

TESIS

ANALISA PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU
METODE KOSTRUKSI *TOP DOWN* DAN *BOTTOM UP*
PADA PEKERJAAN BASEMENT GEDUNG TENTREM
SEMARANG

Disusun dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Guna Mencapai Gelar Magister Teknik (MT)



Oleh :

SABDO TRI MANGGOLO

NIM : 20202100050

PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
SEMARANG 2022

LEMBAR PERSETUJUAN TESIS

ANALISA PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU METODE KOSTRUKSI *TOP DOWN* DAN *BOTTOM UP* PADA PEKERJAAN BASEMENT GEDUNG TENTREM SEMARANG

Disusun oleh :

SABDO TRI MANGGOLO

NIM : 20202100050

Telah disetujui oleh :

Tanggal, 7-2-2023

Tanggal, 6-2-2023

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Prof. Dr. Ir. Antonius, MT

NIK. 210202033



Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM., MT

NIK. 210291015

LEMBAR PENGESAHAN TESIS

ANALISA PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU METODE KOSTRUKSI
TOP DOWN DAN BOTTOM UP PADA PEKERJAAN BASEMENT GEDUNG
TENTREM SEMARANG

Disusun oleh :

SABDO TRI MANGGOLO

NIM : 20202100050

Dipertahankan di Depan Tim Penguji Tanggal :

(22/03/2023)

Tim Penguji:

1. Ketua

(Prof. Dr. Ir. Antonius, MT)
NIK. 210202033

2. Anggota

(Dr. Ir. Soedarsono, M.Si)
NIK. 210288011

3. Anggota

(Dr. Ir. Rinda Karlinasari, MT)
NIK. 210297022

Tesis ini diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
memperoleh gelar Magister Teknik (MT)
Semarang, (pada saat acc dosen penguji)

Mengetahui,
Ketua Program Studi

(Prof. Dr. Ir. H. S. Imam Wahyudi, DEA)
NIK. 210291014

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik

(Ir. H. Rachmat Munawar, MT., Ph.D)
NIK. 210293018

MOTO

Jangan pernah lupa tujuan kita diciptakan sesuai dengan firman ALLAH ﷻ :

“Aku tidak menciptakan jin dan manusia melainkan agar mereka beribadah kepada-Ku” (Surat Az Zariyat Ayat 56)

Untuk mencapai tujuan kita memerlukan ilmu sesuai dengan sabda Rasulullah ﷺ :

"Barangsiapa yang hendak menginginkan dunia, maka hendaklah ia menguasai ilmu. Barangsiapa menginginkan akhirat hendaklah ia menguasai ilmu, dan barangsiapa yang menginginkan keduanya (dunia dan akhirat) hendaklah ia menguasai ilmu," (HR Ahmad).



HALAMAN PERSEMBAHAN

Tesis ini penulis persembahkan dengan segala hormat kepada :

1. Puji syukur kepada Allah ﷻ yang telah meridloi setiap langkah penulis hingga sampai sekarang.
2. Sholawat serta salam penulis sampaikan kepada nabi Muhammad ﷺ, semoga senantiasa dapat memberikan nilai keteladanan baik didunia maupun diakhirat.
3. Kedua Orang Tua dan semua anggota keluarga yang telah memberikan dukungan baik itu dukungan moral maupun material.
4. Prof. Dr. Ir. Antonius, MT selaku pembimbing 1 yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan Tesis ini.
5. Dr. Ir. H. Kartono Wibowo, MM.,MT selaku pembimbing 2 yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan Tesis ini.
6. Istri dan anak tercinta yang senantiasa menemani, memotivasi dan mendoakan sampai tesis ini selesai.

ABSTRAK

Gedung Tentrem Semarang merupakan salah satu gedung tinggi di Semarang dengan 4 lantai basement dan 17 lantai atas. Pembangunan basement pada gedung bertingkat saat ini sangat banyak dilakukan salah satu faktornya karena terbatasnya lahan yang akan dibangun, pada umumnya pembangunan basement difungsikan untuk lahan parkir. Basement yang akan dibangun memiliki kedalaman dan kondisi yang berbeda-beda, sehingga dibutuhkan metode yang tepat sesuai dengan kondisi di lapangan.

Metode untuk pelaksanaan pembangunan basement terdapat 2 cara, yaitu bottom-up dan top-down. Pada pekerjaan struktur basement proyek pembangunan Gedung Tentrem Semarang eksisting pembangunan basement digunakan metode konstruksi bottom-up. Pada penelitian ini metode tersebut akan di modifikasi menggunakan metode konstruksi top-down. Informasi mengenai metode kerja, produktivitas pekerja ini didapat dengan wawancara pihak pengawas lapangan dari pihak owner, wawancara dengan supervisor dari kontraktor utama dan pengamatan langsung di lapangan. Perhitungan biaya dan waktu dilakukan dengan menganalisa kapasitas dan produktivitas tenaga kerja dan alat berat, membandingkan waktu normal dengan waktu setelah perubahan metode konstruksi.

Hasil dari modifikasi metode konstruksi dengan menggunakan metode konstruksi top-down pada pekerjaan struktur basement proyek Gedung Tentrem Semarang ini membutuhkan waktu pelaksanaan selama 510 hari dan menghabiskan biaya sebesar Rp 205.059.861.826. Sedangkan untuk metode bottom-up dibutuhkan waktu selama 685 hari dengan total biaya Rp 253.609.405.225. Penerapan metode *Top-Down* pada pelaksanaan struktur basement proyek gedung Tentrem Semarang lebih *efektif dan efisien* dibanding pelaksanaan dengan metode *Bottom-Up* dan menghasilkan nilai *efektivitas* waktu sebesar **25,55%** dan *efisiensi* biaya **19,14%** dibanding metode *Bottom-Up*.

Kata kunci : *bottom-up, top-down, basement, metode pelaksanaan, biaya, waktu*

ABSTRACT

Tentrem Semarang Building is one of the tallest buildings in Semarang with 4 basement floors and 17 top floors. The construction of basements in high-rise buildings is currently being carried out a lot, one of the factors is due to the limited land to be built, in general, the construction of basements is used for parking lots. The basement to be built has different depths and conditions, so it takes the right method according to the conditions in the field.

There are 2 methods for implementing basement construction, namely bottom-up and top-down. In the basement structure work of the existing Tentrem Semarang Building construction project, the basement construction used the bottom-up construction method. In this study, the method will be modified using the top-down construction method. Information regarding work methods, worker productivity was obtained by interviewing field supervisors from the owner, interviews with supervisors from the main contractor and direct field observations. Calculation of costs and time is carried out by analyzing the capacity and productivity of labor and heavy equipment, comparing the normal time with the time after changes in construction methods.

The results of the modification of the construction method using the top-down construction method for the basement structure of the Tentrem Semarang Building project took 510 days to complete and cost IDR 205,059,861,826. Whereas for the bottom-up method it takes 685 days with a total cost of IDR 253,609,405,225. The application of the Top-Down method to the implementation of the basement structure of the Tentrem Semarang building project is more effective and efficient than the implementation of the Bottom-Up method and produces a time effectiveness value of 25.55% and a cost efficiency of 19.14% compared to the Bottom-Up method.

Keywords : bottom-up, top-down, basement, implementation method, cost, time

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : SABDO TRI MANGGOLO

NIM : 20202100050

Dengan ini saya nyatakan bahwa Tesis yang berjudul:

**ANALISA PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU METODE
KOSTRUKSI TOP DOWN DAN BOTTOM UP PADA PEKERJAAN
BASEMENT GEDUNG TENTREM SEMARANG**

Adalah benar hasil karya saya dan dengan penuh kesadaran bahwa saya tidak melakukan tindakan plagiasi atau mengambil alih seluruh atau sebagian besar karya tulis orang lain tanpa menyebutkan sumbernya. Jika saya terbukti melakukan tindakan plagiasi, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.

Semarang, 9 Januari 2023




SABDO TRI MANGGOLO

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum wr. wb.

Segala puji bagi Allah ﷻ atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul **ANALISA PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU METODE KOSTRUKSI TOP DOWN DAN BOTTOM UP PADA PEKERJAAN BASEMENT GEDUNG TENTREM SEMARANG**. Penelitian ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan Magister Teknik pada Program Studi Magister Teknik Sipil, Program Pascasarjana Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Tesis ini dapat diselesaikan dengan dukungan dari banyak pihak dan untuk itu dengan segala kerendahan hati penulis ucapkan banyak terima kasih, terutama kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Antonius, MT selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan arahan, nasihat, dan bimbingan yang sangat berguna dalam penulisan tesis ini.
2. Bapak., selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan arahan, nasehat dan bimbingan yang sangat berguna dalam penulisan tesis ini.
3. Staff pengajar dan administrasi Magister Teknik Sipil UNISSULA Semarang
4. Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Magister Teknik Sipil, Program Pascasarjana Universitas Islam Sultan Agung di Semarang dan Mataram.

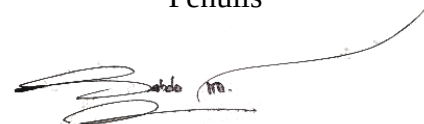
5. Kedua Orang Tua yang selalu mendukung dan mendoakan atas keberhasilan tesis ini.
6. Istri dan anak-anakku tercinta atas perhatian, cinta, kasih sayang dan motivasinya selama ini.
7. Rekan-rekan di Program Studi Magister Teknik Sipil, Program Pascasarjana Universitas Islam Sultan Agung di Mataram, atas bantuan dan kerja samanya.
8. Segenap karyawan administrasi dan perpustakaan yang telah memberikan bantuan, perhatian dan kemudahan selama menjalani kuliah dan selama penulisan tesis ini.
9. Pihak-pihak lain yang ikut serta memberikan bantuan dan dorongan, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari pembaca yang bersifat membangun demi perbaikan tesis ini dan semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi pembaca .

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Semarang ,9 Januari 2023

Penulis



Sabdo Tri Manggolo S.T.

Daftar Isi

TESIS	i
LEMBAR PENGESAHAN TESIS	iii
MOTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
Daftar Isi	xi
Daftar Gambar	xiv
Daftar Tabel	xvi
Daftar Lampiran	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	5
1.3 Batasan Masalah	6
1.4 Tujuan Penelitian	6
1.5 Manfaat Penelitian	7
1.6 Sistematika Penulisan	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Metode Konstruksi	9
2.1.1 Metode Bottom Up	9

2.1.2	Metode Top Down	12
2.2	Penjadwalan.....	21
2.2.1	<i>Barchart</i> (Diagram Balok)	22
2.2.2	Network Planning (Jaringan Kerja)	23
2.2.3	Produktivitas Pekerja	24
2.2.4	Produktivitas alat.....	25
2.3	Perencanaan Biaya	26
2.3.1	Rencana Anggaran Biaya.....	27
2.3.2	Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP)	27
2.3.3	Biaya Langsung.....	28
2.3.4	Biaya tidak Langsung (<i>Overhead</i>)	29
BAB 3	METODOLOGI.....	30
3.1	Konsep Penelitian.....	30
3.2	Jadwal Penelitian.....	32
3.3	Data Penelitian	32
3.3.1	Data Primer	33
3.3.2	Data Sekunder.....	33
3.4	Analisa Metode Pelaksanaan.....	33
3.4.1	Analisa Metode Pelaksanaan <i>Bottom-Up</i>	34
3.4.2	Analisa Metode Pelaksanaan <i>Top-Down</i>	35
3.5	Analisa Waktu	36
3.6	Analisa Biaya Pelaksanaan.....	37
3.6.1	Menghitung Biaya Penggunaan Alat Berpat.....	37
3.7	Analisa Perbandingan.....	39
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	40

4.1	Data Umum Proyek	40
4.1.1	Data Primer	41
4.1.2	Data Sekunder	42
4.2	Metode Pelaksanaan	45
4.2.1	Data Metode Pelaksanaan <i>Bottom-Up</i>	45
4.2.2	Metode Konstruksi Top-Down	57
4.3	Analisa Waktu	67
4.3.1	Analisa Waktu Metode <i>Top Down</i>	67
4.3.2	Analisa Waktu Metode <i>Bottom Up</i>	85
4.4	Analisa Biaya	93
4.4.1	Analisa Biaya Metode Top Down	93
4.4.2	Analisa Biaya Metode Bottom Up	98
4.5	Perbandingan Biaya dan Waktu	102
BAB 5	KESIMPULAN	104
5.1	Kesimpulan	104
5.2	Saran	104
DAFTAR PUSTAKA		106

Daftar Gambar

Gambar 2.1 Pekerjaan <i>Basement</i> dengan metode <i>Bottom-Up</i>	11
Gambar 2.2 Konstruksi Bored Pile dan King Post.....	14
Gambar 2.3 Soldier Pile	17
Gambar 2.4 Open Pumping.....	19
Gambar 2.5 Predrainage.....	20
Gambar 2.6 Cut Off.....	21
Gambar 2.7 Contoh <i>Barchart</i>	23
Gambar 2.8 Contoh Network Diagram AOA	24
Gambar 3.1 Bagan Alur Penelitian	30
Gambar 3.2 Bagan Alur Penelitian (lanjutan).....	31
Gambar 3.3 Diagram Alir Metode <i>Bottom up</i>	34
Gambar 3.4 Diagram Alir Metode <i>top-down</i>	35
Gambar 3.5 Diagram Alir Metode <i>top-down</i> (Lanjutan)	36
Gambar 3.6 Tahapan Analisa perbandingan	39
Gambar 4.1 Gambar Potongangedung Tentrem Semarang.....	41
Gambar 4.2 Diagram Alir Pengerjaan Metode <i>Bottom-Up</i>	45
Gambar 4.3 Penampang Atas Secant Pile Yang Terdiri dari Secondary Piles dan Primary Piles	46
Gambar 4.4 Alut Pekerjaan Dinding Penahan Tanah (secant Pile)	47
Gambar 4.5 Alur Pengerjaan Pondasi Bore Pile	50

Gambar 4.6 Pengeboran Pondasi Bored Pile	51
Gambar 4.7 Pengecoran Pondasi Bore pile.....	52
Gambar 4.8 Pekerjaan Galian	54
Gambar 4.9 Foto pekerjaan galian dan strutting	54
Gambar 4.10 Diagram Alir Metode <i>top-down</i>	58
Gambar 4.11 Sambungan Las Kingpost Dengan Tulangan Bored Pile	60
Gambar 4.12 Pembagian Zona Galian Basement dan Pekerjaan struktur Basement	62
Gambar 4.13 Galian dan bekisting ground floor.....	62
Gambar 4.14 Galian zona A basement 1.....	63
Gambar 4.15 Pengecoran zona A dan galian zona B Basement 1	64
Gambar 4.16 Pengecoran zona B dan Galian Zona C Basement 1.....	64
Gambar 4.17 Pengecoran Zona C Basement 1	65
Gambar 4.18 Pengecoran Basement 4	66
Gambar 4.19 Bekisting Kolom	67
Gambar 4.20 Bar Chart Metode <i>Top-Down</i>	84
Gambar 4.21 Bar Chart Metode <i>Bottom-up</i>	92
Gambar 4.22 perbandingan biaya pada metode <i>top-down</i> dan metode <i>bottom-up</i>	103
Gambar 4.23 Perbandingan waktu pada metode <i>top-down</i> dan metode <i>bottom-up</i>	103

Daftar Tabel

Tabel 1.1 Penelitian Penerapan Metode <i>Top Down</i> di Indonesia	2
Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Tugas Akhir.....	32
Tabel 4.1 Volume Pekerjaan Struktur Basement gedung Tentrem.....	42
Tabel 4.2 Produktivitas Pekerjaan Struktur Basement.....	44
Tabel 4.3 Durasi Pekerjaan Secant Pile	68
Tabel 4.4 Durasi Pekerjaan <i>Bored Pile</i>	69
Tabel 4.5 Durasi Pekerjaan Galian.....	71
Tabel 4.6 Durasi Pekerjaan Bekisting Plat dan Balok	73
Tabel 4.7 Durasi Pekerjaan pembesian Plat dan Balok.....	74
Tabel 4.8 Durasi Pekerjaan Pengecoran Plat dan Balok	75
Tabel 4.9 Durasi Pekerjaan pembesian Plat dan Balok.....	76
Tabel 4.10 Durasi Pekerjaan bekisting kolom , core wall , tangga, dan ramp	77
Tabel 4.11 Durasi Pekerjaan pengecoran kolom , core wall , tangga, dan ramp .	77
Tabel 4.12 Tabel hubungan ketergantungan antar pekerjaan pada metode <i>Top Down</i>	78
Tabel 4.13 durasi pekerjaan metode <i>bottom-up</i>	85
Tabel 4.14 hubungan ketergantungan antar pekerjaan pada metode <i>bottom up</i> ...	87
Tabel 4.15 Perhitungan Biaya Pelaksanaan struktur basement dengan metode <i>Top Down</i>	93
Tabel 4.16 Perhitungan Biaya Pelaksanaan struktur basement dengan metode <i>Bottom Up</i>	99

Tabel 4.17 Tabel Perbandingan Biaya dan pada metode <i>top-down</i> dan metode <i>bottom-up</i>	102
---	-----



Daftar Lampiran

Lampiran 1 Alur Pengerjaan Bored Pile	108
Lampiran 2 Alur pengerjaan secant pile	109
Lampiran 3 Hasil Wawancara Lapangan	110
Lampiran 4 Hasil Wawancara Lapangan	111
Lampiran 5 Gambar Kerja Pekerjaan Struktur Basement.....	112
Lampiran 6 Analisa Harga Satuan Pekerjaan.....	113
Lampiran 7 Master Schedule	114



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Mengingat pesatnya perkembangan bangunan basement/ bawah tanah disertai dengan semakin terbatasnya lahan, pekerjaan galian dalam di perkotaan menjadi semakin banyak dengan dimensi yang semakin besar maka mempertimbangkan dampak lingkungan selama proses konstruksi menjadi semakin penting. Penggalian yang dalam berdampak signifikan terhadap tekanan tanah dan berakibat pada deformasi tanah disekitarnya. Ketika pekerjaan galian basement dilakukan di tengah pemukiman, dekat dengan bangunan atau fasilitas bawah tanah maka memilih metode konstruksi yang tepat menjadi sangat penting untuk menjaga agar layanan dan fasilitas bangunan yang dekat dengan lokasi penggalian tidak terganggu.

Metode yang seringkali digunakan dalam pekerjaan basement adalah metode *bottom-up* yaitu dengan melakukan penggalian tanah sesuai dengan kedalaman rencana sekaligus pekerjaan perkuatan tebing galian baru dilakukan pekerjaan konstruksi pondasi sampai ke atap gedung.

Selain itu metode *top-down* juga sudah dikembangkan dan mulai diterapkan pada proyek konstruksi bangunan gedung. Pada metode *top-down* ini pekerjaan konstruksi slab, balok dan kolom pada basement dilakukan beriringan dengan galian, sehingga slab pada basement sekaligus berfungsi sebagai strutting/penahan tebing galian. Pada saat yang bersamaan pekerjaan struktur atas bisa dilakukan sehingga waktu pekerjaan bisa lebih singkat.

Pada tabel 1.1 merupakan hasil penelitian mengenai efektivitas metode *top down* pada konstruksi gedung yang sudah dilakukan di Indonesia yang hasilnya rata-rata dengan menggunakan metode *top down* membutuhkan waktu

pelaksanaan yang lebih singkat akan tetapi membutuhkan biaya yang lebih besar apabila dibandingkan dengan metode konvensional *Bottom Up*.

Tabel 1.1 Penelitian Penerapan Metode *Top Down* di Indonesia

No	Judul penelitian	Hasil Penelitian
1	Analisa Perbandingan Metode Bottom-Up dan Metode Top-Down Pekerjaan Basement pada Gedung Parkir Apartemen Skyland City Education ((Prawidiawati and Nurcahyo 2015)	Pelaksanaan bottom-up memerlukan waktu pelaksanaan 313 hari dengan biaya Rp20.146.074.654,00 sedangkan metode top-down memerlukan waktu pelaksanaan 260 hari dengan biaya Rp21.342.390.563,00.
2	Metode Pelaksanaan Pembangunan proyek Apartemen One East surabaya dengan Metode top-down (Sari N. M., 2015(Sari 2015)	Penerapan bottom-up memerlukan waktu pelaksanaan 203 hari dengan biaya Rp 4.270.619.658,87, sedangkan metode top-down memerlukan waktu pelaksanaan 196 hari dengan biaya Rp 56.106.064.316,47.
3	Analisa Perbandingan Metode <i>Top-Down</i> Dan <i>Bottom-Up</i> Pada Proyek <i>Fave Hotel Ketintang Ditinjau Dari Segi Waktu dan biaya</i> (Ardy Lafiza 2017)	Pelaksanaan dengan metode bottom-up memerlukan waktu pelaksanaan selama 222 hari dengan biaya pembangunan sebesar Rp 14.467.163.388, sedangkan metode top-down membutuhkan waktu 184 hari dengan biaya sebesar Rp 15.734.228.876
4	Analisis Perbandingan Waktu	Pelaksanaan bottom-up membutuhkan

No	Judul penelitian	Hasil Penelitian
	dan biaya Pelaksanaan Metode <i>Top Down</i> Dan Metode <i>Bottom Up</i> Pada Pekerjaan Basement Tower 1 Apartement Dharmahusada Lagoon Suarabaya (Al-matin 2018)	waktu pelaksanaan selama 41 minggu dengan biaya pembangunan Rp 92.886.534.553,82 sedangkan top-down membutuhkan waktu 30 minggu dengan biaya Rp. 95 394 827 811
5	Pemilihan Metode Konstruksi <i>Top-Down</i> pada Pekerjaan Konstruksi Basementproyek Indonesia Satu (Mardiaman, 2019)	Implementasi dengan metode bottom-up memerlukan waktu konstruksi selama 772 hari dengan biaya 774.144.559.687, sedangkan metode top-down membutuhkan waktu 652 hari dengan biaya Rp. 810.071.668.687-
6	Tinjauan Metode Konstruksi <i>Top-Down</i> Dan <i>Bottom-Up</i> Berdasarkan Waktu dan biaya (Alifani , 2019)	Pelaksanaan dengan metode bottom-up membutuhkan biaya implementasi yang lebih rendah sebesar 5.857.017.191,06 dibandingkan dengan pendekatan top-down. Namun metode top-down memiliki efisiensi yang lebih besar yaitu 26,67% dibandingkan metode bottom-up.

Proyek *Gedung Tentrem semarang* yang terletak di jalan Gajahmada Nomor 123 semarang khususnya pada pekerjaan basement. *Gedung Tentrem semarang* ini direncanakan memiliki 4 basement, 6 lantai podium dan 2 tower yang masing-masing tower terdiri dari 11 lantai. Lokasi proyek yang berada di

tengah tengah pemukiman dan pusat kota membuat resiko terhadap bangunan sekitar pada saat pekerjaan galian menjadi sangat tinggi.

Untuk menganalisis resiko di atas maka diperlukan metode konstruksi yang tepat agar dampak galian dalam terhadap bangunan sekitar dapat di minimalisir. Pada proyek pembangunan *Gedung Tentrem Semarang* digunakan metode konvensional *bottom up* dengan rincian sebagai berikut :

1. Pembuatan dinding penahan tanah (*retaining wall*) yang terdiri dari bore pile yang dikombinasikan dengan bentonite bore pile.
2. Pekerjaan pondasi bore pile dan kingpost,
3. Pekerjaan *dewatering* (pekerjaan pengurasan air tanah) yang dilakukan sampai dengan kedalaman galian
4. Pekerjaan galian tanah sampai kedalaman yang direncanakan,
5. Pekerjaan baja strutting yang menghubungkan secant pile dan kingpost
6. Pekerjaan pilecap bersamaan dengan tiebeam dan pelat basement
7. Pekerjaan pelat, balok dan kolom basement 4 sampai basement 1
8. Pekerjaan finishing basement 4 sampai basement 1.

Pada proyek yang sekarang dengan metode pelaksanaan bottom-up ,peneliti melihat ada beberapa kekurangan dari metode tersebut apabila dibandingkan dengan metode *Top Down* diantaranya :

1. Pekerjaan struktur basement baru bisa dimulai setelah semua pekerjaan persiapan terutama pekerjaan galian dan strutting horizontal selesai. Berbeda dengan metode *Top Down* pekerjaan struktur Basement 1 dapat langsung dikerjakan beriringan dengan galian basement 1 sampai basement 4 sehingga dapat memangkas waktu pekerjaan yang juga akan berpengaruh pada biaya pelaksanaan.

2. Pada Metode *Bottom Up* memerlukan Strutting baja horizontal sebanyak 4 layer berbeda dengan metode *Top Down* dengan memanfaatkan pekerjaan struktur yang mengikuti galian yang dapat berfungsi sekaligus sebagai penahan tebing Galian sehingga biaya pekerjaan strutting dapat di minimalkan.
3. Pada Metode *Bottom-up* kingpost yang tidak dijadikan kolom nantinya harus di bobok dan dibuang akantetapi pembobokan baru bisa dilakukan setelah struktur basement 4 sampai basement 1 selesai dikerjakan sehingga struktur basement dapat berfungsi sebagai pengganti strutting horizontal. Hal ini mengakibatkan pekerjaan pengecoran pelat dan balok basement harus di tinggal pada area kingpost sampai kingpost dapat di bobok sehingga menimbulkan banyak sekali lubang bekas *kingpost* pada pelat dan balok disetiap lantai Basement yang harus di selesaikan dan mengakibatkan beberapa masalah mutu yang di indikasi dapat menambah waktu dan biaya tambahan pada saat perapihan dan pemeliharaan cacat mutu.

Berdasarkan beberapa hal yang disebutkan di atas melatar belakangi peneliti untuk melakukan penelitian Pada pekerjaan basement *Gedung tentrem semarang*. Peneliti akan membandingkan metode *Bottom-up* dengan metode *Top-down* apabila diterapkan di proyek *Gedung Tentrem Semarang* maka dibuatlah penelitian yang berjudul **Analisa Perbandingan Biaya dan Waktu Metode *Top down* Dan *Bottom up* Pada Pekerjaan Basement Proyek Gedung Tentrem Semarang** berdasarkan Waktu dan biaya pengerjaan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, dapat dirumuskan masalah yang akan diteliti yaitu sebagai berikut :

1. Berapa waktu dan biaya yang diperlukan untuk pekerjaan basement *Proyek Gedung Tentrem Semarang* dengan metode *bottom up* dan metode *top down* ?

2. Manakah diantara metode *bottom up* dan *top down* yang lebih efektif dan efisien untuk diterapkan di pekerjaan struktur basement *Proyek Gedung Tentrem Semarang* ?
3. Berapa nilai *efektifitas* dan *efisiensinya* ?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak terlalu luas sehingga menyimpang dari tujuannya, maka permasalahan dibatasi sebagai berikut:

1. Penelitian dilaksanakan pada *Proyek Gedung Tentrem Semarang*.
2. Penelitian dikhususkan pada pekerjaan basement 1 sampai basement 4.
3. Penelitian ini meninjau dari segi waktu dan biaya pekerjaan struktur basement *Proyek Gedung Tentrem Semarang*.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang ada, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui waktu dan biaya yang dibutuhkan dalam pengerjaan struktur basement *Proyek Gedung Tentrem Semarang* dengan metode *Bottom up* dan metode *Top down*,
2. Untuk mengetahui penerapan metode dengan waktu paling efektif dan biaya yang paling efisien pada pengerjaan struktur basement *Proyek Gedung Tentrem Semarang*,
3. Untuk mengetahui nilai perbandingan *efektifitas* dan *efisiensi* dari penerapan metode *Bottom up* dan metode *Top down* pada pengerjaan struktur basement *Proyek Gedung Tentrem Semarang*.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari dilaksanakannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan referensi bagi *stake holder* dalam proyek konstruksi untuk menentukan metode pelaksanaan basement yang efektif dan efisien.
2. Memberikan tambahan wawasan mengenai penerapan metode *top-down* untuk mendapatkan pelaksanaan konstruksi yang efektif dan efisien tanpa mengurangi mutu yang direncanakan.
3. Berkontribusi dalam menambah ilmu pengetahuan dalam dunia konstruksi khususnya metode pelaksanaan yang dapat memberi dampak efisiensi dan optimasi biaya konstruksi .

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan proses penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Kajian pustaka terdiri dari studi literatur dan berbagai penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan masalah yang diteliti. Hasil penelitian ini akan dikembangkan menjadi sistem model yang akan menjadi dasar untuk menjawab permasalahan penelitian ini..

BAB III METODE PENELITIAN

Metode penelitian memuat uraian rinci mengenai metode dan teknik penelitian, teknik pengambilan sampel, responden penelitian, jenis dan sumber data, variabel penelitian dan cara pengukurannya, serta analisis data.

BAB. IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi karakteristik dan uraian tentang data yang dikumpulkan, hasil analisis dan pembahasan yang terkait.

BAB.V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan, serta saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya..



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Metode Konstruksi

Metode konstruksi merupakan prosedur atau cara yang digunakan untuk melaksanakan proyek konstruksi menjadi tepat waktu, tepat mutu dengan biaya sehemat mungkin. Metode konstruksi pada setiap proyek konstruksi dapat berbeda-beda, hal ini dapat dipengaruhi oleh karakteristik proyek konstruksi dan kondisi lapangan pada proyek tersebut.

Saat ini teknologi pelaksanaan konstruksi semakin maju baik dalam hal teknologi pada alat yang digunakan, teknologi bahan maupun dari metode kerja. Metode konstruksi *basement* yang biasa digunakan adalah metode konvensional yang disebut juga dengan metode *bottom-up*. Namun seiring semakin banyaknya bangunan dengan basement yang semakin dalam, untuk mempercepat waktu pelaksanaan pada pekerjaan basement maka diciptakan metode konstruksi *top-down*.

2.1.1 Metode Bottom Up

Dalam metode konvensional *bottom up* setelah konstruksi tiang pancang basement dan diaphragm wall, pekerjaan galian dilakukan sampai kedalaman yang diinginkan yang diikuti dengan pemasangan sistem strutting / bracing untuk menahan dinding basement selama penggalian dilakukan. Tergantung pada kedalaman penggalian, desain struktur mungkin memerlukan satu atau lebih lapisan strutting yang berbeda untuk memastikan sistem strutting memiliki kekuatan yang cukup untuk menahan tekanan tanah dan air tanah terhadap dinding penahan tanah (Basarkar, Kumar, and Mutgi n.d.)

Pada metode *bottom up*, pekerjaan galian dilaksanakan terlebih dahulu sampai dengan kedalaman yang direncanakan barulah pekerjaan struktur bisa

dikerjakan. *Raft foundation* dicor terlebih dahulu, kemudian struktur basement diselesaikan dari bawah ke atas (Asiyanto 2008).

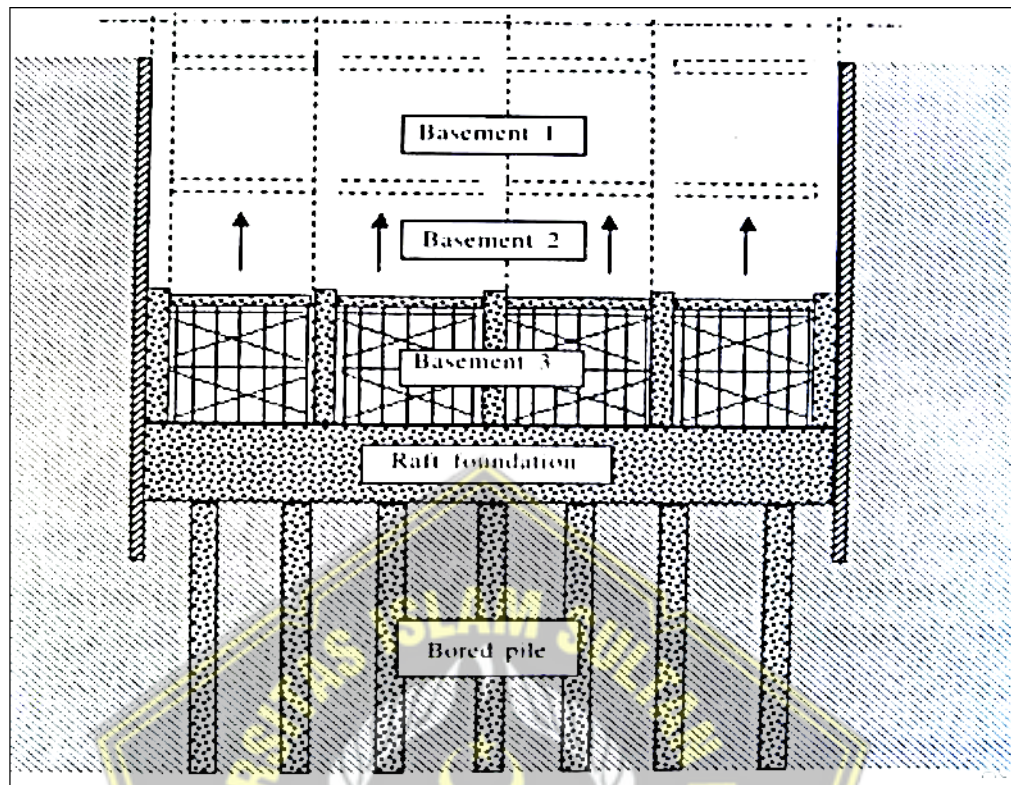
Setelah pekerjaan sistem strutting selesai dan galian sudah sampai pada level dasar pondasi, pekerjaan konstruksi pondasi dimulai dan dilanjutkan dengan konstruksi kolom dan pelat pada setiap tingkat basement. Selain itu, konstruksi bangunan atas dimulai seperti pekerjaan konstruksi pada umumnya.

Sistem strutting tersebut digunakan sebagai penahan sementara retainingwall pada basement, dan akan digantikan oleh balok dan pelat lantai yang akan berfungsi sebagai penahan lateral permanen dinding tersebut.

Urutan pekerjaan struktur basement dengan metode konstruksi *Bottom-up* secara garis besar adalah sebagai berikut :

1. Pekerjaan dinding penahan tanah
2. Pekerjaan Bored Pile
3. Pekerjaan galian tanah
4. Pekerjaan Pondasi Raft
5. Pekerjaan struktur kolom, balok dan plat lantai basement

Gambaran pekerjaan basement dengan menggunakan metode *bottom-up* dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Pekerjaan *Basement* dengan metode *Bottom-Up*
(Asiyanto 2008)

Metode *bottom-up* memiliki beberapa kelemahan dan kelebihan. Kelenahan metode *bottom-up* tersebut diantaranya adalah (Mistra 2012)

1. *Time schedule* pekerjaan menjadi panjang karena ada beberapa bagian awal pekerjaan yang tidak bisa dikerjakan karena harus menunggu penggalian basement selesai dilakukan, proses inilah yang membuat membuat jadwal pekerjaan basement menjadi panjang.
2. Ada biaya tambahan untuk pemasangan ground anchor. Hal ini dikarenakan kedalaman galian yang langsung mencapai dasar pile cap, sehingga keruntuhan tanah dari luar sangat besar. Tindakan keamanan umum adalah memasang jangkar tanah (*ground anchorage*) untuk mengurangi runtuhnya tanah.

3. Pekerjaan konstruksi berjalan lurus mulai dari bawah sampai atap (*bottom-up*) inilah yang dimaksud memperpanjang waktu pelaksanaan.
4. Sistem *dewatering* akan menyebabkan muka air di tanah turun secara signifikan. Dan berpindahnya air di dalam tanah (*drain*) dapat menyebabkan bangunan di sekitar proyek turun. Selain itu, proses ini juga mempengaruhi sumur masyarakat yang tinggal di sekitar proyek menjadi kering.
5. Ada biaya tambahan untuk finishing dinding basement.
6. Pelaksanaan pekerjaan pelat dan balok basement di lapangan membutuhkan banyak perancah (*bekisting*) yang membuat harganya menjadi sangat mahal.

2.1.2 Metode Top Down

Metode konstruksi *top-down* diselesaikan dengan cara melaksanakan pekerjaan struktur atas dan struktur basement pada waktu yang sama. Pekerjaan basement dilakukan dari atas ke bawah tanah. Selama proses penggalian basement, pelat basement ditopang dengan struktur kingpost yang disiapkan selama proses pekerjaan bored pile. (Thompson and Zadoorian 2008)

Metode top down dilaksanakan dengan mengerjakan pekerjaan dinding penahan tanah terlebih dahulu sebelum memulai pekerjaan galian. Dinding penahan tanah bisa berupa *diafragma wall* yang sekaligus difungsikan sebagai *cut off dewatering* dan sebagai dinding pada basement.

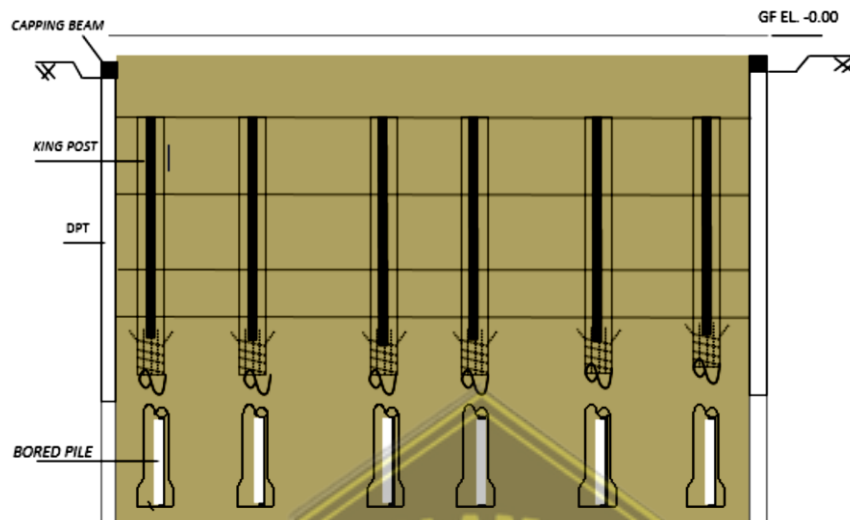
Metode *top down* dapat menghemat biaya dan durasi konstruksi dikarenakan pekerjaan struktur basement dilaksanakan beriringan dengan pekerjaan galian, selain itu metode *top down* memiliki kelebihan sangat stabil dari deformasi dikarenakan plat dan balok basement sekaligus berfungsi ganda sebagai strutting.

Dirangkum dari (Mistra 2012) Urutan kegiatan pekerjaan metode top-down yaitu:

1. Pekerjaan bored pile dan pemasangan king post
2. Pekerjaan dinding penahan tanah
3. Lantai basement 1, dicor diatas tanah dengan lantai kerja
4. Galian basement 1, dilaksanakan setelah beton basement 1 memiliki kekuatan yang cukup. Disediakan void dan ramp sementara untuk akses pembuangan tanah galian,.
5. Struktur lantai basement 2, di cor dengan bekisting di atas tanah.
6. Galian basement 2, dilaksanakan seperti galian basement 1, begitu seterusnya.
7. Pekerjaan cor fondasi raft.
8. Baja king post dicor, berfungsi sebagai kolom struktur permanen

2.1.2.1 Pekerjaan Dinding Penahan Tanah, Bored Pile Dan King Post

Pekerjaan dinding penahan tanah, pekerjaan bored pile dan pekerjaan kingpost dilakukan bersamaan sebelum galian tanah mulai dikerjakan. Sebelum pengeboran mulai dikerjakan *guidance wall* dipersiapkan terlebih dahulu untuk membuat rute dinding penahan tanah. Setelah konstruksi dinding penahan selesai, konstruksi dinding penahan akan dilanjutkan, tergantung pada jenis dinding penahan yang digunakan dalam proyek. Selain itu pekerjaan bored pile dan tiang utama dilakukan, pemasangan baja tiang utama dilakukan setelah penuangan bored pile selesai, tiang utama dimasukkan ke dalam lubang bored pile segera setelah pengecoran sebelumnya. beton mulai mengeras. seperti yang terlihat pada



Gambar 2.2 Konstruksi Bored Pile dan King Post

(Sumber : (Anggraini dan Sridewi Frimansyah 2015))

Menurut (Mistra 2012). Kekurangan metode konstruksi *Top-Down* diantaranya adalah :

1. Dibutuhkan peralatan berat yang khusus.
2. Dibutuhkan akurasi dan ketelitian yang lebih tinggi
3. Sumber daya manusia yang berpengalaman masih terbatas.
4. Dibutuhkan pengetahuan yang spesifik dalam pengendalian proyek.
5. Biaya dinding penahan tanah yang digunakan lebih mahal dibanding dengan sheet pile yang umum digunakan untuk metode *Bottom-Up*.

Sedangkan kelebihan metode konstruksi *Top-Down* ini diantaranya ialah sebagai berikut:

1. Gangguan terhadap lingkungan relatif rendah,
2. Durasi pelaksanaan dapat dipercepat,
3. Pekerjaan dapat dilakukan secara simultan,

4. Ruang gerak pada area galian lebih leluasa
5. Dapat memperkecil resiko teknis.
6. Lebih mudah dalam mengontrol mutu dinding penahan tanah.

2.1.2.2 Metode Penggalian Tanah

Pada struktur basement pekerjaan yang pertama kali dikerjakan adalah pekerjaan galian tanah. Ketika muka air tanah berada pada posisi daerah dangkal (diatas elevasi dasar galian) dan mulai mengganggu proses pekerjaan galian , maka diperlukan pekerjaan *dewatering*. Metode galian yang dipilih dapat dipengaruhi oleh hal hal sebagai berikut :

1. Struktur dan jenis tanah
2. Kedalaman Galian
3. Luas Lahan

Pada umumnya pekerjaan galian dibagi menjadi dua jenis yaitu :

2.1.2.2.1 Galian Terbuka Tanpa Penahan (*Open Excavation*)

Pada metode ini tanah langsung digali tanpa perkuatan pada tebing galian sehingga diperlukan slope, metode ini cocok untuk galian dengan lahan yang luas. Kemiringan slope yang dibutuhkan tergantung pada kondisi stabilitas tanah. Apabila kondisi tanah stabil kemungkinan galian dapat dilakukan dengan sloping yang tegak. Untuk menghindari kelongsoran pada slope galian akibat hujan dapat digunakan *short crete* (lapisan beton yang disemprotkan) atau dapat di tutup terpal atau plastik untuk mencegah erosi karena hujan. (Asiyanto 2008)

2.1.2.2.2 Galian Dengan Penahan

Pada lahan yang sempit atau struktur tanah yang tidak stabil , maka galian tanah memerlukan dinding penahan tanah. Dinding penahan tanah ini dikerjakan terlebih dahulu sebelum galian tanah dimulai. Struktur penahan tanah ini dapat

dibuat dengan pengeboran atau pemancangan yang berfungsi sebagai dinding penahan tanah (Asiyanto 2008). Struktur penahan galian ada 2 jenis yaitu

1. *Free Cantilever*

Struktur penahan tanah pada *free cantilever* ini berupa penahan tanah yang tertancap bebas tanpa disokong dan berfungsi sebagai kantilever sepenuhnya. Sistem ini memberi ruang yang bebas pada saat galian basement, karena tidak ada rintangan pada lubang galian, tetapi memerlukan struktur kantilever yang kuat. Untuk galian yang sangat dalam dan beban horizontal yang sangat besar dinding penahan tanah seperti ini memerlukan biaya yang besar karena dimensi struktur yang dibutuhkan cukup besar.

2. Dengan Penyokong

Struktur penahan tanah perlu strutting apabila struktur penahan tanah dengan *Free cantilever* memiliki dimensi yang terlalu besar dan biaya yang terlalu mahal. dilihat dari letak penyokongnya struktur penahan tanah dengan penyokong ada 2 cara yaitu penyokong luar galian dan penyokong dalam galian.

2.1.2.3 Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah (*retaining wall*) berfungsi sebagai penahan gaya horizontal tanah yang dapat mengakibatkan longsoran. Pada saat pekerjaan galian tanah menjadi tidak stabil sehingga diperlukan dinding penahan tanah yang sesuai. Pada pekerjaan *basement*.

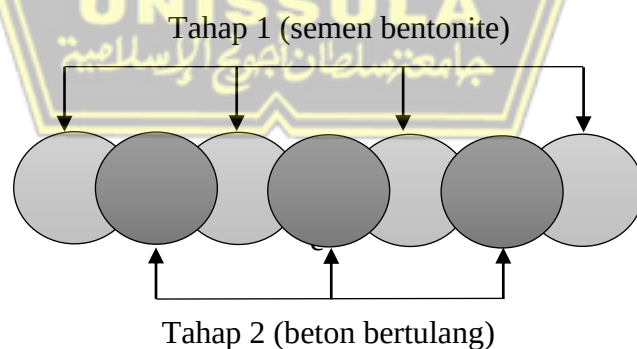
2.1.2.3.1 Diaphragm Wall

Diaphragm wall merupakan salah satu jenis dinding penahan tanah yang memiliki tiga fungsi yaitu : sebagai dinding penahan tanah galian *basement*, sebagai dinding permanen bagi *basement* dan cut off dewatering sistem pada saat pekerjaan galian *basement*. Dengan fungsi yang banyak tersebut, maka penggunaan *diaphragm wall* akan menjadi efisien (Asiyanto 2008).

2.1.2.3.2 Soldier pile

Soldier pile adalah alternatif lain untuk dinding penahan tanah. Soldier pile adalah pembuatan dinding penahan tanah melalui penggunaan tiang bor beton bertulang yang diselingi dengan tiang bor bentonit. Diameter tiang pancang tergantung kebutuhan bisa mencapai diameter 600 mm - 1000 mm. Antara satu soldier pile dan yang lainnya dihubungkan dengan capping beam. Capping beam adalah kepala soldier pile yang berfungsi menjadikan soldier pile satu dengan yang lainnya menjadi satu kesatuan. Berikut ini adalah tahapan pekerjaan soldier pile yaitu :

- 1 Tahap 1 : Bor dan cor tiang semen bentonite sedalam yang diperlukan.
- 2 Tahap 2 : Bor dan cor tiang beton bertulang, sedalam tiang semen bentonite. Tiang beton bertulang di cor diantara dua tiang semen bentonite, sehingga menggerus dua tiang bentonite yang bersebelahan membentuk dinding yang rapat. Ilustrasi gambar soldier pile dapat dilihat pada Gambar 2.7



Gambar 2.3 Soldier Pile

(Sumber : (Asiyanto 2008))

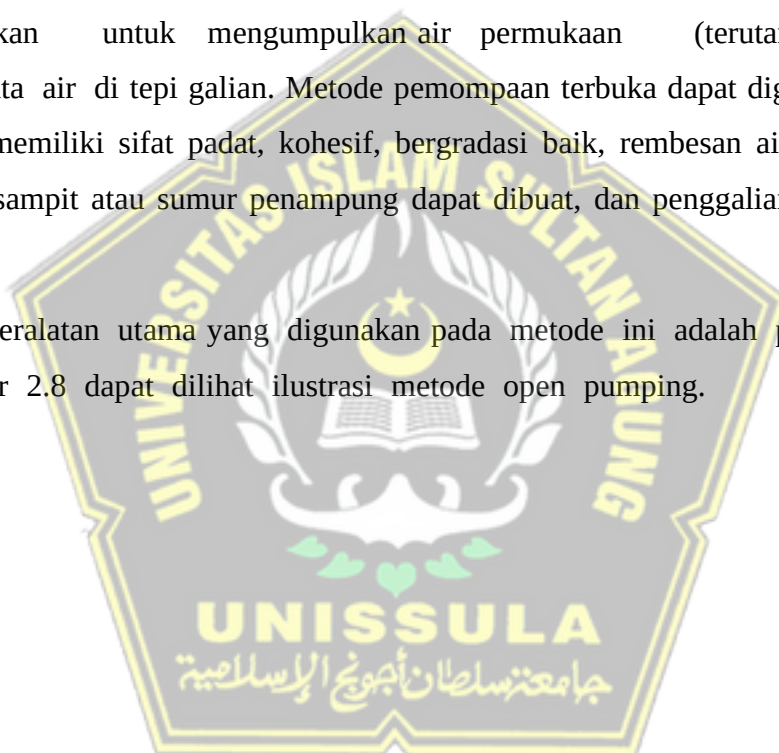
2.1.2.4 Dewatering

Dewatering atau pekerjaan pengurasan bertujuan untuk mengendalikan air (air tanah/ permukaan) agar pekerjaan konstruksi tidak terganggu atau terhambat oleh genangan air, terutama pada pekerjaan struktur yang berada di dalam tanah dan dibawah muka air. (Asiyanto 2010)

2.1.2.4.1 Open Pumping

Metode ini merupakan metode yang umum digunakan dimana kolektor digunakan untuk mengumpulkan air permukaan (terutama air hujan) dan mata air di tepi galian. Metode pemompaan terbuka dapat digunakan jika tanah memiliki sifat padat, kohesif, bergradasi baik, rembesan air tidak terlalu besar, sampit atau sumur penampung dapat dibuat, dan penggalian tidak terlalu dalam.

Peralatan utama yang digunakan pada metode ini adalah pompa. Pada Gambar 2.8 dapat dilihat ilustrasi metode open pumping.



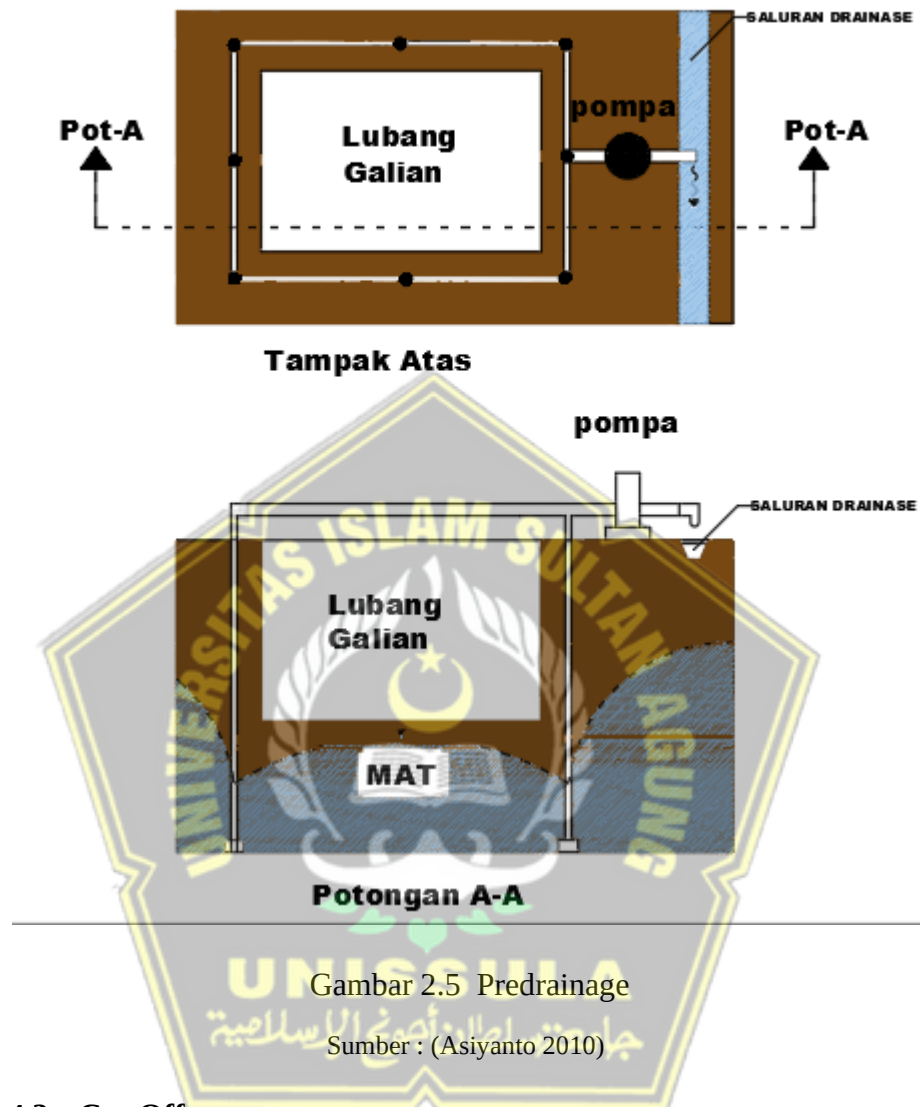


Gambar 2.4 Open Pumping

Sumber : (Asiyanto 2010)

2.1.2.4.2 Predrainage

Prinsip pengoperasian pra-drainase adalah menurunkan muka air sebelum pekerjaan penggalian dimulai. Metode pra-drainase dapat digunakan jika karakteristik tanah adalah tanah gembur, butiran seragam, batuan lunak dengan banyak rongga, debit rembesan cukup besar dan saluran drainase tersedia, kemiringan tanah sensitif terhadap erosi, atau mudah terjadi rotary slide, terjadi longsor, penurunan muka air tanah tidak mengganggu atau merusak bangunan disekitarnya. Ilustrasi metode pra-drainase dapat dilihat pada Gambar 2.9.



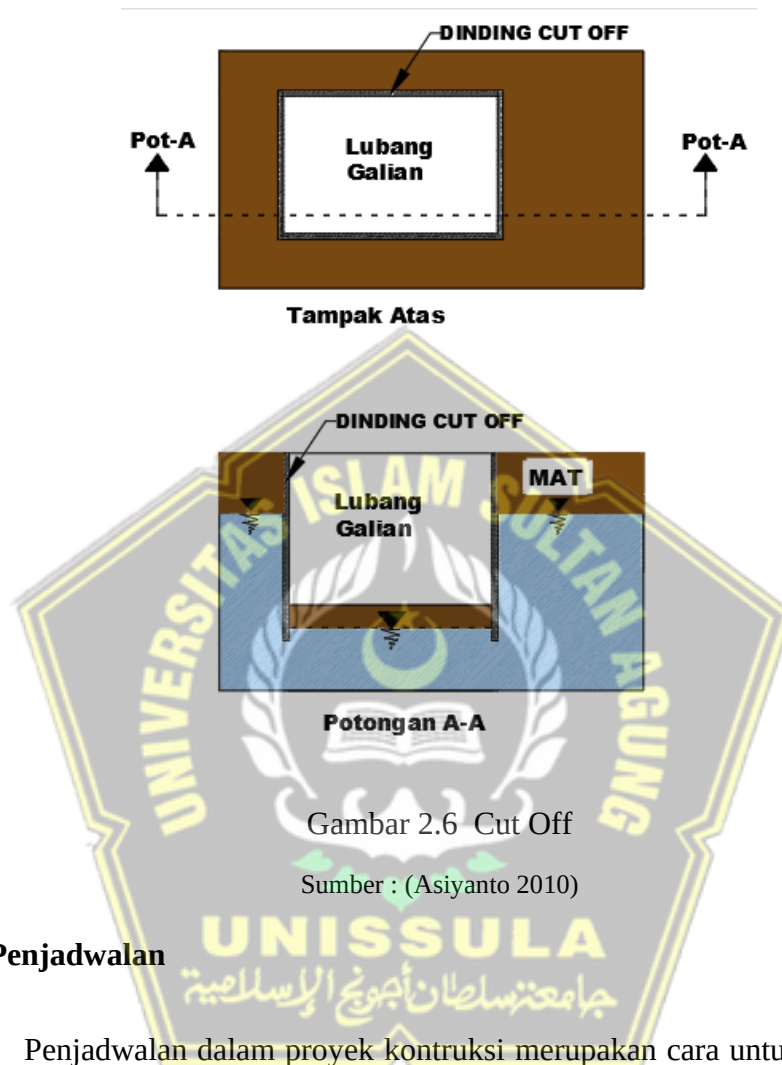
Gambar 2.5 Predrainage

Sumber : (Asiyanto 2010)

2.1.2.4.3 Cut Off

Prinsip kerja metode cut off adalah aliran air tanah dipotong dengan berbagai cara yaitu steel sheet pile, diafragma wall dan secant pile (Asiyanto 2008). Ketiganya merupakan dinding penahan, tetapi semuanya dapat bertindak sebagai penghalang aliran air tanah. Metode ini dapat digunakan jika dinding pemisah juga diperlukan sebagai dinding penahan tanah, bangunan di sekitar lokasi sensitif terhadap penurunan muka air tanah, dan drainase tidak tersedia. Bergantung pada kriteria atau persyaratan untuk memilih metode dewatering, perlu dilakukan

pengeboran sebelumnya untuk menentukan jenis tanah. dan muka air tanah . Ilustrasi metode pemotongan dapat dilihat pada Gambar 2.10.



2.2 Penjadwalan

Penjadwalan dalam proyek konstruksi merupakan cara untuk menentukan kegiatan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu proyek dalam urutan pekerjaan serta kerangka waktu tertentu, yang mana setiap kegiatan harus diselesaikan agar proyek selesai tepat waktu dengan biaya se efisien (Widiasanti and Lenggogeni 2014).

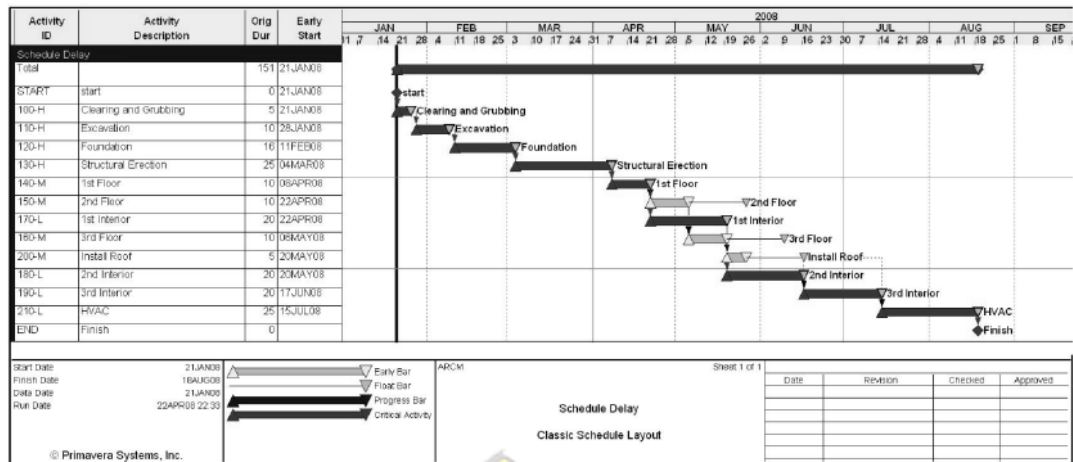
Berdasarkan penjadwalan dapat diketahui kapan item-item pekerjaan dimulai, berapa waktu pelaksanaan tiap pekerjaan, bagaimana hubungan antar pekerjaan, serta dapat diketahui apakah pekerjaan tersebut dapat ditunda atau tidak.

Penjadwalan dilakukan dengan cara menentukan urutan kapan aktivitas dimulai dan diselesaikan sehingga kebutuhan sumber daya dan biaya disesuaikan menurut kebutuhan dan waktu pelaksanaannya. Beberapa metode yang sering digunakan untuk merencanakan penjadwalan pada proyek konstruksi diantaranya network Planing dan Bar Chart.

2.2.1 *Barchart* (Diagram Balok)

Barchart Imerupakan sekumpulan aktivitas yang digambarkan dengan baris hirizontal. Waktu mulai dan selesai setiap kegiatan beserta durasinya ditunjukkan dengan menempatkan balok horizontal dibagian sebelah kanan dari setiap aktivitas. Perkiraan waktu mulai dan selesai dapat ditentukan dari skala waktu horizontal pada bagian atas bagan. Panjang dari balok menunjukan durasi dari setiap aktivitas dan biasanya aktivitas-aktivitas tersebut disusun berdasarkan kronologi pekerjaannya (Callahan, 1992) dalam (Widiasanti I. L., 2014). Dalam dunia konstruksi metode penjadwalan *Barchart* ini merupakan metode yang paling sering digunakan, akan tetapi metode ini memiliki kekurangan yaitu tidak menunjukan hubungan ketergantungan antara pekerjaan satu dengan pekerjaan lainnya.

Barchart dapat digunakan untuk menentukan jadwal kebutuhan tenaga kerja pada proyek konstruksi. Yang dimaksud dengan tenaga kerja disini adalah besarnya jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan bagian pekerjaan dalam satu kesatuan pekerjaan (Ibrahim, 2007) dalam (Widiasanti I. L., 2014) pada gambar adalah contoh *Barchart* dari sebuah proyek konstruksi :



Gambar 2.7 Contoh Barchart

Sumber : (Thorpe and Karan 2014)

2.2.2 Network Planning (Jaringan Kerja)

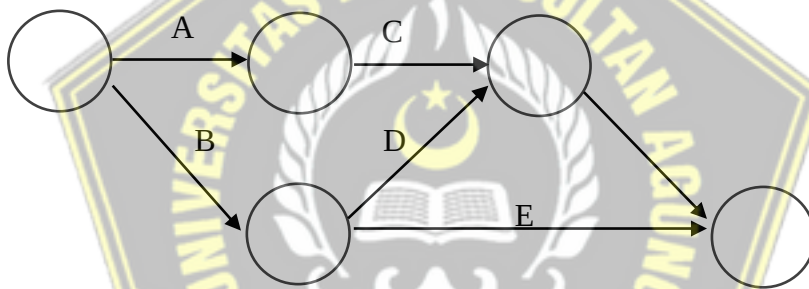
Network Planing merupakan metode penjadwalan yang berbentuk suatu jaringan yang terdiri dari serangkaian kegiatan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu proyek. Jaringan ini disusun berdasarkan urutan kegiatan tertentu dan menunjukkan hubungan yang logis antar kegiatan, hubungan timbal balik antara pembiayaan, dan waktu penyelesaian proyek (Pratiwi . A 2017). Jaringan kerja ini nantinya akan sangat membantu dalam penentuan kegiatan-kegiatan kritis serta akibat keterlambatan dari suatu kegiatan terhadap waktu penyelesaian keseluruhan proyek (Widiasanti and Lenggogeni 2014).

Menurut (Widiasanti and Lenggogeni 2014) Ada beberapa hal yang harus dilakukan terlebih dahulu dalam membuat metode jaringan kerja yaitu :

1. Menentukan aktivitas/kegiatan,
2. Menentukan durasi aktivitas/kegiatan,
3. Mendeskripsikan aktivitas/kegiatan
4. Menentukan hubungan yang logis antar aktivitas/kegiatan.

Berikut adalah contoh Network Planing Activity On Arrow:

<i>Activity</i>	<i>Predecessor Activity</i>
A	None
B	None
C	A
D	B
E	B
F	C,D



Gambar 2.8 Contoh Network Diagram AOA

Sumber : (Widiasanti I. L., 2014)

2.2.3 Produktivitas Pekerja

Cepat atau lambatnya suatu proyek sangat dipengaruhi oleh produktivitas pekerja proyek tersebut. Produktivitas bisa kita dapatkan dengan membagi volume pekerjaan yang telah terpasang dengan dengan jumlah *mandays* yang yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan sebesar volume tersebut. sehingga rumus produktivitas pekerja dapat dirumuskan sebagai berikut (Rostiyanti 2008) :

$$\text{Produktivitas pekerja} = \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{jumlah pekerja} \times \text{hari kerja}} \dots\dots\dots (2.1)$$

2.2.4 Produktivitas alat

Kinerja / produktivitas suatu alat sangat bergantung pada kinerja alat dan waktu siklus alat yang digunakan. Jadi, rumus dasar kinerja alat adalah (Rostiyanti 2008) :

$$\text{Produktivitas alat} = \frac{\text{Kapasitas}}{CT} \dots\dots\dots (2.2)$$

Pada umumnya *cycle time* alat ditetapkan dalam menit, sedangkan produktivitas alat dihitung dalam produksi/jam. Jika faktor efisiensi dimasukkan maka rumus diatas menjadi (Rostiyanti 2008):

$$\text{Produktivitas} = \text{Kapasitas} \times \frac{60}{CT} \times \text{efisiensi} \dots\dots\dots (2.3)$$

dimana : Produktivitas dalam (m, m2, m3, ton)/jam

Kapasitas dalam m, m2, m3, ton

Waktu siklus (CT) dalam menit

Cycle Time (CT) adalah waktu yang diperlukan suatu alat untuk menyelesaikan satu siklus kerja *Cycle Time* (CT) adalah waktu yang diperlukan suatu alat atau tindakan, dalam hal ini untuk menggali memuat, memindahkan, membongkar dan mengatur ulang. Waktu siklus memiliki beberapa unsur diantaranya (Rostiyanti 2008):

1. Waktu tunggu / *Spotting Time* (ST)
2. Waktu Pembongkaran / *Dumping Time* (DT)
3. Waktu Kembali / *Return Time* (RT)
4. Waktu Angkut / *Hauling Time* (HT)

5. Waktu Muat / *Loading Time* (LT)

Sehingga dari kelima variabel diatas waktu siklus/cycle time dapat dirumuskan sebagai berikut (Rostiyanti 2008) :

$$CT = RT + ST + HT + LT + DT \dots\dots\dots (2.4)$$

Waktu siklus/*cycle time* dapat juga dihitung dengan menggunakan rumus (Rostiyanti 2008):

$$Cycle Time = Fixed Time + Variable Time \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

Waktu tetap adalah waktu bongkar muat, parkir dan waktu lain yang tetap, atau dengan kata lain waktu tetap adalah waktu yang tidak dipengaruhi oleh jarak pengangkutan.

Variable time adalah waktu yang diperlukan alat untuk mengangkut material ke suatu lokasi dan kembali ke posisi semula.

Variable Time dapat dirumuskan sebagai berikut (Rostiyanti 2008):

$$Variable Time = \frac{Jarak Buang}{Kecepatan 1} + \frac{Jarak Kembali}{Kecepatan 2} \dots\dots\dots (2.6)$$

2.3 Perencanaan Biaya

Perencanaan biaya merupakan rangkaian langkah untuk perkiraan besarnya biaya dari sumber daya yang diperlukan oleh proyek, Langkah-langkah tersebut termasuk mempertimbangkan berbagai alternatif yang mungkin dalam mendapatkan biaya yang paling ekonomis bagi kinerja atau material. Hal ini

menyebabkan perencanaan biaya baru dapat diselesaikan bila telah tersedia perencanaan keperluan sumber daya (Widiasanti and Lenggogeni 2014)

2.3.1 Rencana Anggaran Biaya

Sebelum memulai suatu proyek konstruksi, perlu dilakukan evaluasi secara cermat mengenai biaya yang akan dikeluarkan untuk mengerjakan proyek tersebut, selanjutnya disebut sebagai “Rencana Anggaran Biaya” (RAB). Rencana anggaran biaya adalah perhitungan jumlah uang yang dibutuhkan untuk bahan dan upah serta biaya lain yang terkait dengan pelaksanaan konstruksi atau proyek. Rencana anggaran biaya bukan merupakan biaya yang sebenarnya, melainkan biaya yang dipakai kontraktor untuk menetapkan harga untuk penawaran. sehingga dalam pelaksanaan nantinya tidak menghaabiskan biaya yang melebihi penawaran dan bila memungkinkan biaya diupayakan kurang dari penawaran yang ditetapkan (Remi 2017)

Rencana anggaran biaya dihitung dengan mengalikan volume setiap jenis pekerjaan dengan harga satuan setiap pekerjaan, dan jumlah total pekerjaan dalam proyek konstruksi dihitung untuk mengetahui rencana anggaran biaya proyek secara keseluruhan. Harga suatu pekerjaan terdiri dari biaya material, biaya tenaga kerja dan biaya peralatan, dimana biaya ini termasuk biaya langsung proyek.

2.3.2 Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP)

Rencana anggaran pelaksanaan adalah suatu perencanaan tentang besarnya biaya yang dibutuhkan dalam pelaksanaan proyek konstruksi. Rencana anggaran pelaksanaan direncanakan dan digunakan sebagai pedoman agar pengeluaran biaya tidak melampaui batas anggaran yang disediakan, tetapi dapat tercapai kualitas mutu dan pekerjaan sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan dalam kontrak (Remi, 2017)

2.3.3 Biaya Langsung

Biaya langsung adalah biaya yang diperlukan langsung untuk mendapatkan sumber daya yang akan dipergunakan untuk penyelesaian proyek. Biaya langsung ini juga biasa disebut dengan biaya tidak tetap (*variable cost*) karena sifat biaya ini tipa bulannya jumlahnya tidak tetap, tetapi berubah-ubah sesuai dengan kemajuan pekerjaan. Biaya langsung adalah biaya-biaya yang dapat dihitung dengan akurat, yang termasuk biaya ini adalah biaya material, upah, peralatan dan perlengkapan (Hansen, Mowen, and Heitger 2017). Unsur-unsur yang termasuk dalam biaya langsung adalah:

1. Biaya Material

Biaya material adalah biaya pembelian material untuk mewujudkan proyek itu termasuk biaya transportasi, biaya penyimpanan serta kerugian akibat kehilangan atau kerusakan material. Harga material didapat dari survey di pasaran atau berpedoman dari indeks biaya yang dikeluarkan secara berkala oleh Departemen Pekerjaan Umum sebagai pedoman sederhana.

2. Biaya upah

Dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi, biaya upah dibedakan atas:

- a. Upah harian Besar : upah yang dibayarkan persatuan waktu, misalnya harian tergantung pada jenis keahlian pekerja, lokasi pekerjaan, jenis pekerjaan dan sebagainya.
- b. Upah borongan Besar : upah ini tergantung atas kesepakatan bersama antara kontraktor dengan pekerja atas suatu jenis item pekerjaan.
- c. Upah berdasarkan produktivitas : Besar jenis upah ini tergantung atas banyak pekerjaan yang dapat diselesaikan oleh pekerja dalam satu satuan waktu tertentu.

3. Biaya peralatan

Unsur-unsur biaya yang terdapat pada biaya peralatan adalah modal, biaya sewa, biaya operasi, biaya pemeliharaan, biaya operator, biaya mobilisasi, biaya demobilisasi dan lainnya yang menyangkut biaya peralatan.

4. Biaya sub-kontraktor

Biaya ini diperlukan bila ada bagian pekerjaan diserahkan/dikerjakan oleh sub-kontraktor. Sub-kontraktor ini bertanggung jawab dan dibayar oleh kontraktor utama.

2.3.4 Biaya tidak Langsung (*Overhead*)

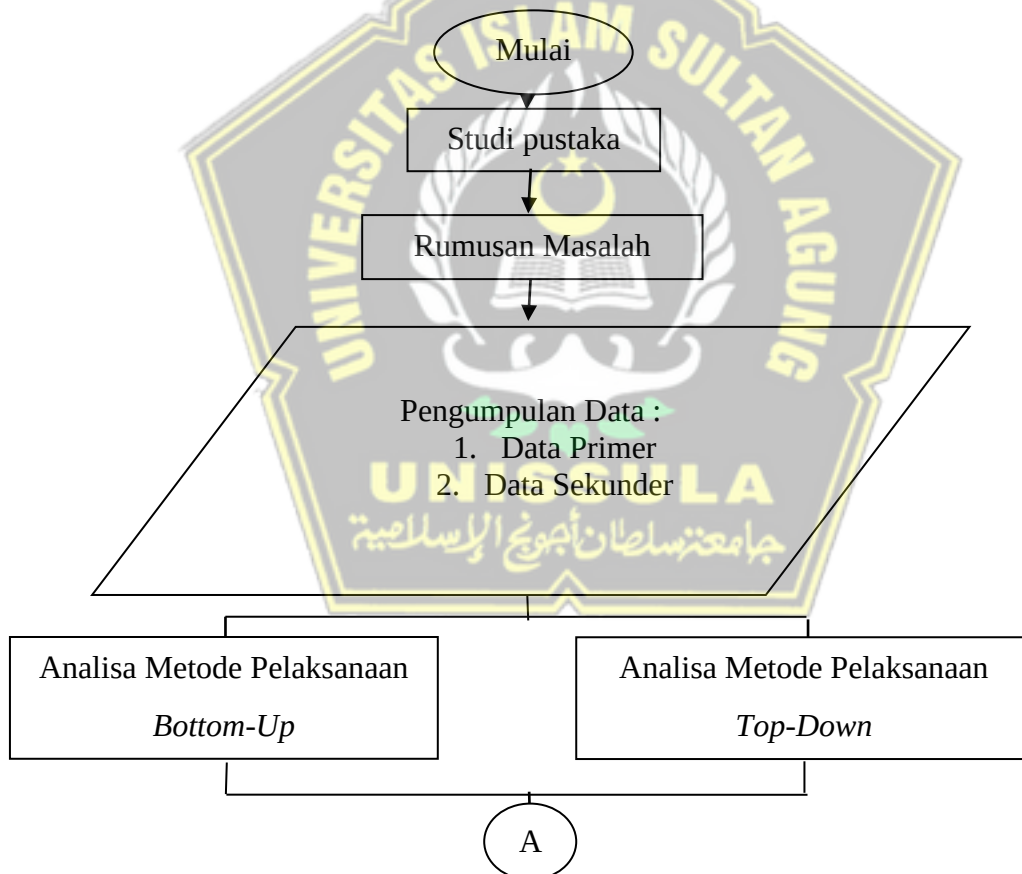
Biaya *Overhead* adalah biaya-biaya yang tidak dapat dialokasikan secara spesifik sebagai biaya item pekerjaan. Biasanya biaya *overhead* ini dinyatakan dalam bentuk presentase dan di distribusikan kedalam beberapa atau keseluruhan item pekerjaan di dalam Rencan Anggaran Biaya (Hansen, Mowen, and Heitger 2017). Biaya *over head* ini tidak ditentukan oleh volume pekerjaan, akan tetapi tergantung pada durasi waktu pekerjaan . biaya tidak langsung akan semakin besar apabila durasi pekerjaan semakin lama dikarenakan biaya untuk membayar gaji pegawai, biaya umum seperti sewa kantor dan keamanan lingkungan dan lain lain.

BAB 3

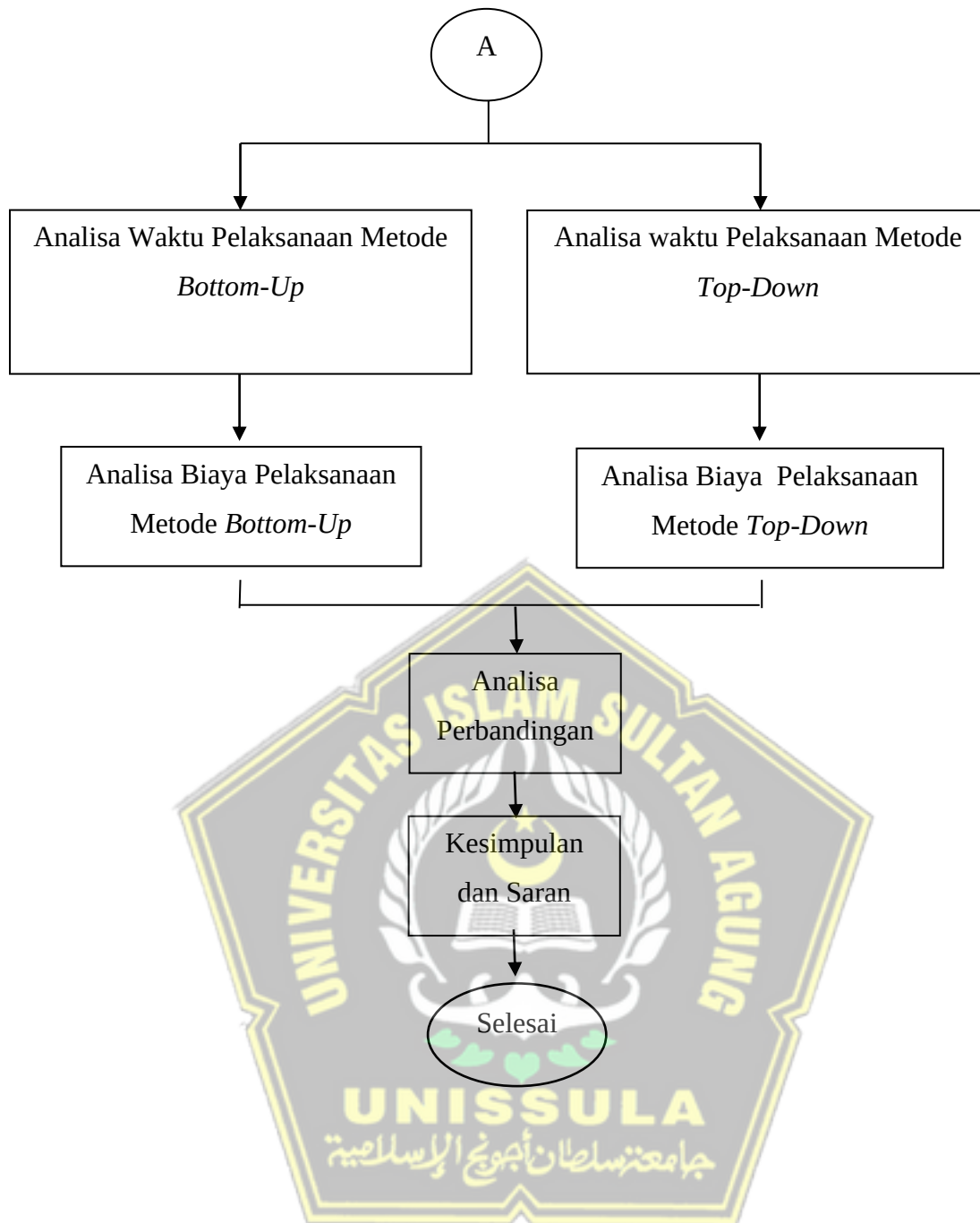
METODOLOGI

3.1 Konsep Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa bagaimana dampak antara penggunaan metode konstruksi *Bottom-Up* dengan metode konstruksi *Top-Down* dengan tinjauan pekerjaan Basement Proyek Gedung Tentrem Semarang dimana pada proyek yang sekarang menggunakan metode *Bottom-Up*. Untuk lebih rinci dan jelas dan rinci mengenai tahapan pelaksanaan penelitian maka dibuat diagram alir (*flow chart*) metodologi pada gambar 3.1



Gambar 3.1 Bagan Alur Penelitian



Gambar 3.2 Bagan Alur Penelitian (lanjutan)

3.2 Jadwal Penelitian

Pelaksanaan dan jadwal penelitian ini perlu dipaparkan karena waktu yang dibutuhkan untuk pelaksanaan kegiatan cukup panjang, sehingga dengan penjadwalan ini diharapkan dapat memberikan kendali atau kontrol bagi peneliti supaya dapat selesai sesuai dengan waktu yang diharapkan.

1. Mencari data, referensi, dan literatur yang mendukung dalam penulisan tugas akhir,
2. Mengolah dan mempelajari referensi ataupun penelitian-penelitian sebelumnya,
3. Konsultasi dan diskusi bersama dengan Dosen pembimbing,
4. Mengumpulkan data yang dibutuhkan dalam penelitian ,
5. Menganalisis data,
6. Melakukan penulisan tugas akhir.

Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Tugas Akhir

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	17	24	Aug '22	31	07	14	21	28	Sep '22	04	11	18	25	Oct '22	02	09	16	23	30	Nov '22	06
0	JADWAL PENELITIAN TESIS	67 days	Mon 01/08/22	Tue 01/11/22																					
1	1 Observasi Dan Pengumpulan Data	15 days	Mon 01/08/22	Fri 19/08/22																					
2	2 Analisis data	7 days	Mon 22/08/22	Tue 30/08/22																					
3	3 Penyusunan Laporan	28 days	Wed 31/08/22	Fri 07/10/22																					
4	3.1 Bab 4	7 days	Wed 31/08/22	Thu 08/09/22																					
5	3.2 Revisi Bab 4	7 days	Fri 09/09/22	Mon 19/09/22																					
6	3.3 Bab 5	7 days	Tue 20/09/22	Wed 28/09/22																					
7	3.4 Revisi Bab 5	7 days	Thu 29/09/22	Fri 07/10/22																					
8	4 Seminar Hasil Tesis	1 day	Mon 10/10/22	Mon 10/10/22																					
9	5 Revisi Seminar Hasil	7 days	Tue 11/10/22	Wed 19/10/22																					
10	6 Ujian Tesis	1 day	Thu 20/10/22	Thu 20/10/22																					
11	7 Revisi Tesis	7 days	Fri 21/10/22	Mon 31/10/22																					
12	8 Pengumpulan Tesis	1 day	Tue 01/11/22	Tue 01/11/22																					

3.3 Data Penelitian

Dalam penelitian ini data-data diperlukan sebagai acuan dalam pelaksanaan laporan penelitian. Data yang diperlukan diklasifikasikan kedalam dua jenis data, yaitu :

3.3.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang didapat dari sumber pertama bisa dengan wawancara langsung maupun dengan observasi langsung dilapangan. Data primer dapat berupa wawancara langsung terhadap pihak yang terkait dalam proyek tersebut, seperti pengawas MK, quantity surveyor dan chief supervisor proyek . Hal ini dilakukan untuk memperoleh data-data pendukung dalam penelitian. Hasil yang didapat dari data primer adalah:

1. Data produktivitas pekerjaan,
2. Data jumlah dan jenis alat berat,
3. Alur pekerjaan.

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data pendukung yang digunakan dalam penelitian ini baik dari lapangan maupun dari studi literatur. Data sekunder digunakan untuk menghitung volume pekerjaan, menghitung biaya total pekerjaan dan menghitung produktivitas pekerjaan. Hasil yang didapat dari data sekunder adalah:

1. Gambar Kerja,
2. Rencana Anggaran Biaya (RAB) ,
3. Analisa harga satuan pekerjaan,
4. Master Schedule dan Kurva S.

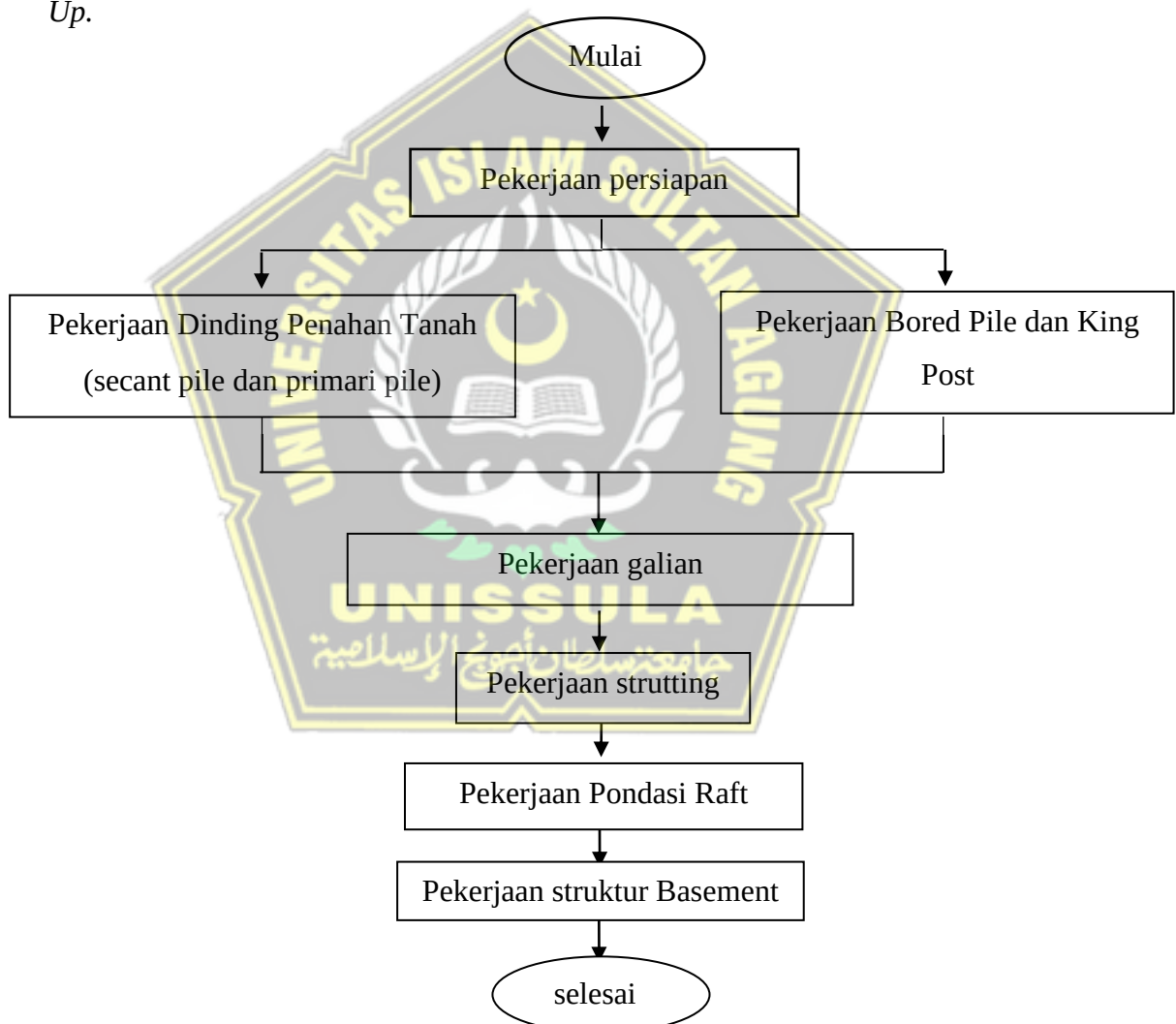
3.4 Analisa Metode Pelaksanaan

Tahapan analisis data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.4.1 Analisa Metode Pelaksanaan *Bottom-Up*

Pada pelaksanaan metode *bottom-up* pekerjaan dimulai dari penggalian tanah sesuai dengan kedalaman rencana sekaligus pekerjaan perkuatan tebing galian baru dilakukan pekerjaan konstruksi pondasi kemudian dilanjutkan pekerjaan struktur *basement* diselesaikan dari *basement* paling bawah ke atas sampai ke atap gedung.

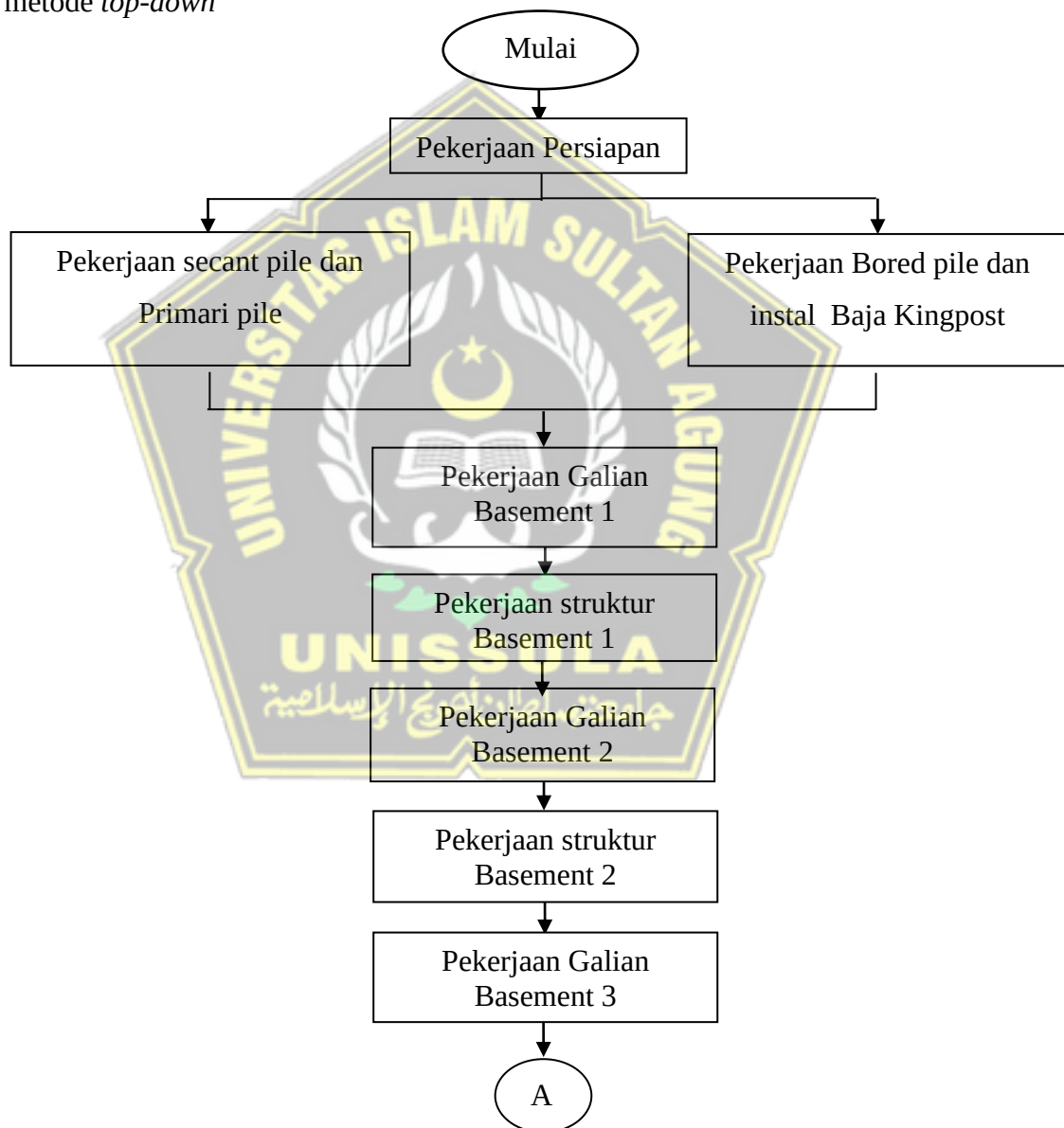
Gambar 3.3 merupakan bagan alir urutan pekerjaan pada metode *Bottom-Up*.



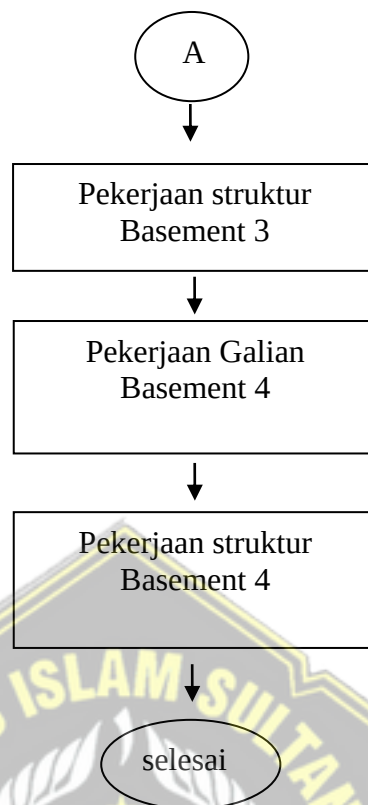
Gambar 3.3 Diagram Alir Metode *Bottom up*

3.4.2 Analisa Metode Pelaksanaan *Top-Down*

Pada metode konstruksi *top-down*, pekerjaan konstruksi *slab*, balok dan kolom pada *basement* dilakukan beriringan dengan galian, sehingga *slab* pada *basement* sekaligus berfungsi sebagai strutting/penahan tebing galian. Pada saat yang bersamaan pekerjaan struktur atas bisa dilakukan sehingga waktu pekerjaan bisa lebih singkat. Pada gambar 3.4 menggambarkan diagram alir pekerjaan metode *top-down*



Gambar 3.4 Diagram Alir Metode *top-down*



Gambar 3.5 Diagram Alir Metode *top-down* (Lanjutan)

3.5 Analisa Waktu

Analisa waktu dalam penelitian ini menggunakan aplikasi *software Microsoft Project* yang didasarkan pada data primer dan data sekunder yang di dapat dari proyek. Langkah langkah yang dilakukan dalam penjadwalan adalah :

1. Mengidentifikasi pekerjaan proyek dan membuat *Work Breakdown Structure*,
2. Menyusun hubungan ketergantungan antar pekerjaan , menentukan kegiatan mana yang terlebih dahulu dan kegiatan mana yang mengikuti kegiatan yang lain.
3. Menetapkan perkiraan waktu tiap kegiatan,
4. Menginput *WBS*, durasi pekerjaan dan hubungan antar kegiatan kedalam *Microsoft Project* untuk dihitung secara otomatis durasi total pelaksanaan proyek.

3.6 Analisa Biaya Pelaksanaan

Analisa biaya pelaksanaan adalah perhitunga harga suatu pekerjaan konstruksi dengan menghitung semua biaya yang diperkirakan perlu di keluarkan untuk pelaksanaan suatu proyek konstruksi mulai dari upah pekerja, harga material dan biaya alat yang digunakan. Perhitungan diawali dengan mengidetifikasi item pekerjaan yang akan dikerjakan. Biaya setiap item pekerjaan didapatkan dengan mengalikan harga satuan pekerjaan dengan volume setiap item pekerjaan, kemudian dilakukan rekapitulasi menjadi biaya total pelaksanaan pekerjaan atau disebut sebagai Rencana Anggaran Biaya (RAB). Secara umum perhitungan biaya pelaksanaan setiap pekerjaan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Biaya per-item pekerjaan} = \text{Volume Pekerjaan} \times \text{Harga Satuan Pekerjaan} \quad (3.1)$$

Sedangkan untuk biaya total pelaksanaan :

$$\text{Biaya Total Pelaksanaan} = \sum \{ \text{biaya semua item pekerjaan} \} \quad \dots\dots (3.2)$$

3.6.1 Menghitung Biaya Penggunaan Alat Berpat

Perhitungan biaya selama pekerjaan berlangsung dapat dihitung berdasarkan biaya sewa dengan menggunakan rums sebagai berikut. (Rostiyanti 2008) :

$$\text{Biaya Total} = \left\{ \frac{V_t}{n \times TP} \right\} \times \text{Biaya Sewa/Jam} \quad \dots\dots\dots (3.3)$$

Dimana : V_t = Volume pekerjaan (m,m2,m3,ton)

n = jumlah unit

TP = produktivitas alat per jam

Sedangkan untuk biaya sewa dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Biaya sewa/jam} = \text{biaya sewa alat/jam} + \text{upah operator / jam} + \text{biaya bahan bakar dan pelumas/jam} \dots\dots\dots (3.4)$$

Untuk menghitung produktivitas alat memiliki rumus dasar sebagai berikut (Rostiyanti 2008) :

$$\text{Produktivitas} = \text{Kapasitas} \times \frac{60}{CT} \times \text{efisiensi} \dots\dots\dots (3.5)$$

1. *Excavator*, Produktivitas excavator dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Rostiyanti 2008) :

$$TP = \frac{KB \times BF \times 60 \times FK}{CT} \dots\dots m^3/\text{jam} \dots\dots\dots (3.6)$$

dimana : KB = kapasitas blade
 BF = blade factor
 FK = efisiensi kerja
 CT = cycle time (menit)

2. *Dump Truck*. Produktivitas dump truk dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Rostiyanti 2008):

$$\text{Produktivitas} = q \times \frac{60}{CT} \times E \dots\dots\dots (3.7)$$

dimana : q = kapasitas angkut bucket truck
 E = efisiensi waktu kerja (waktu kerja efektif/60)
 CT = cycle time

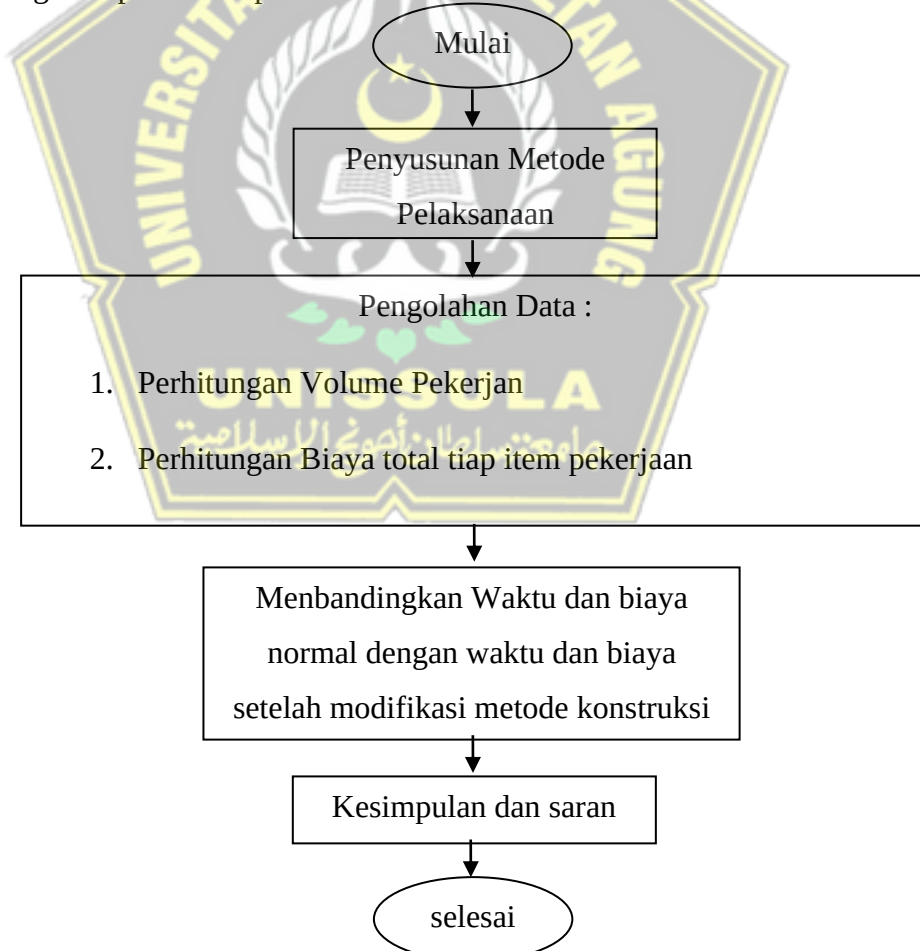
3. *Buldozer*, Produktivitas dozer dapat ditentukan oleh ukuran blade, jarak tempuh dan kemampuan traktor. Produktivitas ditentukan dari volume tanah yang dipindahkan dalam satu siklus dan jumlah siklus dalam 1 jam

pengoperasian. Produktivitas buldozer dapat dihitung dengan runus sebagai berikut (Rostiyanti 2008) :

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{lebar cut (m)} \times \text{kecepatan} \left(\frac{\text{km}}{\text{jam}} \right) \times \text{efisiensi}}{10} \quad (\text{ha/jam}) \dots (3.8)$$

3.7 Analisa Perbandingan

Setelah analisa kedua metode konstruksi dilakukan kemudian didapatkan waktu pelaksanaan dan biaya total pelaksanaan pada masing-masing metode , selanjutnya dibandingkan waktu dan biaya yang dari kedua metode untuk mengetahui metode manakah yang paling efektif dan efisien. Tahapan Analisa perbandingan dapat dilihat pada Gambar 3.6



Gambar 3.6 Tahapan Analisa perbandingan

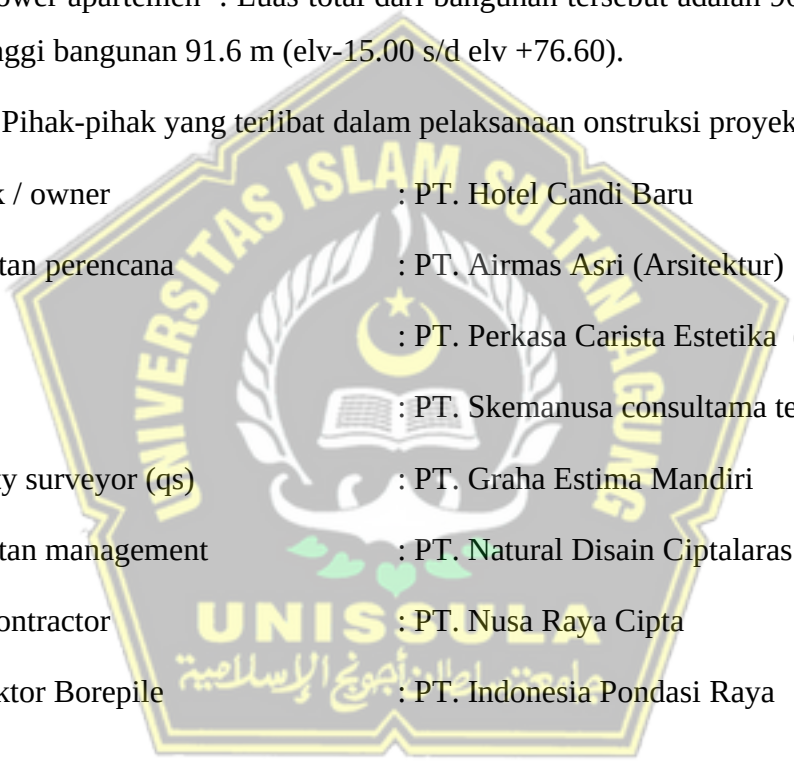
BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Umum Proyek

Gedung Tentrem Semarang yang terletak di Jalan Gajahmada Semarang ini terdiri dari 4 lantai basement, 6 lantai podium dan 11 lantai tower hotel dan 11 lantai tower apartemen. Luas total dari bangunan tersebut adalah 90,148 m² dan total tinggi bangunan 91.6 m (elv-15.00 s/d elv +76.60).

Pihak-pihak yang terlibat dalam pelaksanaan konstruksi proyek ini adalah :



Pemilik / owner	: PT. Hotel Candi Baru
Konsultan perencana	: PT. Airmas Asri (Arsitektur)
	: PT. Perkasa Carista Estetika (Struktur)
	: PT. Skemanusa consultama teknik (ME)
Quantity surveyor (qs)	: PT. Graha Estima Mandiri
Konsultan management	: PT. Natural Disain Ciptalaras
Main contractor	: PT. Nusa Raya Cipta
Kontraktor Borepile	: PT. Indonesia Pondasi Raya

Potongan Gambar gedung dapat dilihat pada Gambar 4.1. Metode konstruksi yang dipakai dalam proyek ini adalah metode *bottom up*.



Gambar 4.1 Gambar Potongangedung Tentrem Semarang

Elevasi galian basement pada proyek ini mencapai elevasi – 17.5 meter. Sistem galian tanah yang dilakukan adalah galian dengan penahan strutting Horizontal dikarenakan pekerjaan basement proyek ini dilakukan pekerjaan galian sampai kedalaman dasar pondasi dahulu, sehingga memerlukan dinding penahan tanah yang cukup kuat.

4.1.1 Data Primer

Data primer dalam penelitian ini didapat dengan pengamatan lapangan selama penulis terlibat di dalam pelaksanaan proyek dan wawancara secara langsung dengan chief supervisor dan estimator dari pihak main kontraktor pada tanggal 7 juni 2022 serta pengawas dari pihak management konstruksi pada 9 juni 2022 sehingga didapatkan data data pendukung penelitian di antaranya :

1. Alur pengerjaan pondasi bore pile dan secant pile (lampiran 1 dan 2)
2. Tahapan pekerjaan struktur basement (gambar 4.2)
3. Jumlah dan jenis alat berat yang digunakan (Lampiran 3)
4. Produktivitas pekerjaan (lampiran 3 dan 4)

4.1.2 Data Sekunder

Data sekunder sangat diperlukan dalam penelitian ini yang nantinya akan diolah sebagai dasar dalam analisis biaya maupun analisis waktu. Data sekunder yang berhasil dikumpulkan diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Gambar Kerja Struktur Basement , (Lampiran 5)
2. Data Volume pekerjaan Struktur Basement Tabel 4.1 ,
3. Analisa harga satuan pekerjaan Struktur Basement , (Lampiran 7)
4. Master Schedule dan Kurva S pekerjaan Struktur Basement (Lampiran 8)

4.1.2.1 Data Volume Pekerjaan Struktur Basement

Data volume pekerjaan struktur basement gedung tentrem yang dapat dikumpulkan oleh peneliti dapat dilihat Pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Volume Pekerjaan Struktur Basement gedung Tentrem

NO.	URAIAN PEKERJAAN (1)	QUANTITY	SATUAN
I	Striping / Perataan tanah / Pembersihan Lokasi	11.410,00	m2
II	PEKERJAAN SECONDARY PILE		
	Pengeboran Secondary Pile	10.296,00	m'
	Pengecoran Secondary Pile	6.264,67	m3
III	PEKERJAAN PRIMARY PILE		
	Pengeboran Primary Pile	10.296,00	m'
	Pembesian primary Pile	490.527,39	kg
	Pengecoran Primary Pile	6.264,67	m3
IV	PEKERJAAN PENGEBORAN & PENGECORAN BORE PILE		
	Pengeboran Bored Pile	30.249,00	m'
	Pembesian Bored Pile	1.424.999,146	kg
	Pengecoran Bored Pile	14.959,466	m3
V	PEKERJAAN PENGEBORAN & PENGECORAN KING POST		
	Pengeboran king post	2.473,50	m'
	Pembesian king post	118.423,58	kg
	Pengecoran king post	1.243,82	m3
VI	PEKERJAAN CAPING BEAM		
	Bekisting Capping Beam	558,61	m2
	Besi Capping Beam	19.342,80	kg
	Beton Capping Beam	272,40	m3
VII	PEKERJAAN GALIAN	111.712,00	m3
VIII	BUANG TANAH GALIAN	111.712,00	M3
VIX	PEKERJAAN DEWATERING	1,00	Ls
X	PEKERJAAN STRUTTING	3.453.024,80	kg

NO.	URAIAN PEKERJAAN (1)	QUANTITY	SATUAN
XI	PEKERJAAN PLAT BASEMENT 4, FONDASI RAFT DAN PILE CAP		
	Lantai kerja tebal 5 cm pada 'bawah plat lantai B4, Pile Cap dan Balok BS-1	371,04	m3
	Pekerjaan Bekisting batako	406,74	m2
	Bekisting Precast Basement 4	1.895,19	m2
	Bekisting Biasa pada Retaining wall Luar Basement 4	92,00	m2
	Bekisting fair face pada retaining wall	4.447,84	m2
	Bekisting kolom , core wall , tangga, dan Ramp	6.596,23	m2
	Pembesian pile cap dan plat	1.477.913,37	kg
	Pembesian kolom corewall dan tangga	459.750,60	kg
	Pekerjaan cor plat dan pilecap basement 4	11.660,60	m3
	pekerjaan cor kolom, corewall, tangga dan Ramp basement 4	1.983,10	m3
XII	LANTAI BASEMENT 3		
	bekisting plat basement 3	8.472,55	m2
	bekisting kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 3	2.821,25	m2
	pembesian plat basement 3	420.867,70	kg
	pembesian kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 3	240.203,90	kg
	pengecoran plat basement 3	2.088,01	m3
	pengecoran kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 3	673,78	m3
XIII	LANTAI BASEMENT 2		
	bekisting plat basement 2	7.845,89	m2
	bekisting kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 2	3.901,05	m2
	pembesian plat basement 2	417.746,29	kg
	pembesian kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 2	228.900,30	kg
	pengecoran plat basement 2	2.157,76	m3
	pengecoran kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 2	792,50	m3
XIV	LANTAI BASEMENT 1		
	bekisting plat basement 1	8.764,82	m2
	bekisting kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 1	4.788,44	m2
	pembesian plat basement 1	446.856,19	kg
	pembesian kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 1	321.508,30	kg
	pengecoran plat basement 1	2.226,65	m3
	pengecoran kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 1	1.019,70	m3
XV	LANTAI GROUND FLOOR		
	bekisting plat Ground Floor	11.185,35	m2
	pembesian plat Ground Floor	306.761,35	kg
	pengecoran Plat Ground Floor	1.711,67	m3
XVI	Pekerjaan Bobok kepala borepile	735,00	titik

4.1.2.2 Data Produktivitas Pekerjaan

Data produktivitas masing-masing pekerjaan struktur basement gedung tentrem yang disusun berdasarkan hasil wawancara pada lampiran 3 dan lampiran 4, serta schedule mingguan pada lampiran 5 yang disusun. dapat dilihat Pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Produktivitas Pekerjaan Struktur Basement

NO.	URAIAN PEKERJAAN	PRODUKTIVITAS	SATUAN
1	Striping / Perataan tanah / Pembersihan Lokasi	1630	m2/hari
2	Pengeboran Bored Pile	287	m'/hari
3	Pembesian Bored Pile	13.670	kg/hari
4	Pengecoran Bored Pile	133	m3/ hari
5	Instal Baja Kingpost	18.662	kg/hari
6	Bekisting Caping Beam	18	m2/hari
7	Besi Caping Beam	667	kg/hari
8	Beton Capping Beam	17	m3/ hari
9	Pekerjaan Galian	691,0	m3/hari
10	Bekisting plat lantai	560	m2/hari
11	Besi plat lantai	13.100	kg/hari
12	Pengecoran plat lantai	240	m3/hari
13	Bekisting kolom , core wall , tangga, dan Ramp	196	m2/hari
14	Besi kolom , core wall , tangga, dan Ramp	13.100	kg/hari
15	Pengecoran kolom , core wall , tangga, dan Ramp	192	m3/hari
16	Bobok kepala borepile	20	titik/hari
17	Lantai kerja tebal 5 cm pada 'bawah plat lantai B4, Pile Cap dan Balok BS-1	13	m3/hari
18	Bekisting batako pada pile cap	70	m2/hari
19	Bekisting Precast Pada Pile cap	53	m2/hari
20	Bekisting Biasa pada Caping Beam dan Retaining wall Luar	18	m2/hari
21	Bekisting fair face pada retaining wall	196	m2/hari
22	Pekerjaan Bobok Kepala Bored Pile	20	Titik/hari
23	Pekerjaan Bobok King Post	4	Titik/hari
24	Pekerjaan Pengecoran Lubang bekas King Post	10	Titik/hari

4.1.2.3 Data Waktu dan Biaya Pengerjaan Proyek

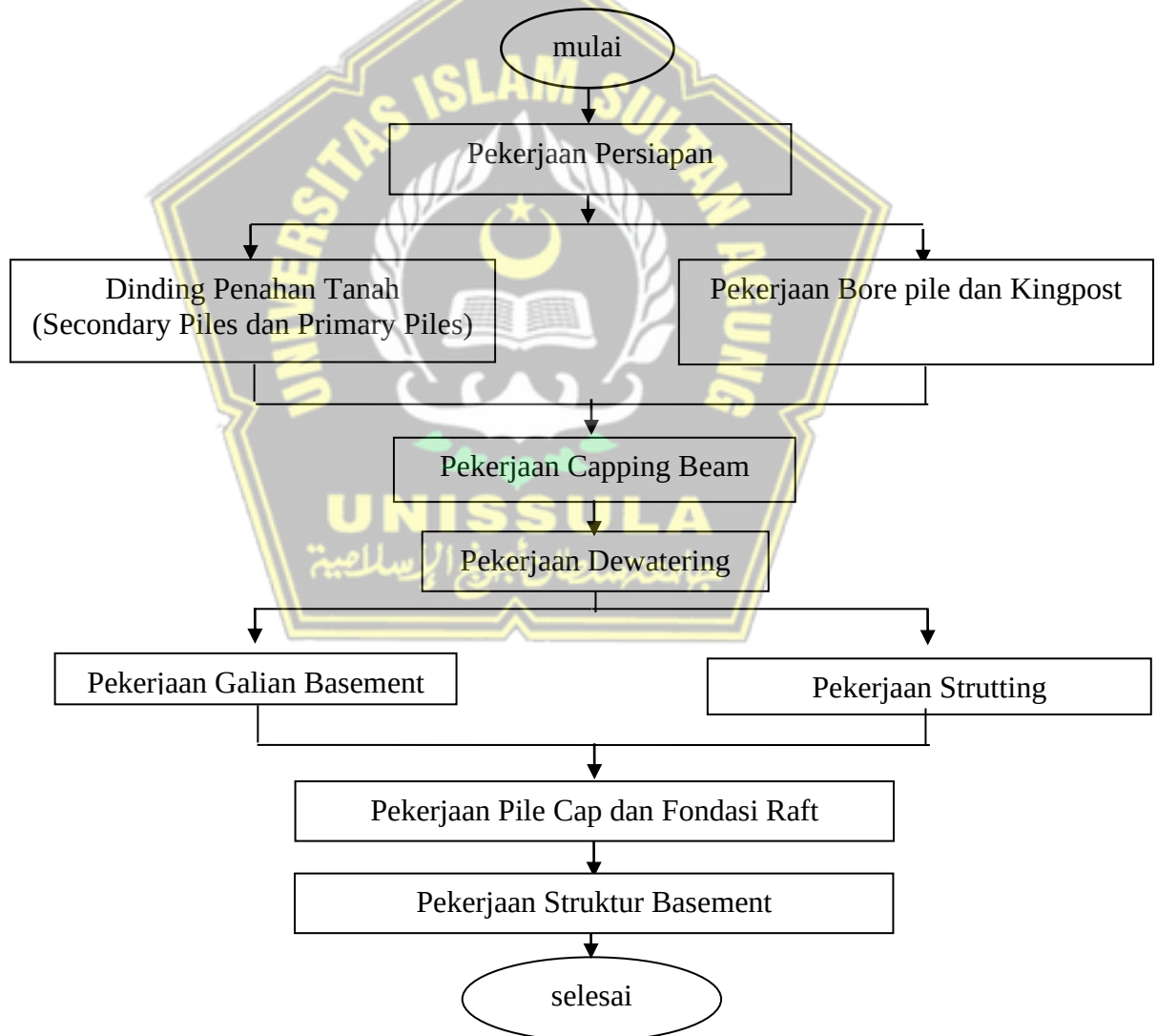
Waktu pengerjaan basement gedung tentrem sesuai dengan pelaksanaan lapangan berdasarkan data *master schedule* pada lampiran 7 adalah 787 hari sedangkan biaya yang diperlukan untuk mengerjakanya adalah 256.442.748.532

4.2 Metode Pelaksanaan

Metode pelaksanaan yang akan dibandingkan pada peneliti ini metode *bottom-up* dan metode *top down* dilihat dari waktu dan biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan struktur basement pada Proyek Gedung Tentrem Semarang.

4.2.1 Data Metode Pelaksanaan *Bottom-Up*

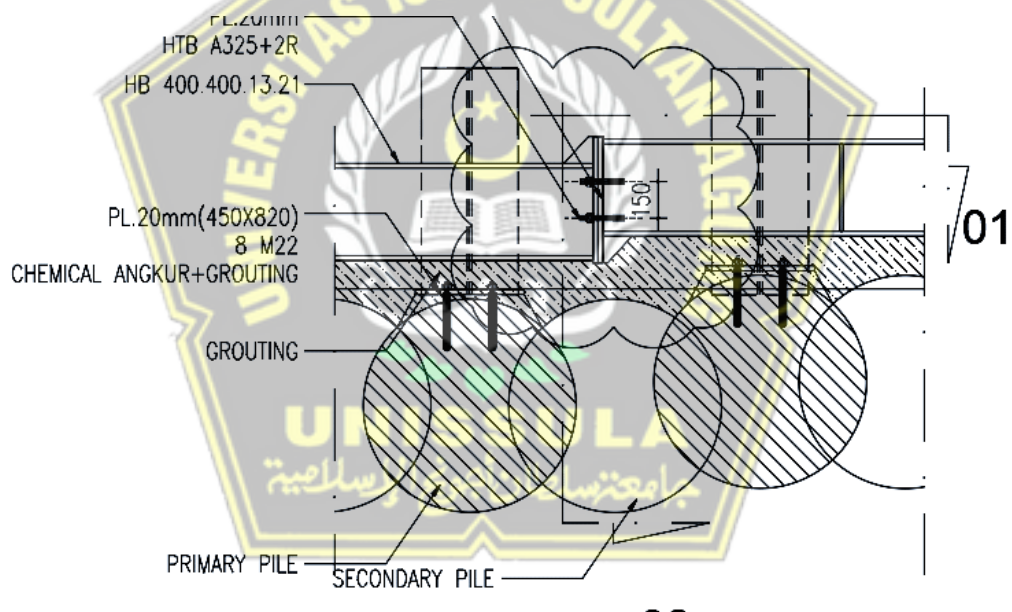
Dalam pelaksanaan metode *bottom-up* terdapat tahapan tahapan pekerjaan, seperti yang dijelaskan pada Gambar 4.2 berikut



Gambar 4.2 Diagram Alir Pengerjaan Metode *Bottom-Up*

4.2.1.1 Data Dinding Penahan Tanah

Dinding Penahan Tanah yang Digunakan dalam proyek gedung Tentrem adalah *secant pile* yang terdiri dari *secondary pile* dan *primary pile* . yang saling berpotongan satu sama lain sehingga terdapat interlock antar bore pile satu dengan lainnya sehingga bore pile diberi tulangan secara berseling. *Primary* pile dapat menggunakan tulangan besi yang berfungsi untuk kuat lentur dalam *secant pile*. Untuk *Secondary* pile tidak menggunakan tulangan besi yang bertujuan untuk menutup galian, *secondary* pile ini terbuat dari campuran semen dan bentonite sehingga mudah dipotong oleh mesin bor. Oleh karena itu pada *secondary* pile ini tidak dipasang tulangan samasekali . Gambar 4.3 merupakan penampang dari atas suatu *secant pile* yang terdiri dari *secondary piles* dan *primary piles*.



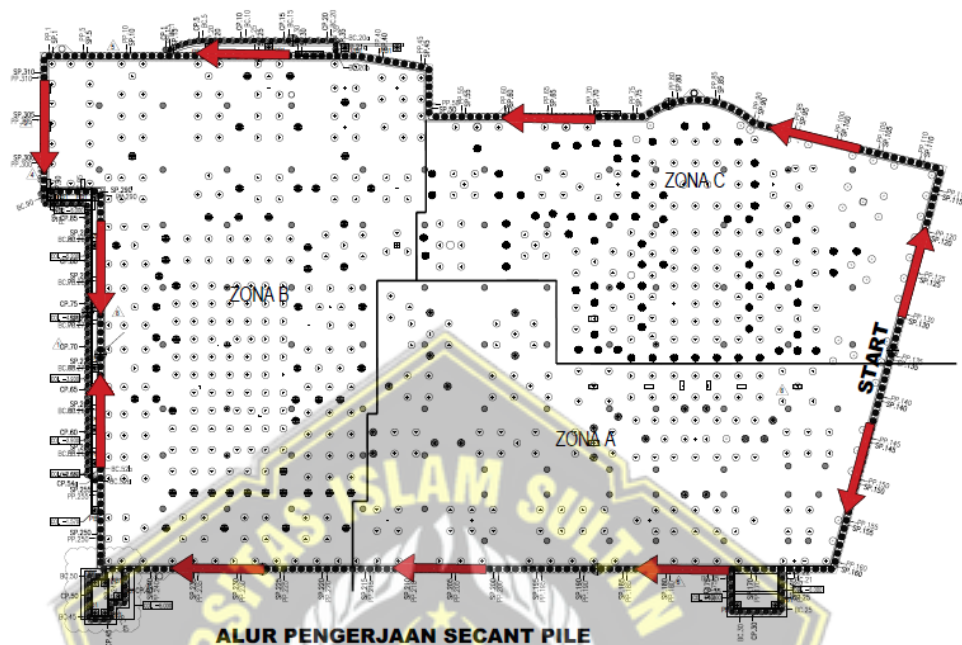
Gambar 4.3 Penampang Atas Secant Pile Yang Terdiri dari Secondary Piles dan Primary Piles

Berikut adalah data teknis dari secant pile dan primary pile dari proyek gedung tentrem semarang :

Ø tiang secondary pile : 880 mm

Ø tiang primary pile : 880 mm

Kedalaman : 33 meter



Gambar 4.4 Alur Pekerjaan Dinding Penahan Tanah (secant Pile)

Jumlah keseluruhan dari tiang beton bertulang dan bentonite yang digunakan adalah 624 buah. Pada pekerjaan secant pile digunakan 3 mesin soldier pile dengan kecepatan per harinya rata rata 7 titik secant pile. Alur pengerjaan secant pile dapat dilihat pada Gambar 4.2 Tahapan pelaksanaan dinding penahan tanah secant pile sebagai berikut :

a. Pekerjaan Persiapan

Pada tahap ini dilakukan penyiapan peralatan dan bahan yang akan digunakan. Alat yang digunakan adalah 3 soldier pile driver dan 1 service crane, serta bahan yang perlu disiapkan adalah bentonit dan fabrikasi tulangan dilakukan di lokasi proyek, penentuan titik dilakukan oleh surveyor terlebih dahulu agar posisi bored pile berada pada posisi rencana

b. Pekerjaan Pengeboran

Pekerjaan pengeboran dilakukan setelah penentuan titik titik bored pile disetujui bersama dengan pihak pengawas . Alat yang digunakan dalam melaksanakan pekerjaan pengeboran adalah *soldier pile machine* sebanyak 3 buah. Pengeboran dilakukan sampai kedalaman 2 meter untuk dilakukan pemasangan *temporary casing* yang berfungsi untuk mencegah kelongsoran tanah pada dinding pengeboran. Pengeboran dilanjutkan hingga mencapai kedalaman rencana. Untuk tahapan pekerjaan secant pile hingga membentuk dinding penahan tanah adalah sebagai berikut :

- Pertama, pembuatan secondary pile dengan material bentonite dengan diameter Ø 880mm. Pengeboran secondary pile ini dilakukan dengan jarak double spasi atau tidak saling berhimpitan, jarak antar secondary pile ditentukan sesuai dengan diameter pile primer. setelah selesai pengeboran maka dilakukan pengecoran dengan semen bentonite dengan mutu beton K225.
- Setelah selesai melaksanakan pekerjaan secondary pile , kemudian dilanjutkan dengan pengeboran primary pile beton bertulang dengan diameter Ø 880 mm. Pile beton bertulang ini diposisikan di antara secondary pile yang telah dibuat dan memotong tepi dari secondary pile sehingga terbentuklah dinding penahan tanah yang rapat.

c. Pekerjaan Pemasangan Tulangan

Pemasangan tulangan hanya dilakukan pada primary pile sedangkan untuk secondary pile tidak dilakukan pemasangan pembesian. Besi tulangan yang sebelumnya telah difabrikasi di lokasi proyek dapat dilakukan secara simultan dengan pekerjaan pemasangan besi tulangan kedalam lubang yang telah dibor. Pekerjaan instalasi besi dibantu dengan menggunakan

service crane untuk mengangkat tulangan untuk dimasukan kedalam lubang bor.

d. Pekerjaan Pengecoran

Pada tiang utama pengecoran dilakukan dengan pipa tremie sehingga segregasi pada beton dapat diminimalkan. Mutu beton yang digunakan adalah $f'c$ 40 MPa. Pada saat penuangan tremie diangkat perlahan-lahan dengan menggunakan service crane, pipa dinaikkan dan ditahan perlahan-lahan sehingga ujung pipa terendam ± 1 m ke dalam beton segar. Pengecoran dilakukan sampai melebihi batas pengecoran atas yang ditetapkan. Setelah penuangan selesai, penutup sementara dapat dilepas.

Setelah pekerjaan *secant pile* selesai maka pekerjaan berikutnya adalah membuat *capping beam* yang berfungsi untuk membuat ikatan antar *secant pile* menjadi satu kesatuan.

4.2.1.2 Data Pekerjaan Pondasi Bored Pile

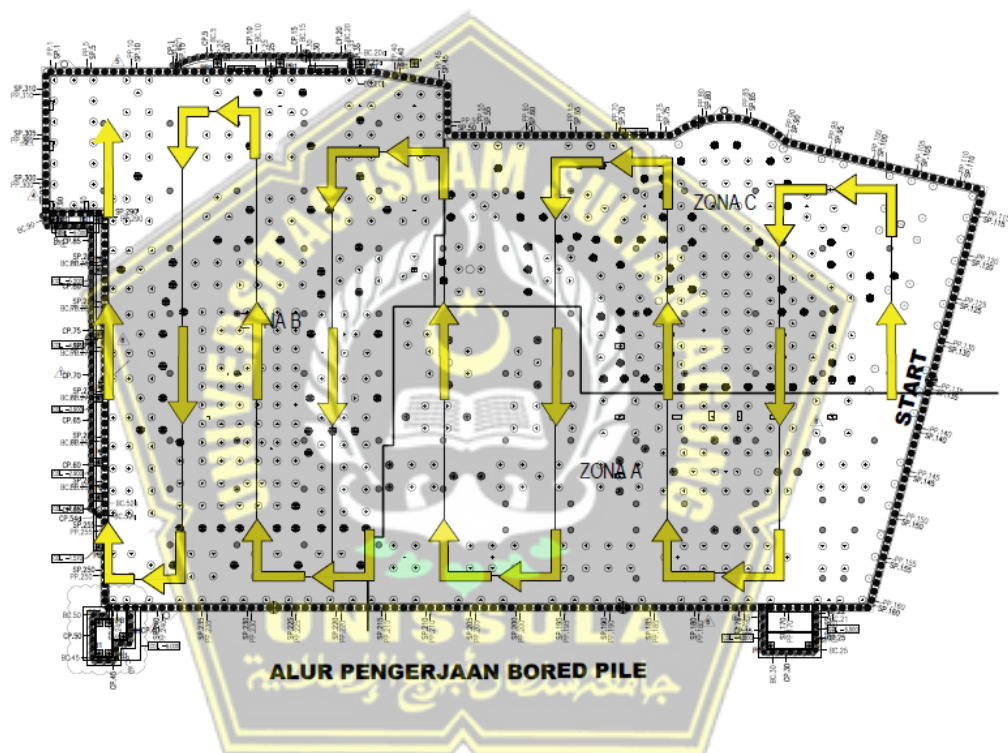
Pada proyek pembangunan Gedung Tentrem Semarang direncanakan menggunakan pondasi 832 titik pile dengan rincian sebagai berikut :

1. Bored Pile Ø 1000 mm panjang pile 23 m = 567 titik pile
2. Bored Pile Ø 800 mm panjang pile 26 m = 19 titik pile
3. Bore Pile Tambahan Ø 1000 mm panjang pile 32 m = 53 titik Pile
4. Bore Pile Tambahan Ø 1000 mm panjang pile 27 m = 22 titik Pile
5. Bore Pile Tambahan Ø 1000 mm panjang pile 36 m = 74 titik Pile
6. King Post Ø 800 mm panjang pile 25,5 m = 97 titik pile

Pekerjaan pondasi bore pile dilaksanakan bersamaan dengan pekerjaan secant pile digunakan 3 mesin soldier pile dengan kecepatan per harinya rata rata 7 titik pile. Rencana pondasi dan alur kerjanya dapat dilihat pada Gambar 4.4

Alat-alat yang digunakan untuk melakukan pekerjaan pemasangan pondasi tiang bor adalah sebagai berikut :

1. Mesin bor Auger
2. Service Crane
3. Casing sementara
4. Pipa tremi



Gambar 4.5 Alur Pengerjaan Pondasi Bore Pile

Urutan pekerjaan pondasi bored pile adalah sebagai berikut :

- a. Pekerjaan persiapan meliputi penentuan titik bored pile oleh surveyor dan fabrikasi tulangan bored pile .
- b. Pekerjaan Pengeboran.

Pekerjaan pengeboran dilakukan dengan menggunakan auger machine seperti pada gambar 4.6 yang dilakukan untuk mempermudah masuknya pipa casing sampai kedalaman 2 meter, setelah pengeboran sampai kedalaman 2

meter dilakukan pemasangan temporary casing yang berfungsi untuk meminimalisir keruntuhan dinding pengeboran. Kemudian pengeboran dilanjutkan sampai dengan kedalaman yang telah ditentukan. Pada saat pengeboran lubang diisi dengan larutan bentonite



Gambar 4.6 Pengeboran Pondasi Bored Pile

c. Pemasangan besi tulangan,

Pekerjaan fabrikasi pembesian dilakukan bersamaan dengan pekerjaan pengeboran dimulai, kemudian tulangan bore pile yang sudah siap, dimasukan dengan bantuan alat *service crane* kedalam lubang pondasi bore pile.

d. Pengecoran sampai ± 1 m diatas *pile cut off level*

Penuangan beton dilakukan dengan menggunakan pipa tremi, yang tujuannya adalah untuk meminimalkan segregasi pada beton segar, seperti yang dapat

dilihat pada Gambar. 4.7. beton masih bisa keluar. Beton yang digunakan memiliki slump tinggi 15-19 cm dengan mutu beton 25 MPa f'c. Setelah proses pengecoran selesai, casing sementara dilepas menggunakan vibratory hammer..



Gambar 4.7 Pengecoran Pondasi Bore pile

4.2.1.3 Data Pekerjaan Galian dan Strutting

Pekerjaan galian pada proyek dilakukan untuk pembangunan struktur Basement dan fondasi pile cap. Pekerjaan galian dilaksanakan setelah pekerjaan dinding penahan tanah dan bored pile selesai dilakukan. Adapun kedalaman galian yang dibutuhkan yaitu 17.7 m. Pekerjaan galian menggunakan metode open cut. Pada Proyek ini pekerjaan galian layer pertama dilakukan sampai elevasi -5.1 meter diikuti dengan pemasangan baja strutting pada elevasi -4.1 meter yang bertujuan untuk menambah kekuatan dinding penahan tanah dalam menahan

beban horizontal dari tebing galian. Pekerjaan galian dikerjakan dengan empat tahapan pekerjaan

yaitu :

- Tahap 1

Galian mulai Elv +0.00 s/d -5.10 meter

Strutting pada elevasi -4.1 meter

- Tahap 2

Galian mulai Elv -5.10 s/d -8.4 meter

Strutting pada elevasi -7.1 meter

- Tahap 3

Galian mulai Elv -8.4 s/d -11.7 meter

Strutting pada elevasi -10.1 meter

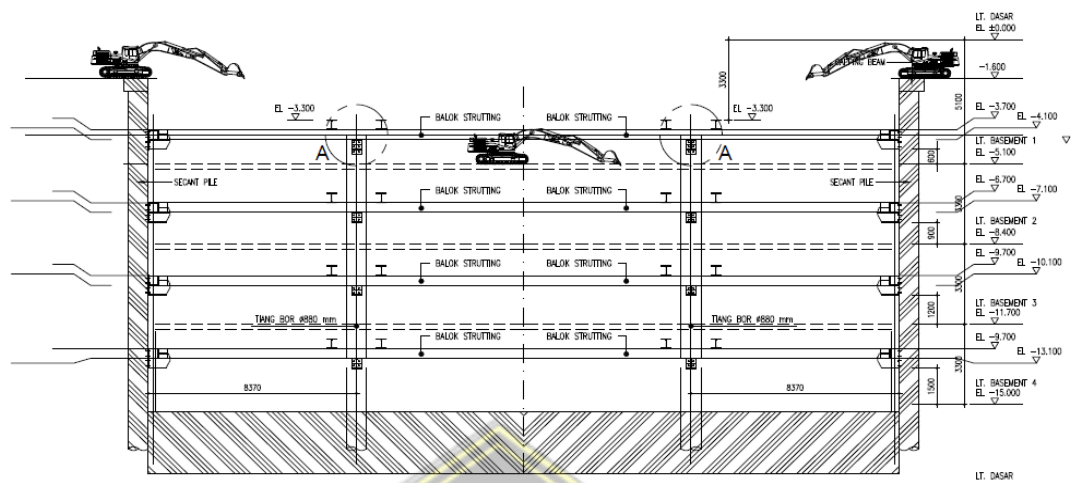
- Tahap 4

Mulai Elv - 11.7 s/d - 15 meter

Strutting pada elevasi -13.1 meter

- Galian Pile Cap

Mulai Elv - 15 s/d – 17.5 meter



Gambar 4.8 Pekerjaan Galian



Gambar 4.9 Foto pekerjaan galian dan strutting

Pekerjaan galian basement dilakukan dengan urutan sebagai berikut :

1. Penentuan Batas galian dan kedalaman galian yang direncanakan
2. Melakukan penggalian tanah sesuai dengan tahapan dan kedalaman yang di tentukan dengan menggunakan excavator diikuti dengan pemasangan strutting pada setiap tahapnya sebagai perkuatan tebing galian.
3. Pengangkutan tanah galian dengan dum truck ke lokasi buangan yang telah di tentukan.

4.2.1.4 Data Pekerjaan Pondasi Pile Cap

Pada metode *bottom-up* pekerjaan struktur basement dilakukan setelah galian selesai dilakukan. Berikut adalah urutan pekerjaan basement pada metode *bottom-up*.

Pekerjaan struktur bawah gedung tentrem yang pertama dikerjakan adalah pekerjaan pondasi *pile cap*. Berikut adalah tahapan pekerjaan pekerjaan *pile cap*

1. Pembobokan kepala bore pile sampai elevasi *bottom pile cap* yang direncanakan. Pembobokan dilakukan pada beton ujung atas *bore pile* dan disisakan besi bored pile yang nantinya difungsikan sebagai tulangan pengikat antara bored pile dan *pile cap*,
2. Pengecoran lantai kerja dengan beton B0 dengan ketebalan 50 cm, sebagai dasar dari pengecoran struktur *pile cap*,
3. Pemasangan bekisting batako pada *perimeter* pile cap,
4. Pemasangan tulangan *pile cap*,
5. Pengecoran *pile cap* dengan Beton mutu $f_c' 35$ Mpa

4.2.1.5 Data Pekerjaan Plat Lantai Basement 4

Struktur plat lantai basement 4 gedung tentrem menggunakan material beton bertulang dengan mutu beton $F_c' 35$ Mpa dengan ketebalan 1000 mm.

Tahapan pekerjaan stuktur plat basement 4 adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan lantai kerja dengan beton B0 tebal 5cm
2. Pembesian

Pekerjaan pembesian dimulai dari fabrikasi besi di proyek kemudian di pasang secara manual oleh tukang besi di atas lantai kerja.

3. Pengecoran

Pekerjaan pengecoran menggunakan bantuan *concrete pump* dan dilakukan pemadatan dengan *vibrator*.

4.2.1.6 Data Pekerjaan Kolom Basement

Pekerjaan struktur kolom beton bertulang pada proyek gedung Tentrem dikerjakan dengan urutan pekerjaan sebagai berikut :

1. Pembesian

Pekerjaan pembesian kolom dilakukan pada saat pembesian plat lantai basement 4 untuk tulangan utama kemudian dilanjutkan pemasangan sengkang setelah pengecoran basement 4 selesai.

2. Pemasangan bekisting

Bekisting menggunakan *Peri vario system* untuk mendapatkan pekerjaan dengan kecepatan dan kualitas yang baik.

3. Pengecoran

Pengecoran dilakukan dengan bantuan *tower crane* dan *bucket cor* dan dipadatkan dengan *vibrator*.

4.2.1.6.1 Pekerjaan Struktur Balok Plat

Struktur plat basement pada proyek gedung tentrem semarang menggunakan kombinasi struktur plat balok dan drop panel dengan urutan pekerjaan sebagai berikut.

1. Pemasangan bekisting

Pekerjaan bekisting pelat dimulai dari penentuan tinggi bekisting , pendirian *peri up rosset* yang berfungsi sebagai tumpuan vertical bekisting kemudian diakhiri dengan pemasangan bekisting

2. Pemasangan tulangan

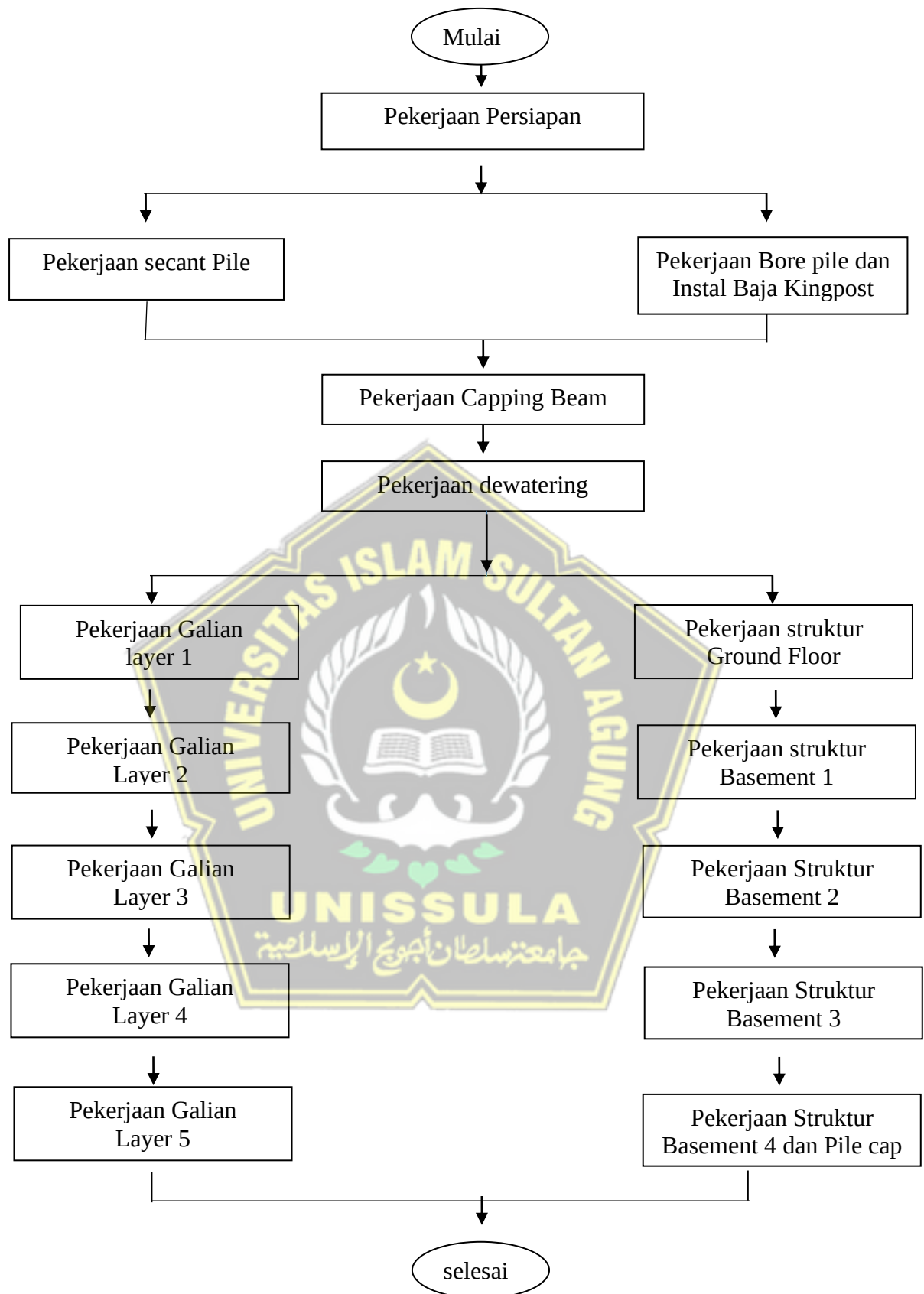
Pekerjaan tulangan dimulai dari fabrikasi besi mulai dari pemotongan besi dan pembuatan sengkang yang dilakukan di lokasi fabrikasi lokasi proyek kemudian dilanjutkan dengan perangkaian besi langsung oleh tukang di atas bekisting yang telah di setujui oleh team *quality control* dan pengawas .

3. Pengecoran

Pengecoran dilakukan dengan bantuan *concrete pump* dan pemadatan dilakukan dengan menggunakan *vibrator* untuk mendapatkan kwalitas beton yang padat dan merata.

4.2.2 Metode Konstruksi Top-Down

Dalam pelaksanaan metode *Top-Down* terdapat tahapan tahapan pekerjaan seperti yang dijelaskan pada Gambar berikut :



Gambar 4.10 Diagram Alir Metode *top-down*

4.2.2.1 Pekerjaan Dinding Penahan Tanah *Secant Pile* dan *Capping Beam*

Dinding penahan tanah yang digunakan dalam metode *Top-Down* pada proyek tentrem direncanakan menggunakan *secant pile* dan *capping beam*, untuk proses dan urutan pekerjaan sama dengan metode *Bottom-up* yang telah dibahas pada sub-bab sebelumnya.

4.2.2.2 Pekerjaan Bored Pile Dan King Post

Pada Metode *Top-down* pondasi bore pile yang digunakan sama dengan metode *bottom-up* hanya saja untuk pekerjaan kingpost pada metode *top-down* menggunakan baja H-Beam yang diposisikan pada setiap kolom yang nantinya berfungsi sebagai penopang plat lantai basement pada saat proses galian berlangsung. Rencana pekerjaan bored pile dan kingpost adalah sebagai berikut :

1. Bored Pile Ø 1000 mm panjang pile 23 m = 567 titik pile
2. Bored Pile Ø 800 mm panjang pile 26 m = 19 titik pile
3. Bore Pile Tambahan Ø 1000 mm panjang pile 32 m = 53 titik Pile
4. Bore Pile Tambahan Ø 1000 mm panjang pile 27 m = 22 titik Pile
5. Bore Pile Tambahan Ø 1000 mm panjang pile 36 m = 74 titik Pile
6. King Post H beam 400x400x21x21 = 150 titik

Tahapan pekerjaan bored pile dan kingpost adalah sebagai berikut :

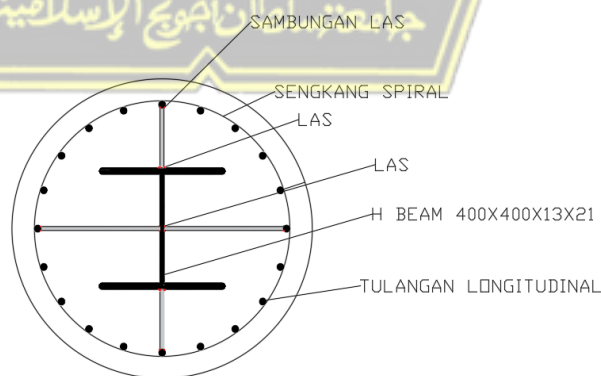
1. Pekerjaan persiapan yang terdiri dari penentuan titik koordinat bore pile oleh surveyor dan fabrikasi tulangan bore pile yang di lakukan di area fabrikasi dalam proyek,
2. Pengeboran

Pengeboran menggunakan *auger* sepeeti pada gambar 4... yang berfungsi untuk mempermudah proses pemasangan pipa sedalam 2m. Setelah tercapai 2

meter dilakukan pemasangan casing untuk mencegah tebing lubang galian runtuh. Pengeboran dilanjutkan hingga mencapai kedalaman bored pile yang direncanakan. Selama proses pengeboran digunakan larutan *bentonite* untuk mengisi lubang bored pile, hal ini dilakukan untuk stabilisator dinding lubang.

3. Pemasangan Tulangan *Bored Pile* dan baja KingPost

Pada pekerjaan penulangan bored pile dalam metode *Top-Down* ini dibagi menjadi dua yaitu pada bored pile tanpa kingpost dan bored pile dengan kingpost yang terletak sejajar dengan kolom struktur basement. Pekerjaan tulangan dimulai dari fabrikasi tulangan boredpile di area fabrikasi proyek. Selagi kegiatan fabrikasi berjalan pekerjaan pengeboran juga berjalan . Untuk bored pile tanpa kingpost pemasukan tulangan bored pile dilakukan setelah lubang bored pile mencapai kedalaman yang di rencanakan dengan bantuan *service crane*. Pada bored pile dengan kingpost untuk memudahkan dalam pemasangan di lapangan, king post dan tulangan longitudinal disatukan dengan cara dilas agar posisi sambungan antara baja dan tulangan longitudinal tidak bergeser pada saat proses pemasukan tulangan pada lubang boredpile.



Gambar 4.11 Sambungan Las Kingpost Dengan Tulangan Bored Pile

Tulangan yang dirakit dan dilas dengan kingpost dimasukkan ke dalam lubang bor menggunakan *service crane*. Vertikalitas kingpost diperiksa oleh

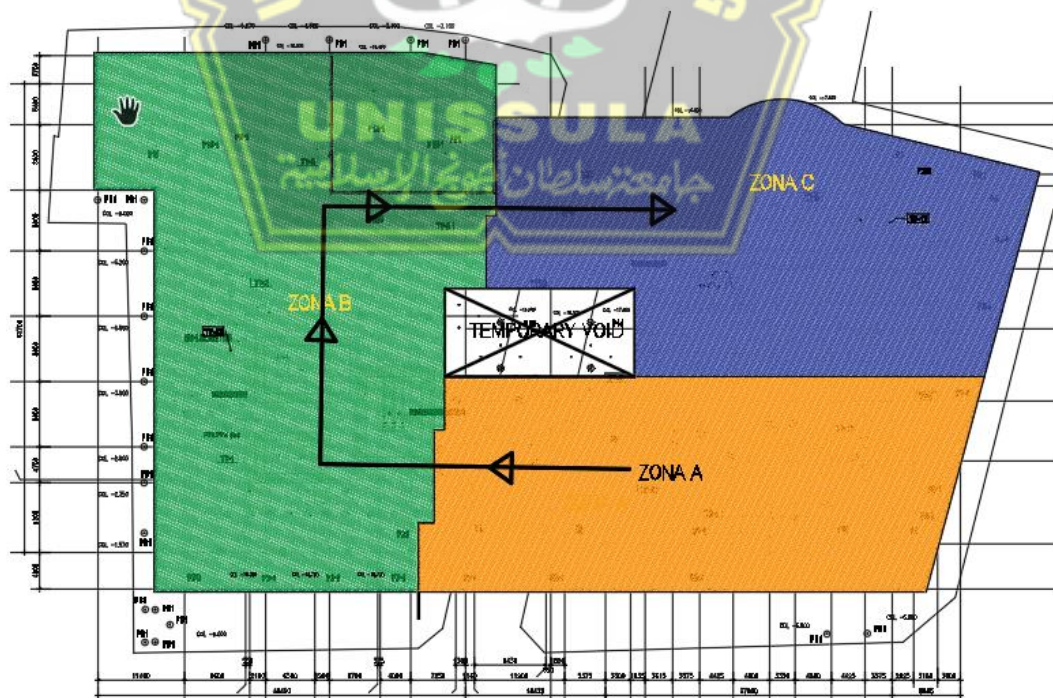
surveyor saat diangkat dengan derek dan kemudian dimasukkan ke dalam lubang yang dibor melalui penyangga kingpost. Surveyor dengan hati-hati mengelola proses ini dalam hal koordinat dan ketinggian. Setelah kingpost dipasang, mereka dilas ke penyangga kingpost sementara, dan gantungan dilepas.

4. Pengecoran Bored Pile

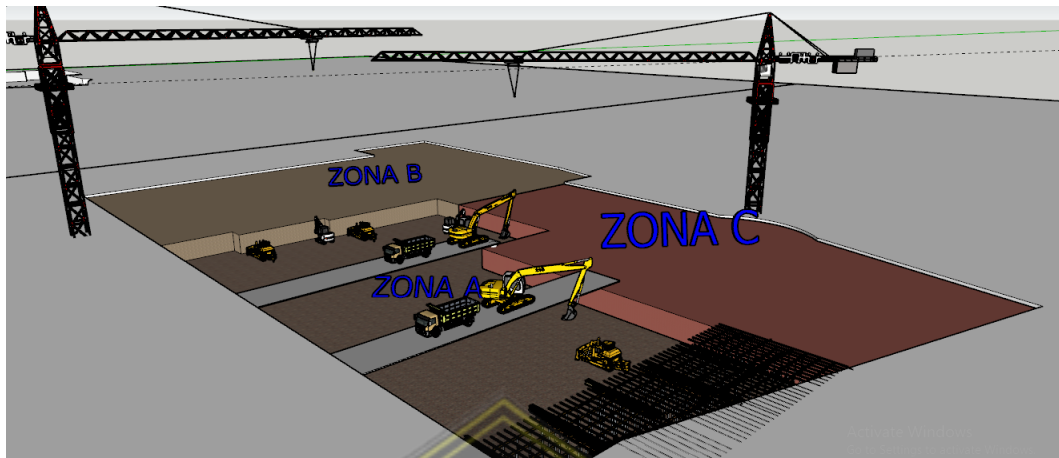
Pengecoran dilakukan dengan bantuan *service crane* dan menggunakan pipa *tremie*. Mutu beton yang digunakan adalah $f_c' = 37 \text{ Mpa}$ dengan slump $17 \pm 2 \text{ cm}$. Selama pengecoran dilakukan *team surveyor* membantu agar pengecoran tidak melebihi batas elevasi *Top Of Pile Cap* yang telah ditentukan oleh perenca.

4.2.2.3 Pekerjaan Galian dan Struktur Plat Ground Floor

Setelah pekerjaan bored pile dan kingpost selesai selanjutnya dilakukan pekerjaan galian dan pekerjaan struktur pelat *groud floor* yang dibagi menjadi 3 zona dan dikerjakan berdasarkan urutan zona seperti gambar berikut :



Gambar 4.12 Pembagian Zona Galian Basement dan Pekerjaan struktur Basement



Gambar 4.13 Galian dan bekisting ground floor

Pekerjaan struktur pelat lantai ground floor dimulai dari zona A dengan uraian pekerjaan sebagai berikut :

1. Pekerjaan galian untuk balok dan pelat ground floor dilakukan dari elevasi ± 0.00 milimeter sampai elevasi - 3.00,
2. Pekerjaan Bekisting
 - a. Pemasangan perancah untuk penyangga bekisting plat dan balok
 - b. Pemasangan gelagar , sur-suri, bodeman
 - c. Pemasangan plywood balok dan plat
3. Pemasangan Tulangan
 - a. Pemasangan ankur balok dengan kingpost
 - b. Pemasangan stek tukang utama kolom
 - c. Pemasangan tulangan balok
 - d. Pemasangan tulangan pelat lantai

4. Pengecoran

Selagi pekerjaan bekisting zona A berjalan, pekerjaan galian dilanjutkan pada zona B diiringi dengan pekerjaan bekisting sampai dengan pengecoran. Hal yang sama dilakukan pada zona C.

4.2.2.4 Pekerjaan Struktur Pelat Lantai Basement I, Basement II dan Basement III

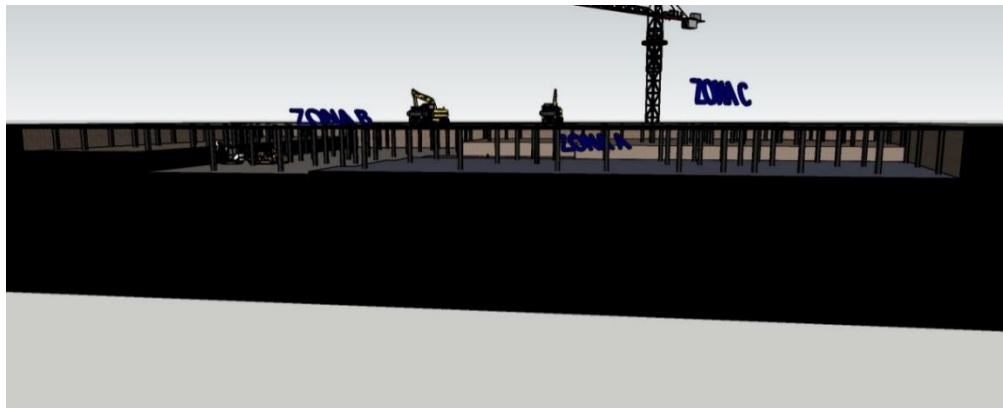
Setelah beton pelat dan balok ground floor mencapai umur 7 hari maka bekisting dilepas mulai dari zona A untuk memulai pekerjaan struktur basement 1 dengan rincian pekerjaan sebagai berikut:

5. Pekerjaan galian pada zona A sampai elevasi dasar pelat lantai basement 1 yang berada pada elv - 5.23 . yang dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.14 Galian zona A basement 1

6. Pelepasan bekisting GF zona B dilanjutkan galian sampai elevasi yang sama dengan zona A, bersamaan dengan pekerjaan galian zona B, pekerjaan bekisting, pembesian dan pengecoran zona A basement 1 dilakukan .



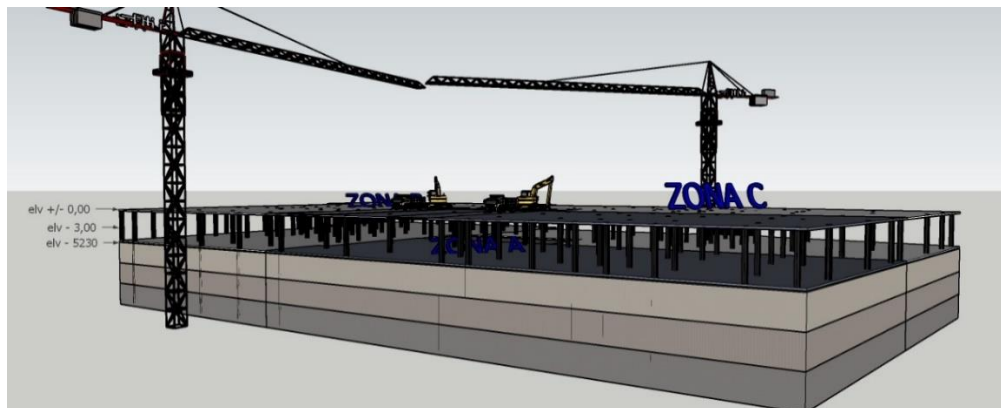
Gambar 4.15 Pengecoran zona A dan galian zona B Basement 1

7. Setelah galian zona B selesai dilanjutkan dengan pekerjaan bekisting , pembesian dan pengecoran zona B, dalam waktu yang sama pekerjaan galian basement 1 zona C dilakukan.



Gambar 4.16 Pengecoran zona B dan Galian Zona C Basement 1

8. Setelah pekerjaan galian b1 zona C selesai. Pekerjaan bekisting, pembesian dan Pengecoran B1 Zona C dilakukan.



Gambar 4.17 Pengecoran Zona C Basement 1

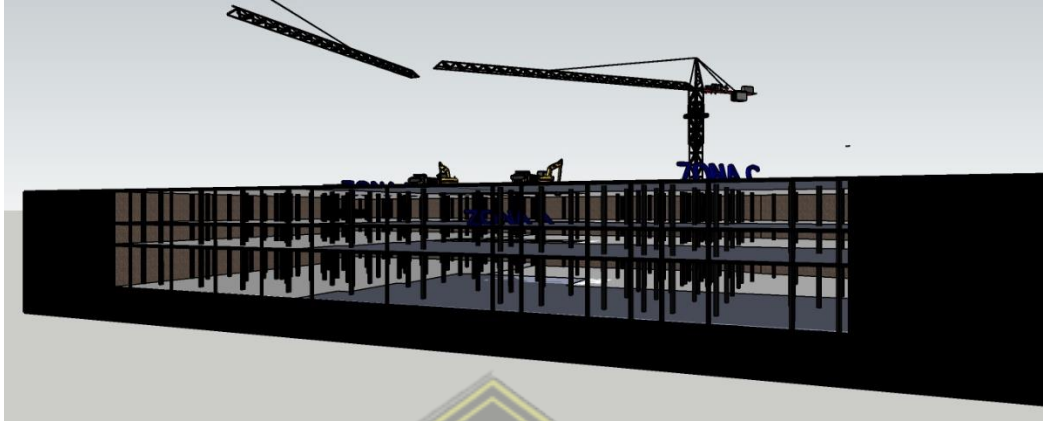
Setelah pekerjaan Cor Basement 1 selesai dilakukan secara menyeluruh dilanjutkan pekerjaan galian dan pekerjaan struktur plat basement 2 sampai dengan basement 4 dengan alur pekerjaan yang sama.

4.2.2.5 Pekerjaan Struktur Pelat lantai dan Pile Cap Basement IV

Pekerjaan struktur pelat dan pile cap basement 4 dilakukan setelah pekerjaan struktur plat lantai basement 3 selesai dilaksanakan. Tahapan pelaksanaannya adalah sebagai berikut :

1. Pekerjaan Galian basement 4 zona A sampai pada kedalaman elv – 16,00 pada area plat dan elv -17,50 pada area Pile Cap.
2. Pekerjaan bobokan/pemotongan kepala bore pile sampai dengan elevasi dasar pile cap pada elv -17,50 dengan menyisakan tulangan yang nantinya berfungsi sebagai tulangan penyalur antara bore pile dan pile cap.
3. Pekerjaan dewatering terus dilakukan selama proses pekerjaan struktur basement untuk mengantisipasi genangan air pada area kerja,
4. Pengecoran lantai kerja dengan beton B0 setebal 50mm sebagai landasan pembesian pelat lantai dan pile cap,
5. Pembesian pelat lantai basement 4 dan pile cap,

6. Pengecoran



Gambar 4.18 Pengecoran Basement 4

4.2.2.6 Pekerjaan Kolom

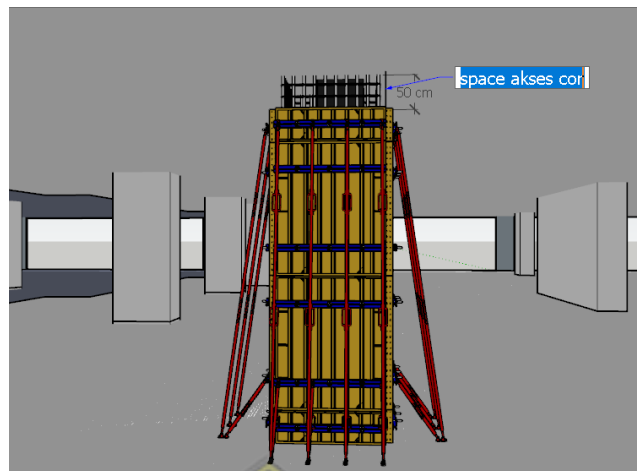
Pekerjaan kolom dimulai dari pekerjaan pembesian yang dapat dimulai pada saat pelat lantai selesai di cor dan stek kolom telah dipersiapkan pada saat pembesian dan pengecoran pelat lantai. Tahapan pelaksanaannya adalah sebagai berikut :

1. Pembesian kolom

Pembesian kolom dimulai dengan penyambungan stek kolom yang telah dipersiapkan saat pengecoran plat, dilanjutkan dengan pasangan sengkang dan ties,

2. Pekerjaan bekisting kolom

Pada metode ini pekerjaan bekisting kolom dipasang dengan menyisakan ± 50 cm dibawah *top* kolom, space 50 cm ini berfungsi sebagai akses pengecoran mengingat plat di atas kolom sudah di cor terlebih dahulu yang dapat dilihat pada gambar 4.18 . Space 50 cm pada *top* kolom tadi akan di *grouting* menggunakan *pressure grout injection* yang dilakukan setelah bekisting kolom dilepas.



Gambar 4.19 Bekisting Kolom

4.3 Analisa Waktu

Analisa waktu pekerjaan dilakukan untuk memperkirakan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan dalam proyek konstruksi. Perhitungan waktu dilakukan dengan membagi volume dari masing masing pekerjaan dengan produktivitas pekerjaan. Setelah durasi dari masing masing pekerjaan didapatkan selanjutnya dengan menghitung durasi total pekerjaan menggunakan *microsoft project* untuk memudahkan dalam menyusun urutan pekerjaan dan hubungan ketergantungan antar pekerjaan.

4.3.1 Analisa Waktu Metode *Top Down*

4.3.1.1 Pekerjaan *Secant Pile*

Pekerjaan *secant pile* dimulai dengan pekerjaan pengeboran dan pengecoran tiang bentonite *secondary pile* terlebih dahulu. Kemudian dilanjutkan dengan pekerjaan tiang beton bertulang dengan jeda waktu dua hari

Pekerjaan Pengeboran dilakukan dengan alat bantu mesin *soldier pile* sebanyak 3 buah. Produktivitas mesin bor didapatkan dari hasil wawancara dengan pihak pengawas lapangan pada lampiran 4 adalah sebagai berikut.

Produktivitas mesin bor : 12 m'/jam = 96 m'/hari
 Jumlah mesin Bor : 3 Pcs
 Produktivitas total (a) : 96 m'/hari x 3 pcs = 287 m'/hari
 Produktifitas alat cor (b) : 16,6 m³/jam = 174 m³/hari
 Produktivitas pembesian (c) : 13.670 kg/hari
 Waktu kerja efektif : 8 jam/hari
 Kedalaman pengeboran : 33 m

Berikut merupakan contoh perhitungan durasi pekerjaan secant pile.

$$\text{Durasi secant pile} = \frac{\text{kedalaman total pengeboran}}{\text{produktivitas total mesin bor}} = \frac{10.296 \text{ m}}{96 \text{ m'/hari}} = 36 \text{ hari}$$

Perhitungan durasi pekerjaan secant pile yang terdiri dari pekerjaan pengeboran, pembesian dan pengecoran dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut ini

Tabel 4.3 Durasi Pekerjaan Secant Pile

Jumlah pile	kedalaman	volume pengeboran	produktifitas pengeboran	pengeboran durasi	volume cor	produktifitas pengecoran	durasi pengecoran	volume tulangan	produktifitas penulangan	durasi pembesian
	(m)	(m')	(m'/hari)	(hari)	(m ³)	(m ³ /hari)	(hari)	(kg)	(kg/hari)	(hari)
(1)	(2)	(3) = (1)*(2)	(4)	(5) = (3)/(4)	(6)	(7)	(8) = (6)/(7)	(9)	(10)	(11) = (9)/(10)
<i>Primary Pile</i>										
312	33	10.296	287	36	6.264,6	174	36	490.527	13.670	36
<i>Secondary Pile</i>										
312	33	10.296	287	36	6.264,6	174	36	-	-	-

4.3.1.2 Pekerjaan Bored Pile

Pekerjaan bore pile terdiri dari pekerjaan pengeboran, pembesian dan pekerjaan pengecoran. Produktivitas pembesian pengecoran dan pengeboran

didasarkan dari hasil wawancara dengan pengawas proyek di lapangan pada lampiran 4 adalah sebagai berikut :

Produktivitas mesin bor	: 12 m'/jam = 96 m'/hari
Jumlah mesin Bor	: 3 Pcs
Produktivitas total (a)	: 96 m'/hari x 3 pcs = 287 m'/hari
Produktifitas alat cor (b)	: 16,6 m ³ /jam = 174 m ³ /hari
Produktivitas pembesian (c)	: 13.670 kg/hari
Waktu kerja efektif	: 8 jam/hari
Kedalaman pengeboran	: 33 m

Berikut merupakan contoh perhitungan durasi pekerjaan *bored pile*.

$$\text{Durasi } \textit{secant pile} = \frac{\text{kedalaman total pengeboran}}{\text{produktivitas total mesin bor}} = \frac{22.113 \text{ m}}{287 \text{ m'/hari}} = 77 \text{ hari}$$

Perhitungan durasi pekerjaan *secant pile* yang terdiri dari pekerjaan pengeboran, pembesian dan pengecoran dapat dilihat pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Durasi Pekerjaan *Bored Pile*

Jumlah pile	kedalaman	volume pengeboran	produktifitas pengeboran	Durasi pengeboran	volume cor	produktifitas pengecoran	durasi pengecoran	volume tulangan	produktifitas penulangan	durasi pembesian
	(m)	(m')	(m'/hari)	(hari)	(m ³)	(m ³ /hari)	(hari)	(kg)	(kg/hari)	(hari)
(1)	(2)	(3) = (1)*(2)	(4)	(5) = (3)/(4)	(6)	(7)	(8) = (6)/(7)	(9)	(10)	(11) = (9)/(10)
<i>Bore Pile Ø1000</i>										
567	39	22.113	287	77	10.692	133	81	1.061.831	13.670	78
<i>Bore Pile Ø800</i>										
19	42	798	287	3	257,97	133	2	30.679	13.670	2
<i>Bore Pile tambahan Ø1000 tipe A</i>										
22	43	946	287	3	484,00	133	4	46.367	13.670	3
<i>Bore Pile tambahan Ø1000 tipe B</i>										

Jumlah pile	kedalaman	volume pengeboran	produktifitas pengeboran	Durasi pengeboran	volume cor	produktifitas pengecoran	durasi pengecoran	volume tulangan	produktifitas penulangan	durasi pembesian
	(m)	(m')	(m'/hari)	(hari)	(m3)	(m3/hari)	(hari)	(kg)	(kg/hari)	(hari)
(1)	(2)	(3) = (1)*(2)	(4)	(5) = (3)/(4)	(6)	(7)	(8) = (6)/(7)	(9)	(10)	(11) = (9)/(10)
53	48	2.544	287	9	1.374,2	133	11	130.667	13.670	10
Bore Pile tambahan Ø1000 tipe C										
74	52	3.848	287	13	2.151,2	133	17	155.455	13.670	11
				Durasi Total		Durasi Total			Durasi Total	
				105		115			104	

Dari tabel 4.1 dapat diketahui bahwa untuk menyelesaikan pekerjaan bore pile dengan menggunakan 3 mesin soldier pile dibutuhkan waktu total 105 hari kerja.

4.3.1.3 Pekerjaan Galian

Pada pekerjaan galian basement berdasarkan hasil wawancara dengan chief supervisor yang dapat dilihat pada lampiran 3 excavator yang digunakan adalah *excavator* super long boom kobelco SK300LC sebanyak 2 unit, *excavator* PC-200 sebanyak 8 unit, Dozer sebanyak 2 unit dan *Dump Truck* sebanyak 50 unit.

1. Excavator Kobelco SK300LC

Kapasitas bucket (KB) : 0,47 m³

Kedalaman galian rata2 : 17 m

Jenis tanah : Tanah berpasir dan berkerikil

Faktor Bucket (BF) : 80% ~ 0,8 (Tabel 2.6)

Efisiensi kerja (FK) : 0,67 (Tabel 2.5)

Jam kerja efektif (Tk) : 8 jam

Waktu siklus (CT) : 0,30 mnt ~ 180 dtk

Jumlah excavator : 2 unit

$$\text{Produksi per jam (TP)} = \frac{KB \times BF \times 3600 \times FK}{CT} = \frac{0,47 \times 0,8 \times 3600 \times 0,67}{21}$$

$$= 43,186 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Produksi per hari = Tk x TP x Jumlah excavator

$$= 8 \text{ jam} \times 43,186 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2 \text{ unit}$$

$$= 690,98 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Berikut adalah Contoh Perhitungan durasi pekerjaan galian pada Layer 1 Zona

$$A = \frac{\text{Volume Galian}}{\text{Produktivitas Excavator per Hari}}$$

$$= \frac{6.743,27}{690,98} = 10 \text{ hari}$$

Durasi galian secara menyeluruh dapat dilihat pada tabel 4.5 sebagai berikut :

Tabel 4.5 Durasi Pekerjaan Galian

Lokasi	volume (m ³)	produktivitas (m ³ /hari)	durasi pekerjaan (hari)
(1)	(2)	(3)	(4)=(2)/(3)
Layer 1 Zona A	6.743,27	690,98	10
Layer 1 Zona B	9.012,53	690,98	14
Layer 1 Zona C	6.182,31	690,98	9
Layer 2 Zona A	5.012,50	690,98	8
Layer 2 Zona B		690,98	10

Lokasi	volume (m ³)	produktivitas (m ³ /hari)	durasi pekerjaan (hari)
	6.699,31		
Layer 2 Zona C	4.595,52	690,98	7
Layer 3 Zona A	7.417,60	690,98	11
Layer 3 Zona B	9.913,78	690,98	15
Layer 3 Zona C	6.800,55	690,98	10
Layer 4 Zona A	7.417,60	690,98	11
Layer 4 Zona B	9.913,78	690,98	15
Layer 4 Zona C	6.800,55	690,98	10
Layer 5 Zona A	7.747,57	690,98	12
Layer 5 Zona B	10.354,79	690,98	15
Layer 5 Zona C	7.103,07	690,98	11

Dari perhitungan pada tabel 4.5 didapatkan durasi total pada pekerjaan galian adalah 168 hari dengan durasi jam kerja harian adalah 8 jam/hari

4.3.1.4 Pekerjaan Struktur Plat Lantai

Pekerjaan struktur plat lantai pada metode *Top-Down* terdiri dari pekerjaan bekisting, pekerjaan pembessian dan pengecoran. Perhitungan durasi pada masing-masing pekerjaan adalah sebagai berikut :

1. Durasi pemasangan bekisting plat lantai

Produktivits pekerjaan bekisting didasarkan pada hasil wawancara dengan supervisor proyek yang dapat dilihat pada lampiran 3 yaitu 560 m² / hari. Berikut adalah contoh perhitungan durasi pada pekerjaan bekisting plat lantai untuk lantai ground floor zona A :

Volume pekerjaan : 3.438,117 m²

Produktivitas per hari : 560 m² /hari

Durasi : $\frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas per Hari}}$

$$: \frac{3.438,117}{560} = 7 \text{ hari}$$

Durasi Pekerjaan Bekisting Plat dan Balok secara menyeluruh dapat dilihat pada tabel 4.6 sebagai berikut :

Tabel 4.6 Durasi Pekerjaan Bekisting Plat dan Balok

Lokasi	volume (m ²)	produktivitas (m ² /hari)	durasi pekerjaan (hari)
(1)	(2)	(3)	(4)=(2)/(3)
Ground Floor Zona A	3.438,117	560	7
Ground Floor Zona B	4.595,119	560	9
Ground Floor Zona C	3.152,109	560	6
Basement 1 Zona A	2.694,103	560	5
Basement 1 Zona B	3.600,727	560	7
Basement 1 Zona C	2.469,987	560	5
Basement 2 Zona A	2.411,644	560	5
Basement 2 Zona B	3.223,215	560	6
Basement 2 Zona C	2.211,026	560	4
Basement 3 Zona A	2.604,266	560	5
Basement 3 Zona B	3.480,658	560	7
Basement 3 Zona C	2.387,623	560	5
Bekisting batako Basement 4 zona A	125,023	70	2
Bekisting batako Basement 4 Zona B	167,095	70	3
Bekisting batako Basement 4 Zona C	114,622	70	2
Bekisting Precast zona A	582,537	53	11
Bekisting Precast zona B	778,573	53	15
Bekisting Precast zona C	534,077	53	11

2. Durasi Pembesian Pelat Lantai

Produktivitas pekerjaan Pembesian berdasarkan hasil wawancara dengan supervisor proyek yang dapat dilihat pada lampiran 3 adalah 13.100 kg/hari.

Berikut adalah contoh perhitungan durasi pada pekerjaan pembesian plat lantai untuk lantai ground floor zona A :

Volume pekerjaan : 94.291,368 kg

Produktivitas per hari : 13.100 kg/hari

$$\text{Durasi} : \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas per Hari}}$$

$$: \frac{94.291,368}{13.100} = 8 \text{ hari}$$

Durasi Pekerjaan pembesian Plat dan Balok secara menyeluruh dapat dilihat pada tabel 4.7 sebagai berikut :

Tabel 4.7 Durasi Pekerjaan pembesian Plat dan Balok

Lokasi	volume (kg)	produktivitas (kg/hari)	durasi pekerjaan (hari)
(1)	(2)	(3)	(4)=(2)/(3)
Ground Floor Zona A	94.291,368	13.100	8
Ground Floor Zona B	126.022,474	13.100	10
Ground Floor Zona C	86.447,506	13.100	7
Basement 1 Zona A	137.353,295	13.100	11
Basement 1 Zona B	183.575,680	13.100	15
Basement 1 Zona C	125.927,220	13.100	10
Basement 2 Zona A	128.405,580	13.100	10
Basement 2 Zona B	171.616,865	13.100	14
Basement 2 Zona C	117.723,843	13.100	9
Basement 3 Zona A	129.365,029	13.100	10
Basement 3 Zona B	172.899,189	13.100	14
Basement 3 Zona C	118.603,478	13.100	10
Basement 4 zona A	454.276,506	13.100	35
Basement 4 Zona B	607.150,478	13.100	47
Basement 4 Zona C	416.486,385	13.100	32

3. Durasi Pengecoran Pelat Lantai

Produktivits pekerjaan pengecoran didasarkan pada hasil wawancara dengan supervisor proyek yang dapat dilihat pada lampiran 3 yaitu 240 m³ / hari.

Berikut adalah contoh perhitungan durasi pada pekerjaan pengecoran plat lantai untuk lantai ground floor zona A :

Volume pekerjaan : 526,128 m³

Produktivitas per hari : 240 m³/hari

Durasi : $\frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas per Hari}}$
: $\frac{526,128}{240} = 3 \text{ hari}$

Durasi Pekerjaan Pengecoran Plat dan Balok secara menyeluruh dapat dilihat pada tabel 4.8 sebagai berikut :

Tabel 4.8 Durasi Pekerjaan Pengecoran Plat dan Balok

Lokasi	Volume (m ³)	Produktivitas (m ³ /hari)	durasi pekerjaan (hari)
(1)	(2)	(3)	(4)=(2)/(3)
Ground Floor Zona A	526,128	240	3
Ground Floor Zona B	703,181	240	3
Ground Floor Zona C	482,360	240	3
Basement 1 Zona A	684,421	240	3
Basement 1 Zona B	914,744	240	4
Basement 1 Zona C	627,486	240	3
Basement 2 Zona A	663,247	240	3
Basement 2 Zona B	886,444	240	4
Basement 2 Zona C	608,073	240	3
Basement 3 Zona A	641,805	240	3
Basement 3 Zona B	857,786	240	4
Basement 3 Zona C	588,415	240	3
Basement 4 zona A	3.584,200	240	15
Basement 4 Zona B	4.790,362	240	20
Basement 4 Zona C	3.286,040	240	14

4.3.1.5 Pekerjaan Kolom , Core Wall , Tangga, dan Ramp

Pekerjaan struktur kolom dan corewall dimulai dari tahap pembesian , pekerjaan bekisting dan pengecoran. Perhitungan durasi pada masing-masing pekerjaan adalah sebagai berikut :

1. Durasi pekerjaan pembesian kolom , core wall , tangga, dan ramp

Produktivits pekerjaan pembesian kolom , core wall , tangga, dan ramp didasarkan pada hasil wawancara dengan supervisor proyek pada lampiran 3 yaitu 13.100 kg / hari. Berikut adalah contoh perhitungan durasi pada pembesian kolom basement 1 zona A

$$\begin{aligned}\text{Volume pekerjaan} &: 321.508 \text{ kg} \\ \text{Produktivitas per hari} &: 13.100 \text{ kg/hari} \\ \text{Durasi} &: \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas per Hari}} \\ &: \frac{321.508}{13.100} = 25 \text{ hari}\end{aligned}$$

Durasi pekerjaan pembesian kolom , core wall , tangga, dan ramp secara menyeluruh dapat dilihat pada tabel 4.9 sebagai berikut :

Tabel 4.9 Durasi Pekerjaan pembesian Plat dan Balok

Lokasi	volume (kg)	Produktivitas (kg/hari)	durasi pekerjaan (hari)
(1)	(2)	(3)	(4)=(2)/(3)
Basement 1	321.508,300	13.100	25
Basement 2	228.900,300	13.100	18
Basement 3	240.203,900	13.100	19
Basement 4	459.750,600	13.100	36

2. Durasi pekerjaan bekisting kolom , core wall , tangga, dan ramp

Produktivits pekerjaan bekisting didasarkan pada hasil wawancara dengan supervisor proyek pada lampiran 3 yaitu 196 m²/ hari. Berikut adalah contoh perhitungan durasi pada pembesian kolom basement 1 zona A

$$\begin{aligned}\text{Volume pekerjaan} &: 4.788,440 \text{ kg} \\ \text{Produktivitas per hari} &: 196 \text{ m}^2/\text{hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &: \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas per Hari}} \\ &: \frac{4.788,440}{196} = 25 \text{ hari} \end{aligned}$$

Durasi pekerjaan bekisting kolom , core wall , tangga, dan ramp secara menyeluruh dapat dilihat pada tabel 4.10 sebagai berikut :

Tabel 4.10 Durasi Pekerjaan bekisting kolom , core wall , tangga, dan ramp

Lokasi	volume (m ²)	produktivitas (m ² /hari)	durasi pekerjaan (hari)
(1)	(2)	(3)	(4)=(2)/(3)
Basement 1	4.788,440	196	25
Basement 2	3.901,050	196	20
Basement 3	2.821,250	196	15
Basement 4	6.596,230	196	34

3. Durasi pengecoran kolom , core wall , tangga, dan ramp

Produktivits pekerjaan pengecoran kolom didasarkan pada hasil wawancara dengan supervisor proyek pada lampiran 3 yaitu 192 m³ / hari. Berikut adalah contoh perhitungan durasi pada pekerjaan pengecoran kolom lantai basement 1 zona A :

Volume pekerjaan : 1.019,700 m³

Produktivitas per hari : 192 m³/hari

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &: \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas per Hari}} \\ &: \frac{1.019}{192} = 6 \text{ hari} \end{aligned}$$

Durasi pekerjaan pengecoran kolom , core wall , tangga, dan ramp secara menyeluruh dapat dilihat pada tabel 4.11 sebagai berikut :

Tabel 4.11 Durasi Pekerjaan pengecoran kolom , core wall , tangga, dan ramp

Lokasi	volume (m ³)	Produktivitas (m ³ /hari)	durasi pekerjaan (hari)
(1)	(2)	(3)	(4)=(2)/(3)
Basement 1	1.019,700	192	6
Basement 2	792,500	192	5
Basement 3	673,780	192	4
Basement 4	1.983,100	192	11

4.3.1.6 Durasi Total Metode *Top Down*

Setelah perhitungan durasi pada masing masing pekerjaan selesai, berdasarkan pada uraian pekerjaan metode *Top-down* yang dapat dilihat pada sub-bab 4.2.2 ,dilakukan penyusunan hubungan ketergantungan antar pekerjaan yang bisa dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Tabel hubungan ketergantungan antar pekerjaan pada metode *Top Down*

No	URAIAN PEKERJAAN	DURASI PEKERJAAN	PREDECESSOR	JENIS HUBUNGAN	LAG (hari)
1	Striping / Perataan tanah / Pembersihan Lokasi	7 days			
2	PEKERJAAN SECANT PILE		Striping / Perataan tanah / Pembersihan Lokasi	Finish to Start	0
3	PEKERJAAN SECONDARY PILE				
4	Pengeboran Secondary Pile	36 days	Striping / Perataan tanah / Pembersihan Lokasi	Finish to Start	0
5	Pengecoran Secondary Pile	36 days	Striping / Perataan tanah / Pembersihan Lokasi	Finish to Start	0
6	PEKERJAAN PRIMARY PILE		PEKERJAAN SECONDARY PILE	Finish to Start	0
7	Pengeboran Primary Pile	36 days	Pengecoran Secondary Pile	Finish to Start	0
8	Pembesian primary Pile	36 days	Pengeboran Primary Pile	Finish to Finish	0
9	Pengecoran Primary Pile	36 days	Pembesian primary Pile	Start to Start	0
10	PEKERJAAN PENGEBORAN & PENGECORAN BORE PILE		PEKERJAAN PRIMARY PILE	Finish to Start	0
11	Pengeboran Bored Pile	105 days	Striping / Perataan tanah / Pembersihan Lokasi	Finish to Start	0
12	Pembesian Bored Pile	104 days	Pengeboran Bored Pile	Finish to Finish	0
13	Pengecoran Bored Pile	115 days	Pembesian Bored Pile	Start to Start	0
14	PEKERJAAN INSTAL BAJA KINGPOST	23 days	Pengecoran Bored Pile	Finish to Finish	0
15	PEKERJAAN PENGECORAN CAPING BEAM		PEKERJAAN PENGEBORAN & PENGECORAN BORE PILE	Finish to Start	0
16	Bekisting Caping Beam	31 days	PEKERJAAN PENGEBORAN & PENGECORAN BORE PILE	Finish to Start	0
17	Besi Caping Beam	29 days	PEKERJAAN PENGEBORAN & PENGECORAN BORE PILE	Finish to Start	0
18	Beton Capping Beam	16 days	PEKERJAAN PENGEBORAN & PENGECORAN BORE PILE	Finish to Start	0
19	PEKERJAAN DEWATERING				
20					
21	PEKERJAAN GALIAN LAYER 1 (ELV +/- 0.00 S/D ELV - 3.00)				
22	Galian Zona A layer 1	10 days	PEKERJAAN PENGECORAN CAPING BEAM	Finish to Start	0
23	Galian Zona B layer 1	14 days	Galian Zona A layer 1	Finish to Start	0

No	URAIAN PEKERJAAN	DURASI PEKERJAAN	PREDECESSOR	JENIS HUBUNGAN	LAG (hari)
24	Galian Zona C layer 1	9 days	Galian Zona B layer 1	Finish to Start	0
25	Buang tanah sisa galian ke luar lokasi	33 days	Galian Zona A layer 1	Start to Start	0
26	PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI GROUND FLOOR				
27	Pekerjaan Bekisting				
28	Bekisting plat lantai zona A ground floor	7 days	Galian Zona A layer 1	Finish to Start	0
29	Bekisting plat lantai zona B Ground Floor	9 days	Galian Zona B layer 1	Finish to Start	0
30	Bekisting plat lantai zona C Ground Floor	6 days	Galian Zona C layer 1	Finish to Start	0
31	Pekerjaan Besi				
32	Besi plat lantai zona A Ground Floor	8 days	Bekisting plat lantai zona A ground floor	Start to Start	3
33	Besi plat lantai zona B Ground Floor	10 days	Bekisting plat lantai zona B Ground Floor	Start to Start	3
34	Besi plat lantai zona C Ground Floor	7 days	Bekisting plat lantai zona C Ground Floor	Start to Start	3
35	Pekerjaan cor				
36	Pengecoran plat lantai zona A Ground Floor	3 days	Besi plat lantai zona A Ground Floor	Finish to Start	0
37	Pengecoran plat lantai zona B Ground Floor	3 days	Besi plat lantai zona B Ground Floor	Finish to Start	0
38	Pengecoran plat lantai zona C Ground Floor	3 days	Besi plat lantai zona C Ground Floor	Finish to Start	0
39	PEKERJAAN GALIAN LAYER 2 (ELV - 3.00 S/D ELV - 5.23)				
40	Galian Zona A Layer 2	8 days	Pengecoran plat lantai zona C Ground Floor	Finish to Finish	7
41	Galian Zona B Layer 2	10 days	Galian Zona A Layer 2	Finish to Start	0
42	Galian Zona C Layer 2	7 days	Galian Zona B Layer 2	Finish to Start	0
43	Buang tanah sisa galian ke luar lokasi	25 days	Galian Zona A Layer 2	Start to Start	0
44	PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI BASEMENT 1				
45	Pekerjaan Bekisting				
46	Bekisting plat lantai Basement 1 zona A	5 days	Galian Zona A Layer 2	Finish to Start	
47	Bekisting plat lantai Basement 1 zona B	7 days	Galian Zona B Layer 2	Finish to Start	
48	Bekisting plat lantai Basement 1 zona C	5 days	Galian Zona C Layer 2	Finish to Start	
49	Bekisting kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 1	25 days	Besi kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 1	Finish to Start	
50	Pekerjaan Besi				
51	Besi plat lantai Basement 1 Zona A	11 days	Bekisting plat lantai Basement 1 zona A	Start to Start	3
52	Besi plat lantai Basement 1 Zona B	15 days	Bekisting plat lantai Basement 1 zona B	Start to Start	3
53	Besi plat lantai Basement 1 zona C	10 days	Bekisting plat lantai Basement 1 zona C	Start to Start	3
54	Besi kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 1	25 days	Besi plat lantai Basement 1 Zona A	Finish to Start	0
55	Pekerjaan cor				
56	Pengecoran plat lantai Basement 1 zona A	3 days	Besi plat lantai Basement 1 Zona A	Finish to Start	0
57	Pengecoran plat lantai Basement 1 zona B	4 days	Besi plat lantai Basement 1 Zona B	Finish to Start	0
58	Pengecoran plat lantai Basement 1 zona C	3 days	Besi plat lantai Basement 1 zona C	Finish to Start	0
59	Pengecoran kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 1	6 days	Bekisting kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 1	Finish to Start	0
60	PEKERJAAN GALIAN LAYER 3 (ELV - 5.23 S/D 8.53 ELV)				
61	Galian Layer 3 Zona A	11 days	Pengecoran plat lantai Basement 1 zona C	Finish to Finish	7
62	Galian Layer 3 Zona B	15 days	Galian Layer 3 Zona A	Finish to Start	0
63	Galian Layer 3 Zona C	10 days	Galian Layer 3 Zona B	Finish to Start	0
64	Buang tanah sisa galian ke luar lokasi	36 days	lian Layer 3 Zona A	Start to Start	0

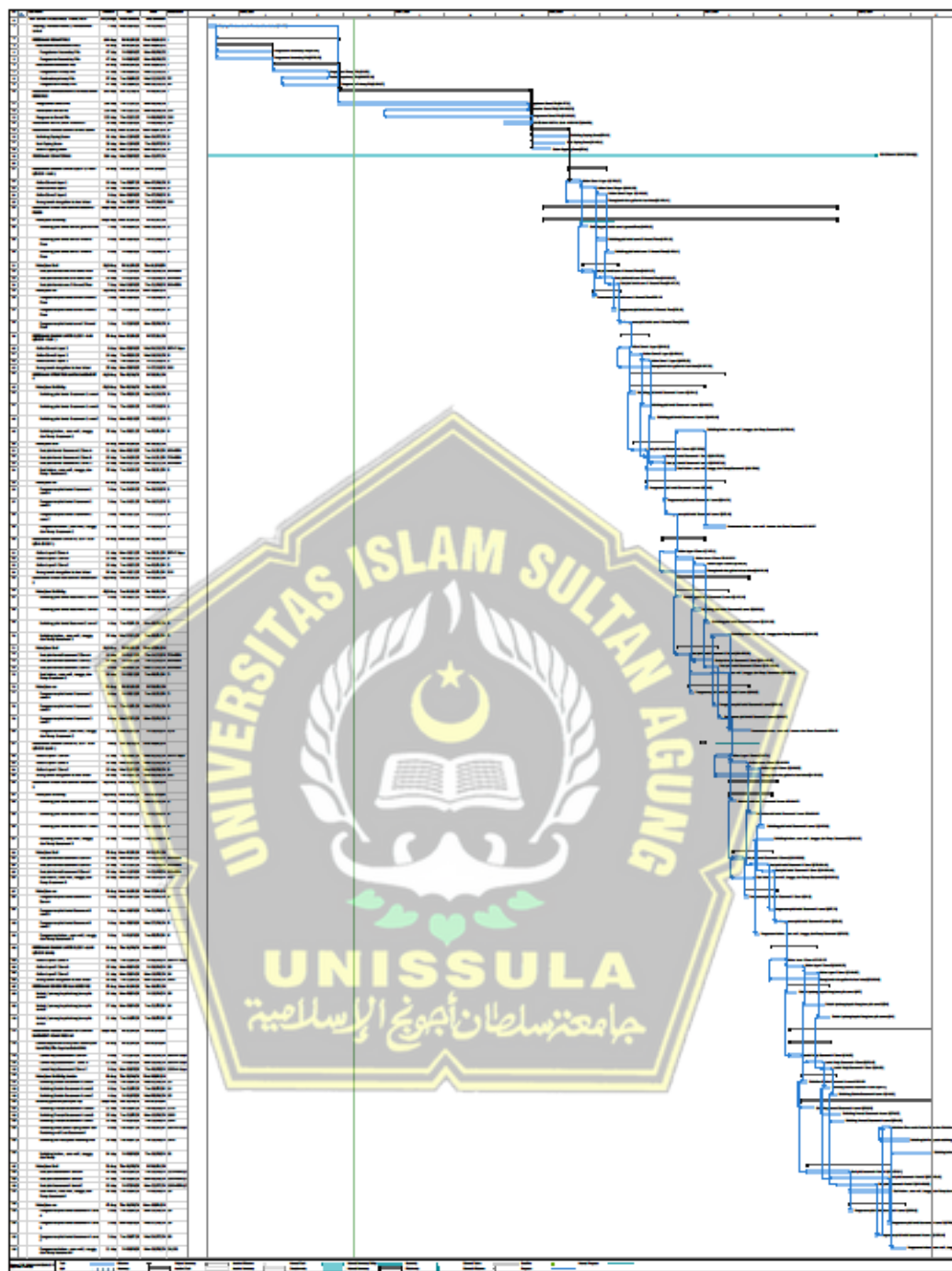
No	URAIAN PEKERJAAN	DURASI PEKERJAAN	PREDECESSOR	JENIS HUBUNGAN	LAG (hari)
65	PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI BASEMENT 2				
66	Pekerjaan Bekisting				
67	Bekisting plat lantai Basement 2 zona A	5 days	Galian Layer 3 Zona A	Finish to Start	0
68	Bekisting plat lantai Basement 2 zona B	6 days	Galian Layer 3 Zona B	Finish to Start	0
69	Bekisting plat lantai Basement 2 zona C	4 days	Galian Layer 3 Zona C	Finish to Start	0
70	Bekisting kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 2	20 days	Besi kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 2	Finish to Start	0
71	Pekerjaan Besi				
72	Besi plat lantai Basement 2 Zona A	10 days	Bekisting plat lantai Basement 2 zona A	Start to Start	3
73	Besi plat lantai Basement 2 Zona B	14 days	Bekisting plat lantai Basement 2 zona B	Start to Start	3
74	Besi plat lantai Basement 2 Zona C	9 days	Bekisting plat lantai Basement 2 zona C	Start to Start	3
75	Besi kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 2	18 days	Besi plat lantai Basement 2 Zona A	Finish to Start	0
76	Pekerjaan cor				
77	Pengecoran plat lantai Basement 2 zona A	3 days	Besi plat lantai Basement 2 Zona A	Finish to Start	0
78	Pengecoran plat lantai Basement 2 zona B	4 days	Besi plat lantai Basement 2 Zona B	Finish to Start	0
79	Pengecoran plat lantai Basement 2 zona C	3 days	Besi plat lantai Basement 2 Zona C	Finish to Start	0
80	Pengecoran kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 2	5 days	Bekisting kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 2	Finish to Start	0
			Besi kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 2	Finish to Start	0
81	PEKERJAAN GALIAN LAYER 4 (ELV - 8.53 S/D ELV 11.83)				
82	Galian Layer 4 Zona A	11 days	Pengecoran plat lantai Basement 2 zona C	Finish to Finish	7
83	Galian Layer 4 Zona B	15 days	Galian Layer 4 Zona A	Finish to Start	0
84	Galian Layer 4 Zona C	10 days	Galian Layer 4 Zona B	Finish to Start	0
85	Buang tanah sisa galian ke luar lokasi	36 days	Galian Layer 4 Zona A	Start to Start	0
86	PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI BASEMENT 3				
87	Pekerjaan Bekisting				
88	Bekisting plat lantai Basement 3 zona A	5 days	Galian Layer 4 Zona A	Finish to Start	0
89	Bekisting plat lantai Basement 3 zona B	7 days	Galian Layer 4 Zona B	Finish to Start	0
90	Bekisting plat lantai Basement 3 zona C	5 days	Galian Layer 4 Zona C	Finish to Start	0
91	Bekisting kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 3	15 days	Besi kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 3	Finish to Start	0
92	Pekerjaan Besi				
93	Besi plat lantai Basement 3 Zona A	10 days	Bekisting plat lantai Basement 3 zona A	Start to Start	3
94	Besi plat lantai Basement 3 Zona B	14 days	Bekisting plat lantai Basement 3 zona B	Start to Start	3
95	Besi plat lantai Basement 3 Zona C	10 days	Bekisting plat lantai Basement 3 zona C	Start to Start	3
96	Besi kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 3	19 days	Besi plat lantai Basement 3 Zona A	Start to Start	0
97	Pekerjaan cor				
98	Pengecoran plat lantai Basement 3 Zona A	3 days	Besi plat lantai Basement 3 Zona A	Finish to Start	0
99	Pengecoran plat lantai Basement 3 zona B	4 days	Besi plat lantai Basement 3 Zona B	Finish to Start	0
100	Pengecoran plat lantai Basement 3 zona C	3 days	Besi plat lantai Basement 3 Zona C	Finish to Start	0
101	Pengecoran kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 3	4 days	Besi kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 3	Finish to Start	0
102	PEKERJAAN GALIAN LAYER 5 (ELV -11.83 S/D ELV 16.00)				
103	Galian Layer 5 Zona A	12 days	Pengecoran plat lantai Basement 3 zona C	Finish to Finish	7

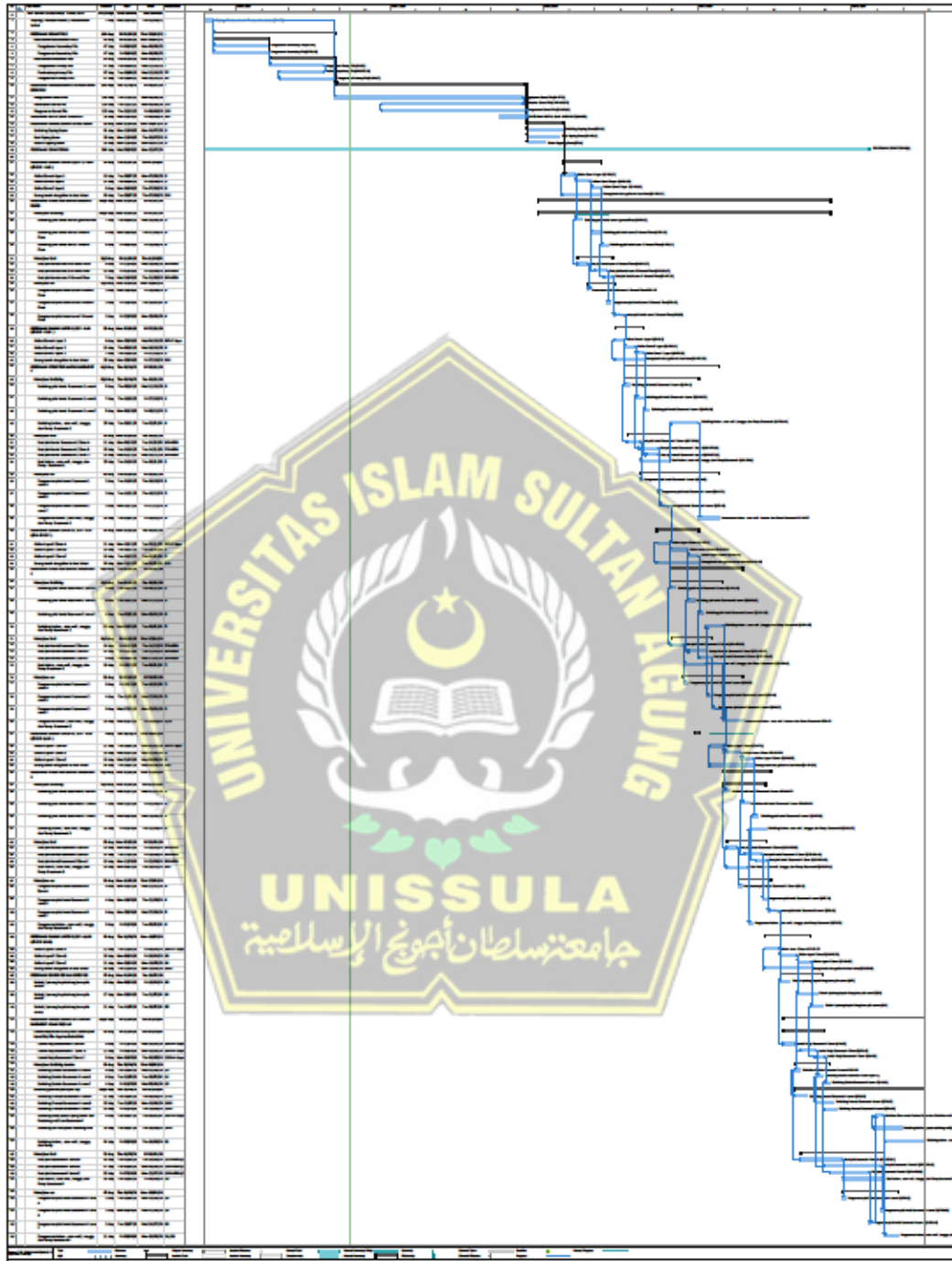
No	URAIAN PEKERJAAN	DURASI PEKERJAAN	PREDECESSOR	JENIS HUBUNGAN	LAG (hari)
104	Galian Layer 5 Zona B	15 days	Galian Layer 5 Zona A	Finish to Start	0
105	Galian Layer 5 Zona C	11 days	Galian Layer 5 Zona B	Finish to Start	0
106	Buang tanah sisa galian ke luar lokasi	38 days	Galian Layer 5 Zona A	Start to Start	0
107	PEKERJAAN BOBOK KEPALA BORE PILE				
108	Bobok / potong kepala bored pilee pile zona A	10 days	Galian Layer 5 Zona A	Finish to Start	0
109	Bobok / potong kepala bored pilee pile zona B	17 days	Galian Layer 5 Zona B	Finish to Start	0
110	Bobok / potong kepala bored pilee pile zona c	11 days	Galian Layer 5 Zona C	Finish to Start	0
111	PEKERJAAN PENGECORAN PLAT LANTAI BASEMENT 4 DAN PILE CAP				
112	Lantai kerja tebal 5 cm pada 'bawah plat lantai B4, Pile Cap dan Balok BS-1				
113	Lantai Kerja Basement 4 Zona A	9 days	Bobok / potong kepala bored pilee pile zona A	Start to Start	4
114	Lantai Kerja Basement 4 Zona B	12 days	Bobok / potong kepala bored pilee pile zona B	Start to Start	4
115	Lantai Kerja Basement 4 Zona C	9 days	Bobok / potong kepala bored pilee pile zona c	Start to Start	4
116	Pekerjaan Bekisting batako				
117	Bekisting Batako Basement 4 zona A	2 days	Lantai Kerja Basement 4 Zona A	Finish to Start	0
118	Bekisting Batako Basement 4 zona B	3 days	Lantai Kerja Basement 4 Zona B	Finish to Start	0
119	Bekisting Batako Basement 4 zona C	2 days	Lantai Kerja Basement 4 Zona C	Finish to Start	0
120	Bekisting precast pada pile cap				
121	Bekisting Precast Basement 4 zona A	11 days	Bekisting Batako Basement 4 zona A	Start to Start	0
122	Bekisting Precast Basement 4 zona B	15 days	Bekisting Batako Basement 4 zona B	Start to Start	0
123	Bekisting Precast Basement 4 zona C	11 days	Bekisting Batako Basement 4 zona C	Start to Start	0
124	Bekisting Biasa pada Caping Beam dan Retaining wall Luar Basement 4	6 days	Pengecoran plat lantai basement 4 zona C	Finish to Start	3
125	Bekisting fair face pada retaining wall	23 days	Bekisting Biasa pada Caping Beam dan Retaining wall Luar Basement 4	Start to Start	0
126	Bekisting kolom , core wall , tangga, dan Ramp	34 days	Besi kolom , core wall , tangga, dan Ramp basement 4	Finish to Start	0
127	Pekerjaan Besi				
128	Besi plat basement 4 Zona A	35 days	Bekisting Precast Basement 4 zona A	Finish to Start	-5
129	Besi plat basement 4 zona B	47 days	Bekisting Batako Basement 4 zona B	Finish to Start	0
130	Besi plat basement 4 zona C	32 days	Bekisting Batako Basement 4 zona C	Start to Start	0
131	Besi kolom , core wall , tangga, dan Ramp basement 4	36 days	Besi plat basement 4 lantai A	Finish to Start	0
132	Pekerjaan cor				
133	Pengecoran plat lantai basement 4 zona A	15 days	Besi plat basement 4 lantai A	Finish to Finish	3
134	Pengecoran plat lantai basement 4 zona B	20 days	Besi plat basement 4 lantai B	Finish to Finish	3
135	Pengecoran plat lantai basement 4 zona C	14 days	Besi plat basement 4 lantai C	Finish to Finish	
136	Pengecoran kolom , core wall , tangga, dan Ramp basement 4	11 days	Bekisting Biasa pada Caping Beam dan Retaining wall Luar Basement 4	Finish to Start	0

Setelah durasi dari masing-masing pekerjaan dan hubungan ketergantungan dari seluruh pekerjaan didapatkan, maka berdasarkan tabel Tabel

4.12 dilakukan penjadwalan secara menyeluruh menggunakan aplikasi *microsoft project* sehingga didapatkan durasi total dari metode *Top Down* pekerjaan struktur basement gedung tentrem yang dapat dilihat pada gambar 4.20 .







Gambar 4.20 Bar Chart Metode Top-Down

dari hasil penyusunan penjadwalan dalam *microsoft project* didapatkan durasi total untuk pekerjaan struktur basement dengan menggunakan metode *Top-Down* adalah 510 hari.

4.3.2 Analisa Waktu Metode *Bottom Up*

Untuk menghitung durasi total yang pada metode *bottom-up* langkah yang sama seperti perhitungan pada metode *top down* dilakukan pada analisa waktu metode *Bottom-Up*. Durasi dari setiap pekerjaan pada metode *Bottom-up* dapat dilihat pada table 4.13

Tabel 4.13 durasi pekerjaan metode *bottom-up*

NO.	URAIAN PEKERJAAN	QUANTITY	SATUAN	PRODUKTIVITAS	SATUAN	DURASI (HARI)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6) = (2) / (4)
I	Striping / Perataan tanah / Pembersihan Lokasi	11.410,00	m2	1630	m2/hari	7
II	PEKERJAAN SECONDARY PILE					
	Pengeboran Secondary Pile	10.296,00	m'	287	m'/hari	36
	Pengecoran Secondary Pile	6.264,67	m3	174	m3/hari	36
III	PEKERJAAN PRIMARY PILE					
	Pengeboran Primary Pile	10.296,00	m'	287	m'/hari	36
	Pembesian primary Pile	490.527,39	kg	13.670	kg/hari	36
	Pengecoran Primary Pile	6.264,67	m3	174	m3/hari	36
IV	PEKERJAAN PENGEBORAN & PENGECORAN BORE PILE					
	Pengeboran Bored Pile	30.249,00	m'	287	m'/hari	105
	Pembesian Bored Pile	1.424.999,15	kg	13.670	kg/hari	104
	Pengecoran Bored Pile	14.959,47	m3	133	m3/hari	112
V	PEKERJAAN PENGEBORAN & PENGECORAN KING POST					
	Pengeboran king post	2.473,50	m'	287	m'/hari	9
	Pembesian king post	118.423,58	kg	13.670	kg/hari	9
	Pengecoran king post	1.243,82	m3	133	m3/hari	9
VI	PEKERJAAN CAPING BEAM					
	Bekisting Caping Beam	558,61	m2	18	m2/hari	31
	Besi Caping Beam	19.342,80	kg	667	kg/hari	29
	Beton Capping Beam	272,40	m3	17	m3/hari	16

NO.	URAIAN PEKERJAAN	QUANTITY	SATUAN	PRODUKTIVITAS	SATUAN	DURASI
						(HARI)
VII	PEKERJAAN GALIAN	111.712,00	m3	691	m3/hari	168
VIII	BUANG TANAH GALIAN	111.712,00	M3			
VIX	PEKERJAAN DEWATERING	1,00	Ls			
X	PEKERJAAN STRUTTING	3.453.024,80	kg	10.277	kg/hari	336
XI	PEKERJAAN PLAT BASEMENT 4, FONDASI RAFT DAN PILE CAP					
	Lantai kerja tebal 5 cm pada bawah plat lantai B4, Pile Cap dan Balok BS-1	371,04	m3	13	m3/hari	29
	Pekerjaan Bekisting batako	406,74	m2	70	m2/hari	6
	Bekisting Precast Basement 4	1.895,19	m2	53	m2/hari	36
	Bekisting Biasa pada Retaining wall Luar Basement 4	92,00	m2	18	m2/hari	5
	Bekisting fair face pada retaining wall	4.447,84	m2	196	m2/hari	23
	Bekisting kolom , core wall , tangga, dan Ramp	6.596,23	m2	196	m2/hari	34
	Pembesian pile cap dan plat	1.477.913,37	kg	13.100	kg/hari	113
	Pembesian kolom corewall dan tangga	459.750,60	kg	13.100	kg/hari	35
	Pekerjaan cor plat dan pilecap basement 4	11.660,60	m3	240	m3/hari	49
	pekerjaan cor kolom, corewall, tangga dan Ranp basement 4	1.983,10	m3	192	m3/hari	10
XII	LANTAI BASEMENT 3					
	bekisting plat basement 3	8.472,55	m2	560	m2/hari	15
	bekisting kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 3	2.821,25	m2	196	m2/hari	14
	pembesian plat basement 3	420.867,70	kg	13.100	kg/hari	32
	pembesian kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 3	240.203,90	kg	13.100	kg/hari	18
	pengecoran plat basement 3	2.088,01	m3	240	m3/hari	9
	pengecoran kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 3	673,78	m3	192	m3/hari	4
XIII	LANTAI BASEMENT 2					
	bekisting plat basement 2	7.845,89	m2	560	m2/hari	14
	bekisting kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 2	3.901,05		196	m2/hari	20
	pembesian plat basement 2	417.746,29	kg	13.100	kg/hari	32
	pembesian kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 2	228.900,30		13.100	kg/hari	17

NO.	URAIAN PEKERJAAN	QUANTITY	SATUAN	PRODUKTIVITAS	SATUAN	DURASI
						(HARI)
	pengecoran plat basement 2	2.157,76	m3	240	m3/hari	9
	pengecoran kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 2	792,50		192	m3/hari	4
XIV	LANTAI BASEMENT 1					
	bekisting plat basement 1	8.764,82	m2	560	m2/hari	16
	bekisting kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 1	4.788,44		196	m2/hari	24
	pembesian plat basement 1	446.856,19	kg	13.100	kg/hari	34
	pembesian kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 1	321.508,30		13.100	kg/hari	25
	pengecoran plat basement 1	2.226,65	m3	240	m3/hari	9
	pengecoran kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 1	1.019,70		192	m3/hari	5
XV	LANTAI GROUND FLOOR					
	bekisting plat Ground Floor	11.185,35	m2	560	m2/hari	20
	pembesian plat Ground Floor	306.761,35	kg	13.100	kg/hari	23
	pengecoran Plat Ground Floor	1.711,67	m3	240	m3/hari	7
XVI	Pekerjaan Bobok kepala borepile	735,00	titik	20	titik/hari	37
XVII	Pekerjaan Bobok King post	97,00	titik	4	titik/hari	24
XVIII	Pekerjaan penutupan plat bekas lubang king post	388	titik	10	Titik/hari	39

Setelah durasi masing masing pekerjaan pada metode *bottom up* diketahui, selanjutnya berdasarkan pada uraian pekerjaan metode *bottom up* yang dapat dilihat pada sub-bab 4.2.1 dilakukan penyusunan hubungan ketergantungan antar pekerjaan yang bisa dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 hubungan ketergantungan antar pekerjaan pada metode *bottom up*

No	Nama Pekerjaan	Durasi (hari)	Predecessor	Hubungan	Lag (hari)
1	Striping / Perataan tanah / Pembersihan Lokasi	7 days			
3	PEKERJAAN SECONDARY PILE				
4	Pengeboran Secondary Pile	36 days	Striping / Perataan tanah / Pembersihan Lokasi	Finish to Start	0
5	Pengecoran Secondary Pile	36 days	Pengeboran Secondary Pile	Finish to Finish	0
6	PEKERJAAN PRIMARY PILE				
7	Pengeboran Primary Pile	36 days	Pengecoran Secondary Pile	Finish to Start	0
8	Pembesian primary Pile	36 days	Pengeboran Primary Pile	Finish to Finish	0
9	Pengecoran Primary Pile	36 days	Pembesian primary Pile	Start to Start	0
10	PEKERJAAN PENGEBORAN & PENGECORAN BORE PILE				
11	Pengeboran Bored Pile	105 days	Striping / Perataan tanah / Pembersihan Lokasi	Finish to Start	0
12	Pembesian Bored Pile	104 days	Pengeboran Bored Pile	Finish to Finish	0
13	Pengecoran Bored Pile	112 days	Pembesian Bored Pile	Start to Start	0
14	PEKERJAAN PENGEBORAN & PENGECORAN KING POST				
15	Pengeboran king post	9 days	Pengecoran Bored Pile	Finish to Start	0
16	Pembesian king post	9 days	Pengeboran king post	Finish to Finish	0
17	Pengecoran king post	9 days	Pembesian king post	Finish to Finish	0
18	PEKERJAAN CAPING BEAM				
19	Bekisting Capping Beam	31 days	pekerjaan pengeboran & pengecoran king post	Finish to Start	0
20	Besi Capping Beam	29 days	Bekisting Capping Beam	Finish to Finish	0
21	Beton Capping Beam	16 days	Besi Capping Beam	Finish to Finish	1
22	pekerjaan galian	168 days	Beton Capping Beam	Finish to Start	0
23	pekerjaan dewatering				
24	pekerjaan strutting	180 days	pekerjaan galian	Start to Start	40
25	Pekerjaan Bobok kepala Bored Pile	37 Days	Pekerjaan Galian	Finish to finish	7
26	PEKERJAAN PLAT BASEMENT 4, FONDASI RAFT DAN PILE CAP				
26	Lantai kerja tebal 5 cm pada 'bawah plat lantai B4, Pile Cap dan Balok BS-1	29 days	Pekerjaan Bobok kepala Bored Pile	Sart to start	7

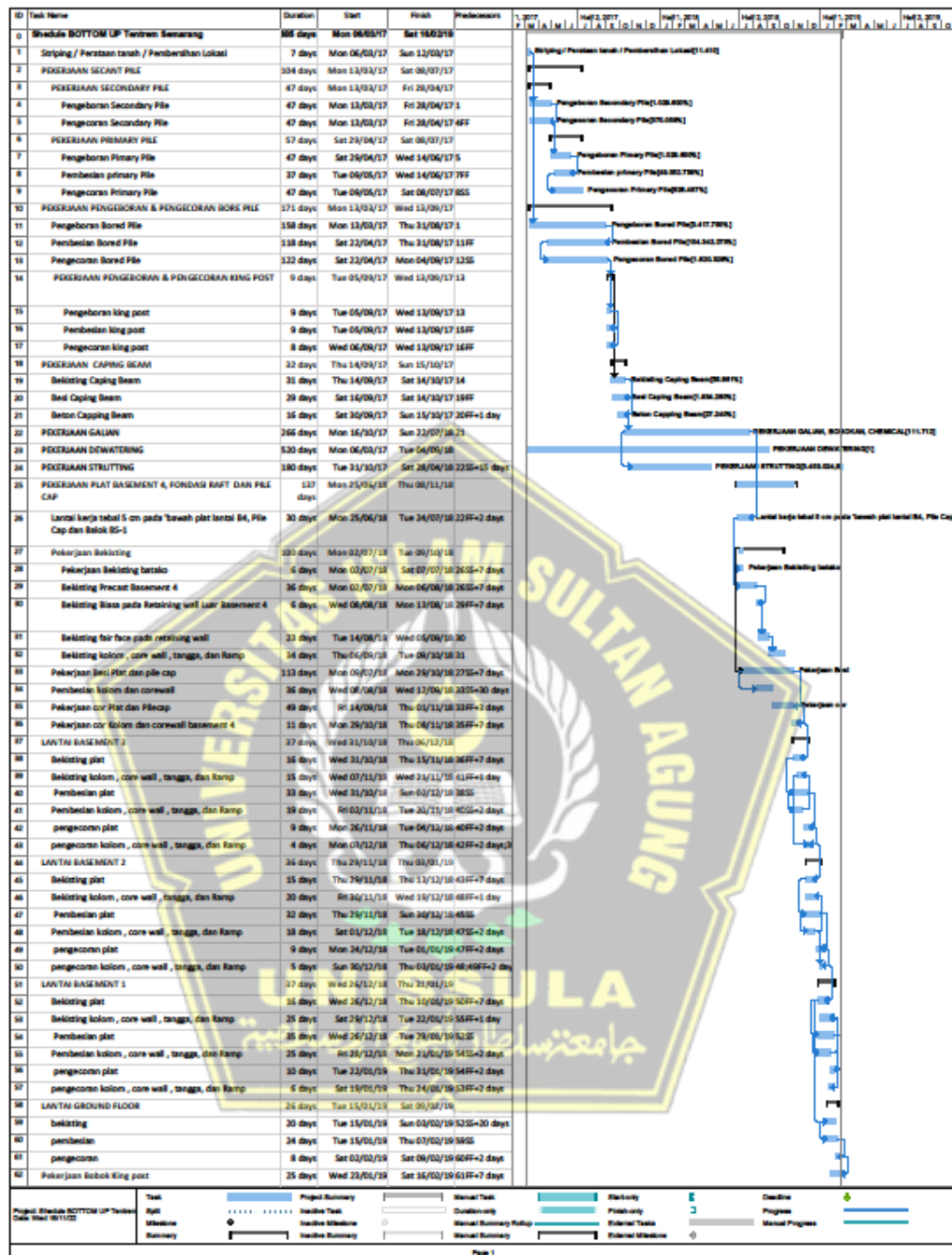
No	Nama Pekerjaan	Durasi (hari)	Predecessor	Hubungan	Lag (hari)
27	Pekerjaan Bekisting Basement 4				
28	Pekerjaan Bekisting batako Basement 4	6 days	Lantai kerja tebal 5 cm pada 'bawah plat lantai B4, Pile Cap dan Balok BS-1	Start to Start	7
29	Bekisting Precast Basement 4	36 days	Lantai kerja tebal 5 cm pada 'bawah plat lantai B4, Pile Cap dan Balok BS-1	Start to Start	7
30	Bekisting Biasa pada Retaining wall Luar Basement 4	5 days	Pembesian kolom dan corewall Basement 4	Finish to start	0
31	Bekisting fair face pada retaining wall Basement 4	23 days	Pembesian kolom dan corewall Basement 4	Start to Start	7
			Pekerjaan cor Plat dan Pilecap Basement 4	Finish to Start	0
32	Bekisting kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 4	34 days	Pekerjaan cor Plat dan Pilecap Basement 4 ;	Finish to Start	0
			Pembesian kolom dan corewall Basement 4	Start to start	30
33	Pekerjaan Besi Plat dan pile cap Basement 4	113 days	Bekisting Precast Basement 4	Start to Start	12
34	Pembesian kolom dan corewall Basement 4	35 days	Pekerjaan Besi Plat dan pile cap Basement 4	Start to Start	20
			Pekerjaan cor Plat dan Pilecap Basement 4	Finish to Finish	7
35	Pekerjaan cor Plat dan Pilecap Basement 4	49 days	Pekerjaan Besi Plat dan pile cap Basement 4	Finish to Finish	2
36	Pekerjaan cor Kolom dan corewall basement 4	10 days	Bekisting kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 4	Finish to Finish	3
37	LANTAI BASEMENT 3				
38	Bekisting plat Lantai Basement 3	15 days	Pekerjaan cor Kolom dan corewall basement 4	Finish to Finish	7
39	Bekisting kolom , core wall , tangga, dan Ramp	14 days	Pembesian kolom , core wall , tangga, dan Ramp ;	Finish to Finish	1
			pengecoran plat Lantai Basement 3	Start to Start	10
40	Pembesian plat Lantai Basement 3	32 days	Bekisting plat Lantai Basement 3	Start to Start	0
41	Pembesian kolom , core wall , tangga, dan Ramp	18 days	Pembesian plat Basement 3	Start to Start	2
42	pengecoran plat Lantai Basement 3	9 days	Pembesian plat Basement 3	Finish to Finish	2
43	pengecoran kolom , core wall , tangga, dan Ramp	4 days	pengecoran plat Basement 3	Finish to Finish	2
			Bekisting kolom , core wall , tangga, dan Ramp	Start to Start	1
44	LANTAI BASEMENT 2				

No	Nama Pekerjaan	Durasi (hari)	Predecessor	Hubungan	Lag (hari)
45	Bekisting plat Basement 2	14 days	pengecoran kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 3	Finish to Finish	7
46	Bekisting kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 2	20 days	Pembesian kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 2	Finish to Finish	1
			pengecoran plat Basement 2	Start to Start	10
47	Pembesian plat Basement 2	32 days	Bekisting plat Basement 2	Start to Start	0
48	Pembesian kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 2	17 days	Pembesian plat Basement 2	Start to Start	2
49	pengecoran plat Basement 2	9 days	Pembesian plat Basement 2	Finish to Finish	2
50	pengecoran kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 2	4 days	Bekisting kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 2	Finish to Finish	2
51	LANTAI BASEMENT 1				
52	Bekisting plat Basement 1	16 days	pengecoran kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 2	Finish to Finish	7
53	Bekisting kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 1	24 days	Pembesian kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 1	Finish to Finish	1
			pengecoran plat Basement 1	Start to start	11
54	Pembesian plat Basement 1	34 days	Bekisting plat Basement 1	Start to Start	0
55	Pembesian kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 1	25 days	Pembesian plat Basement 1	Start to Start	2
56	pengecoran plat Basement 1	9 days	Pembesian plat Basement 1	Finish to Finish	2
57	pengecoran kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 1	5 days	Bekisting kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 1	Finish to Finish	2
58	LANTAI GROUND FLOOR				
59	Bekisting Plat Ground Floor	20 days	pengecoran kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 1	Finish to Finish	7
60	Pembesian Plat Ground Floor	23 days	Bekisting Bekisting Plat Ground Floor	Start to Start	0
61	Pengecoran Plat Ground Floor	7 days	Pembesian Plat Ground Floor	Finish to Finish	2
62	Pekerjaan Bobok King post	24	Pengecoran Plat Ground Floor	Finish to Finish	7
63	Pekerjaan cor lubang bekas King pos	39	Pekerjaan Bobok King post	Start to start	12

Setelah durasi dari masing-masing pekerjaan dan hubungan ketergantungan dari seluruh pekerjaan didapatkan, maka berdasarkan tabel 4.13 dilakukan penjadwalan secara menyeluruh menggunakan aplikasi *microsoft*

project sehingga didapatkan durasi total dari metode *bottom up* pekerjaan struktur basement gedung tentrem yang dapat dilihat pada gambar 4.21 .





Gambar 4.21 Bar Chart Metode Bottom-up

dari hasil penyusunan penjadwalan dalam *microsoft project* didapatkan durasi total untuk pekerjaan struktur basement dengan menggunakan metode *Bottom-Up* adalah 685 hari

4.4 Analisa Biaya

4.4.1 Analisa Biaya Metode Top Down

Perhitungan biaya pada metode top down dilakukan berdasarkan data volume pada tabel 4.1 dikalikan dengan harga satuan pekerjaan yang dapat dilihat pada lampiran 6. Biaya pelaksanaan struktur basement dengan metode *Top Down* dapat dilihat pada tabel 4.15

Tabel 4.15 Perhitungan Biaya Pelaksanaan struktur basement dengan metode *Top Down*

NO.	URAIAN PEKERJAAN	QUANTITY	SATUAN	HARGA SATUAN	TOTAL
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(5) = (3) x (5)
I	Striping / Perataan tanah / Pembersihan Lokasi	11.410,00	m ²	5.510	62.869.100
II	PEKERJAAN SECONDARY PILE				
	Pengeboran Secondary Pile	10.296	m'	525.000	5.405.400.000
	Pengecoran Secondary Pile	6.264,67	m ³	974.000	6.101.793.200
III	PEKERJAAN PRIMARY PILE				
	Pengeboran Primary Pile	10.296	m'	525.000	5.405.400.000
	Pembesian Primary Pile	490.527,39	kg	9.250	4.537.378.403
	Pengecoran Primary Pile	6.264,67	Kg	974.000	6.101.793.200
IV	PEKERJAAN BORE PILE				0
	Pengeboran Bored Pile	30.249,000	m'	525.000	15.880.725.000
	Pembesian Bored Pile	1.424.999,146		9.250	13.181.242.097
	Pengecoran Bored Pile	14.959,466		974.000	14.570.519.606
	Instal Baja Kingpost	434.558,000	kg	11.640	5.058.255.120
V	PEKERJAAN PENGECORAN CAPING BEAM				
	Bekisting Caping Beam	558,610	m ²	117.990,000	65.910.394
	Besi Caping Beam	19.342,800	kg	9.230,000	178.534.044

NO.	URAIAN PEKERJAAN	QUANTITY	SATUAN	HARGA SATUAN	TOTAL
	Beton Capping Beam	272,400	m3	996.340,000	271.403.016
VI	PEKERJAAN DEWATERING	1		3.115.978.720	3.115.978.720
VII	PEKERJAAN GALIAN LAYER 1 (ELV +/- 0.00 S/D ELV - 3.00)				
	Galian Zona A	6.743,271	m3	52.970,000	357.191.040,716
	Galian Zona B	9.012,528	m3	52.970,000	477.393.632,632
	Galian Zona C	6.182,315	m3	52.970,000	327.477.216,068
VIII	Buang tanah sisa galian ke luar lokasi	21.938,114	m3	56.210,000	1.233.141.378,216
II	PEKERJAAN STRUKTUR Lantai GROUND FLOR				
	<u>Pekerjaan Bekisting</u>				
	Bekisting plat lantai zona A	3.438,117	m2	134.550,000	462.598.695,892
	Bekisting plat lantai zona B	4.595,119	m2	134.550,000	618.273.267,550
	Bekisting plat lantai zona C	3.152,109	m2	134.550,000	424.116.273,421
					0,000
	<u>Pekerjaan Besi</u>				0,000
	Besi plat lantai zona A	94.291,368	kg	9.230,000	870.309.327,538
	Besi plat lantai zona B	126.022,474	kg	9.230,000	1.163.187.437,610
	Besi plat lantai zona C	86.447,506	kg	9.230,000	797.910.482,664
	<u>Pekerjaan cor</u>				
	Pengecoran plat lantai zona A	526,128	m3	984.770,000	518.114.727,504
	Pengecoran plat lantai zona B	703,181	m3	984.770,000	692.471.657,150
	Pengecoran plat lantai zona C	482,360	m3	984.770,000	475.014.065,938
III	PEKERJAAN GALIAN LAYER 2 (ELV - 3.00 S/D ELV - 5.23)				
1	Galian Zona A	5.012,498		52.970,000	265.512.006,932
2	Galian Zona B	6.699,313	m3	52.970,000	354.862.600,257
3	Galian Zona C	4.595,521	m3	52.970,000	243.424.730,611
	Buang tanah sisa galian ke luar lokasi	16.307,331	m3	56.210,000	916.635.091,140
II	PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI BASEMENT 1				
	<u>Pekerjaan Bekisting</u>				
	Bekisting plat lantai zona A	2.694,103	m2	134.550,000	362.491.491,676
	Bekisting plat lantai zona B	3.600,727	m2	134.550,000	484.477.801,186
	Bekisting plat lantai zona C	2.469,987	m2	134.550,000	332.336.735,839

NO.	URAIAN PEKERJAAN	QUANTITY	SATUAN	HARGA SATUAN	TOTAL
	Bekisting kolom , core wall , tangga, dan Ramp	4.788,440	m2	134.550,000	644.284.602,000
	<u>Pekerjaan Besi</u>				
	Besi plat lantai zona A	137.353,295	kg	9.230,000	1.267.770.911,099
	Besi plat lantai zona B	183.575,680	kg	9.230,000	1.694.403.530,901
	Besi plat lantai zona C	125.927,220	kg	9.230,000	1.162.308.236,364
	Besi kolom , core wall , tangga, dan Ramp	321.508,300	kg	9.230,000	2.967.521.609,000
	<u>Pekerjaan cor</u>				
	Pengecoran plat lantai zona A	684,421	m3	984.770,000	673.997.179,525
	Pengecoran plat lantai zona B	914,744	m3	984.770,000	900.811.961,220
	Pengecoran plat lantai zona C	627,486	m3	984.770,000	617.929.048,687
	Pengecoran kolom , core wall , tangga, dan Ramp	1.019,700	m3	1.031.070,000	1.051.382.079,000
V	PEKERJAAN GALIAN LAYER 3 (ELV - 5.23 S/D 8.53 ELV)				
1	Galian Zona A	7.417,598	m3	52.970,000	392.910.144,787
2	Galian Zona B	9.913,781	m3	52.970,000	525.132.995,895
3	Galian Zona C	6.800,546	m3	52.970,000	360.224.937,675
	Buang tanah sisa galian ke luar lokasi	24.131,925	m3	56.210,000	1.356.455.516,037
VI	PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI BASEMENT 2				
	<u>Pekerjaan Bekisting</u>				
	Bekisting plat lantai zona A	2.411,644	m2	134.550,000	324.486.746,988
	Bekisting plat lantai zona B	3.223,215	m2	134.550,000	433.683.629,284
	Bekisting plat lantai zona C	2.211,026	m2	134.550,000	297.493.510,312
	Bekisting kolom , core wall , tangga, dan Ramp	3.901,050	m2	134.550,000	524.886.277,500
	<u>Pekerjaan Besi</u>				
	Besi plat lantai Zona A	128.405,580	kg	9.230,000	1.185.183.506,408
	Besi plat lantai Zona B	171.616,865	kg	9.230,000	1.584.023.659,513
	Besi plat lantai Zona C	117.723,843	kg	9.230,000	1.086.591.070,232
	Besi kolom , core wall , tangga, dan Ramp	228.900,300	kg	9.230,000	2.112.749.769,000
	<u>Pekerjaan cor</u>				

NO.	URAIAN PEKERJAAN	QUANTITY	SATUAN	HARGA SATUAN	TOTAL
	Pengecoran plat lantai zona A	663,247	m3	984.770,000	653.145.445,706
	Pengecoran plat lantai zona B	886,444	m3	984.770,000	872.943.163,239
	Pengecoran plat lantai zona C	608,073	m3	984.770,000	598.811.918,180
	Pengecoran kolom , core wall , tangga, dan Ramp	792,500	m3	1.031.070,000	817.122.975,000
VII	PEKERJAAN GALIAN LAYER 4 (ELV - 8.53 S/D ELV 11.83)				
	Galian Zona A	7.417,598	m3	52.970,000	392.910.144,787
	Galian Zona B	9.913,781	m3	52.970,000	525.132.995,895
	Galian Zona C	6.800,546	m3	52.970,000	360.224.937,675
	Buang tanah sisa galian ke luar lokasi	24.131,925	m3	56.210,000	1.356.455.516,037
VIII	PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI BASEMENT 3				
	Pekerjaan Bekisting				
	Bekisting plat lantai zona A	2,604,266	m2	134.550,000	350.403.961,107
	Bekisting plat lantai zona B	3.480,658	m2	134.550,000	468.322.552,398
	Bekisting plat lantai zona C	2.387,623	m2	134.550,000	321.254.736,549
	Bekisting kolom , core wall , tangga, dan Ramp	2.821,250	m2	134.550,000	379.599.187,500
	Pekerjaan Besi				
	Besi plat lantai A	129.365,029	kg	9.230,000	1.194.039.220,947
	Besi plat lantai B	172.899,189	kg	9.230,000	1.595.859.515,544
	Besi plat lantai C	118.603,478	kg	9.230,000	1.094.710.100,144
	Besi kolom , core wall , tangga, dan Ramp	240.203,900	kg	9.230,000	2.217.081.997,000
	Pekerjaan cor				
	Pengecoran plat lantai zona A	641,805	m3	984.770,000	632.030.340,685
	Pengecoran plat lantai zona B	857,786	m3	984.770,000	844.722.363,890
	Pengecoran plat lantai zona C	588,415	m3	984.770,000	579.453.325,659
	Pengecoran kolom , core wall , tangga, dan Ramp	673,780	m3	1.031.070,000	694.714.344,600
IX	PEKERJAAN GALIAN LAYER 5 (ELV -11.83 S/D ELV 16.00)				
	Galian Zona A	7.747,568	m3	52.970,000	410.388.693,046
	Galian Zona B	10.354,794	m3	52.970,000	548.493.457,652

NO.	URAIAN PEKERJAAN	QUANTITY	SATUAN	HARGA SATUAN	TOTAL
	Galian Zona C	7.103,068	m3	52.970,000	376.249.489,448
	Buang tanah sisa galian ke luar lokasi	25.205,430	m3	56.210,000	1.416.797.234,145
X	PEKERJAAN PENGECORAN PLAT LANTAI BASEMENT 4 DAN PILE CAP				
	<u>Pekerjaan Bobok kepala borepile</u>				
	Bobok kepala borepile zona A	187,000	titik	1.047.040,000	195.796.480,000
	Bobok kepala borepile zona B	334,000	titik	1.047.040,000	349.711.360,000
	Bobok kepala borepile zona C	214,000	titik	1.047.040,000	224.066.560,000
	<u>Lantai kerja tebal 5 cm pada 'bawah plat lantai B4, Pile Cap dan Balok BS-1</u>				
	Lantai Kerja Zona A	114,048	m3	807.950,000	92.145.179,204
	Lantai Kerja Zona B	152,428	m3	807.950,000	123.154.045,918
	Lantai Kerja Zona C	104,561	m3	807.950,000	84.479.853,413
	<u>Pekerjaan Bekisting</u>				
	<u>bekisting batako</u>				
	Bekisting batako zona A	125,023	m2	115.250,000	14.408.850,342
	Bekisting batako zona B	167,095	m2	115.250,000	19.257.743,400
	Bekisting batako zona C	114,622	m2	115.250,000	13.210.214,308
	<u>Bekisting precast pada pile cap</u>				
	Bekisting Precast zona A	582,537	m2	170.830,000	99.514.778,178
	Bekisting Precast zona B	778,573	m2	170.830,000	133.003.676,016
	Bekisting Precast zona C	534,077	m2	170.830,000	91.236.393,976
	<u>Bekisting Biasa pada Caping Beam dan Retaining wall Luar</u>	92,000	m2	134.550,000	12.378.600,000
	Bekisting fair face pada retaining wall	4.447,840	m2	134.560,000	598.501.350,400
	Bekisting kolom , core wall , tangga, dan Ramp	6.596,230	m2	134.550,000	887.522.746,500
	<u>Pekerjaan Besi</u>				
	Besi plat lantai A	454.276,506	kg	9.230,000	4.192.972.146,057
	Besi plat lantai B	607.150,478	kg	9.230,000	5.603.998.914,196
	Besi plat lantai C	416.486,385	kg	9.230,000	3.844.169.334,963
	Besi kolom , core wall , tangga, dan Ramp	459.750,600	kg	9.230,000	4.243.498.038,000
	<u>Pekerjaan cor</u>				
	Pengecoran plat lantai zona A	3.584,200	m3	1.042.640,000	3.737.030.743,617
	Pengecoran plat lantai zona B	4.790,362	m3	1.042.640,000	4.994.623.264,846

NO.	URAIAN PEKERJAAN	QUANTITY	SATUAN	HARGA SATUAN	TOTAL
	Pengecoran plat lantai zona C	3.286,040	m3	1.042.640,000	3.426.156.551,490
	Pengecoran kolom , core wall , tangga, dan Ramp	1.983,100	m3	1.031.070,000	2.044.714.917,000
	Pekerjaan Grouting Kolom	287,656	m3	13.225.720,000	3.804.451.500,239
XI	BIAYA PERALATAN				
	Buldozer	2 Unit	168 Hari	2.000.000,000	672.000.000,000
	Excavator Long Arm dengan operator, bahan bakar dan supervisi	2 Unit	168 Hari	4.215.000,000	1.416.240.000,000
	Excavator PC 200 dengan operator, bahan bakar dan supervisi	7 Unit	168 Hari	2.855.000,000	3.357.480.000,000
	Dump Truck	50 Unit	168 Hari	1.850.000,000	15.540.000.000,000
	Tower Crane	2 Unit	19 Bulan	114.712.500,000	4.359.075.000,000
	Bar Cutter	1 Unit	564 hHari	800.000,000	451.200.000,000
	Bar Bender	1 Unit	564 Hari	800.000,000	451.200.000,000
XI	BIAYA TIDAK LANGSUNG				
	Gaji Staff dan karyawan	510	Hari	16.124.000,000	8.223.240.000,000
	Biaya Rapat Mingguan	73	Minggu	750.000,000	54.642.857,143
	K3	73	Minggu	5.963.302,752	477.064.220,183
	Biaya keamanan dan lingkungan	73	bulan	5.000.000,000	91.071.428,571
TOTAL					Rp205.059.861.826

Berdasarkan pengolahan data yang di dapat dari data primer dapat dilihat pada tabel 4.1 didapatkan biaya konstruksi untuk pekerjaan struktur basement gedung tentrem dengan metode pelaksanaan *Top Down* adalah Rp Rp205.059.861.826

4.4.2 Analisa Biaya Metode Bottom Up

Perhitungan biaya pada metode *Bottom Up* dilakukan berdasarkan data volume pada tabel 4.1 dikalikan dengan harga satuan pekerjaan yang dapat dilihat pada lampiran 6. Biaya pelaksanaan struktur basement dengan metode *Bottom Up* dapat dilihat pada tabel 4.17

Tabel 4.16 Perhitungan Biaya Pelaksanaan struktur basement dengan metode
Bottom Up

NO.	URAIAN PEKERJAAN	QUANTITY	SATUAN	HARGA SATUAN	TOTAL (4) = (2) x(3)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5) = (2) x (4)
I	Striping / Perataan tanah / Pembersihan Lokasi	11.410,00	m2	5.510	62.869.100,00
II	PEKERJAAN SECONDARY PILE				
	Pengeboran Secondary Pile	10.296,00	m'	525.000	5.405.400.000,00
	Pengecoran Secondary Pile	6.264,67	m3	974.000	6.101.793.199,54
III	PEKERJAAN PRIMARY PILE				
	Pengeboran Pimary Pile	10.296,00	m'	525.000	5.405.400.000,00
	Pembesian primary Pile	490.527,39	kg	9.250	4.537.378.403,02
	Pengecoran Primary Pile	6.264,67	m3	974.000	6.101.793.199,54
IV	PEKERJAAN PENGEBORAN & PENGECORAN BORE PILE				
	Pengeboran Bored Pile	30.249,00	m'	525.000	15.880.725.000,00
	Pembesian Bored Pile	1.424.999,15	kg	9.250	13.181.242.097,39
	Pengecoran Bored Pile	14.959,47	m3	974.000	14.570.519.605,71
V	PEKERJAAN PENGEBORAN & PENGECORAN KING POST				
	Pengeboran king post	2.473,50	m'	525.000	1.298.587.500,00
	Pembesian king post	118.423,58	kg	9.250	1.095.418.108,63
	Pengecoran king post	1.243,82	m3	974.000	1.211.477.897,14
VI	PEKERJAAN CAPING BEAM				
	Bekisting Caping Beam	558,61	m2	117.990	65.910.393,90
	Besi Caping Beam	19.342,80	kg	9.230	178.534.044,00
	Beton Capping Beam	272,40	m3	996.340	271.403.016,00
VII	PEKERJAAN GALIAN	111.712,00	m3	52.970	5.917.384.640,00
VIII	BUANG TANAH GALIAN	111.712,00	M3	56.210	6.279.331.520,00
VIX	PEKERJAAN DEWATERING	1,00	Ls	3.115.978.720	3.115.978.720,00
X	PEKERJAAN STRUTTING	3.453.024,80	kg	14.227	49.126.183.829,60
XI	PEKERJAAN PLAT BASEMENT 4, FONDASI RAFT DAN PILE CAP				

NO.	URAIAN PEKERJAAN	QUANTITY	SATUAN	HARGA SATUAN	TOTAL (4) = (2) x(3)
	Lantai kerja tebal 5 cm pada 'bawah plat lantai B4, Pile Cap dan Balok BS-1	371,04	m3	807.950	299.779.078,54
	Pekerjaan Bekisting batako	406,74	m2	115.250	46.876.808,05
	Bekisting Precast Basement 4	1.895,19	m2	170.830	323.754.848,17
	Bekisting Biasa pada Retaining wall Luar Basement 4	92,00	m2	134.550	12.378.600,00
	Bekisting fair face pada retaining wall	4.447,84	m2	134.560	598.501.350,40
	Bekisting kolom , core wall , tangga, dan Ramp	6.596,23	m2	134.550	887.522.746,50
	Pembesian pile cap dan plat	1.477.913,37	kg	9.230	13.641.140.395,22
	Pembesian kolom corewall dan tangga	459.750,60	kg	9.230	4.243.498.038,00
	Pekerjaan cor plat dan pilecap basement 4	11.660,60	m3	1.042.640	12.157.810.559,95
	pekerjaan cor kolom, corewall, tangga dan Ramp basement 4	1.983,10	m3	1.031.070	2.044.714.917,00
XII	LANTAI BASEMENT 3				
	bekisting plat basement 3	8.472,55	m2	134.550	1.139.981.250,05
	bekisting kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 3	2.821,25	m2	134.550	379.599.187,50
	pembesian plat basement 3	420.867,70	kg	9.230	3.884.608.836,64
	pembesian kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 3	240.203,90	kg	9.230	2.217.081.997,00
	pengecoran plat basement 3	2.088,01	m3	984.770	2.056.206.030,23
	pengecoran kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 3	673,78	m3	1.031.070	694.714.344,60
XIII	LANTAI BASEMENT 2				
	bekisting plat basement 2	7.845,89	m2	134.550	1.055.663.886,58
	bekisting kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 2	3.901,05		134.550	524.886.277,50
	pembesian plat basement 2	417.746,29	kg	9.230	3.855.798.236,15
	pembesian kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 2	228.900,30		9.230	2.112.749.769,00
	pengecoran plat basement 2	2.157,76	m3	984.770	2.124.900.527,13
	pengecoran kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 2	792,50		1.031.070	817.122.975,00
XIV	LANTAI BASEMENT 1				
	bekisting plat basement 1	8.764,82	m2	134.550	1.179.306.028,70

NO.	URAIAN PEKERJAAN	QUANTITY	SATUAN	HARGA SATUAN	TOTAL (4) = (2) x(3)
	bekisting kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 1	4.788,44		134.550	644.284.602,00
	pembesian plat basement 1	446.856,19	kg	9.230	4.124.482.678,36
	pembesian kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 1	321.508,30		9.230	2.967.521.609,00
	pengecoran plat basement 1	2.226,65	m3	984.770	2.192.738.189,43
	pengecoran kolom , core wall , tangga, dan Ramp Basement 1	1.019,70		1.031.070	1.051.382.079,00
XV	LANTAI GROUND FLOOR				
	bekisting plat Ground Floor	11.185,35	m2	134.550	1.504.988.236,86
	pembesian plat Ground Floor	306.761,35	kg	9.230	2.831.407.247,81
	pengecoran Plat Ground Floor	1.711,67	m3	984.770	1.685.600.450,59
XVI	Pekerjaan Bobok kepala borepile	735,00	titik	1.047.040	769.574.400,00
XVII	Pekerjaan Bobok King post	97,00	titik	5.723.300	555.160.100,00
XVIII	BIAYA PERALATAN				
	Bulldozer	2 Unit	168 Hari	2.000.000	672.000.000
	Excavator Long Arm dengan operator, bahan bakar dan supervisi	2 Unit	168 Hari	4.215.000	1.416.240.000
	Excavator PC 200 dengan operator, bahan bakar dan supervisi	7 Unit	168 Hari	2.855.000	3.357.480.000
	Dump Truck	50 Unit	168 Hari	1.850.000	15.540.000.000
	Tower Crane	2 Unit	23 Bulan	114.712.500	5.276.775.000
	Bar Cutter	1 Unit	685 Hari	800.000	548.000.000
	Bar Bender	1 Unit	685 Hari	800.000	548.000.000
XIX	BIAYA TIDAK LANGSUNG				
	Gaji Staff dan karyawan	685	Hari	16.124.000	11.044.940.000
	Biaya Rapat Mingguan	98	Minggu	750.000	73.500.000
	K3	98	Minggu	5.963.303	584.403.670
	Biaya keamanan dan lingkungan	23	bulan	5.000.000	115.000.000
	TOTAL BIAYA				253.609.405.225

Berdasarkan tabel 4.13 didapatkan biaya konstruksi untuk pekerjaan struktur basement gedung tentrem dengan metode pelaksanaan bottom up adalah Rp 253.609.405.225

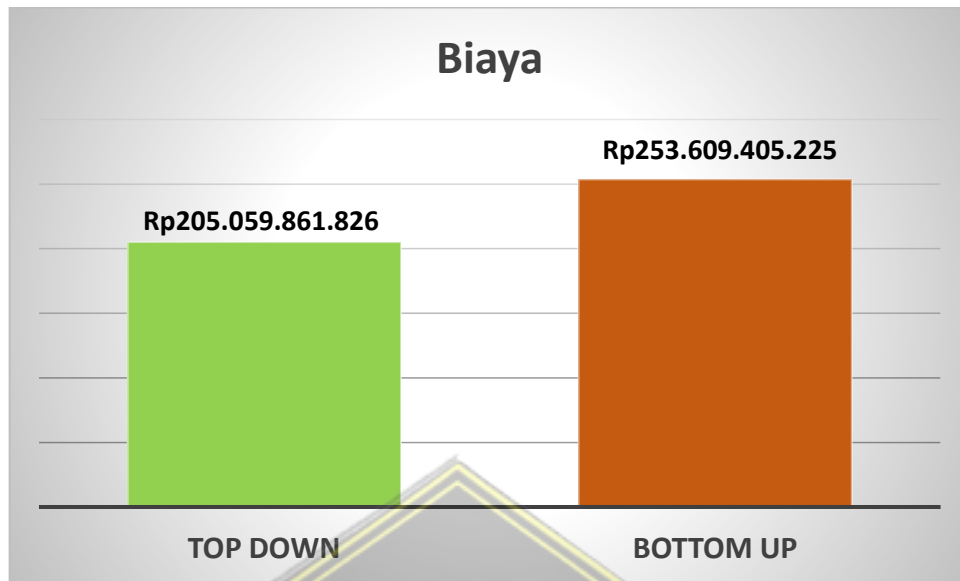
4.5 Perbandingan Biaya dan Waktu

Perbandingan biaya dan waktu pada metode *top-down* dan metode *bottom-up* dapat dilihat pada tabel 4.17 sebagai berikut

Tabel 4.17 Tabel Perbandingan Biaya dan pada metode *top-down* dan metode *bottom-up*

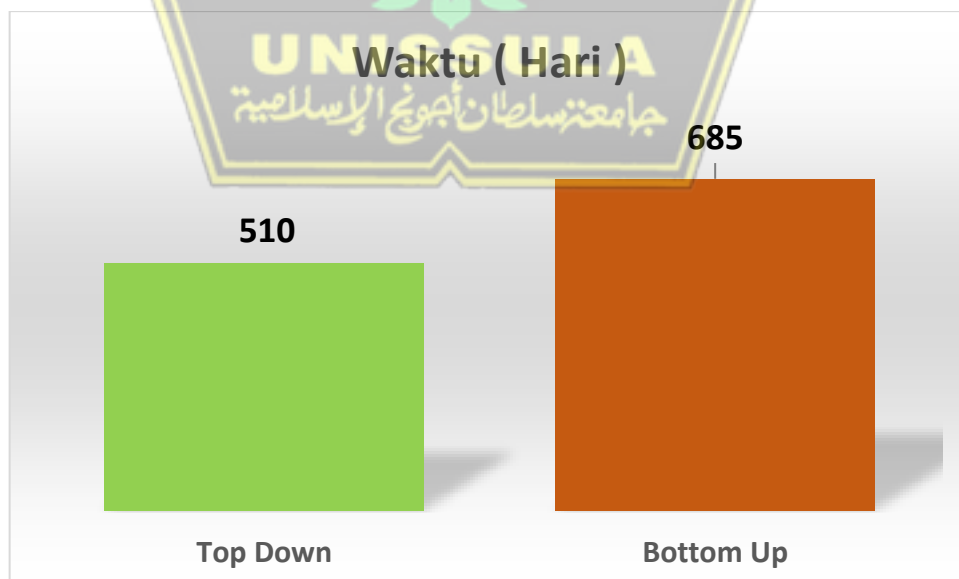
	Biaya	Waktu
Metode Bottom Up	Rp 253.609.405.225	685
Metode Top Down	Rp 205.059.861.826	510
Selisih	Rp 48.549.543.399	175
Efisiensi dan Efektifitas	19,14%	25,55%

Dari tabel 4.17 dapat dibuat diagram batang untuk menggambarkan perbandingan biaya pada metode *top-down* dan metode *bottom-up*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.22



Gambar 4.22 perbandingan biaya pada metode *top-down* dan metode *bottom-up*

Dari tabel 4.17 dapat dibuat diagram batang untuk menggambarkan perbandingan waktu pada metode *top-down* dan metode *bottom-up*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.23



Gambar 4.23 Perbandingan waktu pada metode *top-down* dan metode *bottom-up*

BAB 5

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- 1.a Waktu pelaksanaan pekerjaan struktur *basement* proyek gedung tentrem semarang dengan menerapkan metode konstruksi *Top-Down* adalah 510 hari sedangkan untuk metode *Bottom-Up* adalah 685 hari.
- 1.b Biaya pelaksanaan pekerjaan struktur *basement* proyek gedung tentrem semarang dengan menerapkan metode konstruksi *Top-Down* adalah Rp 205.059.861.826 sedangkan untuk metode *Bottom-Up* adalah Rp 253.609.405.225.
2. Dari hasil penelitian, penerapan metode *Top-Down* pada pelaksanaan struktur basement proyek gedung Tentrem Semarang lebih *efektif dan efisien* dibanding pelaksanaan dengan metode *Bottom-Up*.
3. Penerapan metode *top-down* pada pelaksanaan struktur basement proyek gedung Tentrem Semarang menghasilkan *efektivitas* waktu sebesar **25,55%** dan *efisiensi* biaya **19,14%** dibanding metode *Bottom-Up*.
4. Pekerjaan struktur basement yang beriringan dengan pekerjaan galian pada metode *Top-Down* membuat durasi pekerjaan menjadi lebih efektif .
5. Metode *Top-Down* yang tidak menggunakan temporary *strutting* seperti pada pekerjaan *Bottom-Up* yang menggunakan temporary *strutting* membuat pelaksanaan menggunakan metode *Top-Down* menjadi lebih efisien.

5.2 Saran

Beberapa hal yang sebaiknya dilakukan agar pelaksanaan metode *Top-Down* dapat dimaksimalkan :

1. Perlu pemantauan yang serius pada dinding penahan tanah selama pekerjaan galian dilakukan untuk meminimalisir resiko keruntuhan tebing galian.
2. Pelaksanaan Metode *top-down* menuntut keterampilan konstruksi, perencanaan dan manajerial, pengendalian kualitas yang ketat dan pemahaman menyeluruh tentang urutan konstruksi untuk dimasukkan dalam desain dan analisis.



DAFTAR PUSTAKA

- Al-matin, Fawwaz Hilmi. 2018. “Pelaksanaan Metode Top Down Dan Metode Bottom Up Pada Pekerjaan Basement Tower 1 Apartement Dharmahusada Lagoon Suarabaya.”
- Anggraini dan Sridewi Frimansyah. 2015. “Metode Pelaksanaan Konstruksi Semi Top-Down Dengan Secant Pile Dan King Post IWF Pada Proyek Gedung Perkantoran Sudirman 7.8 Jakarta.” Politeknik Negeri Bandung.
- Ardy Lafiza. 2017. “Analisa Perbandingan Metode Top-Down Dan Bottom-Up Pada Hotel Analisa Perbandingan Metode Top-Down Dan Bottom-Up Pada Proyek Fave Hotel.”
- Asiyanto. 2008. *Metode Konstruksi Gedung Bertingkat*. Jakarta: UIP press.
- . 2010. *Metode Konstruksi Dewatering*. Jakarta: UIP press.
- Basarkar, S S, Manish Kumar, and B G Mohapatro P R Mutgi. “Emerging Trend in Deep Basement Construction : Top-Down Technique.” : 1–11.
- Hansen, Don R., Maryanne M. Mowen, and L. Heitger. 2017. “Dasar-Dasar Akuntansi Manajerial.”
- Mistra. 2012. “Struktur Dan Konstruksi Bangunan Tinggi Sistem Top and Down.”
- Pratiwi . A, Henny. 2017. *Modul Kuliah Perencanaan, Penjadwalan Dan Pengendalian Proyek Konstruksi*. 2017th ed. UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG.
- Prawidiawati, F, and C.B. Nurcahyo. 2015. “Analisa Perbandingan Metode Bottom-Up Dan Metode Top-Down Pekerjaan Basement Pada Gedung Parkir Apartemen Skyland City Education Park Bandung Dari Segi Biaya Dan Waktu.” *Jurnal Teknik ITS* 4(1): D1–5.
- Remi, f . fahadilah. 2017. “Kajian Penyebab Cost Overrun Pada Proyek

Konstruksi Gedung.” *Jurnal Teknik Mesin* 6.

Rostiyanti, S. F. 2008. *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*. edisi 2. Jakarta: PT Rineka Cipta.

Sari, Ninditya Mustika. 2015. “Metode Pelaksanaan Pembangunan Proyek Apartemen One East Surabaya Dengan Metode Top-Down.” : 120. <http://repository.its.ac.id/62829/>.

Thompson, Jason, and Chris Zadoorian. 2008. “A Case Study for Up-Down Design and Construction Methodology for a High-Rise Development in Los Angeles , California.” : 1–8.

Thorpe, David Stuart, and Ebrahim P Karan. 2014. “METHOD FOR CALCULATING SCHEDULE DELAY.” (January 2008). https://www.researchgate.net/publication/268200906_Method_for_calculating_schedule_delay_considering_weather_conditions.

Widiasanti, Irika, and Lenggogeni. 2014. *Management Konstruksi*. 2nd ed. ed. Pihl Latifah. Bandung: PT REMAJA ROSDAKARYA.

