

## **TUGAS AKHIR**

# **ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU ANTARA PEKERJAAN BEKISTING ALUMINIUM DAN BEKISTING SEMI SISTEM PADA KOLOM (*COMPARISON ANALYSIS OF COST AND TIME BETWEEN ALUMINUM FORMWORK AND SEMI SYSTEM WORK ON COLUMN*)**

**(Studi Kasus : Proyek Pembangunan Tower Pegadaian Jakarta Pusat)**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi  
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu Teknik Sipil**



**Haris Ahmad Kurniawan  
19511030**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL PROGRAM SARJANA  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
2023**

## TUGAS AKHIR

# ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU ANTARA PEKERJAAN BEKISTING ALUMINIUM DAN BEKISTING SEMI SISTEM PADA KOLOM (*COMPARISON ANALYSIS OF COST AND TIME BETWEEN ALUMINUM FORMWORK AND SEMI SYSTEM WORK ON COLUMN*)

(Studi Kasus : Proyek Pembangunan Tower Pegadaian Jakarta Pusat)

Disusun Oleh



**Haris Ahmad Kurniawan**  
19511030

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 06 September 2023

Oleh Dewan Penguji:

Pembimbing

Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IP-M  
NIK: 005110101

Penguji I

Setya Winarno, S.T., M.T., Ph.D.  
NIK: 945110101

Penguji II

Ir. Tri Nugroho Sulistyanoro, S.T., M.T.  
NIK: 195110502

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Ir. Yunalia Muntafi, ST., MT., Ph.D. (Eng)  
NIK: 095110101



## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya siap untuk menerima sanksi sesuai perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 23 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan,



Haris Ahmad Kurniawan

(19511030)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul *Analisis Perbandingan Biaya Dan Waktu Antara Pekerjaan Bekisting Aluminium Dan Bekisting Semi Sistem Pada Kolom*. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat strata satu di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini banyak hambatan yang dihadapi penulis, namun berkat kritik, saran serta dorongan semangat dari berbagai pihak, alhamdulillah Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Berkaitan dengan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Ibu Ir. Yunalia Muntafi, ST., MT., Ph.D. (Eng) selaku Ketua Prodi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia,
2. Ibu Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IP-M. selaku Dosen Pembimbing, yang senantiasa sabar membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini,
3. Bapak Setya Winarno, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Penguji I, yang telah memberikan saran dan masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini,
4. Bapak Ir. Tri Nugroho Sulistyantoro, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji II, yang telah memberikan saran dan masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini,
5. Bapak Muchlis Abri Putra, S.T., M.T. selaku Pimpinan Proyek Pekerjaan *Design and Build* Tower Pegadaian Jakarta Pusat, yang telah memberikan ijin untuk pengambilan data di lapangan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini,
6. Bapak Hisyam Ashfahani, S.T. selaku *Quantity Surveyor* PT PP (Persero) Proyek Pekerjaan *Design and Build* Tower Pegadaian Jakarta Pusat,

7. Saudari Anissa Dewi Wulandari selaku *superintendent* PT PP (Persero) Proyek Pekerjaan *Design and Build* Tower Pegadaian Jakarta Pusat, yang mendampingi pengambilan data di lapangan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Segenap keluarga besar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Akhir kata penulis berharap agar Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak yang membacanya.

Yogyakarta, 11 September 2023

Penulis,



Haris Ahmad Kurniawan

(19511030)

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiv
ABSTRAK	xv
<i>ABSTRACT</i>	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Umum	5
2.2 Penelitian Terdahulu	5
2.2.1 Analisis Biaya Bekisting Konvensional dan Bekisting Semi-Sistem Pada Kolom Bangunan Gedung <i>The Green Park Apartement and Mall</i> Tangerang	5

2.2.2 Analisis Perbandingan Bekisting Pelat Lantai Metode <i>Table Form</i> Dengan Metode <i>Aluminum Formwork</i> Terhadap Biaya Dan Waktu Pada Proyek Menara Bri Gatot Subroto	6
2.2.3 Analisis Perbandingan Antara Pekerjaan Pemasangan Bekisting Konvensional Dengan Bekisting Aluminium Ditinjau Dari Segi Biaya Dan Waktu Proyek Pembangunan Gedung The Alton <i>Apartemen</i> Semarang	7
2.2.4 Analisa Perbandingan Metode, Biaya dan Waktu Penggunaan Bekisting Aluminium Dengan Bekisting Konvensional dan Bekisting Semi Konvensional Pada Proyek Apartemen Vasanta Innopark Bekasi	7
2.3 Perbedaan Penelitian	8
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b>	16
3.1 Definisi dan Tinjauan Umum	16
3.1.1 Syarat dan Ketentuan Bekisting	17
3.2 Jenis dan Metode Pekerjaan Bekisting	18
3.2.1 Bekisting Konvensional	18
3.2.2 Bekisting Semi sistem	20
3.2.3 Bekisting Aluminium	23
3.3 Perbandingan Bekisting Semi sistem dan Bekisting Aluminium	31
3.4 Manajemen Proyek	32
3.5 Waktu	33
3.6 Koefisien atau Indeks	34
3.7 Biaya	36
3.7.1 Biaya Langsung ( <i>Direct cost</i> )	36
3.7.2 Biaya Tidak Langsung ( <i>Indirect cost</i> )	37
3.8 Rencana Anggaran	37
3.8.1 Jenis Rencana Anggaran	38
3.8.1 Data Yang Diperlukan Dalam Pembuatan Rencana Anggaran Pelaksanaan	39
3.9 Pengaruh Bekisting Terhadap Biaya Konstruksi	40

BAB IV METODE PENELITIAN	41
4.1 Metode Penelitian	41
4.2 Subjek dan Objek Penelitian	41
4.2.1 Subjek Penelitian	41
4.2.2 Objek Penelitian	43
4.3 Data dan Metode Pengumpulan Data	43
4.4 Tahapan Penelitian Dan Analisa Data	44
4.4.1 Tahapan Penelitian	44
4.4.2 Analisis Data	45
4.5 Bagan Alir Penelitian	47
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN	49
5.1 Tinjauan Umum	49
5.2 Detail Kolom	50
5.3 Perhitungan Luas Permukaan Kolom	52
5.4 Perhitungan Luas Bekisting	54
5.4.1 Perhitungan Luas Bekisting Semi Sistem	54
5.4.2 Perhitungan Luas Bekisting Aluminium	58
5.5 Perhitungan Biaya Bekisting Semi sistem	59
5.5.1 Analisis Harga Satuan Bekisting Semi Sistem	60
5.5.2 Analisis Biaya Pekerjaan Bekisting Semi Sistem	62
5.6 Perhitungan Biaya Bekisting Aluminium	67
5.6.1 Analisis Harga Satuan Bekisting Aluminium	68
5.6.2 Analisis Biaya Pekerjaan Bekisting Aluminium	72
5.7 Perbandingan Biaya Pekerjaan Bekisting Kolom	76
5.8 Analisis Waktu Pekerjaan Bekisting Kolom	78
5.8.1 Analisis Waktu Pekerjaan Bekisting Kolom Semi Sistem	78
5.8.2 Analisis Waktu Pekerjaan Bekisting Kolom Aluminium	82
5.9 Perbandingan Waktu	85
5.10 Pembahasan	85
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	88



6.1 Kesimpulan	88
6.2 Saran	89
DAFTAR PUSTAKA	90
LAMPIRAN	92

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang	10
Tabel 3.1 Perbandingan Bekisting Semi sistem dan Bekisting Aluminium	31
Tabel 4.1 Data Penelitian	44
Tabel 5.1 Rekapitulasi Jumlah Kolom Proyek Pegadaian Tower	51
Tabel 5.2 Rekapitulasi Luas Permukaan Seluruh Tipe Kolom	53
Tabel 5.3 Rekapitulasi Luas Kebutuhan Bekisting Kolom Semi Sistem <i>Basement 2</i> Hingga Lantai 2	57
Tabel 5.4 Rekapitulasi Luas Kebutuhan Bekisting Kolom Semi Sistem untuk Seluruh Lantai	58
Tabel 5.5 Rekapitulasi Luas Kebutuhan Bekisting Kolom Aluminium Lantai 3 Hingga Lantai 22	59
Tabel 5.6 Rekapitulasi Luas Kebutuhan Bekisting Kolom Aluminium untuk Seluruh Lantai	59
Tabel 5.7 Biaya Pembuatan 1 m <sup>2</sup> Bekisting Kolom Semi Sistem	60
Tabel 5.8 Biaya Pemasangan Bekisting Kolom Semi Sistem Kedua dan Seterusnya	61
Tabel 5.9 Biaya Sewa Material Perkuatan Bekisting Kolom Semi Sistem	61
Tabel 5.10 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Bekisting Kolom Semi Sistem Dari <i>Basement 2</i> Hingga Lantai 2	64
Tabel 5.11 Rekapitulasi Perhitungan Biaya Pekerjaan Bekisting Kolom Semi Sistem untuk Seluruh Lantai	65
Tabel 5.12 Data Hasil Pengamatan Pekerjaan Pemasangan Bekisting Kolom Aluminium Satu Hari Pada Jam Kerja Normal	68
Tabel 5.13 Biaya pembuatan 1 m <sup>2</sup> Bekisting Kolom Aluminium	70
Tabel 5.14 Biaya Pekerjaan Pemasangan Bekisting Kolom Aluminium	71
Tabel 5.15 Biaya Sewa Material Perkuatan Bekisting Kolom Aluminium	71
Tabel 5.16 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Bekisting Kolom Aluminium Lantai 3 Hingga Lantai 22	74

Tabel 5.17 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Bekisting Kolom Aluminium untuk Seluruh Lantai	75
Tabel 5.18 Rekapitulasi Perbandingan Biaya Antara Bekisting Semi Sistem dan Bekisting Aluminium	77
Tabel 5.19 Koefisien Tenaga Kerja Bekisting Semi Sistem	78
Tabel 5.20 Rekapitulasi Perhitungan Durasi Pekerjaan Bekisting Kolom Semi Sistem	81
Tabel 5.21 Koefisien Tenaga Kerja Bekisting Aluminium	82
Tabel 5.22 Rekapitulasi Perhitungan Durasi Pekerjaan Bekisting Kolom Aluminium	84
Tabel 5.23 Rekapitulasi Perbandingan Waktu dan Produktivitas Pekerjaan Bekisting Semi Sistem dan Bekisting Aluminium	85

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Bekisting Konvensional	19
Gambar 3.2 Bekisting Semi Sistem	20
Gambar 3.3 Flow Chart Metode Konstruksi Bekisting Semi Sistem	22
Gambar 3.4 Bekisting Aluminium	23
Gambar 3.5 Contoh Panel Bekisting Aluminium	24
Gambar 3.6 Contoh Aksesoris Bekisting Aluminium	25
Gambar 3.7 Perkuatan Untuk Bekisting Aluminium	26
Gambar 3.8 Flow Chart Metode Konstruksi Bekisting Aluminium	30
Gambar 4.1 Lokasi Proyek Pembangunan Pegadaian Tower	42
Gambar 4.2 Tampak Gedung Lokasi Peneletian	42
Gambar 4.3 Bagan Alir Penelitian	48
Gambar 5.1 Denah Kolom	50
Gambar 5.2 Dimensi Balok Yang Terhubung Dengan Kolom	54
Gambar 5.3 Dimensi Lebar Bekisting Kolom Semi Sistem K1, K1.A dan K1.B	55
Gambar 5.4 Dimensi Lebar Bekisting Kolom Semi Sistem K6	55
Gambar 5.5 Dimensi Lebar Bekisting Kolom Semi Sistem K1, K1.A, K1.B dan K6	56
Gambar 5.6 Grafik Perbandingan Biaya Antara Pekerjaan Bekisting Kolom Kombinasi, Aluminium dan Semi Sistem	77

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Permohonan Izin Penelitian dan Pengambilan Data	93
Lampiran 2 Tampak Depan dan Elevation Bangunan Tower	94
Lampiran 3 Denah Lantai Tipikal Bangunan Tower	95
Lampiran 4 Detail Kolom	96
Lampiran 5 Pekerjaan Bekisting Kolom Semi Sistem	97
Lampiran 6 Pekerjaan Bekisting Kolom Aluminium	98
Lampiran 7 Dimensi Bekisting Kolom K1, K1.A dan K1.B Semi Sistem	99
Lampiran 8 Dimensi Bekisting Kolom K6 Semi Sistem	100
Lampiran 9 Dimensi Balok Yang Tersambung Pada Kolom K1, K1.A dan K1.B	101
Lampiran 10 Dimensi Balok Yang Tersambung Pada Kolom K6	102
Lampiran 11 Harga Satuan Pekerjaan Bekisting Semi Sistem dan Harga Material Aluminium	103
Lampiran 12 Harga Sewa Material Perkuatan Bekisting	104
Lampiran 13 Hasil Wawancara	105
Lampiran 14 Data Monitoring Jumlah Pekerja Pekerjaan Bekisting	107
Lampiran 15 Monitoring Pekerjaan Pemasangan Bekisting Aluminium	108

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

- b = Panjang kolom (mm)  
b<sub>b</sub> = Lebar balok (mm)  
h = Lebar kolom (mm)  
H = Tinggi kolom (mm)  
h<sub>b</sub> = Tinggi balok (mm)  
m<sup>2</sup> = Meter persegi  
n = Jumlah kolom  
OH = Orang hari  
RAP = Rencana anggaran pelaksanaan  
SNI = Standard nasional Indonesia

## ABSTRAK

Bekisting semi sistem merupakan pengembangan dari bekisting konvensional dimana adanya material tambahan berupa baja maupun besi hollow yang menambah kekuatan bekisting sehingga bekisting dapat digunakan beberapa kali pengulangan. Teknologi dan inovasi dalam bidang konstruksi terus mengalami perkembangan, salah satunya bekisting aluminium. Metode bekisting ini berbahan dasar aluminium sehingga dalam pelaksanaannya dapat digunakan berulang kali dan tidak menghasilkan limbah dari material yang digunakan. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan biaya dan waktu antara pekerjaan bekisting aluminium dengan bekisting semi sistem.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah membandingkan biaya kedua tipe bekisting dengan menggunakan metode kombinasi, seluruh lantai dengan bekisting semi sistem dan seluruh lantai dengan bekisting aluminium. Analisis biaya dan waktu pekerjaan bekisting dihitung berdasarkan data olahan yang diperoleh langsung dari proyek dan dari referensi.

Hasil perhitungan analisis biaya didapatkan menggunakan metode kombinasi bekisting total biaya yang dibutuhkan sebesar Rp1.995.361.259,91, menggunakan bekisting aluminium untuk seluruh lantai sebesar Rp1.592.588.673,58 dan menggunakan bekisting semi sistem sebesar Rp 1.455.959.607,91. Sedangkan total waktu pekerjaan bekisting kolom semi sistem untuk menyelesaikan dari *basement* 2 hingga lantai 2 selama 36 hari dengan produktivitas harian sebesar 62,81 m<sup>2</sup>/hari dan total waktu pekerjaan bekisting kolom aluminium menyelesaikan seluruh pekerjaan dari lantai 3 hingga lantai 22 selama 76,5 hari dengan produktivitas harian sebesar 135,785 m<sup>2</sup>/hari. Dengan menggunakan bekisting aluminium untuk seluruh lantai, pekerjaan struktur kolom dapat diselesaikan lebih efektif dan efisien dari segi metode, biaya serta waktu yang dibutuhkan.

**Kata kunci:** Bekisting Semi Sistem, Aluminium, Biaya, Waktu

## **ABSTRACT**

*Semi-system formwork is a development of conventional formwork where there is additional material in the form of steel or hollow iron which adds strength to the formwork so that the formwork can be used several times. Technology and innovation in the construction sector continues to develop, one of which is aluminum formwork. This formwork method is made from aluminum so that in its implementation it can be used repeatedly and does not produce waste from the material used. This research aims to determine the comparison of costs and time between aluminum formwork work and semi-system formwork.*

*The method used in this research is to compare the costs of the two types of formworks using a combination method, the entire floor with semi-system formwork and the entire floor with aluminum formwork. Cost and time analysis of formwork work is calculated based on processed data obtained directly from the project and from references.*

*The results of the cost analysis calculation were obtained using the formwork combination method, the total cost required was IDR 1,995,361,259.91, using aluminum formwork for the entire floor amounting to IDR 1,592,588,673.58 and using semi-system formwork amounting to IDR 1,455,959,607.91. Meanwhile, the total time for the semi-system column formwork work to complete from basement 2 to the 2nd floor was 36 days with a daily productivity of 62.81 m<sup>2</sup>/day and the total time for the aluminum column formwork work to complete all work from the 3rd floor to the 22nd floor was 76.5 days. with daily productivity of 135,785 m<sup>2</sup>/day. By using aluminum formwork for the entire floor, column structure work can be completed more effectively and efficiently in terms of method, cost and time required.*

**Keywords:** *Semi-system Formwork, Aluminum, Cost, Time*



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pembangunan proyek konstruksi khususnya gedung bertingkat di Indonesia terus mengalami perkembangan, meningkatnya jumlah pembangunan gedung bertingkat menyebabkan kebutuhan akan tenaga kerja terus bertambah. Dalam sebuah proyek konstruksi, tenaga kerja merupakan salah satu faktor terpenting dalam terlaksananya proyek agar dalam pelaksanaan sesuai dengan perencanaan berupa biaya, mutu serta waktu.

Dalam proyek pembangunan gedung bertingkat memiliki tiga komponen pekerjaan yaitu pekerjaan struktur bawah, struktur atas serta atap. Dari ketiga pekerjaan tersebut pekerjaan struktur atas memiliki komponen terbesar yaitu beton bertulang. Selama pekerjaan campuran beton bertulang pada struktur atas dilaksanakan, maka dibutuhkannya alat untuk menahan campuran beton sementara yaitu bekisting yang juga berfungsi membentuk struktur beton serta memikul beban pada saat pengerasan beton hingga struktur tersebut cukup aman untuk menahan beban sendiri, tenaga kerja serta peralatan konstruksi.

Pemilihan jenis bekisting serta metode pelaksanaan pekerjaan sangat berpengaruh pada kegiatan proyek konstruksi. Jenis bekisting yang masih digunakan secara umum di Indonesia yaitu bekisting konvensional dan semi sistem (semi konvensional). Pada jenis bekisting konvensional umumnya menggunakan material seperti kayu, multipleks dan berbagai jenis papan yang dapat dijadikan sebagai bekisting. Untuk bekisting semi sistem merupakan pengembangan dari bekisting konvensional dimana material multipleks material utama namun adanya material tambahan berupa baja maupun besi hollow yang menambah kekuatan bekisting. Secara umum penggunaan material multipleks sebagai bekisting campuran beton hanya dapat digunakan untuk satu kali pekerjaan, akan tetapi dapat memungkinkan jika material multipleks dapat digunakan untuk beberapa kali

pengulangan. Penggunaan material multipleks sebagai bekisting sangat berpengaruh terhadap pengerjaan beton, dimana pengerjaan beton dapat dilaksanakan jika pemasangan bekisting telah selesai dengan sempurna. Material multipleks yang pada umumnya hanya dapat digunakan satu kali pekerjaan akan memerlukan biaya yang besar karena kebutuhan material yang terus bertambah seiring berjalannya proyek yang mempengaruhi biaya serta waktu pekerjaan struktur.

Inovasi jenis dan metode pelaksanaan pekerjaan bekisting terus berkembang yang mempengaruhi biaya, mutu dan waktu pekerjaannya. Salah satu metode bekisting yang sedang berkembang dan sudah mulai banyak digunakan di Indonesia adalah bekisting aluminium (*aluminum formwork*). Bekisting aluminium yang berbahan dasar material aluminium dengan beberapa tahapan dalam proses fabrikasi memiliki keunggulan dibandingkan dengan bekisting konvensional dan semi sistem yaitu tidak menghasilkan *waste* material karena dapat digunakan berulang, tidak membutuhkan banyak tenaga kerja dalam pengerjaan dan membutuhkan waktu yang sedikit dalam pengerjaan dikarenakan pemasangan bekisting yang mudah.

Proyek *Design and Build* Tower pegadaian yang berlokasi di Jl. Kramat Raya, Kota Jakarta Pusat, Provinsi DKI Jakarta. Proyek yang dibangun di atas lahan seluas 15.091 meter persegi ini terdiri dari 2 *basement*, 22 lantai dan 4 lantai *Skylounge*. PT. PP (Persero) Tbk sebagai kontraktor utama. Dalam proyek ini menggunakan dua jenis bekisting pada pekerjaan struktur atas tower dengan menggunakan bekisting semi sistem dengan material utama multipleks polyfilm dengan penambahan besi hollow sebagai perkuatan yang digunakan dari *basement* 2 hingga lantai 2 dan untuk lantai 3 hingga 22 menggunakan bekisting sistem dengan menggunakan material aluminium. Hal tersebut menarik untuk dianalisis, baik perbandingan biaya maupun waktu antara pekerjaan bekisting semi sistem dan bekisting aluminium untuk struktur kolom pada lantai dengan struktur tipikal.

Hasil dari penelitian tugas akhir ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi kontraktor dalam memilih metode bekisting kolom menggunakan *aluminum formwork* maupun metode bekisting semi sistem. Selain itu penelitian ini juga

diharapkan dapat bermanfaat bagi mahasiswa teknik sipil yang ingin melanjutkan penelitian mengenai pengembangan metode bekisting aluminium pada kolom maupun pada struktur bangunan lainnya.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas, maka dapat dirumuskan rumusan masalah sebagai berikut.

1. Berapa perbandingan biaya pada pekerjaan bekisting kolom dengan metode kombinasi, *full semi sistem* dan *full aluminum formwork*?
2. Berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan bekisting semi sistem dan bekisting aluminium?
3. Metode bekisting kolom apakah yang efisien dari segi biaya dan waktu untuk digunakan pada proyek Pegadaian Tower Jakarta?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Untuk mengetahui perbandingan biaya yang dibutuhkan pada pekerjaan bekisting kolom dengan metode kombinasi, *full semi sistem* dan *full aluminum formwork*.
2. Untuk mengetahui perbandingan waktu pekerjaan bekisting semi sistem dan bekisting aluminium.
3. Mengetahui metode bekisting kolom yang efisien dari segi biaya dan waktu untuk digunakan pada proyek Pegadaian Tower Jakarta.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Pada penelitian ini memiliki manfaat sebagai berikut.

1. Mengetahui perbandingan biaya yang dibutuhkan antara pekerjaan bekisting semi sistem dan bekisting aluminium.
2. Mengetahui perbandingan waktu pekerjaan bekisting semi sistem dan bekisting aluminium.

3. Dapat menjadi referensi dan pertimbangan untuk pelaku konstruksi dalam pemilihan bekisting pada gedung bertingkat.
4. Penggunaan bekisting aluminium dapat menjadi acuan serta ditambahkan ke dalam SNI karena merupakan metode yang baru dan mulai berkembang pada proyek di Indonesia.

### **1.5 Batasan Penelitian**

Banyaknya faktor yang mempengaruhi dalam penelitian ini maka perlu adanya batasan-batasan agar penelitian ini berjalan secara terarah dan mendapatkan hasil penelitian sesuai rencana.

1. Penelitian ini dilakukan hanya pada proyek *Design and Build* Tower Pegadaian Jakarta Pusat.
2. Penelitian dilakukan secara langsung dilapangan.
3. Penelitian ini hanya dibatasi pada pekerjaan bekisting struktur kolom *basement* 2 hingga lantai 22 pada area tower.
4. Pekerjaan yang diamati hanya pada pekerjaan bekisting semi sistem dan bekisting aluminium.
5. Bekisting semi sistem yaitu dengan material utama multipleks polyfilm dengan tambahan besi hollow sebagai penguat dan sudah siap untuk dipasang pada tulangan kolom.
6. Penelitian hanya dibatasi pada perbandingan biaya dan waktu pada pekerjaan bekisting semi sistem dan bekisting aluminium.
7. Waktu kerja yang diamati adalah waktu kerja normal dari jam 08.00 – 17.00.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Umum**

Dalam penelitian ini dibutuhkan tinjauan pustaka beberapa penelitian yang sudah ada dilakukan sebelumnya untuk memberikan dasar-dasar teori yang cukup kuat terkait masalah pada pelaksanaan penelitian ini. Tinjauan pustaka ini juga berisi perbedaan dengan penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya. Tinjauan pustaka ini diambil dari hasil penelitian sebelumnya yang terkait dengan penelitian ini sehingga didapatkan informasi dan dapat membantu penulis dalam penelitian ini.

#### **2.2 Penelitian Terdahulu**

Pada penelitian ini mencantumkan beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dan dianggap memiliki keterkaitan dengan peneliti ini sehingga dapat dijadikan sebagai tinjauan pustaka.

##### **2.2.1 Analisis Biaya Bekisting Konvensional dan Bekisting Semi-Sistem Pada Kolom Bangunan Gedung *The Green Park Apartement and Mall* Tangerang**

Penelitian yang dilakukan oleh Susilo (2019) dari Universitas Islam Indonesia adalah menganalisis biaya bekisting konvensional dan bekisting semi-sistem pada kolom untuk mengetahui perbandingan biaya yang efisien antara bekisting konvensional dan bekisting semi-sistem. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis dalam mengolah data dan deskriptif dalam memaparkan masalah yang sudah ada.

Hasil yang didapatkan dari penelitian ini yaitu untuk pekerjaan kolom dengan menggunakan metode bekisting konvensional sebesar Rp 1.902.728.133,86 dan menggunakan metode bekisting semi-sistem sebesar Rp 1.599.868.777,12 dengan selisih biaya sebesar Rp 203.368.286,74 atau 1,189 kali lebih mahal menggunakan

metode semi-sistem dibandingkan metode konvensional. Pada tahap awal biaya bekisting semi-sistem lebih mahal dibandingkan bekisting konvensional, hal tersebut disebabkan pada bekisting semi-sistem direncanakan dapat dipakai berulang. Sehingga pada volume pekerjaan yang besar, bekisting semi-sistem menjadi lebih ekonomis karena metode bekisting semi-sistem dapat digunakan berulang kali sehingga menghemat biaya upah dan pemasangan.

### 2.2.2 Analisis Perbandingan Bekisting Pelat Lantai Metode *Table Form* Dengan Metode *Aluminum Formwork* Terhadap Biaya dan Waktu pada Proyek Menara BRI Gatot Subroto

Penelitian yang dilakukan oleh Firdaus (2020) dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember adalah menganalisis perbandingan biaya dan waktu pada pekerjaan bekisting pelat lantai menggunakan metode *table form* dan metode *aluminum formwork*. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah menganalisis biaya, waktu dan mutu antara bekisting pelat lantai metode *table form* dan metode *aluminum formwork* pada lantai 6 hingga lantai 77 Proyek Menara Bri Gatot Subroto. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan biaya dan waktu pekerjaan pelat lantai pada proyek Menara BRI Gatot Subroto dengan menggunakan metode *table form* dan metode *aluminum formwork* dan mengetahui metode bekisting pelat lantai yang paling sesuai dari segi mutu untuk digunakan pada proyek Menara BRI Gatot Subroto.

Hasil yang didapatkan pada penelitian ini yaitu untuk metode *table form* didapatkan total biaya sebesar Rp15.449.503.840,00 dan menggunakan metode *aluminum formwork* total biaya sebesar Rp16.470.164.753,00, jadi pekerjaan pelat lantai menggunakan metode *table form* lebih murah dibandingkan menggunakan metode *aluminum formwork*. Dari segi waktu didapatkan metode *aluminum formwork* total waktu 442 hari dengan produktivitas sebesar 228,01 m<sup>2</sup>/hari dan metode *table form* dengan total waktu 499 hari dengan produktivitas sebesar 177,34 m<sup>2</sup>/hari, jadi pekerjaan pelat lantai menggunakan metode *aluminum formwork* memiliki durasi waktu yang paling cepat dan produktivitas harian pekerja lebih besar dibandingkan metode *table form*. Sedangkan untuk metode yang paling

efektif dan efisien digunakan pada proyek Menara BRI Gatot Subroto berdasarkan hasil penelitian adalah metode *aluminum formwork*.

### 2.2.3 Analisis Perbandingan Antara Pekerjaan Pemasangan Bekisting Konvensional Dengan Bekisting Aluminium Ditinjau Dari Segi Biaya dan Waktu Proyek Pembangunan Gedung *The Alton Apartement Semarang*

Penelitian yang dilakukan oleh Saptatiansah (2021) yaitu menganalisis perbandingan biaya dan waktu pada pemasangan bekisting kolo konvensional dan bekisting aluminium pada lantai 6 hingga lantai 30. penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan biaya dan waktu pada pemasangan bekisting konvensional dan bekisting aluminium supaya dapat menjadi referensi bagi kontraktor dalam memilih metode bekisting pada pelaksanaan konstruksi apartement dan mengetahui metode alternatif yang lebih baik antara bekisting aluminium dan bekisting konvensional.

Hasil yang didapatkan dari penelitian ini yaitu untuk pekerjaan kolom bekisting aluminium sebesar Rp 1.898.246.965,86 dan pekerjaan kolom bekisting konvensional sebesar Rp1.194.515.792,25 dengan selisih biaya antara kedua metode tersebut sebesar Rp703.731.173,61 atau 3,71%. Waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan kolom menggunakan metode bekisting aluminium yaitu selama 25 hari dengan produktivitas sebesar 186,6 m<sup>2</sup>/hari dan menggunakan bekisting konvensional membutuhkan waktu selama 82 hari dengan produktivitas sebesar 43,05 m<sup>2</sup>/hari. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa biaya menggunakan metode bekisting konvensional lebih murah dibandingkan bekisting aluminium, sedangkan untuk waktu pekerjaan kolom metode aluminium relatif lebih cepat dari pada waktu pekerjaan kolom metode bekisting konvensional.

### 2.2.4 Analisa Perbandingan Metode, Biaya dan Waktu Penggunaan Bekisting Aluminium Dengan Bekisting Konvensional dan Bekisting Semi Konvensional Pada Proyek Apartement Vasanta Innopark Bekasi

Penelitian yang dilakukan oleh Perwitasari, Susanti dan Mashur (2021) yaitu menganalisis perbandingan biaya dan waktu antara pekerjaan pemasangan bekisting aluminium dan bekisting konvensional. Metode pada penelitian ini

meninjau pekerjaan pemasangan bekisting kolom, pelat lantai dan balok dari lantai 11 hingga lantai 18 pada proyek *Apartement Vasanta Innopark Bekasi*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah penggunaan bekisting aluminium lebih efisien dibandingkan dengan bekisting konvensional dan bekisting semi konvensional dari segi pembangunan, metode pelaksanaan dan waktu pekerjaan.

Hasil yang didapatkan pada penelitian ini yaitu untuk pekerjaan vertikal dan horizontal menggunakan bekisting aluminium sebesar Rp 1.487.024.426, bekisting konvensional sebesar Rp 5.029.974.369, dan bekisting semi konvensional sebesar Rp 1.644.810.417. Waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan struktur horizontal dan vertikal menggunakan bekisting aluminium yaitu selama 42 hari dengan produktivitas sebesar 8,965 m<sup>2</sup>/org/hari, menggunakan bekisting konvensional selama 84 hari dengan produktivitas 4,399 m<sup>2</sup>/org/hari, dan menggunakan bekisting semi konvensional selama 70 hari dengan produktivitas sebesar 5,379 m<sup>2</sup>/org/hari. Dari penelitian ini dapat disimpulkan biaya yang dibutuhkan untuk penggunaan bekisting konvensional paling tinggi sedangkan bekisting aluminium lebih rendah dengan selisih biaya sebesar Rp 3.542.949.943. Dari segi waktu penggunaan bekisting konvensional membutuhkan waktu yang lama dibandingkan dengan bekisting aluminium dan semi konvensional. Bekisting aluminium memiliki keunggulan dalam metode pelaksanaan karena sistem pemasangan secara *all-in-one* serta penggunaan dapat berulang, sedangkan untuk bekisting konvensional tidak dapat dipakai berulang dan harus diganti apabila sudah tidak layak untuk digunakan sehingga menambah biaya dan menghasilkan limbah material. Untuk itu, penggunaan bekisting aluminium cocok untuk digunakan pada konstruksi *high rise building* dengan lantai tipikal.

### **2.3 Perbedaan Penelitian**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya mengenai perbandingan pekerjaan bekisting dengan metode konvensional, semi sistem dan aluminium untuk mendapatkan metode yang paling efektif dan efisien dari segi waktu dan biaya pada gedung bertingkat. Akan tetapi, di dalam proses penelitian



terdahulu dan penelitian yang dilakukan sekarang terdapat beberapa perbedaan metode dalam proses analisis dan hasil. Hal ini dikarenakan terdapat perbedaan pada lokasi penelitian, volume pekerjaan dan biaya. Dari tinjauan penelitian diatas, maka diperoleh rincian perbedaan dan persamaan penelitian terdahulu dengan penelitian sekarang pada Tabel 2.1 berikut.

**Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang**

<b>Peneliti</b>	<b>Tahun</b>	<b>Judul Penelitian</b>	<b>Tujuan dan Metode</b>	<b>Hasil Penelitian</b>
Susilo	2019	Analisis Biaya Bekisting Konvensional dan Bekisting Semi-Sistem Pada Kolom Bangunan Gedung <i>the Green Park Apartement and Mall</i> Tangerang	Mengetahui perbandingan biaya yang efisien antara bekisting kolom konvensional dan bekisting semi-sistem. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis dalam mengolah data dan deskriptif dalam memaparkan masalah yang sudah ada.	Hasil yang didapatkan untuk pekerjaan kolom dengan menggunakan metode bekisting konvensional sebesar Rp 1.902.728.133,86 dan menggunakan metode bekisting semi-sistem sebesar Rp 1.599.868.777,12 dengan selisih biaya sebesar Rp 203.368.286,74 atau 1,189 kali lebih mahal menggunakan metode semi-sistem dibandingkan metode konvensional.

**Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang**

<b>Peneliti</b>	<b>Tahun</b>	<b>Judul Penelitian</b>	<b>Tujuan dan Metode</b>	<b>Hasil Penelitian</b>
Firdaus	2020	Analisis Perbandingan Bekisting Pelat Lantai Metode <i>Table Form</i> Dengan Metode <i>Aluminum</i> Terhadap Biaya dan Waktu Pada Proyek Menara BRI Gatot Subroto	Menganalisis perbandingan biaya dan waktu pada pekerjaan bekisting pelat lantai menggunakan metode <i>table form</i> dan metode <i>aluminum Formwork</i> Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah menganalisis biaya, waktu dan mutu antara bekisting pelat lantai metode <i>table form</i> dan metode <i>aluminum formwork</i> pada lantai 6 hingga lantai 77 Proyek Menara BRI Gatot Subroto	Untuk metode <i>table form</i> didapatkan total biaya sebesar Rp15.449.503.840,00, metode <i>aluminum formwork</i> total biaya sebesar Rp16.470.164.753,00. Dari segi waktu metode <i>aluminum formwork</i> total waktu 442 hari dengan produktivitas sebesar 228,01 m <sup>2</sup> /hari dan metode <i>table form</i> total waktu 499 hari dengan produktivitas sebesar 177,34 m <sup>2</sup> /hari. Metode yang paling efektif dan efisien digunakan adalah metode metode <i>aluminum formwork</i> .

**Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang**

<b>Peneliti</b>	<b>Tahun</b>	<b>Judul Penelitian</b>	<b>Tujuan dan Metode</b>	<b>Hasil Penelitian</b>
Saptatiansah	2021	Pemasangan Bekisting Konvensional Dengan Bekisting Aluminium Ditinjau Dari Segi Biaya Dan Waktu Proyek Pembangunan Gedung <i>the Alton Apartemen Semarang</i>	aluminium pada lantai 6 hingga lantai 30 supaya dapat menjadi referensi bagi kontraktor dalam memilih metode bekisting pada pelaksanaan konstruksi apartement dan mengetahui metode alternatif yang lebih baik antara bekisting aluminium dan bekisting konvensional	aluminium sebesar Rp 1.898.246.965,86 dan pekerjaan kolom bekisting konvensional sebesar Rp1.194.515.792,25 dengan selisih biaya antara kedua metode tersebut sebesar Rp703.731.173,61 atau 3,71%. Waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan kolom dengan metode bekisting aluminium yaitu selama 25 hari dengan produktivitas sebesar 186,6 m <sup>2</sup> /hari dan metode bekisting konvensional membutuhkan waktu selama 82 hari dengan produktivitas sebesar 43,05 m <sup>2</sup> /hari.

**Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang**

<b>Peneliti</b>	<b>Tahun</b>	<b>Judul Penelitian</b>	<b>Tujuan dan Metode</b>	<b>Hasil Penelitian</b>
Perwitasari, dkk	2021	Analisa Perbandingan Metode, Biaya dan Waktu Penggunaan Bekisting Aluminium Dengan Bekisting Konvensional dan Bekisting Semi Konvensional Pada Proyek Apartement Vasanta Innopark Bekasi	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah penggunaan bekisting aluminium lebih efisien dibandingkan dengan bekisting konvensional dan bekisting semi konvensional pada kolom, pelat lantai dan balok dari lantai 11 hingga lantai 18 dari segi pembangunan, metode pelaksanaan dan waktu pekerjaan	Hasil yang didapatkan pada penelitian ini yaitu untuk pekerjaan vertikal dan horizontal menggunakan bekisting aluminium sebesar Rp 1.487.024.426, bekisting konvensional sebesar Rp 5.029.974.369, dan bekisting semi konvensional sebesar Rp 1.644.810.417. Waktu yang dibuthkan untuk pekerjaan struktur horizontal dan vertikal menggunakan bekisting aluminium yaitu selama 42 hari dengan Produktivitas sebesar 8,965 m <sup>2</sup> /org/hari

**Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Sekarang**

<b>Peneliti</b>	<b>Tahun</b>	<b>Judul Penelitian</b>	<b>Tujuan dan Metode</b>	<b>Hasil Penelitian</b>
				menggunakan bekisting konvensional selama 84 hari dengan produktivitas 4,399 m <sup>2</sup> /org/hari, dan menggunakan bekisting semi konvensional selama 70 hari dengan produktivitas sebesar 5,379 m <sup>2</sup> /org/hari.
Kurniawan	2023	Analisis Perbandingan Biaya Dan Waktu Antara Pekerjaan Bekisting Semi Sistem Dan Bekisting Semi Aluminium Pada Kolom Pada Proyek Pegadaian Tower Jakarta	Mengetahui perbandingan biaya dan waktu antara pekerjaan bekisting semi sistem dan bekisting aluminium pada kolom lantai tipikal	Hasil analisis ini didapatkan berdasarkan analisa biaya dan produktivas pada pekerjaan bekisting semi sistem dan bekisting aluminium

Berdasarkan penelitian yang dilakukan sebelumnya dapat diketahui bahwa penggunaan metode bekisting aluminium membutuhkan biaya yang lebih besar dan dari segi waktu pekerjaan dapat diselesaikan lebih cepat dan menghasilkan produktivitas yang lebih besar dibandingkan metode bekisting konvensional dan bekisting semi sistem sehingga menggunakan metode bekisting aluminium dinilai paling efektif dan efisien dari segi biaya karena dapat dipakai berulang dan dari segi waktu karena dapat diselesaikan dengan waktu yang lebih singkat.

Dari penelitian yang dilakukan sebelumnya, beberapa perbedaan penelitian yang akan dilakukan dan penelitian sebelumnya adalah sebagai berikut.

1. Pada subjek penelitian, penelitian yang akan dilakukan membandingkan biaya dan waktu antara pekerjaan bekisting semi sistem dan bekisting aluminium.
2. Metode penelitian, penelitian yang akan dilakukan membandingkan biaya dengan metode kombinasi bekisting, *full* bekisting semi sistem dan *full* bekisting aluminium.
3. Lokasi penelitian, penelitian yang akan dilakukan pada proyek pembangunan Pegadaian Tower Jakarta.

## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Definisi dan Tinjauan Umum**

Bekisting merupakan komponen penting yang harus dipersiapkan untuk pekerjaan struktur beton. Menurut beberapa para ahli, definisi bekisting antara lain sebagai berikut.

Stephens (1985) mendefinisikan bekisting merupakan cetakan sementara yang digunakan untuk menahan beban campuran beton selama beton dituang dan dibentuk sesuai dengan rencana. Dikarenakan bersifat sementara, bekisting akan dilepas ketika beton sudah memiliki kekuatan yang cukup.

Ratay (1996) menyebutkan bekisting merupakan struktur sementara yang dapat menahan beban selama waktu tertentu ketika beton dituangkan, dapat dipasang dan dibongkar dengan cepat kemudian dapat digunakan kembali.

McCormac (2003) menyatakan bahwa bekisting adalah cetakan yang ke dalamnya beton semi-cair diisikan, cetakan tersebut harus cukup kuat untuk menahan beton dalam ukuran dan bentuk yang diinginkan hingga beton tersebut mengeras.

Dari beberapa pengertian menurut para ahli di atas, dapat disimpulkan bahwa pengertian bekisting adalah struktur pendukung yang berfungsi sebagai cetakan untuk menahan campuran beton dan memberi bentuk pada beton, dapat dibongkar atau dilepas ketika beton cukup keras dan dapat memikul beban sendiri. Karena bekisting merupakan komponen struktur, bekisting harus didesain secara akurat dan efisien untuk mendukung beban yang dikerahkan dengan metode-metode pengerjaan yang tepat.

Penggunaan bekisting yang efisien dan ekonomis dapat dicapai dengan metode pekerjaan yang tepat sehingga menghemat biaya serta waktu pelaksanaan proyek, adapun menurut (Nawy, 1997) dalam pemilihan metode bekisting yang efisien harus memperhatikan beberapa faktor yaitu:



1. Kondisi struktur yang akan dikerjakan

Penggunaan bekisting menjadi faktor utama untuk menciptakan dimensi struktur yang telah direncanakan. Metode bekisting pada bangunan dengan dimensi struktur yang besar tidak akan efisien jika metode tersebut diterapkan pada struktur dengan dimensi kecil.

2. Luas bangunan yang akan dikerjakan

Material pada bekisting dirancang untuk dapat digunakan berulang pada pekerjaan struktur selanjutnya, sehingga luas bangunan menjadi faktor pertimbangan dalam menentukan siklus pemakaian bekisting yang akan berpengaruh terhadap biaya.

3. Material dan peralatan

Kemudahan atau kesulitan untuk mendapatkan material dan alat yang diperlukan pada pekerjaan bekisting menjadi salah satu faktor pertimbangan dalam pemilihan metode bekisting yang akan diterapkan.

Selain faktor-faktor diatas masih banyak pertimbangan dalam pemilihan metode bekisting seperti harga material, waktu pengerjaan proyek, upah pekerja, ketersediaan sarana transportasi dan lain-lain. Pemilihan metode bekisting yang efisien dalam penerapan dapat diperoleh dengan memperhatikan faktor-faktor tersebut.

### 3.1.1 Syarat dan Ketentuan Bekisting

Untuk memenuhi persyaratan dan ketentuan, menurut *American Concrete Institute (ACI)* didalam buku *Formwork for Concrete* menyebutkan bahwa bekisting harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Syarat Kekakuan, untuk mencegah terjadinya keropos, perubahan dimensi atau bunting artinya bekisting dibuat kaku dan dapat menahan beban.
2. Syarat Kekuatan, bekisting mampu menahan beban campuran beton ketika pengecoran dan setelah masa pengecoran beton.
3. Syarat Stabilitas (kokoh), bekisting mampu menahan beban supaya tidak terjadi perubahan bentukan struktur dan tidak terjadi pergeseran dan goyangan pada bekisting yang dapat menggagalkan sistem bekisting itu sendiri.

Bekisting harus dirancang tidak hanya untuk membuat cetakan sesuai dengan dimensi yang diinginkan, akan tetapi harus mampu menahan berat sendiri dan beban-beban yang terjadi. Oleh karena itu, bekisting harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. *Safety*, artinya bekisting harus dibangun secara kokoh serta mampu menahan seluruh beban tanpa menimbulkan bahaya bagi struktur beton dan para pekerja.
2. *Quality*, untuk menghasilkan hasil struktur beton yang diinginkan, maka diperlukan perancangan dan pemasangan bekisting yang akurat terhadap dimensi, posisi dan bentuk.
3. *Economy*, penggunaan metode bekisting yang efisien akan berpengaruh terhadap penghematan waktu pelaksanaan dan biaya yang dibutuhkan bagi pihak kontraktor atau *owner*. Akan tetapi dalam memaksimalkan faktor ekonomi tidak boleh mengorbankan faktor *safety* dan *quality*.
4. *Method*, bekisting yang digunakan harus mudah dibongkar atau dilepas dan mudah untuk dipindahkan tanpa merusak bekisting itu sendiri. Perencanaan bekisting harus memenuhi hal-hal tersebut terutama metode pemasangan dan *leveling* elevasi.

## **3.2 Jenis dan Metode Pekerjaan Bekisting**

### **3.2.1 Bekisting Konvensional**

Bekisting konvensional merupakan bekisting yang memiliki material penyusun berupa kayu, triplek atau multiplek dengan konstruksi penopangnya disusun dari balok kayu dan biasanya terdapat baja sebagai perkuatan. Bekisting konvensional adalah bekisting yang mudah dipasang dan dibongkar menjadi bagian dasar yang dapat disusun dan digunakan kembali untuk bekisting struktur yang lain apabila tidak mengalami kerusakan yang cukup besar.



**Gambar 3. 1 Bekisting Konvensional**

(Sumber: Romadhon, 2021)

Berikut langkah-langkah dalam pemasangan bekisting konvensional yang harus dilakukan secara berurutan adalah sebagai berikut:

1. Penetapan posisi as kolom menggunakan alat ukur.
2. Pemberian tanda untuk pemasangan sepatu kolom.
3. Pemasangan tulangan kolom dan melengkapi tulangan serta memasang beton *decking* pada setiap sisi luar tulangan.
4. Pemasangan sepatu kolom.
5. Pemasangan bekisting yang telah dilapisi dengan minyak dan untuk setiap sudut pertemuan bekisting dipastikan tertutup dengan sempurna.
6. Pemasangan *brace* seperti balok kayu pada setiap sisi bekisting agar bekisting berdiri secara vertikal dan ditopang dengan kuat.

### 3.2.2 Bekisting Semi sistem

Bekisting semi sistem adalah bekisting yang dirancang untuk digunakan pada satu proyek tertentu, dan ukurannya disesuaikan pada dimensi serta bentuk konstruksi beton yang diinginkan. Persyaratan untuk digunakannya bekisting semi sistem adalah dapat digunakan kembali pada struktur dengan ukuran dan bentuk yang sama. Penggunaan pengulangan bekisting pada konstruksi yang cukup tinggi menjadi salah satu pertimbangan dalam penggunaan bekisting semi sistem.



**Gambar 3. 2 Bekisting Semi Sistem**

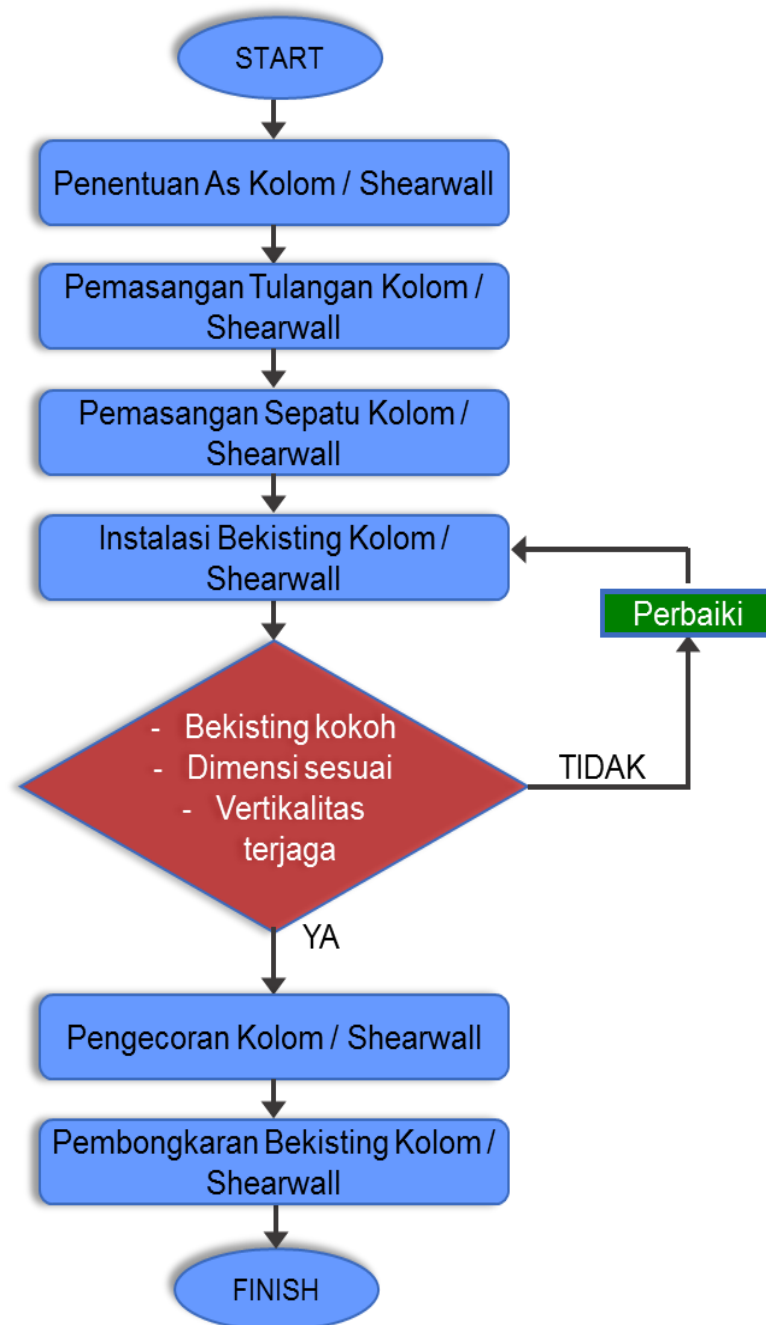
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Bekisting semi sistem pada umumnya merupakan bekisting yang memiliki komponen penyusun yang terdiri dari material utama multipleks dan baja hollow sebagai gelagar. Selain multipleks, saat ini telah ada inovasi dalam material bekisting yaitu *Phenolic/Phenofilm* atau pada umumnya disebut polyfilm. Polyfilm merupakan produk multipleks yang tergolong kepada bekisting konvensional yang permukaannya dilapisi dengan lembaran *Phenol Formaldehyde Film* pada satu

sisinya. Material ini memiliki permukaan yang halus dan memiliki harga yang mahal dibandingkan multipleks.

Peningkatan kualitas dari bekisting konvensional menjadi bekisting semi sistem terletak pada penggunaan ulang bekisting itu sendiri. Dalam pelaksanaan pekerjaan bekisting kolom, diperlukan perencanaan yang berkaitan dengan proses pelaksanaan pekerjaan bekisting kolom dimulai dari persiapan alat dan material bekisting, pemasangan bekisting hingga pembongkaran bekisting. Jika menggunakan bekisting ini diperlukan area sebagai tempat fabrikasi. Adapun metode dalam pelaksanaan pemasangan bekisting semi sistem sebagai berikut:

1. Penentuan titik as kolom dengan alat ukur.
2. Pemberian tanda untuk sepatu kolom sesuai dengan dimensi kolom yang direncanakan dengan menarik benang yang dibasahi dengan cat kemudian ditarik dari titik ujung-ujung kolom.
3. Pemasangan tulangan kolom yang telah difabrikasi sebelumnya, melengkapi tulangan kemudian memasang beton *decking* pada sisi luar tulangan.
4. Pemasangan sepatu kolom.
5. Pemasangan bekisting yang telah dilapisi minyak kemudian memasang sabuk balok (*lock beam*) agar lebih kuat kemudian dikunci menggunakan *tie rod* dan *wing nut*.
6. Pemasangan support yang terdiri dari *puss pull prop* dan *kicker brace* pada setiap sisi kolom sebagai penyangga kolom agar tidak miring atau goyang pada saat pengecoran.



**Gambar 3. 3 Flow Chart Metode Konstruksi Bekisting Semi Sistem**

(Sumber: *Work Method Statement* PT PP (Persero) Tbk)


### 3.2.3 Bekisting Aluminium

Bekisting aluminium merupakan pengembangan lebih lanjut ke sebuah bekisting yang universal yang memungkinkan untuk dapat digunakan pada berbagai macam bangunan. Bekisting aluminium memiliki komponen yang terdiri atas panel-panel dan aksesoris serta perkuatan lainnya yang terbuat dari aluminium. Bekisting aluminium memiliki dua jenis panel, yaitu *standart panel* dan *custom panel*. *Standart panel* adalah panel bekisting yang memiliki dimensi tertentu yang diproduksi massal oleh perusahaan, sedangkan *custom panel* diproduksi dengan ukuran tertentu yang dipesan secara khusus oleh kontraktor.

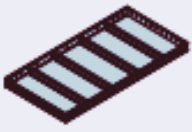


**Gambar 3. 4 Bekisting Aluminium**  
(Sumber: PT PP (Persero) *Project Planning Presentation*)

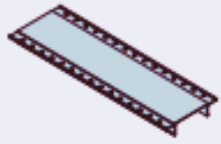
Jenis panel dan aksesoris yang digunakan pada bekisting aluminium adalah seperti pada gambar berikut:

Panel dinding		
		
Komponen (mm)	Berat (kg)	Artikel No.
Panel dinding standar 300 x 2400	15,8	31010000
Panel dinding standar 400 x 2400	19,6	
Panel dinding standar 450 x 2400	21,5	
Panel dinding standar 600 x 2400	27,6	
Panel dinding standar 300 x 2450	16,4	
Panel dinding standar 400 x 2450	20,4	
Panel dinding standar 450 x 2450	21,6	
Panel dinding standar 600 x 2450	28,5	

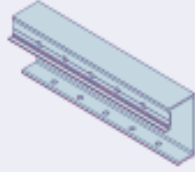
  

Panel slab		
		
Komponen (mm)	Berat (kg)	Artikel No.
Panel slab 600 x 1200	13,5	35000000
Panel slab 450 x 1200	10,8	
Panel slab 400 x 1200	9,9	
Panel slab 300 x 1200	8,1	


  

Panel slab balok bawah		
		
Komponen (mm)	Berat (kg)	Artikel No.
Panel slab balok bawah	38,4	35640000

Slab sudut		
		
Komponen (mm)	Berat (kg)	Artikel No.
Slab sudut	6,581	35100000



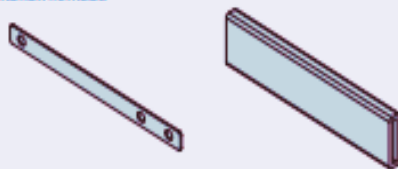
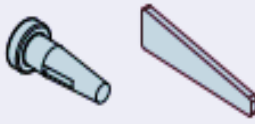

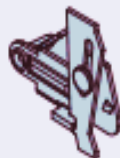
  

Slab sudut dalam		
		
Komponen (mm)	Berat (kg)	Artikel No.
Slab sudut dalam	-	35210000

**Gambar 3. 5 Contoh Panel Bekisting Aluminium**



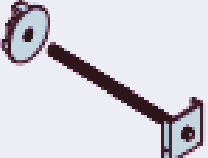
(Sumber: Kumkang Kind, 2020)



<p>Pelepasan AL - (A/G)</p> 		
Komponen (mm)	Berat (kg)	Artikel No.
Pelepasan AL - (A/G) 63,5 x 63,5	1,931	3147000
<p>Tie tertanam</p> 		
Komponen (mm)	Berat (kg)	Artikel No.
Al-Tie tertanam	0,15	3800700
<p>Tie &amp; PVC sleeve yang dapat digunakan kembali</p> 		
Komponen (mm)	Berat (kg)	Artikel No.
Al-tie yang dapat digunakan kembali	0,125	3801110
AL PVC sleeve	0,76	38010400
<p>Wedge &amp; Round pin</p> 		
Komponen (mm)	Berat (kg)	Artikel No.
AL round pin	0,082	3800100
AL wedge pin	0,04	3800500
<p>Long pin</p> 		
Komponen (mm)	Berat (kg)	Artikel No.
AL long pin	0,33	3800200
<p>Al-bracket dinding</p> 		
Komponen (mm)	Berat (kg)	Artikel No.
Al-bracket dinding	0,67	38002800

**Gambar 3. 6 Contoh Aksesoris Bekisting Aluminium**

(Sumber: Kumkang Kind, 2020)

Prop baja yang dapat diatur			Prop aluminium yang dapat diatur		
					
Komponen (mm)	Berat (kg)	Artikel No.	Komponen (mm)	Berat (kg)	Artikel No.
V-1 1.800 – 3.200	10,9	110411	Prop aluminium	17,6	35141000
V-2 2.000 – 3.400	11,5	110425			
V-3 2.400 – 3.800	12,5	110413			
V-4 2.600 – 4.000	13,0	110414			
Baut, Mur & Ring			Al-tie rod (panggang baja)		
					
Komponen (mm)	Berat (kg)	Artikel No.	Komponen (mm)	Berat (kg)	Artikel No.
Baut, Mur & Ring	0,11	38001800	Al-tie rod (panggang baja)	1,52	-

**Gambar 3.7 Perkuatan Untuk Bekisting Aluminium**

(Sumber: Kumkang Kind, 2020)

Menurut Kumkang Kind (2020) selain komponen dan aksesoris diatas, kegiatan proses pembuatan bekisting aluminium dipabrik dilalui dengan beberapa proses yaitu:

1. Raw material *warehouse*/Gudang bahan mentah
2. *Cutting*/Pemotongan
3. *Hole Processing*/Proses pelubangan
4. *Notching*/Penakikan atau pembentukan
5. *Welding*/Pengelasan
6. *Grinding*/Penggilingan
7. *Brushing*/Penyikatan
8. *Leveling & adjustment of panels*/Perataan dan pengaturan panel
9. *Coating*/Pelapisan
10. *Barcoding of panels*/Proses pemberian barcode pada panel
11. *Packing*/Pengemasan

Proses terakhir dari fabrikasi bekisting aluminium yaitu pengemasan. Sebelum semua panel dan aksesoris bekisting dikirimkan, bekisting sudah dilakukan uji coba pemasangan dipabrik. Untuk setiap panel juga diberi label untuk memudahkan proses pemasangan di proyek dan untuk memberi tanda pada setiap panel.

Pengadaan bekisting aluminium tidak sesederhana bekisting konvensional pada umumnya karena sistem bekisting aluminium pada perencanaan awal harus direncanakan secara detail untuk menghindari adanya perubahan di kemudian hari yang dapat berpengaruh ke biaya dan waktu pelaksanaan proyek. Hal tersebut membuat perencanaan awal menjadi sangat penting karena memaksa pihak kontraktor untuk menerapkan “*zero mistake*” pada proses perencanaan. Alur pengadaan bekisting aluminium secara umum menurut (Gazali,2018) yaitu sebagai berikut:

1. Desain
2. *Shell Drawing*
3. Fabrikasi
4. Pengecekan

5. Pengiriman
6. On site

*Shell Drawing* merupakan gambar shop drawing bekisting yang menunjukkan letak-letak panel bekisting, jumlah tiang penyangga dan lainnya. *Shell Drawing* dibuat oleh pihak penyedia dengan dasar gambar yang dikirimkan oleh *customer*. Proses pembuatan *Shell Drawing* dimulai dari gambar *for construction* yang telah disetujui oleh MK dan *Owner* dan kemudian dilakukan penggabungan gambar antara struktur, arsitek dan MEP.

Adapun metode pemasangan bekisting aluminium secara berurutan sebagai berikut:

1. Pemberian marking untuk letak struktur kolom pada pelat lantai sesuai dengan *shop drawing* yang telah direncanakan.
2. Pemberian tanda untuk sepatu kolom sesuai dengan ukuran kolom.
3. Pemasangan dan melengkapi tulangan kolom termasuk pemberian beton *decking* pada sisi luar tulangan yang telah dilakukan *checklist* oleh MK.
4. Pemasangan sepatu kolom.
5. Pengolesan minyak bekisting pada setiap panel aluminium.
6. Pemasangan panel aluminium kemudian dilanjutkan memasang *longpin* dan *wedge pin* pada setiap sisi-sisi pertemuan panel.
7. Pengecekan elevasi bekisting agar hasil pengecoran lurus.
8. Pemasangan *bracket* yang berfungsi untuk menopang dorongan beton pada bekisting saat pengecoran berlangsung.

Dalam perkembangannya, penggunaan sistem bekisting mendapat berbagai macam respon dari berbagai pihak. Penggunaan metode bekisting aluminium memiliki kelebihan, tetapi juga masih ada kekurangan dari beberapa aspek dalam pelaksanaannya. Menurut Gazali (2018) bekisting aluminium memiliki kelebihan dan kekurangan sebagai berikut:

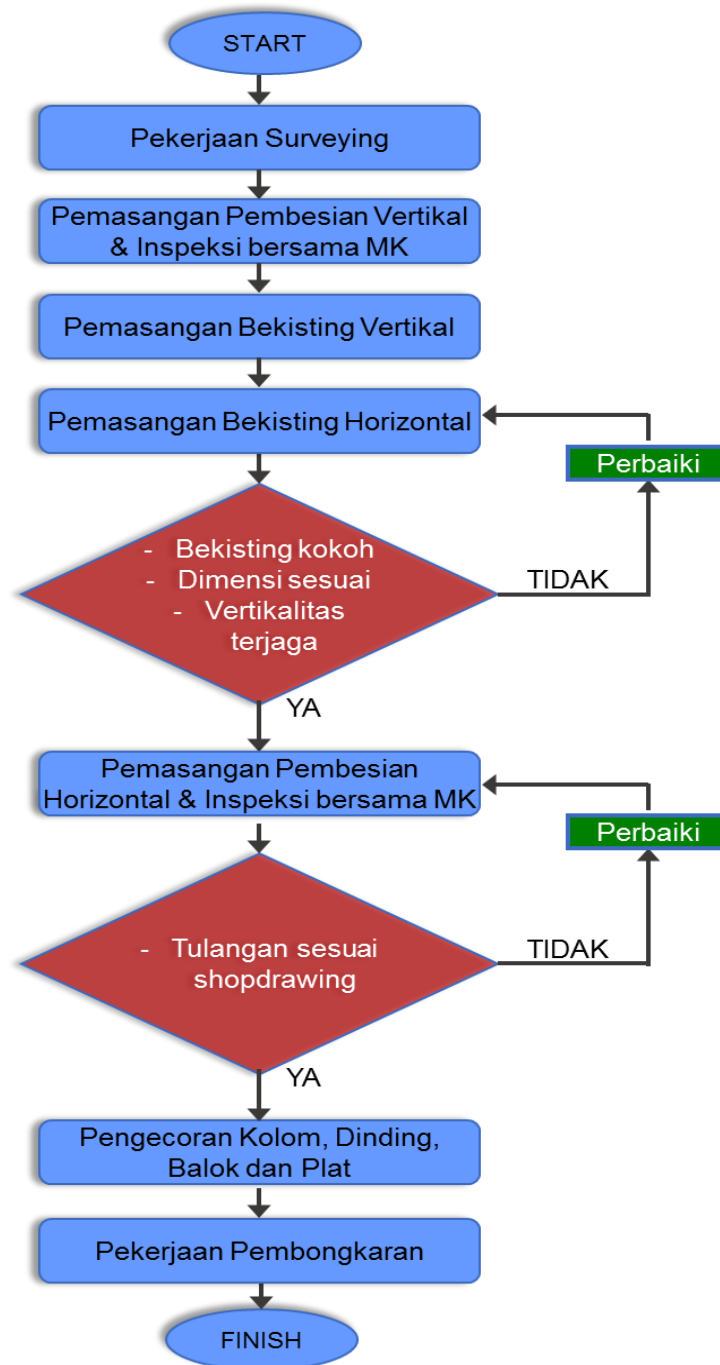
1. Mengurangi biaya *overhead* kerana waktu perkerjaan menjadi lebih singkat sehingga biaya menjadi lebih efektif.
2. Hasil pekerjaan lebih sempurna yaitu hasil beton seragam, dimensi struktur konsisten dan lebih akurat dan minim kerusakan sehingga mengurangi

perbaikan.

3. Menghasilkan struktur yang kuat karena seluruh sambungan dicor secara bersamaan.
4. Panel bekisting dapat dilepas tanpa membongkar tiang perancah.
5. Tidak menghasilkan *waste* karena tidak menggunakan material kayu.
6. Waktu konstruksi menjadi lebih cepat dibandingkan metode bekisting lain.
7. Dapat digunakan berulang kali dengan perawatan yang baik.
8. Panel bekisting dapat digunakan kembali pada proyek lain dengan dimensi struktur yang sama.

Adapun kekurangan pada metode bekisting aluminium adalah sebagai berikut:

1. Memerlukan biaya investasi yang sangat tinggi dibandingkan metode lain.
2. Hanya cocok digunakan untuk jenis konstruksi tertentu.
3. Komponen dan aksesoris yang lebih banyak.
4. Penyimpanan material membutuhkan tempat yang besar.
5. Menimbulkan konsekuensi yang besar apabila terjadi perubahan secara mendadak termasuk tambahan biaya yang cukup mahal.
6. Jika tidak diawasi dengan baik, pada saat pembongkaran bekisting berpotensi aksesoris dan panel sulit dicari.
7. Pemesanan harus direncanakan terlebih dahulu artinya pemesanan tidak dapat dilakukan mendadak.



**Gambar 3. 8 Flow Chart Metode Konstruksi Bekisting Aluminium**

(Sumber: *Work Method Statement* PT PP (Persero) Tbk)

### 3.3 Perbandingan Bekisting Semi sistem dan Bekisting Aluminium

Terdapat banyak perbedaan karakteristik antara bekisting semi sistem dan bekisting aluminium. Dari beberapa sumber yang didapatkan diperoleh tabel perbandingan karakteristik dari bekisting semi sistem dan bekisting aluminium sebagai berikut.

**Tabel 3.1 Perbandingan Bekisting Semi sistem dan Bekisting Aluminium**

<b>Bekisting Semi sistem</b>	<b>Bekisting Aluminium</b>
Pada umumnya material terdiri atas kayu dan multiplek dengan perkuatan baja.	Seluruh panel dan aksesoris 100% terbuat dari aluminium.
Biaya produksi murah.	Biaya produksi lebih mahal.
Sambungan antar kolom dan balok terlihat.	Permukaan beton mulus tanpa sambungan.
Pada umumnya membutuhkan alat berat untuk memindahkan bekisting.	Tidak membutuhkan <i>crane</i> atau alat berat lainnya.
Meninggalkan pekerjaan lain seperti struktur tangga, fasad dan lainnya.	Semua komponen pekerjaan struktur dapat dilakukan secara bersamaan.
Menghasilkan <i>waste</i> material kayu.	Seluruh material tidak menghasilkan <i>waste</i> .
Material kayu tidak dapat dipakai berulang secara terus menerus.	Panel aluminium dapat dipakai secara berulang dengan perawatan yang baik.
Lebih fleksibel, dapat mengganti desain sesuai dengan perubahan.	Tidak dapat melakukan perubahan desain secara mendadak, harus sesuai dengan perencanaan.
Hasil Permukaan beton tidak selalu konsisten dan diperlukan plester/acian.	Hasil permukaan beton yang halus jarang membutuhkan pekerjaan plester.

(Sumber: Olahan penulis)

### 3.4 Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah kegiatan perencanaan, pengorganisasian, pengarahan dan pengendalian sumber daya organisasi dalam sebuah perusahaan untuk mencapai tujuan tertentu dalam waktu dan sumber daya tertentu. Manajemen proyek menggunakan personel perusahaan untuk ditempatkan pada tugas tertentu dalam pengerjaan sebuah proyek (Santoso, 2003).

Adapun tahap dalam manajemen proyek menurut (Bakhtiyar,2012) meliputi perencanaan, penjadwalan dan pengendalian. Sedangkan menurut *Project Management Book of Knowledge (PMBOK) Guide*, terdapat lima tahap siklus dalam manajemen proyek, yaitu sebagai berikut:

1. Inisiasi

Tahap awal kegiatan proyek sejak proyek telah disepakati. Pada tahapan ini memberikan beberapa pilihan solusi permasalahan serta mengidentifikasi permasalahan tersebut sehingga dapat memilih sebuah solusi dengan kemungkinan terbesar untuk direkomendasikan menjadi solusi terbaik dalam penyelesaian permasalahan.

2. Perencanaan

Pada tahap ini dokumen perencanaan disusun secara terperinci sebagai panduan bagi tim proyek selama kegiatan pelaksanaan proyek. Adapun kegiatan yang dilakukan seperti membuat *project planning, financial plan, contract supplier* dan lainnya.

3. Pelaksanaan

Tahap eksekusi atau pelaksanaan proyek yang telah direncanakan sebelumnya. Seluruh aktivitas yang terdapat pada *project planning* akan direalisasikan.

4. Pengendalian

Selama proses pelaksanaan proyek, seluruh kegiatan akan dipantau dan dikontrol dengan tujuan memastikan hasil yang diperoleh sesuai dengan perencanaan diawal.

5. Penyelesaian

Tahap akhir dari aktivitas proyek. Pada tahap ini, hasil akhir proyek diserahkan kepada *customer* dan memberikan seluruh dokumen laporan proyek kepada



*stakeholder* yang menyatakan bahwa proyek telah selesai dilaksanakan.

### 3.5 Waktu

Maharany dan Fajarwati (2006) menyatakan durasi proyek adalah jumlah waktu yang dibutuhkan untuk dapat menyelesaikan seluruh pekerjaan proyek. Volume pekerjaan, keadaan lapangan, metode kerja (*construction method*) serta keterampilan tenaga kerja dalam melaksanakan pekerjaan proyek merupakan faktor yang berpengaruh dalam menentukan durasi pekerjaan (Maharany dan Fajarwati, 2006).

Selain faktor yang telah disebutkan sebelumnya, produktivitas juga merupakan salah satu faktor dalam menentukan durasi proyek. Semakin besar nilai produktivitas yang dihasilkan pada suatu pekerjaan maka semakin kecil waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan dan sebaliknya apabila nilai produktivitas yang didapatkan semakin kecil maka waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan juga semakin besar. Pada Permen Nomor: 28/PRT/M/2016, 5.3.4 menjelaskan produktivitas diartikan sebagai perbandingan antara *output* (hasil) terhadap *input* (komponen produksi). Maka untuk menghitung nilai produktivitas dapat dicari dengan menggunakan persamaan 3.1 sebagai berikut.

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Volume yang dihasilkan}}{\text{Waktu pengerjaan}} \quad (3.1)$$

besarnya produktivitas dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti volume pekerjaan yang dihasilkan, jumlah tenaga kerja dan jam kerja efektif. Pada umumnya tenaga kerja mengerjakan pekerjaan pada jam kerja efektif normal selama 7-8 jam.

Menurut Gazali (2018) bekisting aluminium dapat menyelesaikan pekerjaan struktur beton *floor-to-floor* (durasi dari lantai ke lantai) dalam waktu 5-6 hari dari lantai ke lantai tanpa ada penambahan waktu untuk struktur tangga dan fasad, sedangkan dengan metode semi sistem dan konvensional memerlukan waktu 7-8 hari dengan meninggalkan beberapa item pekerjaan yang sulit dikerjakan. Berbeda dengan metode semi sistem, panel aluminium dapat dilepas tanpa membongkar

struktur perancah sehingga tidak perlu menunggu hingga umur beton 28 hari untuk membongkar panel.

### 3.6 Koefisien atau Indeks

Koefisien adalah faktor pengali atau koefisien sebagai dasar penghitung biaya bahan, biaya alat dan upah tenaga kerja (Permen PUPR No: 28/PRT/M/2016, p. 3.24). Dengan menghitung koefisien suatu pekerjaan diharapkan dapat memperkecil faktor ketidakpastian dalam penggunaan tenaga kerja, material dan peralatan.

#### 1. Koefisien Tenaga Kerja

Koefisien tenaga kerja adalah indeks nilai yang menunjukkan kebutuhan waktu untuk mengerjakan satu satuan volume pekerjaan berdasarkan kualifikasi tenaga kerja yang diperlukan (Permen PUPR Nomor: 28/PRT/M/2016, p. 3.24.2). Dalam mengerjakan komponen pekerjaan terdapat satu kelompok kerja yang terdiri atas mandor, tukang dan pekerja. Beberapa faktor yang mempengaruhi koefisien tenaga kerja seperti:

- a. Jumlah tenaga kerja dalam suatu kelompok kerja.
- b. Keahlian tenaga kerja.
- c. Besarnya produktivitas kerja dalam satu hari kerja.

Adapun untuk menghitung koefisien tenaga kerja dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$a. \text{ Koefisien Tenaga Kerja} = \frac{\text{Volume yang dihasilkan}}{\text{Produktivitas} \left( \frac{\text{m}^2}{\text{hari}} \right)} \quad (3.2)$$

#### b. Koefisien Mandor

$$\text{Koefisien Mandor} = \frac{\text{Jumlah mandor}}{\text{Jumlah tenaga kerja}} \times \text{Koefisien Tenaga Kerja} \quad (3.3)$$

#### c. Koefisien Kepala Tukang

$$\text{Koefisien Kepala Tukang} = \frac{\text{Jumlah kepala tukang}}{\text{Jumlah tenaga kerja}} \times \text{Koefisien Tenaga Kerja} \quad (3.4)$$

## d. Koefisien Tukang

$$\text{Koefisien Tukang} = \frac{\text{Jumlah tukang}}{\text{Jumlah tenaga kerja}} \times \text{Koefisien Tenaga Kerja} \quad (3.5)$$

## e. Koefisien Pekerja

$$\text{Koefisien Pekerja} = \frac{\text{Jumlah pekerja}}{\text{Jumlah tenaga kerja}} \times \text{Koefisien Tenaga Kerja} \quad (3.6)$$

## 2. Koefisien Material/Bahan

Koefisien material/bahan adalah indeks kuantum yang menunjukkan kebutuhan bahan bangunan untuk setiap satuan volume pekerjaan (Permen PUPR Nomor: 28/PRT/M/2016, p. 3.24.1).

Untuk menentukan koefisien material perlu membedakan material menurut asalnya. Menurut asalnya, material dikelompokkan menjadi material yang berasal dari alam dan material yang berasal dari produksi (olahan dan jadi). Material yang berasal dari alam seperti: batu, pasir dan lainnya. Sedangkan untuk material yang berasal dari produksi seperti: multipleks, baja hollow dan sebagainya. Sifat fisik dan dimensi material berpengaruh kepada koefisien material yang akan digunakan dalam merencanakan anggaran biaya. Untuk mengetahui koefisien material maka perlu mengetahui sifat-sifat material yang akan digunakan dalam pelaksanaan seperti: kembang susut, dimensi dan berat material. Koefisien material yang dibutuhkan dalam proses perhitungan anggaran yaitu harga komponen material persatuan pengukuran. Satuan pengukuran material tersebut misalnya m, m<sup>2</sup>, kg, liter dan sebagainya.

## 3. Koefisien Peralatan

Faktor yang mempengaruhi harga satuan dasar alat yaitu jenis peralatan, efisiensi kerja, kondisi cuaca, kondisi medan, dan jenis material yang dikerjakan. Untuk pekerjaan tertentu, kebutuhan alat sudah melekat dimiliki oleh tenaga kerja karena umumnya pekerjaan dilakukan manual seperti cangkul, sendok tembok, dan lain-lain. Untuk pekerjaan yang memerlukan alat berat,

seperti untuk pemancangan tiang beton dan pekerjaan vertikal, penyediaan alat dilakukan sistem sewa.

### 3.7 Biaya

Biaya proyek konstruksi pada umumnya terdapat dua macam, yaitu biaya langsung (*Direct cost*) dan biaya tidak langsung (*Indirect cost*).

#### 3.7.1 Biaya Langsung (*Direct cost*)

Biaya langsung adalah biaya yang dikeluarkan dan berkaitan langsung terhadap pelaksanaan pekerjaan proyek konstruksi. Biaya langsung juga disebut dengan biaya fisik karena segala macam biaya yang dikeluarkan memiliki bentuk fisiknya. Biaya langsung terdiri atas beberapa macam yaitu:

##### 1. Biaya upah tenaga kerja

Biaya upah kerja merupakan biaya yang dikeluarkan sebagai bentuk bayaran dari pemberi kerja kepada tenaga kerja yang sudah ditetapkan sebelum mulainya pelaksanaan proyek konstruksi dalam bentuk perjanjian kerja, kesepakatan dan undang-undang yang berlaku. Untuk menghitung biaya upah kerja mengacu kepada peraturan upah minimum tenaga kerja menurut daerah setempat dan untuk setiap item pekerjaan terdapat indeks tenaga kerja dengan satuan orang perhari (OH) yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). Untuk mendapatkan biaya upah kerja tersebut dengan mengalikan koefisien dengan harga satuan upah kerja sesuai dengan upah pekerja masing-masing daerah. Perhitungan upah tenaga kerja menggunakan persamaan 3.7 berikut.

$$\text{Biaya tenaga kerja} = \text{Koefisien tenaga kerja} \times \text{Upah tenaga kerja} \quad (3.7)$$

##### 2. Biaya material

Biaya material merupakan biaya yang dikeluarkan untuk pembelian dan pengangkutan material konstruksi yang akan digunakan pada proyek konstruksi. Perhitungan biaya material menggunakan persamaan 3.8 berikut.

$$\text{Biaya material} = \text{Koefisien material} \times \text{Harga satuan material} \quad (3.8)$$

### 3. Biaya alat

Biaya alat merupakan biaya yang dikeluarkan untuk penyewaan atau pengadaan alat yang akan digunakan selama pelaksanaan pekerjaan proyek konstruksi meliputi alat-alat ringan maupun alat berat hingga mesin. Perhitungan biaya alat menggunakan persamaan 3.9 berikut.

$$\text{Biaya alat} = \text{Koefisien alat} \times \text{Harga satuan alat} \quad (3.9)$$

#### 3.7.2 Biaya Tidak Langsung (*Indirect cost*)

Biaya tidak langsung adalah biaya yang dikeluarkan secara tidak langsung selama pekerjaan proyek konstruksi yang tidak termasuk kepada pembangunan fisik bangunan seperti manajemen proyek, fasilitas sementara dan lain-lain. Biaya tidak langsung terdiri atas beberapa macam seperti:

1. Gaji pegawai/staf manajemen tetap, inspektur dan sebagainya.
2. *Overhead* yaitu biaya antisipasi untuk hal-hal yang tidak terduga, seperti biaya santunan apabila ada kecelakaan dalam pekerjaan untuk pekerja/karyawan.
3. Keuntungan perusahaan, yang diperoleh dari pekerjaan konstruksi.
4. Fasilitas sementara proyek, seperti: kantor rekdaksi, gudang dan lain-lain.
5. Kendaraan dan peralatan konstruksi, seperti bahan bakar yang tidak termasuk dalam bentuk fisik.

### 3.8 Rencana Anggaran

Untuk mengetahui estimasi biaya yang diperlukan pada sebuah proyek, maka sebelum proyek dilaksanakan dibuat rencana anggaran biaya (RAB) sebagai perkiraan, bukan untuk biaya pelaksanaan sebenarnya. Untuk mengetahui biaya anggaran pelaksanaan, maka perlu dibuat rencana anggaran pelaksanaan (RAP).

Rencana anggaran biaya proyek pembangunan yang dibuat kontraktor untuk memperkirakan berapa sebenarnya biaya sesungguhnya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu proyek konstruksi yang mencakup biaya langsung dan biaya

tidak langsung proyek. Sehingga kita dapat mengetahui seberapa besar keuntungan yang diperoleh oleh kontraktor ketika mengerjakan proyek tersebut.

Menurut Asiyanto (2005) menyatakan bahwa anggaran pelaksanaan (*cost budget*), semestinya sangat erat kaitannya dengan cost estimate. Sebaiknya proses pembuatan cost estimate (harga penawaran proyek), didasarkan atas biaya riil (*real cost*) ditambah dengan mark up yang ditetapkan. Perhitungan rencana anggaran pelaksanaan dilakukan berdasarkan data pada lapangan, seperti koefisien tenaga kerja sesuai dengan produktivitas serta material dan peralatan yang digunakan selama pelaksanaan.

Tujuan dan manfaat pembuatan rencana anggaran secara umum adalah sebagai berikut:

1. Sebagai pedoman general kontraktor untuk melakukan perjanjian kontrak dengan sub kontraktor atau pemborong.
2. Sebagai acuan untuk negosiasi harga antara general kontraktor dengan mandor atau sub kontraktor.
3. Untuk mengetahui perkiraan keuntungan atau kerugian yang akan dialami jika menggunakan suatu metode kerja.
4. Sebagai dasar untuk membuat jadwal kedatangan material dan tenaga kerja.
5. Sebagai bahan laporan proyek kepada perusahaan.
6. Sebagai bahan pertimbangan untuk menentukan langkah manajemen terbaik
7. Untuk membuat Kurva S.

### 3.8.1 Jenis Rencana Anggaran

Jenis rencana yang sering digunakan dalam proyek konstruksi ada beberapa jenis. Penggunaan jenis rencana anggaran diantaranya:

1. Rencana anggaran biaya kasar (taksiran) untuk pemilik  
Rencana Anggaran Biaya kasar ini juga di pakai sebagai pedoman terhadap anggaran biaya yang dihitung secara teliti. Rencana Anggaran Biaya ini dibuat masih kasar / global sekali dan biasanya dihitung berdasarkan harga satuan tiap meter persegi luas atau dengan cara yang lain.
2. Rencana anggaran biaya pendahuluan oleh konsultan perencana

Perhitungan anggaran biaya ini dilakukan setelah gambar rencana (desain) selesai dibuat oleh konsultan perencana. Perhitungan anggaran biaya ini lebih teliti dan cermat sesuai ketentuan dan syarat-syarat penyusunan anggaran biaya. Penyusunan anggaran biaya ini di dasarkan pada:

a. Gambar

Gunanya untuk menentukan / menghitung besarnya volume masing masing pekerjaan.

b. Bestek atau rencana kerja dan syarat-syarat

Gunanya untuk menentukan spesifikasi bahan dan syarat-syarat teknis.

c. Harga satuan pekerjaan.

3. Rencana anggaran biaya detail oleh kontraktor

Anggaran biaya ini dibuat oleh kontraktor setelah melihat desain konsultan perencana (gambar bestek dan RKS), dan pembuatannya lebih terperinci dan teliti karena sudah memperhitungkan segala kemungkinan (melihat medan, mempertimbangkan metode-metode pelaksanaan, dsb). Rencana Anggaran Biaya ini kemudian dijabarkan dalam bentuk penawaran oleh kontraktor pada waktu pelelangan, dan menjadi harga yang pasti (*fixed price*) bagi pemilik setelah salah satu rekanan ditunjuk sebagai pemenang dan Surat Perjanjian Kerja (SPK) telah ditanda tangani.

4. Anggaran biaya sesungguhnya (*Real Cost*)

Anggaran Biaya Real cost yaitu segala anggaran biaya yang kontraktor keluarkan untuk menyelesaikan proyek tersebut dari awal proyek sampai proyek selesai. Besarnya *real cost* tersebut hanya diketahui oleh kontraktor sendiri. Penerimaan total dana dari pemilik proyek dikurangi *real cost* adalah laba diperoleh oleh kontraktor.

3.8.1 Data Yang Diperlukan dalam Pembuatan Rencana Anggaran Pelaksanaan

Pengumpulan analisis penerbitan dan penarikan kembali informasi harga dan biaya merupakan hal yang sangat penting bagi sector dalam industry kontruksi. Sehingga ada harga penerbitan yang sering di gunakan sebagai acuan dalam penyusunan rencana anggaran biaya di tiap daerah. Dalam penyusunan atau pembuatan RAP, data yang diperlukan adalah:

1. Gambar-gambar rencana pekerjaan (gambar bestek)
2. Daftar harga bangunan yang digunakan di daerah tersebut
3. Daftar upah pekerja pada daerah tersebut
4. Daftar upah pekerja per hari
5. Lama tiap pekerjaan
6. Daftar kuantitas pekerjaan

### **3.9 Pengaruh Bekisting Terhadap Biaya Konstruksi**

Pekerjaan bekisting merupakan komponen dengan biaya terbesar dari pekerjaan struktur beton. Dari seluruh biaya pada struktur beton, pembiayaan pada bekisting berkisar antara 40% hingga 60% dan merupakan 10% dari total seluruh pekerjaan konstruksi. Pengaruh biaya pekerjaan bekisting terhadap biaya pekerjaan struktur beton menjadi hal yang harus di rencanakan untuk pekerjaan bekisting menjadi lebih efisien dan ekonomis (Hanna,1999).

Bekisting aluminium memiliki biaya yang mahal yang merupakan investasi harga yang tinggi diawal namun dapat dipakai berulang hingga proyek selesai dan proyek selanjutnya yang memiliki dimensi dan struktur yang sama dengan perawatan yang benar. Biaya bekisting aluminium tergantung dengan jumlah pemakaiannya. Semakin banyak pengulangan pemakaian, maka biaya yang dikeluarkan juga akan semakin sedikit jika dibandingkan dengan metode semi sistem yang terkesan lebih murah, tetapi sebenarnya akan terus dibayarkan setiap kali pergantian material ketika sudah mengalami kerusakan.



## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

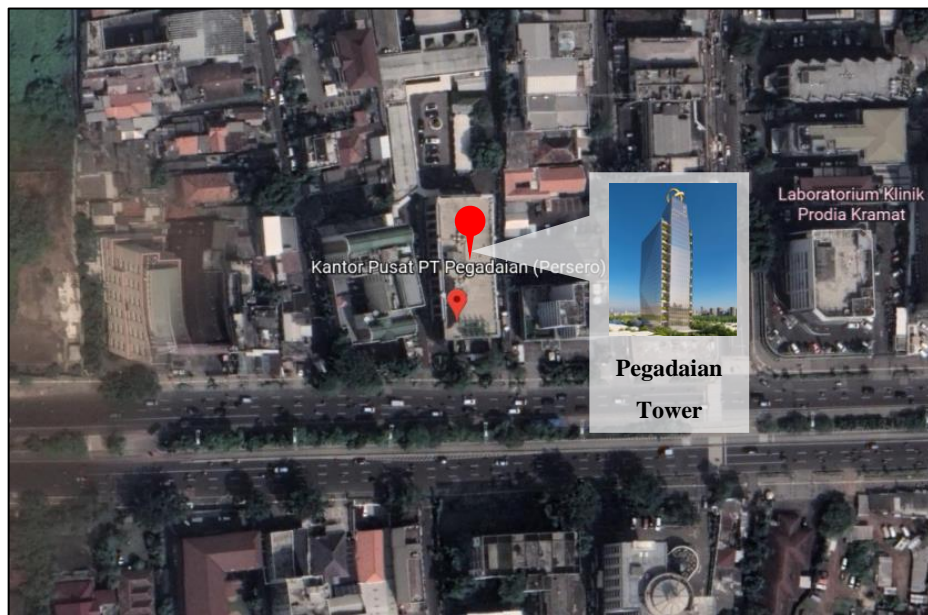
#### **4.1 Metode Penelitian**

Metode penelitian adalah cara rasional untuk memperoleh data yang berkaitan erat dengan teknis penelitian. Metode penelitian merupakan basis dari langkah-langkah yang didasarkan dari tujuan penelitian untuk menarik kesimpulan. Untuk itu, penelitian ini dilakukan berdasarkan tahapan yang sistematis untuk menyelesaikan masalah sesuai dengan data yang didapatkan di lapangan maupun literatur agar sesuai dengan prosedur penelitian dan teknik penilaian yang tertera pada panduan penulisan dan penelitian Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia.

#### **4.2 Subjek dan Objek Penelitian**

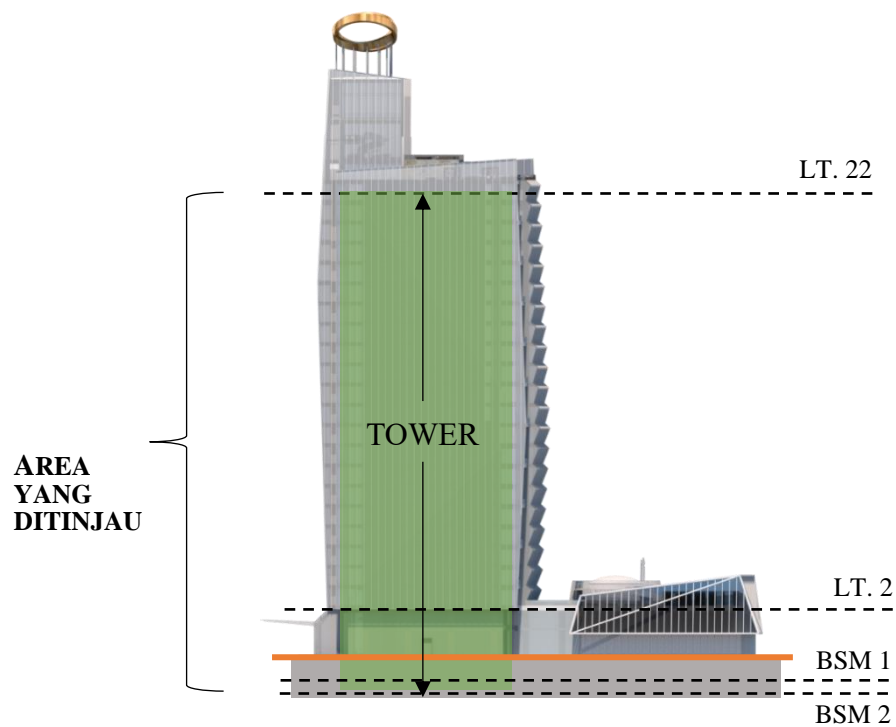
##### **4.2.1 Subjek Penelitian**

Menurut Arikunto (2016) subjek penelitian merupakan pemberian batasan untuk subjek penelitian sebagai hal, benda atau tempat data untuk variabel penelitian yang melekat dan sedang dipermasalahkan. Adapun subjek utama pada penelitian ini adalah data mengenai harga dan waktu pada pekerjaan bekisting yang diperoleh dari proyek pembangunan Pegadaian Tower yang terletak pada Jl. Kramat raya No.162, Kelurahan kenari, Kecamatan senen, Jakarta Pusat serta didukung beberapa data dari luar proyek. Berikut adalah gambar lokasi proyek pembangunan Pegadaian Tower.



**Gambar 4.1 Lokasi Proyek Pembangunan Pegadaian Tower**

(Sumber: *Google Earth*)



**Gambar 4.2 Tampak Gedung Lokasi Penelitian**

(Sumber: PT PP (Persero) *Project Planning Presentation*)

#### 4.2.2 Objek Penelitian

Sugiyono (2017) menyebutkan objek penelitian adalah suatu sifat, atribut atau kegiatan yang ditetapkan oleh peneliti yang memiliki variasi tertentu untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya. Berdasarkan pengertian objek penelitian tersebut dapat diketahui bahwa objek pada penelitian ini adalah analisa perbandingan biaya dan waktu pada pekerjaan bekisting semi sistem dan aluminium pada struktur kolom lantai tipikal bangunan tower.

#### 4.3 Data dan Metode Pengumpulan Data

Bernard (2012) menyebutkan data adalah fakta kasar mengenai tempat, orang, kejadian dan sesuatu yang penting dan memberikan informasi. Pada penelitian ini menggunakan dua jenis sumber data yaitu data primer dan data sekunder.

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan spesifikasi, dokumentasi dan data pendukung lainnya mengenai pekerjaan bekisting kolom khususnya pada material polyfilm dan material aluminium. Untuk mendukung penulisan tugas akhir ini dibutuhkan beberapa data pendukung untuk keperluan analisa yang berasal dari dalam maupun luar proyek pembangunan gedung. Pada penelitian ini ada dua macam cara dalam pengumpulan data yaitu:

##### 1. Data primer

Menurut Sugiyono (2017) data primer merupakan sumber data yang memberikan langsung data kepada pengumpul data. Pada penelitian ini data primer didapatkan dengan beberapa metode antara lain:

##### a. Data Pengamatan (observasi)

Data ini didapatkan dari hasil survey dan pengamatan langsung dalam proses pekerjaan proyek dengan mengumpulkan data dan dokumentasi selama pelaksanaan pekerjaan bekisting kolom. Data tersebut berupa foto, gambar pelaksanaan dan Renaca Anggaran Pelaksanaan (RAP).

##### b. Data wawancara (*interview*)

Wawancara dilakukan untuk melengkapi data yang dianggap penting dengan interview langsung kepada pihak-pihak terkait pada proses

pelaksanaan pekerjaan bekisting. Data tersebut berupa waktu fabrikasi bekisting, durasi penggunaan bekisting dan lainnya.

## 2. Data sekunder

Sugiyono (2017) menyebutkan data sekunder adalah sumber data yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data seperti melalui pihak lain atau melalui dokumen. Data sekunder merupakan data pendukung yang didapatkan dari pihak lain untuk melengkapi data primer pada penelitian ini. Pada penelitian ini data sekunder berupa harga satuan, data material, serta data lainnya yang dapat dijadikan referensi dalam penelitian untuk menganalisa biaya pekerjaan bekisting semi sistem dan aluminium.

## 4.4 Tahapan Penelitian dan Analisa Data

Dalam penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan dan analisis data secara sistematis dan logis untuk mendapatkan hasil yang akurat dan dapat dipertanggung jawabkan sesuai dengan tujuan penelitian. Penelitian ini merupakan studi kasus terhadap dua objek yang sudah ditentukan, sehingga penelitian ini hanya berlaku pada objek yang akan diteliti dan dapat menjadi bahan pertimbangan para pelaku konstruksi.

### 4.4.1 Tahapan Penelitian

Adapun tahapan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Perumusan masalah yang mencakup rumusan masalah, manfaat serta tujuan penelitian.
2. Studi literatur untuk mendapatkan informasi yang berkaitan dengan topik permasalahan penelitian dari berbagai referensi, jurnal, buku dan laporan.
3. Pengumpulan data yang diperlukan untuk menganalisa permasalahan dalam penelitian. Data yang diperlukan dalam penelitian ini antara lain:

**Tabel 4. 1 Data Penelitian**

No.	Jenis Data	Data	Jenis Bekisting	Sumber
1	Primer	1. Metode 2. Waktu 3. Biaya	1. Aluminium 2. Semi sistem	1. Observasi 2. Wawancara 3. Proyek Pegadaian

**Lanjutan Tabel 4.1 Data Penelitian**

No.	Jenis Data	Data	Jenis Bekisting	Sumber
		4. Produktivitas 5. Material		Tower
2	Sekunder	1. Harga bahan 2. Meterial	Aluminium	1. Kementrian PUPR 2. Studi literatur

4. Menghitung volume dimensi kebutuhan material ekisting aluminium dan bekisting semi sistem.
5. Menghitung dan menganalisis data perbandingan biaya dan waktu pekerjaan bekisting aluminium dan bekisting semi sistem.
6. Analisis data dan pembahasan yang telah didapat berdasarkan landasan teori yang telah ada.
7. Kesimpulan dan saran berdasarkan hasil pembahasan yang diperoleh dari hasil perhitungan dan analisa.

#### 4.4.2 Analisis Data

Analisa bertujuan memberikan gambaran mengenai perbandingan pekerjaan bekisting semi sistem dan aluminium secara sistematis dan akurat.

1. Analisis biaya
  - a. Menghitung volume bekisting aluminium dan semi sistem dengan membaca dimensi dan jumlah kolom pada gambar kerja proyek.
  - b. Menghitung harga satuan pada pekerjaan bekisting kolom menggunakan bekisting aluminium dan semi sistem sesuai dengan rencana anggaran pelaksanaan (RAP) proyek pembangunan Pegadaian Tower dan hasil referensi literatur lainnya.
  - c. Menghitung biaya total dengan menghitung volume pekerjaan dikalikan dengan harga satuan kemudian dikalikan dengan jumlah kolom pada setiap lantai.

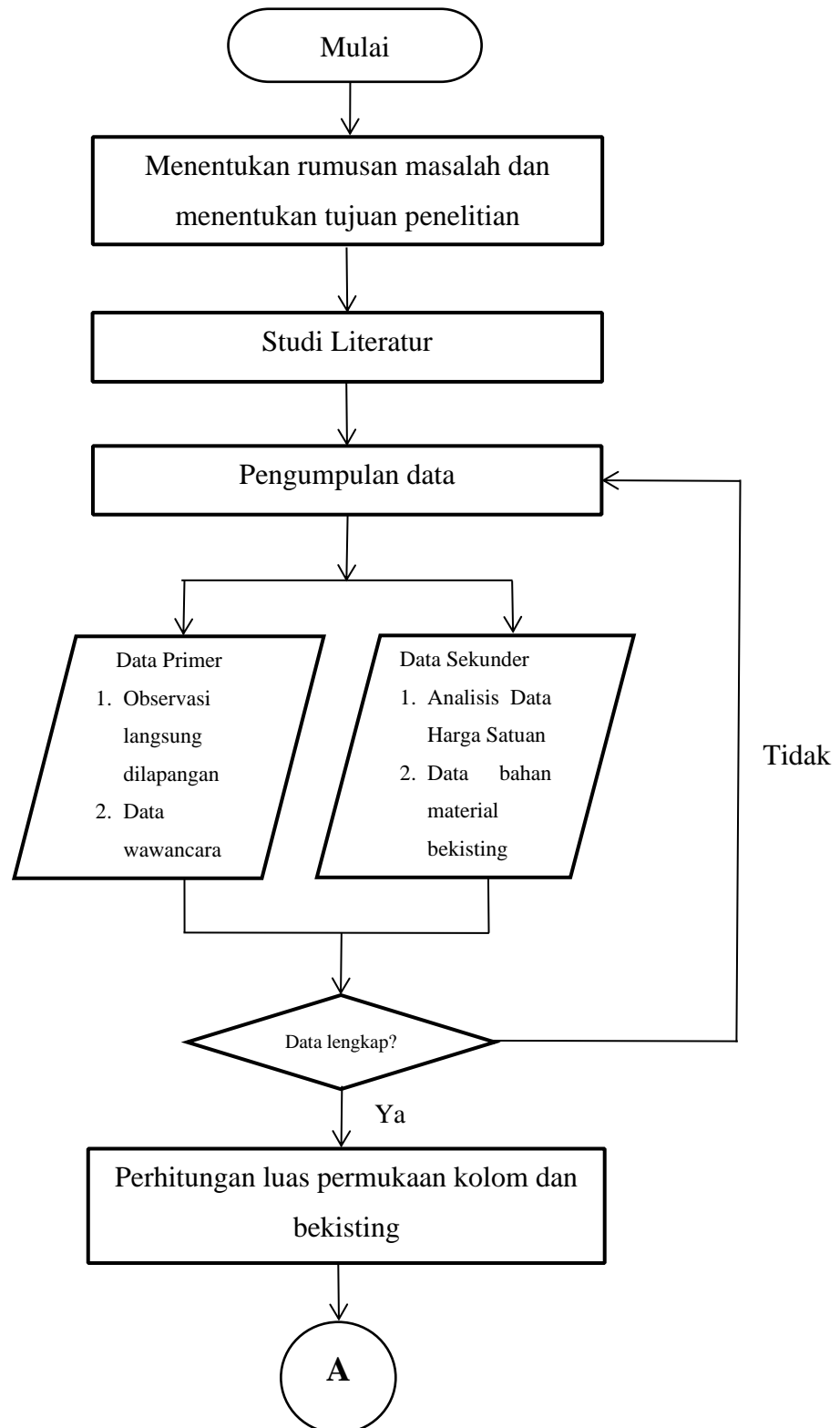
## 2. Analisis waktu

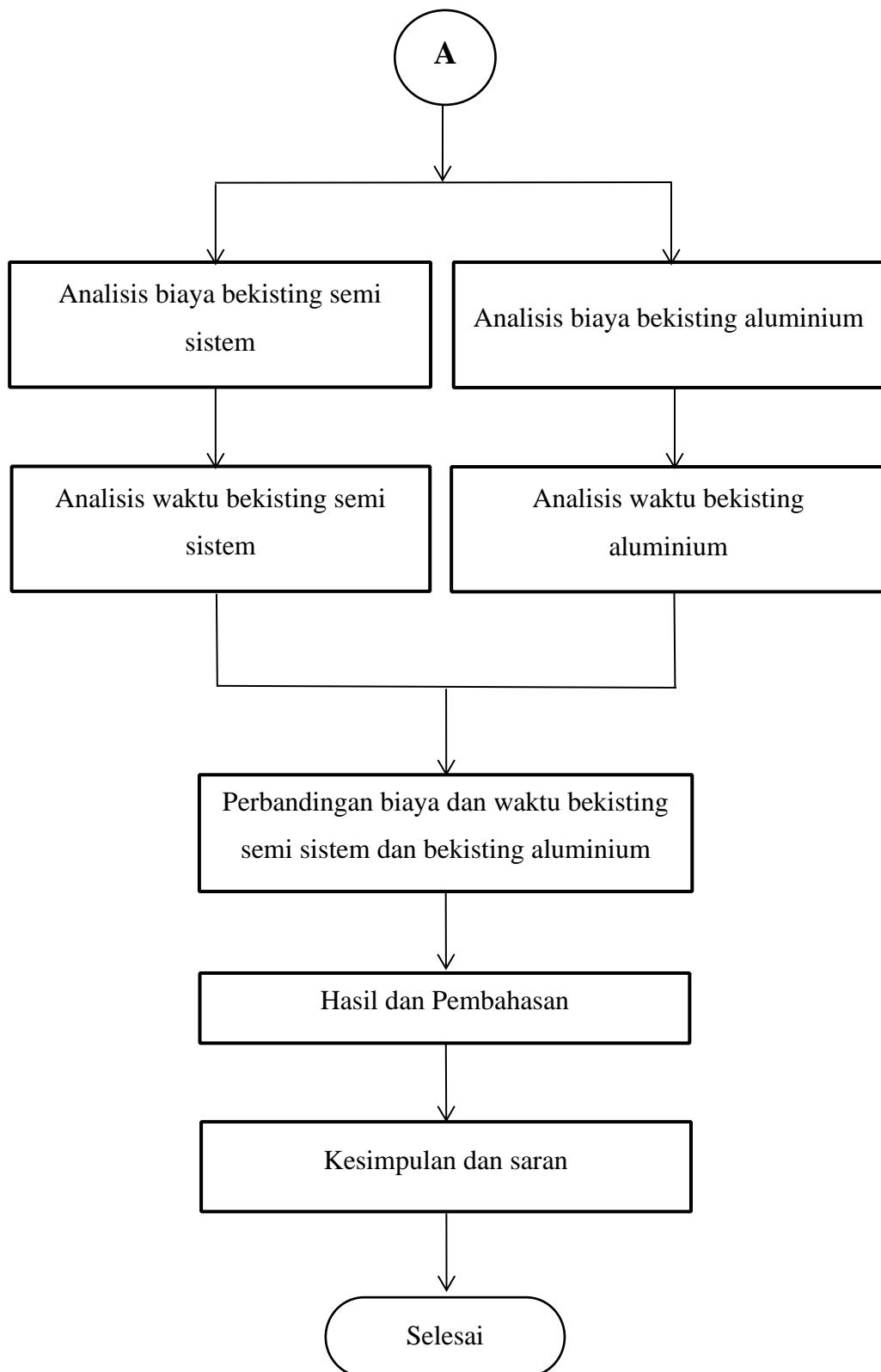
- a. Perhitungan jumlah dan durasi tenaga kerja pekerjaan kolom dengan bekisting aluminium dan semi sistem yang didapatkan berdasarkan jumlah aktual dilapangan.
- b. Perhitungan produktivitas tenaga kerja dilakukan dengan pengamatan langsung dilapangan.
- c. Durasi pekerjaan bekisting kolom dimulai dari proses fabrikasi bekisting hingga perkuatan bekisting dan siap untuk diisi campuran beton.
- d. Perhitungan durasi pekerjaan bekisting kolom untuk setiap lantainya dengan menggunakan persamaan 4.1 berikut.

$$\frac{\text{Volume pekerjaan} \times \text{Total koefisien tenaga kerja}}{\text{Jumlah tenaga kerja}} \quad (4.1)$$

Tahapan penelitian yang akan dilaksanakan ditunjukkan pada bagan alir penelitian berikut.

#### 4.5 Bagan Alir Penelitian





**Gambar 4. 3 Bagan Alir Penelitian**



## **BAB V**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1 Tinjauan Umum**

Nilai suatu pekerjaan dengan metode yang digunakan sangat berpengaruh terhadap sebuah pekerjaan dalam perencanaan sebuah proyek. Untuk mengetahui metode yang lebih efektif dapat dilakukan dengan cara membandingkan metode alternatif dilihat dari segi biaya dan waktu dan menganalisis rencana anggaran biaya dan kemudian diimplementasikan pada pelaksanaan sebuah proyek.

Untuk mendapatkan metode yang tepat maka dilakukan analisis terhadap rencana anggaran biaya dan waktu pekerjaan bekisting dengan membandingkan antara metode bekisting semi sistem dan bekisting aluminium. Berikut ini merupakan data proyek yang menjadi subjek Tugas Akhir:

Nama Proyek : Proyek Pekerjaan Rancang dan Bangun (*Design and Build*)  
Pegadaian Tower

Lokasi Proyek : Jl. Kramat raya No.162, Kelurahan kenari, Kecamatan senen,  
Jakarta Pusat

Kontraktor : PT PP (Persero) Tbk

Konsultan : PT Gamma Beta Alpha *Consultant*

Jumlah Lantai : 26 lantai ditambah 2 lantai *basement*

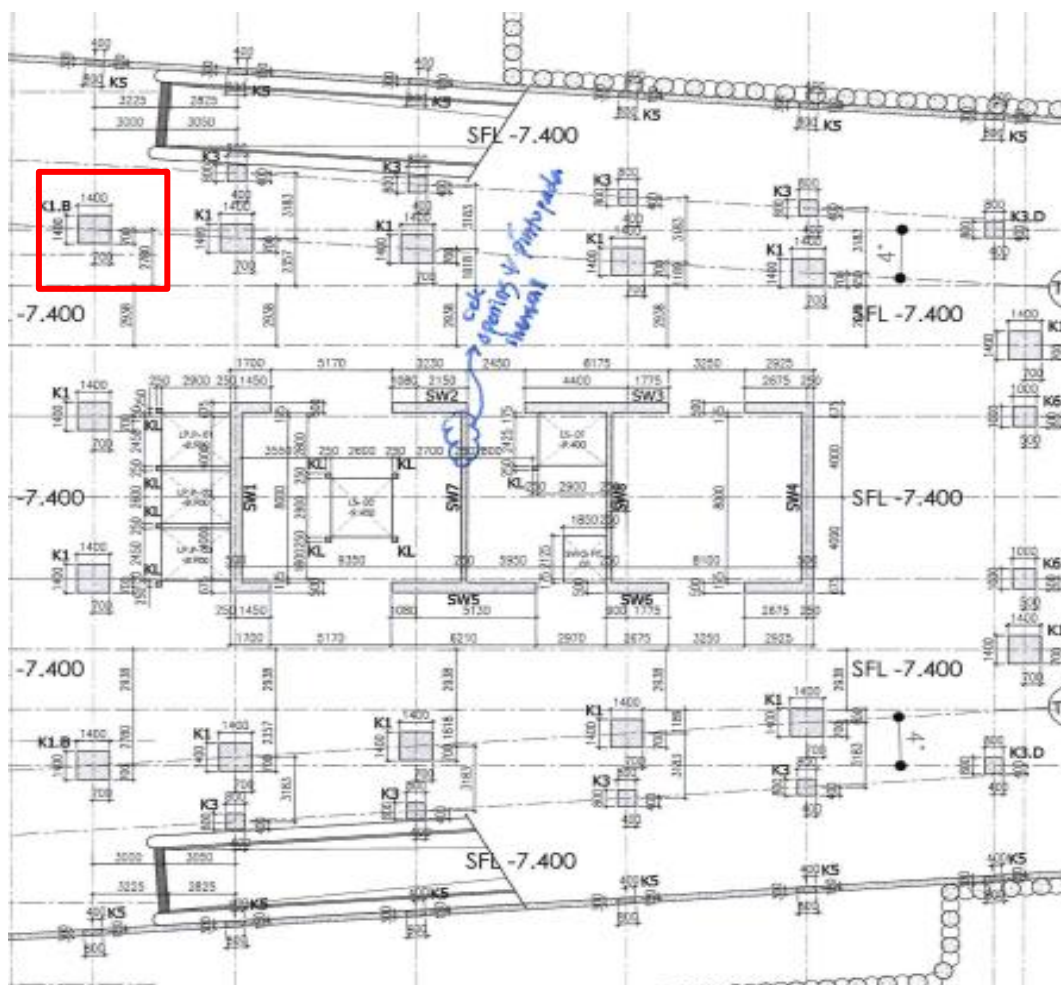
Total Anggaran : ± Rp654.000.000.000,-

Waktu Pelaksanaan : 730 Hari

Dalam menganalisis rencana anggaran pelaksanaan dan waktu pada pekerjaan bekisting antara bekisting semi sistem dan bekisting aluminium, tentu dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jumlah dan jenis material, struktur bangunan dan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisis terhadap rencana anggaran biaya dan waktu pekerjaan bekisting untuk mengetahui biaya jenis material bekisting dan waktu pelaksanaan pekerjaan bekisting agar lebih efektif dan efisien.

## 5.2 Detail Kolom

Pada proyek pembangunan Pegadaian Tower Jakarta Pusat terdapat beberapa tipe kolom, diantaranya kolom persegi, persegi panjang dan bundar. Namun, dalam penelitian ini yang ditinjau hanya kolom pada bangunan tower dengan kolom bertipikal persegi. Gambar denah kolom pada bangunan tower dan rekapitulasi jumlah kolom Proyek Pembangunan Pegadaian Tower Jakarta pada bangunan tower dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan Tabel 5.1 berikut.



**Gambar 5.1 Denah Kolom**

(Sumber: Data Proyek)

**Tabel 5.1 Rekapitulasi Jumlah Kolom Proyek Pegadaian Tower**

Lantai	Jumlah Kolom				Jumlah
	K1	K1.A	K1.B	K6	
B2	10	2	2	2	16
B1	10	2	2	2	16
GF	10	2	2	2	16
Mezz	10	2	2	2	16
2	10	2	2	2	16
3	10	2	2	2	16
4	10	2	2	2	16
5	10	2	2	2	16
6	10	2	2	2	16
7	10	2	2	2	16
8	10	2	2	2	16
9	10	2	2	2	16
10	10	2	2	2	16
11	10	2	2	2	16
12	10	2	2	2	16
13	10	2	2	2	16
14	10	2	2	2	16
15	10	2	2	2	16
16	10	2	2	2	16
17	10	2	2	2	16
18	10	2	2	2	16
19	10	2	2	2	16
20	10	2	2	2	16
21	10	2	2	2	16
22	10	2	2	2	16
Jumlah					400

(Sumber: Olahan Penulis)

**Catatan:**

1. Tipe kolom pada bangunan ini memiliki bentuk yang sama.
2. Bangunan ini memiliki struktur kolom yang tipikal dari lantai *basement 2* hingga lantai 22.
3. Kolom K1, K1.A dan K1.B memiliki dimensi yang sama.

### 5.3 Perhitungan Luas Permukaan Kolom

Berdasarkan tabel rekapitulasi jumlah kolom pada proyek pembangunan Pegadaian Tower Jakarta ini memiliki 400 kolom dan untuk setiap lantainya memiliki 16 buah kolom dengan rincian sebagai berikut:

1. kolom tipe K1 sebanyak 10 buah
2. kolom tipe K1.A sebanyak 2 buah
3. kolom tipe K1.B sebanyak 2 buah
4. kolom tipe K6 sebanyak 2 buah

Dengan dimensi untuk tiap tipe kolom tersebut adalah:

Kolom tipe K1, K1.A dan K1.B,  $b = 1400 \text{ mm}$

$$h = 1400 \text{ mm}$$

Kolom tipe K6,  $b = 1000 \text{ mm}$

$$h = 1000 \text{ mm}$$

Untuk tinggi semua kolom pada setiap lantainya memiliki ketinggian berbeda pada lantai tertentu, akan tetapi pada *basement* 1, lantai 3 hingga lantai 22 memiliki tinggi kolom untuk *floor to floor* yang sama yaitu 4200 mm. Berikut ini adalah perhitungan luas permukaan kolom K1, K1.A, K1.B dan K6 dengan tinggi 4200 mm:

$$\begin{aligned} \text{Luas K1} &= [((2 \times b) + (2 \times h)) \times H] \times n \\ &= [((2 \times 1400) + (2 \times 1400)) \times 4200] \times 10 \\ &= 235200000 \text{ mm}^2 \\ &= 235,2 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas K1.A dan K1.B} &= [((2 \times b) + (2 \times h)) \times H] \times n \\ &= [((2 \times 1400) + (2 \times 1400)) \times 4200] \times 4 \\ &= 94080000 \text{ mm}^2 \\ &= 94,08 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas K6} &= [((2 \times b) + (2 \times h)) \times H] \times n \\ &= [((2 \times 1000) + (2 \times 1000)) \times 4200] \times 2 \\ &= 33600000 \text{ mm}^2 \\ &= 33,6 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Rekapitulasi luas permukaan kolom *floor to floor* dengan perhitungan dan rumus yang sama pada seluruh lantai pada bangunan tower dilakukan dengan cara dan dapat dilihat pada Tabel 5.2 di bawah ini.

**Tabel 5.2 Rekapitulasi Luas Permukaan Seluruh Tipe Kolom**

Lantai	Luas Permukaan Kolom m <sup>2</sup>				Luas Total m <sup>2</sup>
	K1 (1400/1400)	K1.A (1400/1400)	K1.B (1400/1400)	K6 (1000/1000)	
B2	179,2	35,84	35,84	25,6	276,48
B1	235,2	47,04	47,04	33,6	362,88
GF	324,80	64,96	64,96	46,4	501,12
Mezz	235,2	47,04	47,04	33,6	362,88
2	280	56	56	40	432
3	235,2	47,04	47,04	33,6	362,88
4	235,2	47,04	47,04	33,6	362,88
5	235,2	47,04	47,04	33,6	362,88
6	235,2	47,04	47,04	33,6	362,88
7	235,2	47,04	47,04	33,6	362,88
8	235,2	47,04	47,04	33,6	362,88
9	235,2	47,04	47,04	33,6	362,88
10	235,2	47,04	47,04	33,6	362,88
11	235,2	47,04	47,04	33,6	362,88
12	235,2	47,04	47,04	33,6	362,88
13	235,2	47,04	47,04	33,6	362,88
14	235,2	47,04	47,04	33,6	362,88
15	235,2	47,04	47,04	33,6	362,88
16	235,2	47,04	47,04	33,6	362,88
17	235,2	47,04	47,04	33,6	362,88
18	235,2	47,04	47,04	33,6	362,88
19	235,2	47,04	47,04	33,6	362,88
20	235,2	47,04	47,04	33,6	362,88
21	235,2	47,04	47,04	33,6	362,88
22	280	56	56	40	432
<b>Jumlah</b>					<b>7326,72</b>

(Sumber: Olahan Penulis)

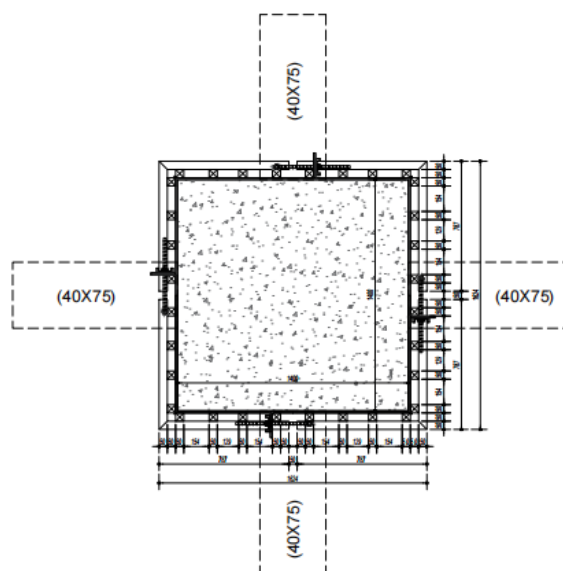
#### 5.4 Perhitungan Luas Bekisting

Pada pelaksanaan proyek pembangunan Pegadaian Tower Jakarta bekisting semi sistem digunakan dari *basement* 2 hingga lantai 2 kemudian dilanjutkan dengan bekisting aluminium dari lantai 3 hingga lantai 22. Agar kedua bekisting tersebut dapat dibandingkan dengan setara, maka pada penelitian ini digunakan dua metode yaitu:

1. Metode kombinasi, sesuai dengan pengerjaan pada lapangan yaitu untuk bekisting semi sistem digunakan dari *basement* 2 hingga lantai 2 dan dilanjutkan dengan bekisting aluminium dari lantai 3 hingga lantai 22.
2. Menggunakan bekisting semi sistem dan aluminium untuk seluruh lantai dimulai dari *basement* 2 hingga lantai 22.

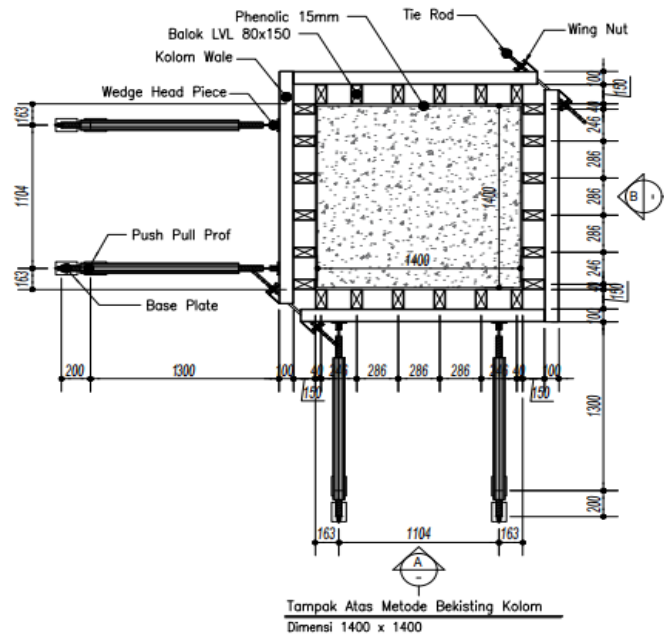
##### 5.4.1 Perhitungan Luas Bekisting Semi Sistem

Perhitungan jumlah luas bekisting yaitu dengan menghitung luas dimensi bekisting kolom kemudian dikurangi dengan dimensi bekisting balok yang terhubung dengan kolom sehingga didapatkan luas bekisting yang akurat dan sesuai pada lapangan. Untuk tipe balok yang terhubung pada kolom beserta dimensi bekisting semi sistem dapat dilihat pada Gambar 5.2 sampai dengan Gambar 5.5.



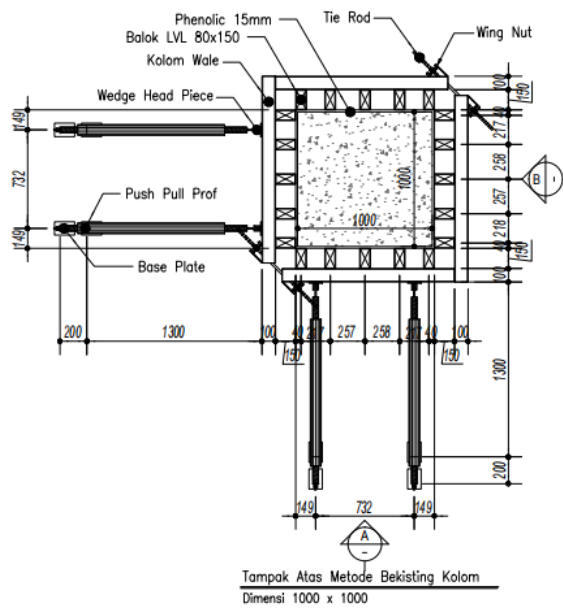
**Gambar 5.2 Dimensi Balok yang Terhubung dengan Kolom**

(Sumber: Data Proyek)



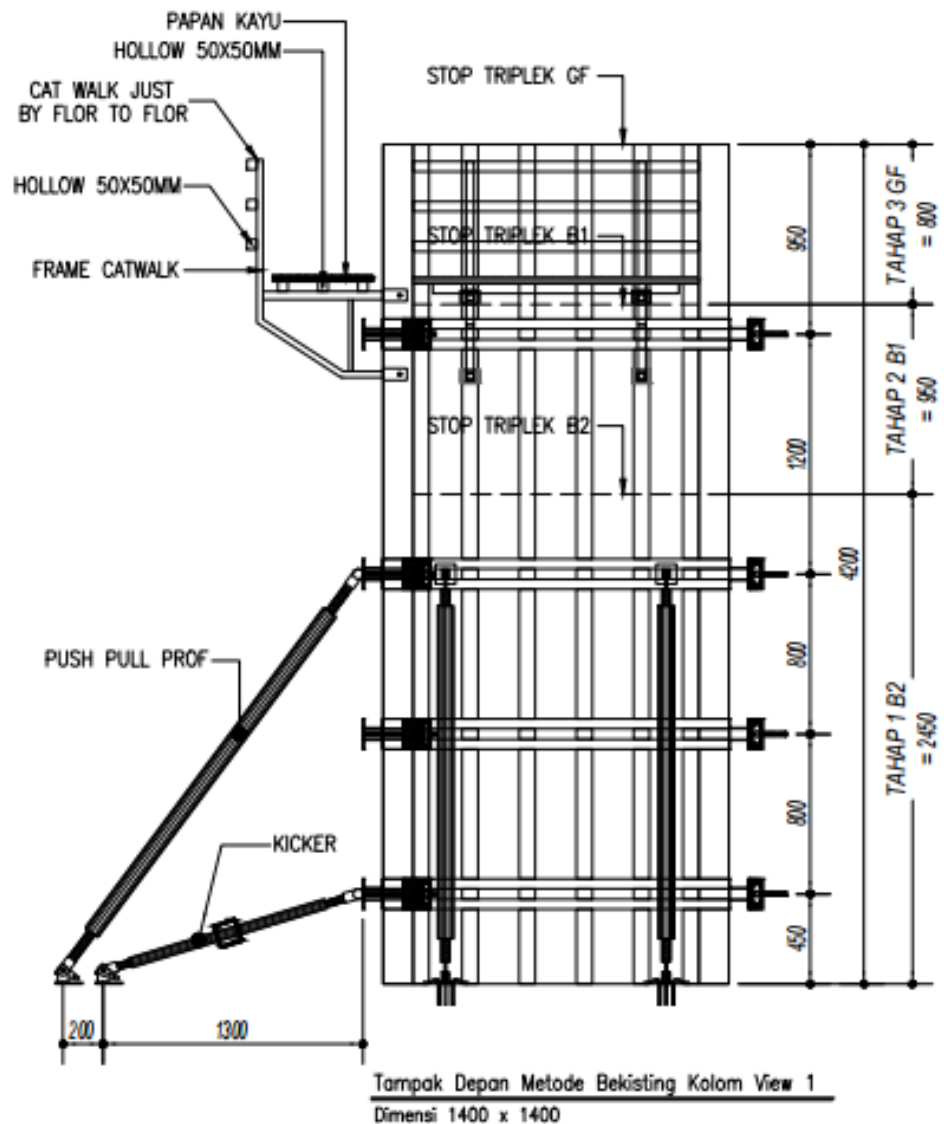
**Gambar 5.3 Dimensi Lebar Bekisting Kolom Semi Sistem K1, K1.A dan K1.B**

(Sumber: Data Proyek)



**Gambar 5.4 Dimensi Lebar Bekisting Kolom Semi Sistem K6**

(Sumber: Data Proyek)



**Gambar 5.5 Dimensi Lebar Bekisting Kolom Semi Sistem K1, K1.A, K1.B dan K6**

(Sumber: Data Proyek)

Berdasarkan Gambar 5.2 sampai 5.5, berikut ini adalah perhitungan luas bekisting semi sistem pada kolom K1, K1.A, K1.B dan K6 yang dihitung dari dasar kolom hingga balok terpanjang:

$$\begin{aligned}
 \text{Luas K1} &= [(2 \times b) + (2 \times h)] \times H \times n \\
 &= [(2 \times 1400) + (2 \times 1400)] \times 3450 \times 10 \\
 &= 193200000 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 &= 193,2 \text{ m}^2 \\
 \text{Luas K1.A, K1.B} &= [((2 \times b) + (2 \times h)) \times H \times n \\
 &= [((2 \times 1400) + (2 \times 1400)) \times 3450] \times 4 \\
 &= 77280000 \text{ mm}^2 \\
 &= 77,28 \text{ m}^2 \\
 \text{Luas K6} &= [((2 \times b) + (2 \times h)) \times H \times n \\
 &= [((2 \times 1000) + (2 \times 1000)) \times 3450] \times 2 \\
 &= 33600000 \text{ mm}^2 \\
 &= 33,6 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

Keterangan:

b = lebar lolom

h = panjang kolom

b<sub>b</sub> = lebar balok

h<sub>b</sub> = tinggi balok

n = jumlah kolom

Rekapitulasi luas kebutuhan bekisting semi sistem dengan perhitungan dan rumus yang sama pada *basement* 2 hingga lantai 2 dilakukan dengan cara dan dapat dilihat pada Tabel 5.3 di bawah ini.

**Tabel 5.3 Rekapitulasi Luas Kebutuhan Bekisting Kolom Semi Sistem  
Basement 2 Hingga Lantai 2**

Lantai	Luas Bekisting (m <sup>2</sup> )				Luas Total (m <sup>2</sup> )
	K1 (1400/1400)	K1.A (1400/1400)	K1.B (1400/1400)	K6 (1000/1000)	
B2	137,2	27,44	27,44	25,6	217,68
B1	193,2	38,64	38,64	33,6	304,08
GF	282,8	56,56	56,56	46,4	442,32
Mezz	193,2	38,64	38,64	33,6	304,08
2	238	47,6	47,6	40	373,2
Jumlah					1641,36

(Sumber: Olahan Penulis)

Untuk rekapitulasi luas kebutuhan bekisting semi sistem jika digunakan pada seluruh lantai dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut.

**Tabel 5.4 Rekapitulasi Luas Kebutuhan Bekisting Kolom Semi Sistem untuk Seluruh Lantai**

Lantai	Luas Bekisting (m <sup>2</sup> )				Luas Total (m <sup>2</sup> )
	K1 (1400/1400)	K1.A (1400/1400)	K1.B (1400/1400)	K6 (1000/1000)	
B2	137,2	27,44	27,44	25,6	217,68
B1	193,2	38,64	38,64	33,6	304,08
GF	282,8	56,56	56,56	46,4	442,32
Mezz	193,2	38,64	38,64	33,6	304,08
2	238	47,6	47,60	40	373,20
3 - 21	3670,8	734,16	734,16	638,4	5777,52
22	238	47,6	47,60	46,4	379,60
Jumlah					7798,48

(Sumber: Olahan Penulis)

#### 5.4.2 Perhitungan Luas Bekisting Aluminium

Perhitungan jumlah luas bekisting aluminium sama dengan bekisting semi sistem yaitu dengan menghitung luas dimensi bekisting kolom kemudian dikurangi dengan dimensi balok terpanjang yang terhubung dengan kolom. Untuk tipe balok yang terhubung pada kolom beserta dimensi tinggi kolom sama seperti pada Gambar 5.2 hingga Gambar 5.5,

Rekapitulasi luas kebutuhan bekisting aluminium dengan perhitungan dan rumus yang sama dengan bekisting semi sistem pada lantai 3 hingga lantai 22 dapat dilihat pada Tabel 5.5 berikut.

**Tabel 5.5 Rekapitulasi Luas Kebutuhan Bekisting Kolom Aluminium Lantai 3 Hingga Lantai 22**

Lantai	Luas Bekisting m <sup>2</sup>				Luas Total m <sup>2</sup>
	K1 (1400/1400)	K1.A (1400/1400)	K1.B (1400/1400)	K6 (1000/1000)	
3 - 21	3670,8	734,16	734,2	638,4	5777,52
22	238	48	47,6	46,4	379,60
Jumlah					6157,12

(Sumber: Olahan Penulis)

Untuk rekapitulasi luas kebutuhan bekisting aluminium jika digunakan pada seluruh lantai dapat dilihat pada Tabel 5.6 berikut.

**Tabel 5.6 Rekapitulasi Luas Kebutuhan Bekisting Kolom Aluminium untuk Seluruh Lantai**

Lantai	Luas Bekisting m <sup>2</sup>				Luas Total m <sup>2</sup>
	K1 (1400/1400)	K1.A (1400/1400)	K1.B (1400/1400)	K6 (1000/1000)	
B2	137,2	27,44	27,44	25,6	217,68
B1	193,2	38,64	38,64	33,6	304,08
GF	282,8	56,56	56,56	46,4	442,32
Mezz	193,2	38,64	38,64	33,6	304,08
2	238	47,6	47,60	40	373,20
3 - 21	3670,8	734,16	734,16	638,4	5777,52
22	238	47,6	47,60	46,4	379,60
Jumlah					7798,48

(Sumber: Olahan Penulis)

### 5.5 Perhitungan Biaya Bekisting Semi sistem

Perhitungan biaya bekisting semi sistem di hitung berdasarkan kedua metode yang digunakan supaya dapat dibandingkan dengan metode bekisting aluminium sesuai dengan volume dan jumlah pekerja dilapangan.

### 5.5.1 Analisis Harga Satuan Bekisting Semi Sistem

Indeks koefisien dan harga satuan yang digunakan pada pekerjaan bekisting semi sistem diperoleh dari data proyek. Sedangkan upah tenaga kerja didasarkan pada Peraturan Gubernur Provinsi Daerah Khusus Ibu kota Jakarta Nomor 10 Tahun 2020 tentang Upah Minimum Sektoral Provinsi. Berdasarkan koefisien yang digunakan, maka pada penelitian ini untuk biaya pekerjaan bekisting semi sistem menggunakan biaya rencana anggaran pelaksanaan (RAP). Biaya rencana anggaran pelaksanaan pembuatan 1 m<sup>2</sup> bekisting kolom semi sistem dapat dilihat pada perhitungan berikut.

**Tabel 5.7 Biaya Pembuatan 1 m<sup>2</sup> Bekisting Kolom Semi Sistem**

No.	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA				
1	Pekerja	OH	0,173	180.462,00	31.219,93
2	Tukang	OH	0,100	189.845,00	18.984,50
3	Kepala Tukang	OH	0,010	206.315,00	2.063,15
4	Mandor	OH	0,010	218.291,00	2.182,91
	Jumlah Upah Tenaga Kerja				54.450,49
B	BAHAN				
1	Polyfilm tebal 18mm	lbr	0,13	140.000,00	18.200,00
2	Kayu kelas III	m3	0,015	1.500.000,00	22.500,00
3	Paku 12 cm	kg	0,2	25.000,00	5.000,00
4	Minyak Bekisting	liter	0,1	29.700,00	2.970,00
5	<i>Tie Rod</i>	Bh	5	10.000,00	50.000,00
6	<i>Wing Nut</i>	Bh	10	3.500,00	35.000,00
7	<i>Hollow</i>	Bh	2	10.000,00	20.000,00
8	<i>Adjustable Bracing</i> 1 set	Bh	2	40.000,00	80.000,00
	Jumlah Harga Bahan				233.670,00
	<b>Biaya Total Pembuatan 1 m<sup>2</sup> Bekisting Semi Sistem</b>				<b>288.120,49</b>

(Sumber: Olahan Penulis)

Pada proyek pembangunan Tower Pegadaian bekisting semi sistem dapat digunakan sebanyak lima kali berulang, artinya selama pengerjaan konstruksi kolom bekisting semi sitem dibuat sekali dan dapat digunakan untuk 5 lantai hanya menggunakan satu bekisting. Untuk pemakaian bekisting pertama berdasarkan biaya pembuatan 1 m<sup>2</sup> bekisting semi sistem pada Tabel 5.7, sedangkan untuk pemakaian kedua dan seterusnya yang dihitung hanya biaya tenaga kerja untuk pekerjaan pemasangan bekisting dan untuk biaya sewa material perkuatan bekisting berdasarkan jumlah material dan durasi rencana pekerjaan bekisting semi sistem. Biaya sewa material perkuatan diperoleh dari daftar harga sewa material CV. Utama logam jaya. Sehingga biaya pemakaian kedua hingga kelima dan biaya sewa material dapat dilihat pada Tabel 5.8 dan Tabel 5.9 berikut.

**Tabel 5.8 Biaya Pemasangan Bekisting Kolom Semi Sistem Kedua dan Seterusnya**

No.	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA				
1	Pekerja	OH	0,173	180.462,00	31.219,93
2	Tukang	OH	0,100	189.845,00	18.984,50
3	Kepala Tukang	OH	0,010	206.315,00	2.063,15
4	Mandor	OH	0,010	218.291,00	2.182,91
	<b>Jumlah Upah Tenaga Kerja</b>				<b>54.450,49</b>

(Sumber: Data Proyek)

**Tabel 5.9 Biaya Sewa Material Perkuatan Bekisting Kolom Semi Sistem**

No.	Uraian	Satuan	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	<i>Tie Rod</i>	Bh	56	10.000,00	560.000,00
2	<i>Wing Nut</i>	Bh	1120	3.500,00	3.920.000,00
3	<i>Hollow</i>	Bh	224	10.000,00	2.240.000,00
4	<i>Bracing 1 set</i>	Bh	42	40.000,00	1.680.000,00
	<b>Jumlah Harga Sewa Material</b>				<b>8.400.000,00</b>

(Sumber: Olahan Penulis)

Untuk perhitungan total biaya sewa material perkuatan bekisting semi sistem secara keseluruhan berdasarkan durasi rencana pekerjaan bekisting semi sistem dari *basement 2* hingga lantai 2 adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya sewa material} &= \text{Total biaya sewa material untuk satu lantai} \times \text{Durasi pekerjaan} \\
 &= \text{Rp}8.400.000,00 \times 35 \text{ hari} \\
 &= \text{Rp}294.000.000,00
 \end{aligned}$$

#### 5.5.2 Analisis Biaya Pekerjaan Bekisting Semi Sistem

Setelah mendapatkan rencana anggaran pelaksanaan pekerjaan bekisting, kemudian dihitung jumlah biaya pekerjaan bekisting semi sistem yang dibutuhkan untuk setiap lantai. Berikut ini adalah perhitungan biaya pekerjaan bekisting kolom semi sistem:

1. Biaya pemakaian pertama bekisting semi sistem kolom K1:

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya} &= \text{Luas bekisting} \times \text{Biaya pembuatan pertama } 1 \text{ m}^2 \\
 &\quad \text{bekisting} \\
 &= 137,2 \times \text{Rp}288.120,49 \\
 &= \text{Rp}39.530.130,68
 \end{aligned}$$

2. Biaya pemakaian pertama bekisting semi sistem kolom K1.A & K1.B:

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya} &= \text{Luas bekisting} \times \text{Biaya pembuatan pertama } 1 \text{ m}^2 \\
 &\quad \text{bekisting} \\
 &= 54,88 \times \text{Rp}288.120,49 \\
 &= \text{Rp}15.812.052,27
 \end{aligned}$$

3. Biaya pemakaian pertama bekisting semi sistem kolom K6:

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya} &= \text{Luas bekisting} \times \text{Biaya pembuatan pertama } 1 \text{ m}^2 \\
 &\quad \text{bekisting} \\
 &= 25,6 \times \text{Rp}288.120,49 \\
 &= \text{Rp}7.375.884,44
 \end{aligned}$$

Pada pemakaian kedua dan ketiga memiliki ketinggian kolom yang berbeda dengan pemakaian pertama, sehingga membutuhkan material bekisting tambahan

dari bekisting sebelumnya. Perhitungan biaya penambahan material bekisting untuk pemakaian berikutnya seperti berikut.

1. Biaya penambahan material dan biaya pemasangan bekisting semi sistem kolom K1:

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= (\text{Luas material tambahan} \times \text{Biaya pembuatan pertama } 1 \\ &\quad \text{m}^2 \text{ bekisting}) + (\text{Luas material} \times \text{Biaya pemasangan } 1 \\ &\quad \text{m}^2 \text{ bekisting}) \\ &= (56 \times \text{Rp}288.120,49) + (137,2 \times \text{Rp}54.450,49) \\ &= \text{Rp}23.605.353,90 \end{aligned}$$

2. Biaya penambahan material dan biaya pemasangan bekisting semi sistem kolom K1.A dan K1.B:

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= (\text{Luas material tambahan} \times \text{Biaya pembuatan pertama } 1 \\ &\quad \text{m}^2 \text{ bekisting}) + (\text{Luas material} \times \text{Biaya pemasangan } 1 \\ &\quad \text{m}^2 \text{ bekisting}) \\ &= (22,4 \times \text{Rp}288.120,49) + (54,88 \times \text{Rp}54.450,49) \\ &= \text{Rp}9.442.141,56 \end{aligned}$$

3. Biaya penambahan material dan biaya pemasangan bekisting semi sistem kolom K6:

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= (\text{Luas material tambahan} \times \text{Biaya pembuatan pertama } 1 \\ &\quad \text{m}^2 \text{ bekisting}) + (\text{Luas material} \times \text{Biaya pemasangan } 1 \\ &\quad \text{m}^2 \text{ bekisting}) \\ &= (8 \times \text{Rp}288.120,49) + (25,6 \times \text{Rp}54.450,49) \\ &= \text{Rp}3.698.896,33 \end{aligned}$$

Karena bekisting semi sistem pada penelitian ini dapat digunakan hingga lima kali pemakaian, maka dari *basement* 1 hingga lantai 2 masih bisa menggunakan material dari *basement* 2, dan dilantai 3 menggunakan material yang baru untuk kembali digunakan 5 lantai selanjutnya. Rekapitulasi analisis biaya pekerjaan bekisting semi sistem seluruh tipe berdasarkan perhitungan diatas dari *basement* 2 hingga lantai 2 dapat dilihat pada Tabel 5.10 berikut.

**Tabel 5.10 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Bekisting Kolom Semi Sistem Dari *Basement 2* Hingga Lantai 2**

Lantai	Tipe	Luas (m <sup>2</sup> )	Biaya Pemakaian Material (Rp)		Total Biaya (Rp)
			Pembuatan/ Penambahan	Pemasangan	
<i>Basement</i> 2	K1	137,2	39.530.130,68		39.530.267,88
	K1.A	27,44	7.906.026,14		7.906.026,14
	K1.B	27,44	7.906.026,14		7.906.026,14
	K6	25,6	7.375.884,44		7.375.884,44
<i>Basement</i> 1	K1	137,2		7.470.606,68	7.470.606,68
	K1.A	27,44		1.494.121,34	1.494.121,34
	K1.B	27,44		1.494.121,34	1.494.121,34
	K6	25,6		1.393.932,44	1.393.932,44
	K1	56	16.134.747,22		16.134.747,22
	K1.A	11,2	3.226.949,44		3.226.949,44
	K1.B	11,2	3.226.949,44		3.226.949,44
	K6	8	2.304.963,89		2.304.963,89
GF	K1	137,2	39.530.130,68		39.530.130,68
	K1.A	27,44	7.906.026,14		7.906.026,14
	K1.B	27,44	7.906.026,14		7.906.026,14
	K6	25,6	7.375.884,44		7.375.884,44
	K1	89,6		4.878.763,55	4.878.763,55
	K1.A	17,92		975.752,71	975.752,71
	K1.B	17,92		975.752,71	975.752,71
	K6	12,8		696.966,22	696.966,22
Mezz	K1	137,2		7.470.606,68	7.470.606,68
	K1.A	27,44		1.494.121,34	1.494.121,34
	K1.B	27,44		1.494.121,34	1.494.121,34
	K6	25,6		1.393.932,44	1.393.932,44
2	K1	238		12.959.215,67	12.959.215,67
	K1.A	47,6		2.591.843,13	2.591.843,13
	K1.B	47,6		2.591.843,13	2.591.843,13



**Lanjutan Tabel 5.10 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Bekisting Kolom Semi Sistem Dari Basement 2 Hingga Lantai 2**

Lantai	Tipe	Luas (m <sup>2</sup> )	Biaya Pemakaian Material (Rp)		Total Biaya (Rp)
			Pembuatan/ Penambahan	Pemasangan	
	K6	40		2.178.019,44	2.178.019,44
Biaya sewa material					294.000.000,00
<b>Total Biaya</b>					<b>495.883.602,12</b>

(Sumber: Olahan Penulis)

Jika bekisting semi sistem digunakan untuk seluruh lantai, maka pada lantai 3, 8, 13 dan 18 akan menggunakan material baru dengan biaya yang digunakan berdasarkan biaya pembuatan 1 m<sup>2</sup> bekisting semi sistem pada Tabel 5.7 dan untuk lantai berikutnya menggunakan biaya untuk pekerjaan pemasangan bekisting pada Tabel 5.8. Rekapitulasi perhitungan biaya bekisting kolom semi sistem untuk seluruh lantai dapat dilihat pada Tabel 5.11 berikut.

**Tabel 5.11 Rekapitulasi Perhitungan Biaya Pekerjaan Bekisting Kolom Semi Sistem untuk Seluruh Lantai**

Lantai	Tipe	Luas (m <sup>2</sup> )	Biaya Pemakaian Material (Rp)		Total Biaya (Rp)
			Pembuatan/ Penambahan	Pemasangan	
<i>Basement</i> 2	K1	137,2	39.530.130,68		39.530.267,88
	K1.A	27,44	7.906.026,14		7.906.026,14
	K1.B	27,44	7.906.026,14		7.906.026,14
	K6	25,6	7.375.884,44		7.375.884,44
<i>Basement</i> 1	K1	137,2		7.470.606,68	7.470.606,68
	K1.A	27,44		1.494.121,34	1.494.121,34
	K1.B	27,44		1.494.121,34	1.494.121,34
	K6	25,6		1.393.932,44	1.393.932,44
	K1	56	16.134.747,22		16.134.747,22
	K1.A	11,2	3.226.949,44		3.226.949,44
	K1.B	11,2	3.226.949,44		3.226.949,44
	K6	8	2.304.963,89		2.304.963,89
GF	K1	137,2	39.530.130,68		39.530.130,68

**Lanjutan Tabel 5.11 Rekapitulasi Perhitungan Biaya Pekerjaan Bekisting Kolom Semi Sistem untuk Seluruh Lantai**

Lantai	Tipe	Luas (m <sup>2</sup> )	Biaya Pemakaian Material (Rp)		Total Biaya (Rp)
			Pembuatan/ Penambahan	Pemasangan	
	K1.A	27,44	7.906.026,14		7.906.026,14
	K1.B	27,44	7.906.026,14		7.906.026,14
	K6	25,6	7.375.884,44		7.375.884,44
	K1	89,6		4.878.763,55	4.878.763,55
	K1.A	17,92		975.752,71	975.752,71
	K1.B	17,92		975.752,71	975.752,71
	K6	12,8		696.966,22	696.966,22
Mezz	K1	137,2		7.470.606,68	7.470.606,68
	K1.A	27,44		1.494.121,34	1.494.121,34
	K1.B	27,44		1.494.121,34	1.494.121,34
	K6	25,6		1.393.932,44	1.393.932,44
2	K1	238		12.959.215,67	12.959.215,67
	K1.A	47,6		2.591.843,13	2.591.843,13
	K1.B	47,6		2.591.843,13	2.591.843,13
	K6	40		2.178.019,44	2.178.019,44
3,8,13,18	K1	772,8	222.659.511,58		222.660.284,38
	K1.A	309,12	89.063.804,63		89.063.804,63
	K1.B	309,12	89.063.804,63		89.063.804,63
	K6	134,4	38.723.393,32		38.723.393,32
4 - 7	K1	772,8		42.079.335,58	42.079.335,58
	K1.A	309,12		16.831.734,23	16.831.734,23
	K1.B	309,12		16.831.734,23	16.831.734,23
	K6	134,4		7.318.145,32	7.318.145,32
9 -12	K1	772,8		42.079.335,58	42.079.335,58
	K1.A	309,12		16.831.734,23	16.831.734,23
	K1.B	309,12		16.831.734,23	16.831.734,23
	K6	134,4		7.318.145,32	7.318.145,32
14 -17	K1	772,8		42.079.335,58	42.079.335,58

**Lanjutan Tabel 5.11 Rekapitulasi Perhitungan Biaya Pekerjaan Bekisting Kolom Semi Sistem untuk Seluruh Lantai**

Lantai	Tipe	Luas (m <sup>2</sup> )	Biaya Pemakaian Material (Rp)		Total Biaya (Rp)
			Pembuatan/ Penambahan	Pemasangan	
	K1.A	309,12		16.831.734,23	16.831.734,23
	K1.B	309,12		16.831.734,23	16.831.734,23
	K6	134,4		7.318.145,32	7.318.145,32
18 -21	K1	772,8		42.079.335,58	42.079.335,58
	K1.A	309,12		16.831.734,23	16.831.734,23
	K1.B	309,12		16.831.734,23	16.831.734,23
	K6	134,4		7.318.145,32	7.318.145,32
22	K1	238		12.959.215,67	12.959.215,67
	K1.A	47,6		2.591.843,13	2.591.843,13
	K1.B	47,6		2.591.843,13	2.591.843,13
	K6	40		2.178.019,44	2.178.019,44
Biaya sewa material					462.000.000,00
<b>Total Biaya</b>					<b>1.455.959.607,91</b>

(Sumber: Olahan Penulis)

Dari hasil perhitungan pada Tabel 5.11 di atas didapatkan total rencana anggaran pelaksanaan menggunakan bekisting kolom semi sistem dari *basement* 2 hingga lantai 2 sebesar Rp495.883.602,12, sedangkan untuk seluruh lantai sebesar Rp1.455.959.607,91.

## 5.6 Perhitungan Biaya Bekisting Aluminium

Pekerjaan kolom dengan metode bekisting aluminium pada proyek Pegadaian Tower memiliki mutu beton  $f_c'$  40 Mpa. Pemasangan bekisting kolom menggunakan metode bekisting aluminium merupakan pemasangan bekisting vertikal sebelum pemasangan bekisting horizontal. Pada analisis biaya bekisting semi sistem menggunakan biaya rencana anggaran pelaksanaan (RAP) yang diperoleh dari data proyek, sedangkan untuk bekisting aluminium pada penelitian ini penulis mengolah sendiri untuk mendapatkan biaya untuk pekerjaan bekisting

aluminium dengan menggunakan biaya rencana anggaran pelaksanaan (RAP) agar mendapatkan perbandingan yang setara dengan bekisting semi sistem.

#### 5.6.1 Analisis Harga Satuan Bekisting Aluminium

Karena analisis harga satuan untuk bekisting ini belum terdapat pada SNI, pada penelitian ini dibutuhkan koefisien-koefisien untuk mendapatkan harga satuan pada upah tenaga kerja dan bahan. Untuk mendapatkan koefisien tenaga kerja dan bahan bekisting aluminium didapatkan dari perhitungan produktivitas dan jumlah tenaga kerja yang didapat dari pengamatan langsung pada proyek Pegadaian Tower. Terdapat 35 tenaga kerja pada pekerjaan bekisting aluminium yang terdiri dari 23 pekerja, 10 tukang aluminium, 1 kepala tukang dan 1 mandor. Produktivitas harian pekerjaan bekisting kolom aluminium selama 15 hari dapat dilihat pada Tabel 5.12 berikut.

**Tabel 5.12 Data Hasil Pengamatan Pekerjaan Pemasangan Bekisting Kolom Aluminium Satu Hari Pada Jam Kerja Normal**

Hari	Jumlah Pekerja				Volume Pekerjaan (m <sup>2</sup> )
	Mandor	Kepala Tukang	Tukang Aluminium	Pekerja	
1	1	1	10	23	145,622
2	1	1	10	23	113,616
3	1	1	10	23	159,062
4	1	1	10	23	136,339
5	1	1	10	23	136,339
6	1	1	10	23	122,899
7	1	1	10	23	136,339
8	1	1	10	23	136,339
9	1	1	10	23	122,899
10	1	1	10	23	136,339
11	1	1	10	23	136,339
12	1	1	10	23	145,622
13	1	1	10	23	113,616
14	1	1	10	23	159,062
15	1	1	10	23	136,339
Jumlah					2050,214
Rata-rata					135,785

(Sumber: Olahan Penulis)

Dari hasil pengamatan pada Tabel 5.12 di atas, dapat dilihat nilai volume pekerjaan pemasangan bekisting kolom aluminium selama 15 hari pengamatan dengan rata-rata produktivitas harian pekerjaan sebesar 135,785 m<sup>2</sup>. Untuk bahan menggunakan profil aluminium dan wedge ties 9 buah per m<sup>2</sup>. Setelah mendapatkan data produktivitas pekerjaan pada satu hari kerja selama jam kerja normal dan jumlah tenaga kerja, maka dapat dihitung koefisien produktivitas tenaga kerja pada pekerjaan pemasangan bekisting kolom aluminium.

1. Koefisien Total Tenaga Kerja  $= \frac{\text{Total tenaga kerja}}{\text{Produktivitas}}$   
 $= \frac{35}{135,785}$   
 $= 0,258 \text{ OH}$
2. Koefisien Pekerja  $=$   
 $\frac{\text{Jumlah pekerja}}{\text{Total Tenaga Kerja}} \times \text{Koefisien total tenaga kerja}$   
 $= \frac{23}{35} \times 0,258$   
 $= 0,169 \text{ OH}$
3. Koefisien Tukang Aluminium  $=$   
 $\frac{\text{Jumlah Tukang Aluminium}}{\text{Total Tenaga Kerja}} \times \text{Koefisien total tenaga kerja}$   
 $= \frac{10}{35} \times 0,258$   
 $= 0,074 \text{ OH}$
4. Koefisien Kepala Tukang  $=$   
 $\frac{\text{Jumlah Kepala Tukang}}{\text{Total Tenaga Kerja}} \times \text{Koefisien total tenaga kerja}$   
 $= \frac{1}{35} \times 0,258$   
 $= 0,007 \text{ OH}$
5. Koefisien Mandor  $=$   
 $\frac{\text{Jumlah Mandor}}{\text{Total Tenaga Kerja}} \times \text{Koefisien total tenaga kerja}$   
 $= \frac{1}{35} \times 0,258$   
 $= 0,007 \text{ OH}$

Sehingga didapatkan koefisien total untuk menyelesaikan pemasangan bekisting kolom aluminium untuk siap dicor per 1 m<sup>2</sup> adalah 0,258 orang perhari yang terdiri dari koefisien pekerja 0,169, koefisien pekerja aluminium 0,074, koefisien kepala tukang 0,007 dan koefisien mandor 0,007. Biaya pembuatan 1 m<sup>2</sup> bekisting kolom aluminium dapat dilihat pada Tabel 5.13 berikut.

**Tabel 5.13 Biaya pembuatan 1 m<sup>2</sup> Bekisting Kolom Aluminium**

No.	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA				
1	Pekerja	OH	0,169	198.508,20	33.547,89
2	Tukang	OH	0,074	208.829,50	15.453,38
3	Kepala Tukang	OH	0,007	226.946,50	1.588,63
4	Mandor	OH	0,007	240.120,10	1.768,39
	Jumlah Upah Tenaga Kerja				52.358,28
B	BAHAN				
1	Aluminium 6061	m <sup>2</sup>	1	153.000,00	153.000,00
3	Minyak Bekisting	liter	0,1	29.700,00	2.970,00
	Jumlah Harga Bahan				155.970,00
	<b>Total biaya pembuatan 1 m<sup>2</sup> Bekisting</b>				<b>208.328,28</b>

(Sumber: Olahan Penulis)

Kumkang Kind (2020) menyebutkan bahwa panel aluminium untuk bekisting dapat digunakan hingga 300 kali pengulangan, yang dapat diartikan untuk proyek Pegadaian Tower bekisting aluminium dapat digunakan hingga proyek selesai, sehingga hanya membutuhkan biaya pembuatan bekisting untuk diawal dan pada lantai berikutnya biaya bekisting aluminium tidak lagi diperhitungkan. Untuk selanjutnya sama seperti bekisting semi sistem hanya memerlukan biaya upah tenaga kerja untuk pekerjaan pemasangan dan biaya bahan yaitu minyak bekisting. Biaya untuk pekerjaan pemasangan dan bahan bekisting aluminium dapat dilihat pada Tabel 5.14 berikut.

**Tabel 5.14 Biaya Pekerjaan Pemasangan Bekisting Kolom Aluminium**

No.	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA				
1	Pekerja	OH	0,169	198.508,20	33.547,89
2	Tukang	OH	0,074	208.829,50	15.453,38
3	Kepala Tukang	OH	0,007	226.946,50	1.588,63
4	Mandor	OH	0,007	240.120,10	1.768,39
	Jumlah Upah Tenaga Kerja				52.358,28
B	BAHAN				
1	Minyak Bekisting	liter	0,1	29.700,00	2.970,00
	Jumlah Harga Bahan				2.970,00
	Total biaya pemasangan 1 m <sup>2</sup> Bekisting				<b>55.328,28</b>

(Sumber: Olahan Penulis)

**Tabel 5.15 Biaya Sewa Material Perkuatan Bekisting Kolom Aluminium**

No.	Uraian	Satuan	Jumlah	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	<i>Wing Nut</i>	Bh	672	3.500,00	2.352.000,00
2	<i>Tie Rod</i>	Bh	448	10.000,00	4.480.000,00
3	<i>Hollow</i>	Bh	224	10.000,00	2.240.000,00
4	<i>Adjustable kicker 1 set</i>	Bh	168	30.000,00	5.040.000,00
	Jumlah Harga Sewa Material				<b>14.112.000,00</b>

(Sumber: Olahan Penulis)

Untuk perhitungan total biaya sewa material perkuatan bekisting aluminium secara keseluruhan berdasarkan durasi rencana pekerjaan bekisting aluminium dari lantai 3 hingga lantai 22 adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya sewa material} &= \text{Total biaya sewa material untuk satu lantai} \times \text{Durasi pekerjaan} \\
 &= \text{Rp}14.112.000,00 \times 62 \text{ hari} \\
 &= \text{Rp}874.944.000,00
 \end{aligned}$$

### 5.6.2 Analisis Biaya Pekerjaan Bekisting Aluminium

Setelah mendapatkan rencana anggaran pelaksanaan pekerjaan bekisting, kemudian dihitung jumlah biaya pekerjaan bekisting aluminium yang dibutuhkan untuk setiap lantai. Berikut ini adalah perhitungan biaya pekerjaan bekisting kolom aluminium:

1. Biaya pemakaian pertama bekisting aluminium kolom K1:
 
$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= \text{Luas bekisting} \times \text{Biaya pembuatan pertama } 1 \text{ m}^2 \\ &\quad \text{bekisting} \\ &= 193,2 \times \text{Rp}208.328,28 \\ &= \text{Rp}40.249.023,65 \end{aligned}$$
2. Biaya pemasangan bekisting aluminium kolom K1:
 
$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= \text{Luas bekisting} \times \text{Biaya pemasangan } 1 \text{ m}^2 \text{ bekisting} \\ &= 193,2 \times \text{Rp}55.328,28 \\ &= \text{Rp}10.689.423,65 \end{aligned}$$
3. Biaya pemakaian pertama bekisting aluminium kolom K1.A & K1.B:
 
$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= \text{Luas bekisting} \times \text{Biaya pembuatan pertama } 1 \text{ m}^2 \\ &\quad \text{bekisting} \\ &= 77,28 \times \text{Rp}208.328,28 \\ &= \text{Rp}16.099.609,46 \end{aligned}$$
4. Biaya pemasangan bekisting aluminium kolom K1.A & K1.B:
 
$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= \text{Luas bekisting} \times \text{Biaya pemasangan } 1 \text{ m}^2 \text{ bekisting} \\ &= 77,28 \times \text{Rp}55.328,28 \\ &= \text{Rp } 4.275.769,46 \end{aligned}$$
5. Biaya pemakaian pertama bekisting aluminium kolom K6:
 
$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= \text{Luas bekisting} \times \text{Biaya pembuatan pertama } 1 \text{ m}^2 \\ &\quad \text{bekisting} \\ &= 33,6 \times \text{Rp}208.328,28 \\ &= \text{Rp}6.999.830,20 \end{aligned}$$
6. Biaya pemasangan bekisting aluminium kolom K6:
 
$$\text{Biaya} = \text{Luas bekisting} \times \text{Biaya pemasangan } 1 \text{ m}^2 \text{ bekisting}$$



$$= 33,6 \times \text{Rp}55.328,28$$

$$= \text{Rp}1.859.030,20$$

Untuk lantai 22 memiliki tinggi kolom yang berbeda dengan lantai 3 hingga 21 yaitu dengan penambahan tinggi sebesar 800 mm, sehingga diperlukan material aluminium baru khusus untuk lantai 22. Perhitungan penambahan material untuk lantai 22 adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Luas K1} &= [((2 \times b) + (2 \times h)) \times H] \times n \\ &= [((2 \times 1400) + (2 \times 1400)) \times 800] \times 10 \\ &= 44800000 \text{ mm}^2 \\ &= 44,8 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas K1.A, K1.B} &= [((2 \times b) + (2 \times h)) \times H] \times n \\ &= [((2 \times 1400) + (2 \times 1400)) \times 800] \times 4 \\ &= 17920000 \text{ mm}^2 \\ &= 17,92 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Luas K6} &= [((2 \times b) + (2 \times h)) \times H] \times n \\ &= [((2 \times 1000) + (2 \times 1000)) \times 800] \times 2 \\ &= 6400000 \text{ mm}^2 \\ &= 6,4 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan biaya untuk penambahan material pada lantai 22 sama dengan perhitungan sebelumnya dengan menggunakan biaya pada Tabel 5.12 kemudian ditambahkan dengan biaya pemasangan untuk material sisanya. Rekapitulasi analisis biaya pekerjaan bekisting kolom aluminium seluruh tipe berdasarkan perhitungan diatas dari lantai 3 hingga lantai 22 dapat dilihat pada Tabel 5.16 berikut.

**Tabel 5.16 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Bekisting Kolom Aluminium Lantai 3 Hingga Lantai 22**

Lantai	Tipe	Luas (m <sup>2</sup> )	Biaya Pemakaian Material (Rp)		Total Biaya (Rp)
			Pemakaian Pertama	Pemasangan	
3	K1	193,2	40.249.023,65		40.249.023,65
	K1.A	38,64	8.049.804,73		8.049.804,73
	K1.B	38,64	8.049.804,73		8.049.804,73
	K6	33,6	6.999.830,20		6.999.830,20
4 - 21	K1	3477,6		192.409.625,65	192.409.625,65
	K1.A	695,52		38.481.925,13	38.481.925,13
	K1.B	695,52		38.481.925,13	38.481.925,13
	K6	604,8		33.462.543,59	33.462.543,59
22	K1	193,2		10.689.423,65	10.689.423,65
	K1.A	38,64		2.137.884,73	2.137.884,73
22	K1.B	38,64		2.137.884,73	2.137.884,73
	K6	33,6		1.859.030,20	1.859.030,20
	K1	44,8	9.333.106,93		9.333.106,93
	K1.A	8,96	1.866.621,39		1.866.621,39
	K1.B	8,96	1.866.621,39		1.866.621,39
	K6	12,8	2.666.601,98		2.666.601,98
Biaya Sewa Material Perkuatan					874.944.000,00
<b>Total Biaya</b>					<b>1.273.685.657,79</b>

(Sumber: Olahan Penulis)

Jika bekisting aluminium digunakan untuk seluruh lantai, maka untuk perhitungan biaya pembuatan pertama bekisting sama seperti bekisting semi sistem. Karena pada lantai *basement* 2 hingga lantai 2 memiliki tinggi kolom yang berbeda, maka untuk penambahan material baru disesuaikan dengan perbedaan tinggi kolom pada lantai selanjutnya. Pada tabel 5.6 pada lantai *basement* 2 membutuhkan bekisting dengan tinggi 2450 mm dan pada *basement* 1 memiliki tinggi kolom 3450 mm, sehingga pada *basement* 1 menggunakan biaya penambahan material baru ditambah dengan biaya pekerjaan pemasangan untuk material yang digunakan pada lantai sebelumnya. Untuk lantai selanjutnya menggunakan biaya pekerjaan

pemasangan dan jika ada lantai membutuhkan material baru maka ditambahkan biaya untuk penambahan material bekisting baru. Rekapitulasi analisis biaya pekerjaan bekisting aluminium seluruh tipe dengan perhitungan yang sama dari *basement 2* hingga lantai 22 dapat dilihat pada Tabel 5.17 berikut.

**Tabel 5.17 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Bekisting Kolom Aluminium untuk Seluruh Lantai**

Lantai	Tipe	Luas (m <sup>2</sup> )	Biaya Pemakaian Material (Rp)		Total Biaya (Rp)
			Pembuatan/ Penambahan	Pemasangan	
<i>Basement 2</i>	K1	137,2	28.582.639,98		28.582.777,18
	K1.A	27,44	5.716.528,00		5.716.528,00
	K1.B	27,44	5.716.528,00		5.716.528,00
	K6	25,6	5.333.203,96		5.333.203,96
<i>Basement 1</i>	K1	137,2		7.591.039,98	7.591.039,98
	K1.A	27,44		1.518.208,00	1.518.208,00
	K1.B	27,44		1.518.208,00	1.518.208,00
	K6	25,6		1.416.403,96	1.416.403,96
	K1	56	11.666.383,67		11.666.383,67
	K1.A	11,2	2.333.276,73		2.333.276,73
	K1.B	11,2	2.333.276,73		2.333.276,73
	K6	8	1.666.626,24		1.666.626,24
GF	K1	137,2		7.591.039,98	7.591.039,98
	K1.A	27,44		1.518.208,00	1.518.208,00
	K1.B	27,44		1.518.208,00	1.518.208,00
	K6	25,6		1.416.403,96	1.416.403,96
	K1	89,6	18.666.213,87		18.666.213,87
	K1.A	17,92	3.733.242,77		3.733.242,77
	K1.B	17,92	3.733.242,77		3.733.242,77
	K6	12,8	2.666.601,98		2.666.601,98
Mezz	K1	137,2		7.591.039,98	7.591.039,98
	K1.A	27,44		1.518.208,00	1.518.208,00
	K1.B	27,44		1.518.208,00	1.518.208,00
	K6	25,6		1.416.403,96	1.416.403,96

**Lanjutan Tabel 5.17 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Bekisting Kolom Aluminium untuk Seluruh Lantai**

Lantai	Tipe	Luas (m <sup>2</sup> )	Biaya Pemakaian Material (Rp)		Total Biaya (Rp)
			Pembuatan/ Penambahan	Pemasangan	
2	K1	238		13.168.130,58	13.168.130,58
	K1.A	47,6		2.633.626,12	2.633.626,12
	K1.B	47,6		2.633.626,12	2.633.626,12
	K6	40		2.213.131,19	2.213.131,19
3 - 21	K1	3670,8		203.099.049,29	203.099.049,29
	K1.A	734,16		40.619.809,86	40.619.809,86
	K1.B	734,16		40.619.809,86	40.619.809,86
	K6	638,4		35.321.573,79	35.321.573,79
22	K1	272,8		15.093.554,71	15.093.554,71
	K1.A	54,56		3.018.710,94	3.018.710,94
	K1.B	54,56		3.018.710,94	3.018.710,94
	K6	38,56		2.133.458,47	2.133.458,47
Total Biaya Sewa Material					1.100.736.000,00
<b>Total Biaya</b>					<b>1.592.588.673,58</b>

(Sumber: Olahan Penulis)

Dari hasil perhitungan pada Tabel 5.17 diatas didapatkan total biaya menggunakan bekisting kolom aluminium dari lantai 3 hingga lantai 22 sebesar Rp1.273.685.657,79, sedangkan untuk seluruh lantai sebesar Rp1.592.588.673,58.-

### 5.7 Perbandingan Biaya Pekerjaan Bekisting Kolom

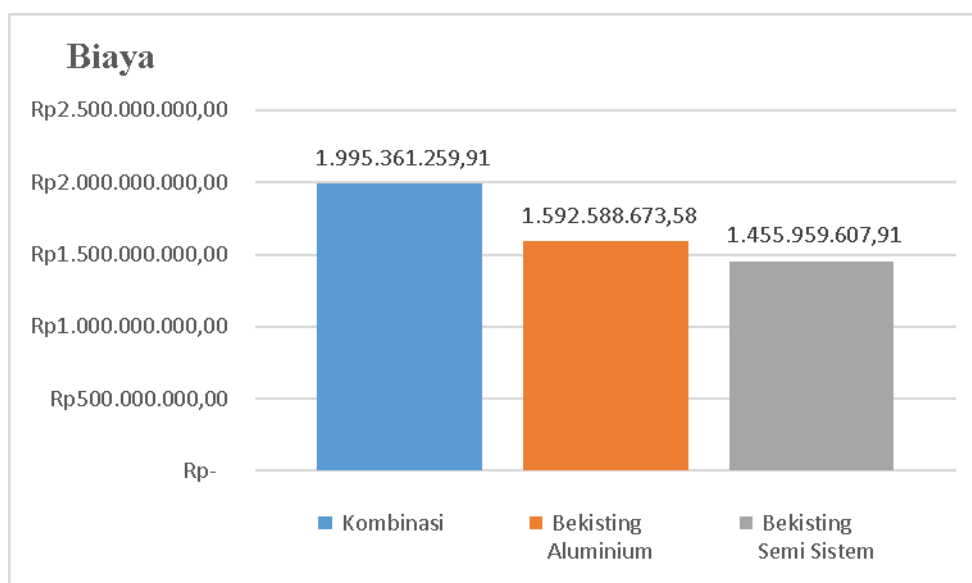
Berdasarkan analisis perhitungan biaya diatas didapatkan total biaya yang dibutuhkan untuk masing-masing bekisting dan dapat disimpulkan perbandingan biaya antara bekisting aluminium dan bekisting semi sistem pada Tabel 5.18 berikut.

**Tabel 5.18 Rekapitulasi Perbandingan Biaya Antara Bekisting Semi Sistem Dan Bekisting Aluminium**

Lantai	Tipe Bekisting	Biaya (Rp)	Total Biaya (Rp)
Kombinasi	Aluminium	1.499.477.657,79	<b>1.995.361.259,91</b>
	Semi Sistem	495.883.602,12	
Seluruh Lantai	Aluminium	1.592.588.673,58	<b>1.592.588.673,58</b>
	Semi Sistem	1.455.959.607,91	<b>1.455.959.607,91</b>

(Sumber: Olahan Penulis)

Berdasarkan Tabel 5.18 jika menggunakan metode kombinasi bekisting total biaya yang dibutuhkan sebesar Rp1.995.361.259,91, jika menggunakan bekisting aluminium untuk seluruh lantai sebesar Rp1.592.588.673,58 dan menggunakan bekisting semi sistem sebesar Rp1.455.959.607,91.



**Gambar 5.6 Grafik Perbandingan Biaya Antara Pekerjaan Bekisting Kolom Kombinasi, Aluminium dan Semi Sistem**

(Sumber: Olahan Penulis)

## 5.8 Analisis Waktu Pekerjaan Bekisting Kolom

Analisis waktu pekerjaan pada sebuah proyek dilakukan agar mendapatkan estimasi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan dan waktu untuk menyelesaikan suatu proyek.

Produktivitas pada pekerjaan bekisting semi sistem dan aluminium untuk menghitung durasi pemasangan bekisting tanpa menghitung durasi produksi bekisting semi sistem dan bekisting aluminium.

### 5.8.1 Analisis Waktu Pekerjaan Bekisting Kolom Semi Sistem

Perhitungan waktu pekerjaan bekisting semi sistem ini dihitung mulai dari durasi produksi bekisting hingga pemasangan bekisting. Untuk menghitung durasi pemasangan bekisting semi sistem dalam satu hari jam kerja efektif dibutuhkan koefisien tenaga kerja dan jumlah tenaga kerja, daftar koefisien tenaga kerja bekisting semi sistem per hari pada jam kerja efektif berdasarkan tabel rencana anggaran pelaksanaan 5.7.

Berdasarkan wawancara dengan pihak PT. PP, proses pembuatan bekisting kolom semi sistem dilakukan di lapangan dan dalam satu hari jam kerja efektif dapat membuat dua bekisting kolom semi sistem yang siap untuk digunakan, pada proyek Pegadaian Tower setiap lantainya memiliki jumlah 14 kolom sehingga waktu yang dibutuhkan untuk membuat bekisting kolom semi sistem dibutuhkan waktu 7 hari. Berdasarkan hasil monitoring di lapangan, pekerjaan bekisting semi sistem dilakukan oleh pekerja sebanyak 20 orang setiap harinya. Untuk perhitungan waktu pemasangan bekisting kolom semi sistem pada proyek Pegadaian Tower sebagai berikut.

**Tabel 5.19 Koefisien Tenaga Kerja Bekisting Semi Sistem**

No	Tenaga Kerja	Koefisien
1	Pekerja	0,173 OH
2	Tukang	0,100 OH
3	Kepala Tukang	0,010 OH
4	Mandor	0,010 OH

(Sumber: Data Proyek)

1. *Basement 2*

$$\text{Luas} = 271,309 \text{ m}^2$$

$$\text{Total Koef} = 0,293 \text{ OH}$$

$$\text{Jumlah Pekerja} = 20 \text{ Pekerja}$$

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Luas} \times \text{Total Koef}}{\text{Jumlah Pekerja}}$$

$$= \frac{271,309 \times 0,293}{20}$$

$$= 3,97 \approx 4 \text{ Hari}$$

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Luas (m}^2\text{)}}{\text{Durasi (hari)}}$$

$$= \frac{271,309}{4}$$

$$= 67,83 \text{ m}^2/\text{hari}$$

2. *Basement 1*

$$\text{Luas} = 362,093 \text{ m}^2$$

$$\text{Total Koef} = 0,293 \text{ OH}$$

$$\text{Jumlah Pekerja} = 20 \text{ Pekerja}$$

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Luas} \times \text{Total Koef}}{\text{Jumlah Pekerja}}$$

$$= \frac{362,093 \times 0,293}{20}$$

$$= 5,3 \approx 6 \text{ Hari}$$

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Luas (m}^2\text{)}}{\text{Durasi (hari)}}$$

$$= \frac{362,093}{6}$$

$$= 60,35 \text{ m}^2/\text{hari}$$

3. *Ground Floor*

$$\text{Luas} = 507,347 \text{ m}^2$$

$$\text{Total Koef} = 0,293 \text{ OH}$$

$$\text{Jumlah Pekerja} = 20 \text{ Pekerja}$$

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Luas} \times \text{Total Koef}}{\text{Jumlah Pekerja}}$$

$$= \frac{507,347 \times 0,293}{20}$$

$$= 7,43 \approx 8 \text{ Hari}$$

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Luas (m}^2\text{)}}{\text{Durasi (hari)}}$$

$$= \frac{507,347}{8}$$

$$= 63,42 \text{ m}^2/\text{hari}$$

4. *Mezzanine*

$$\text{Luas} = 362,093 \text{ m}^2$$

$$\text{Total Koef} = 0,293 \text{ OH}$$

$$\text{Jumlah Pekerja} = 20 \text{ Pekerja}$$

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Luas} \times \text{Total Koef}}{\text{Jumlah Pekerja}}$$

$$= \frac{362,093 \times 0,293}{20}$$

$$= 5,3 \approx 6 \text{ Hari}$$

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Luas (m}^2\text{)}}{\text{Durasi (hari)}}$$

$$= \frac{362,093}{6}$$

$$= 60,35 \text{ m}^2/\text{hari}$$

5. *Lantai 2*

$$\text{Luas} = 434,720 \text{ m}^2$$



$$\text{Total Koef} = 0,293 \text{ OH}$$

$$\text{Jumlah Pekerja} = 20 \text{ Pekerja}$$

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Luas} \times \text{Total Koef}}{\text{Jumlah Pekerja}}$$

$$= \frac{434,720 \times 0,293}{20}$$

$$= 6,37 \approx 7 \text{ Hari}$$

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Luas (m}^2\text{)}}{\text{Durasi (hari)}}$$

$$= \frac{434,720}{7}$$

$$= 62,10 \text{ m}^2/\text{hari}$$

Sehingga didapatkan produktivitas rata-rata untuk menyelesaikan pemasangan bekisting kolom semi sistem adalah 62,81 m<sup>2</sup>/hari dan total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pemasangan bekisting kolom semi sistem dapat dilihat pada Tabel 5.20 berikut.

**Tabel 5.20 Rekapitulasi Perhitungan Durasi Pekerjaan Bekisting Kolom Semi Sistem**

Lantai	Luas (m <sup>2</sup> )	Durasi (hari)
Fabrikasi		7
B2	271,309	4
B1	362,093	6
GF	507,347	8
Mezz	362,093	6
2	434,720	7
<b>Total Durasi</b>		<b>38</b>

(Sumber: Olahan Penulis)

Durasi total waktu pekerjaan bekisting kolom semi sistem selama 38 hari adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan bekisting kolom semi sistem secara berurutan dimulai dari fabrikasi hingga pemasangan bekisting

tanpa menghitung waktu setelah pekerjaan bekisting kolom seperti pengecoran kolom, pemasangan bekisting balok dan pelat lantai dll.

#### 5.8.2 Analisis Waktu Pekerjaan Bekisting Kolom Aluminium

Perhitungan waktu untuk pekerjaan bekisting kolom aluminium dimulai dari fabrikasi bekisting hingga pemasangan bekisting. Berdasarkan wawancara dengan pihak subkontraktor sebagai penanggung jawab pekerjaan bekisting, bekisting aluminium diproduksi dengan mendaur ulang kembali panel aluminium yang telah dipakai sebelumnya sehingga tidak membutuhkan waktu yang lama dibandingkan dengan membuat bekisting dari awal dan saat fabrikasi tinggal menyesuaikan sesuai kebutuhan rencana.

Setelah *shop drawing* diserahkan ke pihak subkontraktor, bekisting kolom aluminium diproduksi dengan waktu dua minggu hingga bekisting tiba dilokasi proyek. Setelah bekisting tiba, bekisting harus melalui proses *fitting* atau penyesuaian pada lokasi proyek dan pemberian tanda pada setiap panel bekisting. Proses *fitting* dan pemberian label pada bekisting aluminium dibutuhkan waktu selama 2 hari yang selanjutnya bekisting aluminium dapat digunakan.

Pekerjaan bekisting aluminium ini dikerjakan oleh 35 orang dan untuk mengerjakan satu kolom dikerjakan oleh 5 orang. Untuk menghitung durasi pemasangan bekisting aluminium dalam satu hari jam kerja efektif dibutuhkan koefisien tenaga kerja dan jumlah tenaga kerja, daftar koefisien tenaga kerja aluminium per hari pada jam kerja efektif berdasarkan perhitungan koefisien tenaga kerja pekerjaan bekisting kolom aluminium pada subsubbab 5.6.1.

**Tabel 5.21 Koefisien Tenaga Kerja Bekisting Aluminium**

No	Tenaga Kerja	Koefisien
1	Pekerja	0,169 OH
2	Tukang	0,074 OH
3	Kepala Tukang	0,007 OH
4	Mandor	0,007 OH

(Sumber: Olahan Penulis)

Berikut perhitungan durasi pekerjaan pemasangan bekisting kolom aluminium pada proyek Pegadaian Tower:

1. Lantai 3

$$\text{Luas} = 350,131 \text{ m}^2$$

$$\text{Total Koef} = 0,258 \text{ OH}$$

$$\text{Jumlah Pekerja} = 35 \text{ Pekerja}$$

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\text{Luas} \times \text{Total Koef}}{\text{Jumlah Pekerja}} \\ &= \frac{350,131 \times 0,258}{35} \\ &= 2,58 \approx 3 \text{ Hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas} &= \frac{\text{Luas (m}^2\text{)}}{\text{Durasi (hari)}} \\ &= \frac{350,131}{2,58} \\ &= 135,710 \text{ m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

2. Lantai 22

$$\text{Luas} = 427,034 \text{ m}^2$$

$$\text{Total Koef} = 0,258 \text{ OH}$$

$$\text{Jumlah Pekerja} = 35 \text{ Pekerja}$$

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\text{Luas} \times \text{Total Koef}}{\text{Jumlah Pekerja}} \\ &= \frac{427,034 \times 0,258}{35} \\ &= 3,15 \approx 4 \text{ Hari} \end{aligned}$$

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Luas (m}^2\text{)}}{\text{Durasi (hari)}}$$

$$= \frac{427,034}{3,15}$$

$$= 135,659 \text{ m}^2/\text{hari}$$

Rekapitulasi durasi pekerjaan pemasangan bekisting kolom aluminium dapat dilihat pada Tabel 5.22 berikut.

**Tabel 5.22 Rekapitulasi Perhitungan Durasi Pekerjaan Bekisting Kolom Aluminium**

Lantai	Luas (m <sup>2</sup> )	Durasi (hari)
Fabrikasi	350,131	14
<i>Fitting</i> dan Pemberian label	350,131	2
3	350,131	3
4	350,131	3
5	350,131	3
6	350,131	3
7	350,131	3
8	350,131	3
9	350,131	3
10	350,131	3
11	350,131	3
12	350,131	3
13	350,131	3
14	350,131	3
15	350,131	3
16	350,131	3
17	350,131	3
18	350,131	3
19	350,131	3
20	350,131	3
21	350,131	3
22	427,034	4

**Lanjutan Tabel 5.22 Rekapitulasi Perhitungan Durasi Pekerjaan Bekisting Kolom Aluminium**

Lantai	Luas (m <sup>2</sup> )	Durasi (hari)
<b>Total Durasi</b>		<b>78</b>

(Sumber: Olahan Penulis)

Durasi total waktu pekerjaan bekisting kolom aluminium selama 78 hari adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan bekisting kolom semi sistem secara berurutan dimulai dari fabrikasi hingga pemasangan bekisting tanpa menghitung waktu setelah pekerjaan bekisting kolom seperti pengecoran kolom, pemasangan bekisting balok dan pelat lantai dll.

### 5.9 Perbandingan Waktu

Berdasarkan analisis perhitungann waktu diatas dapat disimpulkan perbandingan waktu dan produktivitas antara pekerjaan bekisting semi sistem dan bekisting aluminium dengan metode kombinasi pada Tabel 5.23 berikut.

**Tabel 5.23 Rekapitulasi Perbandingan Waktu dan Produktivitas Pekerjaan Bekisting Semi Sistem dan Bekisting Aluminium**

Lantai	Tipe Bekisting	Total Waktu (Hari)	Produktivitas (m <sup>2</sup> /hari)
Basement 2 – Lantai 2	Bekisting Semi Sistem	38	62,81
3 - 22	Bekisting Aluminium	78	135,785
<b>Selisih</b>		<b>40</b>	<b>72,975</b>
<b>Jumlah</b>		<b>116</b>	

(Sumber: Olahan Penulis)

### 5.10 Pembahasan

Perhitungan analisis adalah pembahasan dalam perhitungan biaya dan waktu pekerjaan bekisting kolom berdasarkan metode pelaksanaannya, yaitu bekisting semi sistem dan bekisting aluminium. Dalam perhtungan biaya bekisting semi

sistem data yang digunakan diperoleh dari proyek Pegadaian Tower dan data biaya bekisting aluminium diperoleh dari olahan penulis.

Dari hasil perhitungan yang dilakukan diperoleh total biaya yang diperlukan untuk pekerjaan bekisting kolom metode kombinasi sebesar Rp 1.995.361.259,91, sedangkan untuk total biaya menggunakan *full* bekisting aluminium sebesar Rp1.592.588.673,58 dan menggunakan *full* bekisting semi sistem sebesar Rp1.455.959.607,91 .Selisih biaya untuk seluruh lantai antara bekisting aluminium dengan bekisting kombinasi sebesar Rp402.772.586,34 , selisih biaya antara bekisting kombinasi dengan bekisting *full* semi sistem sebesar Rp539.401.652,00 dan selisih biaya antara bekisting *full* aluminium dengan bekisting *full* semi sistem sebesar Rp136.629.065,66 . Dapat disimpulkan bahwa penggunaan material *polyfilm* membutuhkan biaya yang lebih murah dibandingkan menggunakan material aluminium. Perbedaan biaya antara pekerjaan bekisting semi sistem dan bekisting aluminium yang jauh ini disebabkan panel aluminium diproduksi dan didatangkan dari luar indonesia sehingga pembelian menggunakan kurs mata uang internasional yang nilai mata uangnya lebih tinggi dibanding rupiah. Untuk tenaga kerja memiliki keahlian khusus dalam pekerjaan bekisting aluminium sehingga upah yang dikeluarkan lebih tinggi 10% dibandingkan upah tenaga kerja bekisting semi sistem yang didapatkan berdasarkan wawancara dengan pihak proyek Pegadaian Tower.

Untuk waktu pekerjaan bekisting semi sistem diperoleh 38 hari dengan rata-rata produktivitas harian tenaga kerja sebesar 62,81 m<sup>2</sup>/hari dan untuk waktu pekerjaan bekisting aluminium diperoleh 78 hari dengan rata-rata produktivitas harian tenaga kerja sebesar 135,785 m<sup>2</sup>/hari. Dari hasil perhitungan durasi pekerjaan bekisting kolom semi sistem dan bekisting aluminium terdapat selisih 40,5 hari. Dari hasil perhitungan tersebut tidak dapat dibandingkan karena dalam perhitungan disesuaikan dengan pengerjaan dilapangan yang dimana untuk bekisting semi sistem dan bekisting aluminium memiliki volume pekerjaan yang berbeda. Akan tetapi berdasarkan hasil perhitungan durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pemasangan bekisting kolom semi sistem membutuhkan waktu 6 hari, sedangkan pemasangan bekisting kolom aluminium membutuhkan waktu 3

hari untuk menyelesaikan satu lantai. Dari perhitungan durasi pengerjaan untuk setiap lantainya dapat disimpulkan waktu pengerjaan bekisting aluminium lebih cepat dibandingkan bekisting semi sistem dikarenakan pemasangan bekisting aluminium adalah sistem *plug and cast* sementara bekisting semi sistem membutuhkan instalasi yang sulit dan lama. Sementara untuk durasi fabrikasi bekisting semi sistem dibutuhkan waktu yang lebih lama karena untuk menyelesaikan pekerjaan bekisting kolom dari *basement 2* hingga lantai 22 membutuhkan 5 kali fabrikasi jika selama pengerjaan tidak terjadi kerusakan yang berat pada bekisting, sedangkan bekisting aluminium fabrikasi hanya dilakukan sekali diawal dan bekisting dapat digunakan hingga proyek selesai tanpa adanya fabrikasi tambahan. dari parameter tersebut sudah dapat untuk menyimpulkan perbandingan waktu yang paling efisien antara bekisting semi sistem dan bekisting aluminium.

## **BAB IV**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisa data dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya didapatkan perbandingan biaya dan waktu pekerjaan bekisting kolom semi sistem dan bekisting aluminium. Yang dapat disimpulkan:

1. Perhitungan biaya pekerjaan bekisting kolom proyek Pegadaian Tower Jakarta dengan metode kombinasi sebesar Rp1.995.361.259,91, menggunakan metode *full* bekisting semi sistem sebesar Rp1.455.959.607,91 dan menggunakan metode *full* bekisting aluminium sebesar Rp1.592.588.673,58 .
2. Perhitungan waktu pekerjaan bekisting kolom proyek Pegadaian Tower Jakarta menggunakan bekisting semi sistem diselesaikan dengan total durasi 38 hari dengan produktivitas harian sebesar 62,81 m<sup>2</sup>/hari memiliki waktu pelaksanaan rata-rata 6 hari untuk 1 lantai sedangkan bekisting aluminium diselesaikan dengan total durasi 78 hari dengan produktivitas harian 135,785 m<sup>2</sup>/hari memiliki waktu pelaksanaan 3 hari untuk 1 lantai.
3. Hasil dari perbandingan biaya pekerjaan bekisting kolom semi sistem dan bekisting aluminium dapat disimpulkan bekisting semi sistem lebih murah dibandingkan dengan bekisting aluminium. Sedangkan untuk selisih durasi pemasangan bekisting kolom satu lantai antara bekisting semi sistem dan bekisting aluminium adalah 3 hari dengan waktu pemasangan bekisting kolom aluminium relatif lebih cepat. Sehingga dengan metode bekisting aluminium dinilai paling efisien dari segi biaya dan waktu karena dengan mempersingkat durasi pekerjaan dapat mengurangi biaya berlebih yang akan dikeluarkan selama pekerjaan apabila dikerjakan dengan durasi yang cukup lama.



## 6.2 Saran

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi manfaat dalam mempertimbangkan pemilihan metode pekerjaan bekisting untuk gedung bertingkat. Adapun saran yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Untuk penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan struktur lainnya jika digunakan dua jenis bekisting seperti: pelat lantai, balok, pelat tangga dan lain lain.
2. Mempertimbangkan penggunaan bekisting aluminium dalam proyek konstruksi khususnya gedung bertingkat karena keunggulannya dari segi metode, biaya dan waktu pelaksanaannya.
3. Dalam perhitungan waktu lebih diperrinci lagi dalam pekerjaan pembongkaran bekisting dan waktu siklus perpindahan bekisting pada setiap lantainya.
4. Apabila proyek memiliki struktur kolom dengan variasi ukuran dan bentuk pada setiap lantainya dan memungkinkan adanya perubahan bentuk, sebaiknya menggunakan metode bekisting semi sistem.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asiyanto.2005. *Construction Project Cost Management*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Dong, F. (2016). *Study on the green construction technology model of aluminum alloy formwork based on multi factor coupling*. *Chemical Engineering Transactions*, 55, 271–276.
- Firdaus, A. F. (2020). *Analisis perbandingan bekisting pelat lantai metode table form dengan metode aluminium formwork terhadap waktu dan biaya pada proyek menara bri gatot subroto* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Gazali, A. (2018). *Alform Effect: Perubahan Paradigma untuk Efektivitas Pelaksanaan Proyek Gedung*.
- Guide, A. (2001). *Project management body of knowledge (PMBOK guide)*. In Project Management Institute (Vol. 11, pp. 7-8).
- Hanna, A. S. (1999). *Concrete Formwork Svstems Library of Congress Catalogingin-Publication Data*. In M. Meyer D (Ed.), *Concrete*.
- Hutauruk, Freddy. (2019). *Harga sewa alat bekisting - CV - Hutama Logam Jaya*.
- Hurd, M. K. (2005). *Formwork for concrete*. American Concrete Institute.
- Kementerian Pekerjaan Umum Perumahan Rakyat. 2016, Permen PUPR No.28/PRT/M/2016, *Tentang Pedoman Analisis Harga satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum*.
- Kind, K. (2020). *Sistem Formwork Aluminium: Penyedia Solusi Formwork Total*
- McCormac, Jack C. (2003). *Desain Beton Bertulang edisi kelima jilid 2. Terjemahan oleh Erlangga*. Erlangga. Jakarta
- Maharany, Leny dan Fajarwati. 2006. “*Analisis Optimasi Percepatan Durasi Proyek dengan Metode Least Cost Analysis*.” *Utilitas*, Vol. 14, No. 1, h.113-130.
- Mushlih, Ahmad. (2021). *Perbandingan waktu dan biayapada proyek konstruksi bangunan gedung berdasarkan metode konvensional dan pracetak*. Tugas Akhir. Universitas Islam Indonesia.

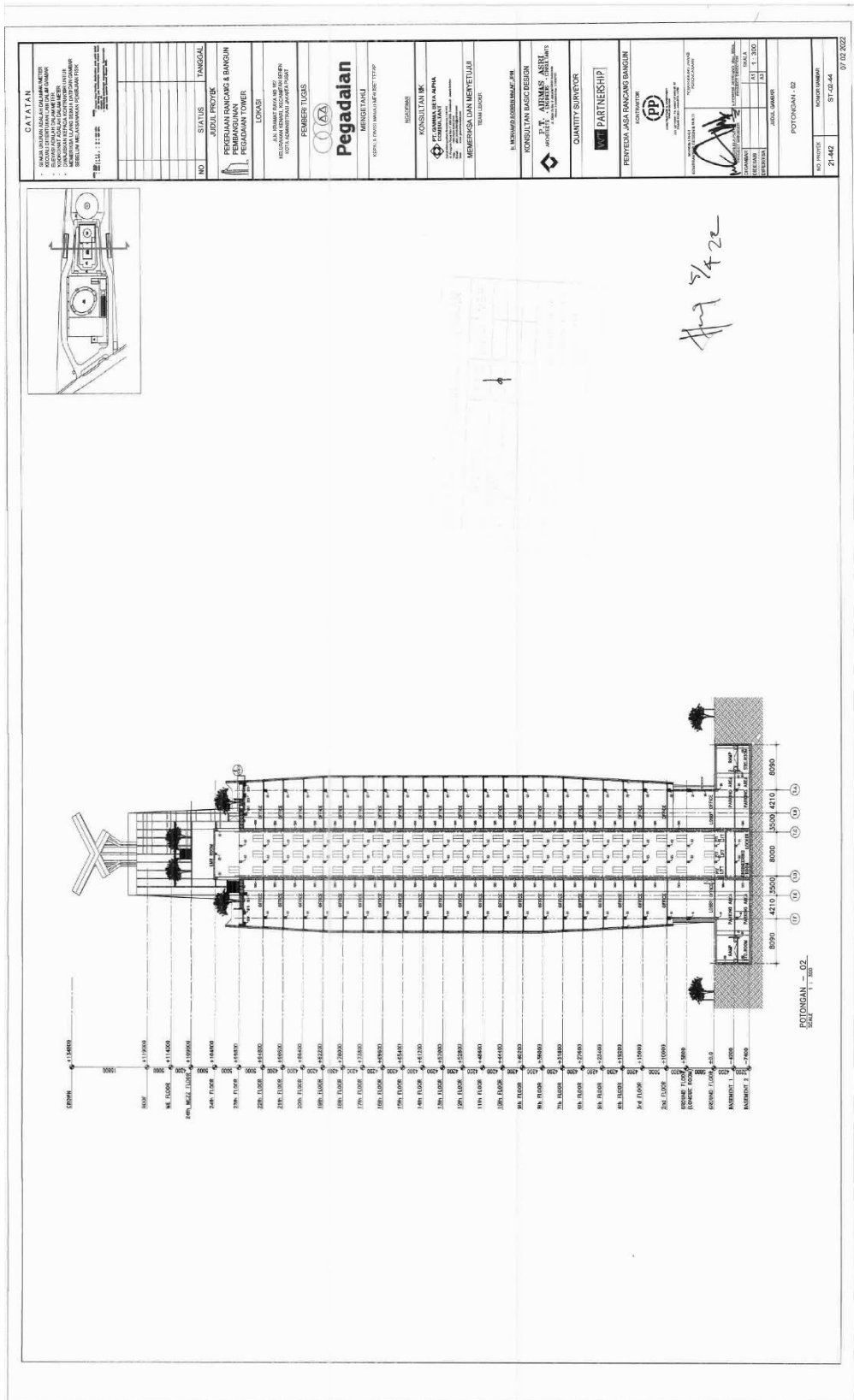
- Nawy, E. G. (2008). *Concrete Construction Engineering Handbook*. Florida: Taylor & Francis.
- Persero (Tbk), PT PP. (2021). *Work method statement*. Metode pelaksanaan pekerjaan bekisting aluminium formwork
- Persero (Tbk), PT PP. (2021). *Work method statement*. Metode pelaksanaan pekerjaan bekisting vertikal kolom & shearwall
- Persero (Tbk), PT PP. (2021). *Project Planning Presentation*
- Perwitasari, D., Susanti, J. E., & Mashur, A. R. H. (2021). *Analisa Perbandingan Metode, Biaya dan Waktu Penggunaan Bekisting Aluminium Dengan Bekisting Konvensional, Semi Konvensional dan Sistem (PERI)*. Prodi Teknik Sipil Institut Teknologi Sumatera. Lampung.
- Prakoso Nugroho, S. (2018). *Analisis perbandingan biaya bekisting antara bekisting multiplek dan bekisting tegofilm untuk kolom gedung bertingkat*. Tugas Akhir. Universitas Islam Indonesia.
- Pratama, D. I. (2018). *Analisis Anggaran Pelaksanaan Pembangunan Rumah Tinggal* (Studi Kasus: Rumah Tipe 50/97 di Perumahan Dian Arta-Bangunjiwo, Bantul).
- Salmani, S.T., M.S., M.T. 2019. *Metodologi Bekisting dan Perancah Pada Pekerjaan Konstruksi Bangunan Gedung dan Sipil*. Yogyakarta
- Santoso, B. (2003). *Manajemen Proyek*. Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Saptatiansah, David. (2021). *Analisis perbandingan antara pekerjaan Pemasangan bekisting konvensional Dengan bekisting aluminium ditinjau dari Segi biaya dan waktu pada kolom*. Tugas Akhir. Universitas Islam Indonesia.
- Sasongko, Rinto. 2018. *Survey Rekayasa Konstruksi*. Malang.
- Soedradjat, I. A. (1984). *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*, Penerbit Nova, Bandung
- Susilo, E. (2019). *Analisis Biaya Bekisting Konvensional Dan Bekisting Semi Sistem Pada Kolom Bangunan Gedung*. Tugas Akhir. Universitas Islam Indonesia.

# LAMPIRAN

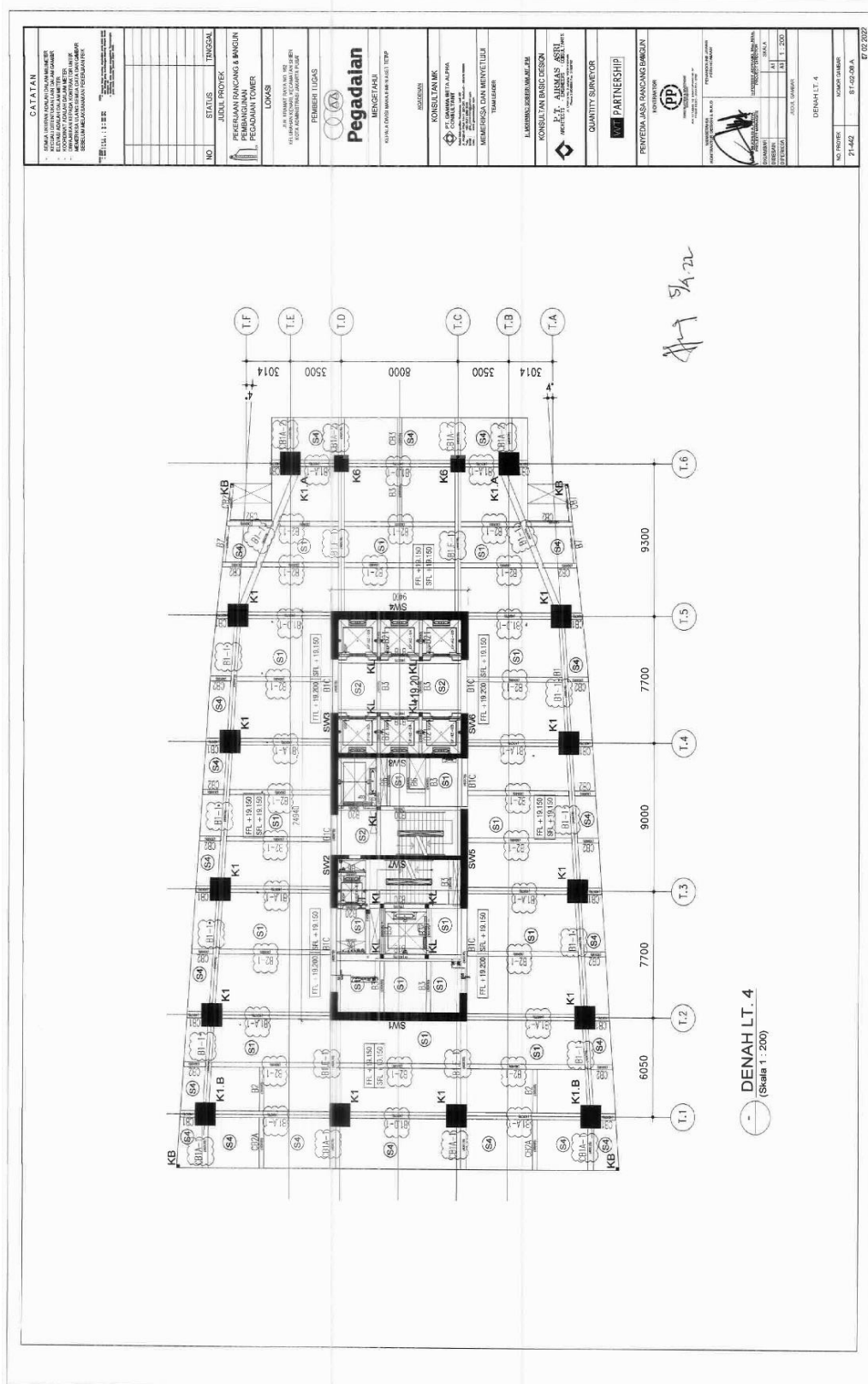
## Lampiran 1 Surat Permohonan Izin Penelitian dan Pengambilan Data

 <p>UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA</p>	<p>FAKULTAS TEKNIK SIPIL &amp; PERENCANAAN</p>	<p>Gedung KH. Moh. Natsir Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia Jl. Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta 55584 T. (0274) 898444 ext 3200, 3201 F. (0274) 895330 E. dekanat.ftsp@uii.ac.id W. ftsp.uii.ac.id</p>															
<p>Nomor : 27/DEK/20/FTSP/II/2023 Hal : Permohonan Izin Penelitian dan Pengambilan Data TA</p>																	
<p>Kepada Yth: PT. PP (PERSERO) TBK JL. KRAMAT RAYA, JAKARTA PUSAT DKI JAKARTA</p>																	
<p><i>Assalamu'alaikum Wr. Wb.</i> Dalam rangka mempersiapkan mahasiswa untuk menempuh ujian Tugas akhir/Skripsi maka setiap mahasiswa diwajibkan untuk menyusun Tugas Akhir/skripsi. Sehubungan dengan hal tersebut diatas maka diperlukan data-data, baik dari instansi Pemerintah BUMN, ataupun dari perusahaan swasta/Proyek.</p> <p>Berdasarkan alasan-alasan tersebut diatas, maka dengan ini kami mohon bantuannya untuk dapat memberikan izin Penelitian dan Pengambilan Data yang akan digunakan untuk keperluan penyusunan Tugas Akhir bagi mahasiswa Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Adapun nama mahasiswa tersebut adalah:</p>																	
<table border="0"> <tr> <td>NAMA</td> <td>:</td> <td>HARIS AHMAD KURNIAWAN</td> </tr> <tr> <td>NIM</td> <td>:</td> <td>10011030</td> </tr> <tr> <td>PROGRAM STUDI</td> <td>:</td> <td>TEKNIK SIPIL</td> </tr> <tr> <td>JUDUL TUGAS AKHIR</td> <td>:</td> <td>ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU ANTARA PEKERJAAN BEKISTING ALUMINIUM DAN BEKISTING SEMI SISTEM PADA KOLOM</td> </tr> <tr> <td>DOKUMEN Bimbingan</td> <td>:</td> <td>IR. FITRI NUGRAHENI, S.T., M.T., Ph.D IPM</td> </tr> </table>			NAMA	:	HARIS AHMAD KURNIAWAN	NIM	:	10011030	PROGRAM STUDI	:	TEKNIK SIPIL	JUDUL TUGAS AKHIR	:	ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU ANTARA PEKERJAAN BEKISTING ALUMINIUM DAN BEKISTING SEMI SISTEM PADA KOLOM	DOKUMEN Bimbingan	:	IR. FITRI NUGRAHENI, S.T., M.T., Ph.D IPM
NAMA	:	HARIS AHMAD KURNIAWAN															
NIM	:	10011030															
PROGRAM STUDI	:	TEKNIK SIPIL															
JUDUL TUGAS AKHIR	:	ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU ANTARA PEKERJAAN BEKISTING ALUMINIUM DAN BEKISTING SEMI SISTEM PADA KOLOM															
DOKUMEN Bimbingan	:	IR. FITRI NUGRAHENI, S.T., M.T., Ph.D IPM															
<p>Demikian permohonan ini kami sampaikan, atas bantuan dan kerjasamanya kami ucapkan banyak terima kasih. <i>Wassalamu'alaikum Wr. Wb.</i></p>																	
<p>Yogyakarta, 6 Maret 2023 Sekretaris Prodi Sarjana Teknik Sipil,</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Dina Anggraheni, S.T., M. Eng</p>																	

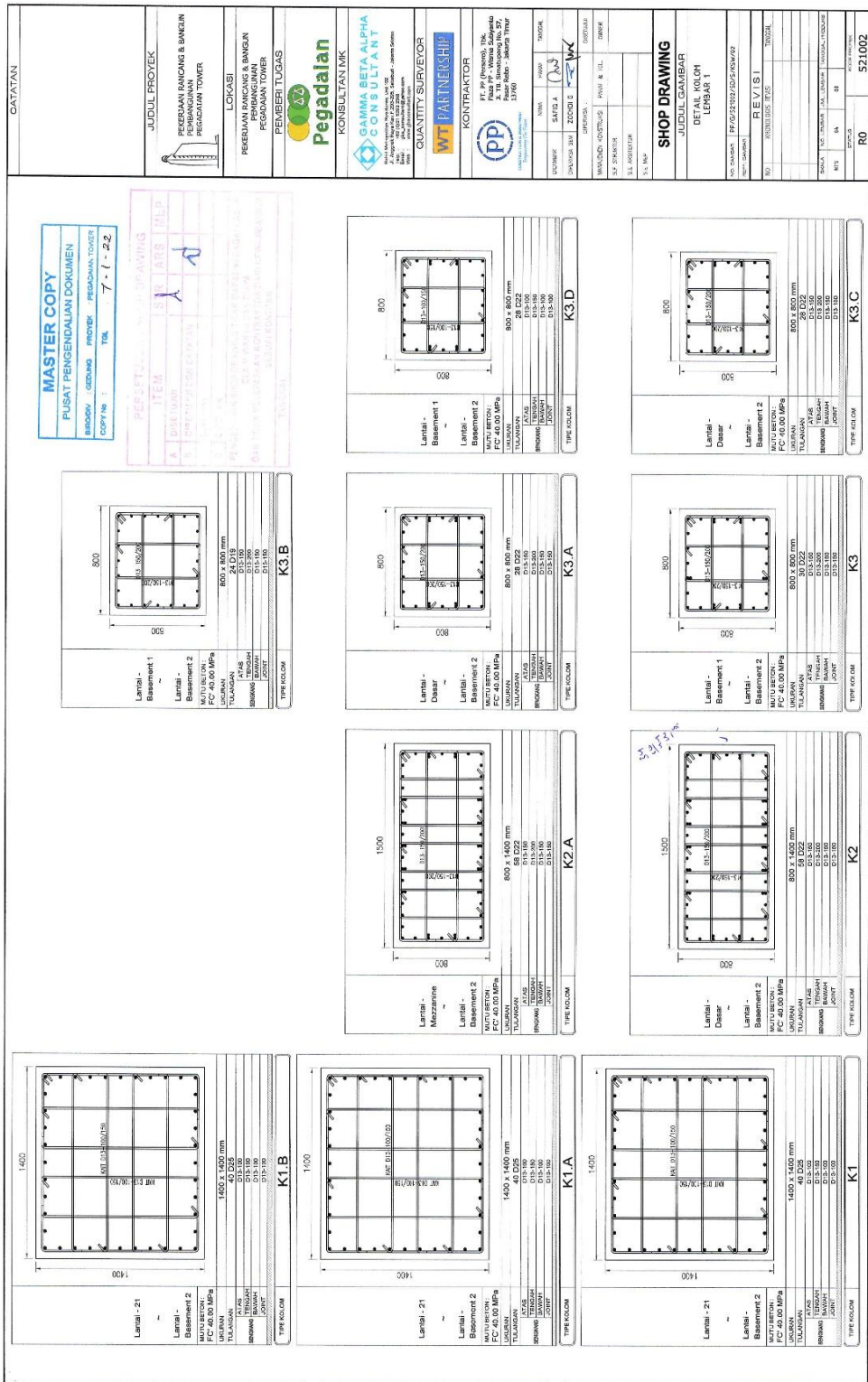
## Lampiran 2 Tampak Depan dan Elevasi Bangunan Tower



Lampiran 3 Denah Lantai Tipikal Bangunan Tower

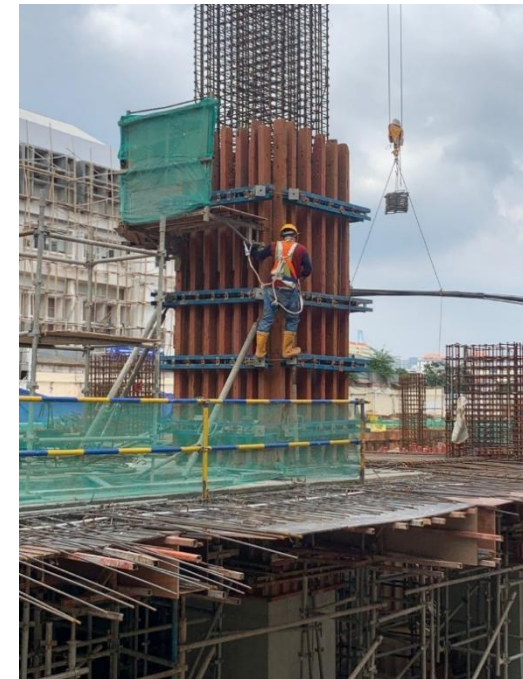


Lampiran 4 Detail Kolom

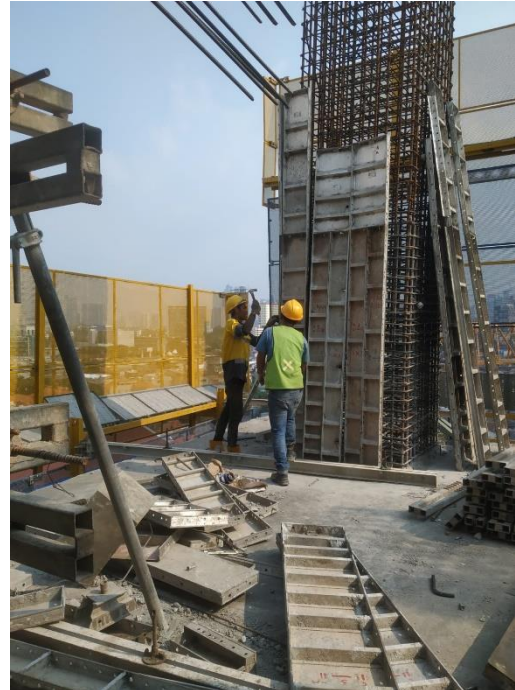
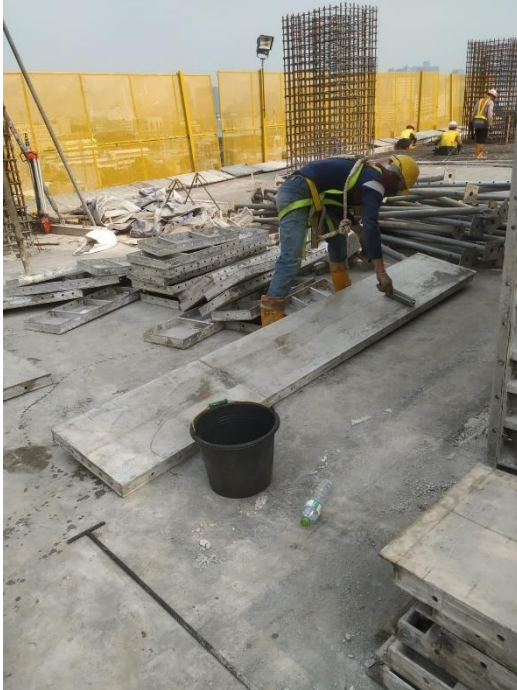




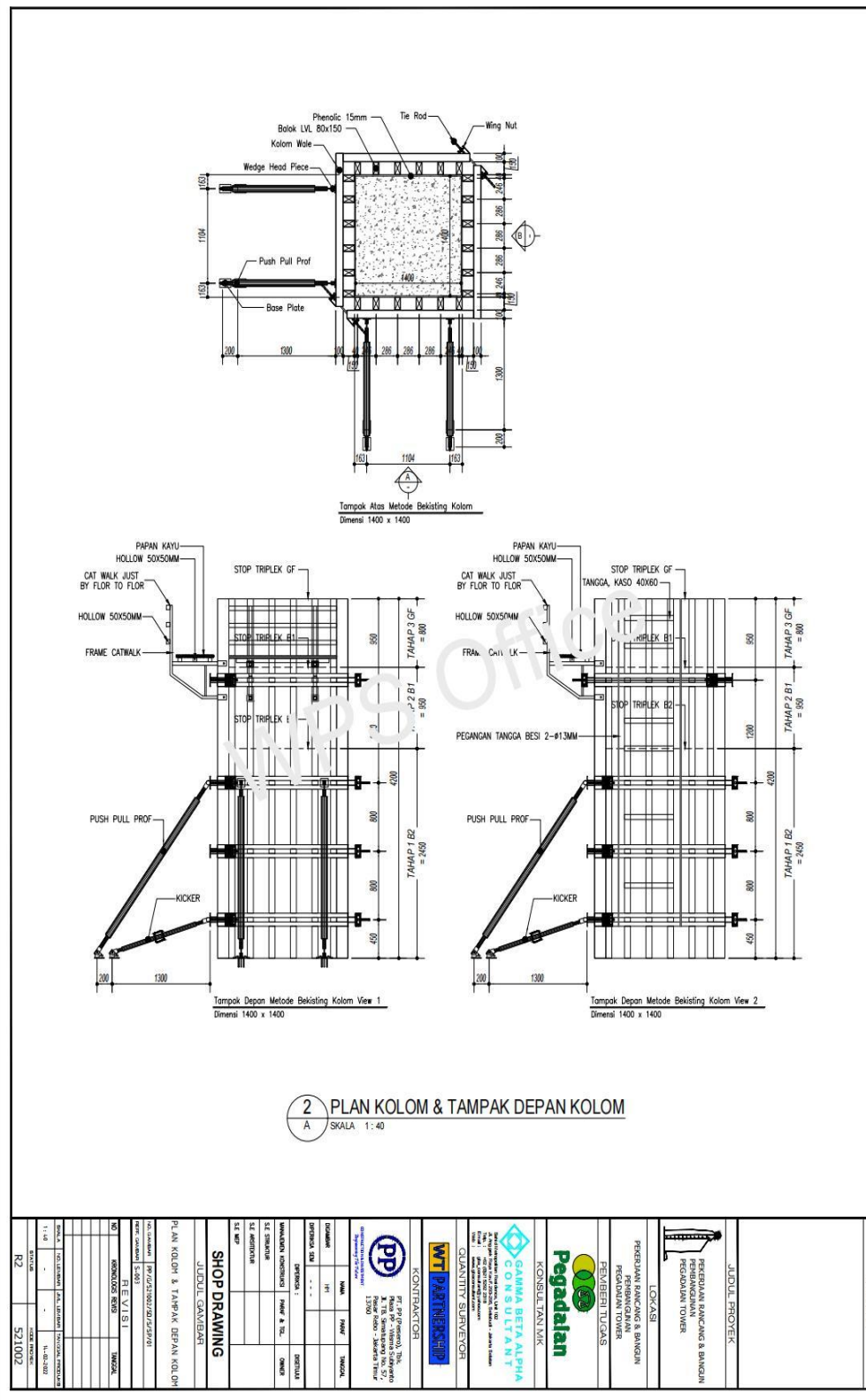
**Lampiran 5 Pekerjaan Bekisting Kolom Semi Sistem**



### Lampiran 6 Pekerjaan Bekisting Kolom Aluminium

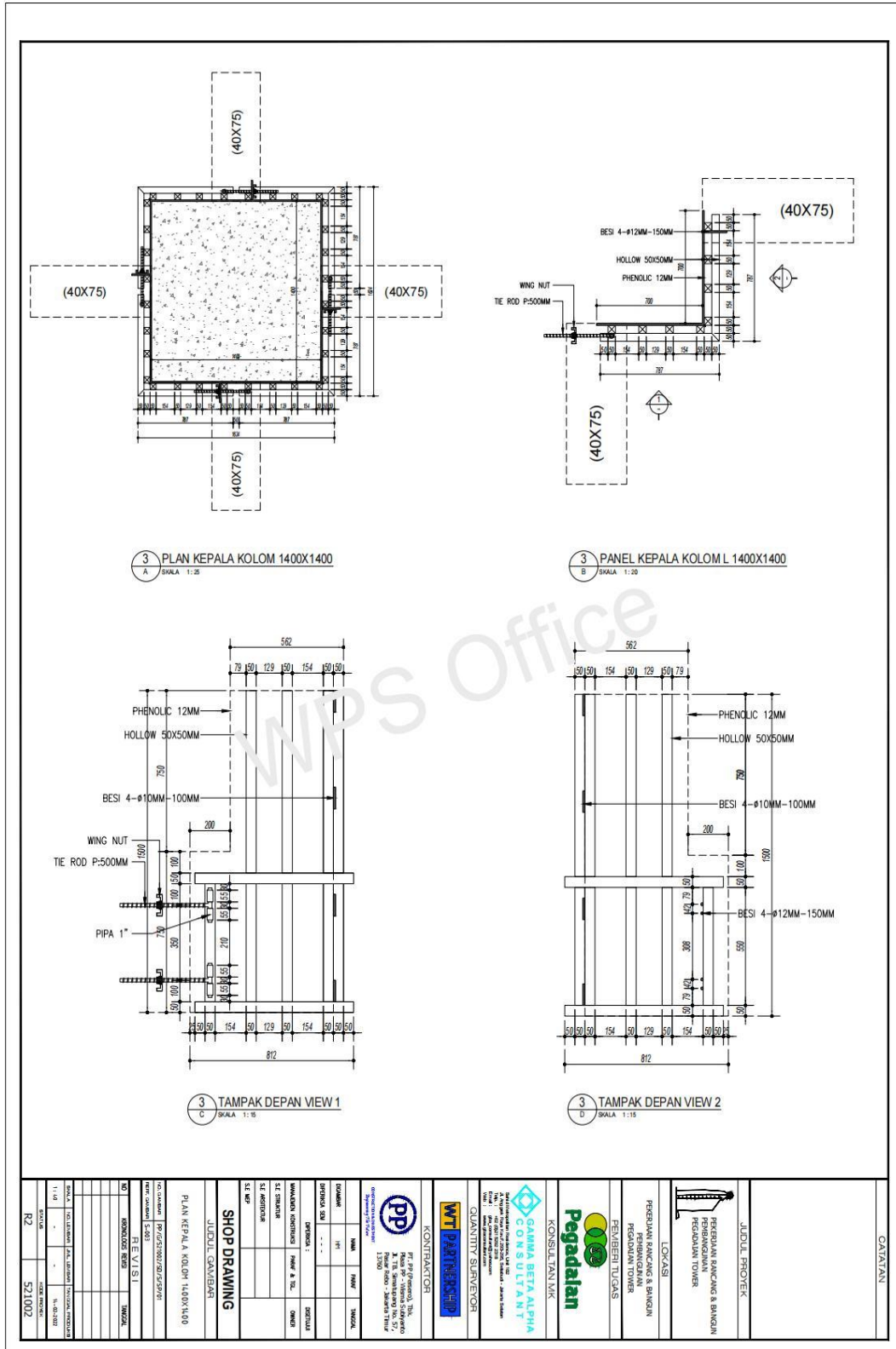


## Lampiran 7 Dimensi Bekisting Kolom K1, K1.A dan K1.B Semi Sistem

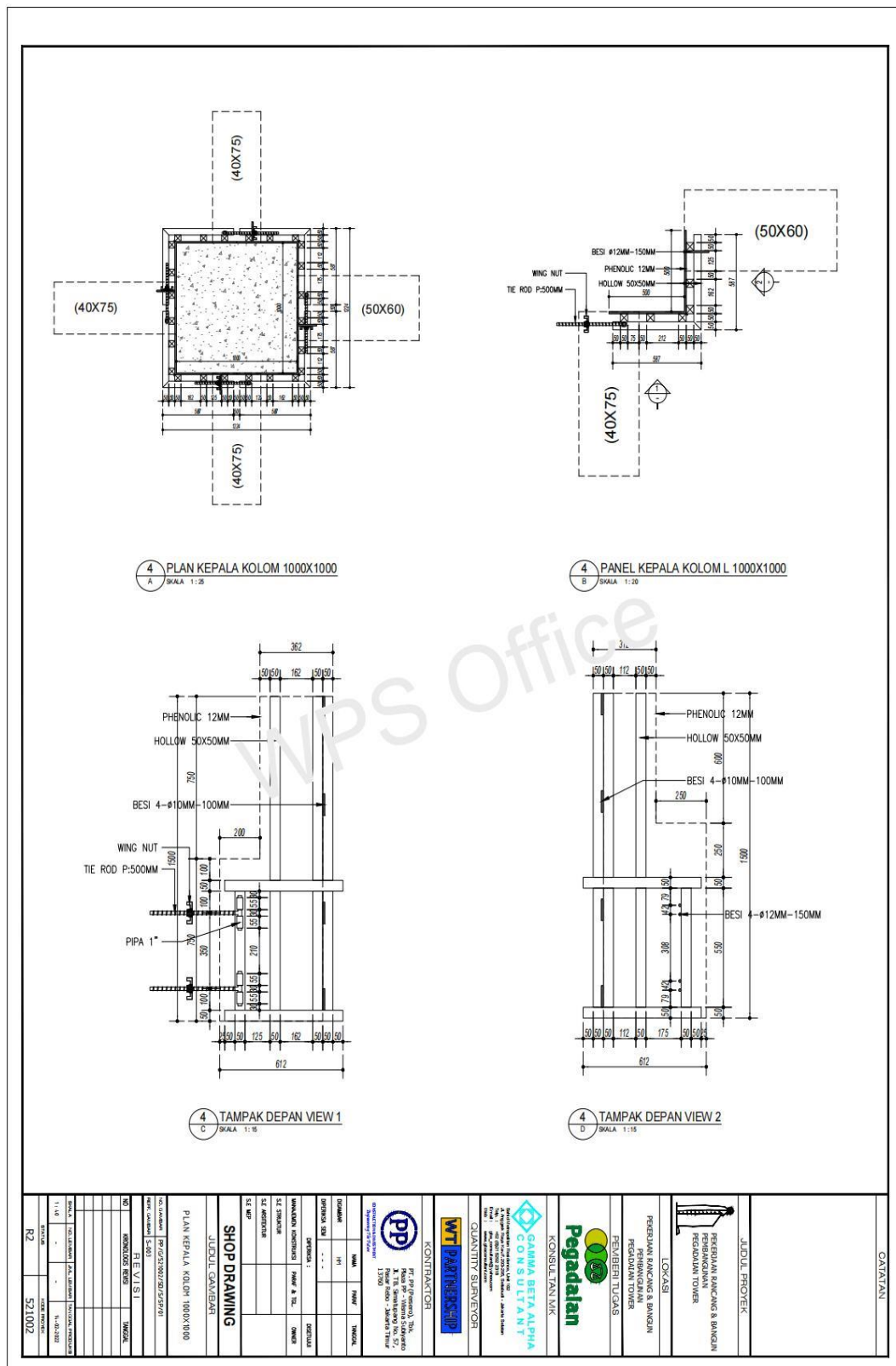




**Lampiran 9 Dimensi Balok Yang Tersambung Pada Kolom K1, K1.A dan K1.B**



Lampiran 10 Dimensi Balok Yang Tersambung Pada Kolom K6



## Lampiran 11 Harga Satuan Pekerjaan Bekisting Semi Sistem dan Harga Material Aluminium

**ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN**

Item : Pemasangan Bekisting Semi Sistem Untuk Kolam					
Satuan : m <sup>2</sup>					
No.	Uraian	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
<b>A TENAGA</b>					
	Pekerja	OH	0,173	180.462,00	Rp. 31.219,93
	Tukang Kayu	OH	0,1	189.845,00	Rp. 18.984,50
	Kepala Tukang	OH	0,01	206.315,00	Rp. 2.063,15
	Mandor	OH	0,01	218.291,00	Rp. 2.182,91
				<b>Jumlah Tenaga Kerja</b>	<b>Rp. 54.450,49</b>
<b>B BAHAN</b>					
	Kayu kelas III	m <sup>3</sup>	0,015	1.500.000,00	Rp. 22.500,00
	Paku 5c 12 cm	kg	0,2	25.000,00	Rp. 5.000,00
	Minyak Bekisting	liter	0,1	29.700,00	Rp. 2.970,00
	Balok kayu kelas III	m <sup>3</sup>	0,009	2.085.500,00	Rp. 18.769,50
	Polyfilm tebal 12mm	lbr	0,13	140.000,00	Rp. 18.200,00
	Dolken kayu panjang 4m	batang	0,8	27.500,00	Rp. 22.000,00
				<b>Jumlah Harga Bahan</b>	<b>Rp. 89.439,50</b>
<b>C PERALATAN</b>					
				<b>Jumlah Harga Alat</b>	<b>Rp. -</b>
D	Jumlah ( A + B + C )				Rp. 143.889,99
E	Overhead & Profit		15% x D		Rp. 21.583,50
F	<b>Harga Satuan Pekerjaan ( D + E )</b>				<b>Rp. 165.473,48</b>

Menyetujui/Mengetahui,  
PT. (PERSERO) Tbk

  
HINAM ASHAHANI  
QUANTITY SURVEYOR



**plat aluminium 6061 35mm x 100mm x 100mm**

Terjual 3 • ★ 5 (2 rating)

**Rp153.000**

### Detail

Kondisi: Baru

Min. Pemesanan: 1 Buah

Etalase: **aluminium**

Keunggulan Produk:


1. Tahan lama
2. Tahan korosi
3. Struktur kuat
4. Mudah dibentuk

Note:

1. Harga berlaku sesuai yang tercantum pada toko...

[Lihat Selengkapnya](#)

## Lampiran 12 Harga Sewa Material Perkuatan Bekisting

CV. HUTAMA LOGAM JAYA					
Jl. Barjuangan No.7, Bojong Mangka, Gn. Putri, Bogor, Jawa Barat 16963				2019	
FORMWORK SYSTEM & GENERAL CONTRACTOR					
MARKETING.HUTAMALOGAM@GMAIL.COM / 0895 - 0345 - 8224 (Hutauruk)					
No	NAMA ALAT	HARGA SEWA	No	NAMA ALAT	HARGA SEWA
1	Kickers 1000	30,000	62	Pipa 1 1/2" P.3000	10,000
2	Kickers 1200	35,000	63	Pipa 1 1/2" P.6000	20,000
3	Adj. Bracing REI 2.4m	45,000	64	Pipa Galvanis 1-1/2" P.6000	25,000
4	Adj. Bracing REI 2m	40,000	65	Pipa Support	25,000
5	Adj Bracing P.4000 - 4500	80,000	66	Plac Wassaar	2,500
6	Adj Bracing P.5000	85,000	67	Babuk Kolom P.1000	9,000
7	Angkur L 7 x 20	1,500	68	Babuk Kolom P.1200	10,000
8	Base Place	6,000	69	Biku Double 35 x 35	7,000
9	Box Kawal + Tia Rod 800	10,000	70	Biku Double 35 x 50	8,000
10	Column Hollow 600 x 600	25,000	71	Buri suri UNE P.1500	10,000
11	Column Hollow 500 x 500	20,000	72	Buri suri UNE P.2000	12,000
12	Column Hollow 700 x 500	25,000	73	Bival Clamp	4,000
13	Column Hollow 350 x 800	60,000	74	Tia Rod T.45	4,000
14	Column Hollow 600 x 600	25,000	75	Tia Rod T.50	4,500
15	Column Wallar 600 x 800	30,000	76	Tia Rod T.80	6,000
16	Column Wallar 886 x 1186	60,000	77	Tia Rod T.100	7,000
17	Column Wallar 986 x 986	60,000	78	Tia Rod T.120	8,500
18	Column Wallar 800 x 800	60,000	79	Tia Rod T.150	10,000
19	Column Wallar 1000 x 1000	60,000	80	U Head T.55 Bch	7,000
20	Column Wallar 30 x 750	60,000	81	U Head T.70 Bch	9,000
21	Cross Brace T.136	3,500	82	U Head T.60 / T.80	5,000
22	Cross Brace T.173	4,500	83	Ringlock Vertical 2000	15,000
23	Cross Brace T.193	4,500	84	Ringlock Vertical 1500	13,000
24	Cross Brace T.220	4,500	85	Ringlock Vertical 1000	11,000
25	Hasiba P.3000	20,000	86	Ringlock Horizontal 2400	15,000
26	Hasiba P.4000	25,000	87	Ringlock Horizontal 1800	14,000
27	Hollow Double 40/60 P.1800	12,000	88	Ringlock Horizontal 1200	11,000
28	Hollow 40/60 P.2000	7,000	89	Ringlock Horizontal 900	10,000
29	Hollow 40/60 P.2400	9,000	90	PCR Vertical 2500	16,500
30	Hollow 40/60 P.3000	11,000	91	PCR Vertical 2000	15,000
31	Hollow 40/60 P.3600	13,000	92	PCR Vertical 1500	13,500
32	Hollow 40/60 P.4000	15,000	93	PCR Vertical 1000	12,000
33	Hollow 40/60 P.6000	20,000	94	PCR Vertical 500	10,000
34	Hollow 50/100 P.1000	16,000	95	PCR Horizontal 1800	14,000
35	Hollow 50/100 P.2000	25,000	96	PCR Horizontal 1200	13,000
36	Hollow 50/100 P.2400	30,000	97	PCR Horizontal 900	12,000
37	Hollow 50/100 P.3000	34,000	98	PCR Horizontal 600	10,000
38	Hollow 50/100 P.3600	37,000	99	WRF	3,500
39	Hollow 50/100 P.4000	40,000	100	WRF Besar	6,000
40	Hollow 50/100 P.9000	60,000	101	WRF modif/k	6,000
41	Hollow 50/50 P.2000	8,000	102	Wing Nuc	3,500
42	Hollow 50/50 P.3000	12,000	103	Cac Walk	50,000
43	Hollow 50/50 P.4000	16,000	104	Stair	50,000
44	Hollow 50/50 P.6000	20,000	105	Steel Wallar P.4810	100,000
45	Babuk Hollow 40/60 x 1000	9,000	106	Steel Wallar P.3610	80,000
46	Babuk Hollow 40/60 x 1200	10,000	107	Steel Wallar P.2390	60,000
47	Jack Base T.55 Bch	8,000	108	Steel Wallar P.1700	50,000
48	Jack Base T.70 Bch	9,000	109	Steel Wallar P.1100	30,000
49	Jack Base T.60	4,500	110	Steel wallar 3610 x 450	90,000
50	Jack Base T.80	4,500	111	Steel Wallar 2390 x 400	85,000
51	Kawal P.60	4,000	112	Steel Wallar 1700 x 600	35,000
52	Kawal P.80	5,000	113	Steel Wallar 1170 x 160	35,000
53	Kawal P.100	7,000	114	Wedge K / Baji	3,500
54	Kawal Box	3,000	115	Wedge Kx / Baji	5,000
55	Join c Pin	1,500	116	Wedge Head Place	5,000
56	Leader Frame T.90	7,000	117	Corner Coupling 350 x 700	25,000
57	Leader Frame T.50	6,000	118	Corner Coupling 700 x 700	30,000
58	Main Frame T.170	8,000	119	Corner Coupling 450 x 750	35,000
59	Main Frame T.190	8,000	120	Corner Coupling 450 x 900	40,000
60	Monas Keci l	10,000	121	Vario Coupling P.990	30,000
61	Mur Angkur	500	122	Pipa Double P.800-P.1000	8,000



## Lampiran 13 Hasil Wawancara

### FORM WAWANCARA

Dalam rangka penyusunan proposal tugas akhir dan dilanjutkan dengan Tugas Akhir, kegiatan ini dilakukan untuk mendapatkan data-data yang mendukung dalam penyusunan Tugas Akhir yang diajukan dalam bentuk tanya jawab serta dimohon untuk dijawab secara jelas dan sebaik-baiknya. Terima kasih atas kerjasamanya.

**Tujuan Instansi : PT. PP (Persero) Tbk**

### NARASUMBER

NAMA : ANNISA DEWI WULANDARI

INSTANSI : PT. PP (Persero) Tbk

1. Berapa waktu yang dibutuhkan dari mulai pemesanan, fabrikasi hingga bekisting polyfilm dan aluminium tiba dan siap untuk digunakan?

**Jawaban:**

*Untuk aluminium formwork dibutuhkan waktu lebih lama karena perlu dilakukan sketch material terlebih dahulu ketika shop drawing diberikan. Biasanya shop drawing diberikan 1 bulan sebelum pekerjaan agar barang tiba maksimal 2 minggu sebelum mulai pekerjaan sehingga ketika barang tiba dapat dilakukan pengecekan terlebih dahulu. Sedangkan untuk material bekisting konvensional dapat didatangkan secara partial selagi stock untuk target lapangan jangan sampai waktu tertentu masih kekurangan*

2. Bagaimana biaya untuk pemesanan bekisting polyfilm dan aluminium?

**Jawaban:**

*Disesuaikan dengan kebutuhan material berdasarkan shop drawing.*

3. Untuk pembuatan bekisting, apakah pihak PT. PP memiliki tempat fabrikasi sendiri atau fabrikasi dilakukan oleh pihak lain?

**Jawaban:**

*Mengingat pekerjaan bekisting dilakukan oleh subkontraktor PT WKS, pihak PP hanya memberi shop drawing yang nantinya material disiapkan oleh pihak PT WKS. Fabrikasi dilakukan di lapangan dengan catatan, material sudah disiapkan sesuai dimensi hanya dirakit di lapangan (dimensi kolom lantai typical).*

4. Untuk bekisting polyfilm sendiri dapat digunakan untuk berapa kali pemakaian? Apabila terjadi kerusakan terhadap bekisting sebelum masa pergantian, apa yang harus dilakukan oleh pihak PT.PP?

**Jawaban:**

*Untuk polyfilm umumnya digunakan 4-6 kali namun dapat berubah mengikuti kondisi lapangan contohnya cuaca. Apabila bekisting sudah tidak layak seperti permukaan terbuka, bolong, lapuk dan rapuh, pihak PP selaku kontraktor akan meminta pergantian material kepada Subkontraktor bekisting karena akan berdampak pada permukaan beton yang dihasilkan.*

5. Bagaimana pihak PT.PP melakukan perbaikan terhadap bekisting aluminium apabila terjadi kerusakan terhadap panel bekisting?

**Jawaban:**

*Material merupakan tanggung jawab subkontraktor bekisting sehingga apabila terjadi kerusakan pada bekisting yang berpotensi menghasilkan beton yang kurang baik, pihak PP akan meminta pergantian baik ketika material baru tiba maupun saat check out.*

Jakarta, 17 Maret 2023

Menyetujui/Mengetahui

PT. PP (PERSERO) Tbk



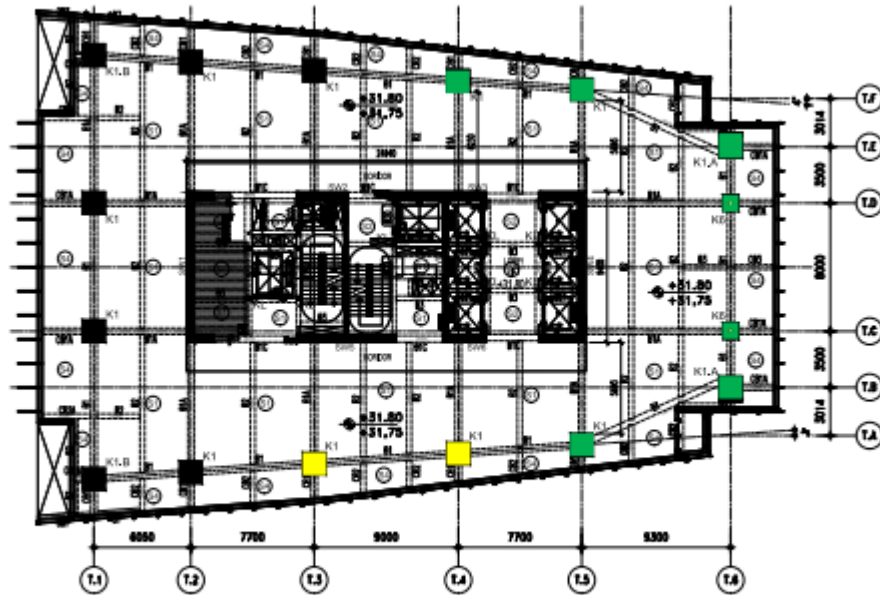
**ANNISA DEWI WULANDARI**  
Superintendent

## Lampiran 14 Data Monitoring Jumlah Pekerja Pekerjaan Bekisting

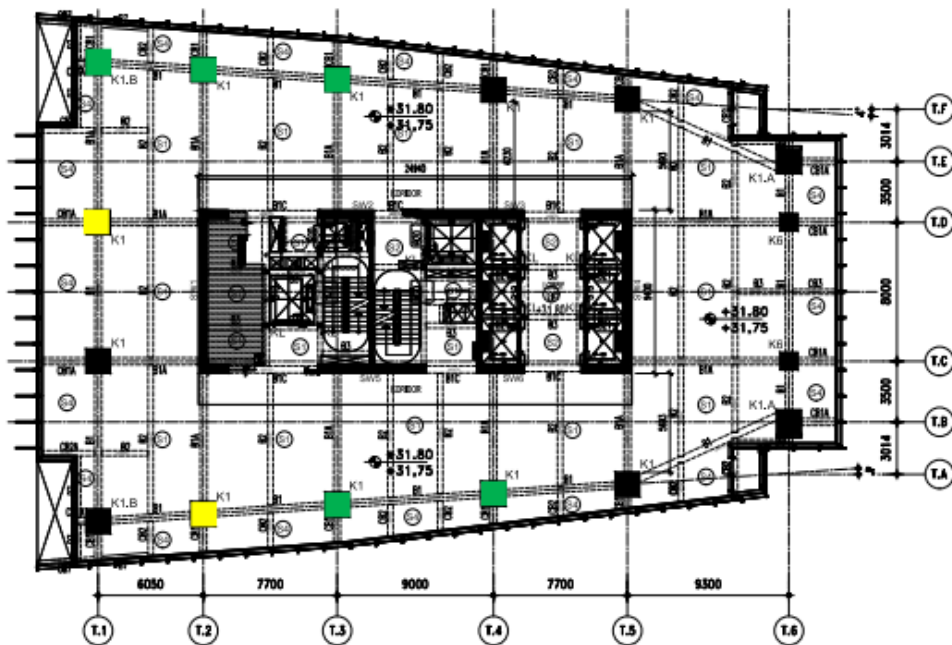
Aldam S Kenen

No.	Tanggal	Zona	Variable	Sat.	Jenis Pekerjaan						Total/Rerata		
					Pasang Vertikal	Bongkaran	Pasang Perancah	Langsir	Reshoring	Pembersihan		Finishing	
8	08 Juni 2022	A	Manpower	Orang	5		10	1					33
		B	Manpower	Orang									
		C	Manpower	Orang									
		D	Manpower	Orang									
9	09 Juni 2022	Konven	Manpower	Orang	12		11	2					33
		A	Manpower	Orang									
		B	Manpower	Orang	15		10	1					
		C	Manpower	Orang									
11	11 Juni 2022	D	Manpower	Orang									33
		Konven	Manpower	Orang	15		15	2					
		A	Manpower	Orang									
		B	Manpower	Orang	5		4						
12	12 Juni 2022	C	Manpower	Orang	10		6	1					33
		D	Manpower	Orang	10		6	2					
		Konven	Manpower	Orang	14		10	1					
		A	Manpower	Orang									
13	13 Juni 2022	B	Manpower	Orang									33
		C	Manpower	Orang	5		7	2					
		D	Manpower	Orang	12		6						
		Konven	Manpower	Orang									
14	14 Juni 2022	A	Manpower	Orang									33
		B	Manpower	Orang	5		4						
		C	Manpower	Orang	10		6						
		D	Manpower	Orang	12		10	1					

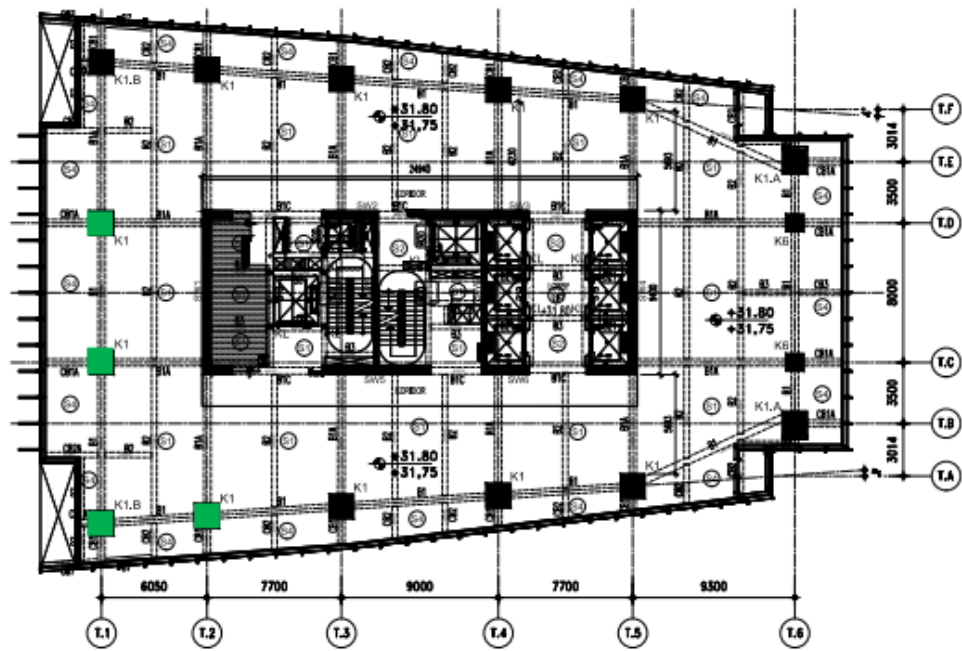
Lampiran 15 Monitoring Pekerjaan Pemasangan Bekisting Aluminium



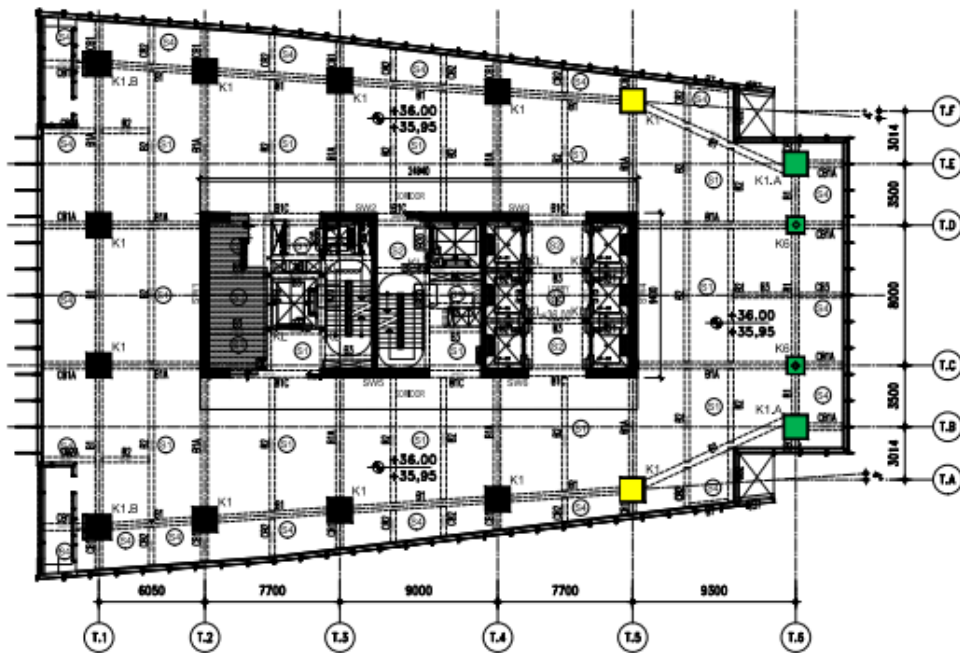
DENAH LT. 7  
(Scale 1 : 200)



DENAH LT. 7  
(Scale 1 : 200)



DENAHL.T.7  
(Scale 1 : 200)



DENAHL.T.8  
(Scale 1 : 200)