0,9	0,45	37,63	22,2	22,20
-28			18	16,50	10,80	10,80	1,9	1	0,9	0,45	36,61	21,6	21,60
-28,5			17	16,00	10,20	10,20	1,9	1	0,9	0,45	34,58	20,4	20,40
-29			17	16,00	10,20	10,20	1,9	1	0,9	0,45	34,58	20,4	20,40

## BH-2 29,5 – 44 m

Depth m	Jenis Tanah	Warna	N-SPT	Koreksi Terhadap Muka Air			Koreksi Terhadap Overburden					2.N1	N Pakai
				N1' (Terzaghi) 15 + 0,5(N-15)	N1' (Bazaraa) 0,6 N	N1' Pakai	γsat t/m <sup>3</sup>	γw t/m <sup>3</sup>	γ' t/m <sup>3</sup>	Po' t/m <sup>2</sup>	N2		
-29,5	Lempung	Abu-Abu	17,5	16,25	10,50	10,50	1,9	1	0,9	0,45	35,59	21	21,00
-30			18	16,50	10,80	10,80	1,9	1	0,9	0,45	36,61	21,6	21,60
-30,5			17	16,00	10,20	10,20	1,9	1	0,9	0,45	34,58	20,4	20,40
-31			16	15,50	9,60	9,60	1,9	1	0,9	0,45	32,54	19,2	19,20
-31,5			15	15,00	9,00	9,00	1,9	1	0,9	0,45	30,51	18	18,00
-32			14,75	14,75	14,75	14,75	1,9	1	0,9	0,45	50,00	29,5	29,50
-32,5			14,5	14,50	14,50	14,50	1,9	1	0,9	0,45	49,15	29	29,00
-33			14	14,00	14,00	14,00	1,9	1	0,9	0,45	47,46	28	28,00
-33,5			14	14,00	14,00	14,00	1,9	1	0,9	0,45	47,46	28	28,00
-34			14	14,00	14,00	14,00	1,9	1	0,9	0,45	47,46	28	28,00
-34,5			14	14,00	14,00	14,00	1,9	1	0,9	0,45	47,46	28	28,00
-35			14,5	14,50	14,50	14,50	1,9	1	0,9	0,45	49,15	29	29,00
-35,5			15	15,00	9,00	9,00	1,9	1	0,9	0,45	30,51	18	18,00
-36			16	15,50	9,60	9,60	1,9	1	0,9	0,45	32,54	19,2	19,20
-36,5			15,5	15,25	9,30	9,30	1,9	1	0,9	0,45	31,53	18,6	18,60
-37			15	15,00	9,00	9,00	1,9	1	0,9	0,45	30,51	18	18,00
-37,5			14	14,00	14,00	14,00	1,9	1	0,9	0,45	47,46	28	28,00
-38			14,5	14,50	14,50	14,50	1,9	1	0,9	0,45	49,15	29	29,00
-38,5			15	15,00	9,00	9,00	1,9	1	0,9	0,45	30,51	18	18,00
-39			16	15,50	9,60	9,60	1,9	1	0,9	0,45	32,54	19,2	19,20
-39,5			16	15,50	9,60	9,60	1,9	1	0,9	0,45	32,54	19,2	19,20
-40			17	16,00	10,20	10,20	1,9	1	0,9	0,45	34,58	20,4	20,40
-40,5			18	16,50	10,80	10,80	1,9	1	0,9	0,45	36,61	21,6	21,60
-41			17,75	16,38	10,65	10,65	1,9	1	0,9	0,45	36,10	21,3	21,30
-41,5			17,5	16,25	10,50	10,50	1,9	1	0,9	0,45	35,59	21	21,00
-42			17	16,00	10,20	10,20	1,9	1	0,9	0,45	34,58	20,4	20,40
-42,5			17,5	16,25	10,50	10,50	1,9	1	0,9	0,45	35,59	21	21,00
-43			17,75	16,38	10,65	10,65	1,9	1	0,9	0,45	36,10	21,3	21,30
-43,5			18	16,50	10,80	10,80	1,9	1	0,9	0,45	36,61	21,6	21,60
-44			17,5	16,25	10,50	10,50	1,9	1	0,9	0,45	35,59	21	21,00



## BH-2 44,5 - 60

Depth m	Jenis Tanah	Warna	N-SPT	Koreksi Terhadap Muka Air			Koreksi Terhadap Overburden				2.N1	N Pakai	
				N1' (Terzaghi) 15 + 0,5(N-15)	N1' (Bazaraa) 0,6.N	N1' Pakai	$\gamma_{sat}$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma_w$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma'$ t/m <sup>3</sup>	Po' t/m <sup>2</sup>			N2
-44,5	Lempung	Abu-Abu	17	16,00	10,20	10,20	1,9	1	0,9	0,45	34,58	20,4	20,40
-45			16	15,50	9,60	9,60	1,9	1	0,9	0,45	32,54	19,2	19,20
-45,5			16	15,50	9,60	9,60	1,9	1	0,9	0,45	32,54	19,2	19,20
-46			15,5	15,25	9,30	9,30	1,9	1	0,9	0,45	31,53	18,6	18,60
-46,5			15	15,00	9,00	9,00	1,9	1	0,9	0,45	30,51	18	18,00
-47			15	15,00	9,00	9,00	1,9	1	0,9	0,45	30,51	18	18,00
-47,5			15,5	15,25	9,30	9,30	1,9	1	0,9	0,45	31,53	18,6	18,60
-48			16	15,50	9,60	9,60	1,9	1	0,9	0,45	32,54	19,2	19,20
-48,5			16,5	15,75	9,90	9,90	1,9	1	0,9	0,45	33,56	19,8	19,80
-49			17	16,00	10,20	10,20	1,9	1	0,9	0,45	34,58	20,4	20,40
-49,5			18	16,50	10,80	10,80	1,9	1	0,9	0,45	36,61	21,6	21,60
-50			18	16,50	10,80	10,80	1,9	1	0,9	0,45	36,61	21,6	21,60
-50,5			18	16,50	10,80	10,80	1,9	1	0,9	0,45	36,61	21,6	21,60
-51			18	16,50	10,80	10,80	1,9	1	0,9	0,45	36,61	21,6	21,60
-51,5			18	16,50	10,80	10,80	1,9	1	0,9	0,45	36,61	21,6	21,60
-52			18	16,50	10,80	10,80	1,9	1	0,9	0,45	36,61	21,6	21,60
-52,5			18	16,50	10,80	10,80	1,9	1	0,9	0,45	36,61	21,6	21,60
-53			18	16,50	10,80	10,80	1,9	1	0,9	0,45	36,61	21,6	21,60
-53,5			18,5	16,75	11,10	11,10	1,9	1	0,9	0,45	37,63	22,2	22,20
-54			19	17,00	11,40	11,40	1,9	1	0,9	0,45	38,64	22,8	22,80
-54,5			19,5	17,25	11,70	11,70	1,9	1	0,9	0,45	39,66	23,4	23,40
-55			19,75	17,38	11,85	11,85	1,9	1	0,9	0,45	40,17	23,7	23,70
-55,5			20	17,50	12,00	12,00	1,9	1	0,9	0,45	40,68	24	24,00
-56			20	17,50	12,00	12,00	1,9	1	0,9	0,45	40,68	24	24,00
-56,5			20,5	17,75	12,30	12,30	1,9	1	0,9	0,45	41,69	24,6	24,60
-57			21	18,00	12,60	12,60	1,9	1	0,9	0,45	42,71	25,2	25,20
-57,5			21	18,00	12,60	12,60	1,9	1	0,9	0,45	42,71	25,2	25,20
-58			21	18,00	12,60	12,60	1,9	1	0,9	0,45	42,71	25,2	25,20
-58,5			21	18,00	12,60	12,60	1,9	1	0,9	0,45	42,71	25,2	25,20
-59			21	18,00	12,60	12,60	1,9	1	0,9	0,45	42,71	25,2	25,20
-59,5			21	18,00	12,60	12,60	1,9	1	0,9	0,45	42,71	25,2	25,20
-60			21	18,00	12,60	12,60	1,9	1	0,9	0,45	42,71	25,2	25,20

## BH-2 60,5 – 76 m

Depth m	Jenis Tanah	Warna	N-SPT	Koreksi Terhadap Muka Air			Koreksi Terhadap Overburden				2.N1	N Pakai	
				N1' (Terzaghi) 15 + 0,5(N-15)	N1' (Bazaraa) 0,6.N	N1' Pakai	$\gamma_{sat}$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma_w$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma'$ t/m <sup>3</sup>	Po' t/m <sup>2</sup>			N2
-60,5	Lempung	Abu-Abu	21	18,00	12,60	12,60	1,9	1	0,9	0,45	42,71	25,2	25,20
-61			21	18,00	12,60	12,60	1,9	1	0,9	0,45	42,71	25,2	25,20
-61,5			20	17,50	12,00	12,00	1,9	1	0,9	0,45	40,68	24	24,00
-62			20	17,50	12,00	12,00	1,9	1	0,9	0,45	40,68	24	24,00
-62,5			20	17,50	12,00	12,00	1,9	1	0,9	0,45	40,68	24	24,00
-63			20	17,50	12,00	12,00	1,9	1	0,9	0,45	40,68	24	24,00
-63,5			20	17,50	12,00	12,00	1,9	1	0,9	0,45	40,68	24	24,00
-64			20	17,50	12,00	12,00	1,9	1	0,9	0,45	40,68	24	24,00
-64,5			20	17,50	12,00	12,00	1,9	1	0,9	0,45	40,68	24	24,00
-65			20	17,50	12,00	12,00	1,9	1	0,9	0,45	40,68	24	24,00
-65,5			21	18,00	12,60	12,60	1,9	1	0,9	0,45	42,71	25,2	25,20
-66			22	18,50	13,20	13,20	1,9	1	0,9	0,45	44,75	26,4	26,40
-66,5			22	18,50	13,20	13,20	1,9	1	0,9	0,45	44,75	26,4	26,40
-67			22,5	18,75	13,50	13,50	1,9	1	0,9	0,45	45,76	27	27,00
-67,5			23	19,00	13,80	13,80	1,9	1	0,9	0,45	46,78	27,6	27,60
-68			23	19,00	13,80	13,80	1,9	1	0,9	0,45	46,78	27,6	27,60
-68,5			23	19,00	13,80	13,80	1,9	1	0,9	0,45	46,78	27,6	27,60
-69			23	19,00	13,80	13,80	1,9	1	0,9	0,45	46,78	27,6	27,60
-69,5			23	19,00	13,80	13,80	1,9	1	0,9	0,45	46,78	27,6	27,60
-70			23	19,00	13,80	13,80	1,9	1	0,9	0,45	46,78	27,6	27,60
-70,5			23	19,00	13,80	13,80	1,9	1	0,9	0,45	46,78	27,6	27,60
-71			23	19,00	13,80	13,80	1,9	1	0,9	0,45	46,78	27,6	27,60
-71,5			23	19,00	13,80	13,80	1,9	1	0,9	0,45	46,78	27,6	27,60
-72			23	19,00	13,80	13,80	1,9	1	0,9	0,45	46,78	27,6	27,60
-72,5			23	19,00	13,80	13,80	1,9	1	0,9	0,45	46,78	27,6	27,60
-73			23	19,00	13,80	13,80	1,9	1	0,9	0,45	46,78	27,6	27,60
-73,5			23	19,00	13,80	13,80	1,9	1	0,9	0,45	46,78	27,6	27,60
-74			23	19,00	13,80	13,80	1,9	1	0,9	0,45	46,78	27,6	27,60
-74,5			22,5	18,75	13,50	13,50	1,9	1	0,9	0,45	45,76	27	27,00
-75			22	18,50	13,20	13,20	1,9	1	0,9	0,45	44,75	26,4	26,40
-75,5			22	18,50	13,20	13,20	1,9	1	0,9	0,45	44,75	26,4	26,40
-76			22	18,50	13,20	13,20	1,9	1	0,9	0,45	44,75	26,4	26,40

## BH-2 76,5 – 90 m

Depth m	Jenis Tanah	Warna	N-SPT	Koreksi Terhadap Muka Air			Koreksi Terhadap Overburden					2.N1	N Pakai		
				N1' (Terzaghi) 15 + 0,5(N-15)	N1' (Bazaraa) 0,6.N	N1' Pakai	$\gamma_{sat}$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma_w$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma'$ t/m <sup>3</sup>	Po' t/m <sup>2</sup>	N2				
-76,5	Lempung	Abu-Abu	22	18,50	13,20	13,20	1,9	1	0,9	0,45	44,75	26,4	26,40		
-77			22	18,50	13,20	13,20	1,9	1	0,9	0,45	44,75	26,4	26,40		
-77,5			22	18,50	13,20	13,20	1,9	1	0,9	0,45	44,75	26,4	26,40		
-78			22	18,50	13,20	13,20	1,9	1	0,9	0,45	44,75	26,4	26,40		
-78,5			22	18,50	13,20	13,20	1,9	1	0,9	0,45	44,75	26,4	26,40		
-79			22,5	18,75	13,50	13,50	1,9	1	0,9	0,45	45,76	27	27,00		
-79,5			23	19,00	13,80	13,80	1,9	1	0,9	0,45	46,78	27,6	27,60		
-80			22	18,50	13,20	13,20	1,9	1	0,9	0,45	44,75	26,4	26,40		
-80,5			21,5	18,25	12,90	12,90	1,9	1	0,9	0,45	43,73	25,8	25,80		
-81			21	18,00	12,60	12,60	1,9	1	0,9	0,45	42,71	25,2	25,20		
-81,5			21	18,00	12,60	12,60	1,9	1	0,9	0,45	42,71	25,2	25,20		
-82			21	18,00	12,60	12,60	1,9	1	0,9	0,45	42,71	25,2	25,20		
-82,5			21	18,00	12,60	12,60	1,9	1	0,9	0,45	42,71	25,2	25,20		
-83			21	18,00	12,60	12,60	1,9	1	0,9	0,45	42,71	25,2	25,20		
-83,5			21	18,00	12,60	12,60	1,9	1	0,9	0,45	42,71	25,2	25,20		
-84			21	18,00	12,60	12,60	1,9	1	0,9	0,45	42,71	25,2	25,20		
-84,5			21	18,00	12,60	12,60	1,9	1	0,9	0,45	42,71	25,2	25,20		
-85			21	18,00	12,60	12,60	1,9	1	0,9	0,45	42,71	25,2	25,20		
-85,5			21	18,00	12,60	12,60	1,9	1	0,9	0,45	42,71	25,2	25,20		
-86			21	18,00	12,60	12,60	1,9	1	0,9	0,45	42,71	25,2	25,20		
-86,5			21	18,00	12,60	12,60	1,9	1	0,9	0,45	42,71	25,2	25,20		
-87			21	18,00	12,60	12,60	1,9	1	0,9	0,45	42,71	25,2	25,20		
-87,5			24	19,50	14,40	14,40	1,9	1	0,9	0,45	48,81	28,8	28,80		
-88			30	22,50	18,00	18,00	1,9	1	0,9	0,45	61,02	36	36,00		
-88,5			Lempung	Abu-Abu	36	25,50	21,60	21,60	1,9	1	0,9	0,45	73,22	43,2	43,20
-89					37	26,00	22,20	22,20	1,9	1	0,9	0,45	75,25	44,4	44,40
-89,5					36,5	25,75	21,90	21,90	1,9	1	0,9	0,45	74,24	43,8	43,80
-90					36	25,50	21,60	21,60	1,9	1	0,9	0,45	73,22	43,2	43,20

## BH-4 16,5 – 29 m

Depth m	Jenis Tanah	Warna	N-SPT	Koreksi Terhadap Muka Air			Koreksi Terhadap Overburden					2.N1	N Pakai
				N1' (Terzaghi) 15 + 0,5(N-15)	N1' (Bazaraa) 0,6.N	N1' Pakai	$\gamma_{sat}$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma_w$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma'$ t/m <sup>3</sup>	Po' t/m <sup>2</sup>	N2		
-16,5	Lanau	Coklat Kekuningan	16,75	15,88	10,05	10,05	1,9	1	0,9	0,45	34,07	20,1	20,10
-17			17	16,00	10,20	10,20	1,9	1	0,9	0,45	34,58	20,4	20,40
-17,5	Lempung	Abu-Abu Tua	20	17,50	12,00	12,00	1,9	1	0,9	0,45	40,68	24	24,00
-18			22	18,50	13,20	13,20	1,9	1	0,9	0,45	44,75	26,4	26,40
-18,5			24	19,50	14,40	14,40	1,9	1	0,9	0,45	48,81	28,8	28,80
-19			24,5	19,75	14,70	14,70	1,9	1	0,9	0,45	49,83	29,4	29,40
-19,5			24,75	19,88	14,85	14,85	1,9	1	0,9	0,45	50,34	29,7	29,70
-20			25	20,00	15,00	15,00	1,9	1	0,9	0,45	50,85	30	30,00
-20,5			24,5	19,75	14,70	14,70	1,9	1	0,9	0,45	49,83	29,4	29,40
-21			24	19,50	14,40	14,40	1,9	1	0,9	0,45	48,81	28,8	28,80
-21,5			24	19,50	14,40	14,40	1,9	1	0,9	0,45	48,81	28,8	28,80
-22			24	19,50	14,40	14,40	1,9	1	0,9	0,45	48,81	28,8	28,80
-22,5			24	19,50	14,40	14,40	1,9	1	0,9	0,45	48,81	28,8	28,80
-23			22	18,50	13,20	13,20	1,9	1	0,9	0,45	44,75	26,4	26,40
-23,5			20	17,50	12,00	12,00	1,9	1	0,9	0,45	40,68	24	24,00
-24			18	16,50	10,80	10,80	1,9	1	0,9	0,45	36,61	21,6	21,60
-24,5			16	15,50	9,60	9,60	1,9	1	0,9	0,45	32,54	19,2	19,20
-25			17	16,00	10,20	10,20	1,9	1	0,9	0,45	34,58	20,4	20,40
-25,5			18	16,50	10,80	10,80	1,9	1	0,9	0,45	36,61	21,6	21,60
-26			18,5	16,75	11,10	11,10	1,9	1	0,9	0,45	37,63	22,2	22,20
-26,5			18,75	16,88	11,25	11,25	1,9	1	0,9	0,45	38,14	22,5	22,50
-27			19	17,00	11,40	11,40	1,9	1	0,9	0,45	38,64	22,8	22,80
-27,5			18,75	16,88	11,25	11,25	1,9	1	0,9	0,45	38,14	22,5	22,50
-28			18,5	16,75	11,10	11,10	1,9	1	0,9	0,45	37,63	22,2	22,20
-28,5			18	16,50	10,80	10,80	1,9	1	0,9	0,45	36,61	21,6	21,60
-29	17,5	16,25	10,50	10,50	1,9	1	0,9	0,45	35,59	21	21,00		

## BH-4 29,5 – 44 m

Depth m	Jenis Tanah	Warna	N-SPT	Koreksi Terhadap Muka Air			Koreksi Terhadap Overburden					2.N1	N Pakai
				N1' (Terzaghi) $15 + 0,5(N-15)$	N1' (Bazaraa) 0,6.N	N1' Pakai	$\gamma_{sat}$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma_w$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma'$ t/m <sup>3</sup>	Po' t/m <sup>2</sup>	N2		
-29,5	Lempung	Abu-Abu	17,25	16,13	10,35	10,35	1,9	1	0,9	0,45	35,08	20,7	20,70
-30			17	16,00	10,20	10,20	1,9	1	0,9	0,45	34,58	20,4	20,40
-30,5			17	16,00	10,20	10,20	1,9	1	0,9	0,45	34,58	20,4	20,40
-31			17	16,00	10,20	10,20	1,9	1	0,9	0,45	34,58	20,4	20,40
-31,5			17	16,00	10,20	10,20	1,9	1	0,9	0,45	34,58	20,4	20,40
-32			17	16,00	10,20	10,20	1,9	1	0,9	0,45	34,58	20,4	20,40
-32,5			17	16,00	10,20	10,20	1,9	1	0,9	0,45	34,58	20,4	20,40
-33			17	16,00	10,20	10,20	1,9	1	0,9	0,45	34,58	20,4	20,40
-33,5			17	16,00	10,20	10,20	1,9	1	0,9	0,45	34,58	20,4	20,40
-34			16,5	15,75	9,90	9,90	1,9	1	0,9	0,45	33,56	19,8	19,80
-34,5			16	15,50	9,60	9,60	1,9	1	0,9	0,45	32,54	19,2	19,20
-35			16,5	15,75	9,90	9,90	1,9	1	0,9	0,45	33,56	19,8	19,80
-35,5			16,75	15,88	10,05	10,05	1,9	1	0,9	0,45	34,07	20,1	20,10
-36			17	16,00	10,20	10,20	1,9	1	0,9	0,45	34,58	20,4	20,40
-36,5			17	16,00	10,20	10,20	1,9	1	0,9	0,45	34,58	20,4	20,40
-37			17	16,00	10,20	10,20	1,9	1	0,9	0,45	34,58	20,4	20,40
-37,5			17	16,00	10,20	10,20	1,9	1	0,9	0,45	34,58	20,4	20,40
-38			17	16,00	10,20	10,20	1,9	1	0,9	0,45	34,58	20,4	20,40
-38,5			16,75	15,88	10,05	10,05	1,9	1	0,9	0,45	34,07	20,1	20,10
-39			16,5	15,75	9,90	9,90	1,9	1	0,9	0,45	33,56	19,8	19,80
-39,5			16	15,50	9,60	9,60	1,9	1	0,9	0,45	32,54	19,2	19,20
-40			16,5	15,75	9,90	9,90	1,9	1	0,9	0,45	33,56	19,8	19,80
-40,5			17	16,00	10,20	10,20	1,9	1	0,9	0,45	34,58	20,4	20,40
-41			17	16,00	10,20	10,20	1,9	1	0,9	0,45	34,58	20,4	20,40
-41,5			17	16,00	10,20	10,20	1,9	1	0,9	0,45	34,58	20,4	20,40
-42			17	16,00	10,20	10,20	1,9	1	0,9	0,45	34,58	20,4	20,40
-42,5			17	16,00	10,20	10,20	1,9	1	0,9	0,45	34,58	20,4	20,40
-43			18	16,50	10,80	10,80	1,9	1	0,9	0,45	36,61	21,6	21,60
-43,5			18,5	16,75	11,10	11,10	1,9	1	0,9	0,45	37,63	22,2	22,20
-44			19	17,00	11,40	11,40	1,9	1	0,9	0,45	38,64	22,8	22,80

## BH-4 44,5 – 60 m

Depth m	Jenis Tanah	Warna	N-SPT	Koreksi Terhadap Muka Air			Koreksi Terhadap Overburden					2.N1	N Pakai
				N1' (Terzaghi) 15 + 0,5(N-15)	N1' (Bazaraa) 0,6.N	N1' Pakai	$\gamma_{sat}$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma_w$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma'$ t/m <sup>3</sup>	Po' t/m <sup>2</sup>	N2		
-44,5	Lempung	Abu-Abu Tua	19,5	17,25	11,70	11,70	1,9	1	0,9	0,45	39,66	23,4	23,40
-45			20	17,50	12,00	12,00	1,9	1	0,9	0,45	40,68	24	24,00
-45,5			20	17,50	12,00	12,00	1,9	1	0,9	0,45	40,68	24	24,00
-46			20	17,50	12,00	12,00	1,9	1	0,9	0,45	40,68	24	24,00
-46,5			20	17,50	12,00	12,00	1,9	1	0,9	0,45	40,68	24	24,00
-47			20	17,50	12,00	12,00	1,9	1	0,9	0,45	40,68	24	24,00
-47,5			19,5	17,25	11,70	11,70	1,9	1	0,9	0,45	39,66	23,4	23,40
-48			19	17,00	11,40	11,40	1,9	1	0,9	0,45	38,64	22,8	22,80
-48,5			19,5	17,25	11,70	11,70	1,9	1	0,9	0,45	39,66	23,4	23,40
-49			19,75	17,38	11,85	11,85	1,9	1	0,9	0,45	40,17	23,7	23,70
-49,5			20	17,50	12,00	12,00	1,9	1	0,9	0,45	40,68	24	24,00
-50			19,75	17,38	11,85	11,85	1,9	1	0,9	0,45	40,17	23,7	23,70
-50,5			19,5	17,25	11,70	11,70	1,9	1	0,9	0,45	39,66	23,4	23,40
-51			19	17,00	11,40	11,40	1,9	1	0,9	0,45	38,64	22,8	22,80
-51,5			19,5	17,25	11,70	11,70	1,9	1	0,9	0,45	39,66	23,4	23,40
-52			20	17,50	12,00	12,00	1,9	1	0,9	0,45	40,68	24	24,00
-52,5			21	18,00	12,60	12,60	1,9	1	0,9	0,45	42,71	25,2	25,20
-53			21	18,00	12,60	12,60	1,9	1	0,9	0,45	42,71	25,2	25,20
-53,5			21	18,00	12,60	12,60	1,9	1	0,9	0,45	42,71	25,2	25,20
-54			21	18,00	12,60	12,60	1,9	1	0,9	0,45	42,71	25,2	25,20
-54,5			21	18,00	12,60	12,60	1,9	1	0,9	0,45	42,71	25,2	25,20
-55			21,5	18,25	12,90	12,90	1,9	1	0,9	0,45	43,73	25,8	25,80
-55,5			22	18,50	13,20	13,20	1,9	1	0,9	0,45	44,75	26,4	26,40
-56			22	18,50	13,20	13,20	1,9	1	0,9	0,45	44,75	26,4	26,40
-56,5			22	18,50	13,20	13,20	1,9	1	0,9	0,45	44,75	26,4	26,40
-57			22	18,50	13,20	13,20	1,9	1	0,9	0,45	44,75	26,4	26,40
-57,5			22	18,50	13,20	13,20	1,9	1	0,9	0,45	44,75	26,4	26,40
-58			22,5	18,75	13,50	13,50	1,9	1	0,9	0,45	45,76	27	27,00
-58,5			23	19,00	13,80	13,80	1,9	1	0,9	0,45	46,78	27,6	27,60
-59			23	19,00	13,80	13,80	1,9	1	0,9	0,45	46,78	27,6	27,60
-59,5	23	19,00	13,80	13,80	1,9	1	0,9	0,45	46,78	27,6	27,60		
-60	23	19,00	13,80	13,80	1,9	1	0,9	0,45	46,78	27,6	27,60		

### BH-5 16,5 – 29 m

Depth m	Jenis Tanah	Warna	N-SPT	Koreksi Terhadap Muka Air			Koreksi Terhadap Overburden					2.N1	N Pakai
				N1' (Terzaghi) 15 + 0,5(N-15)	N1' (Bazaraa) 0,6.N	N1' Pakai	$\gamma_{sat}$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma_w$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma'$ t/m <sup>3</sup>	Po' t/m <sup>2</sup>	N2		
-16,5	Lanau	Coklat Kekuningan	19,75	17,38	11,85	11,85	1,9	1	0,9	0,45	40,17	23,7	23,70
-17			20	17,50	12,00	12,00	1,9	1	0,9	0,45	40,68	24	24,00
-17,5	Lempung	Abu-Abu Tua	24	19,50	14,40	14,40	1,9	1	0,9	0,45	48,81	28,8	28,80
-18			29	22,00	17,40	17,40	1,9	1	0,9	0,45	58,98	34,8	34,80
-18,5			30	22,50	18,00	18,00	1,9	1	0,9	0,45	61,02	36	36,00
-19			32	23,50	19,20	19,20	1,9	1	0,9	0,45	65,08	38,4	38,40
-19,5			34	24,50	20,40	20,40	1,9	1	0,9	0,45	69,15	40,8	40,80
-20			34,5	24,75	20,70	20,70	1,9	1	0,9	0,45	70,17	41,4	41,40
-20,5			34,75	24,88	20,85	20,85	1,9	1	0,9	0,45	70,68	41,7	41,70
-21			35	25,00	21,00	21,00	1,9	1	0,9	0,45	71,19	42	42,00
-21,5			38	26,50	22,80	22,80	1,9	1	0,9	0,45	77,29	45,6	45,60
-22			40	27,50	24,00	24,00	1,9	1	0,9	0,45	81,36	48	48,00
-22,5			44	29,50	26,40	26,40	1,9	1	0,9	0,45	89,49	52,8	52,80
-23			46	30,50	27,60	27,60	1,9	1	0,9	0,45	93,56	55,2	55,20
-23,5			44	29,50	26,40	26,40	1,9	1	0,9	0,45	89,49	52,8	52,80
-24			42	28,50	25,20	25,20	1,9	1	0,9	0,45	85,42	50,4	50,40
-24,5			41,75	28,38	25,05	25,05	1,9	1	0,9	0,45	84,92	50,1	50,10
-25			41,5	28,25	24,90	24,90	1,9	1	0,9	0,45	84,41	49,8	49,80
-25,5			41	28,00	24,60	24,60	1,9	1	0,9	0,45	83,39	49,2	49,20
-26			40,5	27,75	24,30	24,30	1,9	1	0,9	0,45	82,37	48,6	48,60
-26,5			40	27,50	24,00	24,00	1,9	1	0,9	0,45	81,36	48	48,00
-27			39	27,00	23,40	23,40	1,9	1	0,9	0,45	79,32	46,8	46,80
-27,5	38	26,50	22,80	22,80	1,9	1	0,9	0,45	77,29	45,6	45,60		
-28	37,75	26,38	22,65	22,65	1,9	1	0,9	0,45	76,78	45,3	45,30		
-28,5	37,5	26,25	22,50	22,50	1,9	1	0,9	0,45	76,27	45	45,00		
-29	37	26,00	22,20	22,20	1,9	1	0,9	0,45	75,25	44,4	44,40		

## BH-5 29,5 – 44 m

Depth m	Jenis Tanah	Warna	N-SPT	Koreksi Terhadap Muka Air			Koreksi Terhadap Overburden					2.N1	N Pakai
				N1' (Terzaghi) $15 + 0,5(N-15)$	N1' (Bazaraa) 0,6 N	N1' Pakai	$\gamma_{sat}$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma_w$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma'$ t/m <sup>3</sup>	Po' t/m <sup>2</sup>	N2		
-29,5	Lempung	Abu-Abu Tua	36,5	25,75	21,90	21,90	1,9	1	0,9	0,45	74,24	43,8	43,80
-30			36	25,50	21,60	21,60	1,9	1	0,9	0,45	73,22	43,2	43,20
-30,5			37	26,00	22,20	22,20	1,9	1	0,9	0,45	75,25	44,4	44,40
-31			38	26,50	22,80	22,80	1,9	1	0,9	0,45	77,29	45,6	45,60
-31,5			40	27,50	24,00	24,00	1,9	1	0,9	0,45	81,36	48	48,00
-32			38	26,50	22,80	22,80	1,9	1	0,9	0,45	77,29	45,6	45,60
-32,5			36	25,50	21,60	21,60	1,9	1	0,9	0,45	73,22	43,2	43,20
-33			33	24,00	19,80	19,80	1,9	1	0,9	0,45	67,12	39,6	39,60
-33,5			32	23,50	19,20	19,20	1,9	1	0,9	0,45	65,08	38,4	38,40
-34			Lempung	Abu-Abu	30	22,50	18,00	18,00	1,9	1	0,9	0,45	61,02
-34,5	28	21,50			16,80	16,80	1,9	1	0,9	0,45	56,95	33,6	33,60
-35	27,5	21,25			16,50	16,50	1,9	1	0,9	0,45	55,93	33	33,00
-35,5	27	21,00			16,20	16,20	1,9	1	0,9	0,45	54,92	32,4	32,40
-36	27,25	21,13			16,35	16,35	1,9	1	0,9	0,45	55,42	32,7	32,70
-36,5	26	20,50			15,60	15,60	1,9	1	0,9	0,45	52,88	31,2	31,20
-37	25,5	20,25			15,30	15,30	1,9	1	0,9	0,45	51,86	30,6	30,60
-37,5	25	20,00			15,00	15,00	1,9	1	0,9	0,45	50,85	30	30,00
-38	25,5	20,25			15,30	15,30	1,9	1	0,9	0,45	51,86	30,6	30,60
-38,5	25,75	20,38			15,45	15,45	1,9	1	0,9	0,45	52,37	30,9	30,90
-39	26	20,50			15,60	15,60	1,9	1	0,9	0,45	52,88	31,2	31,20
-39,5	26,5	20,75			15,90	15,90	1,9	1	0,9	0,45	53,90	31,8	31,80
-40	27	21,00			16,20	16,20	1,9	1	0,9	0,45	54,92	32,4	32,40
-40,5	28	21,50			16,80	16,80	1,9	1	0,9	0,45	56,95	33,6	33,60
-41	27,75	21,38			16,65	16,65	1,9	1	0,9	0,45	56,44	33,3	33,30
-41,5	27,5	21,25			16,50	16,50	1,9	1	0,9	0,45	55,93	33	33,00
-42	27	21,00			16,20	16,20	1,9	1	0,9	0,45	54,92	32,4	32,40
-42,5	27,25	21,13			16,35	16,35	1,9	1	0,9	0,45	55,42	32,7	32,70
-43	27,5	21,25			16,50	16,50	1,9	1	0,9	0,45	55,93	33	33,00
-43,5	27,75	21,38			16,65	16,65	1,9	1	0,9	0,45	56,44	33,3	33,30
-44	28	21,50	16,80	16,80	1,9	1	0,9	0,45	56,95	33,6	33,60		



## BH-5 44,5 – 60 m

Depth m	Jenis Tanah	Warna	N-SPT	Koreksi Terhadap Muka Air			Koreksi Terhadap Overburden				2.N1	N Pakai	
				N1' (Terzaghi) 15 + 0,5(N-15)	N1' (Bazaraa) 0,6.N	N1' Pakai	$\gamma_{sat}$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma_w$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma'$ t/m <sup>3</sup>	Po' t/m <sup>2</sup>			N2
-44,5	Lempung	Abu-Abu	27	21,00	16,20	16,20	1,9	1	0,9	0,45	54,92	32,4	32,40
-45			26	20,50	15,60	15,60	1,9	1	0,9	0,45	52,88	31,2	31,20
-45,5			25	20,00	15,00	15,00	1,9	1	0,9	0,45	50,85	30	30,00
-46			25,5	20,25	15,30	15,30	1,9	1	0,9	0,45	51,86	30,6	30,60
-46,5			25,75	20,38	15,45	15,45	1,9	1	0,9	0,45	52,37	30,9	30,90
-47			26	20,50	15,60	15,60	1,9	1	0,9	0,45	52,88	31,2	31,20
-47,5			26,5	20,75	15,90	15,90	1,9	1	0,9	0,45	53,90	31,8	31,80
-48			27	21,00	16,20	16,20	1,9	1	0,9	0,45	54,92	32,4	32,40
-48,5			27	21,00	16,20	16,20	1,9	1	0,9	0,45	54,92	32,4	32,40
-49			27	21,00	16,20	16,20	1,9	1	0,9	0,45	54,92	32,4	32,40
-49,5			27	21,00	16,20	16,20	1,9	1	0,9	0,45	54,92	32,4	32,40
-50			27	21,00	16,20	16,20	1,9	1	0,9	0,45	54,92	32,4	32,40
-50,5			27,5	21,25	16,50	16,50	1,9	1	0,9	0,45	55,93	33	33,00
-51			28	21,50	16,80	16,80	1,9	1	0,9	0,45	56,95	33,6	33,60
-51,5			27,75	21,38	16,65	16,65	1,9	1	0,9	0,45	56,44	33,3	33,30
-52			27,5	21,25	16,50	16,50	1,9	1	0,9	0,45	55,93	33	33,00
-52,5			27	21,00	16,20	16,20	1,9	1	0,9	0,45	54,92	32,4	32,40
-53			27	21,00	16,20	16,20	1,9	1	0,9	0,45	54,92	32,4	32,40
-53,5			27	21,00	16,20	16,20	1,9	1	0,9	0,45	54,92	32,4	32,40
-54			27	21,00	16,20	16,20	1,9	1	0,9	0,45	54,92	32,4	32,40
-54,5			27	21,00	16,20	16,20	1,9	1	0,9	0,45	54,92	32,4	32,40
-55			26	20,50	15,60	15,60	1,9	1	0,9	0,45	52,88	31,2	31,20
-55,5			25	20,00	15,00	15,00	1,9	1	0,9	0,45	50,85	30	30,00
-56			26	20,50	15,60	15,60	1,9	1	0,9	0,45	52,88	31,2	31,20
-56,5			28	21,50	16,80	16,80	1,9	1	0,9	0,45	56,95	33,6	33,60
-57			30	22,50	18,00	18,00	1,9	1	0,9	0,45	61,02	36	36,00
-57,5			32	23,50	19,20	19,20	1,9	1	0,9	0,45	65,08	38,4	38,40
-58			31	23,00	18,60	18,60	1,9	1	0,9	0,45	63,05	37,2	37,20
-58,5			30	22,50	18,00	18,00	1,9	1	0,9	0,45	61,02	36	36,00
-59			30	22,50	18,00	18,00	1,9	1	0,9	0,45	61,02	36	36,00
-59,5	30	22,50	18,00	18,00	1,9	1	0,9	0,45	61,02	36	36,00		
-60	30	22,50	18,00	18,00	1,9	1	0,9	0,45	61,02	36	36,00		

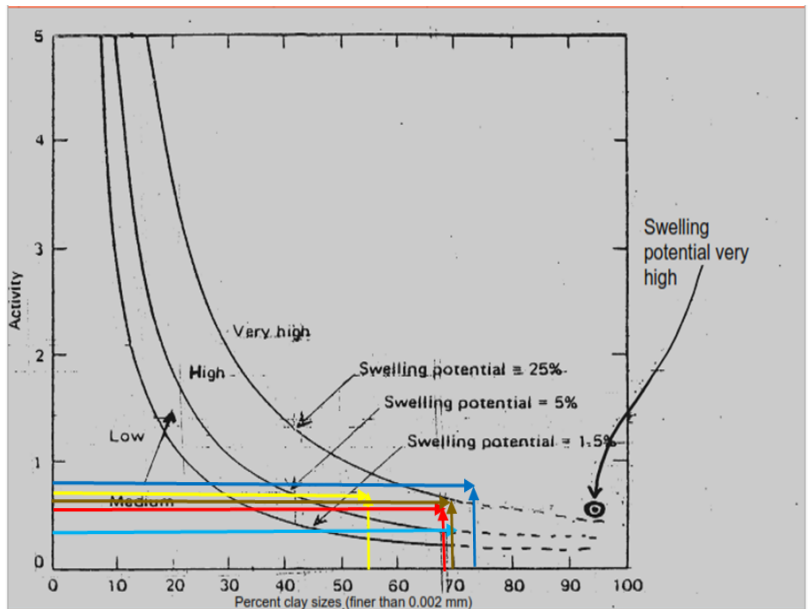
## LAMPIRAN 6

*Analisa Swelling Potential*

BH-1, BH-2, BH-4, BH-5

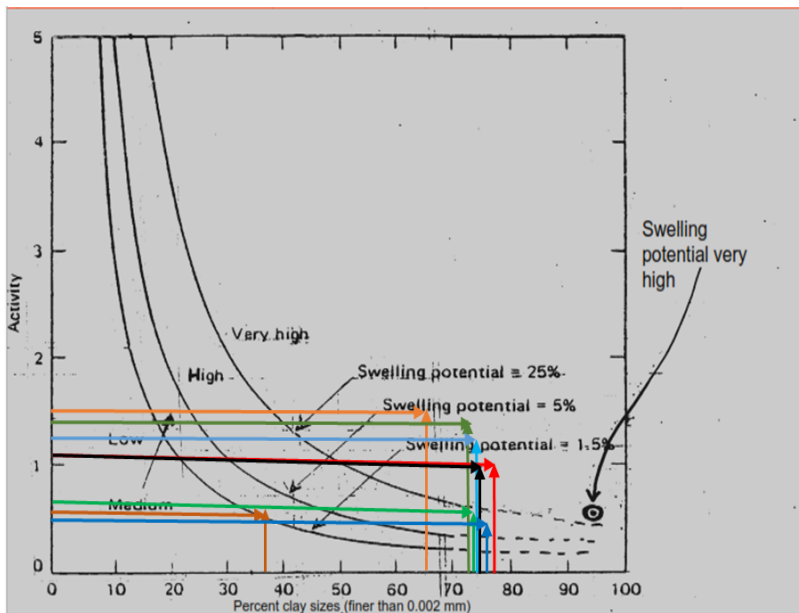
## BH-1

No. BH	Depth	% Clay	LL	PL	PI	A	Legenda	Category
	(m)	%	%	%	%			
BH1	5,5-6,0	55,62	74	34	40	0,7902		High
	13,0-13,5	69,41	82	40	42	0,6521		High
	23,5-24,0	70,74	63	30	33	0,502		High
	34,0-34,5	74,82	98	38	60	0,8594		Very High
	50,5-51,0	69,8	86	37	49	0,7562		Very High



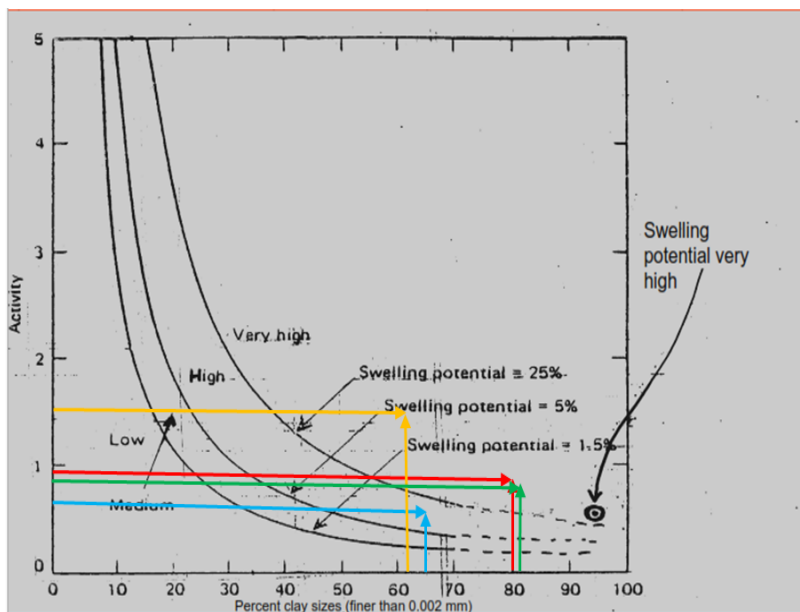
## BH-2

No. BH	Depth	% Clay	LL	PL	PI	A	Legenda	Category
	(m)	(%)	%	%	%			
BH2	7,0 - 7,5	72	76	39	37	0,5522		High
	14,5 - 15,0	70	80	37	43	0,6615		High
	20,5 - 21,0	40	43	25	18	0,5143		Medium
	41,5 - 42,0	62	120	30	90	1,5789		Very High
	56,5 - 57,0	72	125	30	95	1,4179		Very High
	65,5 - 66,0	76	119	34	85	1,1972		Very High
	74,5 - 75,0	78	113	32	81	1,1096		Very High
	88,0 - 88,5	74	106	30	76	1,1014		Very High



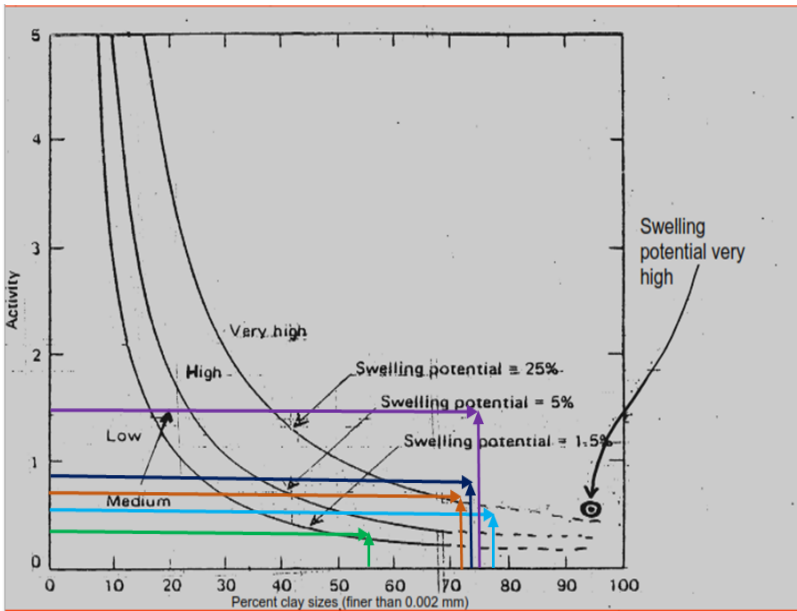
## BH-4

No. BH	Depth	% Clay	LL	PL	PI	A	Legenda	Category
	(m)	(%)	%	%	%			
BH4	11,5 - 12,0	62	87	42	45	0,7895		High
	25,0 - 25,5	79	106	32	74	1		Very High
	35,5 - 36,0	61	124	39	85	1,5179		Very High
	44,5 - 45,0	79	110	37	73	0,9865		Very High



## BH-5

No. BH	Depth	% Clay	LL	PL	PI	A	Legenda	Category
	(m)	(%)	%	%	%			
BH5	8,5 - 9,0	58	48	30	18	0,3396		Medium
	16,0 - 16,5	77	77	37	40	0,5556		High
	22,0 - 22,5	71	73	31	42	0,6364		Very High
	40,0 - 40,5	73	95	33	62	0,9118		Very High
	58,0 - 58,5	76	133	32	101	1,4225		Very High



## LAMPIRAN 7

Daya Dukung Tanah Untuk Pondasi D800 dan D1000

BH-1, BH-2, BH-3, BH-4, BH-5

## BH-1 D800 Kedalaman 16,5 – 29 m

		Pile Diameter	:	0,8	m			
		Luas Dasar Tiang	:	0,502655	m <sup>2</sup>			
		8D (Atas)	:	6,4	m			
		4D (Bawah)	:	3,2	m			
Depth m	N Pakai	N Rata- Rata	Q Ujung	Cli	Rsi	ΣRsi	Q Ult.	Q all = Q Ult./SF
			t	t/m <sup>2</sup>	t	t	t	Qu + ΣRsi
-16,5	29,50	48,84	981,94	14,75	18,54	18,54	1000,47	333,49
-17	18,00	48,74	980,07	9,00	11,31	29,85	1009,91	336,64
-17,5	43,20	47,23	949,62	21,60	27,14	56,99	1006,60	335,53
-18	60,00	45,55	915,93	30,00	37,70	94,69	1010,62	336,87
-18,5	60,00	43,76	879,81	30,00	37,70	132,39	1012,20	337,40
-19	60,00	42,05	845,54	30,00	37,70	170,09	1015,63	338,54
-19,5	60,00	40,42	812,72	30,00	37,70	207,78	1020,51	340,17
-20	60,00	38,93	782,67	30,00	37,70	245,48	1028,15	342,72
-20,5	48,00	38,31	770,19	24,00	30,16	275,64	1045,84	348,61
-21	33,60	37,70	758,00	16,80	21,11	296,75	1054,76	351,59
-21,5	28,80	37,13	746,61	14,40	18,10	314,85	1061,46	353,82
-22	24,00	36,60	735,89	12,00	15,08	329,93	1065,82	355,27
-22,5	21,60	36,07	725,23	10,80	13,57	343,50	1068,73	356,24
-23	19,20	35,64	716,55	9,60	12,06	355,57	1072,11	357,37
-23,5	18,00	35,54	714,63	9,00	11,31	366,88	1081,51	360,50
-24	29,00	36,02	724,21	14,50	18,22	385,10	1109,30	369,77
-24,5	28,00	34,82	700,08	14,00	17,59	402,69	1102,77	367,59
-25	27,50	32,86	660,73	13,75	17,28	419,97	1080,70	360,23
-25,5	27,00	30,92	621,66	13,50	16,96	436,93	1058,60	352,87
-26	26,00	28,99	582,89	13,00	16,34	453,27	1036,16	345,39
-26,5	27,00	27,08	544,40	13,50	16,96	470,23	1014,63	338,21
-27	27,50	25,19	506,48	13,75	17,28	487,51	994,00	331,33
-27,5	28,00	23,88	480,06	14,00	17,59	505,11	985,16	328,39
-28	18,00	23,25	467,42	9,00	11,31	516,42	983,84	327,95
-28,5	18,90	22,79	458,23	9,45	11,88	528,29	986,52	328,84
-29	19,20	22,50	452,49	9,60	12,06	540,35	992,84	330,95



## BH-1 D800 Kedalaman 29,5 – 44 m

Depth m	N Pakai	N Rata- Rata	Q Ujung	Cli	Rsi	ΣRsi	Q Ult.	Q all = Q Ult./SF
			t	t/m2	t	t	Qu + ΣRsi	SF Qu = 3
-29,5	19,50	22,81	458,61	9,75	12,25	552,61	1011,22	337,07
-30	19,80	23,13	465,12	9,90	12,44	565,05	1030,17	343,39
-30,5	20,40	23,42	470,87	10,20	12,82	577,86	1048,73	349,58
-31	20,40	23,41	470,68	10,20	12,82	590,68	1061,36	353,79
-31,5	20,40	23,56	473,74	10,20	12,82	603,50	1077,24	359,08
-32	19,20	23,62	474,98	9,60	12,06	615,56	1090,55	363,52
-32,5	18,00	23,68	476,13	9,00	11,31	626,87	1103,01	367,67
-33	28,00	23,76	477,67	14,00	17,59	644,47	1122,13	374,04
-33,5	26,00	23,76	477,67	13,00	16,34	660,80	1138,47	379,49
-34	24,00	23,70	476,61	12,00	15,08	675,88	1152,49	384,16
-34,5	28,80	23,61	474,79	14,40	18,10	693,98	1168,77	389,59
-35	31,20	23,96	481,69	15,60	19,60	713,58	1195,27	398,42
-35,5	28,80	24,21	486,86	14,40	18,10	731,68	1218,53	406,18
-36	28,20	24,44	491,45	14,10	17,72	749,40	1240,85	413,62
-36,5	27,60	24,89	500,36	13,80	17,34	766,74	1267,09	422,36
-37	27,00	25,43	511,27	13,50	16,96	783,70	1294,97	431,66
-37,5	26,40	26,00	522,76	13,20	16,59	800,29	1323,05	441,02
-38	26,10	26,40	530,80	13,05	16,40	816,69	1347,49	449,16
-38,5	25,20	26,57	534,25	12,60	15,83	832,52	1366,77	455,59
-39	24,30	26,80	538,85	12,15	15,27	847,79	1386,64	462,21
-39,5	24,00	27,07	544,30	12,00	15,08	862,87	1407,17	469,06
-40	28,80	26,85	539,90	14,40	18,10	880,97	1420,86	473,62
-40,5	31,20	26,76	537,98	15,60	19,60	900,57	1438,55	479,52
-41	32,40	26,81	539,13	16,20	20,36	920,93	1460,06	486,69
-41,5	28,80	26,70	536,84	14,40	18,10	939,02	1475,86	491,95
-42	24,00	26,41	531,09	12,00	15,08	954,10	1485,19	495,06
-42,5	24,00	26,19	526,50	12,00	15,08	969,18	1495,68	498,56
-43	23,70	25,93	521,32	11,85	14,89	984,07	1505,40	501,80
-43,5	23,40	25,73	517,30	11,70	14,70	998,78	1516,08	505,36
-44	24,00	25,57	514,14	12,00	15,08	1013,85	1528,00	509,33

## BH-1 D800 Kedalaman 44,5 – 60 m

Depth m	N Pakai	N Rata- Rata	Q Ujung	Cli	Rsi	ΣRsi	Q Ult.	Q all = Q Ult./SF
			t	t/m2	t	t	Qu + ΣRsi	SF Qu = 3
-44,5	25,20	25,46	511,85	12,60	15,83	1029,69	1541,53	513,84
-45	26,40	25,39	510,41	13,20	16,59	1046,28	1556,69	518,90
-45,5	25,20	25,36	509,84	12,60	15,83	1062,11	1571,95	523,98
-46	24,00	25,39	510,41	12,00	15,08	1077,19	1587,60	529,20
-46,5	22,80	25,44	511,56	11,40	14,33	1091,51	1603,07	534,36
-47	23,40	25,28	508,18	11,70	14,70	1106,22	1614,40	538,13
-47,5	23,70	25,16	505,81	11,85	14,89	1121,11	1626,92	542,31
-48	24,00	24,91	500,93	12,00	15,08	1136,19	1637,12	545,71
-48,5	24,60	24,83	499,21	12,30	15,46	1151,65	1650,85	550,28
-49	24,60	24,94	501,51	12,30	15,46	1167,10	1668,61	556,20
-49,5	24,90	25,09	504,38	12,45	15,65	1182,75	1687,13	562,38
-50	25,20	25,27	508,11	12,60	15,83	1198,58	1706,69	568,90
-50,5	26,40	25,53	513,28	13,20	16,59	1215,17	1728,45	576,15
-51	27,60	25,79	518,45	13,80	17,34	1232,51	1750,96	583,65
-51,5	27,30	26,01	523,05	13,65	17,15	1249,66	1772,71	590,90
-52	27,00	26,24	527,64	13,50	16,96	1266,63	1794,27	598,09
-52,5	26,40	26,51	533,10	13,20	16,59	1283,21	1816,32	605,44
-53	27,00	26,83	539,42	13,50	16,96	1300,18	1839,60	613,20
-53,5	27,60	27,17	546,31	13,80	17,34	1317,52	1863,84	621,28
-54	28,80	27,43	551,48	14,40	18,10	1335,62	1887,10	629,03
-54,5	29,40	27,61	555,22	14,70	18,47	1354,09	1909,31	636,44
-55	30,00	27,76	558,09	15,00	18,85	1372,94	1931,03	643,68
-55,5	31,20	27,84	559,81	15,60	19,60	1392,54	1952,36	650,79
-56	30,90	27,96	562,11	15,45	19,42	1411,96	1974,07	658,02
-56,5	30,60	28,09	564,70	15,30	19,23	1431,18	1995,88	665,29
-57	30,00	28,23	567,60	15,00	18,85	1450,03	2017,63	672,54
-57,5	28,80	28,33	569,53	14,40	18,10	1468,13	2037,66	679,22
-58	27,60	28,37	570,35	13,80	17,34	1485,47	2055,82	685,27
-58,5	27,00	28,43	571,61	13,50	16,96	1502,44	2074,04	691,35
-59	26,40	28,52	573,40	13,20	16,59	1519,02	2092,43	697,48
-59,5	27,00	28,66	576,24	13,50	16,96	1535,99	2112,23	704,08
-60	27,60	28,78	578,63	13,80	17,34	1553,33	2131,96	710,65

## BH-2 D800 Kedalaman 16,5 – 29 m

		Pile Diameter	:	0,8	m			
		Luas Dasar Tiang	:	0,502655	m <sup>2</sup>			
		8D (Atas)	:	6,4	m			
		4D (Bawah)	:	3,2	m			
Depth m	N Pakai	N Rata- Rata	Q Ujung t	Cli t/m <sup>2</sup>	Rsi t	ΣRsi t	Q Ult.	Q all = Q Ult./SF
							Qu + ΣRsi t	SF Qu = 3
-16,50	18,00	25,35	509,69	9,00	11,31	11,31	521,00	173,67
-17,00	19,20	25,87	520,08	9,60	12,06	23,37	543,45	181,15
-17,50	22,80	26,28	528,39	11,40	14,33	37,70	566,09	188,70
-18,00	26,40	26,62	535,19	13,20	16,59	54,29	589,48	196,49
-18,50	27,60	26,80	538,85	13,80	17,34	71,63	610,47	203,49
-19,00	28,80	26,77	538,23	14,40	18,10	89,72	627,95	209,32
-19,50	30,00	26,66	535,97	15,00	18,85	108,57	644,55	214,85
-20,00	30,00	26,48	532,41	15,00	18,85	127,42	659,83	219,94
-20,50	30,00	26,18	526,28	15,00	18,85	146,27	672,55	224,18
-21,00	30,00	25,84	519,45	15,00	18,85	165,12	684,57	228,19
-21,50	30,00	25,47	512,04	15,00	18,85	183,97	696,01	232,00
-22,00	28,80	25,60	514,72	14,40	18,10	202,07	716,79	238,93
-22,50	26,40	25,22	507,08	13,20	16,59	218,65	725,73	241,91
-23,00	25,20	24,99	502,46	12,60	15,83	234,49	736,95	245,65
-23,50	24,00	25,22	507,06	12,00	15,08	249,57	756,63	252,21
-24,00	21,60	25,36	509,93	10,80	13,57	263,14	773,07	257,69
-24,50	20,40	25,30	508,78	10,20	12,82	275,96	784,74	261,58
-25,00	19,20	25,02	503,04	9,60	12,06	288,02	791,06	263,69
-25,50	28,00	24,68	496,14	14,00	17,59	305,61	801,76	267,25
-26,00	18,00	24,30	488,68	9,00	11,31	316,92	805,60	268,53
-26,50	20,40	23,90	480,63	10,20	12,82	329,74	810,38	270,13
-27,00	22,80	23,45	471,44	11,40	14,33	344,07	815,51	271,84
-27,50	22,20	22,93	461,10	11,10	13,95	358,02	819,12	273,04
-28,00	21,60	22,36	449,61	10,80	13,57	371,59	821,20	273,73
-28,50	20,40	22,34	449,13	10,20	12,82	384,41	833,54	277,85
-29,00	20,40	22,35	449,33	10,20	12,82	397,22	846,55	282,18

## BH-2 D800 Kedalaman 29,5 – 44 m

Depth m	N Pakai	N Rata- Rata	Q Ujung	Cli	Rsi	ΣRsi	Q Ult.	Q all = Q Ult./SF
			t	t/m2	t	t	Qu + ΣRsi	SF Qu = 3
-29,5	21,00	22,42381	450,86	10,50	13,19	410,42	861,28	287,09
-30	21,60	22,56	453,54	10,80	13,57	423,99	877,53	292,51
-30,5	20,40	22,75	457,37	10,20	12,82	436,81	894,18	298,06
-31	19,20	23,05	463,50	9,60	12,06	448,87	912,37	304,12
-31,5	18,00	23,46	471,73	9,00	11,31	460,18	931,91	310,64
-32	29,50	23,40	470,58	14,75	18,54	478,72	949,30	316,43
-32,5	29,00	22,99	462,16	14,50	18,22	496,94	959,09	319,70
-33	28,00	23,01	462,73	14,00	17,59	514,53	977,26	325,75
-33,5	28,00	22,90	460,43	14,00	17,59	532,12	992,55	330,85
-34	28,00	23,15	465,41	14,00	17,59	549,72	1015,13	338,38
-34,5	28,00	23,47	471,92	14,00	17,59	567,31	1039,23	346,41
-35	29,00	23,30	468,47	14,50	18,22	585,53	1054,00	351,33
-35,5	18,00	23,24	467,33	9,00	11,31	596,84	1064,17	354,72
-36	19,20	23,19	466,18	9,60	12,06	608,90	1075,08	358,36
-36,5	18,60	23,16	465,60	9,30	11,69	620,59	1086,19	362,06
-37	18,00	23,16	465,60	9,00	11,31	631,90	1097,50	365,83
-37,5	28,00	23,20	466,46	14,00	17,59	649,49	1115,96	371,99
-38	29,00	23,29	468,19	14,50	18,22	667,71	1135,90	378,63
-38,5	18,00	23,40	470,48	9,00	11,31	679,02	1149,51	383,17
-39	19,20	23,00	462,35	9,60	12,06	691,09	1153,43	384,48
-39,5	19,20	22,63	454,97	9,60	12,06	703,15	1158,13	386,04
-40	20,40	22,32	448,85	10,20	12,82	715,97	1164,82	388,27
-40,5	21,60	21,99	442,14	10,80	13,57	729,54	1171,69	390,56
-41	21,30	21,63	434,87	10,65	13,38	742,92	1177,79	392,60
-41,5	21,00	21,21	426,44	10,50	13,19	756,12	1182,56	394,19
-42	20,40	20,74	417,06	10,20	12,82	768,94	1186,00	395,33
-42,5	21,00	20,77	417,63	10,50	13,19	782,13	1199,77	399,92
-43	21,30	20,71	416,49	10,65	13,38	795,51	1212,00	404,00
-43,5	21,60	20,69	415,91	10,80	13,57	809,09	1225,00	408,33
-44	21,00	20,71	416,49	10,50	13,19	822,28	1238,77	412,92

## BH-2 D800 Kedalaman 44,5 – 60 m

Depth m	N Pakai	N Rata- Rata	Q Ujung	Cli	Rsi	ΣRsi	Q Ult.	Q all = Q Ult./SF  SF Qu = 3
			t	t/m2	t	t	t	
-44,5	20,40	20,30	408,06	10,20	12,82	835,10	1243,16	414,39
-45	19,20	19,86	399,25	9,60	12,06	847,16	1246,41	415,47
-45,5	19,20	19,97	401,55	9,60	12,06	859,23	1260,77	420,26
-46	18,60	20,09	403,85	9,30	11,69	870,91	1274,76	424,92
-46,5	18,00	20,20	406,15	9,00	11,31	882,22	1288,37	429,46
-47	18,00	20,19	405,94	9,00	11,31	893,53	1299,48	433,16
-47,5	18,60	20,26	407,29	9,30	11,69	905,22	1312,51	437,50
-48	19,20	20,27	407,58	9,60	12,06	917,28	1324,86	441,62
-48,5	19,80	20,30	408,16	9,90	12,44	929,72	1337,88	445,96
-49	20,40	20,36	409,30	10,20	12,82	942,54	1351,85	450,62
-49,5	21,60	20,39	409,88	10,80	13,57	956,11	1365,99	455,33
-50	21,60	20,43	410,74	10,80	13,57	969,68	1380,42	460,14
-50,5	21,60	20,49	411,89	10,80	13,57	983,26	1395,15	465,05
-51	21,60	20,60	414,19	10,80	13,57	996,83	1411,01	470,34
-51,5	21,60	20,76	417,35	10,80	13,57	1010,40	1427,75	475,92
-52	21,60	20,99	421,94	10,80	13,57	1023,97	1445,91	481,97
-52,5	21,60	21,21	426,54	10,80	13,57	1037,54	1464,08	488,03
-53	21,60	21,50	432,28	10,80	13,57	1051,11	1483,40	494,47
-53,5	22,20	21,84	439,18	11,10	13,95	1065,06	1504,24	501,41
-54	22,80	22,19	446,07	11,40	14,33	1079,39	1525,46	508,49
-54,5	23,40	22,50	452,39	11,70	14,70	1094,09	1546,48	515,49
-55	23,70	22,79	458,13	11,85	14,89	1108,98	1567,12	522,37
-55,5	24,00	23,04	463,30	12,00	15,08	1124,06	1587,37	529,12
-56	24,00	23,27	467,90	12,00	15,08	1139,14	1607,04	535,68
-56,5	24,60	23,44	471,35	12,30	15,46	1154,60	1625,94	541,98
-57	25,20	23,61	474,79	12,60	15,83	1170,43	1645,23	548,41
-57,5	25,20	23,79	478,24	12,60	15,83	1186,27	1664,51	554,84
-58	25,20	23,90	480,54	12,60	15,83	1202,10	1682,64	560,88
-58,5	25,20	24,01	482,84	12,60	15,83	1217,93	1700,77	566,92
-59	25,20	24,13	485,13	12,60	15,83	1233,77	1718,90	572,97
-59,5	25,20	24,24	487,43	12,60	15,83	1249,60	1737,03	579,01
-60	25,20	24,36	489,73	12,60	15,83	1265,43	1755,16	585,05

## BH-2 D800 Kedalaman 60,5 – 76 m

Depth m	N Pakai	N Rata- Rata	Q Ujung	Cli	Rsi	ΣRsi	Q Ult.	Q all = Q Ult./SF
			t	t/m2	t	t	Qu + ΣRsi	SF Qu = 3
-60,5	25,20	24,44	491,45	12,60	15,83	1281,27	1772,72	590,91
-61	25,20	24,50	492,60	12,60	15,83	1297,10	1789,70	596,57
-61,5	24,00	24,53	493,18	12,00	15,08	1312,18	1805,36	601,79
-62	24,00	24,60	494,61	12,00	15,08	1327,26	1821,87	607,29
-62,5	24,00	24,71	496,91	12,00	15,08	1342,34	1839,25	613,08
-63	24,00	24,83	499,21	12,00	15,08	1357,42	1856,63	618,88
-63,5	24,00	24,94	501,51	12,00	15,08	1372,50	1874,00	624,67
-64	24,00	25,06	503,80	12,00	15,08	1387,58	1891,38	630,46
-64,5	24,00	25,17	506,10	12,00	15,08	1402,66	1908,76	636,25
-65	24,00	25,29	508,40	12,00	15,08	1417,74	1926,14	642,05
-65,5	25,20	25,40	510,70	12,60	15,83	1433,57	1944,27	648,09
-66	26,40	25,51	513,00	13,20	16,59	1450,16	1963,15	654,38
-66,5	26,40	25,63	515,29	13,20	16,59	1466,75	1982,04	660,68
-67	27,00	25,74	517,59	13,50	16,96	1483,71	2001,30	667,10
-67,5	27,60	25,86	519,89	13,80	17,34	1501,05	2020,94	673,65
-68	27,60	25,97	522,19	13,80	17,34	1518,39	2040,58	680,19
-68,5	27,60	26,14	525,63	13,80	17,34	1535,74	2061,37	687,12
-69	27,60	26,31	529,08	13,80	17,34	1553,08	2082,16	694,05
-69,5	27,60	26,49	532,53	13,80	17,34	1570,42	2102,95	700,98
-70	27,60	26,66	535,97	13,80	17,34	1587,76	2123,73	707,91
-70,5	27,60	26,83	539,42	13,80	17,34	1605,10	2144,52	714,84
-71	27,60	26,97	542,29	13,80	17,34	1622,44	2164,74	721,58
-71,5	27,60	27,09	544,59	13,80	17,34	1639,79	2184,38	728,13
-72	27,60	27,20	546,89	13,80	17,34	1657,13	2204,02	734,67
-72,5	27,60	27,26	548,04	13,80	17,34	1674,47	2222,51	740,84
-73	27,60	27,26	548,04	13,80	17,34	1691,81	2239,85	746,62
-73,5	27,60	27,26	548,04	13,80	17,34	1709,15	2257,19	752,40
-74	27,60	27,23	547,46	13,80	17,34	1726,49	2273,96	757,99
-74,5	27,00	27,17	546,31	13,50	16,96	1743,46	2289,77	763,26
-75	26,40	27,11	545,17	13,20	16,59	1760,05	2305,21	768,40
-75,5	26,40	27,09	544,59	13,20	16,59	1776,63	2321,22	773,74
-76	26,40	27,09	544,59	13,20	16,59	1793,22	2337,81	779,27

## BH-2 D800 Kedalaman 60,5 – 76 m

Depth m	N Pakai	N Rata- Rata	Q Ujung	Cli	Rsi	ΣRsi	Q Ult.	Q all = Q Ult./SF
			t	t/m2	t	t	Qu + ΣRsi	SF Qu = 3
-76,5	26,40	27,03	543,44	13,20	16,59	1809,81	2353,25	784,42
-77	26,40	26,94	541,72	13,20	16,59	1826,40	2368,11	789,37
-77,5	26,40	26,83	539,42	13,20	16,59	1842,98	2382,40	794,13
-78	26,40	26,71	537,12	13,20	16,59	1859,57	2396,69	798,90
-78,5	26,40	26,60	534,82	13,20	16,59	1876,16	2410,98	803,66
-79	27,00	26,49	532,53	13,50	16,96	1893,12	2425,65	808,55
-79,5	27,60	26,37	530,23	13,80	17,34	1910,47	2440,69	813,56
-80	26,40	26,26	527,93	13,20	16,59	1927,05	2454,98	818,33
-80,5	25,80	26,14	525,63	12,90	16,21	1943,26	2468,90	822,97
-81	25,20	26,03	523,34	12,60	15,83	1959,10	2482,43	827,48
-81,5	25,20	25,94	521,61	12,60	15,83	1974,93	2496,54	832,18
-82	25,20	25,89	520,46	12,60	15,83	1990,76	2511,23	837,08
-82,5	25,20	25,83	519,31	12,60	15,83	2006,60	2525,91	841,97
-83	25,20	25,77	518,17	12,60	15,83	2022,43	2540,60	846,87
-83,5	25,20	25,71	517,02	12,60	15,83	2038,27	2555,28	851,76
-84	25,20	25,83	519,31	12,60	15,83	2054,10	2573,41	857,80
-84,5	25,20	26,29	528,51	12,60	15,83	2069,93	2598,44	866,15
-85	25,20	27,09	544,59	12,60	15,83	2085,77	2630,36	876,79
-85,5	25,20	27,94	561,82	12,60	15,83	2101,60	2663,42	887,81
-86	25,20	28,74	577,91	12,60	15,83	2117,43	2695,34	898,45
-86,5	25,20	29,49	592,85	12,60	15,83	2133,27	2726,11	908,70
-87	25,20	29,64	595,95	12,60	15,83	2149,10	2745,05	915,02
-87,5	28,80	29,84	600,01	14,40	18,10	2167,20	2767,21	922,40
-88	36,00	30,10	605,20	18,00	22,62	2189,82	2795,01	931,67
-88,5	43,20	30,39	610,99	21,60	27,14	2216,96	2827,95	942,65
-89	44,40	30,71	617,51	22,20	27,90	2244,86	2862,37	954,12
-89,5	43,80	31,08	624,90	21,90	27,52	2272,38	2897,28	965,76
-90	43,20	31,50	633,35	21,60	27,14	2299,52	2932,87	977,62

## BH-4 D800 Kedalaman 16,5 – 29 m

		Pile Diameter	:	0,8	m			
		Luas Dasar Tiang	:	0,502655	m <sup>2</sup>			
		8D (Atas)	:	6,4	m			
		4D (Bawah)	:	3,2	m			
Depth m	N Pakai	N Rata- Rata	Q Ujung	Cli	Rsi	ΣRsi	Q Ult.	Q all = Q Ult./SF
			t	t/m <sup>2</sup>	t	t	Qu + ΣRsi	SF Qu = 3
-16,5	20,10	26,10	524,77	10,05	12,63	12,63	537,40	179,13
-17	20,40	26,47	532,14	10,20	12,82	25,45	557,59	185,86
-17,5	24,00	26,70	536,84	12,00	15,08	40,53	577,36	192,45
-18	26,40	26,89	540,67	13,20	16,59	57,11	597,79	199,26
-18,5	28,80	27,05	543,87	14,40	18,10	75,21	619,08	206,36
-19	29,40	27,18	546,58	14,70	18,47	93,68	640,26	213,42
-19,5	29,70	27,13	545,45	14,85	18,66	112,34	657,80	219,27
-20	30,00	26,92	541,26	15,00	18,85	131,19	672,45	224,15
-20,5	29,40	26,59	534,57	14,70	18,47	149,67	684,24	228,08
-21	28,80	26,15	525,84	14,40	18,10	167,76	693,60	231,20
-21,5	28,80	25,83	519,41	14,40	18,10	185,86	705,27	235,09
-22	28,80	25,61	514,93	14,40	18,10	203,95	718,88	239,63
-22,5	28,80	25,44	511,50	14,40	18,10	222,05	733,55	244,52
-23	26,40	25,30	508,69	13,20	16,59	238,64	747,32	249,11
-23,5	24,00	25,43	511,27	12,00	15,08	253,72	764,99	255,00
-24	21,60	25,53	513,28	10,80	13,57	267,29	780,57	260,19
-24,5	19,20	25,44	511,56	9,60	12,06	279,35	790,91	263,64
-25	20,40	25,21	506,96	10,20	12,82	292,17	799,13	266,38
-25,5	21,60	24,84	499,50	10,80	13,57	305,74	805,24	268,41
-26	22,20	24,43	491,17	11,10	13,95	319,69	810,85	270,28
-26,5	22,50	23,99	482,26	11,25	14,14	333,83	816,09	272,03
-27	22,80	23,53	473,07	11,40	14,33	348,15	821,22	273,74
-27,5	22,50	23,10	464,45	11,25	14,14	362,29	826,74	275,58
-28	22,20	22,70	456,41	11,10	13,95	376,24	832,65	277,55
-28,5	21,60	22,30	448,37	10,80	13,57	389,81	838,18	279,39
-29	21,00	21,90	440,33	10,50	13,19	403,00	843,33	281,11



## BH-4 D800 Kedalaman 29,5 – 44 m

Depth m	N Pakai	N Rata- Rata	Q Ujung	Cli	Rsi	ΣRsi	Q Ult.	Q all = Q Ult./SF
			t	t/m2	t	t	Qu + ΣRsi	SF Qu = 3
-29,5	20,70	21,50	432,28	10,35	13,01	416,01	848,29	282,76
-30	20,40	21,21	426,54	10,20	12,82	428,83	855,37	285,12
-30,5	20,40	21,01	422,52	10,20	12,82	441,65	864,16	288,05
-31	20,40	20,90	420,22	10,20	12,82	454,46	874,68	291,56
-31,5	20,40	20,93	420,79	10,20	12,82	467,28	888,07	296,02
-32	20,40	20,91	420,51	10,20	12,82	480,10	900,60	300,20
-32,5	20,40	20,86	419,36	10,20	12,82	492,92	912,27	304,09
-33	20,40	20,77	417,63	10,20	12,82	505,73	923,37	307,79
-33,5	20,40	20,67	415,62	10,20	12,82	518,55	934,18	311,39
-34	19,80	20,56	413,33	9,90	12,44	530,99	944,32	314,77
-34,5	19,20	20,46	411,32	9,60	12,06	543,06	954,37	318,12
-35	19,80	20,36	409,30	9,90	12,44	555,50	964,80	321,60
-35,5	20,10	20,27	407,58	10,05	12,63	568,13	975,71	325,24
-36	20,40	20,19	405,86	10,20	12,82	580,94	986,80	328,93
-36,5	20,40	20,14	405,00	10,20	12,82	593,76	998,76	332,92
-37	20,40	20,14	405,00	10,20	12,82	606,58	1011,57	337,19
-37,5	20,40	20,14	405,00	10,20	12,82	619,40	1024,39	341,46
-38	20,40	20,14	405,00	10,20	12,82	632,21	1037,21	345,74
-38,5	20,10	20,14	405,00	10,05	12,63	644,84	1049,84	349,95
-39	19,80	20,14	405,00	9,90	12,44	657,28	1062,28	354,09
-39,5	19,20	20,20	406,15	9,60	12,06	669,35	1075,49	358,50
-40	19,80	20,29	407,87	9,90	12,44	681,79	1089,66	363,22
-40,5	20,40	20,40	410,17	10,20	12,82	694,61	1104,77	368,26
-41	20,40	20,57	413,61	10,20	12,82	707,42	1121,04	373,68
-41,5	20,40	20,80	418,21	10,20	12,82	720,24	1138,45	379,48
-42	20,40	21,00	422,23	10,20	12,82	733,06	1155,29	385,10
-42,5	20,40	21,19	425,96	10,20	12,82	745,88	1171,84	390,61
-43	21,60	21,36	429,41	10,80	13,57	759,45	1188,86	396,29
-43,5	22,20	21,53	432,86	11,10	13,95	773,40	1206,25	402,08
-44	22,80	21,67	435,73	11,40	14,33	787,72	1223,45	407,82

## BH-4 D800 Kedalaman 44,5 – 60 m

Depth m	N Pakai	N Rata- Rata	Q Ujung	Cli	Rsi	ΣRsi	Q Ult.	Q all = Q Ult./SF
			t	t/m2	t	t	Qu + ΣRsi	SF Qu = 3
-44,5	23,40	21,79	438,03	11,70	14,70	802,43	1240,45	413,48
-45	24,00	21,93	440,90	12,00	15,08	817,51	1258,41	419,47
-45,5	24,00	22,10	444,35	12,00	15,08	832,58	1276,93	425,64
-46	24,00	22,30	448,37	12,00	15,08	847,66	1296,03	432,01
-46,5	24,00	22,51	452,68	12,00	15,08	862,74	1315,42	438,47
-47	24,00	22,65	455,41	12,00	15,08	877,82	1333,23	444,41
-47,5	23,40	22,80	458,42	11,70	14,70	892,53	1350,95	450,32
-48	22,80	22,94	461,29	11,40	14,33	906,85	1368,15	456,05
-48,5	23,40	23,11	464,74	11,70	14,70	921,55	1386,30	462,10
-49	23,70	23,34	469,34	11,85	14,89	936,45	1405,78	468,59
-49,5	24,00	23,57	473,93	12,00	15,08	951,53	1425,46	475,15
-50	23,70	23,74	477,38	11,85	14,89	966,42	1443,80	481,27
-50,5	23,40	23,89	480,25	11,70	14,70	981,12	1461,37	487,12
-51	22,80	24,00	482,55	11,40	14,33	995,45	1477,99	492,66
-51,5	23,40	24,11	484,85	11,70	14,70	1010,15	1494,99	498,33
-52	24,00	24,23	487,14	12,00	15,08	1025,23	1512,37	504,12
-52,5	25,20	24,34	489,44	12,60	15,83	1041,06	1530,50	510,17
-53	25,20	24,46	491,74	12,60	15,83	1056,89	1548,63	516,21
-53,5	25,20	24,57	494,04	12,60	15,83	1072,73	1566,77	522,26
-54	25,20	24,69	496,34	12,60	15,83	1088,56	1584,90	528,30
-54,5	25,20	24,86	499,78	12,60	15,83	1104,40	1604,18	534,73
-55	25,80	25,09	504,38	12,90	16,21	1120,61	1624,98	541,66
-55,5	26,40	25,29	508,40	13,20	16,59	1137,19	1645,59	548,53
-56	26,40	25,47	512,13	13,20	16,59	1153,78	1665,91	555,30
-56,5	26,40	25,64	515,58	13,20	16,59	1170,37	1685,95	561,98
-57	26,40	25,74	517,53	13,20	16,59	1186,96	1704,49	568,16
-57,5	26,40	25,86	520,01	13,20	16,59	1203,54	1723,55	574,52
-58	27,00	26,03	523,43	13,50	16,96	1220,51	1743,94	581,31
-58,5	27,60	26,19	526,55	13,80	17,34	1237,85	1764,40	588,13
-59	27,60	26,33	529,30	13,80	17,34	1255,19	1784,49	594,83
-59,5	27,60	26,40	530,80	13,80	17,34	1272,53	1803,34	601,11
-60	27,60	26,49	532,53	13,80	17,34	1289,88	1822,40	607,47

## BH-5 D800 Kedalaman 16,5 – 29 m

		Pile Diameter	:	0,8	m			
		Luas Dasar Tiang	:	0,502655	m <sup>2</sup>			
		8D (Atas)	:	6,4	m			
		4D (Bawah)	:	3,2	m			
Depth m	N Pakai	N Rata- Rata	Q Ujung	Cli	Rsi	ΣRsi	Q Ult.	Q all = Q Ult./SF
			t	t/m <sup>2</sup>	t	t	Qu + ΣRsi	SF Qu = 3
-16,5	23,70	33,49	673,31	11,85	14,89	14,89	688,20	229,40
-17	24,00	34,40	691,65	12,00	15,08	29,97	721,62	240,54
-17,5	28,80	35,16	706,93	14,40	18,10	48,07	755,00	251,67
-18	34,80	36,11	726,02	17,40	21,87	69,93	795,95	265,32
-18,5	36,00	37,10	745,94	18,00	22,62	92,55	838,49	279,50
-19	38,40	38,31	770,22	19,20	24,13	116,68	886,90	295,63
-19,5	40,80	39,51	794,48	20,40	25,64	142,31	936,80	312,27
-20	41,40	40,40	812,29	20,70	26,01	168,33	980,62	326,87
-20,5	41,70	41,03	824,86	20,85	26,20	194,53	1019,38	339,79
-21	42,00	41,56	835,59	21,00	26,39	220,92	1056,51	352,17
-21,5	45,60	42,02	844,80	22,80	28,65	249,57	1094,36	364,79
-22	48,00	42,39	852,40	24,00	30,16	279,73	1132,12	377,37
-22,5	52,80	42,71	858,63	26,40	33,18	312,90	1171,54	390,51
-23	55,20	42,96	863,70	27,60	34,68	347,59	1211,29	403,76
-23,5	52,80	44,06	885,82	26,40	33,18	380,76	1266,58	422,19
-24	50,40	45,09	906,50	25,20	31,67	412,43	1318,93	439,64
-24,5	50,10	45,87	922,30	25,05	31,48	443,91	1366,21	455,40
-25	49,80	46,36	932,07	24,90	31,29	475,20	1407,26	469,09
-25,5	49,20	46,76	940,11	24,60	30,91	506,11	1446,22	482,07
-26	48,60	47,01	945,28	24,30	30,54	536,65	1481,93	493,98
-26,5	48,00	47,13	947,58	24,00	30,16	566,81	1514,38	504,79
-27	46,80	47,27	950,45	23,40	29,41	596,21	1546,66	515,55
-27,5	45,60	47,46	954,18	22,80	28,65	624,86	1579,05	526,35
-28	45,30	47,74	959,93	22,65	28,46	653,33	1613,25	537,75
-28,5	45,00	47,74	959,93	22,50	28,27	681,60	1641,53	547,18
-29	44,40	47,51	955,33	22,20	27,90	709,50	1664,83	554,94

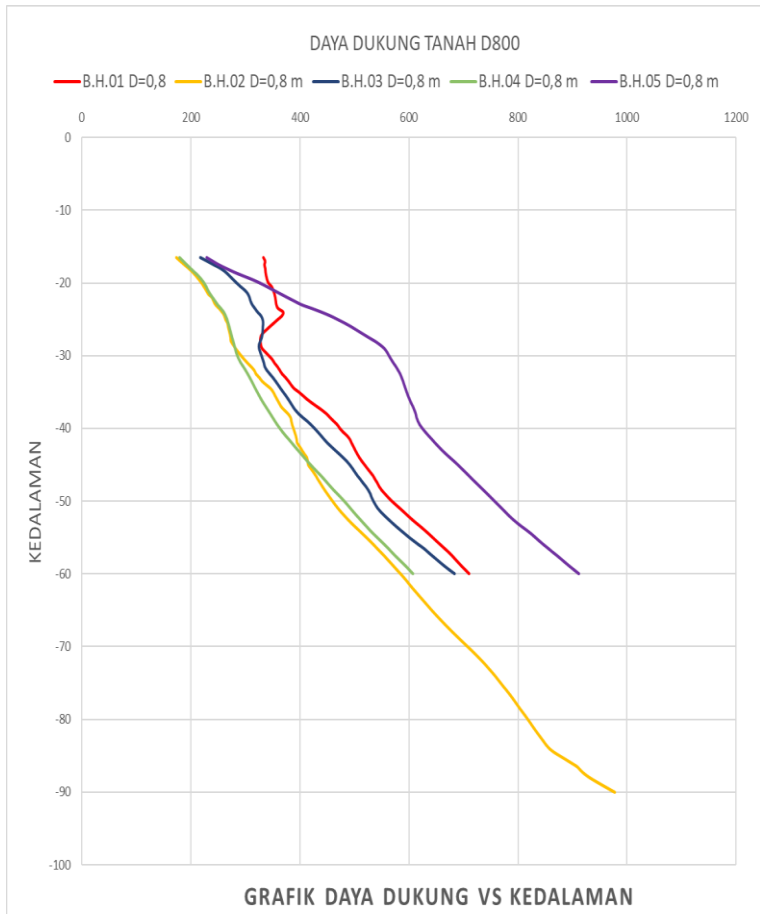
## BH-5 D800 Kedalaman 29,5 – 44 m

Depth m	N Pakai	N Rata- Rata	Q Ujung	Cli	Rsi	ΣRsi	Q Ult.	Q all = Q Ult./SF
			t	t/m2	t	t	Qu + ΣRsi	SF Qu = 3
-29,5	43,80	46,88571	942,69	21,90	27,52	737,02	1679,71	559,90
-30	43,20	46,09	926,61	21,60	27,14	764,16	1690,77	563,59
-30,5	44,40	45,29	910,52	22,20	27,90	792,06	1702,58	567,53
-31	45,60	44,49	894,44	22,80	28,65	820,71	1715,15	571,72
-31,5	48,00	43,67	878,07	24,00	30,16	850,87	1728,94	576,31
-32	45,60	42,84	861,41	22,80	28,65	879,52	1740,93	580,31
-32,5	43,20	42,06	845,61	21,60	27,14	906,66	1752,27	584,09
-33	39,60	41,23	828,95	19,80	24,88	931,55	1760,49	586,83
-33,5	38,40	40,40	812,29	19,20	24,13	955,67	1767,96	589,32
-34	36,00	39,60	796,21	18,00	22,62	978,29	1774,50	591,50
-34,5	33,60	38,89	781,84	16,80	21,11	999,40	1781,25	593,75
-35	33,00	38,20	768,06	16,50	20,73	1020,14	1788,19	596,06
-35,5	32,40	37,54	754,84	16,20	20,36	1040,50	1795,34	598,45
-36	32,70	36,94	742,78	16,35	20,55	1061,04	1803,82	601,27
-36,5	31,20	36,40	731,87	15,60	19,60	1080,65	1812,51	604,17
-37	30,60	35,94	722,67	15,30	19,23	1099,87	1822,55	607,52
-37,5	30,00	35,41	712,05	15,00	18,85	1118,72	1830,77	610,26
-38	30,60	34,81	699,98	15,30	19,23	1137,95	1837,93	612,64
-38,5	30,90	34,07	685,05	15,45	19,42	1157,36	1842,41	614,14
-39	31,20	33,46	672,70	15,60	19,60	1176,97	1849,66	616,55
-39,5	31,80	32,97	662,93	15,90	19,98	1196,95	1859,88	619,96
-40	32,40	32,67	656,90	16,20	20,36	1217,30	1874,20	624,73
-40,5	33,60	32,44	652,30	16,80	21,11	1238,42	1890,72	630,24
-41	33,30	32,27	648,86	16,65	20,92	1259,34	1908,19	636,06
-41,5	33,00	32,16	646,56	16,50	20,73	1280,07	1926,63	642,21
-42	32,40	32,01	643,69	16,20	20,36	1300,43	1944,12	648,04
-42,5	32,70	31,93	641,96	16,35	20,55	1320,98	1962,94	654,31
-43	33,00	31,84	640,24	16,50	20,73	1341,71	1981,95	660,65
-43,5	33,30	31,84	640,24	16,65	20,92	1362,63	2002,87	667,62
-44	33,60	31,90	641,39	16,80	21,11	1383,75	2025,13	675,04

## BH-5 D800 Kedalaman 44,5 – 60 m

Depth m	N Pakai	N Rata- Rata	Q Ujung	Cli	Rsi	ΣRsi	Q Ult.	Q all = Q Ult./SF  SF Qu = 3
			t	t/m2	t	t	t	
-44,5	32,40	32,01	643,69	16,20	20,36	1404,10	2047,79	682,60
-45	31,20	32,10	645,41	15,60	19,60	1423,71	2069,12	689,71
-45,5	30,00	32,17	646,84	15,00	18,85	1442,56	2089,40	696,47
-46	30,60	32,23	647,99	15,30	19,23	1461,78	2109,78	703,26
-46,5	30,90	32,26	648,57	15,45	19,42	1481,20	2129,77	709,92
-47	31,20	32,25	648,42	15,60	19,60	1500,80	2149,23	716,41
-47,5	31,80	32,29	649,14	15,90	19,98	1520,78	2169,92	723,31
-48	32,40	32,29	649,14	16,20	20,36	1541,14	2190,28	730,09
-48,5	32,40	32,29	649,14	16,20	20,36	1561,50	2210,64	736,88
-49	32,40	32,29	649,14	16,20	20,36	1581,85	2231,00	743,67
-49,5	32,40	32,27	648,86	16,20	20,36	1602,21	2251,07	750,36
-50	32,40	32,24	648,28	16,20	20,36	1622,57	2270,85	756,95
-50,5	33,00	32,20	647,42	16,50	20,73	1643,30	2290,72	763,57
-51	33,60	32,14	646,27	16,80	21,11	1664,42	2310,69	770,23
-51,5	33,30	32,09	645,12	16,65	20,92	1685,34	2330,46	776,82
-52	33,00	32,03	643,97	16,50	20,73	1706,07	2350,05	783,35
-52,5	32,40	32,09	645,12	16,20	20,36	1726,43	2371,55	790,52
-53	32,40	32,23	647,99	16,20	20,36	1746,79	2394,78	798,26
-53,5	32,40	32,47	652,88	16,20	20,36	1767,15	2420,02	806,67
-54	32,40	32,81	659,77	16,20	20,36	1787,50	2447,27	815,76
-54,5	32,40	33,07	664,94	16,20	20,36	1807,86	2472,80	824,27
-55	31,20	33,24	668,39	15,60	19,60	1827,46	2495,85	831,95
-55,5	30,00	33,41	671,83	15,00	18,85	1846,31	2518,15	839,38
-56	31,20	33,59	675,28	15,60	19,60	1865,92	2541,20	847,07
-56,5	33,60	33,76	678,73	16,80	21,11	1887,03	2565,76	855,25
-57	36,00	33,83	680,09	18,00	22,62	1909,65	2589,74	863,25
-57,5	38,40	33,87	680,97	19,20	24,13	1933,78	2614,74	871,58
-58	37,20	33,88	681,26	18,60	23,37	1957,15	2638,41	879,47
-58,5	36,00	33,92	681,95	18,00	22,62	1979,77	2661,72	887,24
-59	36,00	33,98	683,11	18,00	22,62	2002,39	2685,50	895,17
-59,5	36,00	34,08	685,22	18,00	22,62	2025,01	2710,23	903,41
-60	36,00	34,20	687,63	18,00	22,62	2047,63	2735,26	911,75

## Grafik Daya Dukung Vs Kedalaman D800



## BH-1 D1000 Kedalaman 16,5 – 29 m

		Pile Diameter	:	1	m			
		Luas Dasar Tiang	:	0,785398	m <sup>2</sup>			
		8D (Atas)	:	8	m			
		4D (Bawah)	:	4	m			
Depth m	N Pakai	N Rata-Rata	Q Ujung	Cli	Rsi	ΣRsi	Q Ult.	Q all = Q Ult./SF
			t	t/m <sup>2</sup>	t	t	Qu + ΣRsi	SF Qu = 3
							t	
-16,5	29,50	48,74	1531,35	14,75	23,17	23,17	1554,52	518,17
-17	18,00	47,23	1483,77	9,00	14,14	37,31	1521,08	507,03
-17,5	43,20	45,55	1431,14	21,60	33,93	71,24	1502,37	500,79
-18	60,00	43,76	1374,71	30,00	47,12	118,36	1493,07	497,69
-18,5	60,00	42,05	1321,16	30,00	47,12	165,48	1486,64	495,55
-19	60,00	40,42	1269,88	30,00	47,12	212,61	1482,48	494,16
-19,5	60,00	38,93	1222,92	30,00	47,12	259,73	1482,65	494,22
-20	60,00	38,31	1203,43	30,00	47,12	306,86	1510,28	503,43
-20,5	48,00	37,70	1184,38	24,00	37,70	344,55	1528,93	509,64
-21	33,60	37,13	1166,58	16,80	26,39	370,94	1537,52	512,51
-21,5	28,80	36,60	1149,82	14,40	22,62	393,56	1543,39	514,46
-22	24,00	36,07	1133,17	12,00	18,85	412,41	1545,59	515,20
-22,5	21,60	35,64	1119,60	10,80	16,96	429,38	1548,98	516,33
-23	19,20	35,27	1107,98	9,60	15,08	444,46	1552,44	517,48
-23,5	18,00	34,95	1098,05	9,00	14,14	458,59	1556,65	518,88
-24	29,00	34,25	1075,86	14,50	22,78	481,37	1557,24	519,08
-24,5	28,00	33,63	1056,58	14,00	21,99	503,36	1559,94	519,98
-25	27,50	33,22	1043,64	13,75	21,60	524,96	1568,60	522,87
-25,5	27,00	33,28	1045,52	13,50	21,21	546,17	1591,69	530,56
-26	26,00	32,34	1016,12	13,00	20,42	566,59	1582,70	527,57
-26,5	27,00	30,76	966,35	13,50	21,21	587,79	1554,15	518,05
-27	27,50	29,18	916,59	13,75	21,60	609,39	1525,98	508,66
-27,5	28,00	27,59	866,83	14,00	21,99	631,38	1498,21	499,40
-28	18,00	25,96	815,56	9,00	14,14	645,52	1461,08	487,03
-28,5	18,90	24,28	762,78	9,45	14,84	660,36	1423,14	474,38
-29	19,20	23,48	737,65	9,60	15,08	675,44	1413,09	471,03

## BH-1 D1000 Kedalaman 29,5 – 44 m

Depth m	N Pakai	N Rata- Rata	Q Ujung	Cli	Rsi	ΣRsi	Q Ult.	Q all = Q Ult./SF
			t	t/m2	t	t	Qu + ΣRsi	SF Qu = 3
-29,5	19,50	23,18	728,10	9,75	15,32	690,76	1418,85	472,95
-30	19,80	22,98	722,06	9,90	15,55	706,31	1428,37	476,12
-30,5	20,40	23,18	728,10	10,20	16,02	722,33	1450,43	483,48
-31	20,40	23,56	740,16	10,20	16,02	738,35	1478,51	492,84
-31,5	20,40	23,94	752,22	10,20	16,02	754,37	1506,60	502,20
-32	19,20	24,35	765,04	9,60	15,08	769,45	1534,50	511,50
-32,5	18,00	24,30	763,28	9,00	14,14	783,59	1546,87	515,62
-33	28,00	24,26	762,02	14,00	21,99	805,58	1567,61	522,54
-33,5	26,00	24,21	760,64	13,00	20,42	826,00	1586,65	528,88
-34	24,00	24,18	759,51	12,00	18,85	844,85	1604,36	534,79
-34,5	28,80	24,14	758,51	14,40	22,62	867,47	1625,98	541,99
-35	31,20	24,04	755,11	15,60	24,50	891,98	1647,09	549,03
-35,5	28,80	23,90	750,71	14,40	22,62	914,60	1665,31	555,10
-36	28,20	23,93	751,72	14,10	22,15	936,74	1688,46	562,82
-36,5	27,60	24,46	768,31	13,80	21,68	958,42	1726,73	575,58
-37	27,00	25,00	785,27	13,50	21,21	979,63	1764,90	588,30
-37,5	26,40	25,38	797,34	13,20	20,73	1000,36	1797,70	599,23
-38	26,10	25,56	802,99	13,05	20,50	1020,86	1823,85	607,95
-38,5	25,20	25,73	808,27	12,60	19,79	1040,65	1848,92	616,31
-39	24,30	25,86	812,42	12,15	19,09	1059,74	1872,15	624,05
-39,5	24,00	25,98	816,19	12,00	18,85	1078,59	1894,77	631,59
-40	28,80	26,12	820,71	14,40	22,62	1101,21	1921,92	640,64
-40,5	31,20	26,36	828,25	15,60	24,50	1125,71	1953,96	651,32
-41	32,40	26,70	838,81	16,20	25,45	1151,16	1989,96	663,32
-41,5	28,80	26,59	835,29	14,40	22,62	1173,78	2009,06	669,69
-42	24,00	26,51	832,77	12,00	18,85	1192,63	2025,40	675,13
-42,5	24,00	26,46	831,27	12,00	18,85	1211,48	2042,74	680,91
-43	23,70	26,24	824,48	11,85	18,61	1230,09	2054,57	684,86
-43,5	23,40	25,94	815,05	11,70	18,38	1248,47	2063,52	687,84
-44	24,00	25,75	809,02	12,00	18,85	1267,32	2076,34	692,11



## BH-1 D1000 Kedalaman 44,5 – 60 m

Depth m	N Pakai	N Rata- Rata	Q Ujung	Cli	Rsi	ΣRsi	Q Ult.	Q all = Q Ult./SF
			t	t/m2	t	t	Qu + ΣRsi	SF Qu = 3
-44,5	25,20	25,61	804,50	12,60	19,79	1287,11	2091,61	697,20
-45	26,40	25,49	800,73	13,20	20,73	1307,85	2108,57	702,86
-45,5	25,20	25,40	798,09	12,60	19,79	1327,64	2125,73	708,58
-46	24,00	25,36	796,58	12,00	18,85	1346,49	2143,07	714,36
-46,5	22,80	25,37	796,96	11,40	17,91	1364,39	2161,35	720,45
-47	23,40	25,46	799,98	11,70	18,38	1382,77	2182,75	727,58
-47,5	23,70	25,58	803,75	11,85	18,61	1401,39	2205,13	735,04
-48	24,00	25,70	807,51	12,00	18,85	1420,24	2227,75	742,58
-48,5	24,60	25,61	804,50	12,30	19,32	1439,56	2244,06	748,02
-49	24,60	25,44	799,22	12,30	19,32	1458,88	2258,10	752,70
-49,5	24,90	25,25	793,19	12,45	19,56	1478,43	2271,62	757,21
-50	25,20	25,25	793,19	12,60	19,79	1498,23	2291,41	763,80
-50,5	26,40	25,46	799,98	13,20	20,73	1518,96	2318,94	772,98
-51	27,60	25,70	807,51	13,80	21,68	1540,64	2348,15	782,72
-51,5	27,30	26,00	816,94	13,65	21,44	1562,08	2379,02	793,01
-52	27,00	26,30	826,36	13,50	21,21	1583,28	2409,65	803,22
-52,5	26,40	26,47	831,56	13,20	20,73	1604,02	2435,57	811,86
-53	27,00	26,76	840,69	13,50	21,21	1625,22	2465,91	821,97
-53,5	27,60	26,86	843,71	13,80	21,68	1646,90	2490,61	830,20
-54	28,80	26,95	846,72	14,40	22,62	1669,52	2516,24	838,75
-54,5	29,40	27,07	850,49	14,70	23,09	1692,61	2543,10	847,70
-55	30,00	27,22	855,02	15,00	23,56	1716,17	2571,19	857,06
-55,5	31,20	27,36	859,54	15,60	24,50	1740,68	2600,22	866,74
-56	30,90	27,52	864,44	15,45	24,27	1764,95	2629,39	876,46
-56,5	30,60	27,66	869,04	15,30	24,03	1788,98	2658,02	886,01
-57	30,00	27,80	873,23	15,00	23,56	1812,54	2685,77	895,26
-57,5	28,80	27,94	877,79	14,40	22,62	1835,16	2712,95	904,32
-58	27,60	28,09	882,34	13,80	21,68	1856,84	2739,18	913,06
-58,5	27,00	28,23	886,87	13,50	21,21	1878,04	2764,92	921,64
-59	26,40	28,33	889,90	13,20	20,73	1898,78	2788,68	929,56
-59,5	27,00	28,37	891,17	13,50	21,21	1919,98	2811,15	937,05
-60	27,60	28,43	893,14	13,80	21,68	1941,66	2834,80	944,93

## BH-2 D1000 Kedalaman 16,5 – 29 m

		Pile Diameter	:	1	m			
		Luas Dasar Tiang	:	0,785398	m <sup>2</sup>			
		8D (Atas)	:	8	m			
		4D (Bawah)	:	4	m			
Depth m	N Pakai	N Rata- Rata	Q Ujung	Cli	Rsi	ΣRsi	Q Ult.	Q all = Q Ult./SF
			t	t/m <sup>2</sup>	t	t	t	Qu + ΣRsi
-16,5	18,00	25,35	796,39	9,00	14,14	14,14	810,53	270,18
-17	19,20	25,87	812,63	9,60	15,08	29,22	841,84	280,61
-17,5	22,80	26,28	825,61	11,40	17,91	47,12	872,73	290,91
-18	26,40	26,62	836,23	13,20	20,73	67,86	904,09	301,36
-18,5	27,60	26,80	841,95	13,80	21,68	89,54	931,48	310,49
-19	28,80	26,77	840,98	14,40	22,62	112,15	953,14	317,71
-19,5	30,00	26,66	837,46	15,00	23,56	135,72	973,18	324,39
-20	30,00	26,48	831,89	15,00	23,56	159,28	991,17	330,39
-20,5	30,00	26,18	822,31	15,00	23,56	182,84	1005,15	335,05
-21	30,00	25,84	811,64	15,00	23,56	206,40	1018,04	339,35
-21,5	30,00	25,47	800,06	15,00	23,56	229,96	1030,02	343,34
-22	28,80	25,60	804,25	14,40	22,62	252,58	1056,83	352,28
-22,5	26,40	25,22	792,31	13,20	20,73	273,32	1065,63	355,21
-23	25,20	24,99	785,10	12,60	19,79	293,11	1078,21	359,40
-23,5	24,00	24,77	778,30	12,00	18,85	311,96	1090,26	363,42
-24	21,60	24,64	774,14	10,80	16,96	328,92	1103,07	367,69
-24,5	20,40	24,47	768,81	10,20	16,02	344,95	1113,76	371,25
-25	19,20	24,57	771,83	9,60	15,08	360,03	1131,85	377,28
-25,5	28,00	24,64	774,09	14,00	21,99	382,02	1156,11	385,37
-26	18,00	24,59	772,58	9,00	14,14	396,15	1168,74	389,58
-26,5	20,40	24,35	765,04	10,20	16,02	412,18	1177,22	392,41
-27	22,80	24,02	754,48	11,40	17,91	430,08	1184,57	394,86
-27,5	22,20	23,58	740,91	11,10	17,44	447,52	1188,43	396,14
-28	21,60	23,56	740,28	10,80	16,96	464,48	1204,77	401,59
-28,5	20,40	23,52	739,03	10,20	16,02	480,51	1219,53	406,51
-29	20,40	23,44	736,51	10,20	16,02	496,53	1233,04	411,01

## BH-2 D1000 Kedalaman 29,5 – 44 m

Depth m	N Pakai	N Rata- Rata	Q Ujung	Cli	Rsi	ΣRsi	Q Ult.	Q all = Q Ult./SF
			t	t/m2	t	t	Qu + ΣRsi	SF Qu = 3
-29,5	21,00	23,36	734,00	10,50	16,49	513,02	1247,02	415,67
-30	21,60	23,28	731,49	10,80	16,96	529,99	1261,48	420,49
-30,5	20,40	23,25	730,48	10,20	16,02	546,01	1276,49	425,50
-31	19,20	23,36	733,75	9,60	15,08	561,09	1294,84	431,61
-31,5	18,00	23,07	724,70	9,00	14,14	575,23	1299,93	433,31
-32	29,50	22,88	718,67	14,75	23,17	598,39	1317,07	439,02
-32,5	29,00	22,76	714,90	14,50	22,78	621,17	1336,07	445,36
-33	28,00	22,66	711,88	14,00	21,99	643,16	1355,05	451,68
-33,5	28,00	23,01	722,94	14,00	21,99	665,15	1388,10	462,70
-34	28,00	23,05	724,20	14,00	21,99	687,14	1411,34	470,45
-34,5	28,00	23,05	724,20	14,00	21,99	709,14	1433,34	477,78
-35	29,00	23,00	722,69	14,50	22,78	731,91	1454,60	484,87
-35,5	18,00	22,86	718,17	9,00	14,14	746,05	1464,22	488,07
-36	19,20	22,79	715,91	9,60	15,08	761,13	1477,04	492,35
-36,5	18,60	22,79	715,91	9,30	14,61	775,74	1491,64	497,21
-37	18,00	22,82	717,04	9,00	14,14	789,87	1506,91	502,30
-37,5	28,00	22,85	717,79	14,00	21,99	811,87	1529,66	509,89
-38	29,00	22,82	717,04	14,50	22,78	834,64	1551,68	517,23
-38,5	18,00	22,80	716,28	9,00	14,14	848,78	1565,06	521,69
-39	19,20	22,84	717,41	9,60	15,08	863,86	1581,27	527,09
-39,5	19,20	22,93	720,43	9,60	15,08	878,94	1599,37	533,12
-40	20,40	23,05	724,20	10,20	16,02	894,96	1619,16	539,72
-40,5	21,60	22,69	712,76	10,80	16,96	911,93	1624,69	541,56
-41	21,30	22,30	700,45	10,65	16,73	928,65	1629,10	543,03
-41,5	21,00	21,94	689,39	10,50	16,49	945,15	1634,54	544,85
-42	20,40	21,57	677,58	10,20	16,02	961,17	1638,75	546,25
-42,5	21,00	21,17	665,01	10,50	16,49	977,66	1642,68	547,56
-43	21,30	20,77	652,45	10,65	16,73	994,39	1646,84	548,95
-43,5	21,60	20,35	639,38	10,80	16,96	1011,36	1650,73	550,24
-44	21,00	20,40	640,88	10,50	16,49	1027,85	1668,74	556,25

## BH-2 D1000 Kedalaman 44,5 – 60 m

Depth m	N Pakai	N Rata- Rata	Q Ujung	Cli	Rsi	ΣRsi	Q Ult.	Q all = Q Ult./SF
			t	t/m2	t	t	Qu + ΣRsi	SF Qu = 3
-44,5	20,40	20,42	641,64	10,20	16,02	1043,87	1685,51	561,84
-45	19,20	20,50	643,90	9,60	15,08	1058,95	1702,85	567,62
-45,5	19,20	20,64	648,42	9,60	15,08	1074,03	1722,46	574,15
-46	18,60	20,38	640,38	9,30	14,61	1088,64	1729,02	576,34
-46,5	18,00	20,09	631,08	9,00	14,14	1102,78	1733,86	577,95
-47	18,00	20,23	635,61	9,00	14,14	1116,91	1752,52	584,17
-47,5	18,60	20,33	638,62	9,30	14,61	1131,52	1770,15	590,05
-48	19,20	20,42	641,64	9,60	15,08	1146,60	1788,24	596,08
-48,5	19,80	20,47	643,15	9,90	15,55	1162,15	1805,30	601,77
-49	20,40	20,47	643,15	10,20	16,02	1178,18	1821,32	607,11
-49,5	21,60	20,51	644,28	10,80	16,96	1195,14	1839,42	613,14
-50	21,60	20,58	646,54	10,80	16,96	1212,10	1858,64	619,55
-50,5	21,60	20,70	650,31	10,80	16,96	1229,07	1879,38	626,46
-51	21,60	20,81	653,70	10,80	16,96	1246,03	1899,74	633,25
-51,5	21,60	20,92	657,10	10,80	16,96	1263,00	1920,09	640,03
-52	21,60	21,01	660,11	10,80	16,96	1279,96	1940,07	646,69
-52,5	21,60	21,15	664,45	10,80	16,96	1296,93	1961,37	653,79
-53	21,60	21,35	670,67	10,80	16,96	1313,89	1984,56	661,52
-53,5	22,20	21,59	678,21	11,10	17,44	1331,33	2009,54	669,85
-54	22,80	21,83	685,75	11,40	17,91	1349,24	2034,98	678,33
-54,5	23,40	22,09	694,04	11,70	18,38	1367,61	2061,65	687,22
-55	23,70	22,38	703,09	11,85	18,61	1386,23	2089,32	696,44
-55,5	24,00	22,67	712,14	12,00	18,85	1405,08	2117,21	705,74
-56	24,00	22,93	720,43	12,00	18,85	1423,93	2144,36	714,79
-56,5	24,60	23,09	725,32	12,30	19,32	1443,25	2168,56	722,85
-57	25,20	23,23	729,81	12,60	19,79	1463,04	2192,85	730,95
-57,5	25,20	23,36	733,85	12,60	19,79	1482,83	2216,68	738,89
-58	25,20	23,44	736,48	12,60	19,79	1502,62	2239,10	746,37
-58,5	25,20	23,54	739,37	12,60	19,79	1522,42	2261,79	753,93
-59	25,20	23,64	742,57	12,60	19,79	1542,21	2284,78	761,59
-59,5	25,20	23,75	746,13	12,60	19,79	1562,00	2308,13	769,38
-60	25,20	23,88	750,10	12,60	19,79	1581,79	2331,89	777,30

## BH-2 D1000 Kedalaman 60,5 – 76 m

Depth m	N Pakai	N Rata- Rata	Q Ujung	Cli	Rsi	ΣRsi	Q Ult.	Q all = Q Ult./SF
			t	t/m2	t	t	Qu + ΣRsi	SF Qu = 3
-60,5	25,20	24,11	757,38	12,60	19,79	1601,58	2358,96	786,32
-61	25,20	24,20	760,39	12,60	19,79	1621,38	2381,77	793,92
-61,5	24,00	24,35	764,91	12,00	18,85	1640,23	2405,14	801,71
-62	24,00	24,52	770,19	12,00	18,85	1659,08	2429,27	809,76
-62,5	24,00	24,66	774,72	12,00	18,85	1677,92	2452,64	817,55
-63	24,00	24,80	779,24	12,00	18,85	1696,77	2476,01	825,34
-63,5	24,00	24,96	784,14	12,00	18,85	1715,62	2499,77	833,26
-64	24,00	25,10	788,67	12,00	18,85	1734,47	2523,14	841,05
-64,5	24,00	25,25	793,19	12,00	18,85	1753,32	2546,51	848,84
-65	24,00	25,37	796,96	12,00	18,85	1772,17	2569,13	856,38
-65,5	25,20	25,46	799,98	12,60	19,79	1791,96	2591,94	863,98
-66	26,40	25,56	802,99	13,20	20,73	1812,70	2615,69	871,90
-66,5	26,40	25,66	806,01	13,20	20,73	1833,43	2639,44	879,81
-67	27,00	25,75	809,02	13,50	21,21	1854,64	2663,66	887,89
-67,5	27,60	25,85	812,04	13,80	21,68	1876,32	2688,36	896,12
-68	27,60	25,94	815,05	13,80	21,68	1897,99	2713,05	904,35
-68,5	27,60	26,04	818,07	13,80	21,68	1919,67	2737,74	912,58
-69	27,60	26,14	821,09	13,80	21,68	1941,35	2762,43	920,81
-69,5	27,60	26,23	824,10	13,80	21,68	1963,02	2787,13	929,04
-70	27,60	26,38	828,63	13,80	21,68	1984,70	2813,33	937,78
-70,5	27,60	26,50	832,40	13,80	21,68	2006,38	2838,77	946,26
-71	27,60	26,59	835,41	13,80	21,68	2028,06	2863,47	954,49
-71,5	27,60	26,69	838,43	13,80	21,68	2049,73	2888,16	962,72
-72	27,60	26,78	841,44	13,80	21,68	2071,41	2912,85	970,95
-72,5	27,60	26,88	844,46	13,80	21,68	2093,09	2937,55	979,18
-73	27,60	26,98	847,48	13,80	21,68	2114,76	2962,24	987,41
-73,5	27,60	27,07	850,49	13,80	21,68	2136,44	2986,93	995,64
-74	27,60	27,12	852,00	13,80	21,68	2158,12	3010,12	1003,37
-74,5	27,00	27,12	852,00	13,50	21,21	2179,32	3031,32	1010,44
-75	26,40	27,14	852,75	13,20	20,73	2200,06	3052,81	1017,60
-75,5	26,40	27,17	853,51	13,20	20,73	2220,79	3074,30	1024,77
-76	26,40	27,12	852,00	13,20	20,73	2241,53	3093,53	1031,18

## BH-2 D1000 Kedalaman 76,5 – 90 m

Depth m	N Pakai	N Rata- Rata	Q Ujung	Cli	Rsi	ΣRsi	Q Ult.	Q all = Q Ult./SF
			t	t/m2	t	t	Qu + ΣRsi	SF Qu = 3
-76,5	26,40	27,05	849,74	13,20	20,73	2262,26	3112,00	1037,33
-77	26,40	26,95	846,72	13,20	20,73	2283,00	3129,72	1043,24
-77,5	26,40	26,86	843,71	13,20	20,73	2303,73	3147,44	1049,15
-78	26,40	26,76	840,69	13,20	20,73	2324,46	3165,15	1055,05
-78,5	26,40	26,66	837,67	13,20	20,73	2345,20	3182,87	1060,96
-79	27,00	26,57	834,66	13,50	21,21	2366,40	3201,06	1067,02
-79,5	27,60	26,47	831,64	13,80	21,68	2388,08	3219,72	1073,24
-80	26,40	26,38	828,63	13,20	20,73	2408,82	3237,44	1079,15
-80,5	25,80	26,28	825,61	12,90	20,26	2429,08	3254,69	1084,90
-81	25,20	26,18	822,59	12,60	19,79	2448,87	3271,47	1090,49
-81,5	25,20	26,09	819,58	12,60	19,79	2468,66	3288,24	1096,08
-82	25,20	25,99	816,56	12,60	19,79	2488,46	3305,02	1101,67
-82,5	25,20	25,90	813,55	12,60	19,79	2508,25	3321,79	1107,26
-83	25,20	25,82	811,28	12,60	19,79	2528,04	3339,32	1113,11
-83,5	25,20	25,92	814,30	12,60	19,79	2547,83	3362,13	1120,71
-84	25,20	26,30	826,36	12,60	19,79	2567,62	3393,99	1131,33
-84,5	25,20	26,98	847,48	12,60	19,79	2587,42	3434,89	1144,96
-85	25,20	27,70	870,10	12,60	19,79	2607,21	3477,30	1159,10
-85,5	25,20	28,39	891,96	12,60	19,79	2627,00	3518,96	1172,99
-86	25,20	29,06	913,07	12,60	19,79	2646,79	3559,86	1186,62
-86,5	25,20	29,18	916,56	12,60	19,79	2666,58	3583,14	1194,38
-87	25,20	29,30	920,35	12,60	19,79	2686,38	3606,73	1202,24
-87,5	28,80	29,40	923,63	14,40	22,62	2709,00	3632,62	1210,87
-88	36,00	29,49	926,32	18,00	28,27	2737,27	3663,59	1221,20
-88,5	43,20	29,64	931,17	21,60	33,93	2771,20	3702,37	1234,12
-89	44,40	29,84	937,52	22,20	34,87	2806,07	3743,59	1247,86
-89,5	43,80	30,10	945,62	21,90	34,40	2840,47	3786,09	1262,03
-90	43,20	30,39	954,67	21,60	33,93	2874,40	3829,07	1276,36

### BH-3 D1000 Kedalaman 16,5 – 29 m

Depth m	N Pakai	N Rata- Rata	Q Ujung	Cli	Rsi	ΣRsi	Q Ult.	Q all = Q Ult./SF
			t	t/m <sup>2</sup>	t	t	Qu + ΣRsi	SF Qu = 3
-16,5	27,50	32,57	1023,11	13,75	21,60	21,60	1044,71	348,24
-17	28,00	33,63	1056,52	14,00	21,99	43,59	1100,11	366,70
-17,5	24,00	34,61	1087,28	12,00	18,85	62,44	1149,72	383,24
-18	28,80	34,93	1097,20	14,40	22,62	85,06	1182,26	394,09
-18,5	32,40	34,82	1094,00	16,20	25,45	110,51	1204,50	401,50
-19	36,00	34,65	1088,56	18,00	28,27	138,78	1227,34	409,11
-19,5	37,20	34,46	1082,59	18,60	29,22	168,00	1250,59	416,86
-20	38,40	34,26	1076,19	19,20	30,16	198,16	1274,35	424,78
-20,5	40,80	34,08	1070,54	20,40	32,04	230,20	1300,74	433,58
-21	43,20	33,52	1052,96	21,60	33,93	264,13	1317,09	439,03
-21,5	44,40	32,76	1029,28	22,20	34,87	299,00	1328,29	442,76
-22	38,40	32,03	1006,10	19,20	30,16	329,16	1335,26	445,09
-22,5	33,60	31,47	988,70	16,80	26,39	355,55	1344,25	448,08
-23	32,40	31,02	974,61	16,20	25,45	381,00	1355,60	451,87
-23,5	31,80	30,67	963,38	15,90	24,98	405,97	1369,35	456,45
-24	31,20	30,34	953,08	15,60	24,50	430,48	1383,56	461,19
-24,5	31,20	30,04	943,61	15,60	24,50	454,98	1398,59	466,20
-25	24,00	29,85	937,70	12,00	18,85	473,83	1411,53	470,51
-25,5	19,20	29,64	931,17	9,60	15,08	488,91	1420,08	473,36
-26	18,00	29,59	929,66	9,00	14,14	503,05	1432,71	477,57
-26,5	20,40	29,35	922,12	10,20	16,02	519,07	1441,19	480,40
-27	21,60	28,92	908,55	10,80	16,96	536,03	1444,58	481,53
-27,5	22,80	28,30	888,95	11,40	17,91	553,94	1442,89	480,96
-28	22,80	27,67	869,34	11,40	17,91	571,85	1441,19	480,40
-28,5	22,80	27,10	851,25	11,40	17,91	589,76	1441,00	480,33
-29	22,80	26,47	831,64	11,40	17,91	607,66	1439,30	479,77

### BH-3 D1000 Kedalaman 29,5 – 44 m

Depth m	N Pakai	N Rata- Rata	Q Ujung	Cli	Rsi	ΣRsi	Q Ult.	Q all = Q Ult./SF
			t	t/m2	t	t	Qu + ΣRsi	SF Qu = 3
-29,5	22,80	25,73	808,27	11,40	17,91	625,57	1433,84	477,95
-30	22,80	24,91	782,63	11,40	17,91	643,48	1426,11	475,37
-30,5	22,80	24,32	764,16	11,40	17,91	661,38	1425,54	475,18
-31	21,60	23,89	750,59	10,80	16,96	678,35	1428,94	476,31
-31,5	20,40	23,46	737,02	10,20	16,02	694,37	1431,39	477,13
-32	21,60	23,00	722,69	10,80	16,96	711,34	1434,03	478,01
-32,5	24,00	22,52	707,61	12,00	18,85	730,18	1437,80	479,27
-33	25,20	22,07	693,29	12,60	19,79	749,98	1443,26	481,09
-33,5	24,60	21,92	688,76	12,30	19,32	769,30	1458,06	486,02
-34	24,00	22,02	691,78	12,00	18,85	788,15	1479,93	493,31
-34,5	23,70	22,21	697,81	11,85	18,61	806,76	1504,57	501,52
-35	22,80	22,36	702,33	11,40	17,91	824,67	1527,00	509,00
-35,5	21,60	22,44	704,97	10,80	16,96	841,63	1546,61	515,54
-36	20,40	22,46	705,73	10,20	16,02	857,65	1563,38	521,13
-36,5	19,20	22,46	705,73	9,60	15,08	872,73	1578,46	526,15
-37	19,80	22,51	707,24	9,90	15,55	888,29	1595,52	531,84
-37,5	20,40	22,66	711,76	10,20	16,02	904,31	1616,07	538,69
-38	21,60	22,90	719,30	10,80	16,96	921,27	1640,57	546,86
-38,5	22,80	23,23	729,85	11,40	17,91	939,18	1669,03	556,34
-39	24,00	23,54	739,66	12,00	18,85	958,03	1697,69	565,90
-39,5	23,70	23,88	750,21	11,85	18,61	976,64	1726,85	575,62
-40	23,40	24,22	760,77	11,70	18,38	995,02	1755,79	585,26
-40,5	22,80	24,41	766,80	11,40	17,91	1012,93	1779,73	593,24
-41	24,00	24,41	766,80	12,00	18,85	1031,78	1798,58	599,53
-41,5	26,40	24,31	763,78	13,20	20,73	1052,51	1816,30	605,43
-42	28,80	24,24	761,52	14,40	22,62	1075,13	1836,65	612,22
-42,5	31,20	24,19	760,01	15,60	24,50	1099,64	1859,65	619,88
-43	30,60	24,16	758,88	15,30	24,03	1123,67	1882,55	627,52
-43,5	30,00	24,18	759,64	15,00	23,56	1147,23	1906,87	635,62
-44	28,80	24,28	762,65	14,40	22,62	1169,85	1932,50	644,17



### BH-3 D1000 Kedalaman 44,5 – 60 m

Depth m	N Pakai	N Rata- Rata	Q Ujung	Cli	Rsi	ΣRsi	Q Ult.	Q all = Q Ult./SF
			t	t/m2	t	t	Qu + ΣRsi	SF Qu = 3
-44,5	26,40	24,41	766,80	13,20	20,73	1190,59	1957,39	652,46
-45	24,00	24,58	772,08	12,00	18,85	1209,43	1981,51	660,50
-45,5	22,80	24,70	775,85	11,40	17,91	1227,34	2003,19	667,73
-46	22,80	24,82	779,62	11,40	17,91	1245,25	2024,87	674,96
-46,5	22,80	24,91	782,63	11,40	17,91	1263,16	2045,79	681,93
-47	22,80	24,96	784,14	11,40	17,91	1281,06	2065,20	688,40
-47,5	23,40	25,01	785,65	11,70	18,38	1299,44	2085,09	695,03
-48	24,00	25,06	787,16	12,00	18,85	1318,29	2105,45	701,82
-48,5	23,70	25,10	788,67	11,85	18,61	1336,90	2125,57	708,52
-49	23,40	25,15	790,17	11,70	18,38	1355,28	2145,46	715,15
-49,5	22,80	25,20	791,68	11,40	17,91	1373,19	2164,87	721,62
-50	23,40	25,19	791,30	11,70	18,38	1391,57	2182,87	727,62
-50,5	24,00	25,09	788,29	12,00	18,85	1410,42	2198,71	732,90
-51	24,00	24,95	783,76	12,00	18,85	1429,27	2213,03	737,68
-51,5	25,20	24,86	781,13	12,60	19,79	1449,06	2230,19	743,40
-52	24,90	24,82	779,62	12,45	19,56	1468,62	2248,23	749,41
-52,5	24,60	24,99	785,16	12,30	19,32	1487,94	2273,09	757,70
-53	24,00	24,97	784,52	12,00	18,85	1506,79	2291,30	763,77
-53,5	25,20	25,21	792,06	12,60	19,79	1526,58	2318,64	772,88
-54	26,10	25,54	802,24	13,05	20,50	1547,08	2349,31	783,10
-54,5	26,40	25,87	812,79	13,20	20,73	1567,81	2380,60	793,53
-55	27,60	26,23	824,10	13,80	21,68	1589,49	2413,59	804,53
-55,5	28,50	26,60	835,79	14,25	22,38	1611,87	2447,66	815,89
-56	28,80	26,96	847,10	14,40	22,62	1634,49	2481,59	827,20
-56,5	29,40	27,09	850,98	14,70	23,09	1657,58	2508,56	836,19
-57	29,70	27,23	855,61	14,85	23,33	1680,91	2536,52	845,51
-57,5	30,00	27,41	861,08	15,00	23,56	1704,47	2565,55	855,18
-58	30,90	27,63	867,98	15,45	24,27	1728,74	2596,72	865,57
-58,5	31,20	27,84	874,62	15,60	24,50	1753,24	2627,86	875,95
-59	31,80	28,04	880,97	15,90	24,98	1778,22	2659,19	886,40
-59,5	32,10	28,27	888,02	16,05	25,21	1803,43	2691,45	897,15
-60	32,40	28,45	893,69	16,20	25,45	1828,88	2722,57	907,52

## BH-4 D1000 Kedalaman 16,5 – 29 m

		Pile Diameter	:	1	m			
		Luas Dasar Tiang	:	0,785398	m <sup>2</sup>			
		8D (Atas)	:	8	m			
		4D (Bawah)	:	4	m			
Depth m	N Pakai	N Rata- Rata	Q Ujung	Cli	Rsi	ΣRsi	Q Ult.	Q all = Q Ult./SF
			t	t/m <sup>2</sup>	t	t	Qu + ΣRsi	SF Qu = 3
-16,5	20,10	26,47	831,47	10,05	15,79	15,79	847,26	282,42
-17	20,40	26,70	838,81	10,20	16,02	31,81	870,61	290,20
-17,5	24,00	26,89	844,80	12,00	18,85	50,66	895,46	298,49
-18	26,40	27,05	849,80	13,20	20,73	71,39	921,19	307,06
-18,5	28,80	27,18	854,03	14,40	22,62	94,01	948,04	316,01
-19	29,40	27,13	852,27	14,70	23,09	117,10	969,37	323,12
-19,5	29,70	26,92	845,72	14,85	23,33	140,43	986,15	328,72
-20	30,00	26,59	835,27	15,00	23,56	163,99	999,26	333,09
-20,5	29,40	26,15	821,62	14,70	23,09	187,08	1008,70	336,23
-21	28,80	25,83	811,58	14,40	22,62	209,70	1021,28	340,43
-21,5	28,80	25,61	804,58	14,40	22,62	232,32	1036,90	345,63
-22	28,80	25,44	799,22	14,40	22,62	254,94	1054,16	351,39
-22,5	28,80	25,30	794,82	14,40	22,62	277,56	1072,38	357,46
-23	26,40	25,19	791,25	13,20	20,73	298,29	1089,55	363,18
-23,5	24,00	25,07	787,58	12,00	18,85	317,14	1104,73	368,24
-24	21,60	24,95	783,83	10,80	16,96	334,11	1117,94	372,65
-24,5	19,20	24,82	779,62	9,60	15,08	349,19	1128,81	376,27
-25	20,40	24,85	780,75	10,20	16,02	365,21	1145,96	381,99
-25,5	21,60	24,86	781,13	10,80	16,96	382,17	1163,30	387,77
-26	22,20	24,72	776,60	11,10	17,44	399,61	1176,21	392,07
-26,5	22,50	24,48	769,06	11,25	17,67	417,28	1186,34	395,45
-27	22,80	24,14	758,51	11,40	17,91	435,19	1193,70	397,90
-27,5	22,50	23,78	747,20	11,25	17,67	452,86	1200,06	400,02
-28	22,20	23,41	735,51	11,10	17,44	470,30	1205,81	401,94
-28,5	21,60	23,03	723,45	10,80	16,96	487,26	1210,71	403,57
-29	21,00	22,67	712,14	10,50	16,49	503,75	1215,89	405,30

### BH-4 D1000 Kedalaman 29,5 – 44 m

Depth m	N Pakai	N Rata- Rata	Q Ujung	Cli	Rsi	ΣRsi	Q Ult. Qu + ΣRsi	Q all = Q Ult./SF
			t	t/m2	t	t	t	SF Qu = 3
-29,5	20,70	22,33	701,58	10,35	16,26	520,01	1221,59	407,20
-30	20,40	21,97	690,27	10,20	16,02	536,03	1226,30	408,77
-30,5	20,40	21,59	678,21	10,20	16,02	552,06	1230,26	410,09
-31	20,40	21,23	666,90	10,20	16,02	568,08	1234,98	411,66
-31,5	20,40	20,98	658,98	10,20	16,02	584,10	1243,08	414,36
-32	20,40	20,83	654,46	10,20	16,02	600,12	1254,58	418,19
-32,5	20,40	20,78	652,95	10,20	16,02	616,14	1269,09	423,03
-33	20,40	20,83	654,46	10,20	16,02	632,17	1286,62	428,87
-33,5	20,40	20,83	654,46	10,20	16,02	648,19	1302,65	434,22
-34	19,80	20,78	652,95	9,90	15,55	663,74	1316,69	438,90
-34,5	19,20	20,70	650,31	9,60	15,08	678,82	1329,13	443,04
-35	19,80	20,59	646,92	9,90	15,55	694,37	1341,29	447,10
-35,5	20,10	20,45	642,39	10,05	15,79	710,16	1352,55	450,85
-36	20,40	20,34	639,00	10,20	16,02	726,18	1365,18	455,06
-36,5	20,40	20,27	636,74	10,20	16,02	742,20	1378,94	459,65
-37	20,40	20,22	635,23	10,20	16,02	758,22	1393,45	464,48
-37,5	20,40	20,20	634,48	10,20	16,02	774,25	1408,72	469,57
-38	20,40	20,18	634,10	10,20	16,02	790,27	1424,37	474,79
-38,5	20,10	20,18	634,10	10,05	15,79	806,05	1440,15	480,05
-39	19,80	20,23	635,61	9,90	15,55	821,61	1457,21	485,74
-39,5	19,20	20,30	637,87	9,60	15,08	836,68	1474,55	491,52
-40	19,80	20,40	640,88	9,90	15,55	852,24	1493,12	497,71
-40,5	20,40	20,52	644,65	10,20	16,02	868,26	1512,91	504,30
-41	20,40	20,66	649,18	10,20	16,02	884,28	1533,46	511,15
-41,5	20,40	20,81	653,70	10,20	16,02	900,30	1554,00	518,00
-42	20,40	20,95	658,23	10,20	16,02	916,32	1574,55	524,85
-42,5	20,40	21,12	663,50	10,20	16,02	932,35	1595,85	531,95
-43	21,60	21,31	669,54	10,80	16,96	949,31	1618,85	539,62
-43,5	22,20	21,46	674,06	11,10	17,44	966,75	1640,81	546,94
-44	22,80	21,56	677,45	11,40	17,91	984,65	1662,11	554,04

## BH-4 D1000 Kedalaman 44,5 – 60 m

Depth m	N Pakai	N Rata- Rata	Q Ujung	Cli	Rsi	ΣRsi	Q Ult.	Q all = Q Ult./SF
			t	t/m2	t	t	Qu + ΣRsi	SF Qu = 3
-44,5	23,40	21,68	681,22	11,70	18,38	1003,03	1684,25	561,42
-45	24,00	21,82	685,37	12,00	18,85	1021,88	1707,25	569,08
-45,5	24,00	21,96	689,89	12,00	18,85	1040,73	1730,62	576,87
-46	24,00	22,09	694,04	12,00	18,85	1059,58	1753,62	584,54
-46,5	24,00	22,21	697,81	12,00	18,85	1078,43	1776,24	592,08
-47	24,00	22,32	701,20	12,00	18,85	1097,28	1798,48	599,49
-47,5	23,40	22,46	705,73	11,70	18,38	1115,66	1821,39	607,13
-48	22,80	22,66	711,76	11,40	17,91	1133,57	1845,32	615,11
-48,5	23,40	22,87	718,55	11,70	18,38	1151,94	1870,49	623,50
-49	23,70	23,06	724,58	11,85	18,61	1170,56	1895,13	631,71
-49,5	24,00	23,26	730,61	12,00	18,85	1189,41	1920,02	640,01
-50	23,70	23,45	736,64	11,85	18,61	1208,02	1944,66	648,22
-50,5	23,40	23,64	742,67	11,70	18,38	1226,40	1969,07	656,36
-51	22,80	23,86	749,46	11,40	17,91	1244,31	1993,76	664,59
-51,5	23,40	24,05	755,49	11,70	18,38	1262,68	2018,17	672,72
-52	24,00	24,22	760,77	12,00	18,85	1281,53	2042,30	680,77
-52,5	25,20	24,30	763,41	12,60	19,79	1301,33	2064,73	688,24
-53	25,20	24,48	769,06	12,60	19,79	1321,12	2090,18	696,73
-53,5	25,20	24,58	772,08	12,60	19,79	1340,91	2112,99	704,33
-54	25,20	24,70	775,85	12,60	19,79	1360,70	2136,55	712,18
-54,5	25,20	24,84	780,37	12,60	19,79	1380,49	2160,87	720,29
-55	25,80	24,98	784,90	12,90	20,26	1400,76	2185,65	728,55
-55,5	26,40	25,13	789,42	13,20	20,73	1421,49	2210,91	736,97
-56	26,40	25,30	794,70	13,20	20,73	1442,23	2236,92	745,64
-56,5	26,40	25,40	797,96	13,20	20,73	1462,96	2260,93	753,64
-57	26,40	25,49	800,70	13,20	20,73	1483,70	2284,39	761,46
-57,5	26,40	25,57	803,25	13,20	20,73	1504,43	2307,68	769,23
-58	27,00	25,64	805,59	13,50	21,21	1525,64	2331,23	777,08
-58,5	27,60	25,74	808,65	13,80	21,68	1547,31	2355,96	785,32
-59	27,60	25,86	812,52	13,80	21,68	1568,99	2381,50	793,83
-59,5	27,60	26,03	817,86	13,80	21,68	1590,67	2408,53	802,84
-60	27,60	26,19	822,73	13,80	21,68	1612,34	2435,07	811,69

## BH-5 D1000 Kedalaman 16,5 – 29 m

		Pile Diameter	:	1	m			
		Luas Dasar Tiang	:	0,785398	m <sup>2</sup>			
		8D (Atas)	:	8	m			
		4D (Bawah)	:	4	m			
Depth m	N Pakai	N Rata- Rata	Q Ujung	Cli	Rsi	ΣRsi	Q Ult.	Q all = Q Ult./SF
			t	t/m <sup>2</sup>	t	t	Qu + ΣRsi	SF Qu = 3
-16,5	23,70	34,40	1080,71	11,85	18,61	18,61	1099,32	366,44
-17	24,00	35,16	1104,58	12,00	18,85	37,46	1142,05	380,68
-17,5	28,80	36,11	1134,40	14,40	22,62	60,08	1194,48	398,16
-18	34,80	37,10	1165,53	17,40	27,33	87,41	1252,95	417,65
-18,5	36,00	38,31	1203,47	18,00	28,27	115,69	1319,16	439,72
-19	38,40	39,51	1241,38	19,20	30,16	145,85	1387,23	462,41
-19,5	40,80	40,40	1269,20	20,40	32,04	177,89	1447,10	482,37
-20	41,40	41,03	1288,84	20,70	32,52	210,41	1499,25	499,75
-20,5	41,70	41,56	1305,61	20,85	32,75	243,16	1548,77	516,26
-21	42,00	42,02	1319,99	21,00	32,99	276,15	1596,14	532,05
-21,5	45,60	42,39	1331,87	22,80	35,81	311,96	1643,83	547,94
-22	48,00	42,71	1341,62	24,00	37,70	349,66	1691,28	563,76
-22,5	52,80	42,96	1349,54	26,40	41,47	391,13	1740,67	580,22
-23	55,20	43,13	1355,03	27,60	43,35	434,48	1789,51	596,50
-23,5	52,80	43,24	1358,40	26,40	41,47	475,95	1834,35	611,45
-24	50,40	43,33	1361,10	25,20	39,58	515,54	1876,63	625,54
-24,5	50,10	43,39	1363,20	25,05	39,35	554,88	1918,08	639,36
-25	49,80	44,22	1389,21	24,90	39,11	594,00	1983,21	661,07
-25,5	49,20	45,01	1414,09	24,60	38,64	632,64	2046,73	682,24
-26	48,60	45,59	1432,19	24,30	38,17	670,81	2103,00	701,00
-26,5	48,00	45,97	1444,25	24,00	37,70	708,51	2152,76	717,59
-27	46,80	46,36	1456,32	23,40	36,76	745,26	2201,58	733,86
-27,5	45,60	46,74	1468,38	22,80	35,81	781,08	2249,46	749,82
-28	45,30	46,93	1474,41	22,65	35,58	816,66	2291,07	763,69
-28,5	45,00	47,00	1476,67	22,50	35,34	852,00	2328,67	776,22
-29	44,40	46,92	1474,04	22,20	34,87	886,87	2360,91	786,97

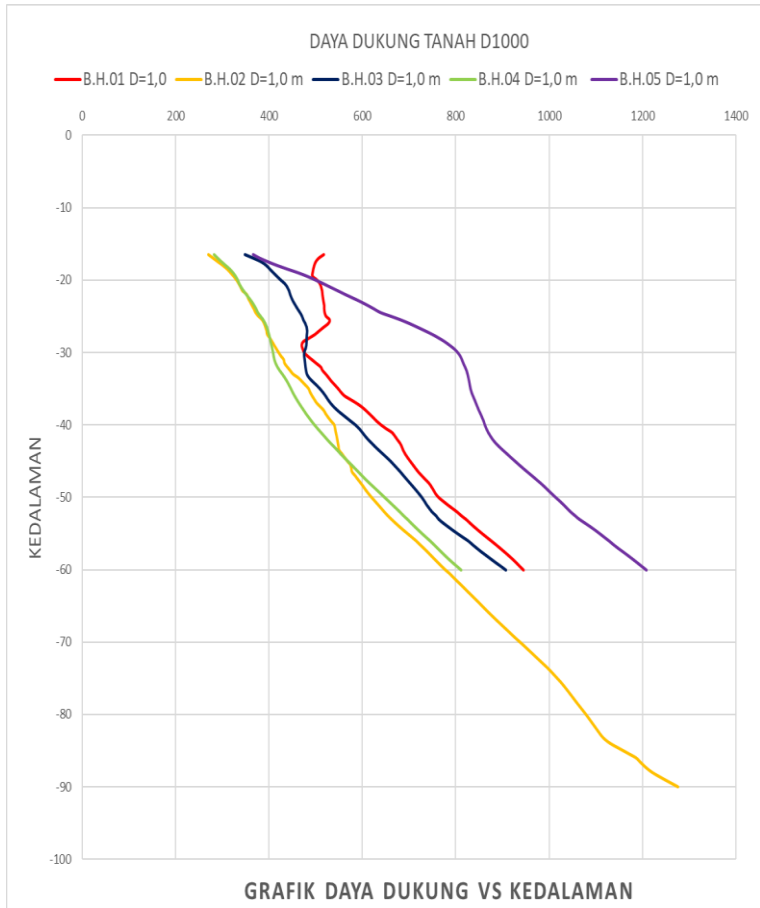
## BH-5 D1000 Kedalaman 29,5 – 44 m

Depth m	N Pakai	N Rata- Rata	Q Ujung	Cli	Rsi	ΣRsi	Q Ult.	Q all = Q Ult./SF
			t	t/m2	t	t	Qu + ΣRsi	SF Qu = 3
-29,5	43,80	46,78	1469,51	21,90	34,40	921,27	2390,78	796,93
-30	43,20	46,39	1457,45	21,60	33,93	955,20	2412,65	804,22
-30,5	44,40	45,82	1439,35	22,20	34,87	990,07	2429,43	809,81
-31	45,60	45,02	1414,47	22,80	35,81	1025,89	2440,36	813,45
-31,5	48,00	44,11	1385,82	24,00	37,70	1063,59	2449,41	816,47
-32	45,60	43,31	1360,56	22,80	35,81	1099,40	2459,96	819,99
-32,5	43,20	42,54	1336,43	21,60	33,93	1133,33	2469,76	823,25
-33	39,60	41,76	1311,93	19,80	31,10	1164,43	2476,36	825,45
-33,5	38,40	40,97	1287,05	19,20	30,16	1194,59	2481,64	827,21
-34	36,00	40,22	1263,67	18,00	28,27	1222,86	2486,54	828,85
-34,5	33,60	39,52	1241,43	16,80	26,39	1249,25	2490,69	830,23
-35	33,00	38,84	1220,32	16,50	25,92	1275,17	2495,49	831,83
-35,5	32,40	38,24	1201,47	16,20	25,45	1300,62	2502,09	834,03
-36	32,70	37,72	1184,88	16,35	25,68	1326,30	2511,18	837,06
-36,5	31,20	37,25	1170,18	15,60	24,50	1350,81	2520,99	840,33
-37	30,60	36,78	1155,48	15,30	24,03	1374,84	2530,32	843,44
-37,5	30,00	36,32	1141,15	15,00	23,56	1398,40	2539,55	846,52
-38	30,60	35,87	1126,83	15,30	24,03	1422,43	2549,26	849,75
-38,5	30,90	35,45	1113,63	15,45	24,27	1446,70	2560,34	853,45
-39	31,20	34,99	1099,31	15,60	24,50	1471,21	2570,51	856,84
-39,5	31,80	34,50	1083,85	15,90	24,98	1496,18	2580,03	860,01
-40	32,40	33,92	1065,75	16,20	25,45	1521,63	2587,38	862,46
-40,5	33,60	33,40	1049,17	16,80	26,39	1548,02	2597,19	865,73
-41	33,30	32,92	1034,09	16,65	26,15	1574,17	2608,26	869,42
-41,5	33,00	32,53	1022,02	16,50	25,92	1600,09	2622,11	874,04
-42	32,40	32,22	1012,22	16,20	25,45	1625,54	2637,76	879,25
-42,5	32,70	32,02	1005,81	16,35	25,68	1651,22	2657,03	885,68
-43	33,00	31,92	1002,80	16,50	25,92	1677,14	2679,94	893,31
-43,5	33,30	31,87	1001,29	16,65	26,15	1703,29	2704,58	901,53
-44	33,60	31,87	1001,29	16,80	26,39	1729,68	2730,97	910,32

### BH-5 D1000 Kedalaman 44,5 – 60 m

Depth m	N Pakai	N Rata- Rata	Q Ujung	Cli	Rsi	ΣRsi	Q Ult.	Q all = Q Ult./SF
			t	t/m2	t	t	Qu + ΣRsi	SF Qu = 3
-44,5	32,40	31,86	1000,91	16,20	25,45	1755,13	2756,04	918,68
-45	31,20	31,91	1002,42	15,60	24,50	1779,63	2782,05	927,35
-45,5	30,00	31,98	1004,68	15,00	23,56	1803,20	2807,88	935,96
-46	30,60	32,08	1007,70	15,30	24,03	1827,23	2834,93	944,98
-46,5	30,90	32,17	1010,71	15,45	24,27	1851,50	2862,21	954,07
-47	31,20	32,28	1014,11	15,60	24,50	1876,00	2890,11	963,37
-47,5	31,80	32,36	1016,75	15,90	24,98	1900,98	2917,72	972,57
-48	32,40	32,41	1018,25	16,20	25,45	1926,42	2944,68	981,56
-48,5	32,40	32,41	1018,25	16,20	25,45	1951,87	2970,12	990,04
-49	32,40	32,36	1016,75	16,20	25,45	1977,32	2994,06	998,02
-49,5	32,40	32,33	1015,61	16,20	25,45	2002,77	3018,38	1006,13
-50	32,40	32,30	1014,86	16,20	25,45	2028,21	3043,07	1014,36
-50,5	33,00	32,30	1014,86	16,50	25,92	2054,13	3068,99	1023,00
-51	33,60	32,24	1012,98	16,80	26,39	2080,52	3093,49	1031,16
-51,5	33,30	32,12	1009,21	16,65	26,15	2106,67	3115,88	1038,63
-52	33,00	32,04	1006,57	16,50	25,92	2132,59	3139,16	1046,39
-52,5	32,40	32,10	1008,45	16,20	25,45	2158,04	3166,49	1055,50
-53	32,40	32,18	1011,09	16,20	25,45	2183,49	3194,58	1064,86
-53,5	32,40	32,47	1020,14	16,20	25,45	2208,93	3229,07	1076,36
-54	32,40	32,76	1029,19	16,20	25,45	2234,38	3263,56	1087,85
-54,5	32,40	32,98	1035,97	16,20	25,45	2259,83	3295,80	1098,60
-55	31,20	33,18	1042,38	15,60	24,50	2284,33	3326,71	1108,90
-55,5	30,00	33,37	1048,41	15,00	23,56	2307,89	3356,30	1118,77
-56	31,20	33,54	1053,69	15,60	24,50	2332,40	3386,09	1128,70
-56,5	33,60	33,59	1055,18	16,80	26,39	2358,79	3413,97	1137,99
-57	36,00	33,64	1056,80	18,00	28,27	2387,06	3443,87	1147,96
-57,5	38,40	33,70	1058,57	19,20	30,16	2417,22	3475,79	1158,60
-58	37,20	33,76	1060,51	18,60	29,22	2446,44	3506,95	1168,98
-58,5	36,00	33,83	1062,64	18,00	28,27	2474,71	3537,35	1179,12
-59	36,00	33,87	1064,01	18,00	28,27	2502,99	3566,99	1189,00
-59,5	36,00	33,88	1064,48	18,00	28,27	2531,26	3595,74	1198,58
-60	36,00	33,92	1065,55	18,00	28,27	2559,53	3625,09	1208,36

## Grafik Daya Dukung Vs Kedalaman D1000





## LAMPIRAN 8

Perhitungan Secant Pile

## Tekanan Tanah Lateral *At Rest* Kondisi 1

Kedalaman (m)	Jenis Tanah	Aktif						Pasif						Akhir	Kspring	
		Cu (t/m <sup>2</sup> )	Ø (°)	Ko	γ' (t/m <sup>3</sup> )	Beban Luar (t/m)	σ' (t/m <sup>2</sup> )	P'o (t/m <sup>2</sup> )	Cu (t/m <sup>2</sup> )	Ø (°)	Ko	γ' (t/m <sup>3</sup> )	σ' (t/m <sup>2</sup> )			P'o (t/m <sup>2</sup> )
0,5	Clay And Silt Soft Consistency	3	0	0,95	0,775	2	2,39	2,27							2,27	4100
1,5		3,5	0	0,95	0,85	2	3,24	3,08							3,08	4600
2,5		5	0	0,95	1	2	4,24	4,03							4,03	4800
3,5		7	0	0,95	1,02	2	5,26	4,99							4,99	4800
4,5		5,7	0	0,95	0,94	2	6,20	5,89							5,89	4800
5,5	Silt and Clay Medium to Very Stiff Consistency	7,86	0	0,95	1,07	2	7,27	6,90	7,86	0	0,95	1,07	0,54	0,51	6,40	4800
6,5		8,21	0	0,95	1,093	2	8,36	7,94	8,21	0	0,95	1,093	1,63	1,55	6,40	4800
7,5		7,86	0	0,95	1,07	2	9,43	8,96	7,86	0	0,95	1,07	2,70	2,56	6,40	4800
8,5		10,67	0	0,95	0,92	2	10,35	9,83	10,67	0	0,95	0,92	3,62	3,44	6,40	4800
9,5		12,67	0	0,95	0,98	2	11,33	10,76	12,67	0	0,95	0,98	4,60	4,37	6,40	4800
10,5		12,67	0	0,95	0,98	2	12,31	11,69	12,67	0	0,95	0,98	5,58	5,30	6,40	4800
11,5		9,3	0	0,95	1,15	2	13,46	12,79	9,3	0	0,95	1,15	6,73	6,39	6,40	4800
12,5		8,57	0	0,95	1,11	2	14,57	13,84	8,57	0	0,95	1,11	7,84	7,45	6,40	4800
13,5		8,57	0	0,95	1,11	2	15,68	14,90	8,57	0	0,95	1,11	8,95	8,50	6,40	4800
14,5		7,86	0	0,95	1,07	2	16,75	15,91	7,86	0	0,95	1,07	10,02	9,52	6,40	4800
15,5	8,57	0	0,95	1,11	2	17,86	16,97	8,57	0	0,95	1,11	11,13	10,57	6,40	4800	
16,5	9,11	0	0,95	1,14	2	19,00	18,05	9,11	0	0,95	1,14	12,27	11,65	6,40	4800	
17,5	Clay and Silt Hard Consistency	13,33	0	0,95	1	2	20,00	19,00	13,33	0	0,95	1	13,27	12,60	6,40	4800
18,5		18	0	0,95	1,14	2	21,14	20,08	18	0	0,95	1,14	14,41	13,69	6,40	4800
19,5		20	0	0,95	1,2	2	22,34	21,22	20	0	0,95	1,2	15,61	14,83	6,40	4800
20,5		20	0	0,95	1,2	2	23,54	22,36	20	0	0,95	1,2	16,81	15,97	6,40	4800
21,5		20	0	0,95	1,2	2	24,74	23,50	20	0	0,95	1,2	18,01	17,11	6,40	4800
22,5		18,67	0	0,95	1,16	2	25,90	24,61	18,67	0	0,95	1,16	19,17	18,21	6,40	4800
23,5		17,67	0	0,95	1,13	2	27,03	25,68	17,67	0	0,95	1,13	20,30	19,28	6,40	4800
24,5		17,33	0	0,95	1,12	2	28,15	26,74	17,33	0	0,95	1,12	21,42	20,35	6,40	4800
25,5		10,67	0	0,95	0,92	2	29,07	27,62	10,67	0	0,95	0,92	22,34	21,22	6,40	4800
26,5		11,3	0	0,95	0,94	2	30,01	28,51	11,3	0	0,95	0,94	23,28	22,11	6,40	4800
27,5	Clay and Silt Stiff to Very Stiff Consistency	12,67	0	0,95	0,98	2	30,99	29,44	12,67	0	0,95	0,98	24,26	23,05	6,40	4800
28,5		12,67	0	0,95	0,98	2	31,97	30,37	12,67	0	0,95	0,98	25,24	23,98	6,40	4800
29,5		12,67	0	0,95	0,98	2	32,95	31,30	12,67	0	0,95	0,98	26,22	24,91	6,40	4800
30,5		12,67	0	0,95	0,98	2	33,93	32,23	12,67	0	0,95	0,98	27,20	25,84	6,40	4800
31,5		11,3	0	0,95	0,94	2	34,87	33,13	11,3	0	0,95	0,94	28,14	26,73	6,40	4800
32,5		13,33	0	0,95	1	2	35,87	34,08	13,33	0	0,95	1	29,14	27,68	6,40	4800
33,5		13,67	0	0,95	1,01	2	36,88	35,04	13,67	0	0,95	1,01	30,15	28,64	6,40	4800
34,5		13,17	0	0,95	0,99	2	37,87	35,98	13,17	0	0,95	0,99	31,14	29,58	6,40	4800
35,5		12	0	0,95	0,96	2	38,83	36,89	12	0	0,95	0,96	32,10	30,49	6,40	4800







## Tekanan Tanah Lateral *At Rest* Kondisi 2

Kedalaman (m)	Jenis Tanah	Aktif						Pasif					Akhir P'o (t/m2)		
		Cu (t/m2)	Ø (°)	Ko	γ (t/m3)	Beban Luar (t/m)	σ'v (t/m2)	P'o (t/m2)	Cu (t/m2)	Ø (°)	Ko	γ' (t/m3)		σ'v (t/m2)	P'o (t/m2)
0,5	Clay And Silt Soft Consistency	3	0		0,95	0,775	2	2,39	2,27						
1,5		3,5	0	0,95	0,85	2	3,24	3,08							3,08
2,5		5	0	0,95	1	2	4,24	4,03							4,03
3,5		7	0	0,95	1,02	2	5,26	4,99							4,99
4,5		5,7	0	0,95	0,94	2	6,20	5,89							5,89
5,5		7,86	0	0,95	1,07	2	7,27	6,90							6,90
6,5		8,21	0	0,95	1,093	2	8,36	7,94							7,94
7,5	7,86	0	0,95	1,07	2	9,43	8,96							8,96	
8,5	10,67	0	0,95	0,92	2	10,35	9,83	10,67	0	0,95	0,92	0,46	0,44	9,40	
9,5	12,67	0	0,95	0,98	2	11,33	10,76	12,67	0	0,95	0,98	1,44	1,37	9,40	
10,5	12,67	0	0,95	0,98	2	12,31	11,69	12,67	0	0,95	0,98	2,42	2,30	9,40	
11,5	9,3	0	0,95	1,15	2	13,46	12,79	9,3	0	0,95	1,15	3,57	3,39	9,40	
12,5	8,57	0	0,95	1,11	2	14,57	13,84	8,57	0	0,95	1,11	4,68	4,45	9,40	
13,5	8,57	0	0,95	1,11	2	15,68	14,90	8,57	0	0,95	1,11	5,79	5,50	9,40	
14,5	7,86	0	0,95	1,07	2	16,75	15,91	7,86	0	0,95	1,07	6,86	6,52	9,40	
15,5	8,57	0	0,95	1,11	2	17,86	16,97	8,57	0	0,95	1,11	7,97	7,57	9,40	
16,5	9,11	0	0,95	1,14	2	19,00	18,05	9,11	0	0,95	1,14	9,11	8,65	9,40	
17,5	13,33	0	0,95	1	2	20,00	19,00	13,33	0	0,95	1	10,11	9,60	9,40	
18,5	18	0	0,95	1,14	2	21,14	20,08	18	0	0,95	1,14	11,25	10,69	9,40	
19,5	20	0	0,95	1,2	2	22,34	21,22	20	0	0,95	1,2	12,45	11,83	9,40	
20,5	20	0	0,95	1,2	2	23,54	22,36	20	0	0,95	1,2	13,65	12,97	9,40	
21,5	20	0	0,95	1,2	2	24,74	23,50	20	0	0,95	1,2	14,85	14,11	9,40	
22,5	18,67	0	0,95	1,16	2	25,90	24,61	18,67	0	0,95	1,16	16,01	15,21	9,40	
23,5	17,67	0	0,95	1,13	2	27,03	25,68	17,67	0	0,95	1,13	17,14	16,28	9,40	
24,5	17,33	0	0,95	1,12	2	28,15	26,74	17,33	0	0,95	1,12	18,26	17,35	9,40	
25,5	10,67	0	0,95	0,92	2	29,07	27,62	10,67	0	0,95	0,92	19,18	18,22	9,40	
26,5	11,3	0	0,95	0,94	2	30,01	28,51	11,3	0	0,95	0,94	20,12	19,11	9,40	
27,5	12,67	0	0,95	0,98	2	30,99	29,44	12,67	0	0,95	0,98	21,1	20,05	9,40	
28,5	12,67	0	0,95	0,98	2	31,97	30,37	12,67	0	0,95	0,98	22,08	20,98	9,40	
29,5	12,67	0	0,95	0,98	2	32,95	31,30	12,67	0	0,95	0,98	23,06	21,91	9,40	
30,5	12,67	0	0,95	0,98	2	33,93	32,23	12,67	0	0,95	0,98	24,04	22,84	9,40	
31,5	11,3	0	0,95	0,94	2	34,87	33,13	11,3	0	0,95	0,94	24,98	23,73	9,40	
32,5	13,33	0	0,95	1	2	35,87	34,08	13,33	0	0,95	1	25,98	24,68	9,40	
33,5	13,67	0	0,95	1,01	2	36,88	35,04	13,67	0	0,95	1,01	26,99	25,64	9,40	
34,5	13,17	0	0,95	0,99	2	37,87	35,98	13,17	0	0,95	0,99	27,98	26,58	9,40	
35,5	12	0	0,95	0,96	2	38,83	36,89	12	0	0,95	0,96	28,94	27,49	9,40	









## Tekanan Tanah Lateral *At Rest* Kondisi 3

Kedalaman (m)	Jenis Tanah	Aktif							Pasif						Akhir (t/m <sup>2</sup> )	
		Cu (t/m <sup>2</sup> )	Ø (°)	Ko	γ' (t/m <sup>3</sup> )	Beban Luar (t/m)	σ' (t/m <sup>2</sup> )	P'o (t/m <sup>2</sup> )	Cu (t/m <sup>2</sup> )	Ø (°)	Ko	γ' (t/m <sup>3</sup> )	σ' (t/m <sup>2</sup> )	P'o (t/m <sup>2</sup> )		
0,5	Clay And Silt Soft Consistency	3	0	0,95	0,775	2	2,39	2,27								2,27
1,5		3,5	0	0,95	0,85	2	3,24	3,08								3,08
2,5		5	0	0,95	1	2	4,24	4,03								4,03
3,5		7	0	0,95	1,02	2	5,26	4,99								4,99
4,5		5,7	0	0,95	0,94	2	6,20	5,89								5,89
5,5		7,86	0	0,95	1,07	2	7,27	6,90								6,90
6,5		8,21	0	0,95	1,093	2	8,36	7,94								7,94
7,5		7,86	0	0,95	1,07	2	9,43	8,96								8,96
8,5		10,67	0	0,95	0,92	2	10,35	9,83								9,83
9,5		12,67	0	0,95	0,98	2	11,33	10,76								10,76
10,5	Silt and Clay Medium to Very Stiff Consistency	12,67	0	0,95	0,98	2	12,31	11,69								11,69
11,5		9,3	0	0,95	1,15	2	13,46	12,79	9,3	0	0,95	1,15	0,58	0,55		12,24
12,5		8,57	0	0,95	1,11	2	14,57	13,84	8,57	0	0,95	1,11	1,69	1,60		12,24
13,5		8,57	0	0,95	1,11	2	15,68	14,90	8,57	0	0,95	1,11	2,80	2,66		12,24
14,5		7,86	0	0,95	1,07	2	16,75	15,91	7,86	0	0,95	1,07	3,87	3,67		12,24
15,5		8,57	0	0,95	1,11	2	17,86	16,97	8,57	0	0,95	1,11	4,98	4,73		12,24
16,5		9,11	0	0,95	1,14	2	19,00	18,05	9,11	0	0,95	1,14	6,12	5,81		12,24
17,5		13,33	0	0,95	1	2	20,00	19,00	13,33	0	0,95	1	7,12	6,76		12,24
18,5		18	0	0,95	1,14	2	21,14	20,08	18	0	0,95	1,14	8,26	7,84		12,24
19,5		20	0	0,95	1,2	2	22,34	21,22	20	0	0,95	1,2	9,46	8,98		12,24
20,5	Clay and Silt Stiff to Very Stiff Consistency	20	0	0,95	1,2	2	23,54	22,36	20	0	0,95	1,2	10,66	10,12		12,24
21,5		20	0	0,95	1,2	2	24,74	23,50	20	0	0,95	1,2	11,86	11,26		12,24
22,5		18,67	0	0,95	1,16	2	25,90	24,61	18,67	0	0,95	1,16	13,02	12,36		12,24
23,5		17,67	0	0,95	1,13	2	27,03	25,68	17,67	0	0,95	1,13	14,15	13,44		12,24
24,5		17,33	0	0,95	1,12	2	28,15	26,74	17,33	0	0,95	1,12	15,27	14,50		12,24
25,5		10,67	0	0,95	0,92	2	29,07	27,62	10,67	0	0,95	0,92	16,19	15,38		12,24
26,5		11,3	0	0,95	0,94	2	30,01	28,51	11,3	0	0,95	0,94	17,13	16,27		12,24
27,5		12,67	0	0,95	0,98	2	30,99	29,44	12,67	0	0,95	0,98	18,11	17,20		12,24
28,5		12,67	0	0,95	0,98	2	31,97	30,37	12,67	0	0,95	0,98	19,09	18,13		12,24
29,5		12,67	0	0,95	0,98	2	32,95	31,30	12,67	0	0,95	0,98	20,07	19,06		12,24
30,5	12,67	0	0,95	0,98	2	33,93	32,23	12,67	0	0,95	0,98	21,05	19,99		12,24	
31,5	11,3	0	0,95	0,94	2	34,87	33,13	11,3	0	0,95	0,94	21,99	20,89		12,24	
32,5	13,33	0	0,95	1	2	35,87	34,08	13,33	0	0,95	1	22,985	21,84		12,24	
33,5	13,67	0	0,95	1,01	2	36,88	35,04	13,67	0	0,95	1,01	23,995	22,80		12,24	
34,5	13,17	0	0,95	0,99	2	37,87	35,98	13,17	0	0,95	0,99	24,985	23,74		12,24	
35,5	12	0	0,95	0,96	2	38,83	36,89	12	0	0,95	0,96	25,945	24,65		12,24	







## Tekanan Tanah Lateral *At Rest* Kondisi 4

Kedalaman (m)	Jenis Tanah	Aktif						Pasif						Akhir P'o (t/m <sup>2</sup> )	
		Cu (t/m <sup>2</sup> )	Ø (°)	Ko	γ (t/m <sup>3</sup> )	Beban Luar (t/m)	σ'v (t/m <sup>2</sup> )	P'o (t/m <sup>2</sup> )	Cu (t/m <sup>2</sup> )	Ø (°)	Ko	γ' (t/m <sup>3</sup> )	σ'v (t/m <sup>2</sup> )		P'o (t/m <sup>2</sup> )
0,5	Clay And Silt Soft Consistency	3	0		0,95	0,775	2	2,39	2,27						
1,5		3,5	0	0,95	0,85	2	3,24	3,08							3,08
2,5		5	0	0,95	1	2	4,24	4,03							4,03
3,5		7	0	0,95	1,02	2	5,26	4,99							4,99
4,5		5,7	0	0,95	0,94	2	6,20	5,89							5,89
5,5		7,86	0	0,95	1,07	2	7,27	6,90							6,90
6,5	Silt and Clay Medium to Very Stiff Consistency	8,21	0	0,95	1,093	2	8,36	7,94							7,94
7,5		7,86	0	0,95	1,07	2	9,43	8,96							8,96
8,5		10,67	0	0,95	0,92	2	10,35	9,83							9,83
9,5		12,67	0	0,95	0,98	2	11,33	10,76							10,76
10,5		12,67	0	0,95	0,98	2	12,31	11,69							11,69
11,5		9,3	0	0,95	1,15	2	13,46	12,79							12,79
12,5		8,57	0	0,95	1,11	2	14,57	13,84							13,84
13,5		8,57	0	0,95	1,11	2	15,68	14,90							14,90
14,5		7,86	0	0,95	1,07	2	16,75	15,91	7,86	0	0,95	1,07	0,54	0,51	15,40
15,5		8,57	0	0,95	1,11	2	17,86	16,97	8,57	0	0,95	1,11	1,65	1,56	15,40
16,5	9,11	0	0,95	1,14	2	19,00	18,05	9,11	0	0,95	1,14	2,79	2,65	15,40	
17,5	Clay and Silt Hard Consistency	13,33	0	0,95	1	2	20,00	19,00	13,33	0	0,95	1	3,79	3,60	15,40
18,5		18	0	0,95	1,14	2	21,14	20,08	18	0	0,95	1,14	4,93	4,68	15,40
19,5		20	0	0,95	1,2	2	22,34	21,22	20	0	0,95	1,2	6,13	5,82	15,40
20,5		20	0	0,95	1,2	2	23,54	22,36	20	0	0,95	1,2	7,33	6,96	15,40
21,5		20	0	0,95	1,2	2	24,74	23,50	20	0	0,95	1,2	8,53	8,10	15,40
22,5		18,67	0	0,95	1,16	2	25,90	24,61	18,67	0	0,95	1,16	9,69	9,20	15,40
23,5		17,67	0	0,95	1,13	2	27,03	25,68	17,67	0	0,95	1,13	10,82	10,27	15,40
24,5		17,33	0	0,95	1,12	2	28,15	26,74	17,33	0	0,95	1,12	11,94	11,34	15,40
25,5		10,67	0	0,95	0,92	2	29,07	27,62	10,67	0	0,95	0,92	12,86	12,21	15,40
26,5		11,3	0	0,95	0,94	2	30,01	28,51	11,3	0	0,95	0,94	13,80	13,11	15,40
27,5	Clay and Silt Stiff to Very Stiff Consistency	12,67	0	0,95	0,98	2	30,99	29,44	12,67	0	0,95	0,98	14,78	14,04	15,40
28,5		12,67	0	0,95	0,98	2	31,97	30,37	12,67	0	0,95	0,98	15,76	14,97	15,40
29,5		12,67	0	0,95	0,98	2	32,95	31,30	12,67	0	0,95	0,98	16,74	15,90	15,40
30,5		12,67	0	0,95	0,98	2	33,93	32,23	12,67	0	0,95	0,98	17,72	16,83	15,40
31,5		11,3	0	0,95	0,94	2	34,87	33,13	11,3	0	0,95	0,94	18,66	17,72	15,40
32,5		13,33	0	0,95	1	2	35,87	34,08	13,33	0	0,95	1	19,66	18,67	15,40
33,5		13,67	0	0,95	1,01	2	36,88	35,04	13,67	0	0,95	1,01	20,67	19,63	15,40
34,5		13,17	0	0,95	0,99	2	37,87	35,98	13,17	0	0,95	0,99	21,66	20,57	15,40
35,5		12	0	0,95	0,96	2	38,83	36,89	12	0	0,95	0,96	22,62	21,48	15,40







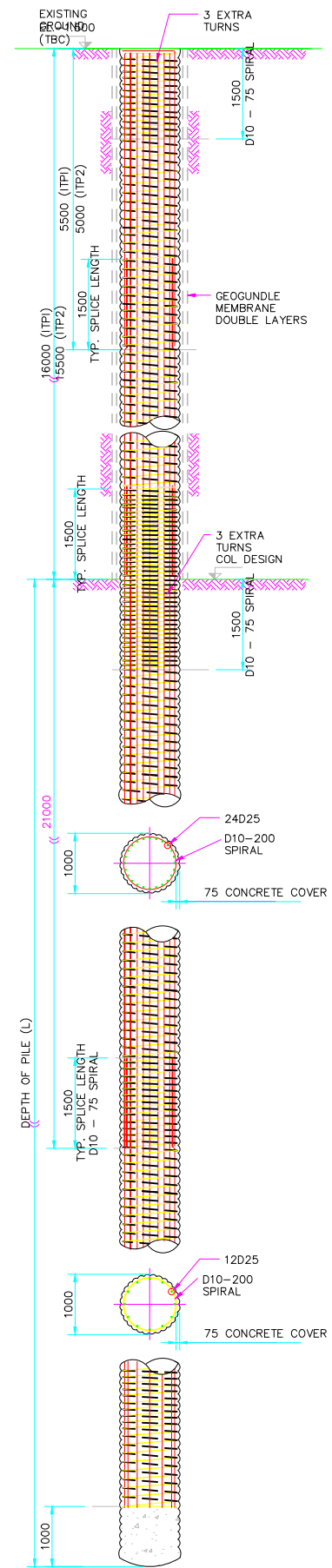
## Tekanan Tanah Aktif dan Pasif Kondisi 4 Iterasi 2

Kedalaman (m)	Jenis Tanah	Aktif							Pasif							Akhir P'o (m)	Xo (m)	Kspring (t/m3)	P'hi Aktif (t/m2)	P'hi Pasif (t/m2)	oh min (t/m2)	oh min pakai (t/m2)	oh max (t/m2)	P'hi Aktif Final (t/m2)	P'ha > oh min	P'hi Pasif Final (t/m2)	P'hp < oh max	P'h Input (t/m2)
		Cu (t/m2)	Ø ( <sup>o</sup> )	Ko	Y' (t/m3)	Beban Luar (t/m)	σ'v (t/m2)	P'o (t/m2)	Ka	Cu (t/m2)	Ø ( <sup>o</sup> )	Ko	Y' (t/m3)	σ'v (t/m2)	P'o (t/m2)													
0.5	Clay And Silt Soft Consistency	3	0	0.95	0.775	2	2.39	2.27	1							2.27	0.0001	4100	1.86	-	-3.61	0	-	1.86	ok	-	-	1.86
1.5		3.5	0	0.95	0.85	2	3.24	3.08	1							3.08	0.00027	4600	1.83	-	-3.76	0	-	1.83	ok	-	-	1.83
2.5		5	0	0.95	1	2	4.24	4.03	1							4.03	0.00038	4800	2.20	-	-5.76	0	-	2.20	ok	-	-	2.20
3.5		7	0	0.95	1.02	2	5.26	4.99	1							4.99	0.00044	4800	2.88	-	-8.74	0	-	2.88	ok	-	-	2.88
4.5		5.7	0	0.95	0.94	2	6.20	5.89	1							5.89	0.00051	4800	3.44	-	-5.20	0	-	3.44	ok	-	-	3.44
5.5	7.86	0	0.95	1.07	2	7.27	6.90	1							6.90	0.00075	4800	3.30	-	-8.45	0	-	3.30	ok	-	-	3.30	
6.5	8.21	0	0.95	1.093	2	8.36	7.94	1							7.94	0.0012	4800	2.18	-	-8.06	0	-	2.18	ok	-	-	2.18	
7.5	7.86	0	0.95	1.07	2	9.43	8.96	1							8.96	0.00158	4800	1.37	-	-6.29	0	-	1.37	ok	-	-	1.37	
8.5	10.67	0	0.95	0.92	2	10.35	9.83	1							9.83	0.00172	4800	1.58	-	-10.99	0	-	1.58	ok	-	-	1.58	
9.5	12.67	0	0.95	0.98	2	11.33	10.76	1							10.76	0.00165	4800	2.84	-	-14.01	0	-	2.84	ok	-	-	2.84	
10.5	12.67	0	0.95	0.98	2	12.31	11.69	1							11.69	0.0016	4800	4.01	-	-13.03	0	-	4.01	ok	-	-	4.01	
11.5	9.3	0	0.95	1.15	2	13.46	12.79	1							12.79	0.0019	4800	3.67	-	-5.14	0	-	3.67	ok	-	-	3.67	
12.5	8.57	0	0.95	1.11	2	14.57	13.84	1							13.84	0.00255	4800	1.60	-	-2.57	0	-	1.60	ok	-	-	1.60	
13.5	8.57	0	0.95	1.11	2	15.68	14.90	1							14.90	0.00301	4800	0.45	-	-1.46	0	-	0.45	ok	-	-	0.45	
14.5	7.86	0	0.95	1.07	2	16.75	15.91	1	7.86	0	0.95	1.07	0.535	0.50825	1	15.40	0.00296	4800	1.70	14.72	1.03	1.03	16.26	1.70	ok	14.72	ok	-13.01
15.5	8.57	0	0.95	1.11	2	17.86	16.97	1	8.57	0	0.95	1.11	1.645	1.56275	1	15.40	0.00224	4800	6.22	12.31	0.72	0.72	18.79	6.22	ok	12.31	ok	-6.10
16.5	9.11	0	0.95	1.14	2	19.00	18.05	1	9.11	0	0.95	1.14	2.785	2.64575	1	15.40	0.00144	4800	11.14	9.56	0.78	0.78	21.01	11.14	ok	9.56	ok	1.58
17.5	13.33	0	0.95	1	2	20.00	19.00	1	13.33	0	0.95	1	3.785	3.59575	1	15.40	0.00035	4800	17.32	5.28	-6.66	0	30.45	17.32	ok	5.28	ok	12.04
18.5	18	0	0.95	1.14	2	21.14	20.08	1	18	0	0.95	1.14	4.925	4.67875	1	15.40	0.00044	4800	17.97	6.79	-14.86	0	40.93	17.97	ok	6.79	ok	11.18
19.5	20	0	0.95	1.2	2	22.34	21.22	1	20	0	0.95	1.2	6.125	5.81875	1	15.40	0.00216	4800	10.86	16.19	-17.66	0	46.13	10.86	ok	16.19	ok	-5.33
20.5	20	0	0.95	1.2	2	23.54	22.36	1	20	0	0.95	1.2	7.325	6.95875	1	15.40	0.00412	4800	2.59	26.73	-16.46	0	47.33	2.59	ok	26.73	ok	-24.15
21.5	20	0	0.95	1.2	2	24.74	23.50	1	20	0	0.95	1.2	8.525	8.09875	1	15.40	0.00539	4800	-2.37	33.97	-15.26	0	48.53	-2.37	ok	33.97	ok	-36.34
22.5	18.67	0	0.95	1.16	2	25.90	24.61	1	18.67	0	0.95	1.16	9.685	9.20075	1	15.40	0.00569	4800	-2.71	36.51	-11.44	0	47.03	-2.71	ok	36.51	ok	-39.22
23.5	17.67	0	0.95	1.13	2	27.03	25.68	1	17.67	0	0.95	1.13	10.815	10.2743	1	15.40	0.00568	4800	-1.59	37.54	-8.31	0	46.16	-1.59	ok	37.54	ok	-39.12
24.5	17.33	0	0.95	1.12	2	28.15	26.74	1	17.33	0	0.95	1.12	11.935	11.3383	1	15.40	0.00544	4800	0.63	37.45	-6.51	0	46.60	0.63	ok	37.45	ok	-36.82
25.5	10.67	0	0.95	0.92	2	29.07	27.62	1	10.67	0	0.95	0.92	12.855	12.2123	1	15.40	0.00503	4800	3.47	36.36	7.73	7.73	34.20	3.47	not	36.36	not	-26.46
26.5	11.3	0	0.95	0.94	2	30.01	28.51	1	11.3	0	0.95	0.94	13.795	13.1053	1	15.40	0.00451	4800	6.86	34.75	7.41	7.41	34.40	6.86	not	34.75	ok	-27.34
27.5	12.67	0	0.95	0.98	2	30.99	29.44	1	12.67	0	0.95	0.98	14.775	14.0363	1	15.40	0.00386	4800	10.91	32.56	5.65	5.65	40.12	10.91	ok	32.56	ok	-21.65
28.5	12.67	0	0.95	0.98	2	31.97	30.37	1	12.67	0	0.95	0.98	15.755	14.9673	1	15.40	0.00261	4800	17.84	27.50	6.63	6.63	41.10	17.84	ok	27.50	ok	-9.65
29.5	12.67	0	0.95	0.98	2	32.95	31.30	1	12.67	0	0.95	0.98	16.735	15.9883	1	15.40	0.00141	4800	24.53	22.67	7.61	7.61	42.08	24.53	ok	22.67	ok	1.87
30.5	12.67	0	0.95	0.98	2	33.93	32.23	1	12.67	0	0.95	0.98	17.715	16.8293	1	15.40	0.0004	4800	30.31	18.75	8.59	8.59	43.06	30.31	ok	18.75	ok	11.56
31.5	11.3	0	0.95	0.94	2	34.87	33.13	1	11.3	0	0.95	0.94	18.655	17.7223	1	15.40	0.00019	4800	32.21	18.63	12.27	12.27	41.26	32.21	ok	18.63	ok	13.58
32.5	13.33	0	0.95	1	2	35.87	34.08	1	13.33	0	0.95	1	19.655	18.6723	1	15.40	0.00065	4800	30.96	21.79	9.21	9.21	46.32	30.96	ok	21.79	ok	9.16
33.5	13.67	0	0.95	1.01	2	36.88	35.04	1	13.67	0	0.95	1.01	20.665	19.6318	1	15.40	0.00045	4800	32.88	21.79	9.54	9.54	48.01	32.88	ok	21.79	ok	11.08
34.5	13.17	0	0.95	0.99	2	37.87	35.98	1	13.17	0	0.95	0.99	21.655	20.5723	1	15.40	0.00018	4800	35.11	21.44	11.53	11.53	48.00	35.11	ok	21.44	ok	13.68
35.5	12	0	0.95	0.96	2	38.83	36.89	1	12	0	0.95	0.96	22.615	21.4843	1	15.40		4800	36.89		14.83	14.83	46.62	36.89	ok		ok	

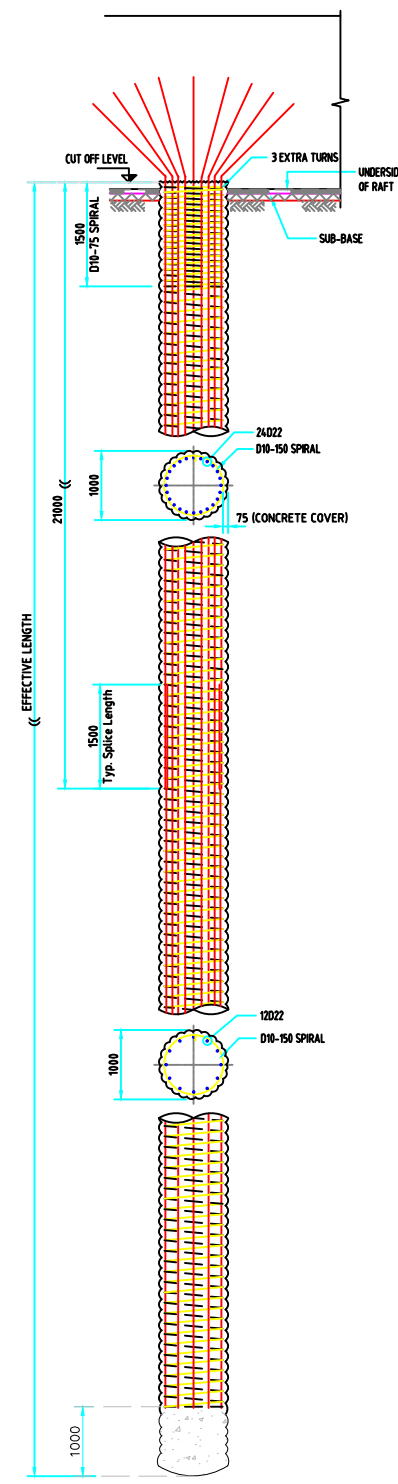
## LAMPIRAN 9

Gambar Kondisi Eksisting  
dan

Gambar Alternatif Perencanaan



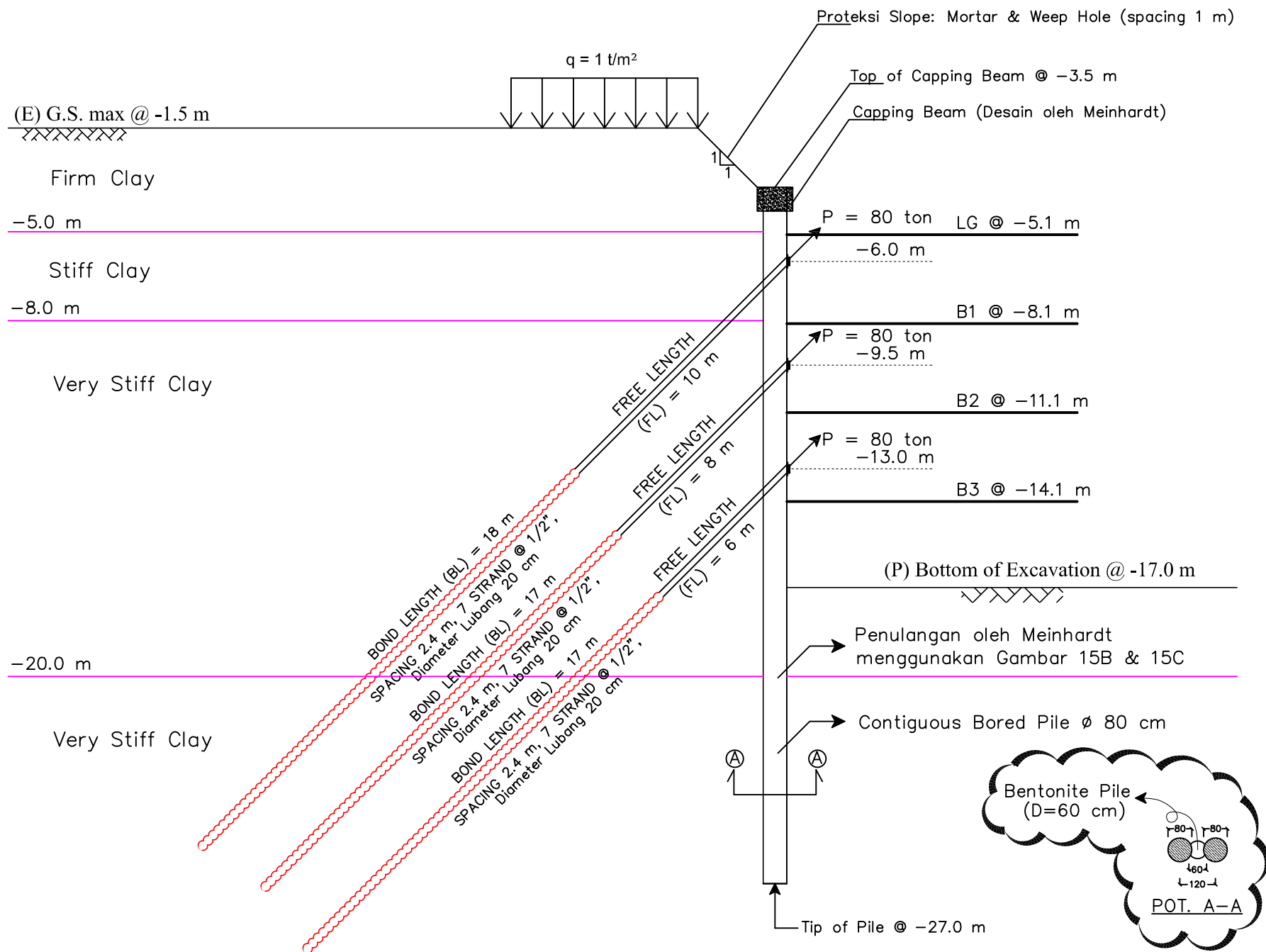
**ITP1 AND ITP2 TEST PILE DETAIL**  
SCALE 1:50



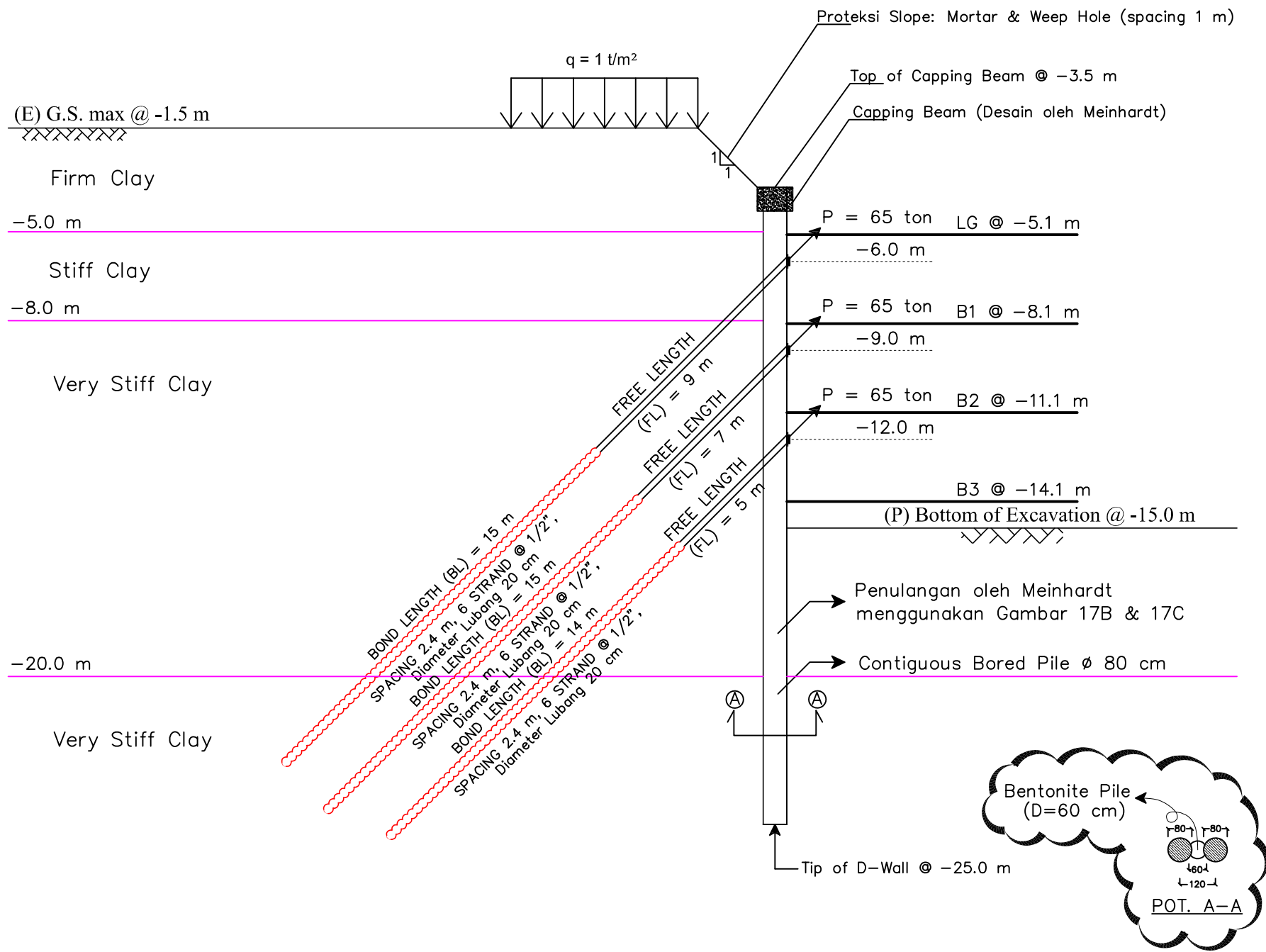
**TYPICAL WORKING BORED PILE DETAIL**  
SCALE 1:50

**NOTES**  
UNLESS NOTED OTHERWISE (U.N.O.) SHOWN THUS ON PLAN, ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS (STRUCTURAL SURFACE LEVEL) IS MINUS 50 BELOW FINISH FLOOR  
MECHANICAL CHARACTERISTIC CONCRETE STRENGTH AND SLAB :  
f<sub>c</sub> = 35 MPa CAP AND RAFT :  
f<sub>c</sub> = 45 MPa ONLY FOR THIS DRAWING  
REINFORCEMENT BAR : f<sub>y</sub> = 600 MPa  
COLUMN AND WALL REFER TO DRAWING COLUMN AND WALL PLAN

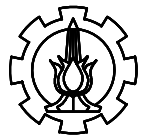
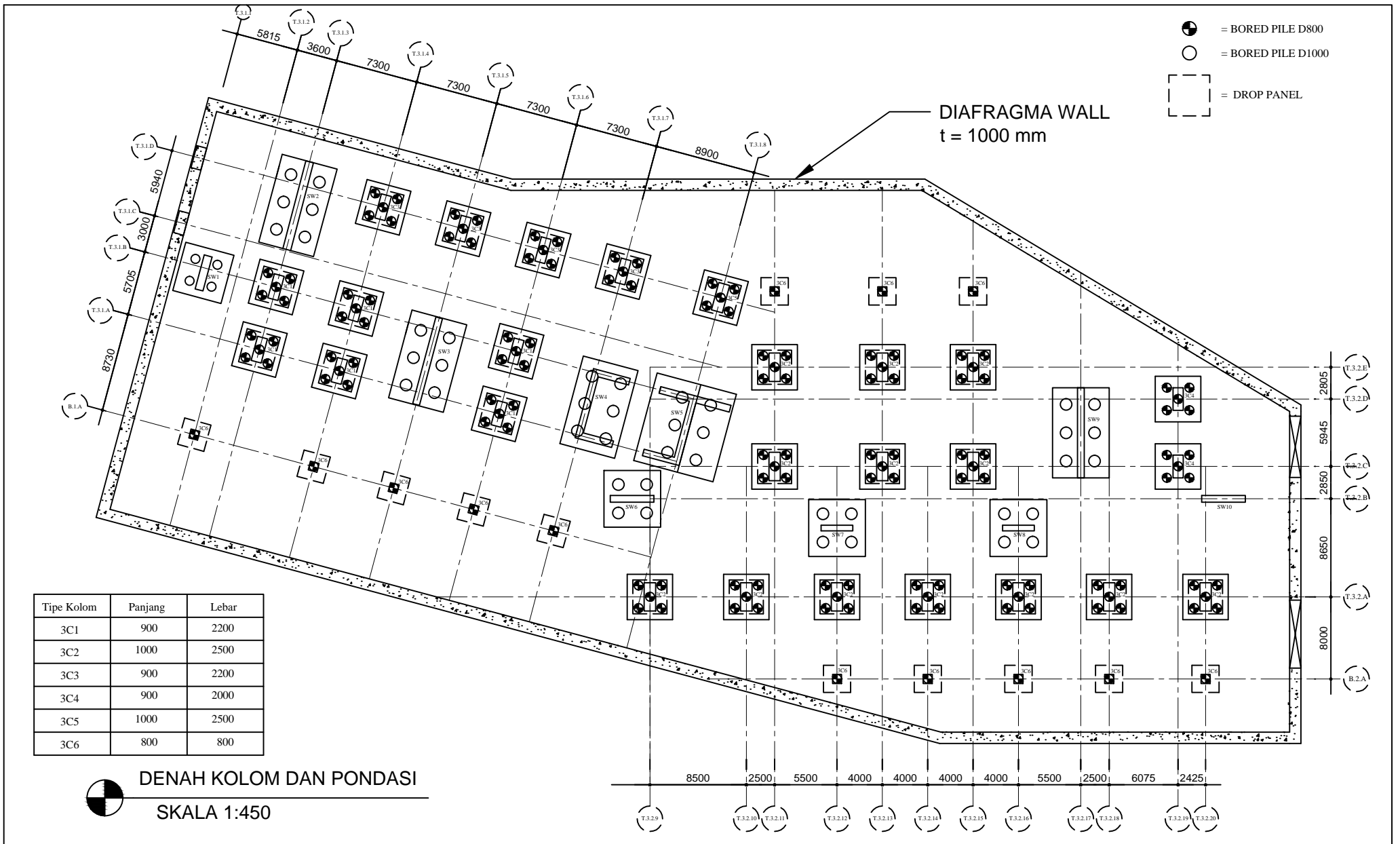
<b>NAMA PROYEK :</b>	
<b>GRAND SUNKONO LAGOON TOWER 3, 4, 5</b>	
<b>LOKASI :</b>	
JL. ABDUL WAHAB SIAMIN No. 9 - SURABAYA	
<b>DISETUJUI OLEH TIM AHLI BANGUNAN GEDUNG</b>	
Ir. Hari Sunarko, IAI	
Ir. Sutan Hasian Siregar, MT	
Ir. M.I Aditjpto, M.Arch.	
Ir. Mudji Irawan, M.S	
Ir. Gatot Budi Rianto, MBA	
<b>PENANGGUNG JAWAB</b>	
Arga Sandhi Mirfaqa, S.T, AU (HAKI)	
SKA : 1.2.201.1.1.025.09.1088313 Perencana Struktur	
----- Pengawas/Pelaksana	
----- Pemilik	
BANGUNAN AKAN DILAKSANAKAN SESUAI GAMBAR	
PT. PP PROPERTI Tbk. Pemilik	
<b>JUDUL GAMBAR</b>	<b>SKALA</b>
PODIUM PILLING DETAILS	1 : 50
<b>KODE GAMBAR :</b>	
<b>S.1-P-002</b>	
<b>NO LEMBAR :</b>	<b>JUMLAH LEMBAR :</b>
-	-



Gambar 15E: Skematik Contiguous Bored Pile Tipe 1 (H = 13.5 m)



Gambar 17E: Skematik Contiguous Bored Pile Tipe 2 (H = 11.5 m)



FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA  
PROGRAM STUDI S1 LINTAS JALUR

Judul Gambar

No. Gbr

Jml. Gbr

Dosen Pembimbing

Nama & NRP Mahasiswa

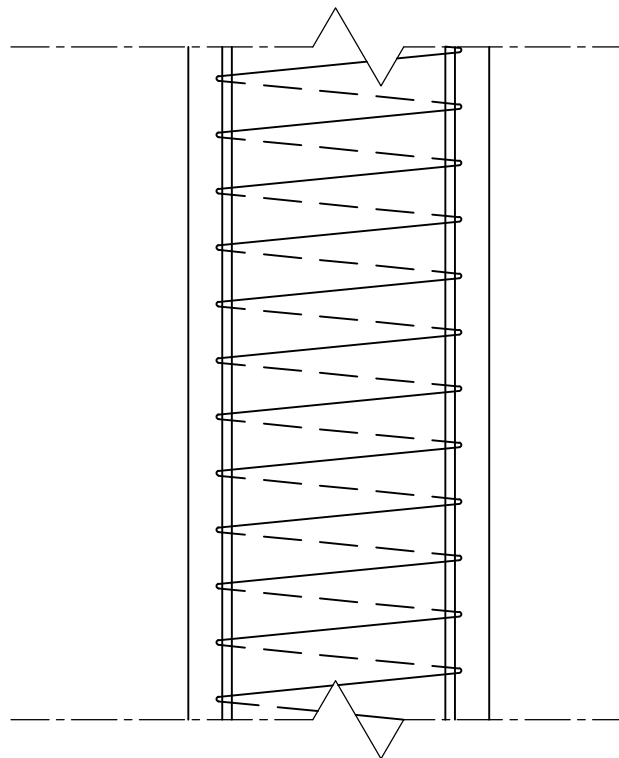
Denah Kolom dan Pondasi

1

7

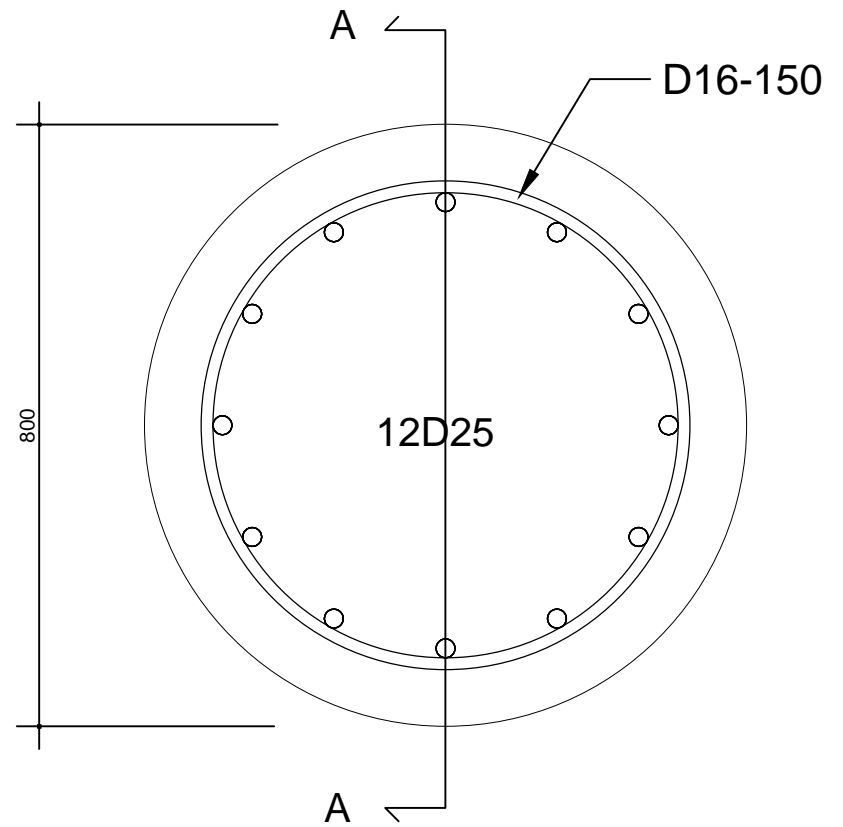
Pembimbing 1:  
Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar  
Pembimbing 2:  
Dr. Yudhi Lastiasih S.T., M.T.

Kresnadi Wicaksono Djuwari  
0311174500006



POTONGAN A-A

SKALA 1:10



DETAIL BORE PILE

SKALA 1:10



FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA  
 PROGRAM STUDI S1 LINTAS JALUR

Judul Gambar

No. Gbr

Jml. Gbr

Dosen Pembimbing

Nama & NRP Mahasiswa

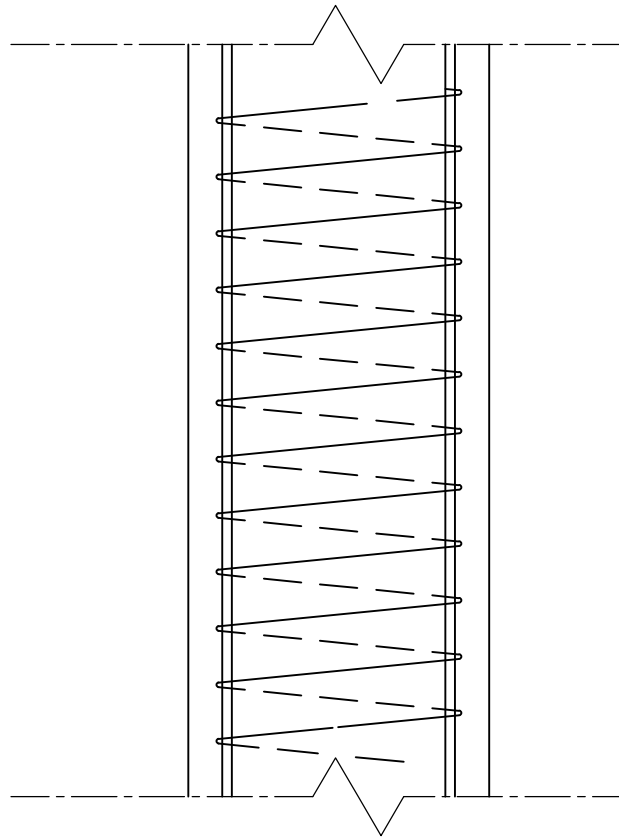
Bored Pile d = 800

2

7

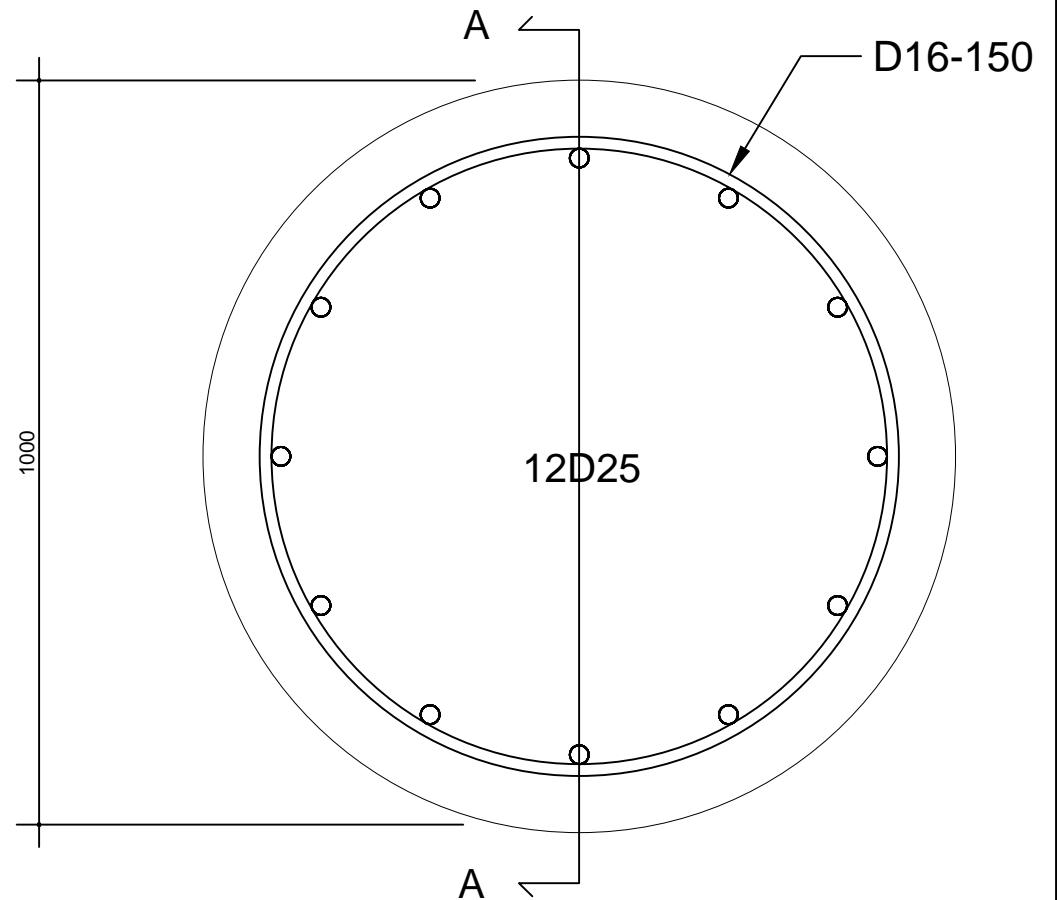
Pembimbing 1:  
 Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar  
 Pembimbing 2:  
 Dr. Yudhi Lastiasih S.T., M.T.

Kresnadi Wicaksono Djuwari  
 0311174500006



POTONGAN A-A

SKALA 1:10



DETAIL BORE PILE

SKALA 1:10



FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN  
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA  
 PROGRAM STUDI S1 LINTAS JALUR

Judul Gambar

Bored Pile D1000

No. Gbr

3

Jml. Gbr

7

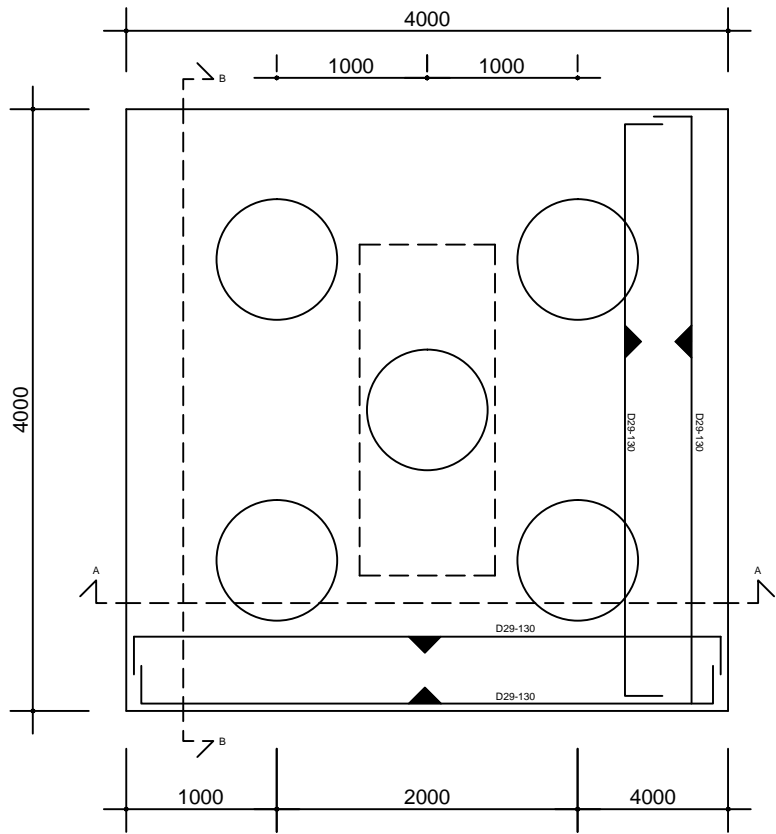
Dosen Pembimbing

Pembimbing 1:  
 Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar  
 Pembimbing 2:  
 Dr. Yudhi Lastiasih S.T., M.T.

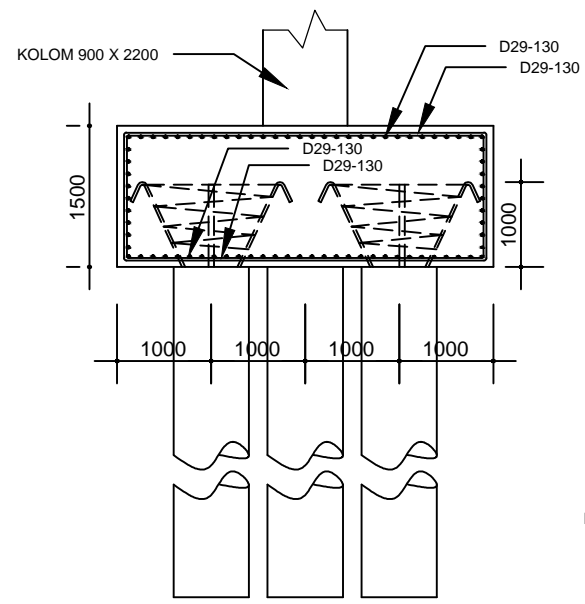
Nama & NRP Mahasiswa

Kresnadi Wicaksono Djuwari  
 0311174500006

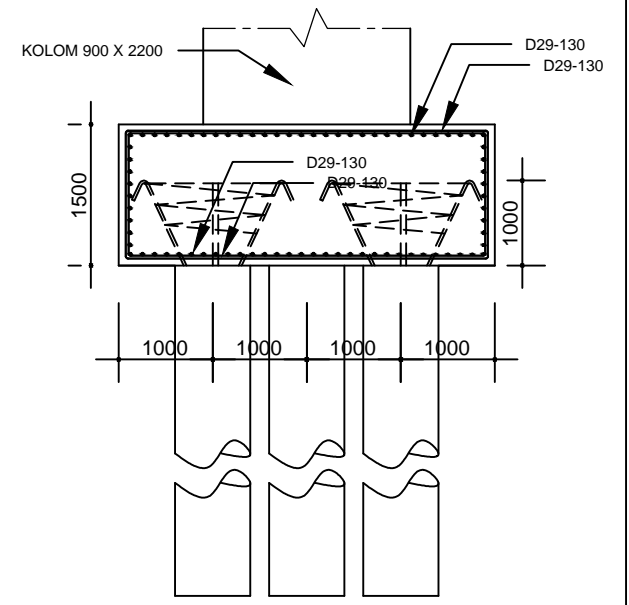




 DETAIL PENULANGAN PILECAP KOLOM  
SKALA 1 : 50



 POTONGAN A-A  
SKALA 1 : 80

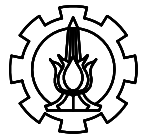
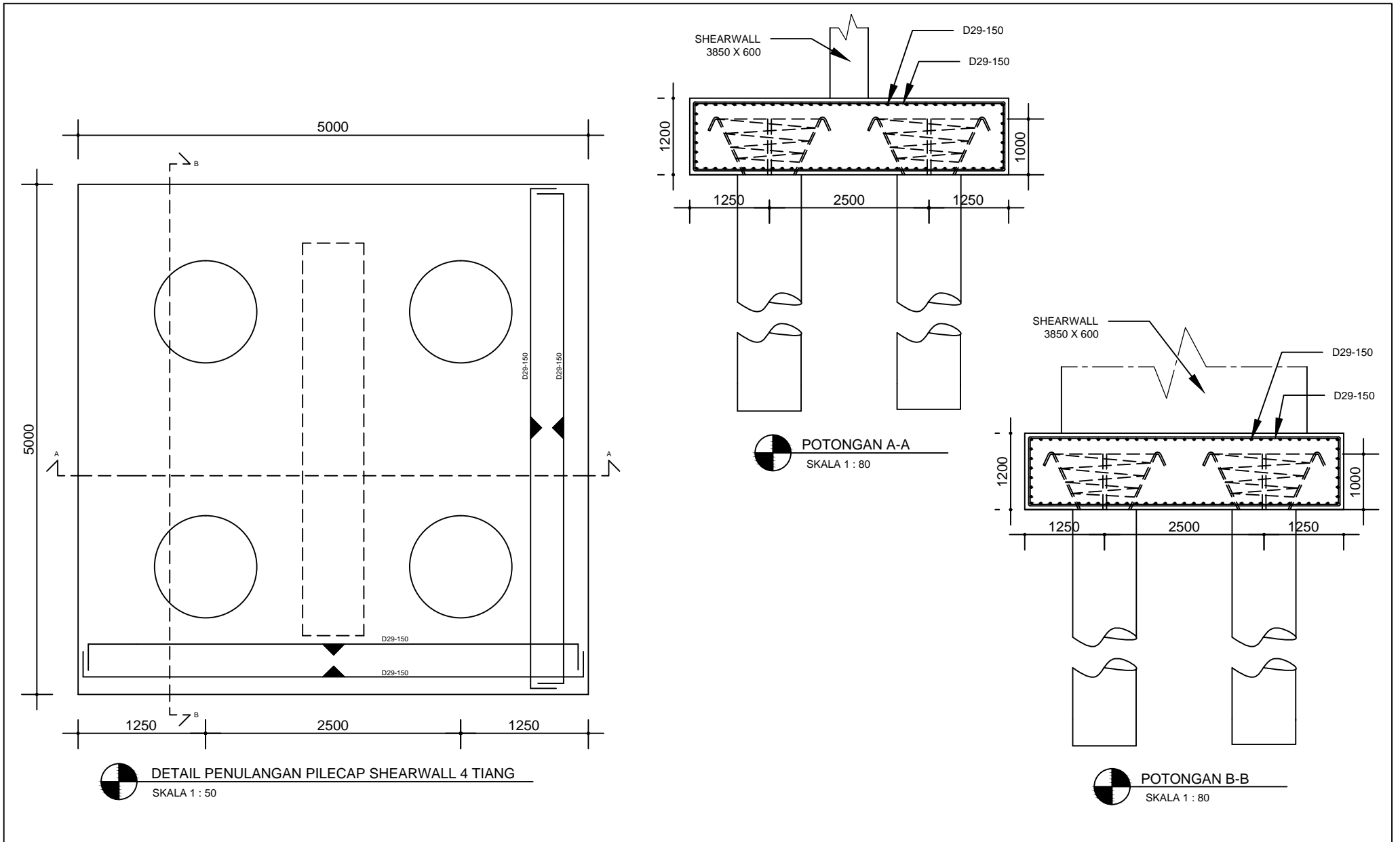


 POTONGAN B-B  
SKALA 1 : 80



FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA  
PROGRAM STUDI S1 LINTAS JALUR

Judul Gambar	No. Gbr	Jml. Gbr	Dosen Pembimbing	Nama & NRP Mahasiswa
Detail Penulangan Pile Cap Kolom	4	7	Pembimbing 1: Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar  Pembimbing 2: Dr. Yudhi Lastiasih S.T., M.T.	Kresnadi Wicaksono Djuwari 0311174500006



FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA  
PROGRAM STUDI S1 LINTAS JALUR

Judul Gambar

No. Gbr

Jml. Gbr

Dosen Pembimbing

Nama & NRP Mahasiswa

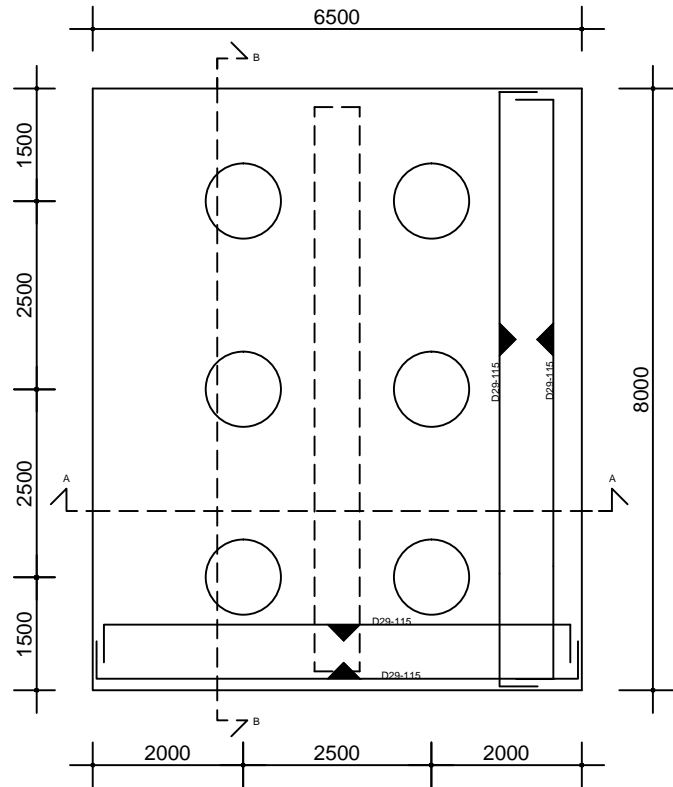
Detail Penulangan Pile Cap  
Shearwall 4 Tiang

5

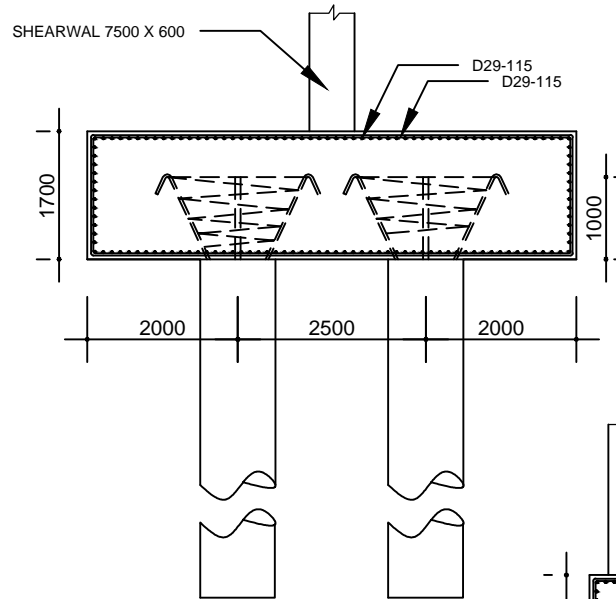
7


Pembimbing 1:  
Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar  
Pembimbing 2:  
Dr. Yudhi Lastiasih S.T., M.T.

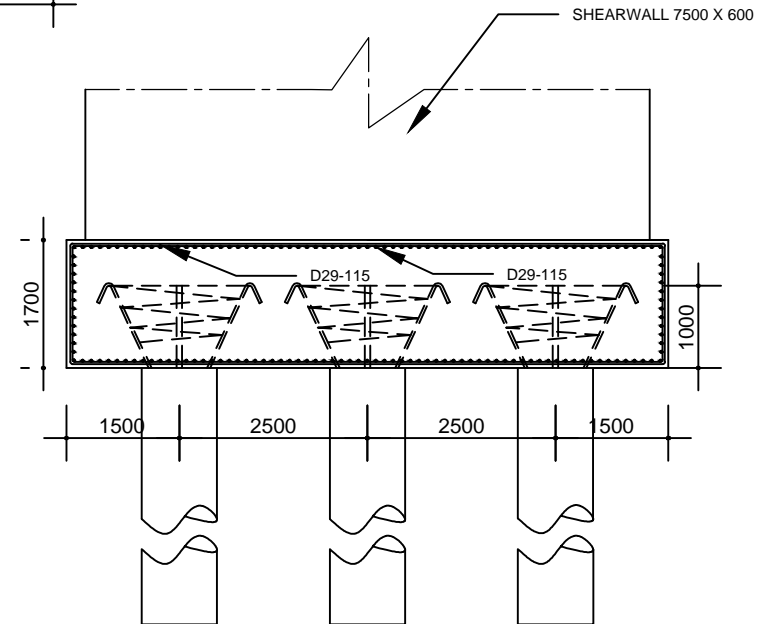
Kresnadi Wicaksono Djuwari  
0311174500006



 DETAIL PENULANGAN PILECAP SHEARWALL 6 TIANG  
SKALA 1 : 100



 POTONGAN A-A  
SKALA 1 : 100



 POTONGAN B-B  
SKALA 1 : 100



FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA  
PROGRAM STUDI S1 LINTAS JALUR

Judul Gambar

No. Gbr

Jml. Gbr

Dosen Pembimbing

Nama & NRP Mahasiswa

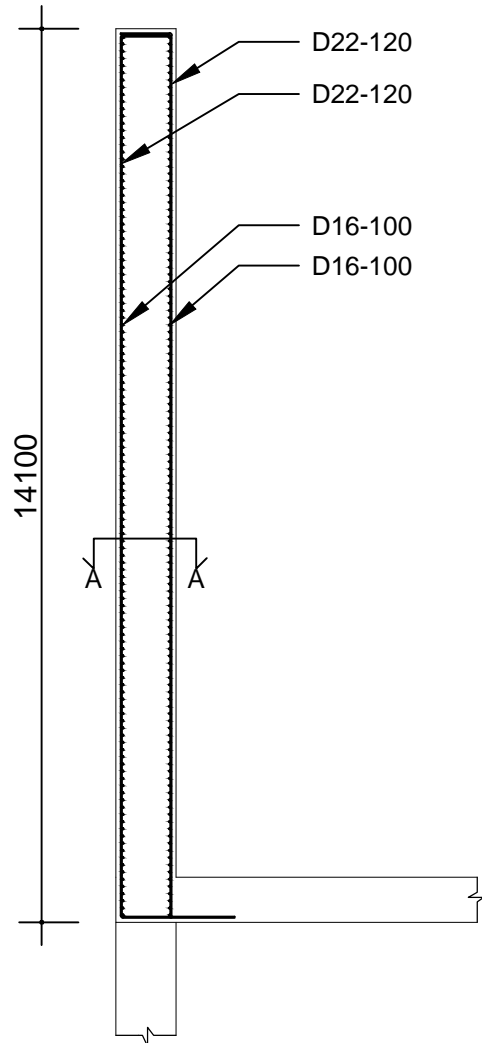
Detail Penulangan Pile Cap  
Shearwall 6 Tiang

6

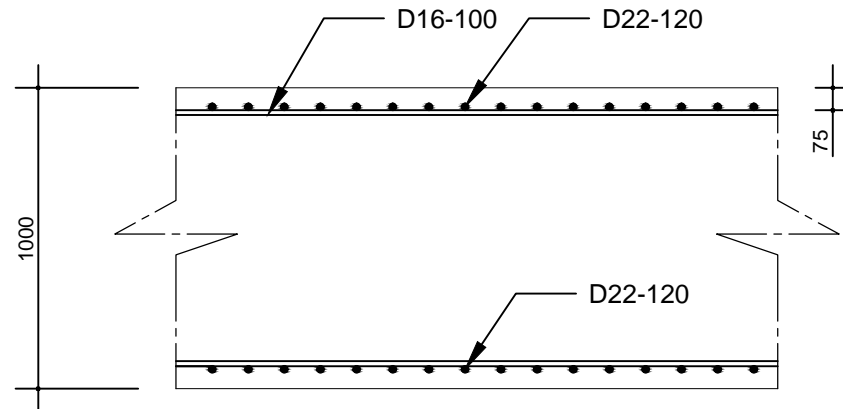
7

Pembimbing 1:  
Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar  
Pembimbing 2:  
Dr. Yudhi Lastiasih S.T., M.T.

Kresnadi Wicaksono Djuwari  
0311174500006



 **DETAIL PENULANGAN DIAFRAGMA WALL**  
SKALA 1 : 125



 **POTONGAN A-A**  
SKALA 1 : 25



FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA  
PROGRAM STUDI S1 LINTAS JALUR

Judul Gambar

No. Gbr

Jml. Gbr

Dosen Pembimbing

Nama & NRP Mahasiswa

Detail Diafragma Wall

7

7

Pembimbing 1:  
Prof. Ir. Indrasurya B. Mochtar  
Pembimbing 2:  
Dr. Yudhi Lastiasih S.T., M.T.

Kresnadi Wicaksono Djuwari  
0311174500006

## **BIODATA PENULIS**



Bernama lengkap Kresnadi Wicaksono Djuwari, lahir di Magetan, 24 Maret 1995, merupakan anak pertama dari dua bersaudara.

Menempuh pendidikan formal di TK Al-Irsyad Kota Bekasi, SDIT Bani Saleh 2, SMPN 16 Kota Bekasi, SMAN 2 Bekasi.

Pada tahun 2013 melanjutkan pendidikan formal di D3 Teknik Konstruksi Sipil Politeknik Negeri Jakarta dan lulus pada tahun 2016.

Pada tahun 2017 melanjutkan pendidikan sarjana di Institut Teknologi Sepuluh Nopember di Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan (FTSLK) departemen Teknik Sipil. Melalui program Lintas Jalur dengan NRP 03111745000006.