



## **TUGAS AKHIR (RC18-1501)**

# **STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN PEMBANGUNAN BASEMEN APARTEMEN ALTON SEMARANG**

**RYAMIZARD FARHAN HERMAWAN  
NRP. 03111640000048**

**Dosen Pembimbing I  
Ir. Suwarno, M.Eng**

**Dosen Pembimbing II  
Ir. Retno Indryani, MS**

**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2020**

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## **TUGAS AKHIR (RC18-1501)**

# **STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN PEMBANGUNAN BASEMEN APARTEMEN ALTON SEMARANG**

**RYAMIZARD FARHAN HERMAWAN  
NRP. 03111640000048**

**Dosen Pembimbing I  
Ir. Suwarno, M.Eng**

**Dosen Pembimbing II  
Ir. Retno Indryani, MS**

**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumian  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2020**

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## **FINAL PROJECT (RC18-1501)**

# **ALTERNATIVE PLANNING OF BASEMENT CONSTRUCTION ALTON APARTMENT SEMARANG**

**RYAMIZARD FARHAN HERMAWAN  
NRP. 03111640000048**

Academic Supervisor I  
**Ir. Suwarno, M.Eng**

Academic Supervisor II  
**Ir. Retno Indryani, MS**

**CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
Faculty of Civil Engineering , Environment and Potential  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya  
2019**

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## LEMBAR PENGESAHAN

# STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN PEMBANGUNAN BASEMEN APARTEMEN ALTON SEMARANG

## TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada

Program Studi S-1 Departemen Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumian  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**RYAMIZARD FARHAN HERMAWAN**

NRP. 03111640000048

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

1. Ir. Suwarno, M.Eng ..... (Pembimbing I)

2. Ir. Retno Indryanti ..... (Pembimbing II)



*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

**STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN  
PEMBANGUNAN BASEMENT APARTEMEN ALTON  
SEMARANG**

**Nama Mahasiswa : Ryamizard Farhan Hermawan**

**NRP : 03111640000048**

**Departemen : Teknik Sipil FTSLK – ITS**

**Dosen Pembimbing : Ir. Suwarno, M.Eng**

**Ir. Retno Indryani, MS**

**ABSTRAK**

*One Stop Living Apartemen Alton adalah salah satu apartemen dan pusat perbelanjaan yang memiliki 30 lantai dan 2 basemen di Kota Semarang. Apartemen ini memiliki struktur penahan tanah berupa soldier pile untuk menahan tekanan lateral tanah basemen 2 lantai tersebut. Dalam pembangunannya, metode konstruksi apartemen dilaksanakan secara bottom up. Dalam perkembangannya, proyek mengalami keterlambatan dari target yang ditentukan. Tugas Akhir ini bertujuan untuk menganalisa kemungkinan adanya alternatif lain yang lebih efisien dari segi waktu.*

*Alternatif perencanaan dinding penahan tanah pada Tugas Akhir ini adalah diaphragm wall yang dilaksanakan secara top down. Tugas Akhir ini akan membandingkan durasi pelaksanaan konstruksi antara eksisting dengan alternatif yang ditawarkan. Oleh karena itu, dibutuhkan*

*perhitungan kebutuhan dimensi diaphragm wall yang selanjutkan akan digunakan dalam penyusunan penjadwalan untuk menentukan durasi pelaksanaannya.*

*Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, maka didapatkan durasi pelaksanaan alternatif lebih singkat yaitu sebesar 439 hari sedangkan untuk pelaksanaan eksisting 556 hari. Sehingga, alternatif dinding penahan tanah berupa diaphragm wall yang dilaksanakan secara top down merupakan alternatif yang lebih efektif dari segi durasi.*

***Kata Kunci: Basemen, Diaphragm Wall, Dinding Penahan Tanah, Penjadwalan, Soldier Pile.***

# **ALTERNATIVE PLANNING OF BASEMENT CONSTRUCTION ALTON APARTMENT SEMARANG**

**Nama Mahasiswa : Ryamizard Farhan Hermawan**

**NRP : 03111640000048**

**Departemen : Teknik Sipil FTSLK – ITS**

**Dosen Pembimbing : Ir. Suwarno, M.Eng**

**Ir. Retno Indryani, MS**

## **ABSTRACT**

*One Stop Living Apartemen Alton is one of apartment and shopping center which has 30 floors and 2 basement located in Semarang City. This apartement has a retainig wall in form of a soldier pile in order to withstand the lateral pressure of the basement. In its construction, apartment construction was builded in a bottom up method. In its development, the project has been delayed from the specified target, so the owner considers the possibility of other alternarives that are more efficient in terms of time.*

*Alternatif planning of retaining wall in this Final Project is diaphragm wall whis is carried out in top down method. The purpose of this Final Project is to compare the duration of construction implementation between exisiting and alternatives offered. Therefore, we need a calculation of the diaphragm wall dimension needs which will be used later*

*in the preparation of the scheduling to determine the duration of its implementation.*

*Based on the calculation done in thi Final Project, a shorter duration of alternatives implementation is obtained, which is 439 days while for the existing 556 days. Thus, an alternatives soil retaining wall in the form of a diaphragm wall carried out in top down method is the most effective alternative in term of duration*

***Key Word: Diaphragm Wall, Retainig Wall, Scheduling Soldier Pile.***

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat rahmat, kasih dan bimbingan-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “STUDI ALTERNATIF PERENCANAAN PEMBANGUNAN BASEMENT APARTEMEN ALTON SEMARANG ” ini dengan baik dan tepat waktu. Pada akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Suwarno, M.Eng selaku dosen pembimbing I tugas akhir.
2. Ibu Ir. Retno Indryani, MS selaku dosen pembimbing II tugas akhir.
3. Bapak dan Ibu dosen serta staf pengajar Jurusan Teknik Sipil FTSLK – ITS.
4. Keluarga angkatan S-59, dan rekan-rekan yang telah berjuang bersama dan banyak membantu dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Orang tua saya yang senantiasa mendukung saya sepenuhnya.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini, saya menyadari bahwa masih ada kekurangan. Maka kritik dan saran yang bersifat membangun sangat saya harapkan demi laporan ini.

Semoga proposal ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, penulis dan semua pihak yang terkait.

Surabaya, 6 Mei 2020

Penulis

*“Halaman sengaja dikosongkan”*

## **DAFTAR ISI**

LEMBAR PENGESAHAN .....	v
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR TABEL .....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	5
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Tugas Akhir.....	5
1.5 Manfaat Tugas Akhir.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	1
2.1 Analisa Data Tanah .....	1
2.2 Perhitungan Tekanan Tanah Lateral.....	9
2.3 Tegangan dan Deformasi.....	11
2.4 Kontrol Uplift.....	13
2.5 Perencanaan <i>Diaphragm Wall</i> .....	14
2.5.1 Tulangan Lentur Vertikal .....	14
2.5.2 Tulangan Susut Horizontal .....	16

2.5.3 Tulangan Geser.....	16
2.6 Perencanaan Soldier Pile .....	17
2.7 Program Bantu.....	18
2.7.1 SAP2000.....	18
2.7.2 SPColumn.....	18
2.8 Penjadwalan .....	19
2.8.1 Metode Lintasan Kritis (Critical Path Method).....	19
2.8.2 Gantt-Chart.....	20
2.8.3 Diagram Panah ( <i>Arrow Diagram</i> ) .....	21
2.8.4 Precedence Diagram.....	22
BAB III METODOLOGI .....	8
3.1 Bagan Alir .....	8
3.2 Rangkaian Kegiatan Perencanaan .....	25
3.2.1 Pengumpulan Data Sekunder .....	25
3.2.2 Identifikasi Masalah .....	25
3.2.3 Studi Literatur.....	25
3.2.4 Analisa Struktur Atas Sebagai Beban.....	25
3.2.5 Analisa Data Tanah .....	25
3.2.6 Evaluasi Perencanaan Eksisting .....	25
3.2.7 Pembebanan.....	26
3.2.8 Kontrol Soldier Pile.....	26
3.2.10 Gambar Desain dan Tulangan .....	26
3.2.11 Metode Pelaksanaan .....	26
3.2.12 Penjadwalan Pelaksanaan.....	27

3.2.13 Alternatif Perencanaan <i>Diapragm Wall</i> .....	27
3.2.14 Pembebanan.....	27
3.2.15 Kontrol <i>Diapragm Wall</i> .....	27
3.2.16 Metode Pelaksanaan .....	27
3.2.17 Penjadwalan Pelaksanaan .....	27
3.2.18 Dinding Penahan Tanah Terpilih.....	28
3.2.19 Kesimpulan dan Saran .....	28
<b>BAB IV ANALISA DATA TANAH.....</b>	<b>24</b>
4.1 Data Tanah .....	24
4.1.1 Data <i>Standard Penetration Test (SPT)</i> .....	24
4.1.2 Pemilihan Data SPT .....	30
4.1.3 Penentuan Parameter Tanah .....	33
<b>BAB V PERENCANAAN DINDING PENAHAN TANAH ....</b>	<b>30</b>
5.1 Umum .....	30
5.2 Perhitungan Kebutuhan Dinding Penahan Tanah.....	37
5.2.1 Perhitungan $K_a$ dan $K_p$ .....	38
5.2.2 Perhitungan Tegangan Horizontal ( $\sigma_H$ ) .....	39
5.2.3 Perhitungan Menggunakan Konsep Beam On Elastic Foundation.....	42
5.2.4 Analisa Penggalian Turap Bertahap .....	49
5.2.5 Penentuan Kedalaman Dinding Penahan Tanah.....	66
5.2.6 Perhitungan Kebutuhan Tulangan <i>Diaphragm Wall</i> ..	69
5.2.7 Kontrol Heave/ <i>Hydrodynamic</i> .....	73
5.2.8 Kontrol <i>Uplift</i> .....	74

5.2.9 Metode Pelaksanaan .....	77
<b>BAB VI <u>PENJADWALAN</u></b> .....	<b>36</b>
6.1 Scope Pekerjaan .....	36
6.1.1 Metode Bottom Up .....	84
6.1.2 Metode Top Down.....	87
6.2 Perhitungan Produktivitas .....	90
6.2.1 Produktivitas Alat Berat .....	90
6.2.2 Produktifitas Pekerja .....	96
6.2.3 Data Produktifitas Group.....	96
6.3 Analisa Durasi .....	99
6.3.1 Perhitungan Volume.....	99
6.3.2 Perhitungan Durasi .....	102
6.4 Penjadwalan .....	102
<b>BAB VII <u>KESIMPULAN</u></b> .....	<b>108</b>
7.1 Kesimpulan.....	108
7.2 Saran .....	108
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>109</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>111</b>

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 1.1 Lokasi Proyek .....	2
Gambar 1.2 Denah Lokasi .....	2
Gambar 1.3 Kondisi Pondasi dan Dinding Penahan Tanah Eksisting .....	3
Gambar 1.4 Kurva S Setelah Proyek Mengalami Keterlambatan .	4
Gambar 2.1 Gambar beban pada diaphragm wall .....	10
Gambar 2.2 Grafik Tekanan Lateral Tanah.....	10
Gambar 2.3 Ilustrasi metode stress dan deformation analysis....	12
Gambar 2.4 Tekanan tanah lateral dan deformasi dinding.....	13
Gambar 2.5 Perencanaan tulangan diaphragm wall .....	14
Gambar 2.6 Diagram tekan beton dan tarik tulangan.....	15
Gambar 2.7 Gantt-Chart.....	21
Gambar 2.8 Diagram Panah .....	21
Gambar 2.9 Contoh Precedence Diagram .....	22
Gambar 4.1 Denah Pengetesan Tanah.....	30
Gambar 4.2 Denah Letak Dinding Penahan Tanah dan Pondasi.	30
Gambar 4.3 Statigrafi Gabungan BH1, BH2, dan BH3 .....	32
Gambar 5.1 Ilustrasi Metode <i>Bottom Up</i> .....	36
Gambar 5.2 Ilustrasi Metode <i>Top Down</i> .....	37
Gambar 5.3 Ilustrasi Pembebaan Tanah Pada Tower 3 .....	39
Gambar 5.4 Permodelan Tower 3 Pada SAP2000 Galian 1 Tanpa Pengaku (Iterasi I dan II) <i>Top Down</i> .....	50
Gambar 5.5 Permodelan Tower 3 Pada SAP2000 Galian 1 dengan Pengaku (Iterasi I dan II) <i>Top Down</i> .....	51
Gambar 5. 6 Permodelan Tower 3 Pada SAP2000 Galian 2 Tanpa Pengaku (Iterasi I dan II) <i>Top Down</i> .....	52
Gambar 5.7 Permodelan Tower 3 Pada SAP2000 Galian 2 dengan Pengaku (Iterasi I dan II) <i>Top Down</i> .....	53
Gambar 5.8 Defleksi Mula-Mula <i>Diaphragm Wall</i> Galian 1 Tanpa Pengaku Tower 3 <i>Top Down</i> .....	54

Gambar 5.9 Defleksi Akhir <i>Diaphragm Wall</i> Galian 1 Tanpa Pengaku Tower 3 <i>Top Down</i> .....	55
Gambar 5.10 Defleksi Terjadi Pada <i>Diaphragm Wall</i> Galian 1 Tanpa Pengaku Tower 3 <i>Top Down</i> .....	55
Gambar 5.11 Defleksi Mula-Mula <i>Diaphragm Wall</i> Galian 1 dengan Pengaku Tower 3 <i>Top Down</i> .....	56
Gambar 5.12 Defleksi Akhir <i>Diaphragm Wall</i> Galian 1 dengan Pengaku Tower 3 <i>Top Down</i> .....	56
Gambar 5.13 Defleksi Terjadi Pada <i>Diaphragm Wall</i> Galian 1 dengan Pengaku Tower 3 <i>Top Down</i> .....	57
Gambar 5.14 Defleksi Mula-Mula Pada <i>Diaphragm Wall</i> Galian 2 Tanpa Pengaku Tower 3 <i>Top Down</i> .....	57
Gambar 5.15 Defleksi Akhir Pada <i>Diaphragm Wall</i> Galian 2 Tanpa Pengaku Tower 3 <i>Top Down</i> .....	58
Gambar 5.16 Defleksi Terjadi Pada <i>Diaphragm Wall</i> Galian 2 Tanpa Pengaku Tower 3 <i>Top Down</i> .....	58
Gambar 5.17 Defleksi Mula-Mula Pada <i>Diaphragm Wall</i> Galian 2 dengan Pengaku Tower 3 <i>Top Down</i> .....	59
Gambar 5.18 Defleksi Akhir Pada <i>Diaphragm Wall</i> Galian 2 dengan Pengaku Tower 3 <i>Top Down</i> .....	59
Gambar 5.19 Defleksi Terjadi Pada <i>Diaphragm Wall</i> Galian 2 Tanpa Pengaku Tower 3 <i>Top Down</i> .....	60
Gambar 5.20 Permodelan Tower 3 Pada SAP2000 Galian 1 Tanpa Pengaku <i>Bottom Up</i> .....	61
Gambar 5.21 Permodelan Tower 3 Pada SAP2000 Galian 2 Tanpa Pengaku <i>Bottom Up</i> .....	62
Gambar 5.22 Defleksi Mula-Mula <i>Diaphragm Wall</i> Galian 1 Tanpa Pengaku Tower 3 <i>Bottom Up</i> .....	63
Gambar 5.23 Defleksi Akhir <i>Diaphragm Wall</i> Galian 1 Tanpa Pengaku Tower 3 <i>Bottom Up</i> .....	63
Gambar 5.24 Defleksi Terjadi Pada <i>Diaphragm Wall</i> Galian 1 Tanpa Tower 3 <i>Bottom Up</i> .....	64

Gambar 5.25 Defleksi Mula-Mula <i>Diaphragm Wall</i> Galian 2 Tanpa Pengaku Tower 3 <i>Bottom Up</i> .....	65
Gambar 5.26 Defleksi Akhir <i>Diaphragm Wall</i> Galian 2 Tanpa Pengaku Tower 3 <i>Bottom Up</i> .....	65
Gambar 5.27 Defleksi Terjadi Pada <i>Diaphragm Wall</i> Galian 1 Tanpa Tower 3 <i>Bottom Up</i> .....	66
Gambar 5.28 Defleksi dan Momen Terjadi Pada <i>Diaphragm Wall</i> Galian 2 Tanpa Pengaku Tower 3 <i>Top Down</i> .....	67
Gambar 5.29 Defleksi dan Momen Terjadi Pada <i>Soldier Pile</i> Galian 2 Tanpa Pengaku Tower 3 <i>Bottom Up</i> .....	68
Gambar 5.30 Momen Maksimum <i>Diaphragm Wall</i> Tower 3 ....	70
Gambar 5.31 Gaya Geser Maksimum <i>Diaphragm Wall</i> Tower 3 .....	72
Gambar 5.32 Ilustrasi Kontrol Heave/ <i>Hidrodynamic</i> .....	73
Gambar 5.33 Pemasangan Guide Wall.....	77
Gambar 5.34 Penggalian Tanah .....	78
Gambar 5.35 Pemasangan Stop End .....	79
Gambar 5.36 Gambar Pemasangan Tulangan .....	79
Gambar 5.37 Pengecoran Beton .....	80
Gambar 5.38 Penggalian Tanah .....	80
Gambar 5.39 Pemasangan <i>Casing</i> dan Tulangan .....	81
Gambar 5.40 Pengecoran Galian .....	81
Gambar 6.1 Pemasangan Dinding Penahan Tanah.....	85
Gambar 6.2 Penggalian Tanah Basemen.....	86
Gambar 6.3 Pemasangan Pondasi dan Plat Lantai Dasar .....	86
Gambar 6.4 Pekerjaan Struktur Kearah Atas .....	87
Gambar 6.5 Dinding Penahan Tanah.....	87
Gambar 6.6 Pondasi dan King Post.....	88
Gambar 6.7 Pengecoran Plat .....	88
Gambar 6.8 Penggalian Tanah Galian dan Pembuatan Kolom ...	89
Gambar 6.9 Pembuatan Plat Basemen dan Plat Struktur Atas ....	89
Gambar 6.10 Pengulangan Langkah .....	90

Gambar 6.11 Contoh Perhitungan Volume Pekerjaan Berbentuk Jumlah Unit Pada Pemasangan Lampu .....	100
Gambar 6.12 Contoh Perhitungan Volume Pekerjaan Berbentuk Panjang Pada Pemagaran Lahan.....	100
Gambar 6.13 Contoh Perhitungan Volume Pekerjaan Berbentuk Luas Pada Pekerjaan Plat Lantai Basemen.....	101
Gambar 6.14 Gambar Potongan Pada Lantai Basemen.....	102
Gambar 6.15 Gantt-Chart Pekerjaan Persiapan Menggunakan Microsoft Project.....	104
Gambar 6.16 Gambar Penjadwalan Metode <i>Bottom Up</i> .....	105
Gambar 6.17 Gambar Penjadwalan Metode <i>Top Down</i> .....	106

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Korelasi Kondisi Kepadatan terhadap Kepadatan Relative, Harga NSPT, Nilai Geser Tanah, dan Berat Volume Jenuh.....	1
Tabel 2.2 Konsistensi Tanah untuk Tanah Dominan Lanau dan Lempung.....	8
Tabel 2.3 Korelasi Tipe Tanah dengan Parameter Elastisitas Tanah .....	8
Tabel 2.4 Korelasi Antara CI, N, dan Cu .....	9
Tabel 5. 5 Rekapitulasi Berat Struktur Basemen Tower 3 .....	75
Tabel 5. 6 Rekapitulasi Berat Struktur Basemen Tower 3 .....	76
Tabel 6.1 Contoh Perhitungan Produktifitas Grup Pada Pekerjaan Pemasangan Bowplank.....	98
Tabel 6.2 Contoh Sequencing Antar Aktivitas Pekerjaan Struktur Lantai 1.....	104

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1 Denah Tes Tanah Proyek .....	112
Lampiran 2 Bor log BH 3 tower 3 kedalaman 1m – 20m .....	113
Lampiran 3 Bor log BH 3 tower 3 kedalaman 21m – 40m .....	114
Lampiran 4 Pengelompokan dan data parameter tanah BH 1	115
Lampiran 5 Pengelompokan dan data parameter tanah BH 2 ..	116
Lampiran 6 Pengelompokkan dan data parameter tanah BH 3	117
Lampiran 7 Perhitungan Untuk Galian 1 Tanpa Pengaku Tower 3 <i>Top Down</i> .....	118
Lampiran 8 Perhitungan Untuk Galian 1 dengan Pengaku Tower 3 <i>Top Down</i> .....	124
Lampiran 9 Perhitungan Untuk Galian 2 Tanpa Pengaku Tower 3 <i>Top Down</i> .....	130
Lampiran 10 Perhitungan Untuk Galian 2 dengan Pengaku Tower 3 <i>Top Down</i> .....	136
Lampiran 11 Perhitungan Untuk Galian 1 Tanpa Pengaku Tower 3 <i>Bottom Up</i> .....	142
Lampiran 12 Perhitungan Galian 2 Tanpa Pengaku Tower 3 <i>Bottom Up</i> .....	148
Lampiran 13 Ilustrasi Gedung Proyek.....	154
Lampiran 14 Data Proyek Apartemen.....	155
Lampiran 15 Analisa Perhitungan Volume, Produktivitas dan Durasi Metode <i>Bottom Up</i> .....	156
Lampiran 16 Penjadwalan Pada Metode <i>Bottom Up</i> .....	162
Lampiran 17 Analisa Perhitungan Volume, Produktivitas dan Durasi Metode <i>Top Down</i> .....	166

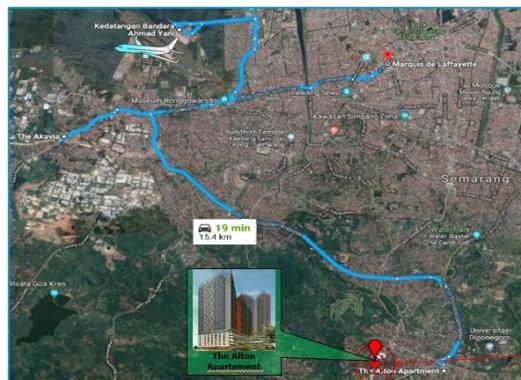
*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

# BAB I

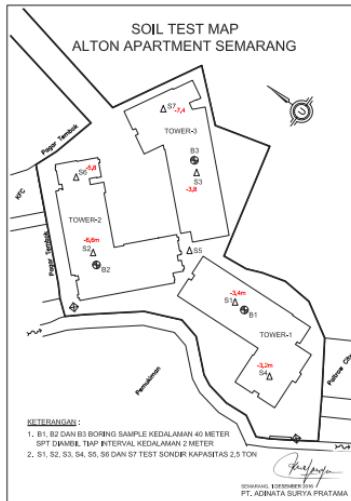
## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kota Semarang adalah ibu kota Provinsi Jawa Tengah, sekaligus pusat kegiatan dari Provinsi Jawa Tengah. Hampir seluruh kegiatan ekonomi, sosial, politik, dan pendidikan bertumpu di Kota Semarang. Berdasarkan data kegiatan perekonomian, Kota Semarang berada pada peringkat kelima. Jumlah penduduk di Kota Semarang mencapai 1,556 juta penduduk (Data BPS Jawa Tengah 2010) dengan luas wilayah 373,7 km<sup>2</sup>. Kepadatan penduduk untuk Kota Semarang adalah 2402 jiwa /m<sup>2</sup>. Oleh karena itu, Kota Semarang tergolong kota metropolitan yang padat. Jumlah penduduk yang besar mendorong kebutuhan hunian serta memperkecil luas lahan yang tersedia sehingga diperlukan bangunan vertikal. Disamping itu, tingginya perekonomian mendorong juga pembangunan pusat kegiatan ekonomi masyarakat. Untuk itu, dibangun one stop living Apartemen Alton Semarang dimana hunian berada satu lokasi dengan kegiatan ekonomi. Lokasi pembangunan Apartemen Alton Semarang dapat dilihat pada Gambar 1.1. Denah lokasi proyek dapat dilihat pada Gambar 1.2 dan Lampiran 1.



Gambar 1.1 Lokasi Proyek  
 ( Sumber : PT.PP (Persero) Tbk )



Gambar 1.2 Denah Lokasi  
 (Sumber : PT.PP (Persero) Tbk)

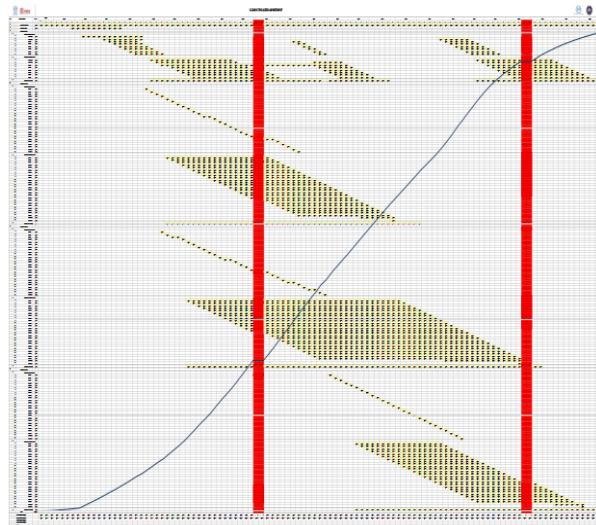
Basemen merupakan salah satu kebutuhan utama dari gedung tinggi yang diperlukan untuk meningkatkan efisiensi dari penggunaan lahan terbuka untuk berbagai macam kebutuhan, seperti area parkir dan penyimpanan logistik. Basemen merupakan bagian dari gedung yang dibangun di dalam tanah, sehingga dalam pembangunannya diperlukan dinding penahan tanah dengan sistem konstruksi tertentu agar aman dan kuat. Apartemen Alton Semarang menggunakan dinding penahan tanah *soldier pile* D600 – 1200 dengan metode *bottom up* seperti yang terlihat pada Gambar 1.3.



Gambar 1.3 Kondisi Pondasi dan Dinding Penahan Tanah Eksisting

( Sumber : PT.PP ( Persero ) Tbk )

Metode *bottom up* merupakan metode dimana pelaksanaan pembangunan dilakukan dengan mengerjakan struktur bawah hingga selesai kemudian struktur atas. Hal ini menyebabkan item pekerjaan struktur bawah dan struktur atas tidak bisa dilakukan bersama-sama. Kondisi ini menyebabkan pelaksanaan Proyek Apartemen Alton Semarang mengalami keterlambatan dari jadwal yang sudah direncanakan. Keterlambatan yang terjadi dapat dilihat dari kurva S proyek pada Gambar 1.4 dimana proyek seharusnya sudah selesai setelah zona merah. Hal ini berdampak langsung terhadap pemasukan yang akan diterima oleh owner. Oleh karena itu, dinding penahan tanah *diaphragm wall* metode *top down* dengan kekuatan yang sama merupakan solusi yang tepat dikarenakan dalam pelaksanaannya membutuhkan waktu yang lebih singkat. Hal ini dikarenakan dengan menggunakan metode *top down*, pelaksanaan struktur bawah dan atas bisa dikerjakan bersamaan.



Gambar 1.4 Kurva S Setelah Proyek Mengalami Keterlambatan

( Sumber : PT.PP (Persero) Tbk )

Tugas Akhir ini merupakan usaha membuat alternatif perencanaan sehingga didapatkan desain serta sistem konstruksi dinding penahan tanah untuk basement yang paling efektif dari segi total durasi pembangunan gedung dan kekuatan sebagai alternatif. Tugas Akhir ini diharapkan juga dapat menjadi pertimbangan bagi kontraktor dan perencana lainnya yang menghadapi kasus serupa. Apartemen ini terdiri dari 3 tower tetapi untuk Tugas Akhir ini hanya akan ditinjau tower 3 saja untuk membatasi penggerjaan Tugas Akhir. Pemilihan tower 3 karena kondisi tanah pada tower ini paling buruk dengan data tanah seperti yang terlihat pada Lampiran 2.

## 1.2 Rumusan Masalah

Secara umum berdasarkan latar belakang diatas, terdapat beberapa masalah yang harus dibahas :

1. Bagaimana perencanaan dinding penahan tanah eksisting di Apartemen Alton Semarang?
2. Bagaimana perencanaan dinding penahan tanah *diapragma wall* sebagai alternatif yang kuat dan aman?
3. Bagaimana penjadwalan untuk metode *bottom up* dan *top down*?

## 1.3 Batasan Masalah

Pada tugas akhir ini, permasalahan dibatasi pada pokok-pokok pembahasan sebagai berikut :

1. Perhitungan hanya dilakukan pada tower 3
2. Alternatif perencanaan dinding penahan tanah untuk basement hanya menggunakan *diaphragm wall*
3. Metode yang digunakan dalam alternatif pelaksanaan pembangunan basement menggunakan metode *top down*

## 1.4 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah untuk mengevaluasi dinding penahan tanah eksisting dan mengetahui alternatif dinding penahan tanah yang paling efektif dan efisien dari sisi total durasi pelaksanaan pembangunan Alton Apartemen Semarang.

## 1.5 Manfaat Tugas Akhir

Adapun manfaat dari Tugas Akhir ini adalah untuk dapat mengetahui apakah pemilihan dinding penahan tanah eksisting untuk basement Alton Apartemen Semarang sudah paling efektif dan efisien dari sisi total durasi pelaksanaan. Studi alternatif perencanaan ini dapat menjadi pertimbangan bagi owner atau kontraktor lainnya sebagai dasar pemilihan dinding penahan tanah sebagai basement dengan fungsi bangunan serta lokasi yang sama.

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Analisa Data Tanah**

Analisa data tanah dilakukan untuk mendapatkan data tanah yang pada kedalaman yang belum diketahui dengan menggunakan tabel seperti ditunjukkan pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2.

Tabel 2.1 Korelasi Kondisi Kepadatan terhadap Kepadatan Relative, Harga NSPT, Nilai Geser Tanah, dan Berat Volume Jenuh

Kondisi kepadatan	Kepadatan relative Rd	Perkiraan harga NSPT	Perkiraan harga $\phi(^{\circ})$	Perkiraan (kN/m <sup>3</sup> )
Very loose (sangat Renggang)	0% s/d 15%	0 s/d 3	-	-
Loose (renggang)	15% s/d 35%	4 s/d 10	25 s/d 32	12 – 16
Medium (menengah)	35% s/d 65%	11 s/d 30	28 s/d 36	14 – 18
Dense (rapat)	65% s/d 85%	31 s/d 50	30 s/d 40	16 – 20
Vey dense (sangat rapat)	85% s/d 100%	$\geq 50$	>35	18-23

( Sumber : Bowles (1984) dalam Sari (2017) )

Tabel 2.2 Konsistensi Tanah untuk Tanah Dominan Lanau dan Lempung

Konsistensi tanah	Taksiran harga kekuatan geser undrained, $q_u$	Taksiran harga SPT, harga N	Perkiraan $\gamma$
	Kpa		kN/m <sup>3</sup>
Sangat lunak (very soft)	25	< 4	14-18
Lunak (soft)	20-50	4 - 6	16-18
Menengah (medium)	30 - 60	6 - 15	16-18
Kaku (stiff)	40 - 200	16 - 25	16-20
Keras (hard)	> 100	> 25	> 20

( Sumber : Bowles (1984) dalam Sari (2017) )

Tabel 2.3 Korelasi Tipe Tanah dengan Parameter Elastisitas Tanah

Jenis Tanah	Modulus Elastisitas, $E_s$ (MN/m <sup>2</sup> )	Poisson rasio, $v$
Losse Sand	10-25	0.20 - 0.40
Medium Dense Sand	15-30	0.25 – 0.40
Dense Sand	35-55	0.30 – 0.45

Silty Sand	10-20	0.20 – 0.40
Sand and Gravel	70-170	0.15 – 0.35
Soft Clay	4-20	-
Medium Clay	20-40	0.20 – 0.50
Stiff Clay	40-100	-

( Sumber : Braja M Das, 2007 )

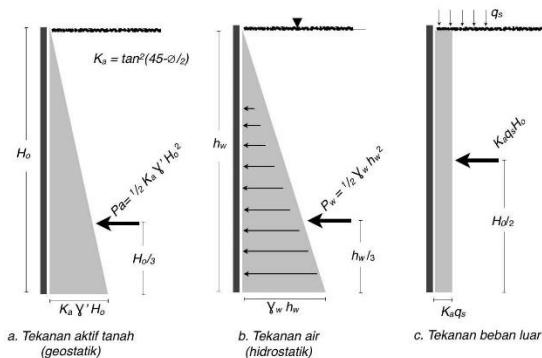
Tabel 2.4 Korelasi Antara CI, N, dan Cu

N	CI	Konsistensi	Cu (kN/m <sup>2</sup> )
< 2	<0.5	Sangat Lunak	<12.5
2-8	0.5-0.75	Lunak ke sedang	12.5-40
8-15	0.75-1.0	Kaku	40-75
15-30	1.0-1.5	Sangat Kaku	75-200
>30	>1.5	Keras	>200

( Sumber : Szechy dan Varga, 1978 )

## 2.2 Perhitungan Tekanan Tanah Lateral

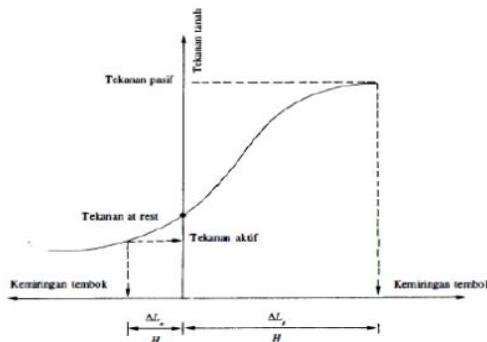
Dalam perhitungan dinding penahan tanah diperlukan perhitungan tekanan lateral tanah. Beban-beban yang terjadi berasal dari beban tanah yang disertai beban vertikal. Beban-beban yang terjadi diilustrasikan seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Gambar *beban pada diaphragm wall*

( Sumber :

<https://www.kompasiana.com/harninto/5a9507facf01b433ed1246e4/kenapa-dinding-penahan-tanah-di-bandara-soetta-rubuh?page=all>. Diakses 9 Januari 2020 )



Gambar 2.2 Grafik Tekanan Lateral Tanah

Tekanan lateral at-rest adalah tekanan yang terjadi ketika tidak ada pergerakan pada dinding penahan tanah. Pergerakan yang terjadi akibat penggalian pada salah satu sisi. Menghasilkan tekanan tanah aktif dan pasif. Tekanan aktif untuk pergerakan tanah yang menggerakkan dinding untuk roboh sedangkan tekanan pasif untuk tanah yang menahan dan menuju dinding. Grafik hubungan antara tekanan tanah dengan pergerakan tanah dapat dilihat pada Gambar 2.2. Berikut persamaan untuk menghitung tekanan lateral tanah at-rest :

$$k_0 = 1 - \sin(\phi) \quad (2.1)$$

$$\sigma_0 = \sigma_v \times k_0 \quad (2.2)$$

dimana :

$k_0$  = koefisien tekanan tanah *at-rest*

$\sigma_0$  = tegangan horisontal tanah *at-rest*

Persamaan tekanan aktif dan pasif menggunakan persamaan Rankine :

$$\sigma_{hmin} = \sigma_v K_a - 2c \sqrt{k_a} \quad (2.3)$$

$$K_a = \tan^2 (45^\circ - \phi) \quad (2.4)$$

$$\sigma_{hmax} = \sigma_v K_p + 2c \sqrt{k_p} \quad (2.5)$$

$$K_p = \tan^2 (45^\circ - \phi) \quad (2.6)$$

dimana,

$\sigma_{hmin}$  = tegangan horisontal tanah aktif (minimum)

$K_a$  = koefisien tekanan tanah aktif

$\sigma_{hmax}$  = tegangan horisontal tanah pasif (maksimum)

$K_p$  = koefisien tekanan tanah pasif

$\phi$  = sudut geser tanah

$C$  = nilai kohesivitas tanah

$\sigma_v$  = tegangan vertikal tanah

### 2.3 Tegangan dan Deformasi

Metode analisa struktur tanah yang diasumsikan sebagai susunan pegas dari nilai *coefficient of subgrade reactions* dengan persamaan sebagai berikut :

$$K_s = \frac{E_s}{B(1-Vs^2)} \quad (2.7)$$

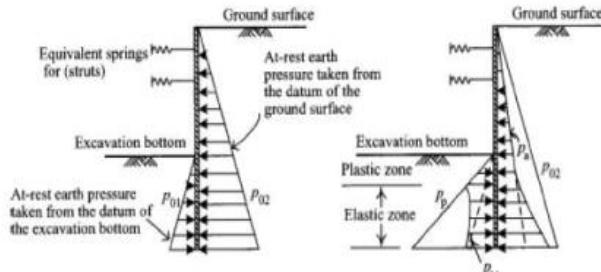
Dimana :

$K_s$  = *coefficient of subgrade reactions*

$E_s$  = Modulus elastisitas tanah

B = Tebal dinding penahan tanah

Vs = poisson ratio tanah



Gambar 2.3 Ilustrasi metode stress dan deformation analysis

Pada awal penggalian tekanan tanah di kedua sisi diasumsikan dalam keadaan *at-rest*. Pada kondisi ini tekanan dikedua sisi dinding tidak seimbang yang menyebabkan dinding penahan tanah berdeformasi kemudian besar tekanan tanah berubah berdasarkan arah deformasinya menuju sisi aktif atau sisi pasif. Deformasi ini menyebabkan tekanan horizontal tanah membesar maupun mengecil. Ilustrasi tegangan dan deformasi yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 2.3. Persamaan yang digunakan sebagai berikut :

$$Ph = Po \pm \delta ks \quad (2.8)$$

$$\sigma_h A = \sigma_o A \pm \delta ks A \quad (2.9)$$

$$\sigma_h = \sigma_o \pm \delta ks \quad (2.10)$$

$$\sigma_{a-min} < \sigma_h < \sigma_{p-max} \quad (2.11)$$

Dimana :

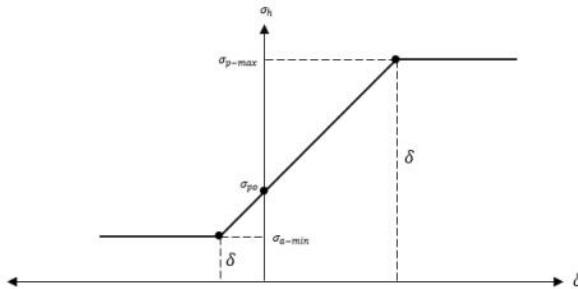
$Ph$  = Gaya lateral tanah

$\sigma_{a-min}$  = Tekanan tanah aktif

$\sigma_{p-max}$  = Tekanan tanah pasif

$K_s$  = coefficient of subgrade reactions

$\delta$  = deformasi pada dinding



Gambar 2.4 Tekanan tanah lateral dan deformasi dinding

Pada perhitungan ini tanah berada pada kondisi elastis ( $\sigma_{min} < \sigma_h < \sigma_{p-max}$ ). Pada kondisi elastis pegas tanah ikut membantu memberi tahanan, sebaliknya ketika tekanan tanah melebihi kondisi plastis besar tekanan tahanan pegas tanah dihilangkan karena dianggap tidak memberikan tahanan (Gambar 2.4). Besar beban lateral tanah terjadi tidak mencapai kondisi plastis.

#### 2.4 Kontrol Uplift

Diperlukan kontrol uplift karena tanah melakukan perlawanan keatas yang menyebabkan gaya tarik. Persamaan besar kekuatan tahanan tanah menahan beban tarik sebagai berikut:

$$Qu = (2LH + 2BH) \times Cu + W \quad (2.12)$$

dimana,

L = panjang kelompok tiang

W = kombinasi berat kelompok tiang dan struktur lainnya

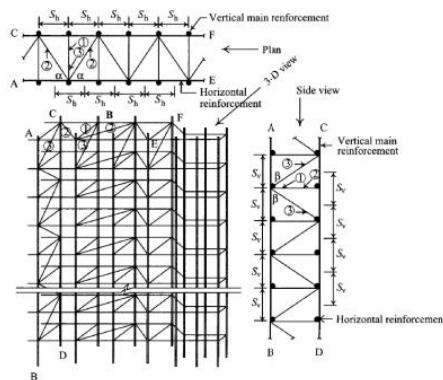
B = lebar kelompok tiang

H = kedalaman tiang

$$Cu = \text{kohesi tanah}$$

## 2.5 Perencanaan *Diaphragm Wall*

Perencanaan terdiri dari perencanaan ketebalan dinding dan desain tulangan dinding. Penentuan ketebalan dinding menggunakan analisa *stress and deformation*. Menurut Chang-Yu Ou (2006) asumsi ketebalan dinding 3%-5% kedalaman dinding penahan tanah. Penulangan meliputi tulangan vertikal, horizontal, dan tulangan geser. Penentuan desain tulangan berdasarkan gaya momen dan gaya geser yang diilustrasikan seperti pada Gambar 2.5. Sedangkan untuk diagram tarik dan tekan beton bertulang dapat dilihat pada Gambar 2.6. Berikut adalah dasar teori teori dalam penulangan :



Gambar 2.5 Perencanaan tulangan *diaphragm wall*

(Sumber : Chang Yu Ou, 2006)

### 2.5.1 Tulangan Lentur Vertikal

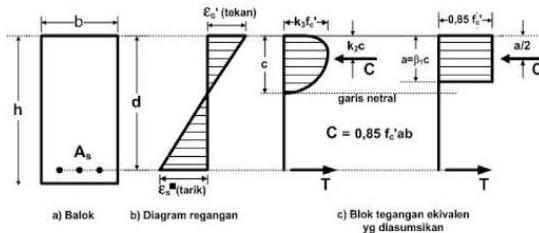
Momen yang terjadi harus lebih kecil dari momen yang dapat diterima oleh *diaphragm wall*

$$Mu \leq \emptyset Mr \quad (2.13)$$

$$Mr = \rho_{\max} f_y \left(1 - 0,59 \frac{\rho_{\max} f_y}{f'_c}\right) bd^2 \quad (2.14)$$

Dimana :

- $\mu_u$  = Momen ultimate
- $\mu_r$  = Momen penahan lentur nominal
- $\phi$  = faktor reduksi
- $\rho_{max}$  = rasio tulangan terhadap beton maksimum
- $f_y$  = kuat tarik tulangan (mutu tulangan)
- $f_c$  = kuat tekan beton (mutu beton)
- $d$  = Jarak serat kompresi ekstrem ke pusat tulangan



Gambar 2.6 Diagram tekan beton dan tarik tulangan

(Sumber : Chang Yu Ou ,2006)

Perhitungan rasio tulangan ketika keadaan seimbang/balanced sebagai berikut :

$$\rho_{balanced} = \frac{0.85 f_c}{f_y} \beta_1 \left( \frac{6120}{6120+f_y} \right) \quad (2.15)$$

dimana :

$$\beta_1 = 0.85 < 280 \text{ kg/cm}^2 \quad (2.16)$$

$$0.85 - 0.05 \left( \frac{f_c - 280}{70} \right) \geq 0.65 f_c \geq 280 \text{ kg/cm}^2 \quad (2.17)$$

Penentuan luas tulangan pakai :

$$A_s = \rho b d^2 \quad (2.18)$$

Rasio penulangan

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2mMn}{fybd^2}} \right) \quad (2.19)$$

Penentuan rasio kekuatan material

$$m = \frac{f_y}{0.85 f_c} \quad (2.20)$$

### 2.5.2 Tulangan Susut Horizontal

Diperlukan karena adanya susut yang disebabkan oleh temperatur, berikut adalah persamaan perhitungannya :

$$As = 0.002 Ag \quad (fy < 4200 \text{ kg/cm}^2) \quad (2.21)$$

$$As = 0.0018 Ag \quad (fy = 4200 \text{ kg/cm}^2) \quad (2.22)$$

$$As = 0.0018 \left( \frac{4200}{f_y} \right) Ag \quad (fy > 4200 \text{ kg/cm}^2) \quad (2.23)$$

### 2.5.3 Tulangan Geser

Diperlukan tulangan geser ketika  $V_u \geq V_c$ .

$$V_c = \emptyset \cdot 0,53 \sqrt{f_c} bd \quad (\emptyset = 0.85) \quad (2.24)$$

Terdapat 3 macam tulangan geser yaitu 1 tulangan utama dan 2 tulangan miring. Sehingga kekuaran geser seluruh tulangan adalah akumulasi dari kuat geser 3 macam tulangan dan beton dengan persamaan berikut :

$$V_n = V_c + V_{s1} + V_{s2} + V_{s3} \quad (2.25)$$

Kuat geser nominal pada tiga tulangan geser sebagai berikut :

$$V_{s1} = \frac{Av f_y d}{S_v} \quad (2.26)$$

$$V_{s1} = \frac{Av f_y d}{S_v} \sin \alpha \quad (2.27)$$

$$V_{s1} = \frac{Av f_y d}{S_v} \sin \beta \quad (2.28)$$

Dimana :

$V_{s1}$  = kuat geser nominal tulangan utama

$Vs_2$  = kuat geser nominal tulangan miring tipe 2  
 $Vs_3$  = kuat geser nominal tulangan miring tipe 3  
 $Av$  = Luas total tulangan geser horizontal  
 $Sv$  = Jarak vertikal antar tulangan  
 $\alpha$  = sudut tulangan miring dengan tulangan horizontal  
 $\beta$  = sudut tulangan miring dengan tulangan vertikal

Persamaan untuk perhitungan luas tulangan apabila diasumsikan b = 100 cm sebagai berikut :

$$A_v = \frac{100 Ab}{Sh}$$

Dimana :

$Av$  = Luas total tulangan geser horizontal  
 $Ab$  = Luas bagian tulangan geser  
 $Sh$  = jarak horizontal antar tulangan

## 2.6 Perencanaan Soldier Pile

Soldier pile adalah dinding penahan tanah dari beton bertulang yang dibangun dengan jarak tertentu yang kemudian dipasang dinding *lagging* bersamaan dengan penggalian. Terkadang dalam pelaksanaan diperlukan *strut* untuk menahan longsornya tanah ketika penggalian yang dalam. Berikut gambar ilustrasi konstruksi *Soldier Pile* :

Perencanaan dimensi *Soldier Pile* dengan cara *trial and error* untuk menemukan dimensi yang paling efektif. Untuk mencari tulangan utama menggunakan SNI 2847:2013 (8.4.2) diuraikan sebagai berikut :

$$P_{balanced} = \frac{0.85 f_c \beta_1}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \quad (2.29)$$

dimana :

$P_{balanced}$  = rasio tulangan pada keadaan seimbang/*balanced*

$f_c$  = kuat tekan beton

$f_y$  = tegangan leleh baja  
 Rasio tulangan maksimum berdasarkan SNI 2847:2013  
 (10.3.3)

$$\rho_{max} = 0,75 \rho_b \quad (2.30)$$

Rasio tulangan minimum menurut SNI 2847:2013 pasal  
 (10.5.1)

$$\rho_{min} = \frac{1.4}{f_y} \text{ dan } \frac{\sqrt{f_c}}{4 f_y} \quad (2.31)$$

$$\rho_{perlu} = 0,5 \rho_b \quad (2.32)$$

$$\rho_{min} \leq \rho_{perlu} \leq \rho_{max} \quad (2.33)$$

Luas tulangan yang diperlukan :

$$\rho_{perlu} = \rho_{pakai} \times b \times d \quad (2.34)$$

Penulangan geser direncanakan sesuai dengan SNI  
 2847:2013 Pasal 11.1.1 :

$$\emptyset V_n \geq V_u \quad (2.35)$$

dimana :

$$\emptyset V_n = \text{kuat geser tahanan penampang}$$

$$V_u = \text{Geser ultimate yang terjadi}$$

Kuat geser nominal merupakan gabungan kuat geser beton  
 ( $V_c$ ) dan tulangan ( $V_s$ ) sesuai dengan SNI 2847:2013 pasal  
 11.2.1.1 dan pasal 11.4.5.3

$$V_c = 0,17 \sqrt{f_c} b w d \quad (2.40)$$

$$V_s = 0,33 \sqrt{f_c} b w d \quad (2.41)$$

Jarak antar sengkang maksimum sesuai SNI 2847:2013  
 pasal 11.5.6.2

$$S = \frac{d}{2} \leq 300 \text{ mm} \quad (2.24)$$

## 2.7 Program Bantu

### 2.7.1 SAP2000

Untuk menghitung beban, gaya dan deformasi dalam untuk  
 struktur atas dan dinding penahan tanah.

### 2.7.2 SPColumn

Untuk perhitungan tulangan pada pile dengan  
 memperhitungkan gaya momen dan aksial yang terjadi.

## 2.8 Penjadwalan

Hal utama dalam penjadwalan adalah menentukan kapan aktivitas dimulai, ditunda, dan diselesaikan. Untuk memperjelas hubungan antar aktivitas digunakan metode jaringan kerja dimana menggunakan diagram panah (*arrow diagram*) yang menunjukkan saling ketergantungan setiap aktivitas terhadap aktivitas lain. Hubungan antar aktivitas didasarkan pada logika ketergantungan antar aktivitas untuk mempertegas aktivitas mana yang harus mendahului, mengikuti dan dikerjakan bersamaan.

Terdapat dua pendekatan dalam penetuan jadwal yaitu metode deterministik dan probabilistik. Metode deterministik kemudian dibagi lagi ke dalam dua cara yaitu metode lintasan jalur kritis dan non kritis sedangkan metode probabilistik menggunakan cara PERT dan *Monte Carlo*.

Dalam pelaksanaan tugas akhir ini, digunakan pendekatan deterministik dengan metode lintasan kritis dan non kritis. Metode lintasan kritis ini kembali dipecah ke dalam diagram panah dan *precedence diagram* sedangkan metode lintasan non kritis dengan menggunakan diagram balok atau *gantt – chart*.

### 2.8.1 Metode Lintasan Kritis (Critical Path Method)

Metode ini memperlihatkan hubungan timbal balik antara kegiatan dan sumber daya dan efektif pada proyek yang terperinci secara menyeluruh. Terdapat dua metode penggambaran lintasan kritis yaitu *arrow diagram* dan *precedence diagram*. Berikut adalah istilah pada jaringan kerja (Oberlender, 2000) :

- Durasi (D) = Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu aktivitas (durasi)
- *Early Start (ES)* = Aktivitas paling awal yang dapat dimulai
- *Early Finish (EF)* = Aktivitas paling awal yang dapat diselesaikan dan bernilai sama dengan ES + Durasi

$$ES = EF + D$$

- *Late Finish ( LF)*= Aktivitas paling akhir yang dapat diselesaikan
- *Late Start ( LS )* = Aktivitas paling akhir yang dapat dimulai tanpa menunda waktu penyelesaian keseluruhan proyek

$$LS = LF - ED$$

- *Total Float ( TF)* = Jumlah durasi dalam aktivitas yang dapat mengalami keterlambatan tanpa menunda waktu penyelesaian keseluruhan proyek

$$TF = LF - EF = LS - ES$$

- *Free Float ( FF)*= Jumlah durasi dalam aktivitas yang dapat mengalami keterlambatan tanpa menunda waktu dimulainya aktivitas selanjutnya.

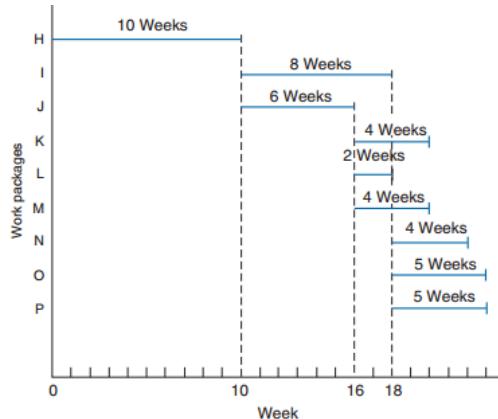
$$FF, = ESj - EF,,$$

- Lintasan Kritis = Sebuah rangkaian yang saling berhubungan pada jaringan diagram dimana seluruh aktivitas tidak memiliki *free* dan *total float time*. Lintasan kritis menentukan waktu terpendek untuk menyelesaikan suatu proyek.
- Aktivitas *Dummy* = Sebuah aktivitas yang digambarkan dengan garis putus - putus yang menandakan aktivitas setelah aktivitas ini tidak dapat dimulai sebelum aktivitas-aktivitas sebelum *dummy* selesai. Aktivitas *dummy* tidak selalu ada dalam jaringan diagram .

## 2.8.2 Gantt-Chart

Digunakan Gantt-Chart karena akan lebih mudah menilai sesuatu kemajuan apabila meninjau setiap pekerjaan terhadap waktu. Kelebihan Gantt-Chart adalah mudah dibaca namun tidak menunjukkan efek dari elemen kerja yang mengalami

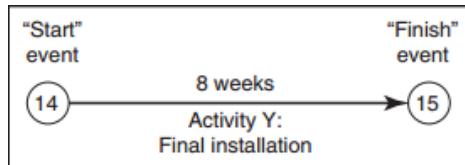
keterlambatan terhadap pekerjaan lainnya. Ilustrasi Gantt-Chart dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Gantt-Chart  
(Sumber : Nicholas, 2012)

### 2.8.3 Diagram Panah (*Arrow Diagram*)

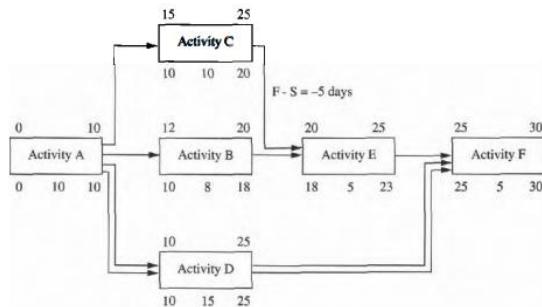
Hubungan antar aktivitas yang direpresentasikan dalam bentuk arah dan panah yang menghubungkan 2 node seperti yang terlihat pada Gambar 2.8. Pada diagram ini hanya memiliki satu peristiwa asal dan satu terminal. Arah panah mengarah ke kanan dan panah tidak dapat diulang kembali (Nicholas 2012).



Gambar 2.8 Diagram Panah  
(Sumber : Nicholas, 2012)

## 2.8.4 Precedence Diagram

Diagram ini tidak memerlukan aktivitas *dummy*. Diagram ini juga dapat menampilkan jenis diagram *start-to-start*, *finish-to-finish*, dan *finish-to-start* serta diagram ini mampu memangkas jumlah item pekerjaan pada *network diagram* (Oberlender, 2000) seperti yang terlihat pada Gambar 2.9.

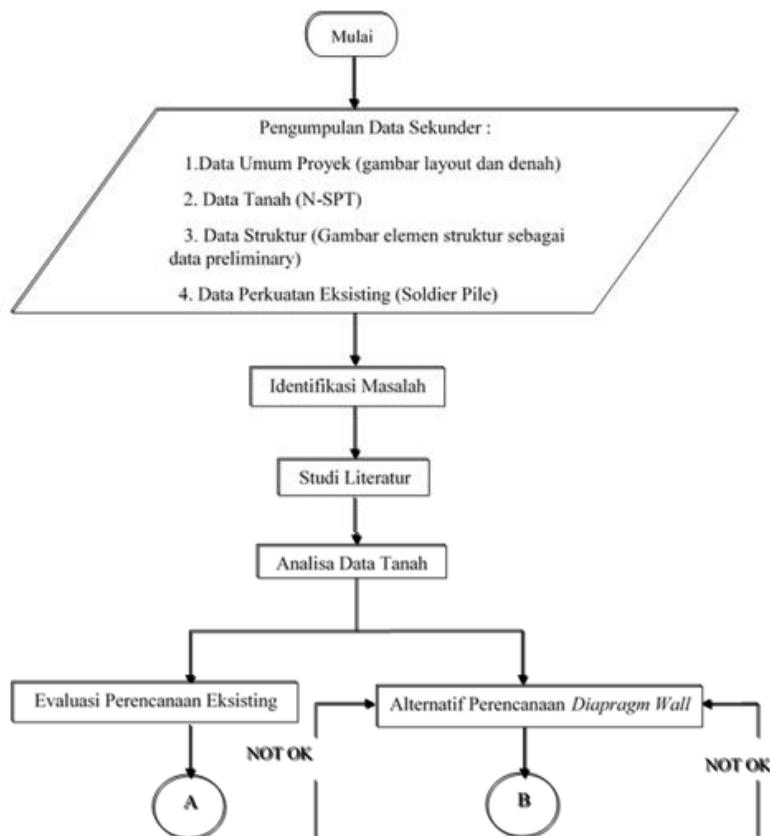


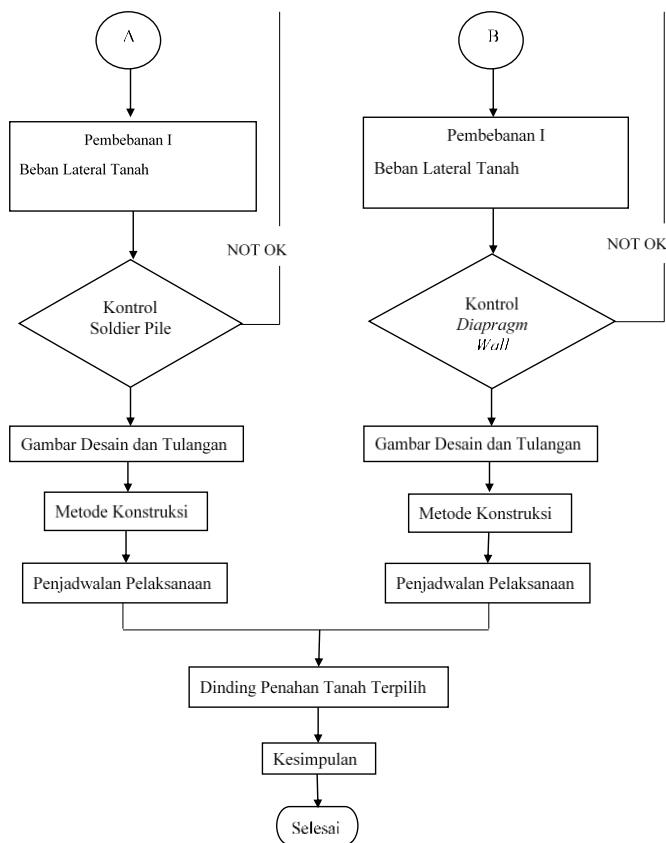
Gambar 2.9 Contoh Precedence Diagram  
(Sumber : Oberlender, 2000)

## BAB III

## METODOLOGI

### 3.1 Bagan Alir





### **3.2 Rangkaian Kegiatan Perencanaan**

Metodologi pada penulisan tugas akhir Studi Alternatif Perencanaan Pembangunan Basement Alton Apartmen Semarang dijelaskan sebagai berikut :

#### **3.2.1 Pengumpulan Data Sekunder**

Mengumpulkan data yang diperlukan untuk penunjang dalam mengerjakan tugas akhir, berupa :

- a. Data umum proyek, seperti: layout, gambar denah dan gambar struktur bangunan
- b. Data tanah, seperti N-SPT dan sondir
- c. Data Struktur berupa data preliminary elemen struktur tower

#### **3.2.2 Identifikasi Masalah**

Menganalisa permasalahan apa yang terjadi dan mencari solusinya.

#### **3.2.3 Studi Literatur**

Membaca referensi yang akan membantu dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir.

#### **3.2.4 Analisa Struktur Atas Sebagai Beban**

Menghitung beban dari struktur atas yang terdiri dari beban mati yang didapatkan dari data sekunder serta beban hidup yang disesuaikan berdasarkan aturan pada SNI untuk menghitung pondasi soldier pile eksisting.

#### **3.2.5 Analisa Data Tanah**

Melakukan analisa dan mengolah data tanah untuk mendapatkan korelasi data tanah.

#### **3.2.6 Evaluasi Perencanaan Eksisting**

Memasukkan desain dinding penahan tanah soldier pile yang ada di lapangan dengan tambahan desain sendiri untuk dihitung.

### **3.2.7 Pembebanan**

Beban yang diberikan kepada dinding penahan tanah sebagai berikut :

a. Beban Mati

- Beban tambahan
- Tekanan tanah dan tekanan air horizontal

b. Beban Hidup

- Beban hidup pada struktur atas dan diatas basement

### **3.2.8 Kontrol Soldier Pile**

Kontrol soldier pile yang dilakukan pada kedalaman tertentu dibawah permukaan tanah dengan beban dari pembebanan dengan kontrol yang dilakukan sebagai berikut :

- Menghitung resultan gaya akibat beban struktur atas
- Menghitung tegangan horizontal akibat tanah dan air
- Menghitung resultan gaya-gaya arah horizontal
- Menghitung besarnya defleksi, gaya aksial, dan momen yang bekerja pada soldier pile
- Kontrol terhadap uplift pressure

### **3.2.10 Gambar Desain dan Tulangan**

Membuat gambar desain dinding penahan tanah serta menentukan dimensi dan jumlah tulangan untuk Soldier Pile.

### **3.2.11 Metode Pelaksanaan**

Menentukan bagaimana metode pelaksanaan pondasi dan dinding penahan tanah soldier pile mengenai pengalian dan pemasangannya.

### **3.2.12 Penjadwalan Pelaksanaan**

Menentukan durasi serta sequencing dalam pelaksanaan soldier pile.

### **3.2.13 Alternatif Perencanaan *Diaphragm Wall***

Menentukan desain awal dimensi serta kedalaman *diaphragm wall*.

### **3.2.14 Pembebanan**

Beban yang diberikan kepada dinding penahan tanah sebagai berikut :

#### a. Beban Mati

- Tekanan tanah dan tekanan air horizontal

### **3.2.15 Kontrol *Diaphragm Wall***

Kontrol yang dilakukan pada kedalaman tertentu dibawah permukaan tanah dengan beban dari pembebanan *diaphragm wall* dengan kontrol yang dilakukan sebagai berikut :

- Menghitung tegangan horizontal akibat tanah dan air
- Menghitung resultan gaya-gaya arah horizontal
- Menghitung besarnya defleksi, gaya aksial, dan momen yang bekerja pada dinding *diaphragm wall*
- Kontrol terhadap uplift pressure

### **3.2.16 Metode Pelaksanaan**

Menentukan bagaimana metode pelaksanaan dinding penahan tanah mengenai pengalian dan pemasangan *diaphragm wall*.

### **3.2.17 Penjadwalan Pelaksanaan**

Menentukan durasi serta sequencing dalam pelaksanaan *diaphragm wall*.

**3.2.18 Dinding Penahan Tanah Terpilih**

Mengambil keputusan akhir mengenai dinding penahan tanah terpilih yang sebelumnya sudah dihitung dan ditentukan metode serta penjadwalan pelaksanaanya.

**3.2.19 Kesimpulan dan Saran**

Menentukan kesimpulan sesuai tujuan penelitian, dan saran untuk perbaikan penelitian.

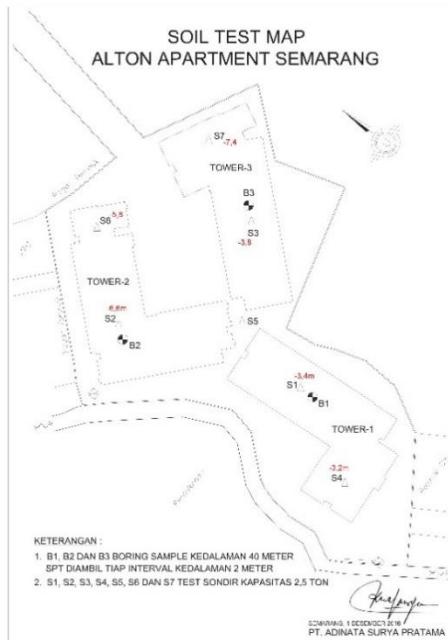
## BAB IV

### ANALISA DATA TANAH

#### 4.1 Data Tanah

##### 4.1.1 Data Standard Penetration Test (SPT)

Data tanah yang digunakan pada proyek ini adalah data boring dan SPT dari penyelidikan tanah oleh PT. Adinata Surya Pratama dan Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang dengan 3 titik pengeboran dengan 1 titik pengeboran untuk masing-masing tower. Pada tugas akhir ini ditinjau hanya tower 3. Denah pengetesan tanah ditunjukkan pada Gambar 4.1 sedangkan untuk keseluruhan data bor log ketiga titik dapat dilihat di Lampiran 1.



Gambar 4.1 Denah Pengetesan Tanah  
(Sumber : PT. Adinata Surya Pratama dan Laboratoriun Mekanika  
Tanah Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas  
Diponegoro Semarang)

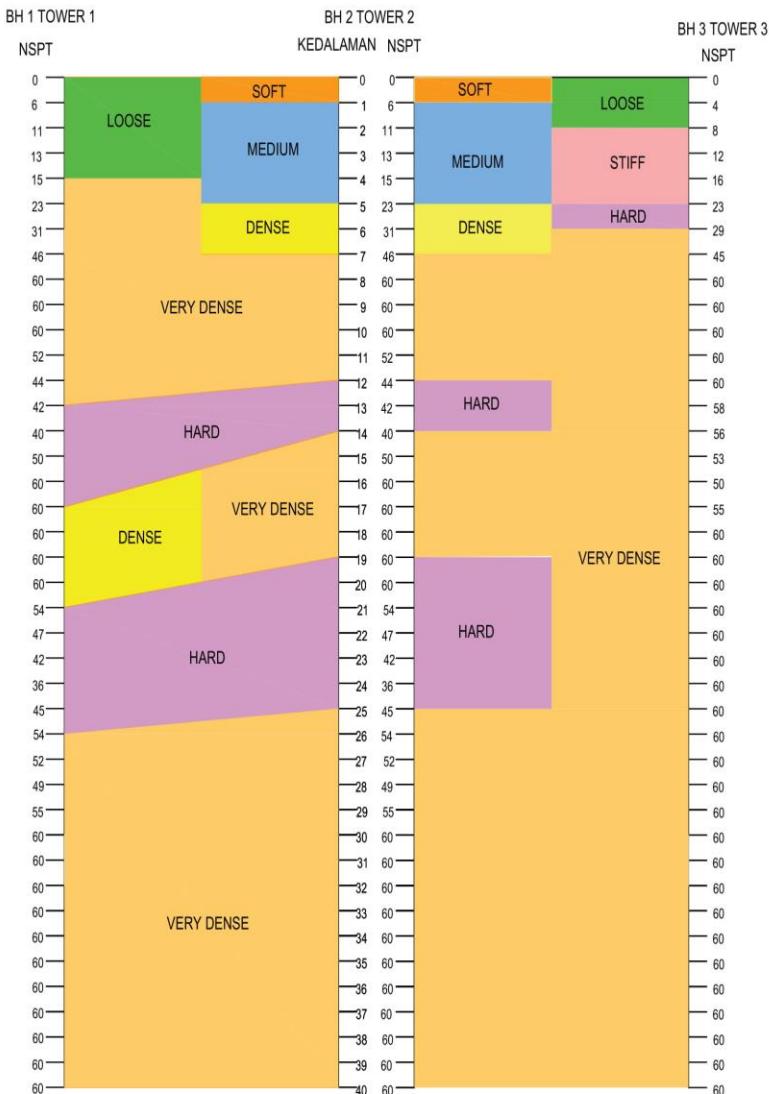


Gambar 4.2 Denah Letak Dinding Penahan Tanah dan Pondasi  
( Sumber : PT. PP (Persero) Tbk. )

#### 4.1.2 Pemilihan Data SPT

Pada tugas akhir ini ditinjau hanya tower 3 saja. Untuk letak dan denahnya dapat dilihat pada Gambar 4.1. Evaluasi dan perencanaan alternatif dinding penahan tanah dilakukan pada tower 3 yang letaknya dapat dilihat pada Gambar 4.2 dengan dinding penahan tanah berwarna biru yang diperjelas menggunakan lingkaran merah. Dalam perhitungan dinding penahan tanah

digunakan data tanah yang paling dekat dengan titik bor karena data tanah yang paling sesuai dengan kondisi disisi itu adalah data tanah yang paling dekat dengan dinding penahan tanah itu sendiri. Pendekatan yang dilakukan tidak menggunakan pendekatan cara statistik dikarenakan tanah pada masing-masing titik bor log bersifat heterogen yang dapat dilihat dari statigrafi lapisan tanah gabungan pada Gambar 4.3. Karena tanah heterogen cara yang paling tepat adalah menggunakan data tanah yang paling mendekati dinding penahan tanah tersebut. Untuk dinding penahan tanah pada sisi tower 3 digunakan data bor pada tower itu yaitu bor log BH3.



Gambar 4.3 Statigrafi Gabungan BH1, BH2, dan BH3

Dalam satu bor log dilakukan pendekatan statistik untuk tanah dengan jenis yang sama untuk menyederhanakan banyaknya lapisan tanah yang ada agar mempermudah pengelompokkan serta perhitungan tanah dan dinding penahan tanah. Pendekatan statistik memiliki konsep dimana pengelompokkan data sejenis tapi tetap memperhatikan seberapa besar perbedaan atau variasi dari rentang data yang ada. Batas toleransi dari seberapa jauh rentang perbedaan data dapat diukur dengan *coeffiesien of variation (CoV)* berada dibawah rentang 20%-30%. Apabila kelompok data tanah memenuhi syarat *coeffiesien of variation (CoV)* direntang tersebut maka data tanah tersebut dapat dijadikan satu kelompok data tanah untuk kemudian dapat diaplikasikan dalam perhitungan sebagai satu kelompok tanah. Hasil pengelompokan tanah dapat dilihat pada Lampiran 2, Lampiran 3 dan Lampiran 4.

#### **4.1.3 Penentuan Parameter Tanah**

Data sekunder untuk proyek ini hanya berupa bor log oleh sebab itu tanah yang sudah dikelompokkan sebelumnya dikorelasikan berdasarkan data bor log untuk mendapatkan nilai parameter tanah yang belum diketahui. Korelasi yang digunakan berupa korelasi Bowless (1984) untuk mendapatkan berat jenis tanah basah ( $\gamma_s$ saturated). Korelasi Biarez untuk mendapatkan berat jenis tanah kering ( $\gamma_d$ ), angka pori (e), dan sudut geser tanah ( $\phi$ ). Korelasi Szechy dan Varga (1978) digunakan untuk mendapatkan harga kekuatan geser undrained (Cu). Untuk mendapatkan nilai modulus elastisitas tanah (Es) dan poisson's ratio (v) menggunakan Korelasi Braja M Das. Hasil pengelompokan tanah dan hasil korelasi atau taksiran nilai parameter tanah dapat dilihat pada Lampiran 4.

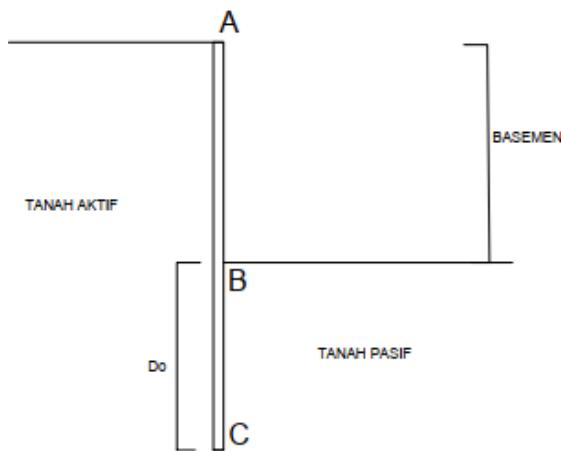
*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BAB V

### PERENCANAAN DINDING PENAHAN TANAH

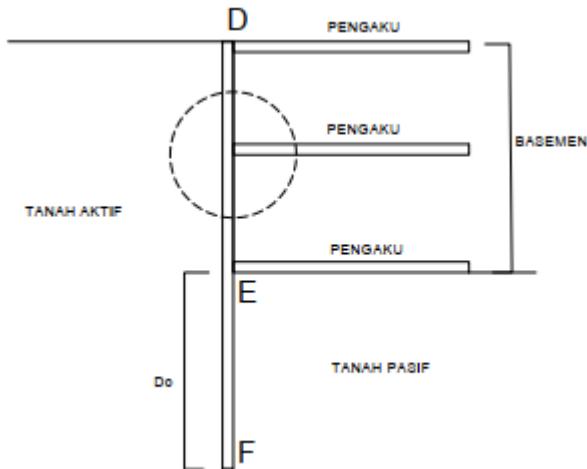
#### 5.1 Umum

Dalam tugas akhir ini terdapat dua metode pelaksanaan konstruksi yaitu metode *bottom up* dan *top down*. Perbedaan metode menyebabkan perbedaan perhitungan. Pada metode *bottom up* proses konstruksinya dilakukan dengan memasang dinding penahan tanah dibagian samping kemudian digali hingga elevasi yang diinginkan. Ketika penggalian selesai kemudian dilakukan pekerjaan struktural seperti pembangunan kolom, balok dan plat. Jadi ketika dilakukan penggalian basemen belom ada pengaku dalam hal ini balok maupun plat sebagai *support system* dari dinding penahan tanah. Tanpa adanya pengaku sebagai *support system*, dinding penahan tanah menerima semua tekanan aktif tanah mulai dari permukaan tanah hingga kedalaman dasar dari dinding penahan tanah. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat ilustrasi metode *bottom up* dengan contoh tower 3 pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Ilustrasi Metode *Bottom Up*

Pada metode *top down* proses konstruksinya dilakukan dengan memasang dinding penahan tanah pada bagian samping serta melakukan pengecoran pengaku kemudian digali dibawah pengaku hingga elevasi yang diinginkan setelah itu dilakukan pengecoran pengaku kemudian digali lagi, proses ini terus dilakukan berulang hingga elevasi paling dasar dari galian. Jadi ketika dilakukan penggalian dinding penahan tanah sudah didukung/ditahan oleh pengaku sebagai *support system*. Untuk lebih jelasnya ilustrasi analisa metode *top down* dapat dilihat pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Ilustrasi Metode *Top Down*

## 5.2 Perhitungan Kebutuhan Dinding Penahan Tanah

Perhitungan mencari panjang dinding penahan tanah tidak dapat menggunakan perhitungan dengan cara kesetimbangan gaya tanah aktif dan pasif seperti biasa. Ada 3 buah sistem lantai penopang sehingga tidak dapat dianggap seolah-olah seperti turap bebas. Konsep  $\sum M = 0$  tidak bisa digunakan karena pada kasus seperti ini konsep perhitungan menjadi statis tak tentu. Untuk mendapatkan panjang dinding penahan tanah harus dicari dengan cara asumsi turap panjang tak hingga. Pada tugas akhir ini saya asumsikan sepanjang 50m. Kemudian panjangnya dicari dengan konsep penggalian turap bertahap. Panjang dinding penahan tanah didapatkan ketika momen pada kedalaman tersebut memiliki nilai 0 ( $M = 0$ ).

Langkah-langkah perencanaan dinding penahan tanah pada tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Perhitungan  $K_a$ ,  $K_p$ , dan  $K_s$

2. Perhitungan Tegangan Horizontal
3. Perhitungan Menggunakan Konsep *Beam On Elastic Foundation*
4. Analisa Penggalian Turap Bertahap
5. Perhitungan Panjang Dinding Penahan Tanah
6. Perhitungan Kebutuhan Tulangan
7. Kontrol Heave/*Hydrodinamic*
8. Kontrol Uplift
9. Metode Pelaksanaan

### **5.2.1 Perhitungan Ka dan Kp**

Berikut adalah contoh perhitungan koefisien aktif tanah (Ka), koefisien pasif tana (Kp) dan koefisien pegas tanah (Ks) :

Tower 3 lapisan tanah  $1 \phi = 16.67^\circ$ ,  $B = 0.8$  m

$$\begin{aligned} Ka &= \tan^2 (45^\circ - \phi/2) \\ &= \tan^2 (45^\circ - 16.67/2) \\ &= 0.55 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Kp &= \tan^2 (45^\circ + \phi/2) \\ &= \tan^2 (45^\circ + 16.67/2) \\ &= 1.8 \end{aligned}$$

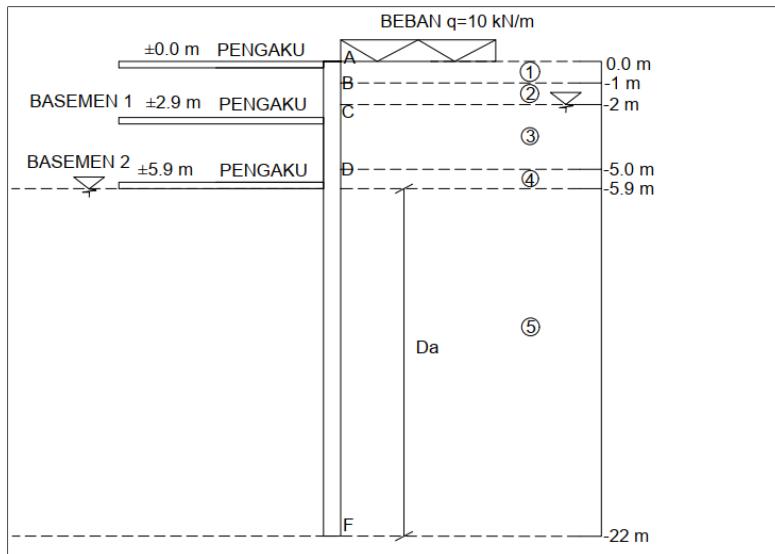
$$\begin{aligned} Ks &= \frac{Es}{B(1-\nu^2)} \\ &= \frac{10000}{0.8(1-0.2^2)} \\ &= 13020.8 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Rekapitulasi hasil dari perhitungan koefisien tekanan tanah aktif (Ka), tanah pasif (Kp) dan koefisien pegas (Ks) dapat

dilihat pada Lampiran 7, Lampiran 9, Lampiran 10, dan Lampiran 12.

### 5.2.2 Perhitungan Tegangan Horizontal ( $\sigma_H$ )

Analisa tegangan horizontal ( $\sigma_H$ ) dilakukan per meter untuk tower 3 hingga kedalaman asumsi 50m. Pada tugas akhir ini kedalaman basemen 5.9m. Tegangan tanah horizontal terdiri dari tegangan akibat beban diatas tanah (*surcharge*), tegangan akibat beban tanah (*overburden pressure*), dan tegangan akibat air tanah (*water pressure*). Perhitungan tegangan horizontal berdasarkan kondisi tanah seperti Gambar 5.3.



Gambar 5.3 Ilustrasi Pembebatan Tanah Pada Tower 3

Berikut contoh perhitungan tegangan tanah horizontal dilakukan pada tower 3 :

### A. Tegangan Akibat Beban Diatas Tanah (*surcharge*)

Pada tugas akhir ini beban diatas tanah tanah disebut dengan variabel ( $q$ ). Berdasarkan SNI 8640 besar beban tambahan diatas tanah sebesar  $1 \text{ t/m}^2$  atau  $10 \text{ KN/m}^2$ . Berikut perhitungan untuk tower 3 pada titik kedalaman 1m yang digambarkan pada Gambar 5.3 :

- a. Tekanan Tanah Aktif :

- Titik A-B

$$\begin{aligned}\sigma_{hqa-B} &= q \times K_a - (2 C \sqrt{K_a}) \\ &= 10 \times 0.55 - (2 \times \sqrt{0.55}) \\ &= 5.5 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

Rekapitulasi Perhitungan Tegangan Horizontal Akibat Beban Diatas Tanah Tower 3 dapat dilihat pada Lampiran 7, Lampiran 9, Lampiran 10, dan Lampiran 12.

### B. Tegangan Akibat Beban Tanah (*overburden pressure*)

Perhitungan tegangan akibat beban tanah dicontohkan dengan tower 3 pada titik kedalaman 1m yang digambarkan pada Gambar 5.3 :

- a. Tekanan Tanah Aktif :

- Titik A :

$$\begin{aligned}\sigma_{vA} &= \gamma \times h_{A-B} \\ &= 12 \times 1 \\ &= 12 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_{hA} &= \sigma_{vA} \times K_a - (2 C \sqrt{K_a}) \\ &= 12 \times 0.55 - (2 \times \sqrt{0.55}) \\ &= 6.7 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

- b. Tekanan Tanah Pasif :

- Titik E :

$$\begin{aligned}\sigma_{vE} &= \gamma' \times h_E \\ &= 12.5 \times 0 \\ &= 0 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

$$\sigma_{hE2} = \sigma_{vE} \times K_p + (2 C \sqrt{K_p})$$

$$\begin{aligned}
 &= 0 \times 1.7 - (20 \sqrt{1.7}) \\
 &= 0 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

Rekapitulasi Perhitungan Tegangan Horizontal Akibat Beban Tanah Tower 3 dapat dilihat pada Lampiran 7, Lampiran 9, Lampiran 10 dan Lampiran 12.

### C. Tegangan Akibat Beban Air (*water pressure*)

Tekanan air tanah asli memang berbentuk hidrostatis. Tetapi dengan adanya penurunan MAT pada daerah galian, tekanan air di dalam tanah tidak langsung berubah hidrostatis menurut MAT yang baru. Perlu waktu lama agar *seepage* (rembesan terjadi) baru terjadi tekanan hidrostatis seperti pada umumnya. Karena tanah dominan lempung/lanau perlu waktu lama sekali sampai terjadi rembesan seperti pada umumnya. Jadi selama waktu 6 bulan hingga 1 tahun harus dianggap bahwa tekanan air tanah diujung terbawah dari turap/dinding adalah sama di depan dan di belakang turap. Jadi tegangan air resultante dari MAT di muka dan dibelakang dinding/turap harus dianggap berbentuk segitiga, nol (0) dipuncak turap dan di dasar turap, dan maksimum di dasar tanah galian.

Perhitungan tegangan akibat beban air dicontohkan dengan tower 3 pada titik kedalaman 1m yang posisi titik dan muka air tanahnya dapat dilihat pada Gambar 5.3 :

#### a. Tekanan Tanah Aktif :

- Titik A :

$$\begin{aligned}
 \sigma_{\text{air}A} &= \gamma w \times h_{\text{air}} \\
 &= 9.8 \times 0 \\
 &= 0 \text{ kN/m}^2
 \end{aligned}$$

#### b. Tekanan Tanah Pasif :

- Titik E :

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{hairE}} &= \gamma_w \times \text{hair} \\ &= 9.8 \times 0 \\ &= 0 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

Perhitungan Tegangan Horizontal Akibat Beban Air Tower 3 dapat dilihat pada Lampiran 7, Lampiran 9, Lampiran 10 dan Lampiran 12.

### **5.2.3 Perhitungan Menggunakan Konsep Beam On Elastic Foundation**

Untuk mendapatkan kedalaman dinding penahan tanah diperlukan analisa perhitungan dengan konsep penggalian turap bertahap. Sebelum dilakukan perhitungan dilakukan perencanaan dinding penahan tanah ini yang terdiri dari jenis dinding penahan tanah dan metode pelaksanaan. Setelah itu akan didapatkan kedalaman dinding penahan tanah. Setelah dilakukan perhitungan *beam on elastic foundation* kemudian dihitung menggunakan program bantu SAP2000 dapat didapatkan nilai defleksi maksimum, kebutuhan tulangan, dan metode pelaksanaan. Dinding penahan tanah direncanakan memiliki dimensi sama untuk semua tower.

Input data dan langkah-langkah menggunakan program bantu SAP2000 sebagai berikut :

#### *A. Preliminary Design*

Melengkapi data-data yang digunakan untuk perhitungan

##### a. Data Tanah dan Perhitungan

Data tanah serta perhitungan yang digunakan dapat dilihat pada Lampiran 2 dan Lampiran 3.

##### b. Diaphragm Wall

Berdasarkan perhitungan sebelumnya didapatkan kedalaman dinding penahan tanah untuk masing-masing tower. Dimensi dinding penahan tanah adalah sebagai berikut :

- Tebal *Diaphragm Wall* = 0.8 m
- Mutu Beton ( $f_c$ ) = 30  $f_c$
- Mutu Baja ( $f_y$ ) = 410 Mpa
- Modulus Elastisitas Beton ( $E$ ) =  $4700\sqrt{f_c}$   
= 25743 Mpa

## B. Analisa Perhitungan

Untuk melakukan analisa stabilitas pada konsep *beam on elastic foundation* dilakukan langkah-langkah perhitungan seperti dibawah ini :

### 1. Perhitungan awal *at-rest* (Iterasi I)

Ketika awal penggalian tekanan tanah di kedua sisi dinding diasumsikan dalam keadaan *at-rest* akibat tekanan tersebut dinding penahan tanah mengalami deformasi (Iterasi I). Deformasi menyebabkan tegangan tanah membesar atau mengecil sesuai deformasi yang terjadi. Untuk perhitungan keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 7, Lampiran 9, Lampiran 10 dan Lampiran 12. Persamaan tegangan akibat tepengaruh deformasi sebagai berikut :

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{terpengaruh-deformasi}} &= \sigma_{\text{at-rest}} \pm \delta_{\text{ks}} \\ \sigma_{\text{aktif-deformasi}} &= \sigma_{\text{at-rest aktif}} - \delta_{\text{ks}} \\ \sigma_{\text{pasif-deformasi}} &= \sigma_{\text{at-rest}} + \delta_{\text{ks}}\end{aligned}$$

Dimana :

$K_s$  = coefficient of subgrade reactions

$\delta$  = deformasi pada dinding

Dibawah ini contoh perhitungan iterasi I untuk keadaan *at-rest* galian 1 pada kedalaman 1m :

- a) Tegangan *At-Rest* Aktif

$$\begin{aligned} P'_{oaktif} &= \sigma_{vaktif} \times K_o \\ &= 22 \times 0.7126 \\ &= 15.7 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

- b) Tegangan *At-Rest* Aktif

$$\begin{aligned} P'_{opasif} &= \sigma_{vpasif} \times K_o \\ &= 0 \text{ kN/m (Tidak ada Tanah Pasif)} \end{aligned}$$

- c) Tegangan *At-Rest* Akhir

$$\begin{aligned} P'_{ofinal} &= P'_{oaktif} - P'_{opasif} \\ &= 15.7 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

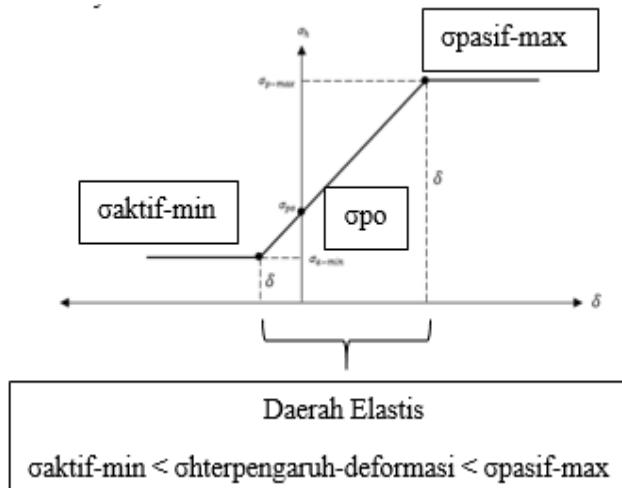
- d) Defleksi Akibat *At-Rest*

$$P'_{ofinal} = 0.000323 \text{ m}$$

(Output SAP2000)

Untuk rekapitulasi perhitungan keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 7, Lampiran 9, Lampiran 10 dan Lampiran 12.

## 2. Persyaratan Elastis



Apabila  $\sigma_{haktif-deformasi} > \sigma_{aktif-min}$  atau  $\sigma_{hpasif-deformasi} < \sigma_{pasif-max}$  maka kondisi tanah elastis (pegas tanah membantu memberikan tahanan). Apabila  $\sigma_{hterpengaruh-deformasi}$  tidak memenuhi syarat maka kondisi tanah plastis (pegas dihilangkan dianggap tidak memberikan tahanan).

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{aktif-min} &= \sigma_v K_a - 2c \sqrt{k_a} \\ \sigma_{pasif-max} &= \sigma_v K_p + 2c \sqrt{k_p} \end{aligned} \right\} \quad \begin{array}{l} \text{Tekanan tanah} \\ \text{kondisi} \\ \text{runtuh/plastis} \end{array}$$

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{haktif-deformasi} &> \sigma_{aktif-min} \\ \sigma_{hpasif-deformasi} &< \sigma_{pasif-min} \end{aligned} \right\} \quad \begin{array}{l} \text{Elastis} \end{array}$$

Apabila kondisi tanah elastis tegangan horizontal yang dipilih adalah  $\sigma_{hterpengaruh-deformasi}$ .

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{haktif-deformasi} &< \sigma_{aktif-min} \end{aligned} \right\} \quad \begin{array}{l} \text{Plastis} \end{array}$$

$$\sigma_{hpasif-deformasi} > \sigma_{pasif-min}$$

Apabila kondisi tanah plastis tegangan horizontal yang dipilih adalah σhkondisi-runtuh. Berikut adalah contoh perhitungan penentuan persyaratan elastis untuk keadaan *at-rest* galian 1 pada kedalaman 1m :

- a) Tegangan Aktif Terpengaruh Deformasi

$$\begin{aligned}\sigma_{haktif-deformasi} &= \sigma_{oat-restaktif} - \delta_{ks} \\ &= 15.7 - (0.000323 \times 13021) \\ &= 11.5 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

- b) Tegangan Pasif Terpengaruh Deformasi

$$\sigma_{hpasif-deformasi} = 0 \text{ kN/m} \text{ (Tidak ada tanah pasif)}$$

- c) Pengecekan Elastisitas Aktif

$$\begin{aligned}\sigma_{hmin} &> \sigma_{aktif-terpengaruh-deform} \\ 12.2 \text{ kN/m} &> 11.5 \text{ kN/m (PLASTIS,"No")}\end{aligned}$$

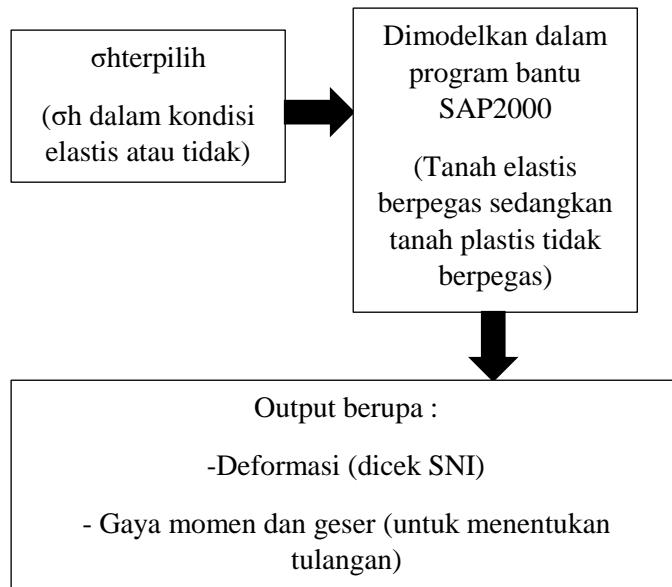
- d) Pengecekan Elastisitas Pasif

$$\begin{aligned}\sigma_{hmax} &> \sigma_{pasif-terpengaruh-deform} \\ 0 \text{ kN/m} &> 0 \text{ kN/m (PLASTIS,"No")}\end{aligned}$$

Untuk perhitungan keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 7, Lampiran 9, Lampiran 10 dan Lampiran 12.

### 3. Perhitungan Final (Iterasi II)

Setelah dipilih dan dicek persyaratan elastisitas maka dalam dinding penahan tanah terdapat terdapat daerah elastis dan tidak elastis (plastis). Pada program bantu SAP2000 daerah elastis dimodelkan pegas (dianggap pegas tanah memberikan tahanan) sedangkan pada daerah plastis tidak dimodelkan pegas (dianggap pegas tanah tidak memberikan tahanan). Untuk iterasi II diberikan input tambahan berupa deformasi dari dinding penahan tanah pada kondisi sebelumnya yaitu kondisi iterasi I karena pada kenyataannya dinding penahan tanah sebelumnya sudah mengalami deformasi akibat kondisi sebelumnya (tidak tegak). Hasil analisa tersebut berupa deformasi final yang dicek harus dibawah syarat SNI 8740. Nilai gaya momen dan geser untuk menentukan tulangan. Berikut urutan perhitungan final :



Iterasi dilakukan hingga selisih hasil nilai defleksi dari perhitungan iterasi kecil. Pada Tugas Akhir ini dilakukan hingga iterasi II saja karena selisih defleksinya sudah kecil yaitu 1 mm. Berikut ini contoh perhitungan final iterasi II untuk galian 1 pada kedalaman 1m :

a) Tegangan Final

$$\begin{aligned}\sigma_{hfinal} &= \Delta\sigma_{hterjadi} \\ &= \sigma_{hAktifFinal} - \sigma_{hPasifFinal} \\ &= 12.2 \text{ kN/m}\end{aligned}$$

b) Output Gaya

$$\text{Gaya Geser} = -57.76 \text{ kN}$$

$$\text{Gaya Momen} = 57.76 \text{ Nm}$$

c) Defleksi Akhir  
 $\delta_{akhir} = 0.000225 \text{ m}$

d) Cek Defleksi Akhir

$\delta_{akhirterjadi} < \delta_{ijin}$	
0.000225	$< 0.005H$
0.000225	$< 0.005 \times 6$
0.000225 m	$< 0.0295 \text{ m (OK)}$

Untuk perhitungan keseluruhan dapat dilihat pada Lampiran 7, Lampiran 9, Lampiran 10 dan Lampiran 12.

Pada Tugas Akhir ini penggalian dilakukan dalam 2 tahap/kondisi. Untuk penggalian pertama (kondisi 1) dilakukan sedalam 2.9m dan untuk penggalian kedua (kondisi 2) dilakukan sedalam 3m. Perbedaan metode pelaksanaan akan memberikan perbedaan permodelan dan analisa dengan adanya pengaku dan tidak adanya pengaku seperti yang dijelaskan sebelumnya.

#### 5.2.4 Analisa Penggalian Turap Bertahap

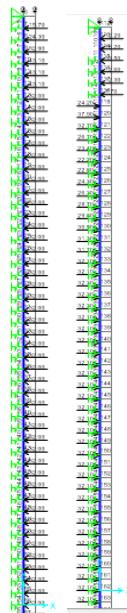
##### a. Analisa Tower 3 *Diaphragm Wall*

Analisa stabilitas menggunakan aplikasi SAP2000 dengan data yang sudah dijelaskan diatas. Berikut adalah tampilan permodelan tower 3 dapat dilihat pada Gambar 5.4, Gambar 5.5, Gambar 5.6 dan Gambar 5.7. Antara galian 1 dan galian 2 dimana perbedaannya terletak pada galian terdapat pengaku atau tidak. Pengaku diberi pada kedalaman basemen 1 karena adanya pengecoran plat lantai basemen. Dalam

permodelan perlu diperhatikan apakah pada kedalaman tersebut elemen struktur berada pada kondisi tanah elastis atau tidak. Apabila dalam kondisi elastis maka pada kedalaman/joint tersebut diberi *support* pegas sebesar nilai  $K_s$  sedangkan apabila plastis maka tidak dipasang. Untuk mengecek apakah pada titik tersebut dibantu oleh pegas dapat dilihat pada tegangan tanah yang terpengaruh defleksi ( $\phi_i$ ) apakah sudah sesuai syarat elastis atau belum dimana:

$\sigma_{haktifmin} < \phi < \sigma_{hpasifmax}$

rekapitulasi kondisi elastisitas tanah dapat dilihat pada Lampiran 7, Lampiran 9, Lampiran 10 dan Lampiran 12.



Gambar 5.4 Permodelan Tower 3 Pada SAP2000 Galian 1 Tanpa Pengaku (Iterasi I dan II) *Top Down*



Gambar 5.5 Permodelan Tower 3 Pada SAP2000 Galian 1 dengan Pengaku (Iterasi I dan II) Top Down



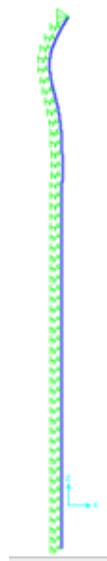
Gambar 5. 6 Permodelan Tower 3 Pada SAP2000 Galian 2 Tanpa Pengaku (Iterasi I dan II) Top Down



Gambar 5.7 Permodelan Tower 3 Pada SAP2000 Galian 2 dengan Pengaku (Iterasi I dan II) Top Down

Hasil output dari kalkulasi menggunakan SAP 2000 didapatkan defleksi mula-mula galian 1 seperti pada Gambar 5.8 dan Gambar 5.11. Defleksi akhir galian 1 dari dinding *diaphragm wall* seperti yang terlihat pada Gambar 5.9 dan Gambar 5.12 serta untuk total defleksi pada galian 1 dapat dilihat pada Gambar 5.10 dan 5.13. Untuk galian 2 defleksi mula-

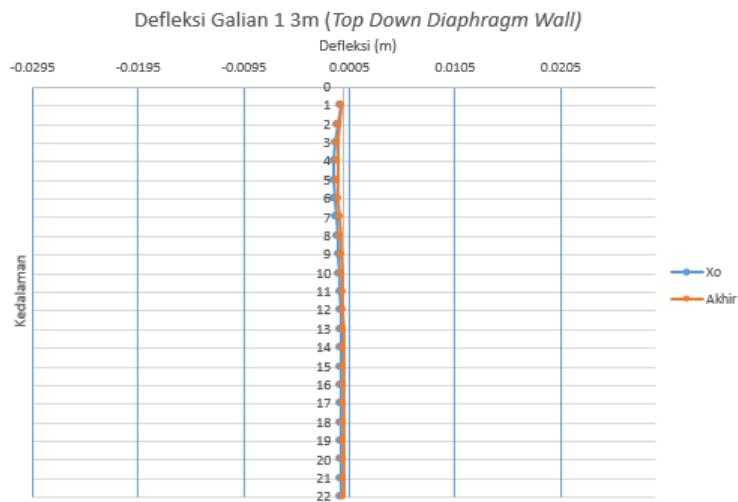
mula dapat dilihat pada Gambar 5.14 dan Gambar 5.17. Untuk defleksi akhir dapat dilihat pada Gambar 5.15 dan Gambar 5.18 . Total defleksi yang terjadi pada galian 2 dapat dilihat pada Gambar 5.16 dan Gambar 5.17..



Gambar 5.8 Defleksi Mula-Mula *Diaphragm Wall* Galian 1  
Tanpa Pengaku Tower 3 *Top Down*



Gambar 5.9 Defleksi Akhir *Diaphragm Wall* Galian 1 Tanpa Pengaku Tower 3 *Top Down*



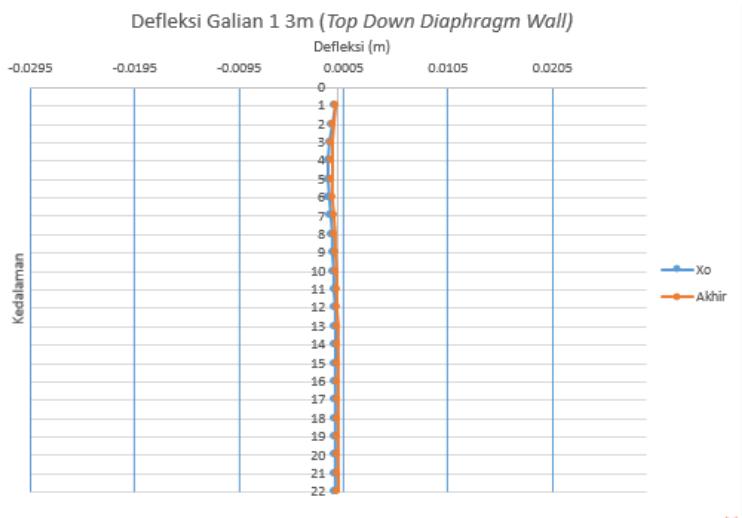
Gambar 5.10 Defleksi Terjadi Pada *Diaphragm Wall* Galian 1 Tanpa Pengaku Tower 3 *Top Down*



Gambar 5.11 Defleksi Mula-Mula *Diaphragm Wall* Galian 1 dengan Pengaku Tower 3 *Top Down*



Gambar 5.12 Defleksi Akhir *Diaphragm Wall* Galian 1 dengan Pengaku Tower 3 *Top Down*



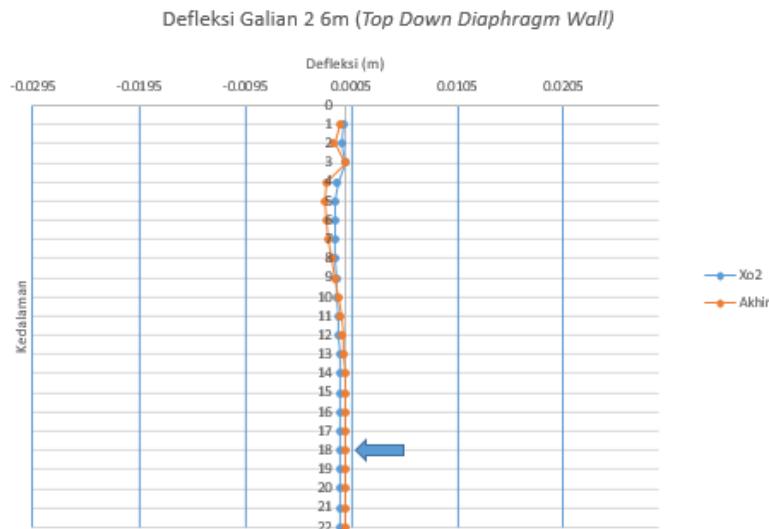
Gambar 5.13 Defleksi Terjadi Pada *Diaphragm Wall* Galian 1 dengan Pengaku Tower 3 *Top Down*



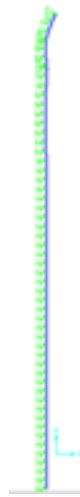
Gambar 5.14 Defleksi Mula-Mula Pada *Diaphragm Wall* Galian 2 Tanpa Pengaku Tower 3 *Top Down*



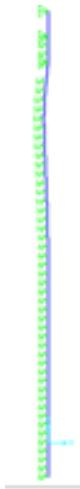
Gambar 5.15 Defleksi Akhir Pada *Diaphragm Wall* Galian 2 Tanpa Pengaku Tower 3 Top Down



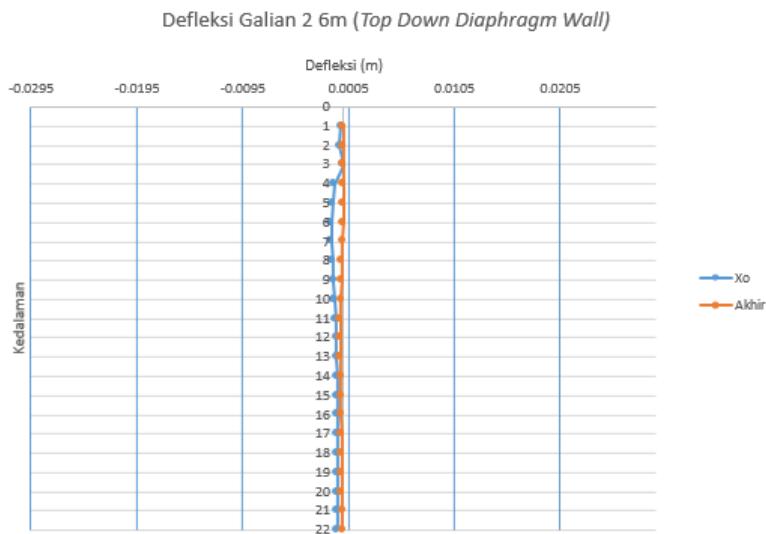
Gambar 5.16 Defleksi Terjadi Pada *Diaphragm Wall* Galian 2 Tanpa Pengaku Tower 3 Top Down



Gambar 5.17 Defleksi Mula-Mula Pada *Diaphragm Wall* Galian 2 dengan Pengaku Tower 3 *Top Down*



Gambar 5.18 Defleksi Akhir Pada *Diaphragm Wall* Galian 2 dengan Pengaku Tower 3 *Top Down*



Gambar 5.19 Defleksi Terjadi Pada *Diaphragm Wall* Galian 2 Tanpa Pengaku Tower 3 *Top Down*

#### Kontrol Defleksi

Defleksi Maksimum Terjadi      < Defleksi Ijin  
 $0.00195 \text{ mm} < 0.005 \text{ H}$

$0.00195 \text{ mm} < 0.0295 \text{ mm}$  (OK)

Defleksi maksimum terjadi ketika galian 2 tanpa pengaku.

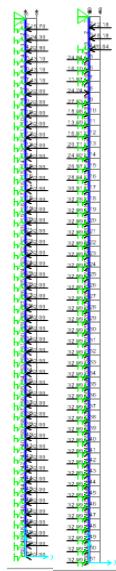
#### b. Analisa Tower 3 *Soldier Pile*

Berikut adalah tampilan permodelan tower 3 dapat dilihat pada Gambar 5.20 antara galian 1 dan galian 2 tidak ada perbedaan dalam permodelannya karena tidak ada pengaku selama penggalian sehingga galian 1 dan 2 permodelannya sama. Dalam permodelan perlu diperhatikan apakah pada

kedalaman tersebut elemen struktur berada pada kondisi tanah elastis atau tidak. Apabila dalam kondisi elastis maka pada kedalaman/joint tersebut diberi *support* pegas sebesar nilai  $K_s$  sedangkan apabila plastis maka tidak dipasang. Untuk mengecek apakah pada titik tersebut dibantu oleh pegas dapat dilihat pada tegangan tanah yang terpengaruh defleksi ( $\phi$ ) apakah sudah sesuai syarat elastis atau belum dimana:

$$\sigma_{aktifmin} < \phi < \sigma_{pasifmax}$$

rekapitulasi kondisi elastisitas tanah dapat dilihat pada Lampiran 7, Lampiran 9, Lampiran 10 dan Lampiran 12.



Gambar 5.20 Permodelan Tower 3 Pada SAP2000 Galian 1  
Tanpa Pengaku *Bottom Up*



Gambar 5.21 Permodelan Tower 3 Pada SAP2000 Galian 2  
Tanpa Pengaku *Bottom Up*

Untuk eksisting hanya dilakukan permodelan 2 kali yaitu galian 1 tanpa pengaku dan galian 2 tanpa pengaku karena dipastikan ketika saat itu kondisi kritis terjadi.

Hasil output dari kalkulasi menggunakan SAP2000 didapatkan defleksi mula-mula galian 1 seperti pada Gambar 5.22 dan defleksi akhir galian 1 dari dinding *diaphragm wall* seperti yang terlihat pada Gambar 5.23 serta untuk total defleksi pada galian 1 dapat dilihat pada Gambar 5.24. Untuk galian

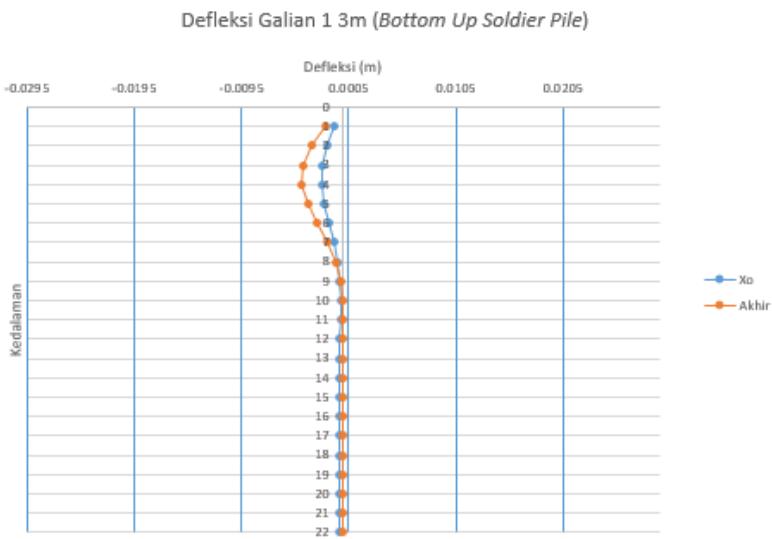
2 defleksi mula-mula dapat dilihat pada Gambar 5.25 dan defleksi akhir dapat dilihat pada Gambar 5.26. Total defleksi yang terjadi pada galian 2 dapat dilihat pada Gambar 5.27.



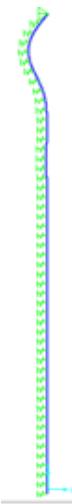
Gambar 5.22 Defleksi Mula-Mula *Diaphragm Wall* Galian 1  
Tanpa Pengaku Tower 3 Bottom Up



Gambar 5.23 Defleksi Akhir *Diaphragm Wall* Galian 1 Tanpa  
Pengaku Tower 3 Bottom Up



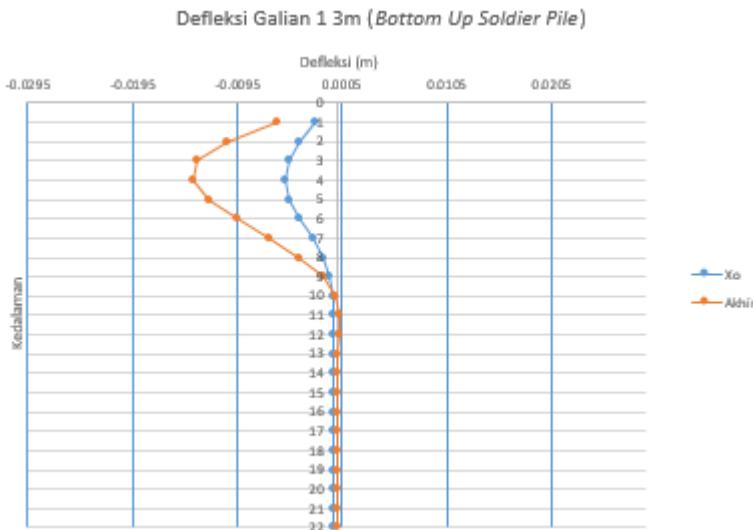
Gambar 5.24 Defleksi Terjadi Pada *Diaphragm Wall* Galian 1  
Tanpa Tower 3 *Bottom Up*



Gambar 5.25 Defleksi Mula-Mula *Diaphragm Wall* Galian 2  
Tanpa Pengaku Tower 3 *Bottom Up*



Gambar 5.26 Defleksi Akhir *Diaphragm Wall* Galian 2 Tanpa  
Pengaku Tower 3 *Bottom Up*



Gambar 5.27 Defleksi Terjadi Pada *Diaphragm Wall* Galian 1 Tanpa Tower 3 *Bottom Up*

Kontrol Defleksi

Defleksi Maksimum Terjadi      < Defleksi Ijin  
                                        0.0039 mm      < 0.005 H

                                        0.0039 mm      < 0.0295 mm    (OK)

### 5.2.5 Penentuan Kedalaman Dinding Penahan Tanah

Kedalaman dinding penahan tanah didapatkan setelah dilakukan analisa konsep penggalian turap bertahap dengan kedalaman yang diasumsikan sebelumnya. Kedalaman dinding penahan tanah ditentukan dimana gaya momen pada kedalaman tersebut memiliki nilai 0 ( $M=0$ ). Berdasarkan hasil perhitungan diatas didapatkan :

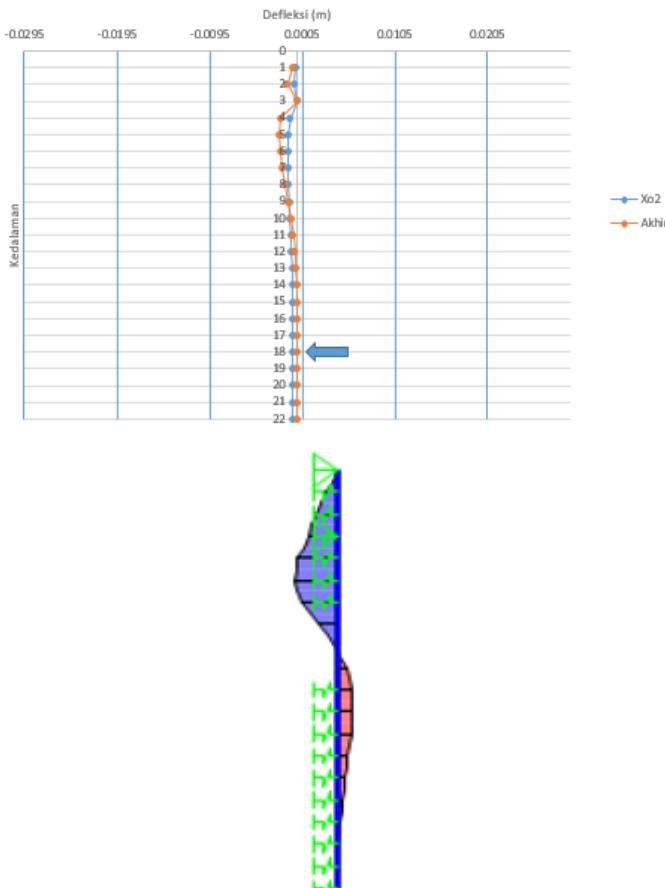
- A. Dinding Penahan Tanah *Diaphragm Wall Top Down*

Pada kondisi paling kritis seperti pada Gambar 5.28 ketika galian 2 tanpa ada pengaku didapatkan :

$$\text{Momen} = 1.92 \text{ kNm} \text{ (mendekati 0)}$$

$$\text{Kedalaman} = 18 \text{ m}$$

Defleksi Galian 2 6m (*Top Down Diaphragm Wall*)



Gambar 5.28 Defleksi dan Momen Terjadi Pada *Diaphragm Wall* Galian 2 Tanpa Pengaku Tower 3 *Top Down*

### B. Dinding Penahan Tanah *SoldierPile Bottom Up*

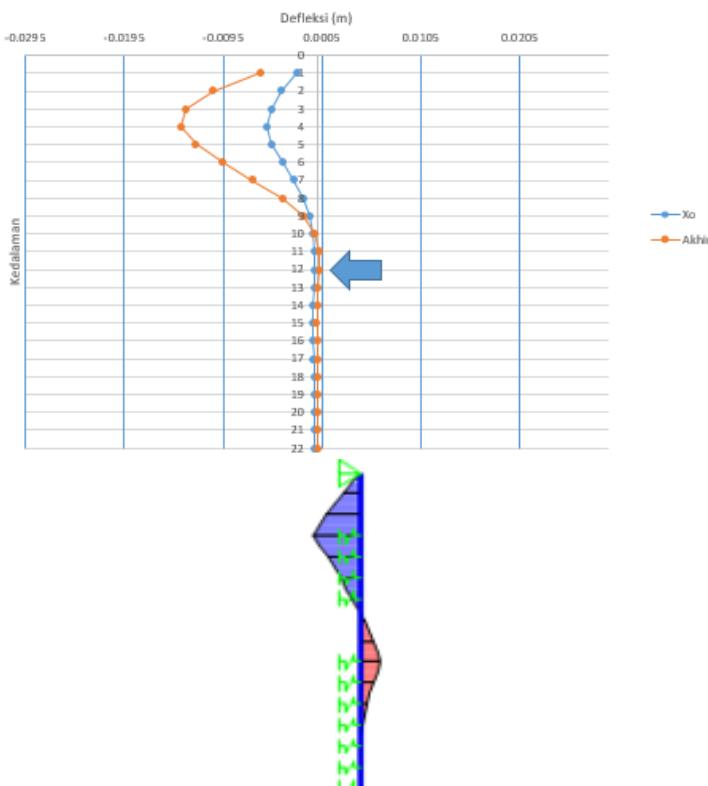
Pada kondisi paling kritis seperti pada Gambar 5.29 ketika galian 2 tanpa ada pengaku didapatkan :

$$\text{Momen} = 4.9 \text{ kNm} \text{ (mendekati } 0\text{)}$$

$$\text{Defleksi} = 0.000336 \text{ m (sudah mendekati } 0\text{)}$$

$$\text{Kedalaman} = 12 \text{ m}$$

Defleksi Galian 1 3m (*Bottom Up Soldier Pile*)



Gambar 5.29 Defleksi dan Momen Terjadi Pada *Soldier Pile* Galian 2 Tanpa Pengaku Tower 3 *Bottom Up*

### 5.2.6 Perhitungan Kebutuhan Tulangan *Diaphragm Wall*

#### a. Perhitungan Tulangan Tower 3 *Diaphragm Wall*

Perhitungan kebutuhan tulangan berdasarkan SNI dan metode LRFD. Penjabaran perhitungan dapat dilihat dibawah ini :

##### a) Perhitungan Nilai Mr

- Data :

$$\text{Mutu Beton} (f_c) = 30 \text{ Mpa}$$

$$\text{Mutu Baja } (fy) = 410 \text{ Mpa}$$

- Nilai  $\beta_1$  :

Persamaan untuk  $f_c \geq 28 \text{ Mpa}$  :

$$\beta_1 = 0.85 - 0.05(f_c - \frac{280}{70}) \geq 0.65$$

$$= 1.028 \geq 0.65 (\text{OK})$$

- Mencari  $\rho_b$  dan  $\rho_{max}$  :

$$\rho_b = (0.85 \frac{f_c}{fy}) \beta_1 \left( \frac{6120}{(6120+fy)} \right)$$

$$= 0.038$$

$$\rho_{max} = 0.75 \rho_b$$

$$= 0.0285$$

- Nilai Mr :

$$Mr = \frac{1}{8} \rho_{max} fy (1 - 0.59 \frac{\rho_{max} fy}{f_c}) bd^2$$

$$= 5005,71 \text{ kNm}$$

##### b) Tulangan Vertikal

Tulangan vertikal digunakan untuk menahan *bending momen* yang terjadi sehingga untuk menghitung tulangan tersebut dibutuhkan Mu dari SAP2000 seperti pada Gambar 5.30.



Gambar 5.30 Momen Maksimum *Diaphragm Wall Tower 3*

$$D_{tulangan} = 25 \text{ mm}$$

$$M_u = 323555100 \text{ Nmm}$$

$$M_r = 5005711230 \text{ Nmm}$$

$$M_u \leq e M_r$$

$$M_u \leq e M_r$$

$$323.5 \text{ kNm} \leq 4505.14 \text{ kNm}$$

- Menentukan Rasio Penulangan

$$\rho = \frac{f_c}{f_y} \left( 1 - \sqrt{\left( 1 - \left( \frac{2m M_n}{f_y b d^2} \right) \right)} \right)$$

$$= 0.00062$$

$$\rho_{min} = \frac{1.4}{f_y}$$

$$= 0.0034$$

$$\rho_{pakai} = 0.0034$$

- Menentukan Luas Tulangan Perlu

$$A_{perlu} = \rho b d$$

$$= 2415.85 \text{ mm}^2$$

- Menentukan Jumlah Tulangan

Direncanakan menggunakan tulangan D28

Kebutuhan tulangan :

As tulangan = Luas Penampang 1 Tulangan  
 $= \text{mm}^2$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah} &= \frac{\text{Asperlu}}{\text{Astulangan}} \\ &= \frac{2415.85}{490.625} \\ &= 5 \text{ buah/m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Spacing} &= \frac{1}{(5-1)} \\ &= 250 \text{ mm}\end{aligned}$$

Maka kebutuhan tulangan vertikal D25-250

### c) Tulangan Horizontal

Tulangan horizontal diperlukan untuk mengatasi susut beton akibat temperatur. Untuk tulangan dengan  $f_y < 4200 \text{ kg/mm}^2$  perhitungannya sebagai berikut :

- Menentukan Luas Tulangan Perlu

Dtulangan = 22 mm

$$\text{Ag} = 800000 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}\text{As} &= 0.002 \times \text{Ag} \\ &= 1600 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

- Menentukan Jumlah Tulangan

Direncanakan menggunakan tulangan D28

Kebutuhan tulangan :

As tulangan = Luas Penampang 1 Tulangan  
 $= 379.94 \text{ mm}^2$

$$\text{Jumlah} = \frac{\text{Asperlu}}{\text{Astulangan}}$$

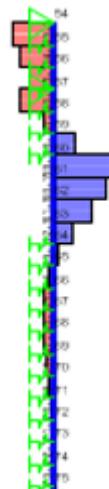
$$= \frac{1600}{379.94} \\ = 5 \text{ buah/m}$$

$$\text{Spacing} = \frac{1}{(5-1)} \\ = 250 \text{ mm}$$

Maka kebutuhan tulangan horizontal D22-250

d) Tulangan Geser

Untuk perencanaan tulangan geser diperlukan nilai gaya geser maksimum pada *diaphragm wall* seperti pada Gambar 5.31.



Gambar 5.31 Gaya Geser Maksimum *Diaphragm Wall Tower 3*

Kebutuhan tulangan :

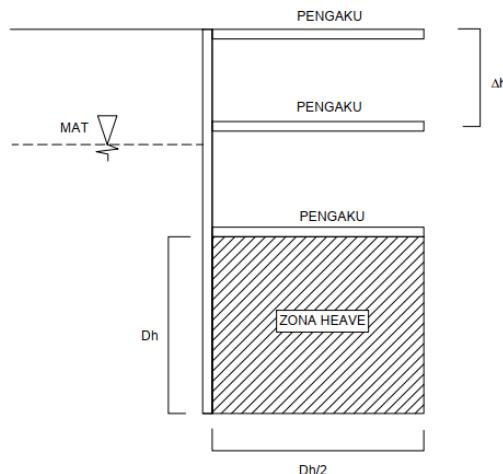
$$V_u = 134 \text{ kN}$$

$$V_c = e 0.53 \sqrt{f c b d} \\ = 2075.48 \text{ kN}$$

$V_u < V_c$  maka tidak diperlukan tulangan geser

### 5.2.7 Kontrol Heave/*Hydrodynamic*

Kedalaman penurapan perlu diperhitungkan untuk menahan gejala *hidrodynamic* yang menganggu kestabilan dinding. Kontrol ini dilakukan dengan membandingkan rasio gradien hidrolis ( $i$ ) dengan gradien hidro kritis ( $i_w$ ). Untuk lebih jelasnya dapat dilihat ilustrasi pada Gambar 5.32.



Gambar 5.32 Ilustrasi Kontrol Heave/*Hidrodynamic*

- a. Kontrol Heave/ *Hidrodynamic Tower 3 Diaphragm Wall Alternatif*

$$\begin{aligned} i \times SF &< i_w \\ \frac{\Delta h}{Dc} \times 1.2 &< \frac{\gamma \text{rata-rata}}{\gamma w} \\ \frac{5.9-2}{Dc} \times 1.2 &< \frac{(2+4.7+6.4+10.3+12.5)/5}{9.8} \end{aligned}$$

$$6 \text{ m} < Dc$$

Kedalaman dinding penahan tanah berdasarkan perhitungan sebelumnya didapatkan 16 m sedangkan berdasarkan perhitungan heave/ *hidrodynamic* kedalaman yang dibutuhkan 6 m sehingga dipakai hasil perhitungan 16 m.

$$16 \text{ m} > 6 \text{ m (OK)}$$

maka dinding penahan tanah aman terhadap heave/*hidrodynamic*.

- b. Kontrol Heave/ *Hidrodynamic* Tower 3 *Diaphragm Wall*  
Alternatif

$$\begin{aligned} i \times SF &< iw \\ \frac{\Delta h}{D_c} \times 1.2 &< \frac{\gamma' rata-rata}{\gamma w} \\ \frac{5.9-2}{D_c} \times 1.2 &< \frac{(2+4.7+6.4+10.3+12.5)/5}{9.8} \end{aligned}$$

$$6 \text{ m} < D_c$$

Kedalaman dinding penahan tanah berdasarkan perhitungan sebelumnya didapatkan 6.1 m sedangkan berdasarkan perhitungan heave/ *hidrodynamic* kedalaman yang dibutuhkan 6 m sehingga dipakai hasil perhitungan 6.1 m.

$$6.1 \text{ m} > 6 \text{ m (OK)}$$

maka dinding penahan tanah aman terhadap heave/*hidrodynamic*.

### 5.2.8 Kontrol *Uplift*

Pada perencanaan perlu diperhatikan apakah struktur dalam tanah terangkat akibat adanya gaya tekanan air tanah keatas. Untuk mengatasi gaya *uplift* digunakan gesekan antara struktur dengan tanah disekitar ditambah dengan berat struktur tersebut.

Pada perhitungan kontrol ini dimensi elemen struktur menggunakan sesuai dengan data dilapangan.

Besar beban *buoyancy* adalah perbedaan tinggi muka air dikali berat jenis air. Perhitungan gaya angkat dan gaya tahanan diuraikan seperti persamaan dibawah ini :

a. Kontrol Uplift Tower 3 *Top Down*

- Beban *buoyancy*

$$\text{Fangkat} = \Delta h \gamma_w$$

$$= 3.9 \times 9.8$$

$$= 38.2 \text{ kN/m}^2$$

$$\sum F = \text{Fangkat} \times \text{Lebar Basement}$$

$$= 38.22 \times 22$$

$$= 840.8 \text{ kN/m}$$

- Besar gaya gesekan

$$Q_u = (2LH + 2BH) \times C_u$$

$$= (2 \times 22 \times 5.9 + 2 \times 23 \times 5.9) \times 0$$

$$= 0 \text{ kN/m}$$

- Berat Struktur

**Tabel 5. 1** Rekapitulasi Berat Struktur Basemen Tower 3

	Tebal (m)	Panjang (m)	Volume /m ( $\text{m}^3$ )	$\gamma_{\text{beton}}$ (Kn/m $^3$ )	Berat/m (Kn)
Diaphragm Wall	0.8	22	17.6	24	422.4
Tiang Pancang	0.6	22	13.2		316.8
Pelat Lantai	0.3	22	6.6		158.4
Raft Pondasi	1.8	22	39.6		950.4
Kolom	0.6	23.6	14.2	77	1090.3
Total Berat			2938.32		

- Tahanan Total

$$Q_{all} = \frac{Qu + W}{SF}$$

$$Q_{all} = \frac{0+2861.5}{3}$$

$$Q_{all} = 953.8 \text{ kN/m}$$

- Kontrol Uplift

$$\sum F < Q_{all}$$

$$840.8 \text{ kN/m} < 953.8 \text{ kN/m} \quad (\text{OK})$$

maka struktur basemen sudah aman terhadap uplift

b. Kontrol Uplift Tower 3 Bottom Up

- Beban *buoyancy*

$$\text{Fangkat} = \Delta h \text{air} \times \gamma_w$$

$$= 3.9 \times 9.8$$

$$= 38.2 \text{ kN/m}^2$$

$$\sum F = \text{Fangkat} \times \text{Lebar Basement}$$

$$= 38.22 \times 22$$

$$= 840.8 \text{ kN/m}$$

- Besar gaya gesekan

$$Qu = (2LH + 2BH) \times Cu$$

$$= (2 \times 22 \times 5.9 + 2 \times 23 \times 5.9) \times 0$$

$$= 0 \text{ kN/m}$$

- Berat Struktur

**Tabel 5.2** Rekapitulasi Berat Struktur Basemen Tower 3

	Tebal (m)	Panjang (m)	Volume /m (m <sup>3</sup> )	$\gamma_{beton}$ (Kn/m <sup>3</sup> )	Berat/m (Kn)
Diaphragm Wall	0.6	12	7.2	24	172.8

Tiang Pancang	0.6	22	13.2		316.8
Pelat Lantai	0.3	22	6.6		158.4
Raft Pondasi	1.8	22	39.6		950.4
Kolom	0.6	23.6	14.2	77	1090.3
Total Berat					1579.92

- Tahanan Total

$$Q_{all} = \frac{Qu + W}{SF}$$

$$Q_{all} = \frac{0+1579.92}{3}$$

$$Q_{all} = 896.24 \text{ kN/m}$$

- Kontrol Uplift

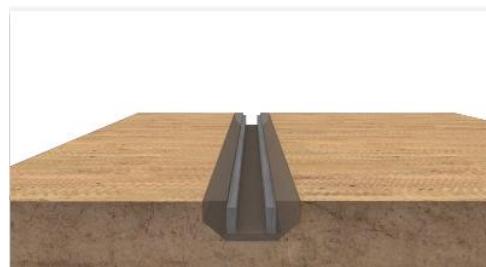
$$\sum F < Q_{all}$$

$840.8 \text{ kN/m} < 896.24 \text{ kN/m}$  (OK)

maka struktur basemen sudah aman terhadap uplift

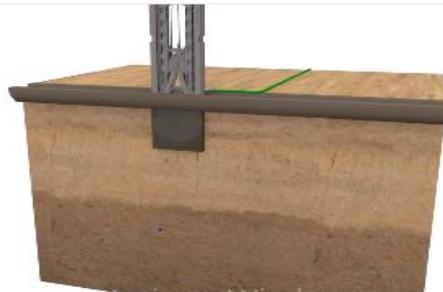
### 5.2.9 Metode Pelaksanaan

- a. Metode Pelaksanaan *Diaphragm Wall*
  1. Pemasangan guide wall seperti pada Gambar 5.33 sebagai acuan dalam pelaksanaan *diaphragm wall* yang terbuat dari beton bertulang bermutu rendah.



Gambar 5.33 Pemasangan Guide Wall

2. Penggalian tanah menggunakan alat *vertical grabber*. Ketika penggalian ditambahkan juga *slurry betonite* untuk mencegah kelongsoran tanah agar tidak longsor. Ilustrasi penggalian dapat dilihat pada Gambar 5.34.



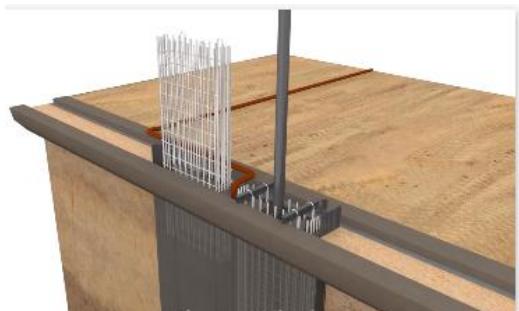
Gambar 5.34 Penggalian Tanah

3. Pemasangan *stop end* seperti Gambar 5.35 sebagai pembatas pada kedua sisi galian untuk mencegah masuknya air agar tulangan tidak mengalami korosi



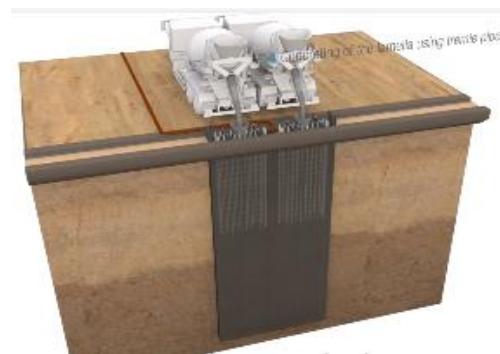
Gambar 5.35 Pemasangan Stop End

4. Pemasangan tulangan yang sebelumnya sudah difabrikasi. Untuk memasukan tulangan kedalam galian menggunakan *crane*. Ilustrasi dapat dilihat pada Gambar 5.36.



Gambar 5.36 Gambar Pemasangan Tulangan

5. Pengcoran beton menggunakan pipa *tremi*. Adanya beton akan mengangkat *slurry betonite* ke permukaan. Ilustrasi dapat dilihat pada Gambar 5.37.



Gambar 5.37 Pengecoran Beton

- b. Metode Pelaksanaan *Soldier Pile*
  - 1. Penentuan titik pengeboran kemudian dilakukan penggalian seperti pada Gambar 5.38.



Gambar 5.38 Penggalian Tanah

- 2. Pemasangan *casing* dan tulangan pada galian tanah seperti pada Gambar 5.39.



Gambar 5.39 Pemasangan *Casing* dan Tulangan

3. Pengecoran Pile dilakukan menggunakan pipa *tremi* seperti pada Gambar 5.40.



Gambar 5.40 Pengecoran Galian

*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*

## BAB VI

### PENJADWALAN

#### 6.1 Scope Pekerjaan

Aktivitas pekerjaan merupakan segala kegiatan yang dilakukan dalam proses konstruksi suatu proyek. Dalam proyek aktivitas pekerjaan dikelompokkan berdasarkan jenis kegiatan apa yang dilakukan. Aktivitas pekerjaan pada proyek pembangunan apartemen Alton Semarang dapat dikelompokkan sebagai berikut :

##### a. Pekerjaan Persiapan

- Pembersihan Lahan
- Pemagaran Lahan
- Pembuatan Kantor Sementara
- Penyediaan Air dan Listrik
- Pembuatan Bowplank

##### b. Pekerjaan Tanah

- Penggalian Tanah
- Pengangkutan Tanah
- Penulangan Dinding Penahan Tanah
- Bekisting Dinding Penahan Tanah
- Pengecoran Dinding Penahan Tanah
- Penulangan Pondasi
- Bekisting Pondasi
- Pengecoran Pondasi
- Dewatering

##### c. Pekerjaan Struktur

- Penulangan Kolom dan Shear Wall
- Bekisting Kolom dan Shear Wall
- Pengecoran Kolom dan Shear Wall
- Penulangan Balok dan Plat
- Pekerjaan Bekisting Balok dan Plat

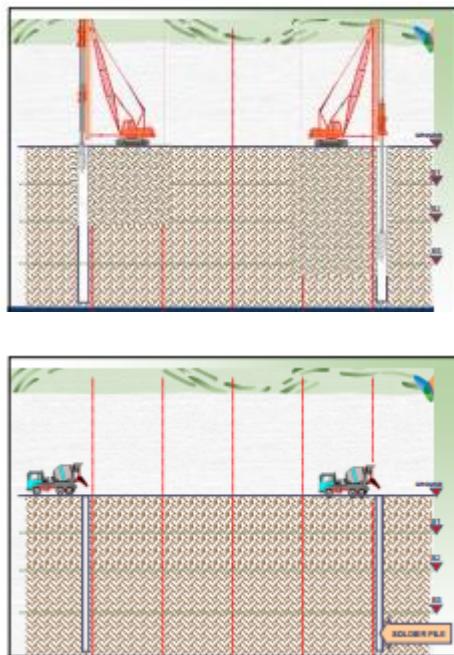
- - Pengecoran Balok dan Plat
- d. Pekerjaan Arsitektur
  - Pekerjaan Pemasangan Dinding
  - Pekerjaan Plesteran Dinding
  - Pengecatan Dinding
  - Pemasangan Pipa
  - Pemasangan Lampu
  - Pemasangan Kabel
  - Pekerjaan Pintu
  - Pemasangan Plesteran Lantai
- e. Pekerjaan Atap
  - Pemasangan Rangka Baja
  - Pemasangan Penutup Atap

Secara umum jenis pekerjaan pada metode *bottom up* dan *top down* sama, perbedaannya lebih pada urutan pelaksanaannya saja tetapi tetap ada sedikit perbedaan jenis pekerjaannya. Pada metode *top down*, ketika penggalian basemen kolom diganti dengan *king post* sebagai penopang pengganti kolom yang kemudian dicor seperti kolom pada umumnya.

### 6.1.1 Metode Bottom Up

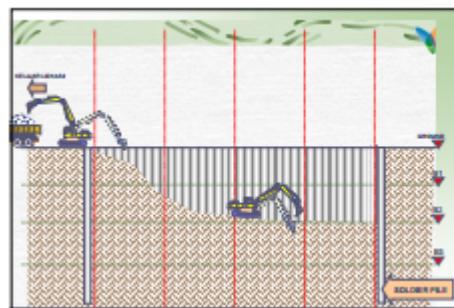
Prinsip dari metode ini adalah melaksanakan pekerjaan dari bawah keatas mulai dari pekerjaan tanah basemen kemudian baru dilakukan pekerjaan struktur yang dimulai dari lantai dasar basemen. Berikut langkah-langkah dalam pelaksanaan menggunakan metode *bottom up* :

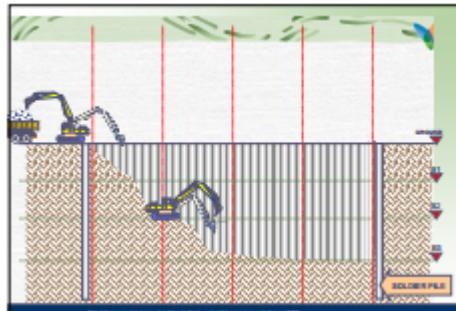
1. Pemasangan dinding penahan tanah untuk mencegah kelongsoran tanah galian seperti pada Gambar 6.1.



Gambar 6.1 Pemasangan Dinding Penahan Tanah

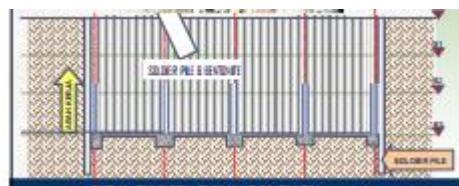
2. Penggalian tanah galian hingga elevasi yang ditentukan yang diilustrasikan pada Gambar 6.2.





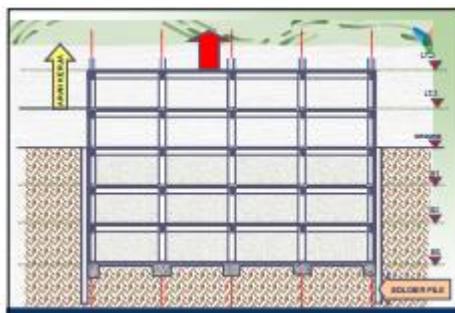
Gambar 6.2 Penggalian Tanah Basemen

3. Pemasangan pondasi pada dasar lantai basemen seperti pada Gambar 6.3.



Gambar 6.3 Pemasangan Pondasi dan Plat Lantai Dasar

4. Pengcoran plat dasar lantai basemen yang kemudian dilakukan pembuatan kolom dan balok. Langkah pekerjaan sturktur ini dilaksanakan dari dasar lantai basemen menuju lantai paling atas yang diilustrasikan pada Gambar 6.4.



Gambar 6.4 Pekerjaan Struktur Kearah Atas

### 6.1.2 Metode Top Down

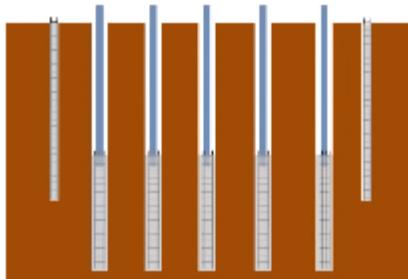
Prinsip dari metode *top down* adalah arah pekerjaan dilakukan keatas sekaligus kebawah. Pekerjaan basemen dilaksanakan bersamaan dengan pekerjaan lantai diatas permukaan tanah. Berikut langkah-langkah dalam pelaksaaan menggunakan metode *top down* :

1. Pemasangan dinding penahan tanah yang ilustrasinya dapat dilihat pada Gambar 6.5.



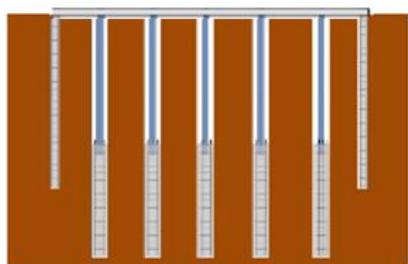
Gambar 6.5 Dinding Penahan Tanah

2. Pemasangan pondasi dan king post sebagai pengganti kolom seperti pada Gambar 6.6.



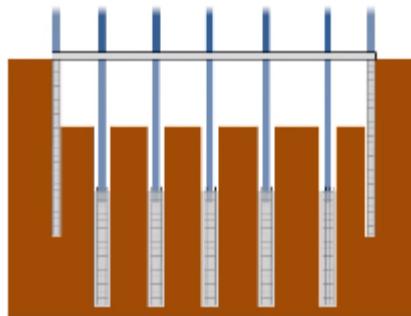
Gambar 6.6 Pondasi dan King Post

3. Pengecoran plat pada lantai permukaan tanah seperti pada Gambar 6.7.



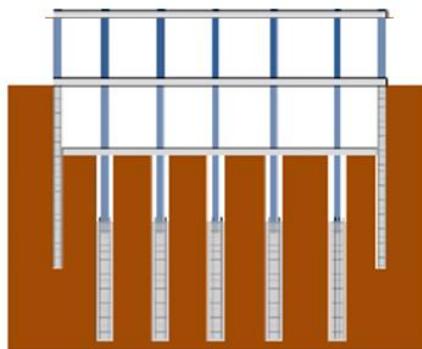
Gambar 6.7 Pengecoran Plat

4. Penggalian tanah basemen sekaligus pembuatan kolom dan balok untuk lantai diatas permukaan seperti pada Gambar 6.8.



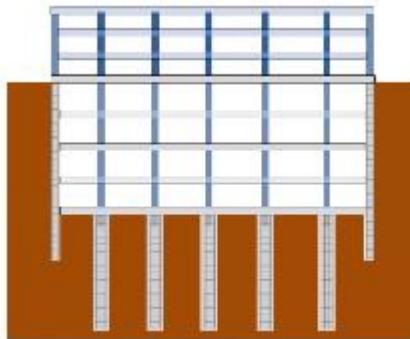
Gambar 6.8 Penggalian Tanah Galian dan Pembuatan Kolom

5. Pembuatan plat pada galian basemen sekaligus pembuatan plat pada lantai diatas permukaan tanah seperti pada Gambar 6.9.



Gambar 6.9 Pembuatan Plat Basemen dan Plat Struktur Atas

6. Penggalian tanah basemen untuk kedalaman berikutnya dan pembuatan struktur lantai diatas permukaan tanah untuk lantai selanjutnya. Langkah ini terus berulang hingga kedalaman dan elevasi lantai yang diinginkan kemudian kolom king post dicor menjadi seperti kolom pada umumnya. Ilustrasi dapat dilihat pada Gambar 6.10.



Gambar 6.10 Pengulangan Langkah

## 6.2 Perhitungan Produktivitas

Produktivitas merupakan perbandingan antara output proyek yang dihasilkan dengan input yang diberikan pada suatu rangkaian kegiatan proyek. Sumber daya pada pelaksanaan proyek perlu dihitung produktivitasnya agar dapat dilakukan manajemen untuk mencapai tujuan dari proyek tersebut.

### 6.2.1 Produktivitas Alat Berat

Pada proyek ini pekerjaan dengan volume yang besar atau pekerjaan yang tidak bisa dilakukan secara manual oleh para pekerja dikerjakan menggunakan alat berat. Untuk dapat menentukan berapa lama durasi pelaksanaan dibutuhkan produktifitas dari alat berat tersebut. Besar produktifitas alat berat yang dipakai pada proyek ini dapat dilihat pada perhitungan dibawah ini.

#### a. Excavator

- Tipe Alat : Hitachi ZX210-5G
- Volume Bucket (ql) : 0.9 m<sup>3</sup>
- Faktor Bucket (K) : 0.9

- Kondisi Alat : Baik
- Efisiensi Kerja (E) : 0.71
- Waktu Gali : 9 detik
- Waktu Buang : 4 detik
- Waktu Putar : 5 detik

Perhitungan Kapasitas Produksi/Hari:

$$\text{Koefisien} = \frac{1}{\text{Produktifitas}}$$

$$P = \frac{q \times 3600 \times E}{Cm} \times \text{Jam Kerja}$$

$$q = ql \times K$$

$$Cm = \text{Waktu Gali} + (2 \times \text{Waktu Putar}) + \text{Waktu Buang}$$

Dimana :

P = Produktifitas Per Jam

Cm = Waktu Siklus

q = Volume Bucket Efisien

$$q = ql \times K$$

$$= 0.9 \text{ m}^3 \times 0.9$$

$$= 0.81$$

$$Cm = \text{Waktu Gali} + (2 \times \text{Waktu Putar}) + \text{Waktu Buang}$$

$$= 9 + (2 \times 5) + 4$$

$$= 23 \text{ detik}$$

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{q \times 3600 \times E}{Cm} \times \text{jam kerja} \\
 &= \frac{0.81 \times 3600 \times 0.71}{23} \times 7 \text{ jam} \\
 &= 630 \text{ m}^3 / \text{hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Koefisien} &= \frac{1}{\text{Produktifitas}} \\
 &= \frac{1}{630}
 \end{aligned}$$

$$= 0.002$$

b. Dump Truck

- Tipe Alat = Isuzu Elf 6 ban 125 PS
- Kapasitas Bak (ql) =  $6 \text{ m}^3$
- Faktor Bak = 0.9
- Efisiensi Kerja (E) = 0.83
- Jarak menuju pembuangan = 2 km
- Kecepatan saat bermuatan = 30 km/jam
- Kecepatan tidak bermuatan = 40 km/jam
- Waktu Muat (T1) = 15 menit
- Waktu Berangkat (T2) =  $\frac{L}{V} \times 60 = \frac{2}{30} \times 60 = 4$  menit
- Waktu Kembali (T3) =  $\frac{L}{V} \times 60 = \frac{2}{40} \times 60 = 3$  menit

Perhitungan Kapasitas Produksi Per Hari :

$$\begin{aligned}
 q &= ql \times K \\
 &= 6 \text{ m}^3 \times 0.9 \\
 &= 5.4 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_m &= T_1 + T_2 + T_3 \\
 &= 15 + 4 + 3 \\
 &= 37 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{q \times 3600 \times E}{C_m} \times \text{Jam Kerja} \\
 &= \frac{5.4 \times 60 \times 0.83}{37} \times 7 \\
 &= 0.96 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Koefisien} &= \frac{1}{\text{Produktifitas}} \\
 &= \frac{1}{0.96} \\
 &= 1.04
 \end{aligned}$$

- c. Crawler Crane Grab Penggali *Diaphragm Wall*
- Tipe Alat = TYSIM KH40
  - Volume Bucket (ql) = 1.8 m<sup>3</sup>
  - Faktor Bucket (K) = 0.9
  - Efisiensi Kerja (E) = 0.71
  - Waktu Gali = 20 detik
  - Waktu Buang = 8 detik
  - Waktu Putar = 10 detik

Perhitungan Produktifitas Per Hari :

$$\begin{aligned}
 q &= ql \times K \\
 &= 1.8 \text{ m}^3 \times 0.9 \\
 &= 1.6 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_m &= \text{Waktu Gali} + (2 \times \text{Waktu Putar}) + \text{Waktu Buang} \\
 &= 20 + (2 \times 10) + 8 \\
 &= 48 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{q \times 3600 \times E}{C_m} \times \text{Jam Kerja} \\
 &= \frac{1.6 \times 3600 \times 0.71}{48} \times 7 \\
 &= 604 \text{ m}^3/\text{hari}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Koefisien} &= \frac{1}{\text{Produktifitas}} \\
 &= \frac{1}{604} \\
 &= 0.002
 \end{aligned}$$

d. Mobile Crawler Crane

- Tipe Alat = Fuwa Quy35
- Volume Angkat (ql) = 1 unit kapasitas 35ton
- Efisiensi Kerja = 0.75
- Waktu Pengikatan (T1) = 2.3 menit
- Waktu Pengangkatan (T2) = 2 menit
- Waktu Pemindahan (T2) = 1.8 menit
- Waktu Penempatan (T3) = 1.2 menit

Perhitungan Produktifitas Per Hari :

$$Cm = T1 + T2 + T3 + T4$$

$$= 2.3 + 2 + 1.8 + 1.2$$

$$= 7.3 \text{ menit}$$

$$P = \frac{1 \times 60 \times E}{Cm} \times \text{Jam Kerja}$$

$$= \frac{1 \times 60 \times 0.75}{7.3} \times 7$$

$$= 43 \text{ unit/hari}$$

$$\text{Koefisien} = \frac{1}{\text{Produktifitas}}$$

$$= \frac{1}{6}$$

$$= 0.023$$

e. Hydrolic Bore Machine

- Tipe Alat = Kobelco Type BM500
- Produktifitas = 14.5 m/jam ( Brosur)

Perhitungan Produktifitas Per hari

Produktifitas Per Hari = Produktifitas Per Jam X Jam Kerja

Produktifitas Per Hari = 14.5 x 7 jam

$$= 101 \text{ m/hari}$$

$$\text{Koefisien} = \frac{1}{\text{Produktifitas}}$$

$$= \frac{1}{101} \\ = 0.01$$

### **6.2.2 Produktifitas Pekerja**

Pada proyek ini pekerjaan dengan volume yang kecil atau pekerjaan yang bisa dilaksanakan secara manual dikerjakan langsung oleh para pekerja. Untuk dapat menentukan berapa lama durasi pelaksanaan dibutuhkan produktifitas dari pekerja tersebut. Besar produktifitas pekerja yang dipakai pada proyek ini dapat dilihat pada harga satuan pokok kegiatan (HSPK) kota Semarang 2020 dimana didalamnya disebutkan koefisien dan jenis tukang pelaksana dari masing-masing pekerjaan pada kegiatan konstruksi.

### **6.2.3 Data Produktifitas Group**

Dalam perhitungan durasi menggunakan produktifitas dari tukang yang mengerjakan perkerjaan tersebut. Produktifitas dari tukang tersebut akan menjadi produktifitas grup dalam menghitung durasi pekerjaan tersebut. Contoh perhitungan produktifitas grup dengan contoh pekerjaan pemasangan bowplank dijabarkan pada perhitungan dibawah ini.

Koefisien pekerjaan bowplank pada HSPK didapatkan :

- Kepala Tukang = 0.01
- Tukang Kayu = 0.1
- Pekerja = 0.1
- Mandor = 0.005

Koefisien group dipilih koefisien dari tukang yang mengerjakan pekerjaan tersebut.

$$\text{Koefisien Group} = 0.1$$

$$\text{Produktifitas Per Group} = \frac{1}{0.1} = 10$$

Pada Tugas Akhir ini ditentukan jumlah grup sejumlah 8. Untuk menentukan berapa jumlah pekerja atau tukang dalam satu grup ditentukan dengan perhitungan berdasarkan koefisiennya seperti berikut :

Contoh Perhitungan Jumlah Tukang Kayu Pada Pemasangan Bowplank dalam 8 Group :

$$\begin{aligned}\text{Jumlah Tukang Kayu} &= \frac{\text{Koefisien Tukang Kayu}}{\text{Koefisien Group}} \times \text{Jumlah Group} \\ &= \frac{0.1}{0.1} \times 8 \\ &= 8 \text{ orang}\end{aligned}$$

Hasil Perhitungan Jumlah Pekerja Pada Pekerjaan Pemasangan Bowplank dalam 8 Group :

- Kepala Tukang = 1
- Tukang Kayu = 8
- Pekerja = 8
- Mandor = 1

Jadi total pekerja pada pembuatan bowplank dalam 8 group terdapat 18 orang

Dalam perhitungan durasi pekerjaan dalam group digunakan produktifitas total grup dengan perhitungan sebagai berikut :

Produktifitas Total Grup = Produktifitas Per Grup x Jumlah Grup

Produktifitas Total 8 Grup =  $10 \times 8$

$$= 80$$

Untuk memperjelas urutan perhitungan produktifitas grup dapat dilihat pada Tabel 6.1 .Dari perhitungan produktifitas per grup dapat ditentukan durasi pelaksanaan pekerjaan yang dilaksanakan oleh grup pekerja dengan cara membagi volume pekerjaan dengan produktifitas total grup dimana detail perhitungan durasi akan dibahas pada bab selanjutnya. Hasil perhitungan produktivitas seluruh pekerjaan dapat dilihat pada Lampiran 15 untuk metode *bottom up*, dan Lampiran 17 untuk metode *top down*.

Tabel 6.1 Contoh Perhitungan Produktifitas Grup Pada Pekerjaan Pemasangan Bowplank

Koefisien Pekerja				Koefisien Grup	Produktifitas Per Grup
Kepala Tukang	Tukang Kayu	Pekerja	Mandor		
0.01	0.1	0.1	0.005	0.1	10

Jumlah Grup	Jumlah Pekerja				Jumlah Total Pekerja
	Kepala Tukang	Tukang Kayu	Pekerja	Mandor	
8	1	8	8	1	18

Jumlah Grup	Produktifitas Per Grup	Produktifitas Total Grup
8	10	80

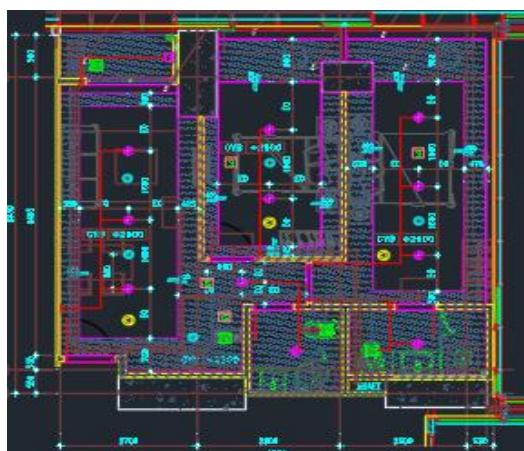
## 6.3 Analisa Durasi

### 6.3.1 Perhitungan Volume

Untuk menentukan besar durasi pelaksanaan pekerjaan perlu diketahui berapa besar volume pekerjaan dan besar produktifitas dari pekerja serta alat beratnya dimana sudah dijelaskan pada bab sebelumnya. Perhitungan volume pekerjaan didasarkan pada gambar layout, denah serta detail proyek. Hasil rekapitulasi perhitungan volume dapat dilihat pada Lampiran 15 untuk metode *bottom up* dan Lampiran 17 untuk metode *top down*. Berikut adalah contoh perhitungan volume pekerjaan yang berbentuk unit, panjang, luasan, dan volume :

- Contoh Perhitungan Volume Lampu (Unit)

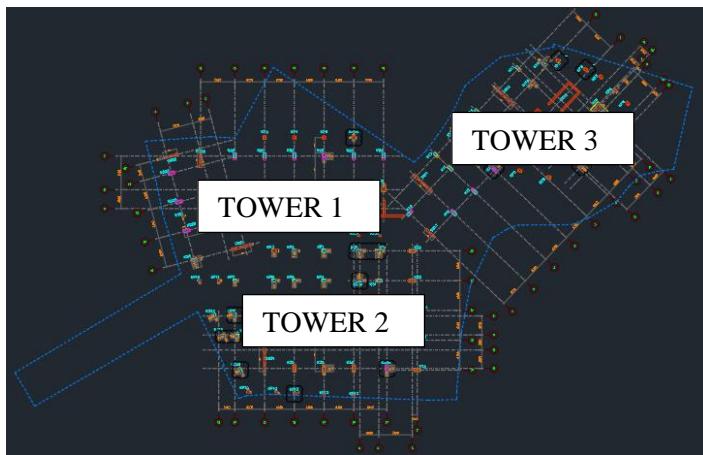
Perhitungan jumlah unit dilakukan dengan menghitung jumlah item pada gambar AutoCad proyek seperti yang terdapat pada Gambar 6.11 dimana unit lampu ditunjukkan dengan simbol . Dari perhitungan jumlah unit didapatkan volume lampu pada lantai 8 adalah 712 unit.



Gambar 6.11 Contoh Perhitungan Volume Pekerjaan Berbentuk Jumlah Unit Pada Pemasangan Lampu  
( Sumber : PT. PP (Persero) )

- Contoh Perhitungan Volume Pemagarannya Lahan Proyek (Panjang)

Perhitungan panjang keliling pemagarannya dilakukan menggunakan pengukuran panjang berskala pada gambar AutoCad proyek seperti yang terdapat pada Gambar 6.12 dimana panjang keliling ditunjukkan dengan garis biru. Setelah diukur didapatkan panjang keliling pemagarannya sebesar 417 m.



Gambar 6.12 Contoh Perhitungan Volume Pekerjaan Berbentuk Panjang Pada Pemagarannya Lahan  
( Sumber : PT. PP (Persero) )

- Contoh Perhitungan Volume Plat (Luas)

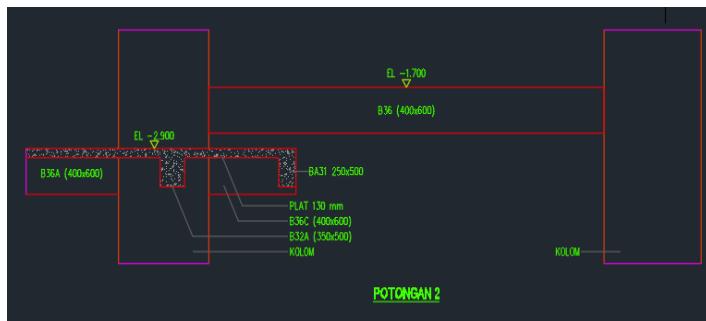
Perhitungan luas plat dilakukan menggunakan pengukuran luas berskala pada gambar AutoCad proyek

seperti yang terdapat pada Gambar 6.13 dimana luas plat ditunjukkan dengan arsiran warna hijau. Setelah diukur didapatkan luasan plat sebesar  $2576 \text{ m}^2$ .



Gambar 6.13 Contoh Perhitungan Volume Pekerjaan Berbentuk Luas Pada Pekerjaan Plat Lantai Basement  
( Sumber : PT. PP (Persero) )

- Contoh Perhitungan Volume Pengecoran Plat (Volume)  
Perhitungan volume pengecoran plat basement dilakukan menggunakan pengukuran luas berskala pada gambar AutoCad proyek seperti yang terdapat pada Gambar 6.13 dimana panjang keliling ditunjukkan dengan arsiran hijau. Kemudian dikalikan dengan tebal dari plat yang ditampilkan pada Gambar 6.14 tersebut yang dijabarkan pada perhitungan dibawah :



Gambar 6.14 Gambar Potongan Pada Lantai Basemen

$$\begin{aligned}
 \text{Volume Pengecoran} &= \text{Luasan Pengecoran} \times \text{Tebal Plat} \\
 &= 2576 \text{ m}^2 \times 1.3 \text{ m} \\
 &= 3350 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

### 6.3.2 Perhitungan Durasi

Setelah dilakukan analisa produktifitas dan volume pekerjaan dapat ditentukan durasi pelaksanaan pekerjaan. Hasil perhitungan durasi dapat dilihat pada Lampiran 15 untuk metode *bottom up* dan Lampiran 17 untuk metode *top down*. Berikut contoh perhitungan durasi pekerjaan pemasangan bowplank :

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Produktifitas Total Grup}}$$

$$\text{Durasi} = \frac{300 \text{ m}}{80}$$

$$\text{Durasi} = 4 \text{ hari}$$

### 6.4 Penjadwalan

Dalam proyek terdapat berbagai macam pekerjaan baik yang dilaksanakan pada waktu yang bersamaan maupun berbeda waktu. Selain perbedaan waktu pemilihan metode pelaksanaan juga sangat mempengaruhi sequencing antar pekerjaan. Pada tugas

akhir ini membandingkan penjadwalan serta kebutuhan durasi dari metode *bottom up* dan *top down* untuk mengetahui metode mana yang akan menghasilkan durasi pelaksanaan yang lebih cepat dan efektif.

Tujuan dari penjadwalan adalah untuk menentukan kapan aktivitas dimulai, ditunda dan diselesaikan. Selain itu dengan adanya penjadwalan akan memperjelas hubungan antar aktivitas. Dengan hubungan dan *sequencing* antar aktivitas yang jelas akan mudah dianalisa lintasan kritis serta keefektifan sumber daya yang dipakai dalam proyek secara menyeluruh. Dibawah ini merupakan contoh dari *sequencing* pekerjaan struktur pada lantai basemen 1 metode *bottom up* yang ditampilkan dalam bentuk tabel seperti pada Tabel 6.2 serta diperjelas dengan ilustrasi menggunakan Microsoft Project seperti yang terlihat pada Gambar 6.15. Penjadwalan keseluruhan pekerjaan dapat dilihat pada Lampiran 16 untuk metode *bottom up* dan Lampiran 17 untuk metode *top down*.

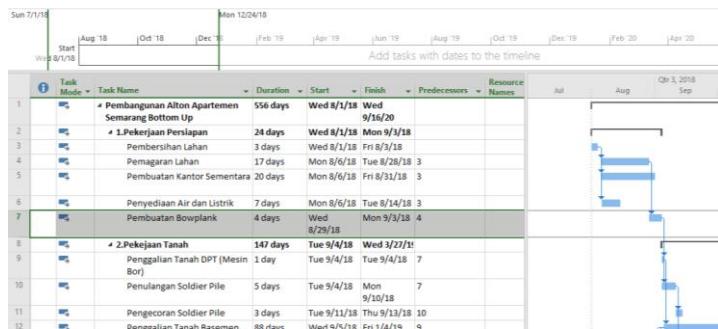
Berikut jenis-jenis pekerjaan struktur lantai basemen 1 metode *bottom up* :

- Penulangan Kolom dan Shearwall
- Pemasangan Bekisting Kolom dan Shearwall
- Pengecoran Kolom dan Shearwall
- Penulangan Balok dan Plat
- Pemasangan Bekisting Balok dan Plat
- Pengecoran Balok dan Plat

Sequencing dari pekerjaan struktur lantai basemen 1 dan hubungan antar aktivitasnya :

Tabel 6.2 Contoh Sequencing Antar Aktivitas Pekerjaan Struktur Lantai 1

No.	Aktivitas	Predecessor
1	Penulangan Kolom dan Shearwall	-
2	Pemasangan Bekisting Kolom dan Shearwall	FS1
3	Pengcoran Kolom dan Shearwall	FS2
4	Penulangan Balok dan Plat	FS3
5	Pemasangan Bekisting Balok dan Plat	FS4
6.	Pengcoran Balok dan Plat	FS5



Gambar 6.15 Gantt-Chart Pekerjaan Persiapan Menggunakan Microsoft Project

Setelah menentukan hubungan antar aktivitas dan durasinya maka dapat dilakukan penjadwalan. Pada tugas akhir ini penjadwalan dilakukan untuk membandingkan antara metode

*bottom up* dan metode *top down* dari sisi durasi. Penjadwalan menggunakan program bantu Microsoft Project. Berdasarkan penjadwalan didapatkan durasi untuk pelaksanaan dengan metode *bottom up* membutuhkan waktu 556 hari sedangkan untuk metode *top down* 439 hari dengan selisih 117 hari. Perbandingan hasil penjadwalan dapat dilihat pada Gambar 6. 16 untuk metode *bottom up* dan Gambar 6. 17 untuk metode *top down* penjadwalan yang lebih jelas dapat dilihat pada Lampiran 16 untuk metode *bottom up* dan Lampiran 18 untuk metode *top down*.

		Sat 9/1/18	Sat 3/16/19	Today		
		Start Wed 8/1/18	Half 2, 2018	Half 1, 2019	Half 2, 2019	Half 1, 2020
		Add tasks with dates to the timeline				Finish Wed 9/16/20
Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish		
1	▷ Pembangunan Alton Apartemen Semarang Bottom Up	556 days	Wed 8/1/18	Wed 9/16/20		
2	▷ 1.Pekerjaan Persiapan	24 days	Wed 8/1/18	Mon 9/3/18		
8	▷ 2.Pekerjaan Tanah	147 days	Tue 9/4/18	Wed 3/27/19		
19	▷ 3.Pekerjaan Struktur Lantai B2	43 days	Fri 1/18/19	Tue 3/19/19		
26	▷ 4.Pekerjaan Struktur Lantai B1	43 days	Thu 2/21/19	Mon 4/22/19		
33	▷ 5.Pekerjaan Struktur Lantai 1	43 days	Wed 3/27/19	Fri 5/24/19		
40	▷ 6.Pekerjaan Struktur Lantai 2	40 days	Tue 4/30/19	Mon 6/24/19		
47	▷ 7.Pekerjaan Struktur Lantai 3	42 days	Thu 5/30/19	Fri 7/26/19		
54	▷ 6.Pekerjaan Struktur Lantai 4	42 days	Tue 7/2/19	Wed 8/28/19		
61	▷ 6.Pekerjaan Struktur Lantai 5	42 days	Fri 8/2/19	Mon 9/30/19		
68	▷ 6.Pekerjaan Struktur Lantai 6	42 days	Wed 9/4/19	Thu 10/31/19		
75	▷ 7.Pekerjaan Struktur Lantai 7	42 days	Mon 10/7/19	Tue 12/3/19		
82	▷ 8.Pekerjaan Struktur Lantai 8	47 days	Thu 11/7/19	Fri 1/10/20		
104	▷ 8.Pekerjaan Struktur Lantai 9	47 days	Mon 11/18/19	Tue 1/21/20		
126	▷ 8.Pekerjaan Struktur Lantai 10	47 days	Wed 11/27/19	Thu 1/30/20		
148	▷ 8.Pekerjaan Struktur Lantai 11	47 days	Fri 12/6/19	Mon 2/10/20		
170	▷ 8.Pekerjaan Struktur Lantai 12	47 days	Tue 12/17/19	Wed 2/19/20		
192	▷ 8.Pekerjaan Struktur Lantai 13	47 days	Thu 12/26/19	Fri 2/28/20		
214	▷ 8.Pekerjaan Struktur Lantai 14	47 days	Mon 1/6/20	Tue 3/10/20		
236	▷ 8.Pekerjaan Struktur Lantai 15	47 days	Wed 1/15/20	Thu 3/19/20		

Gambar 6.16 Gambar Penjadwalan Metode *Bottom Up*

	Start	Sep '18	Dec '18	Mar '19	Jun '19	Sep '19	Dec '19	Mar '20	Finish
	Wed 8/1/18	Add tasks with dates to the timeline						Mon 4/6/20	
	Task Mode	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors	Successors	Notes	
1	Normal	▪ Pembangunan Alton Apartemen Semarang Top Down	439 days	Wed 8/1/18	Mon 4/6/20				
2	Normal	▷ 1.Pekerjaan Persiapan	24 days	Wed 8/1/18	Mon 9/3/18				
8	Normal	▷ 2.Pekerjaan Tanah	135 days	Tue 9/4/18	Mon 3/11/19				
20	Normal	▷ 3.Pekerjaan Struktur Lantai B2	34 days	Fri 10/26/18	Wed 12/12/18				
27	Normal	▷ 4.Pekerjaan Struktur Lantai B1	34 days	Mon 9/24/18	Thu 11/8/18				
34	Normal	▷ 5.Pekerjaan Struktur Lantai 1	43 days	Mon 10/15/18	Wed 12/12/18				
41	Normal	▷ 6.Pekerjaan Struktur Lantai 2	40 days	Fri 11/16/18	Thu 1/10/19				
48	Normal	▷ 7.Pekerjaan Struktur Lantai 3	42 days	Tue 12/18/18	Wed 2/13/19				
55	Normal	▷ 8.Pekerjaan Struktur Lantai 4	42 days	Fri 1/18/19	Mon 3/18/19				
62	Normal	▷ 9.Pekerjaan Struktur Lantai 5	42 days	Wed 2/20/19	Thu 4/18/19				
69	Normal	▷ 10.Pekerjaan Struktur Lantai 6	42 days	Mon 3/25/19	Tue 5/21/19				
76	Normal	▷ 11.Pekerjaan Struktur Lantai 7	42 days	Thu 4/25/19	Fri 6/21/19				
83	Normal	▷ 12.Pekerjaan Struktur Lantai 8	47 days	Tue 5/28/19	Wed 7/31/19				
105	Normal	▷ 13.Pekerjaan Struktur Lantai 9	47 days	Thu 6/6/19	Fri 8/9/19				
127	Normal	▷ 14.Pekerjaan Struktur Lantai 10	47 days	Mon 6/17/19	Tue 8/20/19				
149	Normal	▷ 15.Pekerjaan Struktur Lantai 11	47 days	Wed 6/26/19	Thu 8/29/19				
171	Normal	▷ 16.Pekerjaan Struktur Lantai 12	47 days	Fri 7/5/19	Mon 9/9/19				
193	Normal	▷ 17.Pekerjaan Struktur Lantai 13	47 days	Tue 7/16/19	Wed 9/18/19				
215	Normal	▷ 18.Pekerjaan Struktur Lantai 14	47 days	Thu 7/25/19	Fri 9/27/19				
237	Normal	▷ 19.Pekerjaan Struktur Lantai 15	47 days	Mon 8/5/19	Tue 10/8/19				
259	Normal	▷ 20.Pekerjaan Struktur Lantai 16	47 days	Wed 8/14/19	Thu 10/17/19				

Gambar 6.17 Gambar Penjadwalan Metode Top Down

## BAB VII

### KESIMPULAN

#### 7.1 Kesimpulan

Berdasarkan perumusan masalah, analisa alternatif perencanaan serta eksisting di lapangan, dan hasil perhitungan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan dari tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Berdasarkan kontrol defleksi, heave dan uplift yang dilakukan dinding penahan tanah eksisting berupa *soldier pile* dapat menahan beban-beban yang terjadi.
2. Dinding penahan tanah alternatif *diaphragm wall* direncanakan dengan ketebalan 0.8 m dan kedalaman 18 m.
3. Berdasarkan analisa penjadwalan dengan dua metode berbeda dapat dilihat bahwa metode *top down* lebih singkat pelaksanaannya dengan durasi 439 hari dibandingkan metode *bottom up* dengan durasi 556 hari. Sehingga alternatif yang dipilih adalah metode *top down* karena lebih singkat dengan selisih 117 hari dari metode *bottom up*.

#### 7.2 Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan dalam Tugas Akhir ini adalah:

1. Perhitungan sebaiknya dilakukan juga pada tower lainnya, bukan hanya tower 3 saja. Dengan demikian bisa dibandingkan apakah semua tower menghasilkan kesimpulan yang sama, yaitu *diaphragm wall* dengan metode *top down* durasinya lebih singkat.

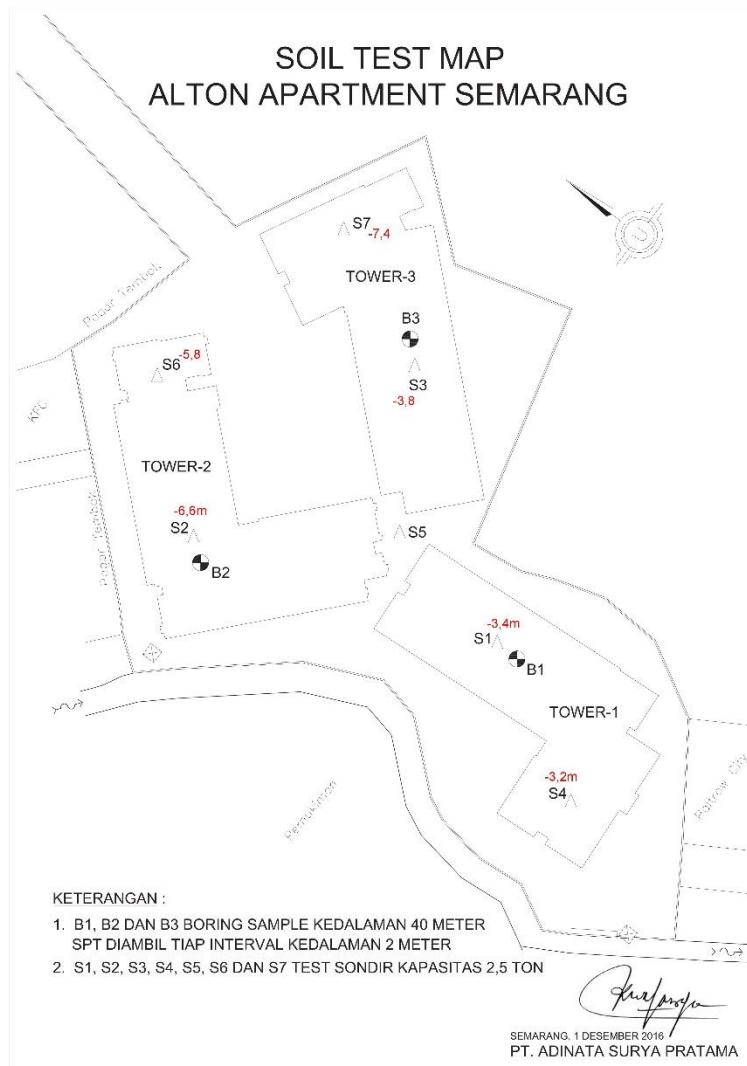
2. Dapat juga dianalisa alternatif lainnya, bukan hanya *diaphragm wall* dengan metode *top down*. Misalnya alternatif diaphragm wall namun *bottom up*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andikaputra, A. M. (2017). *Alternatif Perencanaan Dinding Penahan Tanah Stasiun Bawah Tanah Bundaran HI dengan Diaphragm Wall, Soldier Pile, dan Secant Pile pada Proyek Pembangunan MRT Jakarta*. Surabaya : ITS.
- Das, B. M. (1995). *Mekanika Tanah (Prinsip - prinsip Rekayasa Geoteknis)*. (Endah, N. & Mochtar, I. B.). Surabaya: Erlangga.
- Das, B. M. (2007). *Principle of Foundation Engineering*. Toronto: Nelson.
- Nasional, B. S. (2013 ). *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung ( SNI 2847-2013)*. Jakarta: BSNI.
- Nasional, B. S. (2013). *Beban Minimum untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727-2013)*. Jakarta: BSNI.
- Nasional, B. S. (2013). *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung (SNI 2847-2013)*. Jakarta: BSNI.
- Nicholas, S. H. (2012). *Project Managemen for Engineering, Business and Technology 4th Edition*. USA: Routledge.
- Oberlender, G. D. (2012). *Project Management for Engineering and Construction* . USA: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Ou, C. Y. (2006). *Deep Excavation : Theory and Practice*. London : Taylor & Francis Group.

Wahyudi, H. (1999). *Daya Dukung Pondasi Dalam*. Surabaya: ITS.

## **LAMPIRAN**



Lampiran 1 Denah Tes Tanah Proyek



Laboratorium Mekanika Tanah  
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Diponegoro  
Semarang

### BORE LOG

Project : Projek Gedung Alton Apartement Semarang				Location : Jl. Prof Soedarto, SH, Tembalang Semarang, Jawa Tengah		Bore Hole No :			
						BH. 3 Page 1			
Date of drilling	Desember 2016	Described by	Andi RAS, ST	Coordinate X					
Drill Machine	Core	Checked by	I. Sri-Haryati, MI	Coordinate Y					
Pump	Surabaya	Date of photograph		Elevation					
Master no.	M. Royani	Sample stored at	Semarang	Inclination					
Drilling method	Rotary	Ground Water Depth	-2.00 msl	Azimuth					
Diameter of bore	73 mm								
Date	Depth (m)	Depth (m)	Thickness (m)	sample	Symbol	Layer Type	DESCRIPTION		
December 2016							Field Test		
							SPT		
							Depth (m)	N'	
							10	30	50
1	0,00								
2							2,00		
3	2,50						2,45		
4							4,00		
5,00							4,45		
5									
6	6,00						6,00		
7							6,45		
8	8,00						8,00		
9,00							8,45		
9									
10	10,00						10,00		
11							10,45		
12							12,00		
13							12,45		
14							14,00		
15							14,45		
16							16,00		
17							16,45		
18							18,00		
19							18,45		
20	20,00						20,00		
NOTE : N' = Nilai N-Spt terkoreksi									

Lampiran 2 Bor log BH 3 tower 3 kedalaman 1m – 20m



Laboratorium Mekanika Tanah  
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Diponegoro  
Semarang

### BORE LOG

Project : Projek Gedung Alton Apartement Semarang					Location : Jl. Prof Soedarto, SH, Tembalang Semarang, Jawa Tengah		Bore Hole No :		
							BH. 3	Page 2	
Date of drilling	Desember 2016	Described by	Andi RAS, ST		Coordinate X:				
Drill Machine	Core	Checked by	I. Sri-Haryati, MI		Coordinate Y:				
Pump	Surabaya	Date of photograph			Elevation				
Master no.	Kurniawan	Sample stored at	Semarang		Indication				
Drilling methods	Rotary	Ground Water Depth	-2.00 msl		Azimuth				
Diameter of bore	73 mm								
Date	Depth (m)	Depth (m)	Thickness (m)	sample	Symbol	Layer Type	DESCRIPTION		
							Depth (m)	N'	
							10	30	50
21	20.00	20.00					20,45	>60	
22							22,00		
23							22,45	>60	
24							24,00		
25							24,45	>60	
26							26,00		
27							26,45	>60	
28							28,00		
29							28,45	>60	
30	20.00	29,50	9,50				30,00		
31							30,45	>60	
32							32,00		
33							32,45	>60	
34							34,00		
35							34,45	>60	
36							36,00		
37							36,45	>60	
38							38,00		
39							38,45	>60	
40	40.00	40.00					40,00		
							40,45	>60	
NOTE : N' = Nilai N-Spt terkoreksi									

Lampiran 3 Bor log BH 3 tower 3 kedalaman 21m – 40m

BH 1 TOWER 1 (INTERPOUSI THP 1m)										
Kedalamann	NSPT	lebihis Tanah	Konsistensi Tanah (B6)	Mean	Standard Deviasi	Coeffisian Variasi	Kontrol	Ysat [KN/m3]	Ysat [kg/cm3]	vdfy/cm3]
0	0	PASIR	Very Loose	4	-	-	-	12	1.2	0.5
	1		Very loose							
	2		Loose	8	0.82	10.21	OK	14.67	1.467	0.745
	3		Loose							
4	9		Dense							
	5		Dense							
	6		Dense							
	7		Dense	37	9.25	24.80	OK	17.26	1.726	1.15
8	41	LEMPUUNG	Dense							
	9		Dense							
	10		Very Dense							
	11		Very Dense							
12	60	BATUPASIR	Very Dense	57	4.98	8.72	OK	21.5	2.15	1.83
	13		Very Dense							
	14		HARD							
	15		HARD	40	1.92	4.83	OK	21.28	2.128	1.79
16	41	LANAU	HARD							
	17		HARD							
	18		HARD							
	19		HARD							
20	43	PASIR	Dense	43	0.41	0.97	OK	18.53	1.853	1.35
	21		Dense							
	22		Dense							
	23		HARD							
24	52	PASIR	HARD							
	25		HARD							
	26		HARD							
	60		HARD	55	6.40	11.59	OK	22.57	2.257	1.995
27	60	PASIR	Very Dense							
	28		Very Dense							
	29		Very Dense							
	30		Very Dense							
31	43	PASIR	Very Dense	51.	7.81	15.32	OK	18.5	1.85	1.35
	32		Very Dense							
	33		Very Dense							
	34		Very Dense							
35	60	BATUPASIR	Very Dense							
	36		Very Dense							
	37		Very Dense							
	38		Very Dense							
39	60	BATUPASIR	Very Dense	60	0.00	0.00	OK	23	2.3	2.07
	40		Very Dense							
	60		Very Dense							
	60		Very Dense							

Lampiran 4 Pengelompokan dan data parameter tanah BH 1

Kedalaman	NSPT	Jenis Tanah	BH 2 TOWER 2 (INTERPOLASI TMAP 3m)									
			Inisitensi Tanah (Bowle)	Meian	Standard Deviasi	Coeffisien Variansi	Kontrol	ysat(kN/m <sup>3</sup> )	xsat(g/cm <sup>3</sup> )	bowlless(g/c)	e	e
0	0	LANAU	Very Soft	-	-	-	16	1.6	0.95	1.85	0	30
1	6		Soft	6	-	-	16	1.6	0.95	1.85	0	80
2	11		Medium	16	4.56	29.39	OK	16	1.6	0.95	1.85	0
3	13		Medium	16	4.56	29.39	OK	16	1.6	0.95	1.85	0
4	15		Medium	31	-	-	-	-	-	-	-	-
5	23		Medium	6	-	-	-	-	-	-	-	-
6	31	PASIR	Dense	38	7.25	18.95	OK	17.47	1.747	118	129	17.47
7	45		Very Dense	9	60	-	-	-	-	-	-	-
8	50		Very Dense	9	60	-	-	-	-	-	-	-
9	60		Very Dense	10	60	55	6.40	11.59	OK	20.5	2.05	167
10	60		Very Dense	11	52	52	-	-	-	-	-	0.62
11	52		Very Dense	12	44	-	-	-	-	-	-	20.5
12	44	LANAU	HARD	13	42	40	HARD	41	1.00	2.44	OK	21.37
13	42		HARD	14	50	Very Dense	-	-	-	-	-	2.137
14	50		Very Dense	15	50	-	-	-	-	-	-	1.8
15	50		Very Dense	16	60	-	-	-	-	-	-	0.491
16	60		Very Dense	17	60	PASIR	-	-	-	-	-	0
17	60		Very Dense	18	60	Very Dense	58	4.00	6.90	OK	22	2.2
18	60	LANAU	Very Dense	19	60	Very Dense	-	-	-	-	-	-
19	60		Very Dense	20	60	HARD	-	-	-	-	-	-
20	60		HARD	21	54	HARD	-	-	-	-	-	-
21	54		HARD	22	47	HARD	-	-	-	-	-	-
22	47		HARD	23	42	HARD	-	-	-	-	-	-
23	42		HARD	24	36	HARD	-	-	-	-	-	-
24	36	PASIR	HARD	25	45	HARD	-	-	-	-	-	-
25	45		HARD	26	54	Very Dense	-	-	-	-	-	-
26	54		Very Dense	27	52	-	-	-	-	-	-	-
27	52		Very Dense	28	49	-	-	-	-	-	-	-
28	49		Very Dense	29	55	-	-	-	-	-	-	-
29	55		Very Dense	30	60	-	-	-	-	-	-	-
30	60	PASIR	Very Dense	31	60	Very Dense	-	-	-	-	-	-
31	60		Very Dense	32	60	Very Dense	-	-	-	-	-	-
32	60		Very Dense	33	60	Very Dense	-	-	-	-	-	-
33	60		Very Dense	34	60	Very Dense	-	-	-	-	-	-
34	60		Very Dense	35	60	Very Dense	-	-	-	-	-	-
35	60		Very Dense	36	60	Very Dense	-	-	-	-	-	-
36	60	PASIR	Very Dense	37	60	Very Dense	-	-	-	-	-	-
37	60		Very Dense	38	60	Very Dense	-	-	-	-	-	-
38	60		Very Dense	39	60	Very Dense	-	-	-	-	-	-
39	60		Very Dense	40	60	Very Dense	-	-	-	-	-	-
40	60		Very Dense	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Lampiran 5 Pengelompokan dan data parameter tanah BH 2

Kedalaman	NIST	Jenis Tanah	Konsistensi Tanah {bowes}	Meng	Standar Deviasi	Cepat/Selang/Variasi	Kontrol	$\gamma_{sat}(\text{KN/m}^3)$	$\theta$	$\theta'$	$C_u(\text{kg/m}^2)$	$C_s(\text{kg/m}^2)$	Modulus Elastisitas Tanah [G]	Posisi's Ratio [u]	Koefisien Permeabilitas dengan DPT [m]	Kesimpulan	
0	0		Very loose	4	-	-	-	12	25	16.7	0	0	1000	0.2	0.364	0.3	132083.3
1	4	PASR	Loose	8	-	-	-	1457	236	19.7	0	0	1000	0.2	0.364	0.3	132083.3
2	8		Loose	8	-	-	-	1457	236	19.7	0	0	1000	0.2	0.364	0.3	132083.3
3	12		Stiff	17	4.33	25.70	OK	1644	0	0.0	91.7	61.13333333	1200	0.3	0.364	0.3	16483.2
4	15	UNAU	Stiff	17	4.33	25.70	OK	1644	0	0.0	91.7	61.13333333	1200	0.3	0.364	0.3	16483.2
5	23		Stiff	29	-	-	-	2034	0	0.0	191.7	127.8	1500	0.3	0.364	0.3	2004.4
6	29		Hard	29	-	-	-	2034	0	0.0	191.7	127.8	1500	0.3	0.364	0.3	2004.4
7	45		Very Dense														
8	60		Very Dense														
9	60		Very Dense														
10	60		Very Dense														
11	60		Very Dense														
12	60		Very Dense														
13	38		Very Dense														
14	56		Very Dense														
15	53		Very Dense														
16	50		Very Dense														
17	55		Very Dense														
18	60		Very Dense														
19	60		Very Dense														
20	60		Very Dense														
21	60		Very Dense														
22	60		Very Dense														
23	60		Very Dense														
24	60	PASR	Very Dense	59	3.34	5.68	OK	22.5	22.5	15.0	0	0	7000	0.3	0.364	0.3	9533.5
25	60		Very Dense														
26	60		Very Dense														
27	60		Very Dense														
28	60		Very Dense														
29	60		Very Dense														
30	60		Very Dense														
31	60		Very Dense														
32	60		Very Dense														
33	60		Very Dense														
34	60		Very Dense														
35	60		Very Dense														
36	60		Very Dense														
37	60		Very Dense														
38	60		Very Dense														
39	60		Very Dense														
40	60		Very Dense														

Lampiran 6 Pengelompokan dan data parameter tanah BH 3

Ketala man	Jenis Tanah	Kondisi	C	$\phi'$	ko [kN/m³]	Yakai Surcharge Ai Tegarai [kN/m²]	Tva [kN/m]	P₀ [kN/m]	Ka	C	$\phi'$	ko Yakai Tegarai [kN/m²]	Tvp [kN/m²]	Tvpai [kN/m²]	P₀ [kN]	kp [kN]	Akhir Xi setau δ[m]	Alif		Pasif	Akhir			
																		Tpa	Tvpai					
1	PASIR	Loose	0	16.7	0.7	12	10	9.8	0	22	22	15.7	0.55								15.7	0.000323		
2	PASIR	Loose	0	19.7	0.7	14.67	10	9.8	0	36.7	36.7	24.3	0.50								24.3	0.000066		
3		Stiff	61.33	0	1.0	6.44	10	9.8	9.8	43.1	52.9	52.9	1.00								52.9	0.000834		
4	LAMAU	Stiff	61.33	0	1.0	6.44	10	9.8	9.6	49.6	59.2	59.2	1.00	61.13	0	1	6.44	9.6	16.0	16.0	1.00	43.1	0.000024	
5	LAMAU	Stiff	61.33	0	1.0	6.44	10	9.8	9.4	56.0	65.4	65.4	1.00	61.13	0	1	6.44	9.4	22.9	22.9	1.00	43.1	0.000834	
6	HARD	127.8	0	1.0	10.34	10	9.8	9.2	66.3	75.5	75.5	1.00	127.8	0	1	10.34	9.2	23.2	32.4	1.00	43.1	0.000865		
7	Very Dense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	9	78.8	87.8	65.1	0.59	0	15	74.18	12.5	9	35.7	44.7	33.1	1.70	32.0	0.000733	
8	Very Dense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	8.8	91.3	100.1	74.2	0.59	0	15	74.18	12.5	8.8	48.2	57.0	170	32.0	0.000693		
9	Very Dense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	8.6	103.8	112.4	83.3	0.59	0	15	74.18	12.5	8.6	60.7	69.3	51.4	1.70	32.0	0.000894	
10	Very Dense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	8.4	116.3	124.7	92.4	0.59	0	15	74.18	12.5	8.4	73.2	81.6	60.5	1.70	32.0	0.000842	
11	Very Dense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	8.2	128.8	137.0	103.6	0.59	0	15	74.18	12.5	8.2	85.7	93.9	66.6	1.70	32.0	0.000858	
12	Very Dense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	8	141.3	150.7	107.0	0.59	0	15	74.18	12.5	8	98.2	106.2	76.7	1.70	32.0	0.000827	
13	Very Dense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	7.8	153.9	161.6	119.8	0.59	0	15	74.18	12.5	7.8	110.7	118.5	87.8	1.70	32.0	0.000313	
14	Very Dense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	7.6	156.3	175.9	128.9	0.59	0	15	74.18	12.5	7.6	112.2	119.8	91.0	1.70	32.0	0.000899	
15	Very Dense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	7.4	178.8	180.0	138.0	0.59	0	15	74.18	12.5	7.4	135.7	143.1	106.1	1.70	32.0	0.000311	
16	PASIR	Very Dense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	7.2	191.3	198.5	147.1	0.59	0	15	74.18	12.5	7.2	148.2	155.4	115.2	1.70	32.0	0.000316
17	Very Dense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	7	203.8	210.8	156.3	0.59	0	15	74.18	12.5	7	150.7	167.7	124.3	1.70	32.0	0.000321	
18	Very Dense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	6.8	213.1	221.1	165.4	0.59	0	15	74.18	12.5	6.8	173.2	180.0	133.4	1.70	32.0	0.000325	
19	Very Dense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	6.6	228.8	235.4	174.5	0.59	0	15	74.18	12.5	6.6	185.7	193.3	142.5	1.70	32.0	0.000829	
20	Very Dense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	6.4	241.3	247.7	183.6	0.59	0	15	74.18	12.5	6.4	198.2	206.6	151.7	1.70	32.0	0.000331	
21	Very Dense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	6.2	253.8	260.0	192.7	0.59	0	15	74.18	12.5	6.2	210.7	218.9	160.8	1.70	32.0	0.000333	
22	Very Dense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	6	265.3	277.3	201.8	0.59	0	15	74.18	12.5	6	223.7	228.2	169.9	1.70	32.0	0.000333	
23	Very Dense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	5.8	288.8	211.0	159.0	0	15	74.18	12.5	5.8	235.7	245.5	193.0	1.70	32.0	0.000334		
24	Very Dense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	5.6	293.9	220.1	159.0	0	15	74.18	12.5	5.6	246.2	253.8	188.1	1.70	32.0	0.000334		
25	Very Dense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	5.4	308.2	292.9	159.0	0	15	74.18	12.5	5.4	260.7	266.1	197.2	1.70	32.0	0.000334		

Lampiran 7 Perhitungan Untuk Galian 1 Tanpa Pengaku Tower 3  
Top Down

Phi aktif	Phi Pasif	Thmin	Thmin (paka)	Teg_H max	Phi Aktif final	Pha<teghm in	Phi pasif final	Pha<teghma x
11.5		12.2	12.2	0.0	11.5	No	0	No
16.4		18.2	18.2	0.0	16.4	No	0	No
39.5		-69.4	0.0	39.5	Yes	0	No	
43.9	31.3	-63.1	0.0	138.3	43.9	Yes	31.3	Yes
50.0	37.7	-56.9	0.0	144.5	50.0	Yes	37.7	Yes
57.8	50.1	-180.1	0.0	288.0	57.8	Yes	50.1	Yes
54.4	103.6	51.7	51.7	76.0	-54.4	No	103.6	No
16.2	100.2	59.0	96.8	16.2	No	100.2	No	
35.8	98.9	66.2	66.2	117.7	35.8	No	98.9	Yes
52.8	100.1	73.4	73.4	138.6	52.8	No	100.1	Yes
67.1	104.0	80.7	80.7	159.5	67.1	No	104.0	Yes
79.2	110.2	87.9	87.9	180.4	79.2	No	110.2	Yes
89.7	117.9	95.2	95.2	201.3	89.7	No	117.9	Yes
99.2	126.7	102.4	102.4	222.2	99.2	No	126.7	Yes
108.1	136.0	109.7	109.7	243.1	108.1	No	136.0	Yes
116.8	145.6	116.9	116.9	264.0	116.8	No	145.6	Yes
125.4	155.2	124.1	284.9	125.1	Yes	155.2	Yes	
134.1	164.7	131.4	131.4	305.7	134.1	Yes	164.7	Yes
142.9	174.2	138.6	138.6	326.6	142.9	Yes	174.2	Yes
151.8	183.5	145.9	145.9	347.5	151.8	Yes	183.5	Yes
160.7	192.8	153.1	153.1	368.4	160.7	Yes	192.8	Yes
169.8	201.9	160.3	160.3	389.3	169.8	Yes	201.9	Yes
178.8	211.1	167.6	167.6	410.2	178.8	Yes	211.1	Yes
188.0	220.2	174.8	174.8	431.1	188.0	Yes	220.2	Yes
197.1	229.4	182.1	182.1	452.0	197.1	Yes	229.4	Yes

Lampiran 8 Perhitungan Untuk Galian 1 Tanpa Pengaku Tower 3  
Top Down (Lanjutan)

Ketah ian ma in	Jenis Kepada tanah	Kondisi	Anal												Penil												Anal											
			C	φ	Ko (kN/m³)	rpakai Soilage	Air Teglik (kNm²)	Tua qsklik (kNm²)	Tua P₀ (kNm)	Ka	C	φ	Ko (kN/m³)	rpakai Teglik (kNm²)	Top Topar P₀ (kN)	Topar P₀ (kN)	Ko (kN/m³)	P₀(M) (kNm)	Xe seulen (kNm²)	Kspring (kNm²)																		
26	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	52	36.3	30.5	28.3	0.59	0	15	0.742	12.5	52	273.2	278.4	204	170	320	0.00033	9654														
27	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	5	328.8	338.8	247.4	0.59	0	15	0.742	12.5	5	285.7	290.7	255	170	320	0.00033	9654														
28	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	48	341.3	346.1	265.5	0.59	0	15	0.742	12.5	48	288.2	303.0	226	170	320	0.00033	9654														
29	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	46	353.8	358.4	267.7	0.59	0	15	0.742	12.5	46	301.7	315.3	231	170	320	0.00033	9654														
30	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	44	366.3	370.7	274.8	0.59	0	15	0.742	12.5	44	323.2	327.6	248.8	170	320	0.00033	9654														
31	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	42	378.0	380.0	283.9	0.59	0	15	0.742	12.5	42	355.1	359.3	251.9	170	320	0.00033	9654														
32	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	4	391.3	393.3	283.0	0.59	0	15	0.742	12.5	4	368.2	372.2	261.1	170	320	0.00033	9654														
33	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	3.8	403.8	407.6	302.1	0.59	0	15	0.742	12.5	3.8	360.7	364.5	270.2	170	320	0.00033	9654														
34	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	3.6	416.3	419.5	311.2	0.59	0	15	0.742	12.5	3.6	373.2	376.8	273.3	170	320	0.00033	9654														
35	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	3.4	428.8	432.2	320.4	0.59	0	15	0.742	12.5	3.4	385.7	388.1	284.4	170	320	0.00033	9654														
36	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	3.2	441.3	445.5	326.5	0.59	0	15	0.742	12.5	3.2	388.2	401.4	295.5	170	320	0.00033	9654														
37	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	3	453.8	458.8	338.6	0.59	0	15	0.742	12.5	3	410.7	413.7	306.6	170	320	0.00033	9654														
38	PASR	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	2.8	466.3	463.1	347.7	0.59	0	15	0.742	12.5	2.8	423.2	426.0	358	170	320	0.00033	9654													
39	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	2.6	478.6	481.3	356.8	0.59	0	15	0.742	12.5	2.6	457.1	463.3	334.9	170	320	0.00033	9654														
40	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	2.4	491.3	483.7	365.9	0.59	0	15	0.742	12.5	2.4	468.2	470.6	330.0	170	320	0.00033	9654														
41	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	2.2	503.8	500.0	375.1	0.59	0	15	0.742	12.5	2.2	460.7	462.9	343.1	170	320	0.00033	9654														
42	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	2	516.3	510.3	394.2	0.59	0	15	0.742	12.5	2	473.2	475.2	352.1	170	320	0.00033	9654														
43	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	1.8	528.8	530.6	333.3	0.59	0	15	0.742	12.5	1.8	485.7	487.7	361.3	170	320	0.00033	9654														
44	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	1.6	541.3	549.3	402.4	0.59	0	15	0.742	12.5	1.6	498.2	498.8	375.7	170	320	0.00033	9654														
45	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	1.4	553.8	552.2	411.5	0.59	0	15	0.742	12.5	1.4	507.7	512.1	376.1	170	320	0.00033	9654														
46	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	1.2	565.3	567.5	420.6	0.59	0	15	0.742	12.5	1.2	523.2	524.4	386.1	170	320	0.00033	9654														
47	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	1	576.8	573.0	423.6	0.59	0	15	0.742	12.5	1	555.7	561.3	379.8	170	320	0.00033	9654														
48	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	0.8	591.3	592.1	438.9	0.59	0	15	0.742	12.5	0.8	548.2	549.0	403.9	170	320	0.00033	9654														
49	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	0.6	603.8	604.4	448.0	0.59	0	15	0.742	12.5	0.6	480.7	481.3	401.7	170	320	0.00033	9654														
50	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	0	616.3	618.0	455.0	0	15	0.742	12.5	0	513.2	513.2	424.9	170	320	0.00033	9654															

Lampiran 9 Perhitungan Untuk Galian 1 Tanpa Pengaku Tower 3  
Top Down (Lanjutan)

Kedala man	Phi aktif	Phi Pasif	Thmin [pakan]	Thmin mak	TegH	Phi Aktif final	Phakteng hmin	Phi pasif final	Phakte gimax
25	197.1	229.4	182.1	182.1	452.0	197.1	Yes	229.4	Yes
26	206.3	238.4	189.3	189.3	472.9	206.3	Yes	238.4	Yes
27	215.4	247.5	196.6	196.6	493.8	215.4	Yes	247.5	Yes
28	224.5	256.6	203.8	203.8	514.6	224.5	Yes	256.6	Yes
29	233.6	265.7	211.0	211.0	535.5	233.6	Yes	265.7	Yes
30	242.8	274.8	218.3	218.3	556.4	242.8	Yes	274.8	Yes
31	251.9	284.0	225.5	225.5	577.3	251.9	Yes	284.0	Yes
32	261.0	293.1	232.8	232.8	598.2	261.0	Yes	293.1	Yes
33	270.1	302.2	240.0	240.0	619.1	270.1	Yes	302.2	Yes
34	279.2	311.3	247.3	247.3	640.0	279.2	Yes	311.3	Yes
35	288.3	320.4	254.5	254.5	660.9	288.3	Yes	320.4	Yes
36	297.5	329.5	261.7	261.7	681.8	297.5	Yes	329.5	Yes
37	306.6	338.7	269.0	269.0	702.7	306.6	Yes	338.7	Yes
38	315.7	347.8	276.2	276.2	723.6	315.7	Yes	347.8	Yes
39	324.8	356.9	283.5	283.5	744.4	324.8	Yes	356.9	Yes
40	333.9	365.0	290.7	290.7	765.3	333.9	Yes	366.0	Yes
41	343.0	375.1	297.9	297.9	786.2	343.0	Yes	375.1	Yes
42	352.2	384.2	305.2	305.2	807.1	352.2	Yes	384.2	Yes
43	361.3	393.4	312.4	312.4	828.0	361.3	Yes	393.4	Yes
44	370.4	402.5	319.7	319.7	848.9	370.4	Yes	402.5	Yes
45	379.5	411.6	326.9	326.9	869.8	379.5	Yes	411.6	Yes
46	388.6	420.7	334.2	334.2	890.7	388.6	Yes	420.7	Yes
47	397.7	429.8	341.4	341.4	916	397.7	Yes	429.8	Yes
48	406.9	438.9	348.6	348.6	932.5	406.9	Yes	438.9	Yes
49	416.0	448.1	355.9	355.9	953.3	416.0	Yes	448.1	Yes
50	424.8	456.9	362.9	362.9	973.6	424.8	Yes	456.9	Yes

Lampiran 10 Perhitungan Untuk Galian 1 Tanpa Pengaku Tower  
3 Top Down (Lanjutan)

Kedala man	Phi final	Phi Spring pasti final	Phi Spring (Dibalik)	Th Final	Geser Final	Momen Final	Defleksi Awal	Defleksi Akhir	Selisih Defleksi	Defleksi	OK	Rengangan	Rengangan anjin	OK	
1	12.2	No	0	No	12.2	-57.763	57.763	0.000532	0.000225	0.0001	0.0295	OK	4.73E-07	0.0015	OK
2	18.2	No	0	No	18.2	-45.563	103.3261	0.00061	0.000415	0.0002	0.0295	OK	7.02E-07	0.0015	OK
3	39.5	Yes	0	No	39.5	-27.363	130.63831	0.00081	0.000544	0.0003	0.0295	OK	15.4E-06	0.0015	OK
4	43.9	Yes	31.3	No	12.6	7.983	122.9365	0.00092	0.000636	0.0003	0.0295	OK	4.91E-07	0.0015	OK
5	50.0	Yes	37.7	Yes	12.3	25.697	97.23986	0.00093	0.000675	0.0004	0.0295	OK	4.785E-07	0.0015	OK
6	57.8	Yes	50.1	Yes	7.7	43.307	53.3327	0.00086	0.000437	0.0004	0.0295	OK	2.98E-07	0.0015	OK
7	51.7	No	76.0	No	24.2	59.079	-5.6668	0.00073	0.000387	0.0003	0.0295	OK	9.46E-07	0.0015	OK
8	59.0	No	36.8	No	37.9	34.879	-40.5683	0.00060	0.000282	0.0003	0.0295	OK	1.42E-06	0.0015	OK
9	66.2	No	98.3	Yes	32.7	-3.021	-37.5458	0.00049	0.000292	0.0003	0.0295	OK	1.27E-06	0.0015	OK
10	73.4	No	100.1	Yes	>26.7	-7.601	-23.9448	0.00041	0.000143	0.0003	0.0295	OK	1.03E-06	0.0015	OK
11	80.7	No	104.0	Yes	23.4	-8.467	-24.4776	0.00038	0.000103	0.0003	0.0295	OK	9.02E-07	0.0015	OK
12	87.9	No	102.2	Yes	22.2	-7.308	-14.1897	0.00033	0.000074	0.0003	0.0295	OK	8.64E-07	0.0015	OK
13	95.2	No	117.9	Yes	22.8	-5.21	-8.9892	0.00031	0.000054	0.0003	0.0295	OK	8.847E-07	0.0015	OK
14	102.4	No	128.7	Yes	>24.3	-3.125	-5.83339	0.00031	0.000039	0.0003	0.0295	OK	9.42E-07	0.0015	OK
15	108.7	No	135.0	Yes	28.3	-1.184	-4.3945	0.00031	0.000028	0.0003	0.0295	OK	1.03E-06	0.0015	OK
16	116.9	No	145.6	Yes	>28.7	-0.531	-3.81887	0.00032	0.000018	0.0003	0.0295	OK	1.11E-06	0.0015	OK
17	125.4	Yes	155.2	Yes	28.8	-0.616	-3.20288	0.00032	0.000011	0.0003	0.0295	OK	1.15E-06	0.0015	OK
18	134.1	Yes	164.7	Yes	>30.5	-0.854	-2.5488	0.00033	0.00000446	0.0003	0.0295	OK	1.18E-06	0.0015	OK
19	142.9	Yes	174.2	Yes	31.3	-0.951	-2.0278	0.00033	0.00000335	0.0003	0.0295	OK	1.21E-06	0.0015	OK
20	151.8	Yes	182.5	Yes	>31.7	-0.459	-1.5059	0.00033	4.32E-07	0.0003	0.0295	OK	1.23E-06	0.0015	OK
21	160.7	Yes	192.8	Yes	>32.1	-0.373	-1.1956	0.00033	0.0000106	0.0003	0.0295	OK	1.24E-06	0.0015	OK
22	169.8	Yes	201.9	Yes	>32.1	-0.352	-0.8434	0.00033	0.00000856	0.0003	0.0295	OK	1.24E-06	0.0015	OK
23	178.8	Yes	211.1	Yes	>32.3	-0.254	-0.5693	0.00033	0.00000465	0.0003	0.0295	OK	1.25E-06	0.0015	OK
24	188.0	Yes	220.2	Yes	>32.3	-0.231	-0.358	0.00033	0.000002152	0.0003	0.0295	OK	1.254E-06	0.0015	OK
25	187.1	Yes	229.4	Yes	>32.3	-0.147	-0.1476	0.00033	0.000001891	0.0003	0.0295	OK	1.254E-06	0.0015	OK

Lampiran 11 Perhitungan Untuk Galian 1 Tanpa Pengaku Tower  
3 Top Down (Lanjutan)

Kedala man	Phi Aktif final	Spring pasir	Phi Spring	ToFinal (Dibalk )	Gezer Final	Momen Final	Dilekksi Awal	Dilekksi Arthur	Selisih Dilekksi	Dilekksi ijin	OK	Rengangan anjin	Rengang anjin	OK	
26	206.3	Yes	238.4	Yes	-32.1	-0.213	0.0855	0.00033	0.000001554	0.0003	0.0235	OK	124E-06	4.005	OK
27	215.4	Yes	247.5	Yes	-32.1	-0.047	0.0128	0.00033	0.0000016282	0.0003	0.0235	OK	124E-06	5.005	OK
28	224.5	Yes	266.6	Yes	-32.1	-0.000719	0.1175	0.00033	0.0000010688	0.0003	0.0235	OK	124E-06	6.005	OK
29	233.6	Yes	265.7	Yes	-32.1	0.017	0.1002	0.00033	9.23E-07	0.0003	0.0235	OK	124E-06	7.005	OK
30	242.8	Yes	274.8	Yes	-32.1	0.025	0.0743	0.00033	8.37E-07	0.0003	0.0235	OK	124E-06	8.005	OK
31	251.9	Yes	284.0	Yes	-32.1	0.025	0.0498	0.00033	7.34E-07	0.0003	0.0235	OK	124E-06	9.005	OK
32	261.0	Yes	283.1	Yes	-32.1	0.021	0.0289	0.00033	0.000000781	0.0003	0.0235	OK	124E-06	10.002	OK
33	270.1	Yes	302.2	Yes	-32.1	0.015	0.0137	0.00033	0.000000734	0.0003	0.0235	OK	124E-06	11.002	OK
34	279.2	Yes	311.3	Yes	-32.1	0.00886	0.0039	0.00033	7.34E-07	0.0003	0.0235	OK	124E-06	12.002	OK
35	288.3	Yes	320.4	Yes	-32.1	0.00558	-0.0017	0.00033	8.07E-07	0.0003	0.0235	OK	124E-06	13.002	OK
36	297.5	Yes	329.5	Yes	-32.1	0.002498	-0.0042	0.00033	8.19E-07	0.0003	0.0235	OK	124E-06	14.002	OK
37	306.6	Yes	338.7	Yes	-32.1	0.000544	-0.0047	0.00033	8.28E-07	0.0003	0.0235	OK	124E-06	15.002	OK
38	315.7	Yes	347.8	Yes	-32.1	-0.000545	-0.0042	0.00033	8.34E-07	0.0003	0.0235	OK	124E-06	16.002	OK
39	324.8	Yes	366.9	Yes	-32.1	-0.000565	-0.0032	0.00033	8.38E-07	0.0003	0.0235	OK	124E-06	17.002	OK
40	333.9	Yes	386.0	Yes	-32.1	-0.001016	-0.0022	0.00033	8.40E-07	0.0003	0.0235	OK	124E-06	18.002	OK
41	343.0	Yes	375.1	Yes	-32.1	-0.0008758	-0.0013	0.00033	8.41E-07	0.0003	0.0235	OK	124E-06	19.002	OK
42	352.2	Yes	384.2	Yes	-32.1	-0.0006539	-0.0015	0.00033	8.41E-07	0.0003	0.0235	OK	124E-06	20.002	OK
43	361.3	Yes	393.4	Yes	-32.1	-0.000442	-0.00234	0.00033	8.44E-07	0.0003	0.0235	OK	124E-06	21.002	OK
44	370.4	Yes	402.5	Yes	-32.1	-0.0002595	-0.000203	0.00033	8.40E-07	0.0003	0.0235	OK	124E-06	22.002	OK
45	379.5	Yes	411.6	Yes	-32.1	-0.0001248	-0.0001458	0.00033	8.40E-07	0.0003	0.0235	OK	124E-06	23.002	OK
46	388.6	Yes	420.7	Yes	-32.1	-0.00003628	0.0000821	0.00033	8.00E-04	0.0003	0.0235	OK	124E-06	24.002	OK
47	397.7	Yes	429.8	Yes	-32.1	0.00001464	0.0000675	0.00033	8.39E-07	0.0003	0.0235	OK	124E-06	25.002	OK
48	406.9	Yes	438.9	Yes	-32.1	0.00003826	0.0000132	0.00033	8.39E-07	0.0003	0.0235	OK	124E-06	26.002	OK
49	416.0	Yes	448.1	Yes	-32.1	0.00004422	0.00008499	0.00033	8.39E-07	0.0003	0.0235	OK	124E-06	27.002	OK
50	424.8	Yes	466.9	Yes	-32.1	0.00003968	0.00004937	0.00033	8.39E-07	0.0003	0.0235	OK	124E-06	28.002	OK

Lampiran 12 Perhitungan Untuk Galian 1 Tanpa Pengaku Tower  
3 Top Down (Lanjutan)

Ketah man	Jenis Kepakatan	Akhir												Akhir Xo atau [m]	Kspring [kNm2]										
		C	$\phi$	Ko [kNm2]	Teksi Surcharge	Air TegVair [kNm2]	Twa [kNm2]	Po [kNm]	K3	C	$\phi$	Ko Teksai TegVair	Twpair [kNm2]	Po	Kp Po [kN]										
1	PAISI Loose	0	6.7	0.7	12	10	9.8	0	22	22	15.7	0.55	1.50			15.7	0.000323	13021							
2	PAISI Loose	0	18.7	0.7	14.57	10	9.8	0	36.7	36.7	24.3	0.50				24.3	0.000616	13021							
3	Sif	611	0	10	6.44	10	9.8	9.8	43.1	52.9	52.9	1.00				52.9	0.000844	16484							
4	LAMAU	Sif	611	0	10	6.44	10	9.8	9.8	43.6	58.2	58.2	1.00	61.1	0	1	64.4	9.6	64	16.0	1.00	4.31	0.000924	16484	
5	LAMAU	Sif	611	0	10	6.44	10	9.8	9.8	43.6	56.0	56.0	1.00	61.1	0	1	64.4	9.4	12.9	22.3	22.3	1.00	4.31	0.000834	16484
6	HARD	128	0	10	10.34	10	9.8	9.2	68.3	75.5	75.5	1.00	128	0	1	10.34	9.2	23.2	32.4	32.4	1.00	4.31	0.000868	2084	
7	VerDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	9	78.8	87.8	85.1	0.59	0	15	0.742	12.5	9	36.7	44.7	33.1	17.0	32.0	0.000733	36154	
8	VerDense	0	45	0.7	12.5	10	9.8	8.8	91.3	100.1	74.2	0.59	0	15	0.742	12.5	8.8	48.2	57.0	42.3	17.0	32.0	0.000613	36154	
9	VerDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	8.6	86	90.8	82.4	0.59	0	15	0.742	12.5	8.6	60.7	68.3	51.4	17.0	32.0	0.000844	36154	
10	VerDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	8.4	84	105.3	124.7	32.4	0.59	0	15	0.742	12.5	8.4	70.2	81.6	60.5	17.0	32.0	0.000942	36154
11	VerDense	0	45	0.7	12.5	10	9.8	8.2	128.0	137.0	101.6	0.59	0	15	0.742	12.5	8.2	88.7	93.9	69.6	17.0	32.0	0.000838	36154	
12	VerDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	8	141.3	145.3	101.7	0.59	0	15	0.742	12.5	8	98.2	108.2	87.7	17.0	32.0	0.000327	36154	
13	VerDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	7.8	153.8	161.6	19.8	0.59	0	15	0.742	12.5	7.8	101.7	18.5	87.8	17.0	32.0	0.000313	36154	
14	VerDense	0	45	0.7	12.5	10	9.8	7.6	166.3	173.9	128.9	0.59	0	15	0.742	12.5	7.6	122.2	130.8	91.0	17.0	32.0	0.000303	36154	
15	VerDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	7.4	178.8	188.2	138.0	0.59	0	15	0.742	12.5	7.4	138.7	143.1	106.1	17.0	32.0	0.000311	36154	
16	PRASIR	VerDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	7.2	191.3	198.5	147.1	0.59	0	15	0.742	12.5	7.2	149.2	155.4	118.2	17.0	32.0	0.000316	36154
17	VerDense	0	45	0.7	12.5	10	9.8	7	203.8	208.0	156.3	0.59	0	15	0.742	12.5	7	160.7	167.7	124.3	17.0	32.0	0.000321	36154	
18	VerDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	6.8	226.3	223.1	185.4	0.59	0	15	0.742	12.5	6.8	172.2	180.0	132.4	17.0	32.0	0.000325	36154	
19	VerDense	0	45	0.7	12.5	10	9.8	6.6	228.8	235.4	174.5	0.59	0	15	0.742	12.5	6.6	188.7	192.3	142.5	17.0	32.0	0.000329	36154	
20	VerDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	6.4	241.3	247.1	183.6	0.59	0	15	0.742	12.5	6.4	198.2	208.6	151.7	17.0	32.0	0.00031	36154	
21	VerDense	0	45	0.7	12.5	10	9.8	6.2	252.8	260.0	182.7	0.59	0	15	0.742	12.5	6.2	208.3	208.8	160.8	17.0	32.0	0.00033	36154	
22	VerDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	6	265.3	272.3	201.8	0.59	0	15	0.742	12.5	6	223.2	228.2	163.9	17.0	32.0	0.000323	36154	
23	VerDense	0	45	0.7	12.5	10	9.8	5.8	278.8	284.6	210	0.59	0	15	0.742	12.5	5.8	235.1	241.5	178.0	17.0	32.0	0.000324	36154	
24	VerDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	5.6	291.3	296.9	201.1	0.59	0	15	0.742	12.5	5.6	244.2	253.8	188.1	17.0	32.0	0.000324	36154	
25	VerDense	0	45	0.7	12.5	10	9.8	5.4	300.8	308.2	229.2	0.59	0	15	0.742	12.5	5.4	260.7	266.1	197.2	17.0	32.0	0.000324	36154	

Lampiran 13 Perhitungan Untuk Galian 1 dengan Pengaku Tower 3 Top Down

Kedala man	Phi aktif	Phi pasif	Thmin (pakaai)	Thmin max	Teg H	Phi Aktif final	Phasieg hmin	Phi pasif final	Phakte ghamau
1	115	12.2	12.2	0.0	11.5	No	0	No	No
2	16.4	18.2	18.2	0.0	16.4	No	0	No	No
3	39.5	-69.4	0.0	0.0	39.5	Yes	0	No	No
4	43.9	31.3	-63.1	0.0	138.3	43.9	Yes	31.3	Yes
5	50.0	37.7	-56.9	0.0	144.5	50.0	Yes	37.7	Yes
6	57.8	50.1	-18.01	0.0	288.0	57.8	Yes	50.1	Yes
7	-5.4	103.6	51.7	76.0	-5.4	No	103.6	No	No
8	16.2	100.2	59.0	96.8	16.2	No	100.2	No	No
9	35.8	98.3	66.2	66.2	117.7	35.8	No	98.3	Yes
10	52.8	100.1	73.4	73.4	138.6	52.8	No	100.1	Yes
11	67.1	104.0	80.7	80.7	159.5	67.1	No	104.0	Yes
12	79.2	110.2	87.9	87.9	180.4	79.2	No	110.2	Yes
13	89.7	117.9	95.2	95.2	201.3	89.7	No	117.9	Yes
14	98.2	126.7	102.4	102.4	222.2	98.2	No	126.7	Yes
15	108.1	136.0	109.7	109.7	243.1	108.1	No	136.0	Yes
16	116.3	145.6	116.9	116.9	284.0	116.8	No	145.6	Yes
17	125.4	155.2	124.1	124.1	284.9	125.4	Yes	155.2	Yes
18	134.1	164.7	131.4	131.4	305.7	134.1	Yes	164.7	Yes
19	142.9	174.2	138.6	138.6	326.6	142.9	Yes	174.2	Yes
20	151.3	183.5	145.9	145.9	347.5	151.8	Yes	183.5	Yes
21	160.7	192.8	153.1	153.1	368.4	160.7	Yes	192.8	Yes
22	169.8	201.9	160.3	160.3	389.3	169.8	Yes	201.9	Yes
23	178.8	211.1	167.6	167.6	410.2	178.8	Yes	211.1	Yes
24	188.0	220.2	174.8	174.8	431.1	188.0	Yes	220.2	Yes
25	197.1	228.4	182.1	182.1	452.0	197.1	Yes	228.4	Yes

Lampiran 14 Perhitungan Untuk Galian 1 dengan Pengaku Tower 3 Top Down (Lanjutan)

Kedua lapis tanah	Kondisi kepadatan	Analitik												Pasi												Analitik											
		C	Φ	Ko (kNm)	Traksi Sisipan	Air	Tegalan	Tva	P'o	Ka	C	Φ	Ko (kNm)	Traksi Tegalan	Tvp	Tsp	P'o	Ko (kNm)	Traksi Tegalan	Tvp	Tsp	P'o	Ko (kNm)	Traksi Tegalan	Tvp	Tsp	P'o	Ko (kNm)									
26	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	5.2	3215	288.3	0.59	0	15	0.742	12.5	5.2	273.2	278.4	206.4	17.0	32.0	0.00033	3654														
27	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	5	328.8	333.8	247.4	0.59	0	15	0.742	12.5	5	285.7	290.7	265.5	17.0	32.0	0.00033	3654													
28	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	4.8	341.3	346.1	286.5	0.59	0	15	0.742	12.5	4.8	298.2	303.0	244.6	17.0	32.0	0.00033	3654													
29	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	4.6	363.8	368.4	265.7	0.59	0	15	0.742	12.5	4.6	301.7	305.3	233.7	17.0	32.0	0.00033	3654													
30	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	4.4	366.3	370.7	274.8	0.59	0	15	0.742	12.5	4.4	323.2	327.6	242.8	17.0	32.0	0.00033	3654													
31	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	4.2	378.8	383.0	283.3	0.59	0	15	0.742	12.5	4.2	335.7	339.3	289.8	17.0	32.0	0.00033	3654													
32	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	4	391.3	395.3	283.0	0.59	0	15	0.742	12.5	4	348.2	362.2	261.1	17.0	32.0	0.00033	3654													
33	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	3.8	403.8	407.6	302.1	0.59	0	15	0.742	12.5	3.8	360.2	364.5	270.2	17.0	32.0	0.00033	3654													
34	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	3.6	416.3	419.3	317.2	0.59	0	15	0.742	12.5	3.6	373.2	378.8	278.3	17.0	32.0	0.00033	3654													
35	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	3.4	428.8	432.2	320.4	0.59	0	15	0.742	12.5	3.4	385.7	388.1	284.8	17.0	32.0	0.00033	3654													
36	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	3.2	441.3	444.5	339.5	0.59	0	15	0.742	12.5	3.2	398.2	401.4	297.5	17.0	32.0	0.00033	3654													
37	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	3	453.8	456.8	338.6	0.59	0	15	0.742	12.5	3	401.7	413.7	306.8	17.0	32.0	0.00033	3654													
38	PASR	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	2.8	466.3	469.1	347.7	0.59	0	15	0.742	12.5	2.8	423.2	426.0	316.8	17.0	32.0	0.00033	3654												
39	PASR	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	2.6	478.3	481.4	356.0	0.59	0	15	0.742	12.5	2.6	435.7	438.3	324.9	17.0	32.0	0.00033	3654												
40	PASR	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	2.4	491.3	493.7	365.9	0.59	0	15	0.742	12.5	2.4	448.2	450.6	334.0	17.0	32.0	0.00033	3654												
41	PASR	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	2.2	503.8	506.0	375.1	0.59	0	15	0.742	12.5	2.2	460.7	462.9	343.1	17.0	32.0	0.00033	3654												
42	PASR	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	2	516.3	518.3	384.2	0.59	0	15	0.742	12.5	2	473.2	475.2	352.7	17.0	32.0	0.00033	3654												
43	PASR	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	1.8	528.8	530.6	383.3	0.59	0	15	0.742	12.5	1.8	485.7	487.5	362.3	17.0	32.0	0.00033	3654												
44	PASR	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	1.6	541.3	542.9	402.4	0.59	0	15	0.742	12.5	1.6	498.2	498.8	370.5	17.0	32.0	0.00033	3654												
45	PASR	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	1.4	553.8	555.2	415.9	0.59	0	15	0.742	12.5	1.4	507.0	512.1	373.6	17.0	32.0	0.00033	3654												
46	PASR	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	1.2	566.3	567.5	420.6	0.59	0	15	0.742	12.5	1.2	523.2	524.7	388.7	17.0	32.0	0.00033	3654												
47	PASR	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	1	578.8	579.8	429.8	0.59	0	15	0.742	12.5	1	535.7	536.7	397.8	17.0	32.0	0.00033	3654												
48	PASR	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	0.8	591.3	592.1	438.9	0.59	0	15	0.742	12.5	0.8	548.2	549.0	406.3	17.0	32.0	0.00033	3654												
49	PASR	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	0.6	603.8	604.4	430.9	0.59	0	15	0.742	12.5	0.6	561.3	561.9	407.0	17.0	32.0	0.00033	3654												
50	PASR	VenDense	0	15	0.7	12.5	10	9.8	0	616.3	616.3	406.8	0.59	0	15	0.742	12.5	0	573.2	573.2	434.9	17.0	32.0	0.00033	3654												

Lampiran 15 Perhitungan Untuk Galian 1 dengan Pengaku Tower 3 Top Down (Lanjutan)

Kedala man	Phi aktif Pastif	Phi Thmin (pakaai)	Thmin max	Tag H final	Phi Aktif him	Phaktif ghmak	Phi pasif final	Phaktif ghmak
26	206.3	238.4	189.3	472.9	206.3	Yes	238.4	Yes
27	245.4	247.5	196.6	493.8	245.4	Yes	247.5	Yes
28	224.5	265.6	203.8	203.8	514.6	224.5	Yes	256.6
29	233.6	265.7	210.0	525.5	233.6	Yes	265.7	Yes
30	242.8	274.8	218.3	526.4	242.8	Yes	274.8	Yes
31	251.9	284.0	225.5	225.5	577.3	251.9	Yes	284.0
32	261.0	293.1	232.8	232.8	598.2	261.0	Yes	293.1
33	270.1	302.2	240.0	240.0	619.1	270.1	Yes	302.2
34	279.2	313.3	247.3	247.3	640.0	279.2	Yes	313.3
35	288.3	320.4	254.5	254.5	660.9	288.3	Yes	320.4
36	297.5	329.5	261.7	261.7	681.8	297.5	Yes	329.5
37	306.6	338.7	269.0	269.0	702.7	306.6	Yes	338.7
38	315.7	347.8	276.2	276.2	723.6	315.7	Yes	347.8
39	324.8	356.9	283.5	283.5	744.4	324.8	Yes	356.9
40	333.9	366.0	290.7	290.7	765.3	333.9	Yes	366.0
41	343.0	375.1	297.9	297.9	786.2	343.0	Yes	375.1
42	352.2	384.2	305.2	305.2	807.1	352.2	Yes	384.2
43	361.3	393.4	312.4	312.4	828.0	361.3	Yes	393.4
44	370.4	402.5	318.7	319.7	848.9	370.4	Yes	402.5
45	379.5	411.6	326.9	326.9	868.8	379.5	Yes	411.6
46	388.6	420.7	334.2	334.2	889.7	388.6	Yes	420.7
47	397.7	428.8	341.4	341.4	911.6	397.7	Yes	428.8
48	406.9	438.9	348.6	348.6	932.5	406.9	Yes	438.9
49	416.0	448.1	355.9	355.9	953.3	416.0	Yes	448.1
50	424.8	456.9	362.9	362.9	973.6	424.8	Yes	456.9

Lampiran 16 Perhitungan Untuk Galian 1 dengan Pengaku Tower 3 Top Down (Lanjutan)

Kedala Aktif man	Phi Aktif Final	Phi Spring pasif Final	Phi Spring Final	Th.Final (Dibalk.)	Geser.Final	Momen.Final	Defleksi Awal	Defleksi Akhir	Selisih Defleksi	Defleks ijin	OK	Pengang anjin	Pengang anjin	OK	
1	13.1	Yes	0	No	13.1	-0.512	0.518	0.00020	0.0000014	0.0002	0.235	OK	5.089E-07	0.0015	OK
2	19.3	Yes	0	No	19.3	3.935	-9.4334	0.00039	0.000003027	0.0004	0.295	OK	7.516E-07	0.0015	OK
3	52.9	Yes	0	No	52.9	24.295	-33.782	0.00070	0.0000000	0	0.0000	0.295	2.059E-06	0.0015	OK
4	47.6	Yes	27.6	Yes	20.0	-48.242	14.4637	0.00070	0.0000026	0.0007	0.235	OK	7.782E-07	0.0015	OK
5	52.2	Yes	35.5	Yes	16.6	-17.129	31.5923	0.00080	0.0000042	0.0008	0.295	OK	6.462E-07	0.0015	OK
6	58.3	Yes	43.6	Yes	8.7	12.078	19.5743	0.00084	0.0000038	0.0008	0.295	OK	3.388E-07	0.0015	OK
7	51.7	No	76.0	No	24.2	37.134	-17.558	0.00080	0.0000022	0.0008	0.235	OK	3.416E-07	0.0015	OK
8	59.0	No	96.8	No	-37.9	12.834	-30.4938	0.00073	0.0000017	0.0007	0.235	OK	1.472E-06	0.0015	OK
9	65.2	No	113.9	Yes	47.7	-24.966	-5.5279	0.00065	0.0000032	0.0006	0.295	OK	1.852E-06	0.0015	OK
10	73.4	No	115.2	Yes	41.8	-13.237	7.7086	0.00057	0.0000049	0.0005	0.295	OK	1.622E-06	0.0015	OK
11	80.7	No	117.6	Yes	-36.9	-5.058	12.6767	0.00050	0.0000062	0.0004	0.295	OK	1.434E-06	0.0015	OK
12	87.9	No	121.3	Yes	-33.4	0.032	12.6753	0.0000444	0.0000066	0.0004	0.235	OK	1.237E-06	0.0015	OK
13	95.2	No	125.5	Yes	31.3	2.598	9.7783	0.000049	0.0000064	0.0003	0.295	OK	1.217E-06	0.0015	OK
14	102.4	No	132.8	Yes	-30.4	4.12	5.6593	0.000047	0.0000057	0.0003	0.235	OK	1.182E-06	0.0015	OK
15	108.7	No	140.1	Yes	-30.5	4.268	1.391	0.000035	0.0000044	0.0003	0.235	OK	1.183E-06	0.0015	OK
16	115.9	No	148.1	Yes	-31.2	3.632	-2.2305	0.000034	0.0000031	0.0003	0.235	OK	1.211E-06	0.0015	OK
17	124.1	No	156.5	Yes	-32.4	2.328	-4.5982	0.000034	0.000002	0.0003	0.235	OK	1.258E-06	0.0015	OK
18	132.5	Yes	162.4	Yes	31.9	0.237	-4.7353	0.000033	0.0000017	0.0003	0.235	OK	1.239E-06	0.0015	OK
19	142.8	Yes	174.3	Yes	-31.5	-0.823	-3.9681	0.000033	0.00000521	0.0003	0.235	OK	1.224E-06	0.0015	OK
20	152.0	Yes	182.3	Yes	-31.3	-1.149	-2.8175	0.000033	0.000002435	0.0003	0.235	OK	1.217E-06	0.0015	OK
21	161.1	Yes	192.4	Yes	-31.3	-1.048	-1.7895	0.000033	7.768E-07	0.0003	0.235	OK	1.217E-06	0.0015	OK
22	170.1	Yes	201.6	Yes	-31.5	-0.789	-0.9805	0.000033	1.584E-07	0.0003	0.235	OK	1.224E-06	0.0015	OK
23	178.2	Yes	207.7	Yes	-31.5	-0.573	-0.4071	0.000033	9.218E-08	0.0003	0.235	OK	1.224E-06	0.0015	OK
24	188.3	Yes	218.9	Yes	-31.5	-0.351	-0.0956	0.000033	2.533E-07	0.0003	0.235	OK	1.224E-06	0.0015	OK
25	197.4	Yes	228.1	Yes	-31.7	-0.145	0.0894	0.000033	4.388E-07	0.0003	0.235	OK	1.231E-06	0.0015	OK
26	206.5	Yes	238.2	Yes	-31.7	-0.06	0.1496	0.000033	5.588E-07	0.0003	0.235	OK	1.231E-06	4.0015	OK

Lampiran 17 Perhitungan Untuk Galian 1 dengan Pengaku Tower 3 Top Down (Lanjutan)

Kedala man	Pri Aktif Final	Pri Spring Final	Pri pasif Final	Th.Final [Dibalik )	Geser.Final	Momen.Final	Defleksi.Antal	Defleksi.Akhir	Selisih Defleksi	Defleks i jlin	OK	Renggan an ljin	Rengang an ljin	OK	
26	20E.5	Yes	23E.2	Yes	-317	-0.06	0.145E.6	0.00033	5.681E.07	0.0003	0.0295	OK	1235E-06	4.0015	OK
27	21E.6	Yes	24E.3	Yes	-317	-0.012	0.1375	0.00033	6.072E-07	0.0003	0.0295	OK	1234E-06	5.0005	OK
28	22E.6	Yes	25E.5	Yes	-319	0.081	0.0568	0.00033	5.632E-07	0.0003	0.0295	OK	1235E-06	6.0015	OK
29	23E.7	Yes	26E.6	Yes	-319	0.026	0.0072	0.00033	4.874E-07	0.0003	0.0295	OK	1235E-06	7.0015	OK
30	24E.9	Yes	27E.7	Yes	-319	-0.087	0.00033	4.095E-07	0.0003	0.0295	OK	1235E-06	8.0015	OK	
31	25E.0	Yes	28E.9	Yes	-319	0.059776	-0.0285	0.00033	3.41E-07	0.0003	0.0295	OK	1235E-06	9.0015	OK
32	26E.1	Yes	29E.0	Yes	-319	0.0000447	-0.0286	0.00033	2.908E-07	0.0003	0.0295	OK	1235E-06	10.002	OK
33	27E.2	Yes	30E.1	Yes	-319	-0.004727	-0.0239	0.00033	2.573E-07	0.0003	0.0295	OK	1235E-06	11.002	OK
34	27E.3	Yes	31E.2	Yes	-319	-0.006543	-0.0176	0.00033	2.379E-07	0.0003	0.0295	OK	1235E-06	12.002	OK
35	28E.4	Yes	32E.3	Yes	-319	-0.0066088	-0.0115	0.00033	2.288E-07	0.0003	0.0295	OK	1235E-06	13.002	OK
36	29E.5	Yes	32E.4	Yes	-319	-0.0049444	-0.0065	0.00033	2.00000226	0.0003	0.0295	OK	1235E-06	14.002	OK
37	29E.7	Yes	33E.6	Yes	-319	0.0003549	-0.0003	0.00033	2.271E-07	0.0003	0.0295	OK	1235E-06	15.002	OK
38	31E.8	Yes	34E.7	Yes	-319	-0.0002262	-0.0007033	0.00033	2.298E-07	0.0003	0.0295	OK	1235E-06	16.002	OK
39	32E.9	Yes	35E.8	Yes	-319	-0.001243	0.00054	0.00033	2.331E-07	0.0003	0.0295	OK	1235E-06	17.002	OK
40	33E.0	Yes	36E.9	Yes	-319	-0.0005285	0.00011	0.00033	2.359E-07	0.0003	0.0295	OK	1235E-06	18.002	OK
41	34E.1	Yes	37E.0	Yes	-319	0.0002425	0.0007536	0.00033	2.396E-07	0.0003	0.0295	OK	1235E-06	19.002	OK
42	35E.2	Yes	38E.1	Yes	-319	0.0002473	0.0005124	0.00033	2.405E-07	0.0003	0.0295	OK	1235E-06	20.002	OK
43	36E.3	Yes	39E.3	Yes	-319	0.0002077	0.000046	0.00033	2.409E-07	0.0003	0.0295	OK	1235E-06	21.002	OK
44	37E.5	Yes	40E.4	Yes	-319	0.00009524	0.0005123	0.00033	2.411E-07	0.0003	0.0295	OK	1235E-06	22.002	OK
45	37E.6	Yes	41E.5	Yes	-319	-0.00095809	0.0005124	0.00033	2.411E-07	0.0003	0.0295	OK	1235E-06	23.002	OK
46	38E.7	Yes	42E.6	Yes	-319	0.0000536	0.000002046	0.00033	2.359E-07	0.0003	0.0295	OK	1235E-06	24.002	OK
47	39E.8	Yes	42E.7	Yes	-319	-0.00001942	-0.00001942	0.00033	2.409E-07	0.0003	0.0295	OK	1235E-06	25.002	OK
48	40E.9	Yes	43E.8	Yes	-319	-1.34E-07	-0.00001928	0.00033	2.407E-07	0.0003	0.0295	OK	1235E-06	26.002	OK
49	41E.0	Yes	44E.9	Yes	-319	-9.75E-06	-0.000009531	0.00033	2.406E-07	0.0003	0.0295	OK	1235E-06	27.002	OK
50	42E.9	Yes	45E.8	Yes	-319	-9.53E-06	-1.1E-16	0.00033	2.405E-07	0.0003	0.0295	OK	1235E-06	28.002	OK

Lampiran 18 Perhitungan Untuk Galian 1 dengan Pengaku Tower 3 Top Down (Lanjutan)

Ketela man	Jenis tanah	Kondisi kepadatan	Aktif								Pasif								Akhir		Xo atau [kNm]	Yspring [kNm2]
			C	$\phi$	Ko (N/mm)	tripakai Surcharge	Air Tegarair	Tug [kNm2]	Tug [kNm]	P <sub>o</sub>	k <sub>a</sub>	C	$\phi$	Ko tripakai	Tegarair	Tug	Tug [kNm2]	P <sub>o</sub>	k <sub>p</sub>	Po [kN]	k <sub>p</sub>	
1	PASIR	Loose	0	16.7	0.71	12	10	9.8	0	22	22	22	16.7	0.55	0	0	5.7	0.000073	130208			
2	PASIR	Loose	0	19.3	0.66	14.67	10	9.8	0	36.67	36.67	24.3	0.50	0	0	24.3	0.00005	130208				
3		Stiff	61	0	1	6.44	10	9.8	9.8	43.11	52.91	52.9	1.00	0	0	0	52.9	0.00005	130208			
4	LAMAU	Stiff	61	0	1	6.44	10	9.8	18.6	43.55	63.15	63.2	1.00	0	0	0	63.2	0.000073	16483.5			
5		Stiff	61	0	1	6.44	10	9.8	23.4	55.39	85.39	85.4	1.00	0	0	0	85.4	0.000054	16483.5			
6	HARD	128	0	1	10.34	10	9.8	33.2	66.33	105.53	105.5	1.00	0	0	0	0	105.5	0.000092	20004			
7		VerDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	36.3	76.83	107.13	86.3	0.59	0	0	0	0	12.5	0.000077	36653.8		
8		VerDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	37.4	91.33	128.73	95.4	0.59	0	0	0	0	12.5	0.000077	36653.8		
9		VerDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	36.5	103.33	140.33	104.0	0.59	0	0	0	0	12.5	0.000077	36653.8		
10		VerDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	36.6	116.33	151.33	121.2	0.59	0	0	0	0	12.5	0.000077	36653.8		
11		VerDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	34.7	128.33	163.33	121.2	0.59	0	0	0	0	12.5	0.000077	36653.8		
12		VerDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	33.3	141.33	175.13	123.8	0.59	0	0	0	0	12.5	0.000077	36653.8		
13		VerDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	32.9	163.33	186.73	138.4	0.59	0	0	0	0	12.5	0.000077	36653.8		
14		VerDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	32	166.33	198.33	147.0	0.59	0	0	0	0	12.5	0.000077	36653.8		
15		VerDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	31.1	178.33	208.33	165.6	0.59	0	0	0	0	12.5	0.000077	36653.8		
16	PASIR	VerDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	30.2	181.33	213.53	164.2	0.59	0	0	0	0	12.5	0.000077	36653.8		
17		VerDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	29.3	203.33	233.13	172.8	0.59	0	0	0	0	12.5	0.000077	36653.8		
18		VerDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	28.4	216.33	244.73	181.4	0.59	0	0	0	0	12.5	0.000077	36653.8		
19		VerDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	27.5	228.33	256.33	190.0	0.59	0	0	0	0	12.5	0.000077	36653.8		
20		VerDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	26.6	241.33	267.33	188.6	0.59	0	0	0	0	12.5	0.000077	36653.8		
21		VerDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	26.7	263.33	279.33	207.2	0.59	0	0	0	0	12.5	0.000077	36653.8		
22		VerDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	24.8	266.33	281.13	215.8	0.59	0	0	0	0	12.5	0.000077	36653.8		
23		VerDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	23.9	278.33	302.73	224.4	0.59	0	0	0	0	12.5	0.000077	36653.8		
24		VerDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	23	281.33	314.33	233.0	0.59	0	0	0	0	12.5	0.000077	36653.8		
25		VerDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	22.1	303.33	325.93	241.6	0.59	0	0	0	0	12.5	0.000077	36653.8		

Lampiran 19 Perhitungan Untuk Galian 2 Tanpa Pengaku Tower  
3 Top Down

Ketela man	Jenis Tanah	Kondisi Kepakatan	Aritif												Pasif			Aktif							
			C	φ	Ko (kNm)	Trikali Sumur	Air Tegar	Tu	Tu	Po	Ka	C	φ	Ko trikali Pegat	Tu	Tu	Po	Ko Po (kN)	Yosaku Δ(m)	Kspring (kNm2)					
26	VergDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	21.2	36.33	337.53	250.2	0.59	0	15	0.742	12.5	21.2	250	271.2	2010	1689	49.2	0.00061	565338	
27	VergDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	20.3	23.69	349.3	250.1	0.59	0	15	0.742	12.5	20.3	262.5	226.6	1689	49.2	0.00061	565338		
28	VergDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	19.4	34.33	360.73	261.4	0.59	0	15	0.742	12.5	19.4	27.5	294.4	208.2	1689	49.2	0.00061	565338	
29	VergDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	18.5	363.83	372.33	270.0	0.59	0	15	0.742	12.5	18.5	287.5	336	228.8	1689	49.2	0.00061	565338	
30	VergDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	17.6	368.33	383.33	286.6	0.59	0	15	0.742	12.5	17.6	200	317.5	238.4	1689	49.2	0.00061	565338	
31	VergDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	16.7	378.63	395.63	292.2	0.59	0	15	0.742	12.5	16.7	212.5	332.5	240.1	1689	49.2	0.00061	565338	
32	VergDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	15.8	391.33	407.13	301.8	0.59	0	15	0.742	12.5	15.8	225	340.8	262.6	1689	49.2	0.00061	565338	
33	VergDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	14.9	403.83	487.73	301.4	0.59	0	15	0.742	12.5	14.9	337.5	362.4	261.2	1689	49.2	0.00061	565338	
34	VergDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	14	416.33	493.33	300.0	0.59	0	15	0.742	12.5	14	350	364	265.8	1689	49.2	0.00061	565338	
35	VergDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	13.1	428.83	441.83	227.6	0.59	0	15	0.742	12.5	13.1	362.5	375	274.4	1689	49.2	0.00061	565338	
36	VergDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	12.2	441.33	453.33	227.6	0.59	0	15	0.742	12.5	12.2	375	387.2	281.0	1689	49.2	0.00061	565338	
37	VergDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	11.3	453.83	465.13	344.7	0.59	0	15	0.742	12.5	11.3	387.5	398.3	286.6	1689	49.2	0.00061	565338	
38	PASR	VergDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	10.4	465.33	476.73	351.3	0.59	0	15	0.742	12.5	10.4	400	410.4	298.2	1689	49.2	0.00061	565338
39	VergDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	9.5	478.83	488.33	361.9	0.59	0	15	0.742	12.5	9.5	425	432	318.9	1689	49.2	0.00061	565338	
40	VergDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	8.6	491.33	493.33	301.5	0.59	0	15	0.742	12.5	8.6	425	433.6	321.4	1689	49.2	0.00061	565338	
41	VergDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	7.7	503.83	511.53	301.9	0.59	0	15	0.742	12.5	7.7	437.5	445.2	300.0	1689	49.2	0.00061	565338	
42	VergDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	6.8	513.33	523.33	307.7	0.59	0	15	0.742	12.5	6.8	450	468.3	338.6	1689	49.2	0.00061	565338	
43	VergDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	5.9	523.83	534.3	306.3	0.59	0	15	0.742	12.5	5.9	462.5	484.4	342.2	1689	49.2	0.00061	565338	
44	VergDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	5	541.33	562.33	404.9	0.59	0	15	0.742	12.5	5	475	480	358.6	1689	49.2	0.00061	565338	
45	VergDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	4.1	578.83	583.33	401.5	0.59	0	15	0.742	12.5	4.1	487.5	496.4	418.9	1689	49.2	0.00061	565338	
46	VergDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	3.2	586.33	593.83	422.1	0.59	0	15	0.742	12.5	3.2	500	502.3	370.0	1689	49.2	0.00061	565338	
47	VergDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	2.3	598.33	591.3	430.7	0.59	0	15	0.742	12.5	2.3	512.5	514.2	381.6	1689	49.2	0.00061	565338	
48	VergDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	1.4	591.33	592.3	433.3	0.59	0	15	0.742	12.5	1.4	525	528.4	390.2	1689	49.2	0.00061	565338	
49	VergDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	0.5	603.83	604.3	447.9	0.59	0	15	0.742	12.5	0.5	537.5	538.8	398.8	1689	49.2	0.00061	565338	
50	VergDense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	0	616.33	618.33	458.8	0.59	0	15	0.742	12.5	0	560	560	407.6	1689	49.2	0.00061	565338	

Lampiran 20 Perhitungan Untuk Galian 2 Tanpa Pengaku Tower  
3 Top Down (Lanjutan)

Kedala man	Phi aktif	Phi pasif	Thmin [pasal]	Thmin max	Teg H	Phi Aktif final	Phaktif hmin	Phaktif Phmax	Phaktif ghmax
1	13.43	12.778	12.778	0	13.43	Yes	0	No	No
2	19.75	18.18	18.18	0	19.75143	Yes	0	No	No
3	52.91	-69.36	0	0	52.91	Yes	0	No	No
4	56.08	-53.12	0	0	56.07857	Yes	0	No	No
5	69.01	-36.88	0	0	69.00538	Yes	0	No	No
6	83.03	-150.1	0	0	83.03	Yes	0	No	No
7	-6.74	14.12	68.965	68.279	-16.7432	No	141.2097	No	No
8	-0.84	42.5	75.795	75.795	-0.83778	No	142.4997	No	No
9	17.47	14.4	82.625	82.625	125.68	17.47146	No	141.3889	No
10	35.88	140.2	89.455	89.455	145.38	35.87695	No	140.7589	Yes
11	53.03	140.2	96.285	96.285	165.08	53.03224	No	140.759	Yes
12	68.36	142.1	103.11	103.11	184.79	68.38071	No	142.0828	Yes
13	81.96	145.7	109.94	109.94	204.9	81.98841	No	145.6805	Yes
14	93.92	150.9	116.77	116.77	224.19	93.9215	No	150.3128	Yes
15	104.63	157.4	123.6	123.6	243.89	104.6346	No	157.3351	Yes
16	114.48	164.7	130.43	130.43	262.59	114.4823	No	161.7438	Yes
17	123.75	172.7	137.26	137.26	283.39	123.7531	No	172.6674	Yes
18	132.64	181	144.09	144.09	302.99	132.6382	No	180.9767	Yes
19	141.33	189.5	150.92	150.92	322.7	141.3331	No	183.4792	Yes
20	149.83	198.2	157.75	157.75	342.4	149.8346	No	198.1721	Yes
21	168.43	206.8	164.58	164.58	362.1	168.4323	No	206.7638	Yes
22	166.93	215.5	171.41	171.41	381.8	166.9339	No	205.4636	Yes
23	175.44	224.2	178.24	178.24	401.5	175.4384	No	224.1575	Yes
24	184.03	232.8	185.07	185.07	421.2	184.0331	No	232.7552	Yes
25	192.53	241.4	191.9	191.9	440.9	192.5346	Yes	241.449	Yes

Lampiran 21 Perhitungan Untuk Galian 2 Tanpa Pengaku Tower 3 Top Down (Lanjutan)

Kedala man	Phi aktif Pasif	Phi aktif Thmin	Thmin (bakal)	Teg H max	Phi Aktif final	Phi Pasif hmin	Phi Pasif gmax	Phakte final
26	2013	260	198.73	198.73	460.61	201323	Yes	250.0467
27	209.73	258.6	205.56	205.56	480.31	209.73	Yes	258.6444
28	218.23	267.3	212.39	212.39	500.01	218.2316	Yes	267.3363
29	226.83	275.9	218.22	218.22	519.71	226.8393	Yes	275.9336
30	235.43	284.5	226.05	226.05	539.41	235.427	Yes	284.5337
31	244.02	293.1	232.88	232.88	559.11	244.0247	Yes	293.1314
32	252.62	301.7	239.71	239.71	578.81	252.6224	Yes	301.7291
33	261.22	310.3	246.54	246.54	598.51	261.2201	Yes	310.3288
34	269.82	318.9	253.37	253.37	618.22	269.8178	Yes	318.9245
35	278.42	327.5	260.2	260.2	637.92	278.4155	Yes	327.5222
36	287.01	336.1	267.03	267.03	657.62	287.0132	Yes	336.1199
37	295.61	344.7	273.86	273.86	677.32	295.6109	Yes	344.7176
38	304.21	353.3	280.69	280.69	697.02	304.2086	Yes	353.3153
39	312.81	361.9	287.52	287.52	716.72	312.8063	Yes	361.9133
40	321.40	370.5	294.35	294.35	736.42	321.404	Yes	370.5107
41	330.00	379.1	301.18	301.18	756.13	330.0017	Yes	379.1084
42	338.60	387.7	308.01	308.01	775.83	338.5984	Yes	387.7061
43	347.20	396.3	314.84	314.84	795.53	347.1971	Yes	396.3058
44	355.79	404.9	321.67	321.67	815.23	355.7948	Yes	404.9015
45	364.39	413.5	328.5	328.5	834.93	364.3925	Yes	413.4982
46	372.99	422.1	335.33	335.33	854.63	372.9902	Yes	422.0969
47	381.59	430.7	342.16	342.16	874.33	381.5879	Yes	430.6946
48	390.19	439.3	348.99	348.99	894.04	390.1856	Yes	439.2933
49	398.78	447.9	355.82	355.82	913.74	398.7833	Yes	447.89
50	407.68	456.8	362.89	362.89	934.12	407.6774	Yes	456.7841

Lampiran 22 Perhitungan Untuk Galian 2 Tanpa Pengaku Tower  
*3 Top Down* (Lanjutan)

Kedala man	Phi Aktif final	Phi pasif final	Phi Spring final	Th Final [Dibalik )	Geser Final	Momen Final	Defeksi Awal	Defeksi Akhir	Sesilih Defeksi	Defeks Istim	Defeks	Rengangan an fin	Rengangan fin	OK		
1	13.425	Yes	0	No	13.425	-89.869	89.864	0.000173	0.000578	-0.00041	0.0295	OK	5.215E-07	0.0015	OK	
2	18.751	Yes	0	No	18.751	-76.567	166.4362	0.000025	0.000102	-0.00075	0.0295	OK	7.673E-07	0.0015	OK	
3	52.91	Yes	0	No	52.91	-55.969	223.4054	3.33E-20	9.362E-20	-5E-20	0.0295	OK	2.055E-06	0.0015	OK	
4	56.073	Yes	0	No	56.073	-78.432	301.8373	0.000193	0.0001827	-0.000103	0.0295	OK	2.178E-06	0.0015	OK	
5	68.005	Yes	0	No	68.005	-21.178	323.5551	0.000094	0.0001946	-0.000095	0.0295	OK	2.681E-06	0.0015	OK	
6	83.03	Yes	0	No	83.03	-48.587	274.9685	0.000182	0.0001874	-0.000078	0.0295	OK	3.225E-06	0.0015	OK	
7	68.965	Yes	0	No	86.279	-17.313	153.708	14.126	0.0001077	0.0001637	-0.00006	0.0295	OK	6.726E-07	0.0015	OK
8	75.795	No	105.98	No	30.185	116.395	24.385	0.000101	0.000132	-0.000032	0.0295	OK	1.173E-06	0.0015	OK	
9	82.625	No	125.68	No	43.056	86.21	-61.3451	0.000093	0.0000989	-8.8E-05	0.0295	OK	1.673E-06	0.0015	OK	
10	89.455	No	140.18	Yes	-50.721	43.154	-104.4989	0.0000798	0.0000655	0.000103	0.0295	OK	1.97E-06	0.0015	OK	
11	96.285	No	140.22	Yes	-43.931	7.495	-111.9841	0.0000709	0.0000485	0.0000244	0.0295	OK	1.707E-06	0.0015	OK	
12	103.11	No	142.08	Yes	-38.968	-13.133	-98.851	0.0000639	0.00003	0.0000339	0.0295	OK	1.544E-06	0.0015	OK	
13	108.94	No	145.63	Yes	-35.736	-22.368	-76.4834	0.0000587	0.000183	0.0000334	0.0295	OK	1.388E-06	0.0015	OK	
14	116.77	No	150.91	Yes	-34.138	-23.872	-52.616	0.0000552	0.000131	0.0000421	0.0295	OK	1.36E-06	0.0015	OK	
15	123.6	No	157.4	Yes	-33.79	-33.79	-31.5384	0.000053	0.0000059	0.0000431	0.0295	OK	1.313E-06	0.0015	OK	
16	130.43	No	164.74	Yes	-34.308	-16.133	-15.60135	0.0000517	0.0000066	0.0000431	0.0295	OK	1.333E-06	0.0015	OK	
17	137.26	No	172.67	Yes	-35.403	-11.001	-4.502	0.000051	0.0000086	0.0000431	0.0295	OK	1.375E-06	0.0015	OK	
18	144.03	No	180.98	Yes	-36.882	-6.428	1.9282	0.0000507	0.0000079	0.0000428	0.0295	OK	1.43E-06	0.0015	OK	
19	150.92	No	188.48	Yes	-38.554	-2.828	4.7693	0.0000506	0.0000076	0.0000443	0.0295	OK	1.488E-06	0.0015	OK	
20	157.75	No	198.17	Yes	-40.417	4.9729	4.9729	0.0000507	0.0000059	0.0000448	0.0295	OK	1.57E-06	0.0015	OK	
21	164.58	No	206.77	Yes	-42.185	1.36	3.5132	0.0000507	0.000006	0.0000447	0.0295	OK	1.639E-06	0.0015	OK	
22	171.41	No	215.46	Yes	-44.049	2.244	1.36395	0.0000508	0.0000049	0.0000449	0.0295	OK	1.717E-06	0.0015	OK	
23	178.24	No	224.16	Yes	-45.913	-10.88	-18.958	0.0000509	0.0000056	0.0000453	0.0295	OK	1.784E-06	0.0015	OK	
24	185.07	No	232.76	Yes	-47.881	2.081	-3.17013	0.0000510	0.0000025	0.0000454	0.0295	OK	1.882E-06	0.0015	OK	
25	192.93	Yes	241.45	Yes	-48.34	1.05	-4.2202	0.000051	0.0000015	0.0000455	0.0295	OK	1.95E-06	0.0015	OK	

Lampiran 23 Perhitungan Untuk Galian 2 Tanpa Pengaku Tower  
3 Top Down (Lanjutan)

kedua man final	Psi Aktif final	Spring pasif final	Psi final	ThFinal (Dibuktikan)	Geber Final	Momen Final	Defeksi Awal	Defeksi Akhir	Selisih Defeksi	Defeksi Istim	Defeksi	Regangan	Regangan	Regangan	
26	20113	Yes	250,05	Yes	-48,94	-0,188	-4,025	0,00051	0,00007985	0,000502	0,0285	OK	19E-06	4,0015	OK
27	20913	Yes	258,64	Yes	-48,94	-0,735	-3,2973	0,00051	0,000063982	0,000507	0,0285	OK	19E-06	5,0015	OK
28	21823	Yes	267,34	Yes	-49,07	-0,821	-2,4764	0,00051	0,000060304	0,00051	0,0285	OK	190E-06	6,0015	OK
29	226,63	Yes	275,94	Yes	-49,07	-0,822	-1,6541	0,00051	0,000060131	0,00051	0,0285	OK	190E-06	7,0015	OK
30	235,43	Yes	284,53	Yes	-49,07	-0,686	-0,9886	0,00051	0,000060108	0,000509	0,0285	OK	190E-06	8,0015	OK
31	244,92	Yes	293,13	Yes	-49,07	-0,503	-0,4955	0,00051	0,000060152	0,000509	0,0285	OK	190E-06	9,0015	OK
32	253,82	Yes	301,73	Yes	-49,07	-0,328	-0,1973	0,00051	0,000060185	0,00051	0,0285	OK	190E-06	10,0012	OK
33	262,12	Yes	310,33	Yes	-49,07	-0,186	0,049	0,00051	7,677E-07	0,00051	0,0285	OK	190E-06	11,0012	OK
34	268,82	Yes	318,92	Yes	-49,07	-0,085	0,1335	0,00051	3,832E-07	0,00051	0,0285	OK	190E-06	12,0012	OK
35	278,42	Yes	327,52	Yes	-49,07	-0,012	0,1533	0,00051	7,335E-08	0,00051	0,0285	OK	190E-06	13,0012	OK
36	287,01	Yes	336,12	Yes	-49,07	0,016	0,1376	0,00051	1,337E-07	0,00051	0,0285	OK	190E-06	14,0012	OK
37	285,61	Yes	344,72	Yes	-49,07	0,031	0,1068	0,00051	2,659E-07	0,00051	0,0285	OK	190E-06	16,0012	OK
38	304,21	Yes	353,32	Yes	-49,07	0,033	0,0736	0,00051	3,398E-07	0,00051	0,0285	OK	190E-06	18,0012	OK
39	312,81	Yes	361,91	Yes	-49,07	0,029	0,0448	0,00051	4,000E-06	0,00051	0,0285	OK	190E-06	17,0012	OK
40	321,4	Yes	370,51	Yes	-49,07	0,022	0,023	0,00051	3,644E-07	0,00051	0,0285	OK	190E-06	18,0012	OK
41	330	Yes	379,11	Yes	-49,07	0,015	0,0082	0,00051	3,598E-07	0,00051	0,0285	OK	190E-06	18,0012	OK
42	338,6	Yes	387,71	Yes	-49,07	0,00896	-0,0004425	0,00051	3,369E-07	0,00051	0,0285	OK	190E-06	21,0012	OK
43	347,2	Yes	396,3	Yes	-49,07	0,004526	-0,000447	0,00051	3,207E-07	0,00051	0,0285	OK	190E-06	22,0012	OK
44	355,79	Yes	404,9	Yes	-49,07	0,00134	-0,0006	0,00051	3,078E-07	0,00051	0,0285	OK	190E-06	23,0012	OK
45	364,39	Yes	413,15	Yes	-49,07	-0,000343	-0,0057	0,00051	2,384E-07	0,00051	0,0285	OK	190E-06	23,0012	OK
46	372,99	Yes	422	Yes	-49,07	-0,00112	-0,0045	0,00051	2,934E-07	0,00051	0,0285	OK	190E-06	24,0012	OK
47	381,59	Yes	430,63	Yes	-49,07	-0,00137	-0,0032	0,00051	0,000062889	0,00051	0,0285	OK	190E-06	25,0012	OK
48	390,19	Yes	439,29	Yes	-49,07	-0,00191	-0,0002	0,00051	2,876E-07	0,00051	0,0285	OK	190E-06	26,0012	OK
49	398,78	Yes	447,83	Yes	-49,07	-0,0011	-0,0000825	0,00051	2,872E-07	0,00051	0,0285	OK	190E-06	27,0012	OK
50	407,58	Yes	456,78	Yes	-49,07	-0,0006219	-0,000448	0,00051	2,876E-07	0,00051	0,0285	OK	190E-06	28,0012	OK

Lampiran 24 Perhitungan Untuk Galian 2 Tanpa Pengaku Tower  
3 Top Down (Lanjutan)

Kewala man	Jenis lens	Kondisi kepadalan	C	$\phi$	ko [kNm]	Traksi Surcharge	Aktif				Pasif				Arah X atau Y [m]				Kspung [kNm2]
							Air	Tegar	Tra	Po	C	$\phi$	ko	Traksi Tegar	Tra	Po	C	$\phi$	
1	PASIR	0	0	62.7	0.71	42	10	9.8	0	22	22	15.7	0.95	15.7	0.000228	16483.5			
2	PASIR	0	0	187	0.65	14.67	10	9.8	0	36.67	36.67	24.3	0.95	24.3	0.000149	16483.5			
3	PASIR	0	0	61	0	1	6.44	10	9.8	43.11	52.31	52.3	10				52.3	0.000572	
4	LAWAU	0	0	61	0	1	6.44	10	9.8	49.55	69.15	69.2	10				69.2	0.000659	
5	PASIR	0	0	61	0	1	6.44	10	9.8	28.4	55.99	55.99	10				58.4	0.000595	
6	PASIR	0	0	128	0	1	60.34	10	9.8	39.2	65.33	65.53	10				68.5	0.000420	
7	PASIR	0	0	15	0.74	12.5	10	9.8	38.3	78.63	117.13	66.8	0.93	0	15	74.2	12.5	50.8	0.00061
8	PASIR	0	0	15	0.74	12.5	10	9.8	37.4	91.33	128.73	56.4	0.93	0	15	74.2	12.5	52.4	0.000543
9	PASIR	0	0	15	0.74	12.5	10	9.8	36.5	102.83	140.33	50.0	0.93	0	15	74.2	12.5	36.5	0.000572
10	PASIR	0	0	15	0.74	12.5	10	9.8	35.6	116.33	151.93	42.6	0.93	0	15	74.2	12.5	35.6	0.000595
11	PASIR	0	0	15	0.74	12.5	10	9.8	34.7	129.83	162.53	42.2	0.93	0	15	74.2	12.5	34.7	0.000595
12	PASIR	0	0	15	0.74	12.5	10	9.8	33.8	141.33	178.13	39.8	0.93	0	15	74.2	12.5	33.8	0.000591
13	PASIR	0	0	15	0.74	12.5	10	9.8	32.9	152.83	188.73	38.4	0.93	0	15	74.2	12.5	32.9	0.000595
14	PASIR	0	0	15	0.74	12.5	10	9.8	32	164.33	204.42	38.0	0.93	0	15	74.2	12.5	37	0.000595
15	PASIR	0	0	15	0.74	12.5	10	9.8	31.1	178.83	209.93	35.6	0.93	0	15	74.2	12.5	31	0.000595
16	PASIR	0	0	15	0.74	12.5	10	9.8	30.2	191.33	221.53	34.2	0.93	0	15	74.2	12.5	30.2	0.000595
17	PASIR	0	0	15	0.74	12.5	10	9.8	29.3	203.83	233.13	32.8	0.93	0	15	74.2	12.5	29.3	0.000595
18	PASIR	0	0	15	0.74	12.5	10	9.8	28.4	216.33	244.73	31.4	0.93	0	15	74.2	12.5	28.4	0.000595
19	PASIR	0	0	15	0.74	12.5	10	9.8	27.5	228.83	255.33	30.0	0.93	0	15	74.2	12.5	27.5	0.000595
20	PASIR	0	0	15	0.74	12.5	10	9.8	26.6	241.33	267.93	28.6	0.93	0	15	74.2	12.5	26.6	0.000595
21	PASIR	0	0	15	0.74	12.5	10	9.8	25.7	253.83	279.53	20.2	0.93	0	15	74.2	12.5	25.7	0.000595
22	PASIR	0	0	15	0.74	12.5	10	9.8	24.8	266.33	281.13	26.8	0.93	0	15	74.2	12.5	24.8	0.000595
23	PASIR	0	0	15	0.74	12.5	10	9.8	23.9	278.83	302.73	23.4	0.93	0	15	74.2	12.5	23.9	0.000595
24	PASIR	0	0	15	0.74	12.5	10	9.8	23	291.33	323.0	22.0	0.93	0	15	74.2	12.5	23	0.000595
25	PASIR	0	0	15	0.74	12.5	10	9.8	22.1	303.83	329.3	21.6	0.93	0	15	74.2	12.5	22.1	0.000595

Lampiran 25 Perhitungan Untuk Galian 2 dengan Pengaku Tower 3 Top Down

Kedua man	Jenis Tanah	Kondisi Kepadatan	Akhir									Pasi									Akhir				
			C	Ko	Tpaktai [kNm]	Surchage Ait Teg/Tayai [kNm2]	Tua [kNm2/kNm]	Tua [kNm]	Po	Ka	C	Ko	Tpaktai Teg/Tayai [kNm2]	Tpa [kNm2]	Tpa [kNm]	Po	Kp	Pro [kN] [l/m]	Xo atau [kNm2] [l/m]	Kspring					
28	0	0	15	074	12.5	10	93	212	36.33	337.55	2502	0539	0	15	0742	12.5	212	250	272	2010	1638	49.2	0.000619	96533.8	
27	0	0	15	074	12.5	10	93	203	328.83	345.13	2568	0539	0	15	0742	12.5	203	262.5	282.8	2066	1638	49.2	0.00061	96533.8	
28	0	0	15	074	12.5	10	93	19.4	341.33	360.73	2674	0539	0	15	0742	12.5	19.4	275	284.4	282	1638	49.2	0.00061	96533.8	
29	0	0	15	074	12.5	10	93	85	352.83	372.33	2780	0539	0	15	0742	12.5	85	287.5	306	226.8	1638	49.2	0.00061	96533.8	
30	0	0	15	074	12.5	10	93	77.6	365.33	382.93	284.5	0539	0	15	0742	12.5	77.6	310	316	234.4	1638	49.2	0.00061	96533.8	
31	0	0	15	074	12.5	10	93	67.7	378.83	395.53	293.2	0539	0	15	0742	12.5	67.7	325	322	244.0	1638	49.2	0.00061	96533.8	
32	0	0	15	074	12.5	10	93	55.3	391.33	407.13	3018	0539	0	15	0742	12.5	55.3	325	340.8	255.6	1638	49.2	0.00061	96533.8	
33	0	0	15	074	12.5	10	93	44.9	403.83	418.73	3014	0539	0	15	0742	12.5	44.9	337.5	352.4	261.2	1638	49.2	0.00061	96533.8	
34	0	0	15	074	12.5	10	93	34	416.33	430.33	318.0	0539	0	15	0742	12.5	34	360	364	265.8	1638	49.2	0.00061	96533.8	
35	0	0	15	074	12.5	10	93	33.1	428.83	441.93	327.6	0539	0	15	0742	12.5	33.1	362.5	376.5	273.4	1638	49.2	0.00061	96533.8	
36	0	0	15	074	12.5	10	93	32.2	441.33	455.53	336.1	0539	0	15	0742	12.5	32.2	375	387.2	287.0	1638	49.2	0.00061	96533.8	
37	0	0	15	074	12.5	10	93	11.3	453.83	465.13	344.7	0539	0	15	0742	12.5	11.3	387.5	398.8	286.6	1638	49.2	0.00061	96533.8	
38	PASIR	0	0	15	074	12.5	10	93	10.4	468.33	476.73	365.3	0539	0	15	0742	12.5	10.4	400	414	301.2	1638	49.2	0.00061	96533.8
39	0	0	15	074	12.5	10	93	9.9	482.83	498.33	361.9	0539	0	15	0742	12.5	9.9	412.5	425	318	1638	49.2	0.00061	96533.8	
40	0	0	15	074	12.5	10	93	8.6	491.33	499.93	370.5	0539	0	15	0742	12.5	8.6	425	435	324	1638	49.2	0.00061	96533.8	
41	0	0	15	074	12.5	10	93	7.7	503.83	511.53	378.1	0539	0	15	0742	12.5	7.7	432.5	445.2	330.0	1638	49.2	0.00061	96533.8	
42	0	0	15	074	12.5	10	93	6.6	506.33	523.13	387.7	0539	0	15	0742	12.5	6.6	450	463.3	336.6	1638	49.2	0.00061	96533.8	
43	0	0	15	074	12.5	10	93	5.3	528.83	534.73	396.3	0539	0	15	0742	12.5	5.3	462.5	468.4	341.2	1638	49.2	0.00061	96533.8	
44	0	0	15	074	12.5	10	93	5	541.33	546.33	404.9	0539	0	15	0742	12.5	5	475	480	358.8	1638	49.2	0.00061	96533.8	
45	0	0	15	074	12.5	10	93	4.1	563.83	567.93	415.5	0539	0	15	0742	12.5	4.1	492.5	497	364.4	1638	49.2	0.00061	96533.8	
46	0	0	15	074	12.5	10	93	3.2	586.33	593.53	422.1	0539	0	15	0742	12.5	3.2	500	502	370.0	1638	49.2	0.00061	96533.8	
47	0	0	15	074	12.5	10	93	2.3	598.83	591.13	430.7	0539	0	15	0742	12.5	2.3	525.3	536.1	381.6	1638	49.2	0.00061	96533.8	
48	0	0	15	074	12.5	10	93	1.4	591.33	543.3	0539	0	15	0742	12.5	1.4	526.4	530.2	381.6	1638	49.2	0.00061	96533.8		
49	0	0	15	074	12.5	10	93	0.5	602.83	604.33	447.9	0539	0	15	0742	12.5	0.5	537.5	538	390.8	1638	49.2	0.00061	96533.8	
50	0	0	15	074	12.5	10	93	0	616.33	498.8	0539	0	15	0742	12.5	0	590	590	407.8	1638	49.2	0.00061	96533.8		

Lampiran 26 Perhitungan Untuk Galian 2 dengan Pengaku Tower 3 Top Down (Lanjutan)

Kedala man	Phi aktif	Phi Pasif	Thmin [pakan]	Thmin max	Teg H	Phi Aktif final	Phi> teg hmin	Phi pasif final	Phaktif ghamar
1	11.92		12.178	12.178	0	11.92	No	0	No
2	17.40		18.18	18.18	0	17.40	No	0	No
3	52.91		-69.36	0	0	52.91	Yes	0	No
4	56.99		-53.12	0	0	56.99	Yes	0	No
5	31.54		-36.88	0	0	31.54	Yes	0	No
6	105.53		-150.1	0	0	105.53	Yes	0	No
7	37.78	86.69	68.965	68.965	86.279	37.77606	No	88.63045	No
8	43.20	98.46	75.795	75.795	105.98	43.20069	No	98.46123	Yes
9	49.01	109.8	82.825	82.825	125.68	49.009492	No	109.8474	Yes
10	55.88	120.2	83.455	83.455	145.38	55.87685	No	120.1759	Yes
11	63.99	129.3	96.285	96.285	165.08	63.93378	No	129.2563	Yes
12	72.98	137.5	103.11	103.11	184.79	72.9761	No	137.4674	Yes
13	82.63	145	109.94	109.94	204.49	82.63149	No	145.0074	Yes
14	92.48	152.4	116.77	116.77	224.19	92.47919	No	152.3351	Yes
15	102.42	159.6	123.56	123.56	243.89	102.4423	No	159.6067	Yes
16	112.27	167	130.43	130.43	263.59	112.2797	No	168.9544	Yes
17	121.83	174.6	137.26	137.26	283.29	121.83	No	174.5505	Yes
18	131.20	182.4	144.09	144.09	302.99	131.989	No	182.419	Yes
19	140.37	190.4	150.92	150.92	322.7	140.3715	No	190.4398	Yes
20	149.35	198.7	157.75	157.75	342.4	149.3538	No	198.6828	Yes
21	158.14	207.1	164.58	164.58	362.1	158.14439	No	207.0982	Yes
22	166.84	215.6	171.41	171.41	381.8	166.8377	No	215.5598	Yes
23	175.53	224.1	178.24	178.24	401.5	175.5316	No	224.0613	Yes
24	184.13	232.7	185.07	185.07	421.2	184.1293	No	232.6559	Yes
25	192.63	241.4	191.9	191.9	440.9	192.63108	Yes	241.3829	Yes

Lampiran 27 Perhitungan Untuk Galian 2 dengan Pengaku Tower 3 Top Down (Lanjutan)

Kedala man	Phi aktif	Phi Pasif	Thmin (pakaai)	Teg H max	Phi Aktif final	Phi pasif hmin	Phi pasif ghmax	Phi aktif ghmax
26	201.23	250	198.73	198.73	460.61	201.2285	Yes	249.9506
27	209.73	288.6	205.56	205.56	480.31	209.73	Yes	258.9441
28	218.33	267.2	212.39	212.39	500.01	218.3277	Yes	267.2421
29	226.83	275.9	219.22	219.22	519.71	226.8293	Yes	275.936
30	235.43	284.5	226.05	226.05	539.41	235.427	Yes	284.5337
31	244.02	293.1	232.88	232.88	559.11	244.0247	Yes	293.1314
32	252.62	301.7	239.71	239.71	578.81	252.6224	Yes	301.7291
33	261.22	310.3	246.54	246.54	598.51	261.2201	Yes	310.3268
34	269.82	318.9	253.37	253.37	618.22	269.8178	Yes	318.9245
35	278.42	327.5	260.2	260.2	637.92	278.4155	Yes	327.5222
36	287.01	336.1	267.03	267.03	657.62	287.0132	Yes	336.1199
37	295.61	344.7	273.86	273.86	677.32	295.6109	Yes	344.7176
38	304.21	353.3	280.69	280.69	697.02	304.2086	Yes	353.3153
39	312.81	361.9	287.52	287.52	716.72	312.8063	Yes	361.9193
40	321.40	370.5	294.35	294.35	736.42	321.404	Yes	370.507
41	330.00	379.1	301.18	301.18	756.13	330.0017	Yes	379.1084
42	338.60	387.7	308.01	308.01	775.83	338.5994	Yes	387.7061
43	347.20	386.3	314.84	314.84	795.53	347.1971	Yes	396.3038
44	355.79	404.9	321.67	321.67	815.23	355.7948	Yes	404.9015
45	364.39	413.5	328.5	328.5	834.93	364.3925	Yes	413.4932
46	372.99	422.1	335.33	335.33	854.63	372.9902	Yes	422.0969
47	381.59	430.7	342.16	342.16	874.33	381.5879	Yes	430.9946
48	390.19	439.3	348.99	348.99	894.04	390.986	Yes	439.993
49	398.78	447.9	355.82	355.82	913.74	398.7833	Yes	447.89
50	407.68	456.8	362.89	362.89	934.12	407.6774	Yes	456.7841

Lampiran 28 Perhitungan Untuk Galian 2 dengan Pengaku Tower 3 Top Down (Lanjutan)

Kedala man	Phi Aktif	Phi Spring pasif	Phi Spring (Dibuktikan)	Th Final Geser Final	Momen Final	Dilekksi Awal	Dilekksi Akhir	Selisih Dilekksi	Dilekksi iJln	OK	Rengangan	Rengang anjlin	OK		
1	12.178	No	0	12.178	-12.701	12.703	0.0000228	0.000008108	0.000022	0.0295	OK	4.73E-07	0.0015	OK	
2	18.18	No	0	18.18	-0.523	13.2242	0.0000419	0.000008235	0.0000411	0.0295	OK	7.02E-07	0.0015	OK	
3	52.91	'Yes	0	No	52.91	17.657	-4.4332	3.33E-20	0	3.33E-20	OK	2.05E-06	0.0015	OK	
4	56.393	Yes	0	No	56.393	-7.323	2.8886	0.000059	0.000004645	0.0000585	0.0295	OK	2.24E-06	0.0015	OK
5	31.544	Yes	0	No	31.544	37.418	-34.5287	0.000056	0.0000013	0.0000547	0.0295	OK	1.235E-06	0.0015	OK
6	105.53	Yes	0	No	105.53	13.877	-48.4057	3.04E-20	0	3.04E-20	OK	4.098E-06	0.0015	OK	
7	68.365	No	88.279	No	-17.313	-18.346	-29.0607	0.000051	0.0000043	0.0000467	0.0295	OK	6.778E-07	0.0015	OK
8	75.795	No	98.461	Yes	-22.666	-38.558	7.5978	0.0000543	0.000003	0.00004	0.0295	OK	8.805E-07	0.0015	OK
9	82.625	No	103.85	Yes	-27.222	-16.987	24.6882	0.0000572	0.0000158	0.0000414	0.0295	OK	1.057E-06	0.0015	OK
10	93.455	No	120.18	Yes	-30.721	-4.364	28.94937	0.000059	0.0000198	0.0000332	0.0295	OK	1.193E-06	0.0015	OK
11	96.285	No	129.25	Yes	-32.969	2.64	26.3038	0.0000655	0.0000221	0.0000374	0.0295	OK	1.238E-06	0.0015	OK
12	103.11	No	137.47	Yes	-34.352	5.676	20.3336	0.0000591	0.0000228	0.0000363	0.0295	OK	1.334E-06	0.0015	OK
13	109.94	No	145.01	Yes	-36.063	6.231	14.4025	0.000058	0.0000223	0.0000357	0.0295	OK	1.362E-06	0.0015	OK
14	116.77	No	152.36	Yes	-35.58	5.463	8.9336	0.0000537	0.000021	0.0000357	0.0295	OK	1.382E-06	0.0015	OK
15	123.6	No	159.61	Yes	-38.002	4.175	4.7642	0.0000563	0.0000192	0.0000361	0.0295	OK	1.393E-06	0.0015	OK
16	130.43	No	176.35	Yes	-36.52	2.884	1.9	0.000054	0.0000171	0.0000359	0.0295	OK	1.415E-06	0.0015	OK
17	137.26	No	174.59	Yes	-37.328	1.791	0.093	0.000053	0.0000149	0.0000381	0.0295	OK	1.45E-06	0.0015	OK
18	144.09	No	182.42	Yes	-38.324	1.057	-0.9477	0.0000522	0.0000122	0.0000335	0.0295	OK	1.493E-06	0.0015	OK
19	150.92	No	190.44	Yes	-39.576	0.656	-1.941	0.0000516	0.0000106	0.0000341	0.0295	OK	1.535E-06	0.0015	OK
20	157.75	No	198.85	Yes	-40.58	5.463	-2.783	0.0000512	0.0000086	0.0000346	0.0295	OK	1.593E-06	0.0015	OK
21	164.58	No	207.06	Yes	-42.474	6.659	-2.8389	0.000051	0.0000066	0.0000444	0.0295	OK	1.65E-06	0.0015	OK
22	171.41	No	215.56	Yes	-45.083	-3.6665	0.0000519	0.0000439	0.0000046	0.0295	OK	1.715E-06	0.0015	OK	
23	178.24	No	224.06	Yes	-45.917	0.918	-4.5982	0.0000508	0.000034	0.0000474	0.0295	OK	1.785E-06	0.0015	OK
24	185.07	No	232.68	Yes	-47.584	0.718	-5.3025	0.0000508	0.000021	0.0000487	0.0295	OK	1.848E-06	0.0015	OK
25	182.63	Yes	241.35	Yes	-47.722	-0.026	-5.2783	0.0000509	0.00001	0.0000488	0.0295	OK	1.893E-06	0.0015	OK

Lampiran 29 Perhitungan Untuk Galian 2 dengan Pengaku Tower 3 Top Down (Lanjutan)

Kedala man	Phi Aktif	Spring pasif	Phi Spring final	Th Final (Dibalk)	Geser Final	Momen Final	Defleksi Awal	Defleksi Akhir	Selisih Defleksi	Defleksi	OK	Pengangan an lin	Pengangg an lin	OK	
26	20123	Yes	243.95	Yes	-4.732	-0.89	-4.3863	0.000509	0.000004791	0.000504	0.0295	OK	1893E-06	4.0015	OK
27	20373	Yes	255.64	Yes	-48.94	-1.13	-3.2559	0.00051	8.763E-07	0.000509	0.0295	OK	19E-06	5.0015	OK
28	21833	Yes	261.24	Yes	-48.94	-1.091	-2.4652	0.00051	0.000001443	0.000509	0.0295	OK	130E-06	6.0015	OK
29	22883	Yes	275.94	Yes	-49.107	-0.357	-1.3085	0.00051	0.000001911	0.000509	0.0295	OK	130E-06	7.0015	OK
30	23543	Yes	284.53	Yes	-49.107	-0.645	-0.6635	0.00051	0.000000926	0.000509	0.0295	OK	130E-06	8.0015	OK
31	244102	Yes	292.13	Yes	-49.107	-0.432	-0.2316	0.00051	0.000000763	0.000509	0.0295	OK	130E-06	9.0015	OK
32	2562	Yes	301.73	Yes	-49.107	-0.254	0.0221	0.00051	0.000001073	0.000509	0.0295	OK	130E-06	10.002	OK
33	26122	Yes	310.33	Yes	-49.107	-0.123	0.1447	0.00051	6.015E-07	0.000509	0.0295	OK	130E-06	11.002	OK
34	26582	Yes	318.92	Yes	-49.107	-0.037	0.1816	0.00051	2.178E-07	0.000509	0.0295	OK	130E-06	12.002	OK
35	27342	Yes	327.52	Yes	-49.107	0.012	0.1636	0.00051	5.805E-08	0.000509	0.0295	OK	130E-06	13.002	OK
36	28701	Yes	336.12	Yes	-49.107	0.034	0.1353	0.00051	2.341E-07	0.000509	0.0295	OK	130E-06	14.002	OK
37	29561	Yes	344.72	Yes	-49.107	0.04	0.0956	0.00051	0.000051	0.0295	0.0295	OK	130E-06	15.002	OK
38	30421	Yes	352.32	Yes	-49.107	0.036	0.0599	0.00051	3.726E-07	0.000509	0.0295	OK	130E-06	16.002	OK
39	31281	Yes	361.91	Yes	-49.107	0.028	0.0321	0.00051	3.794E-07	0.000509	0.0295	OK	130E-06	17.002	OK
40	3214	Yes	370.51	Yes	-49.107	0.019	0.0123	0.00051	3.679E-07	0.000509	0.0295	OK	130E-06	18.002	OK
41	330	Yes	379.11	Yes	-49.107	0.012	0.0002	0.00051	3.492E-07	0.000509	0.0295	OK	130E-06	19.002	OK
42	3386	Yes	387.71	Yes	-49.107	0.00035	-0.00048	0.00051	0.00000033	0.000509	0.0295	OK	130E-06	20.002	OK
43	347.2	Yes	396.3	Yes	-49.107	0.00219	-0.007	0.00051	3.188E-07	0.000509	0.0295	OK	130E-06	21.002	OK
44	35579	Yes	404.9	Yes	-49.107	-0.00007696	-0.0059	0.00051	3.017E-07	0.000509	0.0295	OK	130E-06	22.002	OK
45	36439	Yes	413.5	Yes	-49.107	-0.000194	-0.0057	0.00051	2.938E-07	0.000509	0.0295	OK	130E-06	23.002	OK
46	37739	Yes	422.1	Yes	-49.107	-0.000546	-0.0042	0.00051	2.882E-07	0.000509	0.0295	OK	130E-06	24.002	OK
47	38159	Yes	430.69	Yes	-49.107	-0.001455	-0.0027	0.00051	2.884E-07	0.000509	0.0295	OK	130E-06	25.002	OK
48	39019	Yes	433.29	Yes	-49.107	-0.000157	-0.0016	0.00051	2.884E-07	0.000509	0.0295	OK	130E-06	26.002	OK
49	39878	Yes	441.89	Yes	-49.107	-0.0006925	-0.0007772	0.00051	2.867E-07	0.000509	0.0295	OK	130E-06	27.002	OK
50	40768	Yes	450.78	Yes	-49.107	-0.0004792	-0.0007297	0.00051	2.875E-07	0.000509	0.0295	OK	130E-06	28.002	OK

Lampiran 30 Perhitungan Untuk Galian 2 dengan Pengaku Tower 3 Top Down (Lanjutan)

Kedua man Tanah	Jenis Kepakatan	C	Ko	Teksi [kNm]	Sutrage	Al Teg/Sar	Tva [kNm]	P <sub>o</sub> [kNm]	ka	C	Ko	Teksi [kNm]	Teg/Sar	Tva [kNm]	P <sub>o</sub>	Ko	Pc [N]	Xo atau [m]	Kspring [kNm2]	Awal		Pasif		Akhir					
																				Teksi [kNm]		Sutrage	Al Teg/Sar	Tva [kNm]	P <sub>o</sub> [kNm]	Xo atau [m]	Kspring [kNm2]		
1	PASR	Loose	0	0.67 0.71	12	0	9.8	0	22	22	5.7	0.05								15.7	0.000838	13020.8							
2	PASR	Loose	0	0.87 0.66	16.67	10	9.8	0	36.67	36.67	24.3	0.50								24.3	0.00053	13020.8							
3	PASR	Stiff	61	0	1	6.44	10	9.8	3.8	43.11	52.91	52.9	100							52.9	0.000989	16483.5							
4	LAMAU	Stiff	61	0	1	6.44	10	9.8	9.6	43.55	56.15	56.2	100	61.1	0	1	6.44	3.6	6.44	16.04	6.0	1	43.1	0.002037	16483.5				
5	LAMAU	Stiff	61	0	1	6.44	10	9.8	3.4	55.39	65.39	65.4	100	61.1	0	1	6.44	3.4	12.88	22.28	22.3	1	43.1	0.000796	16483.5				
6	HARD	128	0	1	10.94	10	9.8	9.2	66.33	75.53	75.5	100	128	0	1	10.94	9.2	23.22	32.42	32.4	1	43.1	0.000327	20604.4					
7	Very Dense	0	0.15 0.14	12.5	10	9.8	9	76.83	87.83	87.83	65.1	0.59	0	0.15	0.742	12.5	9	36.72	44.72	331	1638	32.0	0.000896	9653.8					
8	Very Dense	0	0.15 0.14	12.5	10	9.8	8.8	91.33	100.13	74.2	0.59	0	0.15	0.742	12.5	8.8	48.22	57.02	42.3	1638	32.0	0.000463	9653.8						
9	Very Dense	0	0.15 0.14	12.5	10	9.8	8.6	103.83	112.43	83.3	0.59	0	0.15	0.742	12.5	8.8	60.72	69.32	51.4	1638	32.0	0.000031	9653.8						
10	Very Dense	0	0.15 0.14	12.5	10	9.8	8.4	116.33	124.73	92.4	0.59	0	0.15	0.742	12.5	8.4	73.22	81.62	69.5	1638	32.0	0.000277	9653.8						
11	Very Dense	0	0.15 0.14	12.5	10	9.8	8.2	128.63	137.03	103.6	0.59	0	0.15	0.742	12.5	8.2	69.72	75.32	69.6	1638	32.0	0.000029	9653.8						
12	Very Dense	0	0.15 0.14	12.5	10	9.8	8	141.33	148.33	107.7	0.59	0	0.15	0.742	12.5	8	98.22	106.22	78.7	1638	32.0	0.000031	9653.8						
13	Very Dense	0	0.15 0.14	12.5	10	9.8	7.8	153.83	163.63	163.8	0.59	0	0.15	0.742	12.5	7.8	101.7	118.52	87.8	1638	32.0	0.000036	9653.8						
14	Very Dense	0	0.15 0.14	12.5	10	9.8	7.6	166.33	173.93	123.9	0.59	0	0.15	0.742	12.5	7.6	132.3	130.82	97.0	1638	32.0	0.000039	9653.8						
15	Very Dense	0	0.15 0.14	12.5	10	9.8	7.4	178.83	186.23	138.0	0.59	0	0.15	0.742	12.5	7.4	135.7	143.32	106.1	1638	32.0	0.000035	9653.8						
16	PASR	Very Dense	0	0.15 0.14	12.5	10	9.8	7.2	191.33	198.53	147.1	0.59	0	0.15	0.742	12.5	7.2	148.2	155.42	163.2	1638	32.0	0.000035	9653.8					
17	Very Dense	0	0.15 0.14	12.5	10	9.8	7	203.83	208.93	156.3	0.59	0	0.15	0.742	12.5	7	160.7	177.72	134.3	1638	32.0	0.000034	9653.8						
18	Very Dense	0	0.15 0.14	12.5	10	9.8	6.8	216.33	223.13	165.3	0.59	0	0.15	0.742	12.5	6.8	173.7	180.02	133.4	1638	32.0	0.000033	9653.8						
19	Very Dense	0	0.15 0.14	12.5	10	9.8	6.6	228.83	235.43	174.5	0.59	0	0.15	0.742	12.5	6.6	185.7	192.32	142.5	1638	32.0	0.000033	9653.8						
20	Very Dense	0	0.15 0.14	12.5	10	9.8	6.4	241.33	247.73	183.6	0.59	0	0.15	0.742	12.5	6.4	198.2	204.62	151.7	1638	32.0	0.000033	9653.8						
21	Very Dense	0	0.15 0.14	12.5	10	9.8	6.2	253.83	260.03	192.7	0.59	0	0.15	0.742	12.5	6.2	201.7	208.92	160.8	1638	32.0	0.000033	9653.8						
22	Very Dense	0	0.15 0.14	12.5	10	9.8	6	266.33	272.33	201.8	0.59	0	0.15	0.742	12.5	6	223.2	228.22	163.9	1638	32.0	0.000033	9653.8						
23	Very Dense	0	0.15 0.14	12.5	10	9.8	5.8	278.83	284.63	211.0	0.59	0	0.15	0.742	12.5	5.8	235.7	241.52	170.0	1638	32.0	0.000033	9653.8						
24	Very Dense	0	0.15 0.14	12.5	10	9.8	5.6	289.33	296.33	220.1	0.59	0	0.15	0.742	12.5	5.6	248.2	253.92	188.1	1638	32.0	0.000033	9653.8						
25	Very Dense	0	0.15 0.14	12.5	10	9.8	5.4	303.83	309.23	229.2	0.59	0	0.15	0.742	12.5	5.4	260.7	266.12	197.2	1638	32.0	0.000033	9653.8						

Lampiran 31 Perhitungan Untuk Galian 1 Tanpa Pengaku Tower  
3 Bottom Up

Kebal man Tahan	Jenis Kondisi	Arik										Pasi										Akhir		
		C	Kg (kNm3)	Tekai	Surcharge	Ari (kNm2)	Tekai	Tua	Tua	Po	Ka	C	Kg (kNm3)	Tekai	Tekai	Top	Top	Po	Kg (kNm)	Po (kNm)	(kNm2)	Xo atau Kspring		
26	Veny Densit	0	15	0.14	12.5	10	9.8	5.2	36.53	321.65	238.3	0.153	0	15	0.142	12.5	5.2	27.22	279.42	206.4	1.688	32.0	0.000333	96533.8
27	Veny Densit	0	15	0.14	12.5	10	9.8	5	328.83	333.83	247.4	0.159	0	15	0.142	12.5	5	28.67	290.72	285.5	1.688	32.0	0.000333	96533.8
28	Veny Densit	0	15	0.14	12.5	10	9.8	4.8	341.33	346.13	265.5	0.159	0	15	0.142	12.5	4.8	28.82	303.02	228.6	1.688	32.0	0.000333	96533.8
29	Veny Densit	0	15	0.14	12.5	10	9.8	4.6	352.83	358.43	285.7	0.159	0	15	0.142	12.5	4.6	30.17	365.32	233.7	1.688	32.0	0.000333	96533.8
30	Veny Densit	0	15	0.14	12.5	10	9.8	4.4	366.33	370.73	274.8	0.159	0	15	0.142	12.5	4.4	32.32	323.62	243.8	1.688	32.0	0.000333	96533.8
31	Veny Densit	0	15	0.14	12.5	10	9.8	4.2	378.83	383.03	263.9	0.159	0	15	0.142	12.5	4.2	33.57	353.92	249.3	1.688	32.0	0.000333	96533.8
32	Veny Densit	0	15	0.14	12.5	10	9.8	4	391.33	395.33	230.0	0.159	0	15	0.142	12.5	4	34.82	362.22	261.1	1.688	32.0	0.000333	96533.8
33	Veny Densit	0	15	0.14	12.5	10	9.8	3.8	403.83	407.63	302.1	0.159	0	15	0.142	12.5	3.8	36.07	384.52	270.2	1.688	32.0	0.000333	96533.8
34	Veny Densit	0	15	0.14	12.5	10	9.8	3.6	416.33	418.83	311.2	0.159	0	15	0.142	12.5	3.6	37.32	378.82	273.3	1.688	32.0	0.000333	96533.8
35	Veny Densit	0	15	0.14	12.5	10	9.8	3.4	428.83	432.23	320.4	0.159	0	15	0.142	12.5	3.4	38.57	389.12	288.4	1.688	32.0	0.000333	96533.8
36	Veny Densit	0	15	0.14	12.5	10	9.8	3.2	441.33	444.93	325.5	0.159	0	15	0.142	12.5	3.2	39.82	401.42	287.5	1.688	32.0	0.000333	96533.8
37	Veny Densit	0	15	0.14	12.5	10	9.8	3	453.83	458.83	338.6	0.159	0	15	0.142	12.5	3	41.17	413.72	306.8	1.688	32.0	0.000333	96533.8
38	PASIR	0	15	0.14	12.5	10	9.8	2.8	466.33	469.13	347.7	0.159	0	15	0.142	12.5	2.8	42.42	428.22	316.8	1.688	32.0	0.000333	96533.8
39	Veny Densit	0	15	0.14	12.5	10	9.8	2.6	478.83	481.43	358.5	0.159	0	15	0.142	12.5	2.6	43.67	438.32	323.9	1.688	32.0	0.000333	96533.8
40	Veny Densit	0	15	0.14	12.5	10	9.8	2.4	491.33	493.73	365.9	0.159	0	15	0.142	12.5	2.4	44.92	450.52	334.0	1.688	32.0	0.000333	96533.8
41	Veny Densit	0	15	0.14	12.5	10	9.8	2.2	503.83	506.03	375.1	0.159	0	15	0.142	12.5	2.2	46.07	462.92	343.1	1.688	32.0	0.000333	96533.8
42	Veny Densit	0	15	0.14	12.5	10	9.8	2	516.33	518.33	384.2	0.159	0	15	0.142	12.5	2	47.22	479.22	356.2	1.688	32.0	0.000333	96533.8
43	Veny Densit	0	15	0.14	12.5	10	9.8	1.8	528.83	530.63	393.3	0.159	0	15	0.142	12.5	1.8	48.37	487.52	361.3	1.688	32.0	0.000333	96533.8
44	Veny Densit	0	15	0.14	12.5	10	9.8	1.6	541.33	542.93	402.4	0.159	0	15	0.142	12.5	1.6	49.52	498.82	370.5	1.688	32.0	0.000333	96533.8
45	Veny Densit	0	15	0.14	12.5	10	9.8	1.4	553.83	555.23	411.5	0.159	0	15	0.142	12.5	1.4	50.67	515.12	375.6	1.688	32.0	0.000333	96533.8
46	Veny Densit	0	15	0.14	12.5	10	9.8	1.2	565.33	567.53	420.6	0.159	0	15	0.142	12.5	1.2	52.82	524.42	388.7	1.688	32.0	0.000333	96533.8
47	Veny Densit	0	15	0.14	12.5	10	9.8	1	578.83	579.83	428.8	0.159	0	15	0.142	12.5	1	53.97	538.72	397.8	1.688	32.0	0.000333	96533.8
48	Veny Densit	0	15	0.14	12.5	10	9.8	0.8	591.33	592.13	438.9	0.159	0	15	0.142	12.5	0.8	54.82	545.02	406.9	1.688	32.0	0.000333	96533.8
49	Veny Densit	0	15	0.14	12.5	10	9.8	0.6	603.83	604.43	448.0	0.159	0	15	0.142	12.5	0.6	55.97	561.32	416.0	1.688	32.0	0.000333	96533.8
50	Veny Densit	0	15	0.14	12.5	10	9.8	0	616.33	616.33	455.8	0.159	0	15	0.142	12.5	0	57.22	572.22	424.9	1.688	32.0	0.000333	96533.8

Lampiran 32 Perhitungan Untuk Galian 1 Tanpa Pengaku Tower  
3 Bottom Up (Lanjutan)

Kedala man	Phi aktif Pasif	Phi min	Thmin (pakaai)	Thmin max	Teg H	Phi Aktif final	Phi pasif minin	Phi pasif final	Phi aktif ghmax
1	4.77		12.178	12.178	0	4.7661	No	0	No
2	4.39		18.18	18.18	0	4.386842	No	0	No
3	20.64		-69.36	0	0	20.63527	Yes	0	No
4	25.57		49.62	-63.12	0	138.31	25.57308	Yes	49.61692
5	35.79		51.88	-56.88	0	144.55	35.7856	Yes	51.8844
6	48.19		59.76	-180.1	0	288.02	48.18737	Yes	53.76203
7	-12.40		10.6	51.713	51.713	75.382	-12.4021	No	110.6456
8	29.70		86.78	58.356	58.356	96.843	29.69522	No	86.78137
9	53.43		81.28	66.198	66.198	117.73	53.42713	No	81.28261
10	65.81		87.13	73.44	73.44	138.62	65.81289	No	87.1238
11	73.68		97.5	80.682	80.682	153.51	73.67941	Yes	97.49633
12	80.78		108.6	87.324	87.324	180.4	80.77871	No	108.6321
13	88.45		119.2	95.166	95.166	201.29	88.45092	No	119.1909
14	96.89		129	102.41	102.41	222.18	96.89437	No	128.9805
15	105.82		138.3	108.65	108.65	243.07	105.8186	No	138.2894
16	114.94		147.4	116.83	116.83	263.96	114.9351	No	147.4059
17	124.15		155.4	124.13	124.13	284.86	124.1478	Yes	156.4263
18	133.36		165.4	131.38	131.38	305.75	133.3605	Yes	165.4466
19	142.48		174.6	138.62	138.62	326.94	142.477	Yes	174.5632
20	151.59		183.7	145.86	145.86	347.53	151.5935	Yes	183.6797
21	160.71		192.8	153.1	153.1	368.42	160.7101	Yes	192.7962
22	169.83		201.9	160.35	160.35	389.31	169.8266	Yes	201.9127
23	178.94		211	167.59	167.59	410.2	178.9431	Yes	211.0293
24	188.06		220.1	174.83	174.83	431.09	188.0596	Yes	220.1458
25	187.18		228.3	182.07	182.07	451.98	187.1762	Yes	228.2823

Lampiran 33 Perhitungan Untuk Galian 1 Tanpa Pengaku Tower  
3 Bottom Up (Lanjutan)

Kedala man	Phi aktif	Phi Pasif	Thmin (paka)	Thmin Teg-H max	Phi Aktif final	Phi pasif final	Phaster hmin	Phi pasif final	Phaster ghmax
26	206.29	238.4	189.31	189.31	472.87	206.2927	Yes	238.3788	Yes
27	215.41	247.5	186.56	186.56	483.76	215.4092	Yes	247.4954	Yes
28	224.53	256.6	203.8	203.8	514.65	224.5257	Yes	256.5119	Yes
29	233.64	265.7	211.04	211.04	525.54	233.6423	Yes	265.7284	Yes
30	242.76	274.8	218.28	218.28	556.43	242.7688	Yes	274.8449	Yes
31	251.88	284	225.52	225.52	577.32	251.8753	Yes	283.9615	Yes
32	260.99	293.1	232.77	232.77	588.21	260.9918	Yes	293.0778	Yes
33	270.11	302.2	240.01	240.01	618.1	270.1084	Yes	302.1945	Yes
34	279.22	311.3	247.26	247.26	629.99	279.2249	Yes	311.31	Yes
35	288.34	320.4	254.49	254.49	660.88	288.3414	Yes	320.4276	Yes
36	297.46	329.5	261.74	261.74	681.77	297.4579	Yes	329.5441	Yes
37	306.57	338.7	268.98	268.98	702.66	306.5745	Yes	338.6606	Yes
38	315.69	347.8	276.22	276.22	723.55	315.691	Yes	347.7771	Yes
39	324.81	356.9	283.46	283.46	744.44	324.8075	Yes	356.8837	Yes
40	333.92	366	290.7	290.7	765.33	333.924	Yes	366.0102	Yes
41	343.04	375.1	297.95	297.95	786.22	343.0406	Yes	375.167	Yes
42	352.16	384.2	305.19	305.19	807.11	352.1671	Yes	384.2432	Yes
43	362.27	393.4	312.43	312.43	828	362.2736	Yes	393.3598	Yes
44	370.39	402.5	319.67	319.67	848.89	370.3901	Yes	402.4763	Yes
45	379.51	411.6	326.91	326.91	869.78	379.5067	Yes	411.5828	Yes
46	388.62	420.7	334.16	334.16	880.67	388.6232	Yes	420.7093	Yes
47	397.74	429.8	341.4	341.4	911.56	397.7397	Yes	429.8269	Yes
48	406.86	438.9	348.64	348.64	932.45	406.8862	Yes	438.9424	Yes
49	415.97	448.1	355.88	355.88	963.34	415.9228	Yes	448.0593	Yes
50	424.79	456.9	362.89	362.89	973.56	424.7928	Yes	456.8779	Yes

Lampiran 34 Perhitungan Untuk Galian 1 Tanpa Pengaku Tower  
3 Bottom Up (Lanjutan)

Kedala man	Pri final	Pri pasif final	Pri Spring final	Th Final (Dibalk)	Geset Final	Momen Final	Defleksi Awal	Defleksi Akhir	Seliski Defleksi	Defleks	OK	Rengangan	Rengang anjlin	DK	
1	12.78	No	0	12.78	-54.551	54.5503	0.0000333	0.000674	-0.00084	0.0285	OK	4.73E-07	0.0015	OK	
2	18.18	No	0	18.18	-42.372	36.9234	0.00153	0.003023	-0.00149	0.0285	OK	7.062E-07	0.0015	OK	
3	20.35	Yes	0	Mo	20.35	-24.192	12.1156	0.001953	-0.003782	0.0285	OK	8.085E-07	0.0015	OK	
4	25.973	Yes	49.617	Yes	-24.044	26.677	94.439	0.002037	0.003895	0.0285	OK	9.34E-07	0.0015	OK	
5	35.786	Yes	51.884	Yes	-16.039	32.596	61.8433	0.001796	0.003345	-0.00059	OK	6.284E-07	0.0015	OK	
6	48.183	Yes	53.652	Yes	-11.574	42.023	19.8303	0.001322	0.002463	-0.00114	0.0285	OK	4.456E-07	0.0015	OK
7	51.113	No	75.952	No	-24.239	53.8952	-34.0313	0.000066	0.001448	0.00066	OK	9.416E-07	0.0015	OK	
8	58.356	No	86.781	Yes	-27.826	29.613	-63.6446	0.000063	0.000655	-0.00002	0.0285	OK	1.08E-06	0.0015	OK
9	66.198	No	81.283	Yes	-15.085	-17.62	-46.0248	0.000031	0.000022	0.000091	0.0285	OK	5.85E-07	0.0015	OK
10	73.44	No	87.13	Yes	-13.69	-23.925	-22.0398	0.0000277	0.000051	0.000226	0.0285	OK	5.39E-07	0.0015	OK
11	80.882	No	97.946	Yes	-16.814	-15.93	-6.1701	0.000023	0.000023	0.000287	0.0285	OK	6.52E-07	2.0015	OK
12	87.324	No	108.63	Yes	-20.708	-7.11	0.9401	0.000023	0.000023	0.000272	0.0285	OK	8.04E-07	4.0015	OK
13	95.166	No	119.18	Yes	-24.025	-18.42	2.5317	0.000052	0.000052	0.000274	0.0285	OK	9.33E-07	5.0015	OK
14	102.41	No	128.98	Yes	-26.572	-0.986	189.68	0.000033	0.000051	0.000282	0.0285	OK	1.03E-06	5.0015	OK
15	109.65	No	138.23	Yes	-28.639	12.42	0.6538	0.0000335	0.0000335	0.000296	0.0285	OK	1.11E-06	6.0015	OK
16	116.89	No	147.41	Yes	-30.513	11.05	-0.4514	0.000033	0.000033	0.000313	0.0285	OK	1.18E-06	7.0015	OK
17	124.15	Yes	156.43	Yes	-32.278	0.668	-1.1168	0.0000334	0.0000334	0.000326	0.0285	OK	1.25E-06	8.0015	OK
18	133.36	Yes	165.45	Yes	-32.086	-0.995	-0.8338	0.0000333	0.0000333	0.000332	0.0285	OK	1.24E-06	9.0015	OK
19	142.43	Yes	174.56	Yes	-32.086	-0.922	-0.4916	0.0000333	0.0000333	0.0003216	0.0285	OK	1.24E-06	10.002	OK
20	151.59	Yes	183.68	Yes	-32.086	-0.785	-0.1161	0.0000333	0.0000333	0.0003232	0.0285	OK	1.24E-06	11.002	OK
21	160.71	Yes	192.8	Yes	-32.086	-0.1239	0.0133	0.0000333	0.0000333	0.000331	0.0285	OK	1.24E-06	12.002	OK
22	169.83	Yes	201.91	Yes	-32.086	-0.0332	0.0448	0.0000333	0.0000333	0.0003172	0.0285	OK	1.24E-06	13.002	OK
23	178.94	Yes	211.03	Yes	-32.086	0.0354	0.0356	0.0000333	0.0000333	0.00030778	0.0285	OK	1.24E-06	14.002	OK
24	188.06	Yes	220.15	Yes	-32.086	0.017	0.0183	0.0000333	0.0000333	0.00030646	0.0285	OK	1.24E-06	15.002	OK
25	197.18	Yes	228.26	Yes	-32.086	0.002	0.0058	0.0000333	0.0000333	0.000323	0.0285	OK	1.24E-06	16.002	OK

Lampiran 35 Perhitungan Untuk Galian 1 Tanpa Pengaku Tower  
3 Bottom Up (Lanjutan)

Kedala man Aktif Final	Phi Spring Pasti Final	Phi Spring Pasti Final	Th Final ([D]bank)	Geser Final	Momen Final	Dileksti Awan	Dileksti Akhir	Selisih Dileksti	Dileksti iljin	OK	Rengangan anlin	Rengangan anlin	OK	
26	206.29	Yes	238.38	Yes	-32.086	0.005954	-0.0001052	0.000333	6.51E-07	0.000332	0.0295	OK	1246E-06	17.002
27	235.41	Yes	247.5	Yes	-32.086	0.001661	-0.00108	0.000333	6.76E-07	0.000332	0.0295	OK	1246E-06	18.002
28	224.53	Yes	256.61	Yes	-32.086	-0.0002466	-0.00105	0.000333	6.93E-07	0.000332	0.0295	OK	1246E-06	19.002
29	233.64	Yes	265.73	Yes	-32.086	-0.00005324	-0.0008244	0.000333	6.379E-07	0.000332	0.0295	OK	1246E-06	20.002
30	242.76	Yes	274.84	Yes	-32.086	-0.00005385	-0.0002879	0.000333	6.887E-07	0.000332	0.0295	OK	1246E-06	21.002
31	251.88	Yes	283.96	Yes	-32.086	-0.0002716	-0.0001628	0.000333	6.379E-07	0.000332	0.0295	OK	1246E-06	22.002
32	260.99	Yes	289.08	Yes	-32.086	-0.00005443	0.00006875	0.000333	6.887E-07	0.000332	0.0295	OK	1246E-06	23.002
33	270.11	Yes	302.19	Yes	-32.086	0.000003768	0.000064338	0.000333	6.862E-07	0.000332	0.0295	OK	1246E-06	24.002
34	279.22	Yes	311.31	Yes	-32.086	0.00002747	0.000036581	0.000333	6.855E-07	0.000332	0.0295	OK	1246E-06	25.002
35	288.34	Yes	320.43	Yes	-32.086	0.0000223	0.000035191	0.000333	6.855E-07	0.000332	0.0295	OK	1246E-06	26.002
36	297.46	Yes	329.54	Yes	-32.086	0.000001229	0.00001625	0.000333	6.855E-07	0.000332	0.0295	OK	1246E-06	27.002
37	306.57	Yes	338.66	Yes	-32.086	0.00000483	-0.00002558	0.000333	6.855E-07	0.000332	0.0295	OK	1246E-06	28.002
38	315.69	Yes	347.78	Yes	-32.086	1.048E-07	-0.000027097	0.000333	6.00000598	0.000332	0.0295	OK	1246E-06	29.002
39	324.81	Yes	355.89	Yes	-32.086	-1.057E-06	-0.0000164	0.000333	6.00000598	0.000332	0.0295	OK	1246E-06	30.002
40	333.92	Yes	365.01	Yes	-32.086	-9.778E-07	-0.000006562	0.000333	6.00000598	0.000332	0.0295	OK	1246E-06	31.002
41	343.04	Yes	374.13	Yes	-32.086	-5.515E-07	-1.107E-07	0.000333	6.00000598	0.000332	0.0295	OK	1246E-06	32.002
42	352.16	Yes	384.24	Yes	-32.086	-2.032E-07	9.251E-08	0.000333	6.00000598	0.000332	0.0295	OK	1246E-06	33.002
43	361.27	Yes	393.36	Yes	-32.086	-2.025E-08	1.127E-07	0.000333	6.00000598	0.000332	0.0295	OK	1246E-06	34.002
44	370.39	Yes	402.48	Yes	-32.086	4.049E-08	7.228E-08	0.000333	6.00000598	0.000332	0.0295	OK	1246E-06	35.002
45	379.51	Yes	412.59	Yes	-32.086	4.122E-08	3.104E-08	0.000333	6.00000598	0.000332	0.0295	OK	1246E-06	36.002
46	388.62	Yes	420.71	Yes	-32.086	2.45E-08	6.548E-09	0.000333	6.00000598	0.000332	0.0295	OK	1246E-06	37.002
47	397.74	Yes	428.83	Yes	-32.086	9.515E-09	-2.965E-09	0.000333	6.00000598	0.000332	0.0295	OK	1246E-06	38.002
48	406.86	Yes	438.94	Yes	-32.086	1.079E-09	-4.044E-09	0.000333	6.00000598	0.000332	0.0295	OK	1246E-06	39.002
49	415.97	Yes	448.06	Yes	-32.086	-2.032E-09	-2.004E-09	0.000333	6.00000598	0.000332	0.0295	OK	1246E-06	40.002
50	424.73	Yes	456.88	Yes	-32.086	-2.004E-09	-5.551E-17	0.000333	6.00000598	0.000332	0.0295	OK	1246E-06	41.002

Lampiran 36 Perhitungan Untuk Galian 1 Tanpa Pengaku Tower  
3 Bottom Up (Lanjutan)

Kode man	Jenis Tanjah	Kondisi Kepabeanan	C	Φ	Ko	Tpakai [kNm]	Surcharge Ari	Teqair [kNm2]	Twa [kNm]	Twa [kNm]	Po	Ko	C	Φ	Ko	Tpakai Teqair	Twp	Tpakai [kNm]	Po	Ko	Po [kN]	Po [kN]	Alpha %	Xo atau δ [m]	Kspiring [kNm2]									
1	PASIF	Loose	0	16.7	0.71	12	10	9.8	0	22	22	15.7	0.55	12	0.71	10	9.8	0	22	22	15.7	0.55	12	0.71	10	9.8	0							
2	PASIF	Loose	0	18.7	0.86	14.67	10	9.8	0	36.67	36.67	24.3	0.50	10	9.8	0	36.67	36.67	24.3	0.50	10	9.8	0	36.67	36.67	24.3	0.50	10	9.8	0				
3		Stiff	61	0	1	6.44	10	9.8	9.8	43.11	52.31	52.3	1.00	10	9.8	9.8	43.11	52.31	52.3	1.00	10	9.8	9.8	43.11	52.31	52.3	1.00	10	9.8	9.8				
4	LAMAU	Stiff	61	0	1	6.44	10	9.8	9.8	43.15	53.15	53.2	1.00	10	9.8	9.8	43.15	53.15	53.2	1.00	10	9.8	9.8	43.15	53.15	53.2	1.00	10	9.8	9.8				
5		HARD	61	0	1	10.34	10	9.8	9.8	66.93	75.63	75.63	1.00	10	9.8	9.8	66.93	75.63	75.63	1.00	10	9.8	9.8	66.93	75.63	75.63	1.00	10	9.8	9.8				
6		HARD	61	0	1	10.34	10	9.8	9.8	75.63	75.63	75.63	1.00	10	9.8	9.8	75.63	75.63	75.63	1.00	10	9.8	9.8	75.63	75.63	75.63	1.00	10	9.8	9.8				
7		Very Dense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	9.8	87.83	87.83	87.83	0.59	0	15	0.74	12.5	9	12.5	21.5	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3				
8		Very Dense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	9.8	91.33	100.13	74.2	0.59	0	15	0.74	12.5	8.8	26	33.8	25.1	18.88	49.2	0.00236	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533
9		Very Dense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	9.8	103.83	112.43	83.3	0.59	0	15	0.74	12.5	8.6	37.5	46.1	34.2	18.88	49.2	0.0008686	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533
10		Very Dense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	9.8	116.33	124.73	92.4	0.59	0	15	0.74	12.5	8.4	50	59.4	43.3	18.88	49.2	0.0003377	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533
11		Very Dense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	9.8	128.83	137.03	101.6	0.59	0	15	0.74	12.5	8.2	62.5	70.7	52.4	18.88	49.2	0.000286	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533
12		Very Dense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	9.8	141.33	149.33	101.7	0.59	0	15	0.74	12.5	8	75	83	61.5	18.88	49.2	0.000238	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533
13		Very Dense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	9.8	153.83	161.63	118.8	0.59	0	15	0.74	12.5	7.8	87.5	96.3	70.6	18.88	49.2	0.000361	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533
14		Very Dense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	9.8	173.83	173.83	129.8	0.59	0	15	0.74	12.5	7.8	87.5	96.3	70.6	18.88	49.2	0.000361	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533
15		Very Dense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	9.8	178.83	186.23	138.0	0.59	0	15	0.74	12.5	7.4	102.5	193.9	88.9	18.88	49.2	0.000367	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533
16		PASIFI	Very Dense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	191.83	198.53	147.1	0.59	0	15	0.74	12.5	7.2	125	192.2	98.0	18.88	49.2	0.000368	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533
17		Very Dense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	203.83	210.83	165.3	0.59	0	15	0.74	12.5	7	177.5	144.5	107.1	18.88	49.2	0.000348	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	
18		Very Dense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	216.83	223.13	165.4	0.59	0	15	0.74	12.5	6.8	150	165.8	116.2	18.88	49.2	0.000333	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	
19		Very Dense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	228.83	235.43	174.5	0.59	0	15	0.74	12.5	6.6	162.5	162.5	139.8	18.88	49.2	0.000322	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	
20		Very Dense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	241.83	247.13	183.6	0.59	0	15	0.74	12.5	6.4	181.4	194.5	158.8	18.88	49.2	0.00033	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	
21		Very Dense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	253.83	260.03	192.7	0.59	0	15	0.74	12.5	6.2	187.5	193.7	143.6	18.88	49.2	0.00033	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	
22		Very Dense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	265.83	272.33	201.8	0.59	0	15	0.74	12.5	6.0	200	206	152.7	18.88	49.2	0.000331	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	
23		Very Dense	0	15	0.74	12.5	10	9.8	278.83	284.63	211.0	0.59	0	15	0.74	12.5	5.8	215	238.3	161.8	18.88	49.2	0.000332	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	
24		Very Dense	0	15	0.74	12.5	10	9.8 <td>291.83</td> <td>298.33</td> <td>220.1</td> <td>0.59</td> <td>0</td> <td>15</td> <td>0.74</td> <td>12.5</td> <td>5.6</td> <td>225</td> <td>230.6</td> <td>170.9</td> <td>18.88</td> <td>49.2</td> <td>0.000332</td> <td>36.6533</td>	291.83	298.33	220.1	0.59	0	15	0.74	12.5	5.6	225	230.6	170.9	18.88	49.2	0.000332	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	
25		Very Dense	0	15	0.74	12.5	10	9.8 <td>303.83</td> <td>309.23</td> <td>228.2</td> <td>0.59</td> <td>0</td> <td>15</td> <td>0.74</td> <td>12.5</td> <td>5.4</td> <td>237.5</td> <td>242.9</td> <td>180.0</td> <td>18.88</td> <td>49.2</td> <td>0.000332</td> <td>36.6533</td>	303.83	309.23	228.2	0.59	0	15	0.74	12.5	5.4	237.5	242.9	180.0	18.88	49.2	0.000332	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	
26		Very Dense	0	15	0.74	12.5	10	9.8 <td>309.23</td> <td>315.23</td> <td>232.2</td> <td>0.59</td> <td>0</td> <td>15</td> <td>0.74</td> <td>12.5</td> <td>5.2</td> <td>247.5</td> <td>252.9</td> <td>186.0</td> <td>18.88</td> <td>49.2</td> <td>0.000332</td> <td>36.6533</td>	309.23	315.23	232.2	0.59	0	15	0.74	12.5	5.2	247.5	252.9	186.0	18.88	49.2	0.000332	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	
27		Very Dense	0	15	0.74	12.5	10	9.8 <td>315.23</td> <td>321.23</td> <td>238.2</td> <td>0.59</td> <td>0</td> <td>15</td> <td>0.74</td> <td>12.5</td> <td>5.0</td> <td>257.5</td> <td>262.9</td> <td>191.0</td> <td>18.88</td> <td>49.2</td> <td>0.000332</td> <td>36.6533</td>	315.23	321.23	238.2	0.59	0	15	0.74	12.5	5.0	257.5	262.9	191.0	18.88	49.2	0.000332	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	
28		Very Dense	0	15	0.74	12.5	10	9.8 <td>321.23</td> <td>327.23</td> <td>244.2</td> <td>0.59</td> <td>0</td> <td>15</td> <td>0.74</td> <td>12.5</td> <td>4.8</td> <td>267.5</td> <td>272.9</td> <td>201.0</td> <td>18.88</td> <td>49.2</td> <td>0.000332</td> <td>36.6533</td>	321.23	327.23	244.2	0.59	0	15	0.74	12.5	4.8	267.5	272.9	201.0	18.88	49.2	0.000332	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	
29		Very Dense	0	15	0.74	12.5	10	9.8 <td>327.23</td> <td>333.23</td> <td>250.2</td> <td>0.59</td> <td>0</td> <td>15</td> <td>0.74</td> <td>12.5</td> <td>4.6</td> <td>277.5</td> <td>282.9</td> <td>211.0</td> <td>18.88</td> <td>49.2</td> <td>0.000332</td> <td>36.6533</td>	327.23	333.23	250.2	0.59	0	15	0.74	12.5	4.6	277.5	282.9	211.0	18.88	49.2	0.000332	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	
30		Very Dense	0	15	0.74	12.5	10	9.8 <td>333.23</td> <td>339.23</td> <td>256.2</td> <td>0.59</td> <td>0</td> <td>15</td> <td>0.74</td> <td>12.5</td> <td>4.4</td> <td>287.5</td> <td>292.9</td> <td>221.0</td> <td>18.88</td> <td>49.2</td> <td>0.000332</td> <td>36.6533</td>	333.23	339.23	256.2	0.59	0	15	0.74	12.5	4.4	287.5	292.9	221.0	18.88	49.2	0.000332	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	
31		Very Dense	0	15	0.74	12.5	10	9.8 <td>339.23</td> <td>345.23</td> <td>262.2</td> <td>0.59</td> <td>0</td> <td>15</td> <td>0.74</td> <td>12.5</td> <td>4.2</td> <td>297.5</td> <td>302.9</td> <td>231.0</td> <td>18.88</td> <td>49.2</td> <td>0.000332</td> <td>36.6533</td>	339.23	345.23	262.2	0.59	0	15	0.74	12.5	4.2	297.5	302.9	231.0	18.88	49.2	0.000332	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	
32		Very Dense	0	15	0.74	12.5	10	9.8 <td>345.23</td> <td>351.23</td> <td>268.2</td> <td>0.59</td> <td>0</td> <td>15</td> <td>0.74</td> <td>12.5</td> <td>4.0</td> <td>307.5</td> <td>312.9</td> <td>241.0</td> <td>18.88</td> <td>49.2</td> <td>0.000332</td> <td>36.6533</td>	345.23	351.23	268.2	0.59	0	15	0.74	12.5	4.0	307.5	312.9	241.0	18.88	49.2	0.000332	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	
33		Very Dense	0	15	0.74	12.5	10	9.8 <td>351.23</td> <td>357.23</td> <td>274.2</td> <td>0.59</td> <td>0</td> <td>15</td> <td>0.74</td> <td>12.5</td> <td>3.8</td> <td>317.5</td> <td>322.9</td> <td>251.0</td> <td>18.88</td> <td>49.2</td> <td>0.000332</td> <td>36.6533</td>	351.23	357.23	274.2	0.59	0	15	0.74	12.5	3.8	317.5	322.9	251.0	18.88	49.2	0.000332	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	
34		Very Dense	0	15	0.74	12.5	10	9.8 <td>357.23</td> <td>363.23</td> <td>280.2</td> <td>0.59</td> <td>0</td> <td>15</td> <td>0.74</td> <td>12.5</td> <td>3.6</td> <td>327.5</td> <td>332.9</td> <td>261.0</td> <td>18.88</td> <td>49.2</td> <td>0.000332</td> <td>36.6533</td>	357.23	363.23	280.2	0.59	0	15	0.74	12.5	3.6	327.5	332.9	261.0	18.88	49.2	0.000332	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	
35		Very Dense	0	15	0.74	12.5	10	9.8 <td>363.23</td> <td>369.23</td> <td>286.2</td> <td>0.59</td> <td>0</td> <td>15</td> <td>0.74</td> <td>12.5</td> <td>3.4</td> <td>337.5</td> <td>342.9</td> <td>271.0</td> <td>18.88</td> <td>49.2</td> <td>0.000332</td> <td>36.6533</td>	363.23	369.23	286.2	0.59	0	15	0.74	12.5	3.4	337.5	342.9	271.0	18.88	49.2	0.000332	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	36.6533	
36		Very Dense	0	15</th																														

Kedala man	Jenis Kepakatan	Kondisi	Aktif								Pasif								Akhir		Xo dan y (m)	Kspring [kNm/rad]		
			C	$\Phi$	Ko [kNm]	Trikotai Surcharge	Air Teg/Wall [kNm2]	Tua [kNm]	P <sub>O</sub>	K <sub>a</sub>	C	$\Phi$	Ko [kNm]	trikotai egylean	Trip	P <sub>O</sub>	P <sub>O</sub>	P <sub>O</sub>	P <sub>O</sub>	Akhir				
26	VerDense	0	15	0.74	12.5	10	3.8	5.2	38.33	32.53	28.3	0.539	0	15	0.742	12.5	5.2	250	295.2	183.1	163.8	49.2	0.000332	96733.8
27	VerDense	0	15	0.74	12.5	10	3.8	5	32.83	33.83	24.74	0.539	0	15	0.742	12.5	5	282.6	287.5	198.3	163.8	49.2	0.000332	96733.8
28	VerDense	0	15	0.74	12.5	10	3.8	4.8	34.33	36.13	26.65	0.539	0	15	0.742	12.5	4.8	275	278.3	207.4	163.8	49.2	0.000332	96733.8
29	VerDense	0	15	0.74	12.5	10	3.8	4.6	35.83	36.43	26.5	0.539	0	15	0.742	12.5	4.6	287.5	292.1	285.5	163.8	49.2	0.000332	96733.8
30	VerDense	0	15	0.74	12.5	10	3.8	4.4	36.83	37.03	24.4	0.539	0	15	0.742	12.5	4.4	300	304.4	225.6	163.8	49.2	0.000332	96733.8
31	VerDense	0	15	0.74	12.5	10	3.8	4.2	37.83	38.03	28.9	0.539	0	15	0.742	12.5	4.2	312.5	318.7	234.7	163.8	49.2	0.000332	96733.8
32	VerDense	0	15	0.74	12.5	10	3.8	4	39.33	39.33	28.0	0.539	0	15	0.742	12.5	4	325	323	243.8	163.8	49.2	0.000332	96733.8
33	VerDense	0	15	0.74	12.5	10	3.8	3.8	40.83	40.83	20.21	0.539	0	15	0.742	12.5	3.8	337.5	341.3	250.0	163.8	49.2	0.000332	96733.8
34	VerDense	0	15	0.74	12.5	10	3.8	3.6	45.83	45.83	30.12	0.539	0	15	0.742	12.5	3.6	350	353.8	262.1	163.8	49.2	0.000332	96733.8
35	VerDense	0	15	0.74	12.5	10	3.8	3.4	42.83	42.83	30.4	0.539	0	15	0.742	12.5	3.4	362.1	365.9	271.2	163.8	49.2	0.000332	96733.8
36	VerDense	0	15	0.74	12.5	10	3.8	3.2	44.83	44.83	32.85	0.539	0	15	0.742	12.5	3.2	375	382.2	280.3	163.8	49.2	0.000332	96733.8
37	VerDense	0	15	0.74	12.5	10	3.8	3	45.83	45.83	33.8	0.539	0	15	0.742	12.5	3	387.5	390.5	280.4	163.8	49.2	0.000332	96733.8
38	PASR	0	15	0.74	12.5	10	3.8	2.8	46.83	46.83	34.77	0.539	0	15	0.742	12.5	2.8	400	402.8	389.5	163.8	49.2	0.000332	96733.8
39	VerDense	0	15	0.74	12.5	10	3.8	2.6	48.83	48.83	46.83	0.539	0	15	0.742	12.5	2.6	402.5	405.7	397.7	163.8	49.2	0.000332	96733.8
40	VerDense	0	15	0.74	12.5	10	3.8	2.4	49.83	49.83	49.77	0.539	0	15	0.742	12.5	2.4	425	427.1	363.8	163.8	49.2	0.000332	96733.8
41	VerDense	0	15	0.74	12.5	10	3.8	2.2	50.83	50.83	50.83	0.539	0	15	0.742	12.5	2.2	437.9	439.7	322.9	163.8	49.2	0.000332	96733.8
42	VerDense	0	15	0.74	12.5	10	3.8	2.0	50.83	50.83	50.83	0.539	0	15	0.742	12.5	2.0	450	330.0	163.8	49.2	0.000332	96733.8	
43	VerDense	0	15	0.74	12.5	10	3.8	1.8	52.83	52.83	53.83	0.539	0	15	0.742	12.5	1.8	462.5	464.3	341.1	163.8	49.2	0.000332	96733.8
44	VerDense	0	15	0.74	12.5	10	3.8	1.6	54.83	54.83	40.24	0.539	0	15	0.742	12.5	1.6	475	478.8	352.2	163.8	49.2	0.000332	96733.8
45	VerDense	0	15	0.74	12.5	10	3.8	1.4	55.83	55.83	55.23	0.539	0	15	0.742	12.5	1.4	487.5	488.3	362.4	163.8	49.2	0.000332	96733.8
46	VerDense	0	15	0.74	12.5	10	3.8	1.2	56.83	56.83	56.53	0.539	0	15	0.742	12.5	1.2	500	502.4	371.5	163.8	49.2	0.000332	96733.8
47	VerDense	0	15	0.74	12.5	10	3.8	1	57.83	57.83	42.88	0.539	0	15	0.742	12.5	1	512.5	515.3	380.6	163.8	49.2	0.000332	96733.8
48	VerDense	0	15	0.74	12.5	10	3.8	0.8	59.83	59.83	48.89	0.539	0	15	0.742	12.5	0.8	527.5	528.8	388.7	163.8	49.2	0.000332	96733.8
49	VerDense	0	15	0.74	12.5	10	3.8	0.6	60.83	60.83	44.80	0.539	0	15	0.742	12.5	0.6	527.5	528.8	388.8	163.8	49.2	0.000332	96733.8
50	VerDense	0	15	0.74	12.5	10	3.8	0	61.83	61.83	46.83	0.539	0	15	0.742	12.5	0	560	560	406.6	163.8	49.2	0.000332	96733.8

Lampiran 38 Perhitungan Galian 2 Tanpa Pengaku Tower 3  
Bottom Up I (Lanjutan)

Kedala man	Phi aktif	Phi Pasif	Thmin Thmin (paka)	TegH max	Phi Aktif final	Phasieg min	Phi pasif final	Phase ghamak
1	-10.47		12.178	12.178	0	-10.4678	No	0
2	-23.57		18.18	18.18	0	-23.5889	No	0
3	50.72		-69.36	0	0	50.7169	Yes	0
4	-23.50		-63.12	0	0	-23.4984	No	0
5	-9.68		-56.88	0	0	-9.6793	No	0
6	2.38		-180.1	0	0	2.394396	Yes	0
7	189.52	2416	51.713	51.713	36.516	-15.9317	No	240.5508
8	-53.48	152.7	58.956	58.956	57.406	-53.4779	No	152.4442
9	17.37	100.1	66.198	66.198	78.296	17.36244	No	100.13
10	56.20	79.53	73.44	73.44	99.186	56.1975	No	79.53497
11	74.06	79.3	80.692	80.692	120.08	74.06403	No	79.30493
12	82.03	90.17	87.924	87.924	140.97	82.02671	No	90.1787
13	87.49	102.9	95.166	95.166	161.96	87.7939	No	102.9422
14	94.20	114.5	102.41	102.41	182.75	94.20207	No	114.4626
15	102.74	124.2	109.65	109.65	203.64	102.7417	No	124.1561
16	112.53	132.6	116.89	116.89	224.53	112.5233	No	132.5995
17	122.80	140.6	124.13	124.13	245.42	122.8016	No	140.5622
18	132.86	148.7	131.38	131.38	266.31	132.8137	Yes	148.7172
19	142.57	157.3	138.62	138.62	287.2	142.5732	Yes	157.2568
20	151.88	165.2	145.86	145.86	308.09	151.882	Yes	165.181
21	161.00	175.3	153.1	153.1	328.98	160.9885	Yes	175.3975
22	170.02	184.5	160.35	160.35	349.87	170.0189	Yes	184.502
23	179.04	193.7	167.59	167.59	370.76	179.0393	Yes	193.7229
24	188.16	202.8	174.83	174.83	391.65	188.1558	Yes	202.8394
25	197.27	212	182.07	182.07	412.54	197.2123	Yes	211.9559

Lampiran 39 Perhitungan Galian 2 Tanpa Pengaku Tower 3  
Bottom Up I (Lanjutan)

Kedala man	Phi aktif	Phi pasif	Thmin	Thmin [pakai]	Teg H mak	Phi Aktif final	Phi pasif min	Phi pasif final	Phi aktif gmax
26	206.39	2211	188.31	189.31	433.43	206.3888	Yes	221.0725	Yes
27	215.51	2302	198.56	198.56	454.32	215.5054	Yes	230.189	Yes
28	224.62	2393	203.8	203.8	475.21	224.6219	Yes	238.3055	Yes
29	233.74	2484	210.4	210.4	496.1	233.7384	Yes	248.422	Yes
30	242.85	2575	218.28	218.28	516.98	242.8549	Yes	257.5386	Yes
31	251.97	266.7	225.52	225.52	537.88	251.9715	Yes	266.6551	Yes
32	261.09	275.8	232.77	232.77	558.77	261.088	Yes	275.7716	Yes
33	270.20	284.9	240.01	240.01	579.66	270.2045	Yes	284.8881	Yes
34	279.32	294	247.25	247.25	600.55	279.321	Yes	294.0047	Yes
35	288.44	303.1	254.49	254.49	621.44	288.4376	Yes	303.1212	Yes
36	297.55	312.2	261.74	261.74	642.33	297.5541	Yes	312.2377	Yes
37	306.67	321.4	268.98	268.98	663.22	306.6706	Yes	321.3542	Yes
38	315.79	330.5	276.22	276.22	684.11	315.871	Yes	330.4708	Yes
39	324.90	339.6	283.46	283.46	705	324.9037	Yes	339.5873	Yes
40	334.02	348.7	290.7	290.7	725.89	334.0202	Yes	348.7038	Yes
41	343.14	357.8	297.95	297.95	746.78	343.1367	Yes	357.9203	Yes
42	352.25	366.9	305.19	305.19	767.68	352.2532	Yes	366.9369	Yes
43	361.37	376.1	312.43	312.43	788.57	361.3698	Yes	376.0534	Yes
44	370.49	385.2	319.67	319.67	809.46	370.4863	Yes	385.659	Yes
45	379.60	394.3	326.91	326.91	830.35	379.5028	Yes	394.2884	Yes
46	388.72	403.4	334.16	334.16	851.24	388.7194	Yes	403.403	Yes
47	397.84	412.5	341.4	341.4	872.13	397.8359	Yes	412.5195	Yes
48	406.95	421.6	348.64	348.64	893.02	406.9524	Yes	421.636	Yes
49	416.07	430.8	355.88	355.88	913.91	416.0689	Yes	430.7525	Yes
50	424.89	439.6	362.89	362.89	934.12	424.8889	Yes	439.5726	Yes

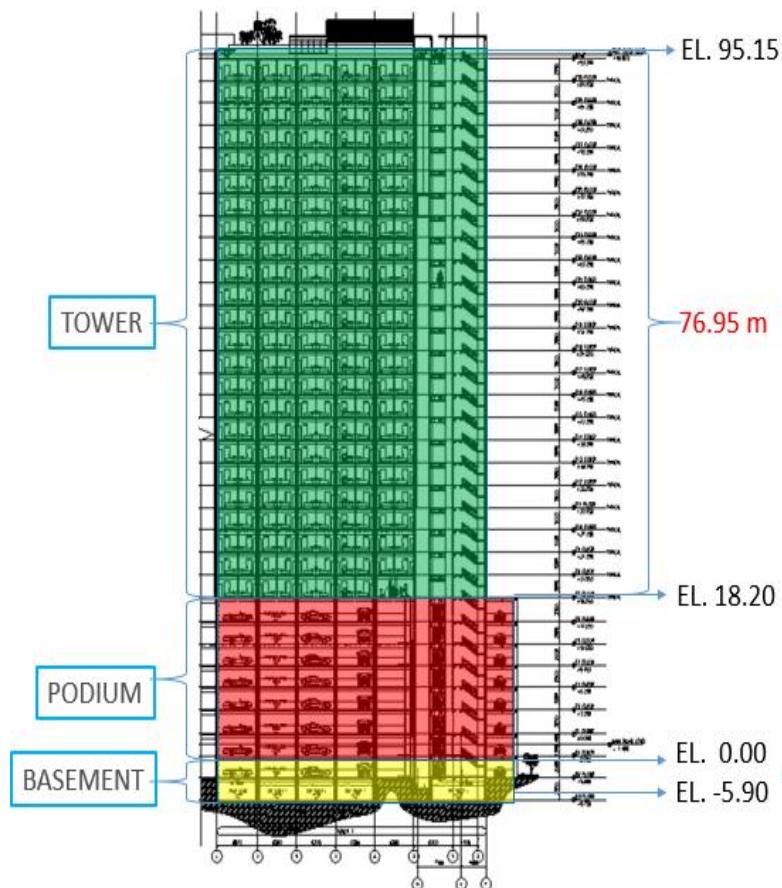
Lampiran 40 Perhitungan Galian 2 Tanpa Pengaku Tower 3  
*Bottom Up I (Lanjutan)*

Kedala man	Phi Aktif final	Spring pasif final	Phi (Dibalik)	Th Final	Geser Final	Momen Final	Defleksi Awal	Defleksi Akhir	Defleksi Jjin	OK	Penganga n	Regangan jjin	OK		
1	12.178	No	0	No	12.178	-35.037	0.002008	0.000783	0.0295	OK	4.73E-07	0.0015	OK		
2	18.18	No	0	No	18.18	-22.958	57.985	0.003677	0.01321	0.0295	OK	7.06E-07	0.0015	OK	
3	50.718	Yes	0	No	50.718	-4.678	62.573	0.000153	0.000133	0.0295	OK	1.97E-06	0.0015	OK	
4	-63.317	No	0	No	-63.317	73.555	-10.9825	0.000504	0.001421	0.0295	OK	2.45E-06	0.0015	OK	
5	-56.877	No	0	No	-56.877	10.433	-21.4213	0.004554	0.001331	0.0295	OK	2.3E-06	0.0015	OK	
6	2.3844	Yes	0	No	2.3844	46.438	26.0165	0.00395	0.001336	0.0295	OK	3.26E-08	0.0015	OK	
7	51.713	No	38.516	No	51.713	15.188	15.175	23.4419	0.002336	0.001218	0.0295	5.34E-07	0.0015	OK	
8	58.96	No	57.406	No	58.96	15.4488	16.773	6.6683	0.001328	0.000968	0.0295	6.02E-08	0.0015	OK	
9	66.198	No	78.296	No	66.198	-12.038	18.322	-11.6531	0.000696	0.000678	0.0295	4.7E-07	0.0015	OK	
10	73.44	No	79.525	Yes	73.44	6.224	-17.8771	0.000377	0.000451	0.0295	OK	2.37E-07	1.0015	OK	
11	80.882	No	79.801	Yes	80.882	0.651	-10.9263	0.000286	0.000324	0.0295	OK	3.03E-08	2.0015	OK	
12	87.924	No	90.172	Yes	87.924	-2.2477	5.4777	5.4483	0.000288	0.000286	0.0295	OK	8.73E-08	3.0015	OK
13	95.166	No	102.34	Yes	95.166	-7.776	-4.461	-0.8393	0.000336	0.000241	0.0295	OK	3.02E-07	4.0015	OK
14	102.41	No	114.46	Yes	102.41	-12.054	-0.932	0.081	0.000381	0.000223	0.0295	OK	4.68E-07	5.0015	OK
15	108.65	No	124.16	Yes	108.65	-14.5006	0.185	-0.0745	0.000387	0.000206	0.0295	OK	5.53E-07	6.0015	OK
16	116.89	No	132.6	Yes	116.89	-45.07	0.425	-0.4932	0.00036	0.00019	0.0295	OK	6.1E-07	7.0015	OK
17	124.13	No	140.56	Yes	124.13	-16.427	1.077	-1.5758	0.000348	0.000177	0.0295	OK	6.38E-07	8.0015	OK
18	132.88	Yes	148.72	Yes	132.88	-16.437	-0.434	-1.1419	0.000348	0.000173	0.0295	OK	6.55E-07	9.0015	OK
19	142.57	Yes	157.26	Yes	142.57	-16.684	-0.395	-0.307	0.000332	0.000175	0.0295	OK	5.75E-07	10.0015	OK
20	151.88	Yes	166.18	Yes	151.88	-14.238	-0.1501	0.2344	0.00033	0.000179	0.0295	OK	5.55E-07	11.0015	OK
21	161	Yes	175.3	Yes	161	-14.238	-0.051	0.3458	0.00033	0.000181	0.0295	OK	12.0015	OK	
22	170.02	Yes	184.51	Yes	170.02	-14.491	0.175	0.1705	0.000331	0.000181	0.0295	OK	5.53E-07	13.0015	OK
23	179.04	Yes	193.72	Yes	179.04	-14.684	0.175	-0.0046	0.000332	0.000181	0.0295	OK	5.75E-07	14.0015	OK
24	188.16	Yes	202.34	Yes	188.16	-14.684	0.048	-0.0529	0.000332	0.00018	0.0295	OK	15.0015	OK	
25	197.27	Yes	211.96	Yes	197.27	-14.684	-0.0079	-0.0045	0.000332	0.000179	0.0295	OK	5.75E-07	16.0015	OK

Lampiran 41 Perhitungan Galian 2 Tanpa Pengaku Tower 3  
Bottom Up I (Lanjutan)

Kedala Aktif man final	Phi Spring final	Phi pasif final	Spring Final	Th Final (Dibukt )	Geser Final	Momen Final	Defleksi Awal	Defleksi Akhir	Defleksi Jm	OK	Rengana n	Rengangan Jm	OK	
26	206.39	Yes	221.07	Yes	-14.634	-0.021	-0.0243	0.000332	0.000179	0.0395	OK	5.7E-07	17.0015	OK
27	215.51	Yes	230.19	Yes	-14.634	-0.016	-0.0084	0.000332	0.000179	0.0295	OK	5.7E-07	18.0015	OK
28	224.62	Yes	239.31	Yes	-14.634	-0.008	-0.0004143	0.000332	0.000179	0.0295	OK	5.7E-07	19.0015	OK
29	233.74	Yes	248.42	Yes	-14.634	-0.0025	0.0002	0.000332	0.000179	0.0295	OK	5.7E-07	20.0015	OK
30	242.85	Yes	257.54	Yes	-14.634	0.0001	0.0019	0.000332	0.000179	0.0295	OK	5.7E-07	21.0015	OK
31	251.97	Yes	266.66	Yes	-14.634	0.0008	0.0011	0.000332	0.000179	0.0295	OK	5.7E-07	22.0015	OK
32	261.09	Yes	275.77	Yes	-14.634	0.0007	0.0004	0.000332	0.000179	0.0295	OK	5.7E-07	23.0015	OK
33	270.2	Yes	284.89	Yes	-14.634	0.0004	0.00004512	0.000332	0.000179	0.0295	OK	5.7E-07	24.0015	OK
34	279.32	Yes	294	Yes	-14.634	0.0001	-0.00007703	0.000332	0.000179	0.0295	OK	5.7E-07	25.0015	OK
35	288.44	Yes	303.12	Yes	-14.634	3E-06	-0.000080142	0.000332	0.000179	0.0295	OK	5.7E-07	26.0015	OK
36	297.55	Yes	312.24	Yes	-14.634	-3E-05	-0.00008842	0.000332	0.000179	0.0295	OK	5.7E-07	27.0015	OK
37	306.57	Yes	315.95	Yes	-14.634	-3E-05	-0.00008941	0.000332	0.000179	0.0295	OK	5.7E-07	28.0015	OK
38	315.79	Yes	320.47	Yes	-14.634	-2E-05	-3.148E-06	0.000332	0.000179	0.0295	OK	5.7E-07	29.0015	OK
39	324.9	Yes	329.59	Yes	-14.634	-6E-06	0.000002793	0.000332	0.000179	0.0295	OK	5.7E-07	30.0015	OK
40	334.02	Yes	348.67	Yes	-14.634	-6E-07	0.000003535	0.000332	0.000179	0.0295	OK	5.7E-07	31.0015	OK
41	343.14	Yes	357.82	Yes	-14.634	-1E-06	0.000002137	0.000332	0.000179	0.0295	OK	5.7E-07	32.0015	OK
42	352.25	Yes	366.94	Yes	-14.634	-1E-06	0.000005813	0.000332	0.000179	0.0295	OK	5.7E-07	33.0015	OK
43	361.37	Yes	376.05	Yes	-14.634	-7E-07	-0.0000719	0.000332	0.000179	0.0295	OK	5.7E-07	34.0015	OK
44	370.49	Yes	385.17	Yes	-14.634	-3E-07	-3.63E-08	0.000332	0.000179	0.0295	OK	5.7E-07	35.0015	OK
45	379.6	Yes	394.29	Yes	-14.634	4E-08	-1.382E-07	0.000332	0.000179	0.0295	OK	5.7E-07	36.0015	OK
46	388.72	Yes	403.4	Yes	-14.634	-4E-08	-3.395E-08	0.000332	0.000179	0.0295	OK	5.7E-07	37.0015	OK
47	397.84	Yes	412.52	Yes	-14.634	-5E-08	-4.286E-08	0.000332	0.000179	0.0295	OK	5.7E-07	38.0015	OK
48	406.95	Yes	421.64	Yes	-14.634	-3E-08	-1.209E-08	0.000332	0.000179	0.0295	OK	5.7E-07	39.0015	OK
49	416.07	Yes	430.75	Yes	-14.634	-1E-08	-7.334E-10	0.000332	0.000179	0.0295	OK	5.7E-07	40.0015	OK
50	424.89	Yes	439.57	Yes	-14.634	-7E-10	0.000332	0.000179	0.0295	OK	5.7E-07	41.0015	OK	

Lampiran 42 Perhitungan Galian 2 Tanpa Pengaku Tower 3  
Bottom Up I (Lanjutan)



Lampiran 43 Ilustrasi Gedung Proyek

<u>Lantai</u>	TOWER 1	TOWER 2	TOWER 3	Sat
Lantai Roof				
Lantai 30	29	28	29	Unit
Lantai 29	27	28	29	Unit
Lantai 28	29	27	29	Unit
Lantai 27	29	28	29	Unit
Lantai 26	27	28	29	Unit
Lantai 25	29	27	29	Unit
Lantai 24	29	28	29	Unit
Lantai 23	27	28	29	Unit
Lantai 22	29	27	29	Unit
Lantai 21	29	28	29	Unit
Lantai 20	27	28	29	Unit
Lantai 19	29	27	29	Unit
Lantai 18	29	28	29	Unit
Lantai 17	27	28	29	Unit
Lantai 16	29	27	29	Unit
Lantai 15	29	28	29	Unit
Lantai 14	27	28	29	Unit
Lantai 13	29	27	29	Unit
Lantai 12	29	28	29	Unit
Lantai 11	27	28	29	Unit
Lantai 10	29	27	29	Unit
Lantai 9	29	28	29	Unit
Lantai 8	22	28	29	Unit
Lantai 7	20	28	11	Unit
SUB TOTAL	666	665	678	Unit
TOTAL		2009		Unit

Lampiran 44 Data Proyek Apartemen

## Lampiran 45 Analisa Perhitungan Volume, Produktivitas dan Durasi Metode *Bottom Up*

## Lampiran 465 Analisa Perhitungan Volume, Produktivitas dan Durasi Metode *Bottom Up* (Lanjutan)

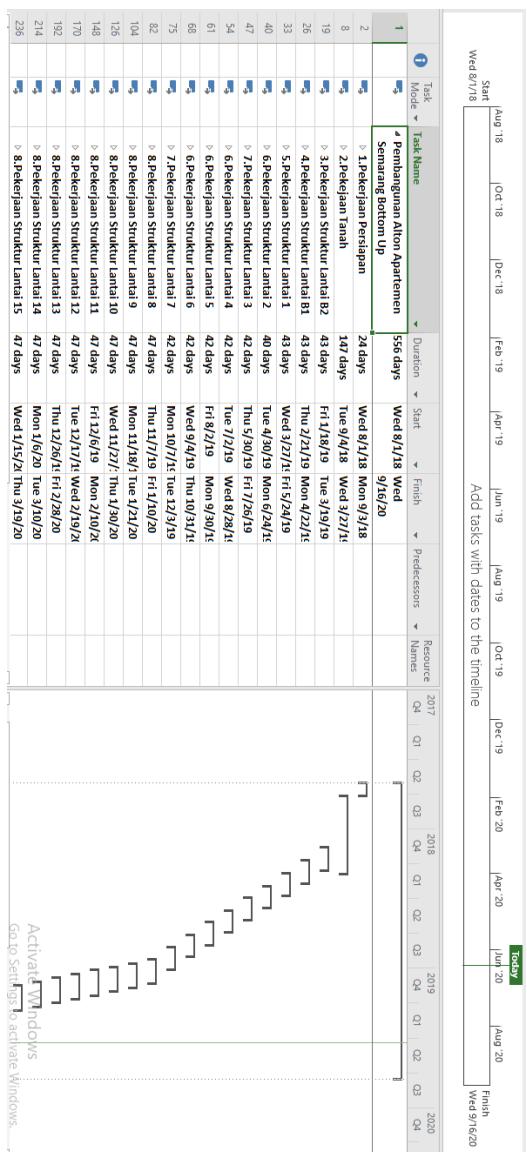
## Lampiran 15 Analisa Perhitungan Volume, Produktivitas dan Durasi Metode *Bottom Up* (Lanjutan)

## Lampiran 15 Analisa Perhitungan Volume, Produktivitas dan Durasi Metode *Bottom Up* (Lanjutan)

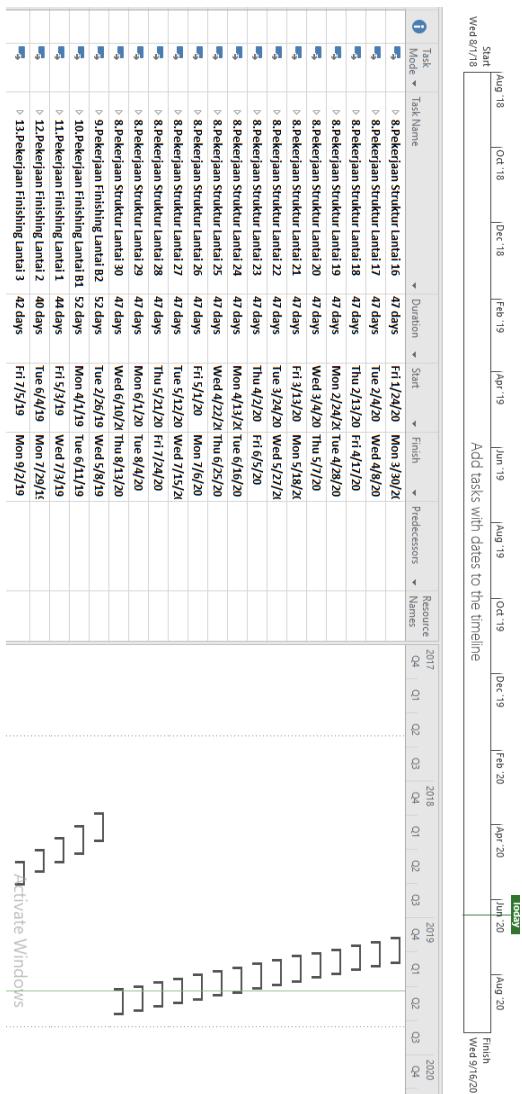
KODE KEGIATAN	KAPASITAS (m³)	JUMLAH PEMERIKSA	JUMLAH	VOLUME	SATUAN	KODE KEGIATAN	KAPASITAS (m³)										JUMLAH PEMERIKSA	JUMLAH	VOLUME	SATUAN	KODE KEGIATAN		
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11						
<b>II. Pekerjaan Finishing Jarak 37</b>																							
Pekerjaan Pengecoran Dinding	m2	33,959,35	0,13	13		0,03	0,67	13	0,93	40	4	4	4	0	0	0	1	21	66	0,93	0,93	11	
Pekerjaan Pengecoran Dinding	m2	61,639,7	0,05	0,5		0,01	0,13	0,5	6,686	20	0	2	0	0	0	2	4	94	13,33	5,45	3		
Pengerukan Dinding	m2	67,639,7	0,003			0,003	0,02		0,63	6,673	0	0	1	0	0	0	1	4	6	68,73	4,31	3	
Pekerjaan Pasakosa	m2	76,4	0,05	0,5		0,008	0,05	0,5	6,687	5	5	1	5	0	0	1	1	3	33,33	1,15	3		
Pekerjaan Pasakosa	m2	45	0,13	3		0,05	1	3	0,933	30	30	3	30	0	0	0	0	44	45	3			
Pengerukan	m2	5	0,001	11		0,6	3,3	11	1,097	0	0	1	0	0	0	2	30	4,3	3,069	0,95	1		
Pengerukan Dasar Untuk dinding	m2	63	0,008	0,08		0,003	0,04	0,08	1,097	10	0	1	1	0	0	1	6	86	111	1,27	3		
Pengerukan Dasar Untuk dinding	m2	84	0,01	1		1	1	1	1,097	0	0	0	0	0	0	0	30	30	5,665	3			
Pengerukan Dasar Untuk dinding	m2	40	0,01	1		1	1	1	1,097	0	0	0	0	0	0	0	30	30	3,667	1			
Pengerukan Dasar Untuk dinding	m2	25,649,49	0,05	0,5		0,03	0,07	0,5	2,671	30	30	3	30	0	0	3	60	56	35,74	2,671	30		
Pengerukan Dasar Untuk dinding	m2	25,649,49	0,05	0,5		0,03	0,07	0,5	2,671	30	30	3	30	0	0	3	60	56	35,74	2,671	30		
Pekerjaan Finishing Jarak 30																							
<b>I. Pekerjaan Finishing Jarak 30</b>																							
Pekerjaan Pengecoran Dinding	m2	16,002,95	0,13	13		0,03	0,67	13	0,93	20	0	2	0	20	0	0	1	11	34	5,35	1,94	8	
Pekerjaan Pengecoran Dinding	m2	22,401,9	0,05	0,5		0,01	0,13	0,5	6,686	0	0	1	0	0	0	1	2	32	88,87	3,27	2		
Pengerukan Dinding	m2	22,401,9	0,003			0,003	0,02		0,63	6,673	0	1	0	0	0	0	1	4	6	88,73	1,45	2	
Pekerjaan Pasakosa	m2	32,383,33	0,05	0,5		0,008	0,05	0,5	6,687	1	1	1	0	0	0	1	1	3	88,87	1,94	2		
Pekerjaan Pasakosa	m2	12,359,22	0,13	3		0,05	1	3	0,933	30	30	3	30	0	0	0	1	1	3	88,87	1,94	2	
Pengerukan	m2	88,704,44	0,001	11		0,6	3,3	11	1,097	0	0	1	0	0	0	2	30	4,3	3,069	1,94	1		
Pengerukan Dasar Untuk dinding	m2	88,704,44	0,008	0,08		0,003	0,04	0,08	1,097	10	0	1	1	0	0	1	6	88,73	1,45	2			
Pengerukan Dasar Untuk dinding	m2	146,735,74	0,01	1		1	1	1	1,097	0	0	0	0	0	0	0	30	30	7,689	3			
Pengerukan Dasar Untuk dinding	m2	175,348,38	0,01	1		1	1	1	1,097	0	0	0	0	0	0	0	30	30	8,333	20	30		
Pengerukan Dasar Untuk dinding	m2	66,627,02	0,05	0,5		0,03	0,07	0,5	2,671	30	30	3	30	0	0	2	60	56	35,74	2,671	30		
Pekerjaan Finishing	m2	66,627,02	0,05	0,5		0,03	0,07	0,5	2,671	30	30	3	30	0	0	2	60	56	35,74	2,671	30		
Pekerjaan Finishing	m2	66,627,02	0,05	0,5		0,03	0,07	0,5	2,671	30	30	3	30	0	0	2	60	56	35,74	2,671	30		

Lampiran 15 Analisa Perhitungan Volume, Produktivitas dan Durasi Metode *Bottom Up* (Lanjutan)

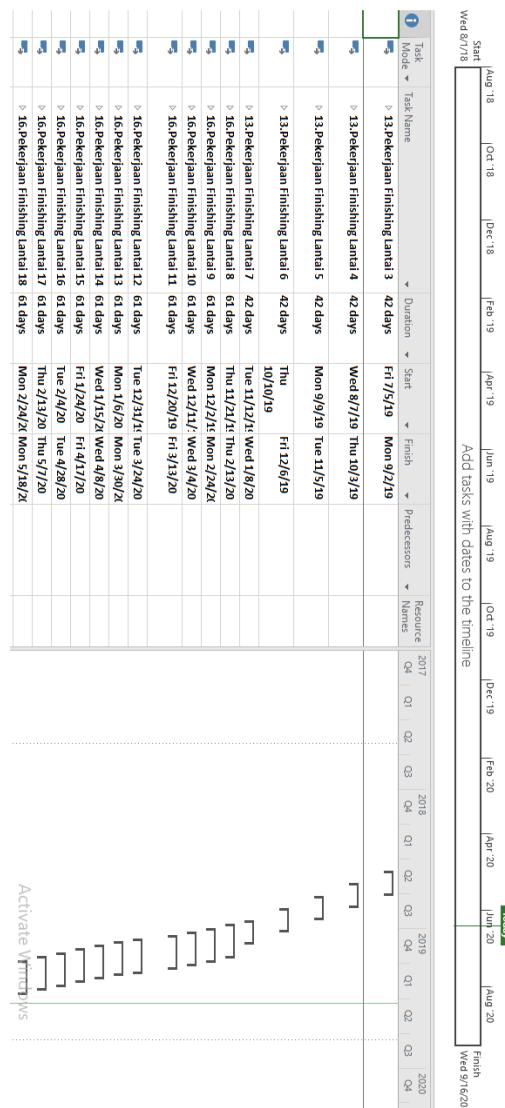
## Lampiran 15 Analisa Perhitungan Volume, Produktivitas dan Durasi Metode *Bottom Up* (Lanjutan)

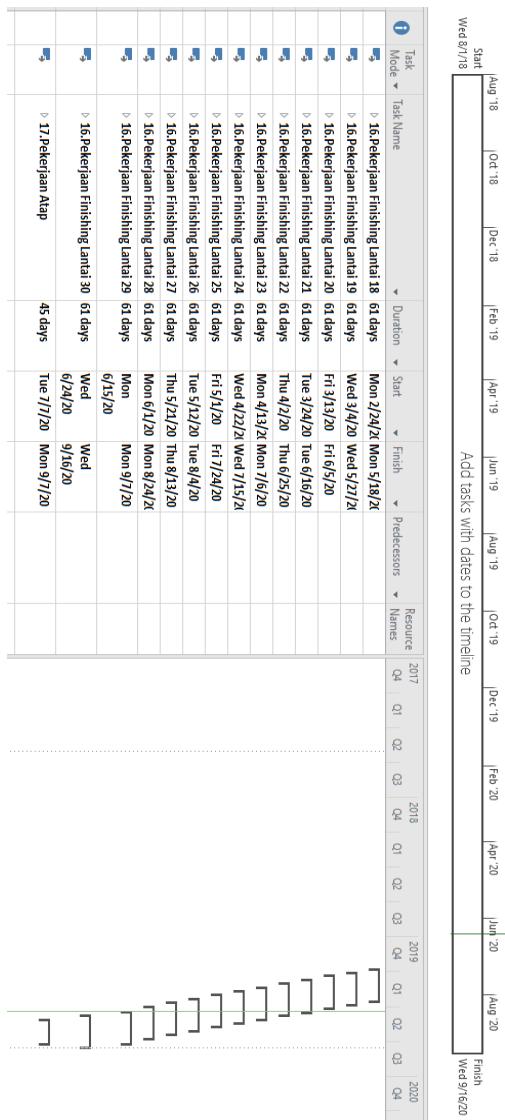


## Lampiran 47 Penjadwalan Pada Metode *Bottom Up*



Lampiran 16 Penjadwalan Pada Metode *Bottom Up* (Lanjutan)

Lampiran 16 Penjadwalan Pada Metode *Bottom Up* (Lanjutan)



Lampiran 16 Penjadwalan Pada Metode Bottom Up (Lanjutan)

## Lampiran 48 Analisa Perhitungan Volume, Produktivitas dan Durasi Metode *Top Down*

## Lampiran 17 Analisa Perhitungan Volume, Produktivitas dan Durasi Metode *Top Down* (Lanjutan)

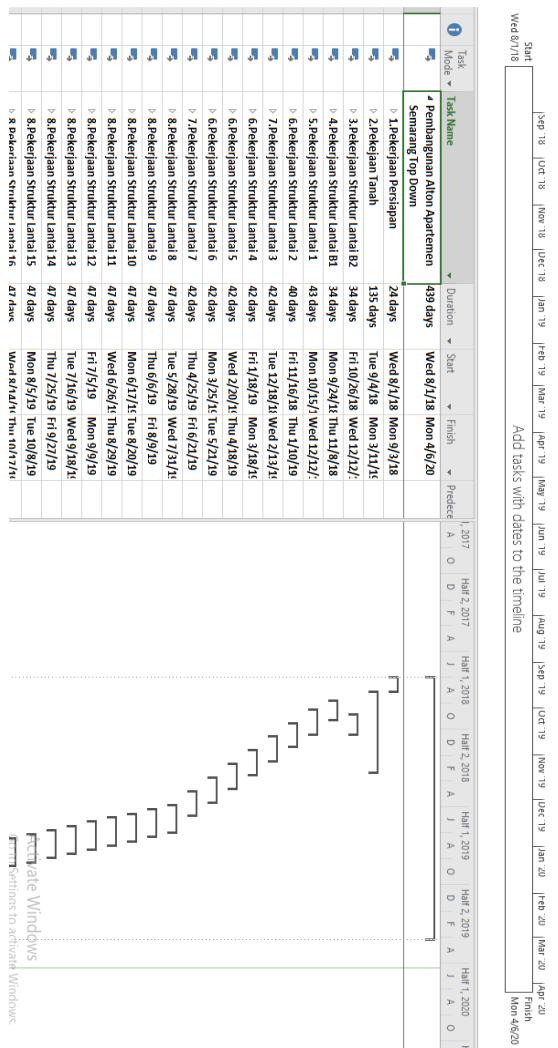
## Lampiran 17 Analisa Perhitungan Volume, Produktivitas dan Durasi Metode *Top Down* (Lanjutan)

## Lampiran 17 Analisa Perhitungan Volume, Produktivitas dan Durasi Metode *Top Down* (Lanjutan)

NO	NAMA PERKEMBANG	SISTEM	WAKTU	PERENCANAAN				IMPLEMENTASI				EVALUASI				PERKEMBANG			
				PERENCANAAN	IMPLEMENTASI	EVALUASI	PERKEMBANG	PERENCANAAN	IMPLEMENTASI	EVALUASI	PERKEMBANG	PERENCANAAN	IMPLEMENTASI	EVALUASI	PERKEMBANG	PERENCANAAN	IMPLEMENTASI	EVALUASI	
13	Pekerjaan Finishing Jantung 3-7	m2	m1	356.98625	0.03	13		0.003	0.07		13	0.0582	40	4	0	40	0	0	
Pekerjaan Pemasangan Dinding	m2	m2	m2	671.18967	0.05	15		0.063	0.02		15	0.06857	20	2	0	20	0	0	
Pengembangan Dinding	m2	m2	m2	673.00693	0.05	15		0.063	0.02		15	0.05873	20	5	0	20	0	0	
Pekerjaan Frez Area	m2	m2	m2	754.00000	0.05	15		0.068	0.05		15	0.06857	5	0	0	1	0	0	
Pekerjaan Kusen	m2	m2	m2	45.00000	0.03	3		0.003	0.005		3	0.0333	20	3	0	20	0	0	
Pemasangan Closet Untuk dan Vasasiel	m1	m1	m1	6.00000	0.01	11		0.016	0.03		11	0.01681	10	0	0	10	0	0	
Pemasangan Pintu	m1	m1	m1	164.00000	0.08	18		0.003	0.054		18	0.09	111	0	0	111	0	0	
Pemasangan Langit	m1	m1	m1	164.00000	0.08	18		0.003	0.054		18	0.09	111	0	0	111	0	0	
Pemasangan MCB	m1	m1	m1	164.00000	0.08	18		0.003	0.054		18	0.09	111	0	0	111	0	0	
Pemasangan Perkembang	m1	m1	m1	268.84449	0.05	13		0.003	0.036		13	0.0582	30	3	0	30	0	0	
Pekerjaan Pintu	m1	m1	m1	268.84449	0.05	13		0.003	0.036		13	0.0582	30	3	0	30	0	0	
<b>16. Pekerjaan Finishing Lantai 8-30</b>																			
<b>Tabel 1</b>																			
Pekerjaan Pemasangan Dinding	m2	m2	m2	16.07056	0.03	13		0.003	0.07		13	0.0582	20	2	0	20	0	0	
Pekerjaan Pintu	m2	m2	m2	22.007019	0.05	15		0.003	0.05		15	0.06857	20	0	0	20	0	0	
Pengembangan Dinding	m2	m2	m2	22.007019	0.05	15		0.003	0.05		15	0.06857	20	0	0	20	0	0	
Pekerjaan Frez Area	m2	m2	m2	107.260733	0.05	15		0.003	0.02		15	0.05873	10	1	0	10	1	0	
Pemasangan Closet Untuk dan Vasasiel	m1	m1	m1	107.260733	0.05	15		0.003	0.02		15	0.05873	10	1	0	10	1	0	
Pemasangan Pintu	m1	m1	m1	115.543275	0.03	11		0.003	0.005		11	0.0333	20	3	0	20	0	0	
Pemasangan Langit	m1	m1	m1	115.543275	0.03	11		0.003	0.005		11	0.0333	20	3	0	20	0	0	
Pemasangan MCB	m1	m1	m1	115.543275	0.03	11		0.003	0.005		11	0.0333	20	3	0	20	0	0	
Pekerjaan Perkembang	m1	m1	m1	668.82745	0.05	15		0.003	0.035		15	0.06857	20	2	0	20	0	0	
Pekerjaan Pintu	m1	m1	m1	668.82745	0.05	15		0.003	0.035		15	0.06857	20	2	0	20	0	0	
<b>Tabel 2</b>																			
Pekerjaan Pemasangan Dinding	m2	m2	m2	10.0688889	0.03	13		0.003	0.07		13	0.0582	20	2	0	20	0	0	
Pekerjaan Pintu	m2	m2	m2	28.07777	0.05	15		0.003	0.05		15	0.06857	20	0	0	20	0	0	
Pengembangan Dinding	m2	m2	m2	28.07777	0.05	15		0.003	0.05		15	0.06857	20	0	0	20	0	0	
Pekerjaan Frez Area	m2	m2	m2	101.039565	0.05	15		0.003	0.02		15	0.05873	10	1	0	10	1	0	
Pekerjaan Kusen	m2	m2	m2	101.039565	0.05	15		0.003	0.02		15	0.05873	10	1	0	10	1	0	
Pemasangan Closet Untuk dan Vasasiel	m1	m1	m1	101.039565	0.05	15		0.003	0.02		15	0.05873	10	1	0	10	1	0	
Pemasangan Pintu	m1	m1	m1	83.7458869	0.03	11		0.003	0.005		11	0.0333	20	3	0	20	0	0	
Pemasangan Langit	m1	m1	m1	83.7458869	0.03	11		0.003	0.005		11	0.0333	20	3	0	20	0	0	
<b>Tabel 3</b>																			
Pemasangan Pintu	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
Pemasangan Dinding	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
Pemasangan Frez Area	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
Pemasangan Kusen	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
Pemasangan Langit	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
<b>Tabel 4</b>																			
Pemasangan Pintu	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
Pemasangan Dinding	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
Pemasangan Frez Area	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
Pemasangan Kusen	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
Pemasangan Langit	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
<b>Tabel 5</b>																			
Pemasangan Pintu	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
Pemasangan Dinding	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
Pemasangan Frez Area	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
Pemasangan Kusen	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
Pemasangan Langit	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
<b>Tabel 6</b>																			
Pemasangan Pintu	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
Pemasangan Dinding	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
Pemasangan Frez Area	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
Pemasangan Kusen	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
Pemasangan Langit	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
<b>Tabel 7</b>																			
Pemasangan Pintu	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
Pemasangan Dinding	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
Pemasangan Frez Area	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
Pemasangan Kusen	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
Pemasangan Langit	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
<b>Tabel 8</b>																			
Pemasangan Pintu	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
Pemasangan Dinding	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
Pemasangan Frez Area	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
Pemasangan Kusen	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
Pemasangan Langit	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
<b>Tabel 9</b>																			
Pemasangan Pintu	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
Pemasangan Dinding	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
Pemasangan Frez Area	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
Pemasangan Kusen	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
Pemasangan Langit	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
<b>Tabel 10</b>																			
Pemasangan Pintu	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
Pemasangan Dinding	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
Pemasangan Frez Area	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
Pemasangan Kusen	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
Pemasangan Langit	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
<b>Tabel 11</b>																			
Pemasangan Pintu	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
Pemasangan Dinding	m1	m1	m1	102.33387	0.03	13		0.003	0.054		13	0.06857	20	2	0	20	0	0	
Pemasangan																			

## Lampiran 17 Analisa Perhitungan Volume, Produktivitas dan Durasi Metode *Top Down* (Lanjutan)

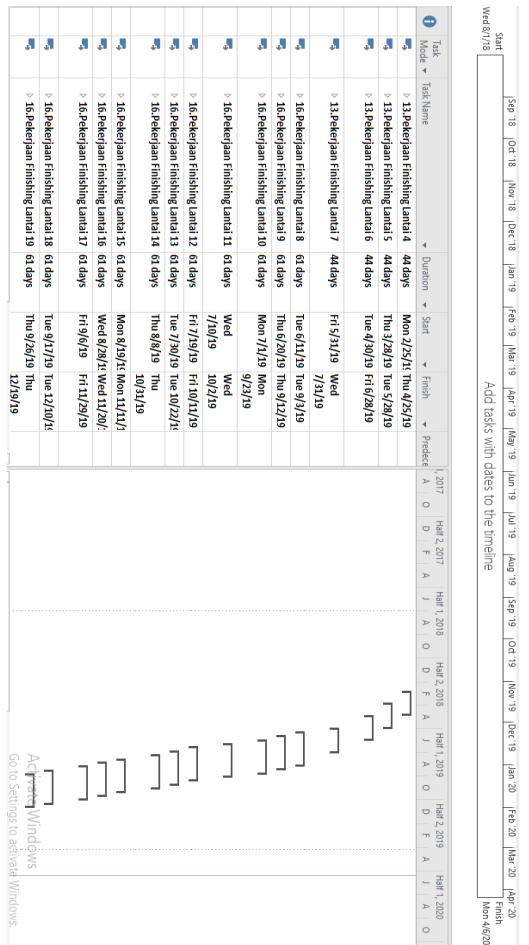
## Lampiran 17 Analisa Perhitungan Volume, Produktivitas dan Durasi Metode *Top Down* (Lanjutan)



Lampiran 18 Penjadwalan Pada Metode Top Down

Start	Task	Task Name	Duration	Start	Finish	Predict	2017	Half 2, 2017	Half 1, 2018	Half 2, 2018	Half 1, 2019	Half 2, 2019	Half 1, 2020	Half 2, 2020							
						A	O	D	F	A	J	A	O	D	F	A	J	A	O		
Sep 18	1	Mode																			
Oct 18	2	↓ Pekerjaan Struktur Lantai 16	47 days	Wed 8/14/19	Thu 10/17/19																
Nov 18	3	↓ Pekerjaan Struktur Lantai 17	47 days	Fri 8/23/19	Mon 10/28/19																
Dec 18	4	↓ Pekerjaan Struktur Lantai 18	47 days	Tue 9/3/19	Wed 11/6/19																
Jan 19	5	↓ Pekerjaan Struktur Lantai 19	47 days	Thu 9/12/19	Fri 11/5/19																
Feb 19	6	↓ Pekerjaan Struktur Lantai 20	47 days	Mon 9/23/19	Tue 11/26/19																
Mar 19	7	↓ Pekerjaan Struktur Lantai 21	47 days	Wed 10/1/19	Thu 12/5/19																
Apr 19	8	↓ Pekerjaan Struktur Lantai 22	47 days	Fri 10/13/19	Mon 12/16/19																
May 19	9	↓ Pekerjaan Struktur Lantai 23	47 days	Tue 10/22/19	Wed 12/25/19																
Jun 19	10	↓ Pekerjaan Struktur Lantai 24	47 days	Thu 10/31/19	Fri 1/3/20																
Jul 19	11	↓ Pekerjaan Struktur Lantai 25	47 days	Mon 11/11/19	Tue 1/14/20																
Aug 19	12	↓ Pekerjaan Struktur Lantai 26	47 days	Wed 11/20/19	Thu 1/13/20																
Sep 19	13	↓ Pekerjaan Struktur Lantai 27	47 days	Fri 11/29/19	Mon 2/3/20																
Oct 19	14	↓ Pekerjaan Struktur Lantai 28	47 days	Tue 12/10/19	Wed 2/12/20																
Nov 19	15	↓ Pekerjaan Struktur Lantai 29	47 days	Thu 12/19/19	Fri 2/21/20																
Dec 19	16	↓ Pekerjaan Struktur Lantai 30	47 days	Mon 12/30/19	Tue 2/3/20																
Jan 20	17	↓ Pekerjaan Finishing Lantai B2	52 days	Wed 1/1/20	Thu 1/13/20																
Feb 20	18	↓ Pekerjaan Finishing Lantai B1	52 days	Thu 1/9/20	Fri 1/12/20																
Mar 20	19	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 1	44 days	Wed 1/15/20	Mon 1/21/20																
Apr 20	20	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 2	40 days	Fri 1/21/20	Thu 2/4/20																
May 20	21	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 3	44 days	Wed	Mon																
Jun 20	22	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 4	44 days	10/3/19	11/17/19																
Jul 20	23	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 5	44 days	Mon 11/18/19	Fri 12/13/19																
Aug 20	24	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 6	44 days	Wed 11/25/19	Mon 12/29/19																
Sep 20	25	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 7	44 days	Fri 12/27/19	Thu 1/30/20																
Oct 20	26	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 8	44 days	Mon 1/6/20	Fri 1/10/20																
Nov 20	27	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 9	44 days	Wed 1/13/20	Mon 1/17/20																
Dec 20	28	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 10	44 days	Fri 1/20/20	Thu 1/23/20																
Jan 21	29	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 11	44 days	Mon 1/27/20	Fri 1/30/20																
Feb 21	30	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 12	44 days	Wed 2/3/20	Mon 2/10/20																
Mar 21	31	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 13	44 days	Fri 2/10/20	Thu 2/13/20																
Apr 21	32	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 14	44 days	Mon 2/17/20	Fri 2/20/20																
May 21	33	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 15	44 days	Wed 2/24/20	Mon 3/2/20																
Jun 21	34	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 16	44 days	Fri 2/27/20	Thu 3/5/20																
Jul 21	35	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 17	44 days	Mon 3/9/20	Fri 3/13/20																
Aug 21	36	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 18	44 days	Wed 3/11/20	Mon 3/16/20																
Sep 21	37	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 19	44 days	Fri 3/13/20	Thu 3/19/20																
Oct 21	38	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 20	44 days	Mon 3/16/20	Fri 3/20/20																
Nov 21	39	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 21	44 days	Wed 3/18/20	Mon 3/23/20																
Dec 21	40	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 22	44 days	Fri 3/20/20	Thu 3/26/20																
Jan 22	41	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 23	44 days	Mon 3/23/20	Fri 3/27/20																
Feb 22	42	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 24	44 days	Wed 3/25/20	Mon 3/30/20																
Mar 22	43	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 25	44 days	Fri 3/27/20	Thu 3/31/20																
Apr 22	44	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 26	44 days	Mon 3/30/20	Fri 4/3/20																
May 22	45	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 27	44 days	Wed 3/31/20	Mon 4/6/20																
Jun 22	46	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 28	44 days	Fri 4/3/20	Thu 4/9/20																
Jul 22	47	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 29	44 days	Mon 4/6/20	Fri 4/10/20																
Aug 22	48	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 30	44 days	Wed 4/8/20	Mon 4/13/20																
Sep 22	49	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 31	44 days	Fri 4/10/20	Thu 4/16/20																
Oct 22	50	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 32	44 days	Mon 4/13/20	Fri 4/17/20																
Nov 22	51	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 33	44 days	Wed 4/15/20	Mon 4/20/20																
Dec 22	52	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 34	44 days	Fri 4/17/20	Thu 4/23/20																
Jan 23	53	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 35	44 days	Mon 4/20/20	Fri 4/24/20																
Feb 23	54	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 36	44 days	Wed 4/22/20	Mon 4/27/20																
Mar 23	55	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 37	44 days	Fri 4/24/20	Thu 4/29/20																
Apr 23	56	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 38	44 days	Mon 4/27/20	Fri 4/30/20																
May 23	57	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 39	44 days	Wed 4/29/20	Mon 5/4/20																
Jun 23	58	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 40	44 days	Fri 4/30/20	Thu 5/7/20																
Jul 23	59	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 41	44 days	Mon 5/4/20	Fri 5/8/20																
Aug 23	60	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 42	44 days	Wed 5/6/20	Mon 5/11/20																
Sep 23	61	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 43	44 days	Fri 5/8/20	Thu 5/14/20																
Oct 23	62	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 44	44 days	Mon 5/11/20	Fri 5/15/20																
Nov 23	63	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 45	44 days	Wed 5/13/20	Mon 5/18/20																
Dec 23	64	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 46	44 days	Fri 5/15/20	Thu 5/21/20																
Jan 24	65	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 47	44 days	Mon 5/18/20	Fri 5/22/20																
Feb 24	66	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 48	44 days	Wed 5/20/20	Mon 5/25/20																
Mar 24	67	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 49	44 days	Fri 5/22/20	Thu 5/28/20																
Apr 24	68	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 50	44 days	Mon 5/25/20	Fri 5/29/20																
May 24	69	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 51	44 days	Wed 5/27/20	Mon 5/31/20																
Jun 24	70	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 52	44 days	Fri 5/29/20	Thu 6/3/20																
Jul 24	71	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 53	44 days	Mon 5/31/20	Fri 6/5/20																
Aug 24	72	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 54	44 days	Wed 6/2/20	Mon 6/8/20																
Sep 24	73	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 55	44 days	Fri 6/4/20	Thu 6/11/20																
Oct 24	74	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 56	44 days	Mon 6/8/20	Fri 6/12/20																
Nov 24	75	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 57	44 days	Wed 6/10/20	Mon 6/15/20																
Dec 24	76	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 58	44 days	Fri 6/12/20	Thu 6/17/20																
Jan 25	77	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 59	44 days	Mon 6/15/20	Fri 6/19/20																
Feb 25	78	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 60	44 days	Wed 6/17/20	Mon 6/22/20																
Mar 25	79	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 61	44 days	Fri 6/19/20	Thu 6/25/20																
Apr 25	80	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 62	44 days	Mon 6/22/20	Fri 6/26/20																
May 25	81	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 63	44 days	Wed 6/24/20	Mon 6/29/20																
Jun 25	82	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 64	44 days	Fri 6/26/20	Thu 6/30/20																
Jul 25	83	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 65	44 days	Mon 6/30/20	Fri 7/3/20																
Aug 25	84	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 66	44 days	Wed 7/2/20	Mon 7/6/20																
Sep 25	85	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 67	44 days	Fri 7/4/20	Thu 7/9/20																
Oct 25	86	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 68	44 days	Mon 7/7/20	Fri 7/10/20																
Nov 25	87	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 69	44 days	Wed 7/9/20	Mon 7/13/20																
Dec 25	88	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 70	44 days	Fri 7/11/20	Thu 7/16/20																
Jan 26	89	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 71	44 days	Mon 7/13/20	Fri 7/17/20																
Feb 26	90	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 72	44 days	Wed 7/15/20	Mon 7/20/20																
Mar 26	91	↓ Pekerjaan Finishing Lantai 73																			

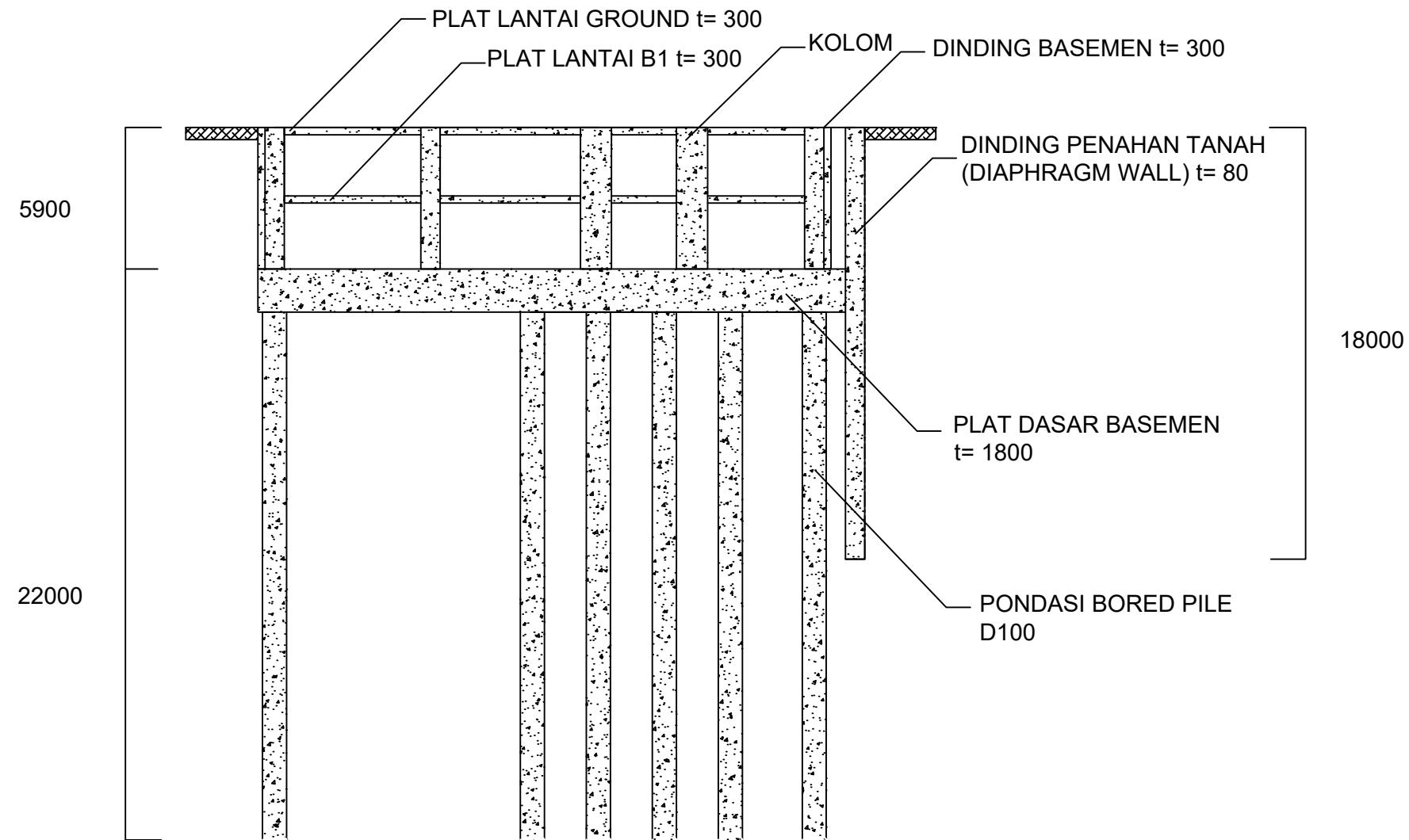
## Lampiran 18 Penjadwalan Pada Metode *Top Down* (Lanjutan)



## Lampiran 18 Penjadwalan Pada Metode *Top Down* (Lanjutan)

Start	Sep '18	Oct '18	Nov '18	Dec '18	Jan '19	Feb '19	Mar '19	Apr '19	May '19	Jun '19	Jul '19	Aug '19	Sep '19	Oct '19	Nov '19	Dec '19	Jan '20	Feb '20	Mar '20	Apr '20	Finish
End	8/8/18																				Mon 4/6/20
1 Task Mode ▾ Task Name																					Add tasks with dates to the timeline
16 pekerjaan Finishing Lantai 19	61 days																				
16 Pekerjaan Finishing Lantai 20	61 days																				
16 Pekerjaan Finishing Lantai 21	61 days																				
16 Pekerjaan Finishing Lantai 22	61 days																				
16 Pekerjaan Finishing Lantai 23	61 days																				
16 Pekerjaan Finishing Lantai 24	61 days																				
16 Pekerjaan Finishing Lantai 25	61 days																				
16 Pekerjaan Finishing Lantai 26	61 days																				
16 Pekerjaan Finishing Lantai 27	61 days																				
16 Pekerjaan Finishing Lantai 28	61 days																				
16 Pekerjaan Finishing Lantai 29	61 days																				
17.Pekerjaan Atap	45 days																				

Lampiran 18 Penjadwalan Pada Metode *Top Down* (Lanjutan)



POTONGAN BASEMEN TOWER 3

SKALA 1:250



INSTITUT TEKNOLOGI  
SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN DAN KEBUMIAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL

JUDUL GAMBAR

POTONGAN BASEMEN  
TOWER 3

SKALA

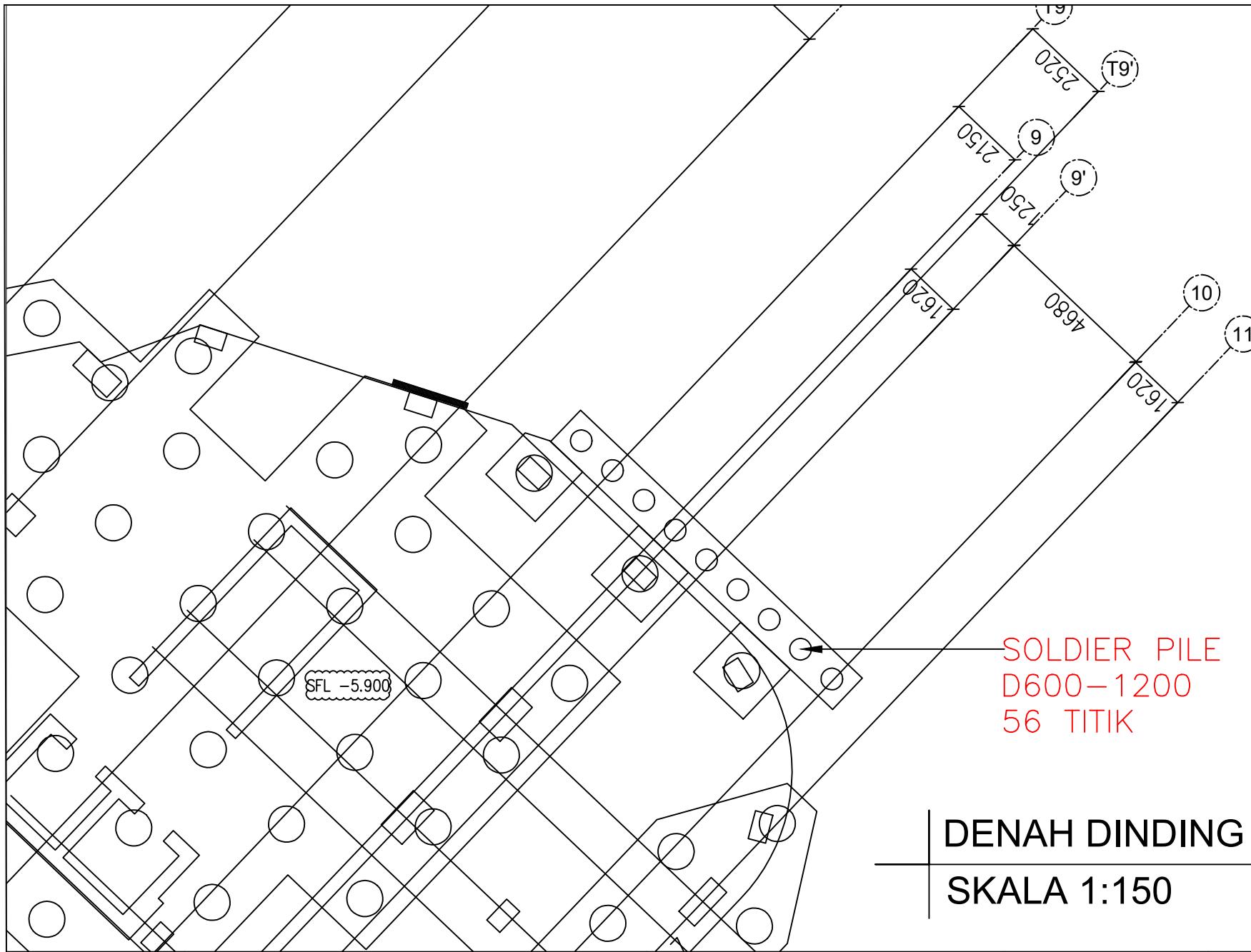
1 : 250

NO. LEMBAR

1

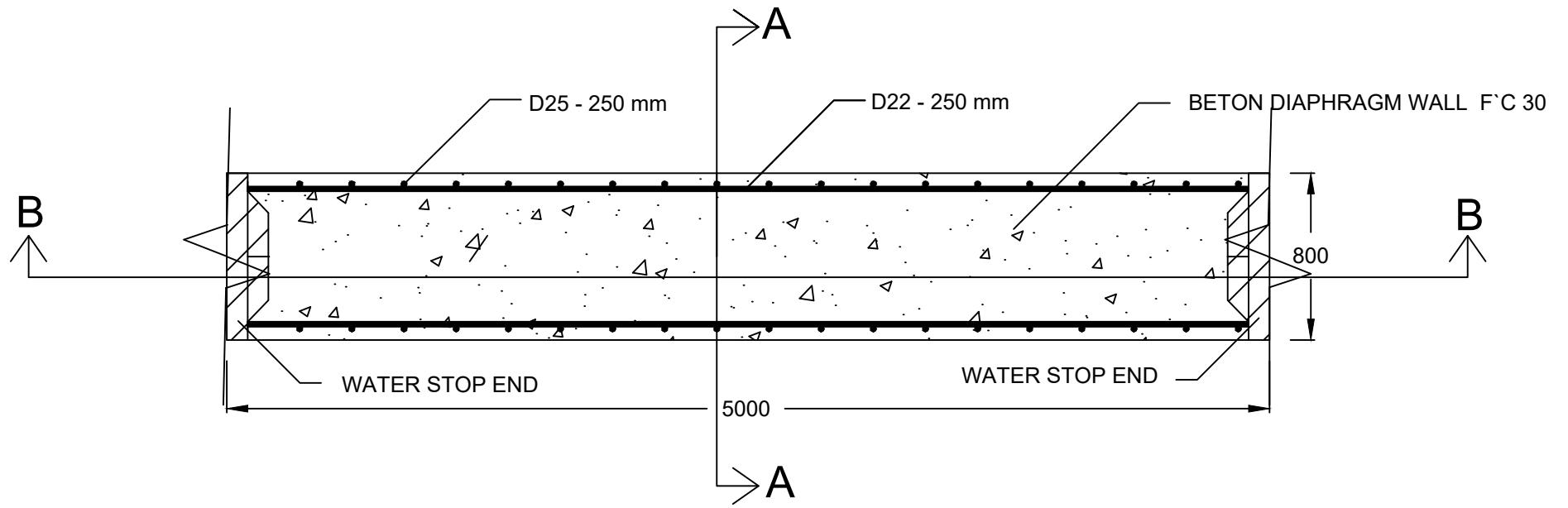
JUMLAH LEMBAR

5

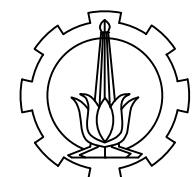


DENAH DINDING PENAHAN TANAH  
SKALA 1:150

	INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN DAN KEBUMIAN JURUSAN TEKNIK SIPIL	JUDUL GAMBAR	SKALA	NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
		DENAH DINDING PENAHAN TANAH TOWER 3	1 : 150	2	5



DETAIL PERENCANAAN DIAPHRAGM WALL  
SKALA 1:30



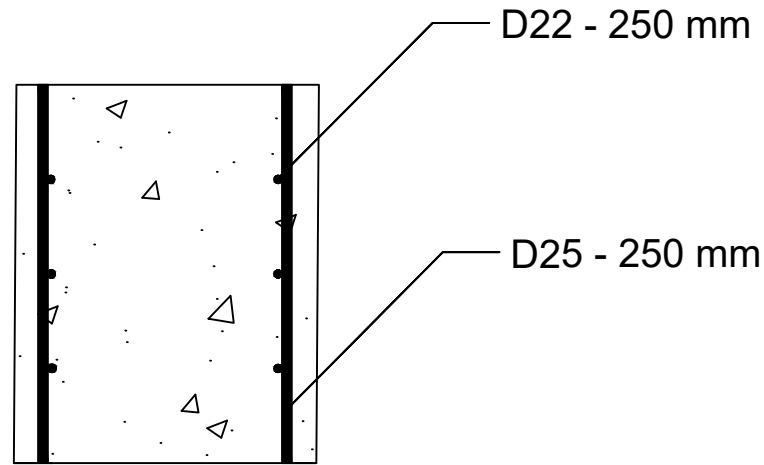
INSTITUT TEKNOLOGI  
SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN DAN KEBUMIAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL

JUDUL GAMBAR  
DETAIL PERENCANAAN  
DIAPHRAGM WALL

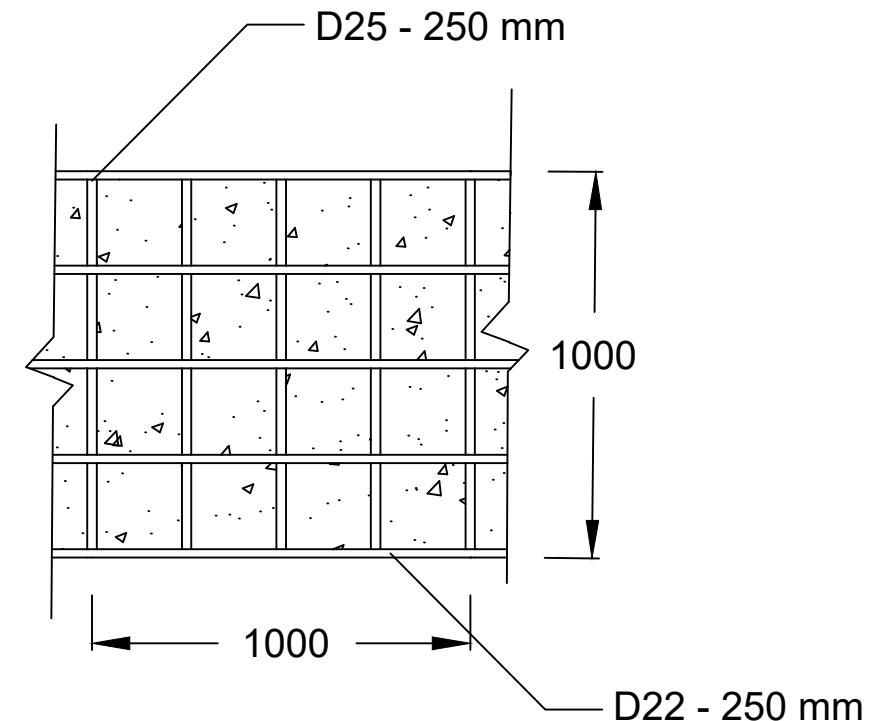
SKALA  
1 : 30

NO. LEMBAR  
3

JUMLAH LEMBAR  
5



POTONGAN A-A  
SKALA 1:20



POTONGAN A-A  
SKALA 1:20



INSTITUT TEKNOLOGI  
SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN DAN KEBUMIAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL

JUDUL GAMBAR  
DENAH DINDING PENAHAN  
TANAH TOWER 3

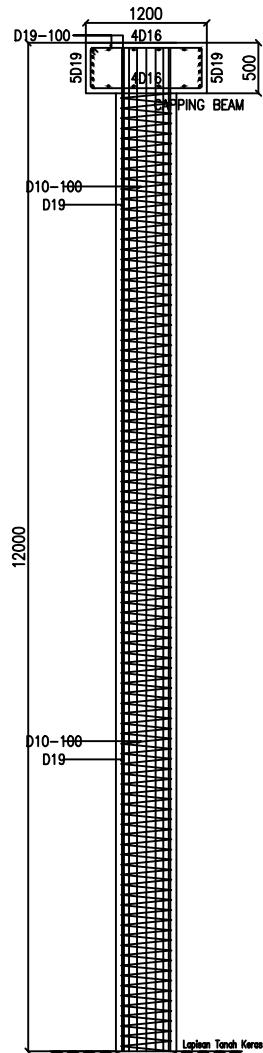
SKALA

NO. LEMBAR

JUMLAH LEMBAR

4

5

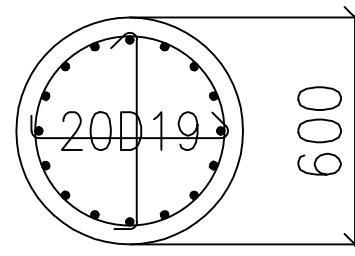


TAMPAK SAMPING SOLDIER PILE

SKALA 1:75

1200

SP- $\varnothing 10-100$   
TIES 2D13-500



TAMPAK ATAS SOLDIER PILE

SKALA 1: 20



INSTITUT TEKNOLOGI  
SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS TEKNIK SIPIL, PERENCANAAN DAN KEBUMIAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL

JUDUL GAMBAR

DENAH DINDING PENAHAN  
TANAH TOWER 3

SKALA

NO. LEMBAR

JUMLAH LEMBAR

5

5

## BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Boyolali, pada tanggal 10 Mei 1999 dengan nama lengkap Ryamizard Farhan Hermawan. Penulis merupakan anak tunggal. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Aisyiyah Boyolali, SDIT Cahaya Ummat Kabupaten Semarang, SMP 1 Ungaran Kabupaten Semarang, dan SMA 1 Salatiga . Penulis melanjutkan pendidikan sarjana di Departemen Teknik Sipil FTSP ITS pada tahun 2016 dan terdaftar dengan NRP

03111640000048. Di Departemen Teknik Sipil ini penulis mengambil bidang studi geoteknik. Penulis pernah aktif di kegiatan kampus seperti Himpunan Mahasiswa Sipil dan kegiatan kepanitiaan. Penulis aktif mengikuti seminar dan pelatihan yang diselenggarakan oleh ITS.