

TUGAS AKHIR

**ANALISIS BIAYA BEKISTING KONVENSIONAL
DAN BEKISTING SEMI-SISTEM PADA KOLOM
BANGUNAN GEDUNG
(ANALYSIS OF COST CONVENTIONAL FORMWORK
AND SEMI-SYSTEM FORMWORK FOR HIGH RISE
BUILDING COLUMNS)**

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



**Eko Susilo
12511378**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
TUGAS AKHIR
2019**

TUGAS AKHIR

**ANALISIS BIAYA BEKISTING KONVENSIONAL
DAN BEKISTING SEMI-SISTEM PADA KOLOM
BANGUNAN GEDUNG
(ANALYSIS OF COST CONVENTIONAL FORMWORK
AND SEMI-SYSTEM FORMWORK FOR HIGH RISE
BUILDING COLUMNS)**

Disusun oleh

**Eko Susilo
12511378**

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

Diuji pada tanggal

Oleh Dewan Penguji :

Pembimbing

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

Penguji I

Vendie Abma, S.T., M.T.
NIK : 155111310

Penguji II

Ravendra, S.T., M.T.
NIK : 155110104

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, MT.
NIK : 1885110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Tugas Akhir yang merupakan syarat untuk memenuhi salah satu persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia dengan ini saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan yang saya susun ini merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun kutip dari hasil karya orang lain yang dikutip pada laporan Tugas Akhir ini telah dituliskan dengan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Saya bersedia menerima sanksi, sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu.

Yogyakarta, Agustus 2019

Yang membuat pernyataan,



Eko Susilo
(12511378)

DAFTAR ISI

Halaman Judul	ii
Halaman Persetujuan	iii
Halaman Pengesahan	iv
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
ABSTRAK	xi
<i>ABSTRACT</i>	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Terdahulu	4
2.2 Perbedaan Penelitian Sebelumnya	6
BAB III LANDASAN TEORI	8
3.1 Definisi dan Tinjauan Umum	8
3.2 Ketentuan Dan Syarat Pekerjaan Bekisting	9
3.3 Perencanaan Bekisting	10
3.4 Jenis Dan Tipe Bekisting	14
3.5 Pembiayaan Bekisting	17
3.6 Bahan Penyusun Bekisting	20

3.7 Pelaksanaan Pekerjaan Bekisting	27
3.8 Momen Inersia	28
3.9 Perhitungan Bekisting	31
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	36
4.1 Metodologi Penelitian	36
4.2 Objek Dan Subjek Penelitian	36
4.3 Teknik Pengumpulan Data	36
4.4 Tahapan Penelitian Dan Analisis	37
BAB V DATA ANALISIS DAN PEMBAHASAN	40
5.1 Data Proyek Penelitian	40
5.2 Menghitung Volume Pekerjaan Kolom	40
5.3 Analisis Biaya Bekisting Konvensional	41
5.4 Analisis Biaya Bekisting Semi-sistem	46
5.5 Pembahasan	55
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	56
6.1 Kesimpulan	56
6.2 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRA	59



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian	7
Tabel 3.1 Beban Sendiri Bekisting Sistem	11
Tabel 3.2 Klasifikasi Kayu Di Indonesia	21
Tabel 3.3 Nilai-Nilai Tegangan Ijin Kayu dan Modulus Elastisitasnya	21
Tabel 3.4 Nilai-Nilai Tegangan Ijin Kayu dan Modulus Elastisitasnya	22
Tabel 3.5 Momen Inersia dan Momen lawan pada bangunan dasar	30
Tabel 5.1 Tabulasi Dimensi Kolom	41
Tabel 5.2 Biaya Pemasangan 1 m ² Bekisting Konvensional	42
Tabel 5.3 Biaya Pemakaian Kedua 1 m ² Bekisting Konvensional	43
Tabel 5.4 Biaya Pemakaian 1 m ² Ketiga Bekisting Konvensional	43
Tabel 5.5 Rekapitulasi Biaya Bekisting Konvensional	45
Tabel 5.6 Pembuatan 1 m ² Bekisting Kolom Semi-Sistem	52
Tabel 5.7 Pembuatan Bekisting Kedua Dan Seterusnya	52
Tabel 5.8 Biaya Bongkar Pasang 1 m ² Bekisting Semi-Sistem	53
Tabel 5.9 Rekapitulasi Biaya Bekisting Kolom Semi-sistem	54
Tabel 5.10 Perbandingan Biaya Bekisting Konvensional dan Semi-sistem	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Tekanan Spesi Beton Terhadap Bekisting Dinding (Wigbout, 1992)	12
Gambar 3.2 Bekisting Konvensional (Wigbout, 1992)	14
Gambar 3.3 Bekisting Kolom Semi-Sistem Dari Baja (Wigbout, 1992)	15
Gambar 3.4 Bekisting Dinding Semi-Sistem (Wigbout, 1992)	15
Gambar 3.5 Bekisting Dinding Dan Kolom Dari Baja (Wigbout, 1992)	16
Gambar 3.6 Bekisting Sistem (Wigbout, 1992)	17
Gambar 3.7 Bekisting Meja (Wigbout, 1992)	18
Gambar 3.8 Biaya Material Bekisting Lantai yang Rata/m ² (Wigbout, 1992)	20
Gambar 3.9 Tegofilm	23
Gambar 3.10 Potongan Persegi (Widodo, 2014)	29
Gambar 3.11 Tipe bekisting kolom	31
Gambar 3.12 Kolom Persegi Panjang	32
Gambar 3.13 Persamaan Lenturan (Wigbout, 1992)	33
Gambar 3.14 Bending Momen Diagram (Wigbout, 1992)	33
Gambar 3.15 Penurunan Akhir Saat Bekisting Dilepas	34
Gambar 3.16 Lenturan Yang Diperkenankan (Wigbout, 1992)	34
Gambar 3.17 Rumus Menghitung Momen (Wigbout, 1992)	35
Gambar 4.1 <i>Flowchart</i> Penelitian	39
Gambar 5.1 Bekisting Kolom Tampak Atas	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Rekapitulasi Hitung Volume Bekisting Kolom	64
Lampiran 2 Data Harga Matrial Dan Upah Tenaga Kerja	66
Lampiran 3 Surat Validasi Perusahaan	68
Lampiran 4 Gambar Teknik Struktur Denah Proyak	69



ABSTRAK

Perencanaan yang baik pada tahap awal dalam suatu proyek sangat menentukan keberhasilan proyek. Pada tahap perencanaan dengan memperhitungkan banyak metode atau cara teknis pelaksanaan yang dapat terjadi merupakan salah satu upaya dalam meningkatkan keberhasilan proyek. Pemilihan metode atau cara teknis yang baik selain mempertimbangkan ketepatan, kecepatan, keselamatan kerja juga mempertimbangkan biaya.

Besarnya biaya bekisting, bisa mencapai dua pertiga dari total biaya untuk struktur betonnya, sering lebih tinggi dari biaya beton maupun baja tulangnya, dan untuk beton biasa menghabiskan 50% , maka dalam upaya penghematan biaya pada penelitian ini mencoba menghitung biaya dengan dua metode yang berbeda, yaitu metode bekisting konvensional dan bekisting semi-sistem. Selain menghitung besarnya biaya untuk masing-masing metode, juga akan dilakukan perbandingan biaya untuk kedua metode bekisting tersebut.

Hasil penelitian menunjukkan biaya bekisting konvensional sebesar Rp1.902.728.133,86 dan bekisting semi-sistem sebesar Rp 1.599.868.777,12 dengan perbandingan metode bekisting konvensional 1,189 kali lebih mahal dibandingkan dengan metode semi-sistem. Hal ini dapat dipahami karena dengan volume pekerjaan yang besar, lebih dari 6000 m², bekisting semi-sistem memiliki pemakaian ulang yang besar.

Kata Kunci :Bekisting semi-sistem, Bekisting konvensional, *Hollow*



ABSTRACT

Good planning at the beginning of a project that will determine the success of the project. When planning a lot of ways to do technical implementation that can be done is one of the efforts to improve the success of the project. Selection of methods or technical methods in addition to consideration of accuracy, speed, work safety also consider costs.

The cost of formwork, can reach two thirds of the total cost for the concrete structure, often higher than the cost of concrete or steel reinforcement, and for ordinary concrete to spend 50%, then in an effort to save research costs, find cost assistance with two different methods, namely conventional formwork and semi-systems formwork methods. In addition to calculating costs for each method, comparison cost will also be made for the two formwork methods.

The results showed that the cost of conventional formwork was Rp1.902.728.133,86 and semi-systems formwork amounted to Rp 1.599.868.777,12 With a comparison conventional formwork 1,189 more expensive than semi-systems formwork. This can be done because with a large volume of work, more than 6000 m², formwork semi-systems that have a great opportunity to repetition using.

Keywords: *Semi- systems formwork, Conventional formwork, Hollow*



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan kehidupan dan teknologi pada saat ini menuntut industri jasa konstruksi memiliki manajemen atau pengelolaan yang baik sehingga mampu mencapai tujuan yang diharapkan. Manajemen sebagai ilmu mengelola suatu kegiatan yang skalanya dapat bersifat kecil atau bahkan sangat besar memiliki peranan penting dalam keberhasilan suatu proyek. Menurut Husain (2011) manajemen proyek adalah suatu ilmu pengetahuan tentang seni memimpin organisasi yang terdiri atas kegiatan perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan dan pengendalian terhadap sumber-sumber daya yang terbatas dalam usaha mencapai tujuan dan sasaran yang efektif dan efisien.

Perencanaan merupakan salah satu fungsi vital dalam kegiatan manajemen proyek. Menurut Dipohusodo (1996) Keberhasilan konstruksi diawali dan sangat ditentukan dengan berhasil tidaknya untuk menyusun landasannya, yaitu berupa perencanaan yang lengkap dan matang. Menentukan metode atau cara teknis yang paling baik agar dengan sumber-sumber daya yang terbatas diperoleh hasil yang maksimal dalam ketepatan, kecepatan, penghematan dan keselamatan kerja (*safety*).

Salah satu upaya penghematan biaya proyek adalah dengan pemilihan metode bekisting yang tepat. Bekisting atau *formwork* adalah suatu sarana pembentuk beton untuk pencetak beton sesuai dengan ukuran, bentuk, rupa ataupun posisi yang direncanakan. Karena bersifat sementara, bekisting akan dilepas setelah beton mencapai kekuatan yang cukup. Menurut McCormac (2003) biaya bekisting, yang dapat berkisar antara sepertiga hingga dua pertiga dari total biaya untuk struktur beton tersebut, sering lebih tinggi daripada biaya beton maupun baja tulangnya, dan untuk beton biasa menghabiskan 50% dari biaya total.

Ada tiga macam metode bekisting yaitu bekisting konvensional, bekisting semi-sistem, dan bekisting sistem. Bekisting yang umum digunakan adalah

bekisting konvensional yang terdiri dari kayu, multiplek dan papan. Bahan-bahan tersebut mudah didapat serta harga yang relatif murah tetapi pemasangan membutuhkan waktu yang lama dan umur pemakaian yang relatif singkat. Bekisting semi-sistem, selain terdiri dari kayu juga terdapat bahan baja sehingga bekisting ini memiliki pemakaian ulang yang lebih banyak dibandingkan bekisting konvensional. Bekisting sistem dibuat di pabrik, pembelian bekisting sistem memerlukan biaya yang cukup tinggi.

Proyek Pembangunan Apartemen The Green Park yang direncanakan 25 lantai dan 3 basemant memiliki volume pekerjaan yang besar, salah satu pekerjaan yaitu bekisting kolom. Volume bekisting kolom yang mencapai 7126 m² sangat penting dilakukan perencanaan agar didapatkan hasil yang maksimal terutama dalam upaya penghematan biaya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut didapatkan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Berapakah biaya bekisting konvensional dan bekisting semi-sistem?
2. Berapakah perbandingan biaya bekisting konvensional dan bekisting semi-sistem?

1.3 Tujuan Penelitian

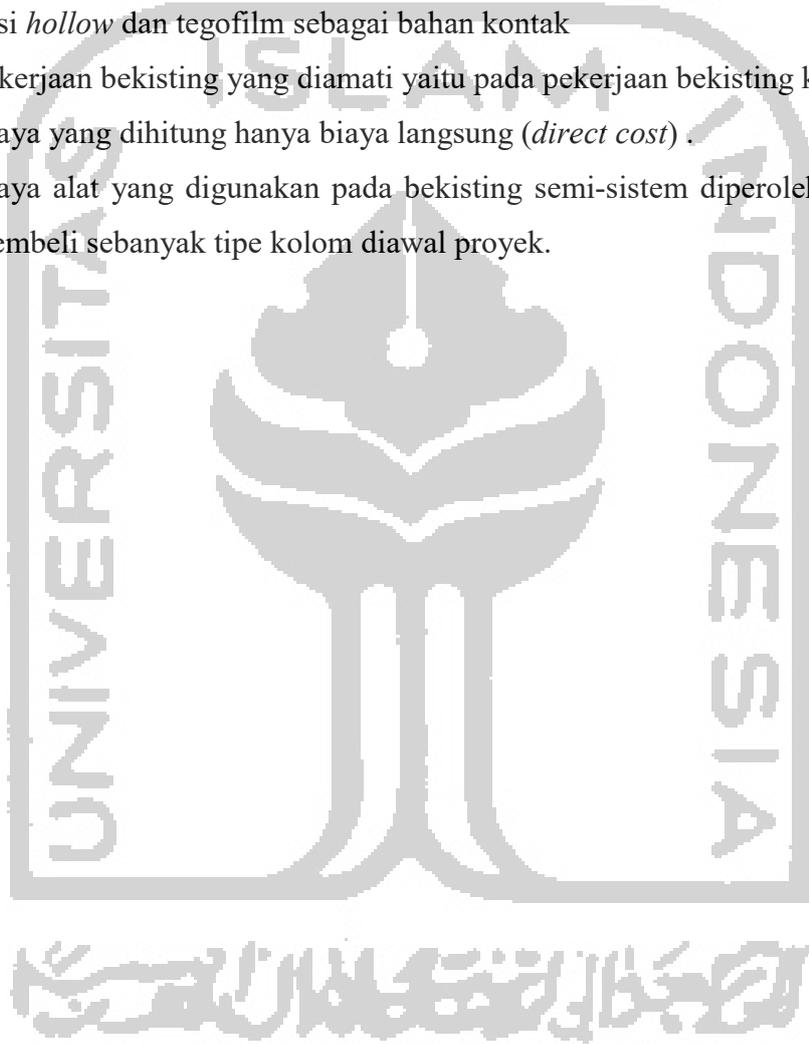
1. Untuk mengetahui biaya bekisting konvensional dan bekisting semi-sistem.
2. Untuk mengetahui perbandingan biaya bekisting konvensional dan bekisting semi-sistem.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Menjadi bahan pertimbangan pemilihan bahan bekisting dalam pelaksanaan proyek.
2. Memberikan gambaran perbandingan penggunaan bekisting konvensional dan bekisting semi-sistem.
3. Menambah wawasan bagi penulis tentang biaya pemasangan bekisting.

1.5 Batasan Penelitian

1. Perhitungan perbandingan biaya bekisting dilakukan pada tahap perencanaan,
2. Bahan bekisting yang digunakan pada bekisting konvensional adalah multiplek sebagai bahan kontak dan perancah kayu
3. Bahan bekisting yang digunakan pada bekisting semi-sistem dengan perancah besi *hollow* dan tegofilm sebagai bahan kontak
4. Pekerjaan bekisting yang diamati yaitu pada pekerjaan bekisting kolom.
5. Biaya yang dihitung hanya biaya langsung (*direct cost*).
6. Biaya alat yang digunakan pada bekisting semi-sistem diperoleh dengan cara membeli sebanyak tipe kolom diawal proyek.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

2.1.1 Komparasi Biaya Pelaksanaan Penggunaan Bekisting Konvensional dan Bekisting Sistem PERI

Legstyana (2012) melakukan penelitian tentang Komparasi Biaya Pelaksanaan Penggunaan Bekisting Konvensional dan Bekisting Sistem PERI dengan tujuan :

1. Mendapatkan selisih biaya antara bekisting menggunakan multiplek dan bekisting menggunakan tegofilm.
2. Pemilihan material yang tepat untuk bekisting kolom gedung bertingkat.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode analisis dan juga deskriptif. Maksud dari metode Analisis yaitu data yang ada diolah sedemikian rupa sehingga menghasilkan hasil akhir yang dapat disimpulkan. Sedangkan yang dimaksud dengan deskriptif yaitu memaparkan masalah-masalah yang sudah ada atau tampak. Hasil dan kesimpulan dari penelitian tersebut adalah :

1. Jika menggunakan bekisting sistem PERI pada proyek RED DOT Hotel biaya pelat permeter persegi sebesar Rp 90.000,00 sedangkan jika menggunakan rata-rata biaya sebesar Rp. 110.471,66. Dengan selisih biaya Rp 24.471,66 atau sekitar 18,5% bekisting sistem PERI lebih murah dibandingkan perancah kayu. Hal ini menjadi alasan pelaksana jasa sub kontraktor memilih menggunakan sistem PERI untuk pelaksanaan bekisting.
2. Alasan lain pelaksana jasa sub kontraktor memilih menggunakan sistem PERI selain dari segi biaya, yaitu hasil pekerjaan lebih rapi, mengurangi limbah produksi, dan lebih kuat dan aman. Adapun alasan pelaksana jasa sub kontraktor memilih menggunakan bekisting konvensional antara lain : pelaksana atau kontraktor mempunyai ide memanfaatkan limbah bekisting, proyek berada di lokasi yang memiliki banyak kayu / kayu mudah di dapat dan murah.

2.1.2 Analisis Perbandingan Biaya Bekisting Antara Bekisting Multiplek Dan Bekisting Tegofilm Untuk Kolom Gedung Bertingkat

Penelitian yang dilakukan oleh Nugroho (2018) tentang Analisis Perbandingan Biaya Bekisting Antara Bekisting Multiplek Dan Bekisting Tegofilm Untuk Kolom Gedung Bertingkat (Studi kasus pada Proyek Pembangunan Rumah Sakit JIH Solo). Penelitian ini memiliki tujuan :

1. Mendapatkan selisih biaya antara bekisting menggunakan multiplek dan bekisting menggunakan tegofilm.
2. Pemilihan material yang tepat untuk bekisting kolom gedung bertingkat.

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode komparatif yang berarti membandingkan biaya bekisting menggunakan multiplek dan bekisting menggunakan tegofilm dan metode analisis yang berarti data yang ada diolah sedemikian rupa sehingga menghasilkan hasil akhir yang dapat disimpulkan. Penelitian tersebut memberikan hasil berupa kesimpulan bahwa:

1. Jika Rumah Sakit JIH Solo menggunakan material multiplek untuk pekerjaan struktur kolom biaya bekisting sebesar Rp 2.056.169.928,10 dengan selisih biaya sebesar Rp 141.437.446,63 atau 7% lebih murah material multiplek bila dibandingkan biaya menggunakan material tegofilm sebesar Rp 2.197.607.374,73.
2. Meski selisih biaya sebesar 7%, penggunaan material tegofilm menjadi salah satu material alternatif untuk pekerjaan bekisting kolom dengan kelebihan memiliki tekstur yang baik, permukaan beton menjadi lebih halus, dan menghemat waktu terutama pada kolom expose yang tidak membutuhkan pekerjaan plester dan pekerjaan acian.

2.1.3 Analisis Bekisting Metode Semi-sistem dan Metode Sistem Pada Bangunan Gedung

Penelitian yang dilakukan oleh Muis (2013) tentang Analisis Bekisting Metode Semi-sistem dan Metode Sistem Pada Bangunan Gedung ini memiliki tujuan sebagai berikut :

1. Mengetahui waktu pekerjaan yang lebih cepat antara bekisting semi-sistem dan bekisting sistem.
2. Mengetahui biaya yang lebih murah antara bekisting metode semi-sistem dan bekisting sistem.

Dua metode yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu metode deskriptif yang berarti memaparkan masalah-masalah yang sudah ada atau tampak dan metode analisis yang berarti data yang sudah ada diolah sedemikian rupa sehingga menghasilkan hasil akhir yang dapat disimpulkan. Hasil dan kesimpulan dari penelitian tersebut adalah :

1. Waktu pekerjaan bekisting metode sistem lebih cepat penyelesaiannya dibandingkan metode semi-sistem. Jadi bekisting metode sistem dipakai atau dipilih apabila proyek konstruksi dituntut untuk lebih cepat dan perusahaan mendapatkan proyek yang sama atau berulang-ulang.
2. Biaya antara pekerjaan bekisting metode sistem lebih mahal dibandingkan dengan bekisting metode semi-sistem.

2.2 Perbedaan Penelitian Sebelumnya

Dari tinjauan penelitian diatas, dapat dirincikan perbedaan penelitian pada tabel 2.1 perbedaan penelitian berikut.

Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian

NO	JUDUL	PENULIS	SUBYEK DAN LOKASI	METODE	KESIMPULAN
1	Komparasi Biaya Pelaksanaan Penggunaan Bekisting Konvensional dan Bekisting Sistem PERI	Legstyana	Struktur Pelat pada Proyek Pembangunan Hotel Red Dot Yogyakarta	Analisis Deskriptif	Penggunaan bekisting sistem PERI lebih murah 18,5 % dibandingkan menggunakan perancah kayu.
2	Analisis Perbandingan Biaya Bekisting Antara Bekisting Multiplek Dan Bekisting Tegofilm Untuk Kolom Gedung Bertingkat	Nugroho	Struktur kolom pada Proyek Pembangunan Rumah Sakit JIH Solo	Komparatif	Penggunaan multiplek untuk bekisting dapat menghebat biaya sebesar 7% lebih murah material dibandingkan material tegofilm.
3	Analisis Bekisting Metode Semi-sistem dan Metode Sistem Pada Bangunan Gedung	Muis	Struktur pelat dan balok pada Proyek Pembangunan Universitas Muhammadiyah Jakarta	Analisis Deskriptif	Biaya antara pekerjaan bekisting metode sistem lebih mahal dibandingkan dengan bekisting metode semi-sistem.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Definisi dan Tinjauan Umum

Bekisting merupakan bagian yang harus ada pekerjaan struktur beton. Menurut Stephens (1985) *formwork* atau bekisting adalah cetakan sementara yang digunakan untuk menahan beton selama beton dituang dan dibentuk sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Sedangkan menurut McCormac (2003) bekisting beton adalah cetakkan yang ke dalamnya beton semi-cair diisikan. Cetakkan ini harus cukup kuat untuk menahan beton dalam ukuran dan bentuk yang diinginkan hingga beton tersebut mengeras. Karena bekisting merupakan struktur, bekisting haruslah didesain secara cermat dan ekonomis untuk mendukung beban yang dikerahkan dengan menggunakan metode-metode yang dibutuhkan untuk desain struktur teknik lainnya.

Keselamatan merupakan hal yang paling diperhatikan dalam bekisting karena kecelakaan dengan persentase yang cukup tinggi terjadi dalam kontruksi struktur beton ialah akibat kegagalan bekisting. Biasanya, kegagalan bekisting bukan disebabkan oleh pemberian beban gravitasi yang berlebihan, meski kadang terjadi, kegagalan biasanya diakibatkan oleh gaya-gaya lateral yang menyebabkan batang penopang bergerak. Gaya-gaya lateral ini bisa saja disebabkan oleh angin, perlengkapan yang bergerak pada bekisting yang bersangkutan, getaran yang diakibatkan oleh lalu lintas, atau oleh tekanan beton yang baru dituang atau digetarkan.

Selain dari segi keselamatan, biaya juga merupakan pertimbangan utama. Biaya bekisting yang dapat berkisar dari sepertiga hingga dua pertiga dari total biaya untuk struktur beton tersebut, sering lebih tinggi daripada biaya beton maupun baja tulangnya. Untuk beton biasa, bekisting dianggap menghabiskan 50% dari total biaya.

3.2 Ketentuan Dan Syarat Pekerjaan Bekisting

Dalam buku *Formwork For Concrete* menurut *American Concrete Institute* (ACI) menyebutkan untuk memenuhi fungsinya bekisting harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Stabil (kokoh), artinya dapat menahan beban sehingga goyangan dan geseran yang terjadi tidak sampai membuat bentuk struktur berubah ataupun menggagalkan system bekisting itu sendiri (ambruk).
2. Kaku, artinya dapat menahan beban sehingga dimensi, bunting atau keropos pada struktur beton dapat dicegah terutama pada bekisting kontak.
3. Kuat, artinya dapat memikul dan menahan beban-beban yang terjadi sebelum pengecoran, selama pengecoran dan setelah masa pengecoran.

Perancangan suatu sistem bekisting bukan hanya untuk membuat cetakan beton sesuai dengan bentuk dan ukuran yang diinginkan tetapi juga harus mampu menahan beban yang terjadi. Faktor yang harus dipenuhi yaitu :

1. Kekuatan
Bekisting mampu menahan beban-beban yang terjadi sebelum pengecoran, selama pengecoran dan setelah masa pengecoran.
2. Kekakuan
Lendutan yang terjadi tidak boleh lebih dari yang disyaratkan yaitu 0,3% dari dimensi permukaan beton atau sesuai dengan ketentuan proyek. Untuk itu dibutuhkan perawatan untuk memastikan bahwa lendutan yang terjadi tidak melebihi toleransi yang disyaratkan.
3. Ekonomis
Pemilihan material bekisting harus ditinjau dari segi pembiayaan dengan mempertimbangkan bentuk bekisting yang sederhana dan ukuran yang tipikal.
4. Metode pelaksanaan
Bekisting harus mudah dibongkar, diperkuat dan dipindahkan tanpa merusak beton atau bekisting. Perencanaan bekisting harus memenuhi hal-hal tersebut, terutama metode pemasangan dan leveling elevasi.

3.3 Perencanaan Bekisting

3.3.1 Fungsi sebuah bekisting

Menurut Wigbout (1992) sebuah bekisting menjalani tiga fungsi :

1. Bekisting menentukan bentuk dari konstruksi beton yang akan dibuat. Bentuk sederhana dari sebuah konstruksi beton menghendaki sebuah bekisting yang sederhana,
2. Bekisting harus dapat menyerap dengan aman beban yang ditimbulkan oleh spesi beton dan berbagai beban luar serta getaran. Dalam hal ini perubahan bentuk dan geseran-geseran dapat diperkenankan asalkan tidak melampaui toleransi-toleransi tertentu,
3. Bekisting harus dapat dengan cara sederhana dipasang, dilepas dan dipindahkan.

Konstruksi bekisting berdasarkan fungsinya dapat dibagi dalam :

1. Bekisting kontak
2. Konstruksi penopang
3. Penanggulangan angin, penanggulangan tekukan dan penjaga kestabilan

3.3.2 Beban-beban vertikal

Beban vertikal menurut Wigbout (1992) disebabkan oleh beberapa hal berikut :

1. Beban oleh bekisting
 - a. Bekisting tradisional atau konvensional

- Kayu papan 150 N/m^2
- Balok-balok anak 150 N/m^2
- Penyangga-penyangga 150 N/m^2

Total sekitar $300 - 450 \text{ N/m}^2$

- b. Bekisting sistem

Apabila bekisting sistem terdiri dari permukaan kontak terbuat dari tripleks, balok-balok yang terbuat dari kayu dan penyangga dari baja, dengan batasan $\pm 20\%$ kita dapat berpegang pada Tabel 3.1 berikut.

Termasuk faktor-faktor yang berpengaruh :

- Beban

- Jarak gelagar-gelagar sistem
- Lenturan yang diperkenankan

Tabel 3.1 Beban Sendiri Bekisting Sistem

L (m)	Bobot sendiri (N/m ²)	L (m)	Bobot sendiri (N/m ²)
2	450	8	1050
3	550	9	1150
4	650	10	1250
5	750	11	1450
6	850	12	1600
7	950		

Sumber : Wigbout (1992)

2. Beban oleh spesi beton

Diperhitungkan untuk beton normal, satuan rata-rata (massa volumik) :

- Spesi beton tanpa tulangan $\gamma = 2400 \text{ kg/m}^3$
- Spesi beton dengan tulangan $\gamma = 2500 \text{ kg/m}^3$

Untuk beban diperhitungkan 24 kg/m^3 , 25 kg/m^3

Bila digunakan jenis beton lain misal beton ringan, kepadatan ini harus diteliti kembali

3. Beban oleh tulangan

- Tulangan lantai bervariasi dari 0,6 hingga 1,0 kN/m³ beton.
- Tulangan balok bervariasi dari 0,8 hingga 1,5 kN/m³ beton.

4. Beban kerja

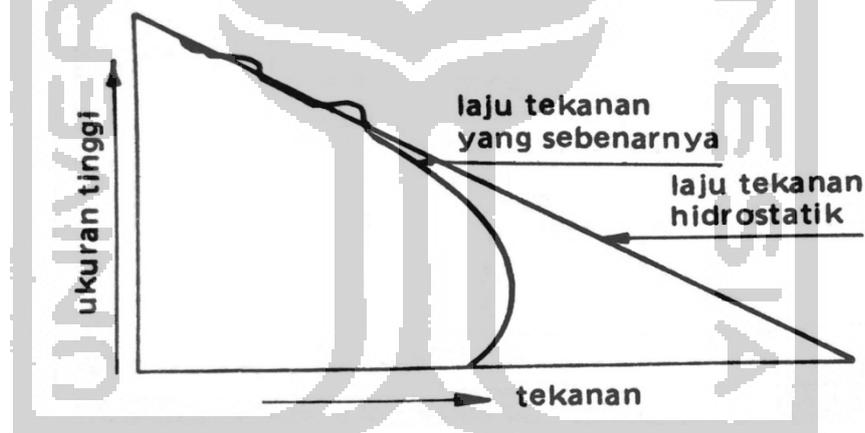
Setelah bekisting selesai dikerjakan, adanya kegiatan akan terjadi pembebanan terhadap bekisting, seperti oleh :

- Spesi beton : pemusatan yang disebabkan oleh penumpahan wadah spesi
- Baja beton : pemusatan batang-batang atau beronjong-beronjong
- Material : penempatan wadah spesi, pengangkutan spesi dengan gerobak
- Pekerja : pemusatan di sekitar wadah spesi beton atau pipa pompa beton

Beban kerja pengganti diberlakukan suatu muatan merata sebesar $1,5 \text{ kN/m}^2$.

3.3.3 Tekanan horisontal spesi beton

Beban yang disebabkan oleh spesi beton cair terhadap bekisting dinding ataupun bekisting kolom lebih banyak berupa tekanan yang mengarah horisontal. Besarnya tekanan horisontal spesi beton dipengaruhi oleh banyak faktor. Apabila spesi beton dalam waktu singkat dicorkan hingga mencapai ketinggian penuh dalam sebuah bekisting, selama beberapa saat tekanan samping dapat dicatat sebagai tekanan hidrostatik. Tekanan hidrostatik yang sama terjadi pula saat spesi beton dipadatkan dengan penggetar bekisting. Tidak lama setelah itu, tekanan samping akan berkurang dari laju tekana hidrostatik. Ini disebabkan oleh gesekan di dalam, kohesi, pemadatan semen, laju tegangan air dan lain sebagainya. Kecepatan naik yang normal oleh spesi beton dalam bekisting $\dot{v} < 4 \text{ m/h}$.



Gambar 3.1 Tekanan Spesi Beton Terhadap Bekisting Dinding (Wigbout, 1992)

Menurut Wigbout (1992), Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap tekanan horisontal spesi beton sebagai berikut :

1. Spesi beton
 - Massa volumik dari spesi beton
 - Susunan spesi beton
 - Massa ikat semen
2. Temperatur
 - Temperatur

- Kecepatan pengecoran
- Metode pengecoran beton
- Cara pemadatan
- 3. Bekisting
 - Tinggi bekisting
 - Bentuk bekisting
 - Kekakuan bekisting
- 4. Tulangan
 - Kepadatan tulangan misalnya dalam kolom

3.3.4 Beban tekanan samping yang disederhanakan

Disebabkan sulit untuk menafsir berapa tepatnya tekanan yang dikerahkan oleh beton yang baru dituang akibat beberapa faktor. Maka dengan pengontrolan faktor-faktor yang berpengaruh, beban tekanan samping dapat distandarkan, misalnya 20, 40, 60 kN/m² dan lebih tinggi lagi. Penstandaran ini berlaku untuk bekisting sistem. Apabila ukuran penyusutan yang sebenarnya dan/atau temperaturnya menyimpang dari nilai yang diberlakukan dalam perencanaan, kecepatan naik harus dikoreksi. Tiga buah arahan untuk beban tekanan samping sebuah bekisting sebagai berikut :

1. Beban horisontal yang rendah, tekanan maksimal ($< 30 \text{ kN/m}^2$), persyaratan :
 - a. Pengecoran perlahan-lahan dengan kecepatan naik yang rendah ($\leq 1 \text{ m/h}$)
 - b. Ukuran penyusutan yang kecil ($\leq 80 \text{ mm}$).
 - c. Ketinggian dinding terbatas ($\leq 3 \text{ m}$).
 - d. Ketebalan dinding terbatas ($\leq 200 \text{ mm}$).
2. Beban horisontal pertengahan, tekanan maksimal $\leq 50 \text{ kN/m}^2$, persyaratan :
 - a. Pada dinding ketinggian hingga 3 m dan tebal hingga 200 mm, kecepatan naik antara 4 – 5 m/h.
 - b. Pada dinding dengan ketinggian cukup besar hingga 15 m, kecepatan naik hingga 1,5 m/h.
 - c. Pada dinding-dinding cemuk lift.
3. Beban horisontal tinggi, tekanan maksimal $\leq 92 \text{ kN/m}^2$, persyaratan :
 - a. Dinding-dinding pada pembuatan lewat penuangan.
 - b. Kolom-kolom

- c. Pada kecepatan naik yang sangat tinggi (> 6 m/h)

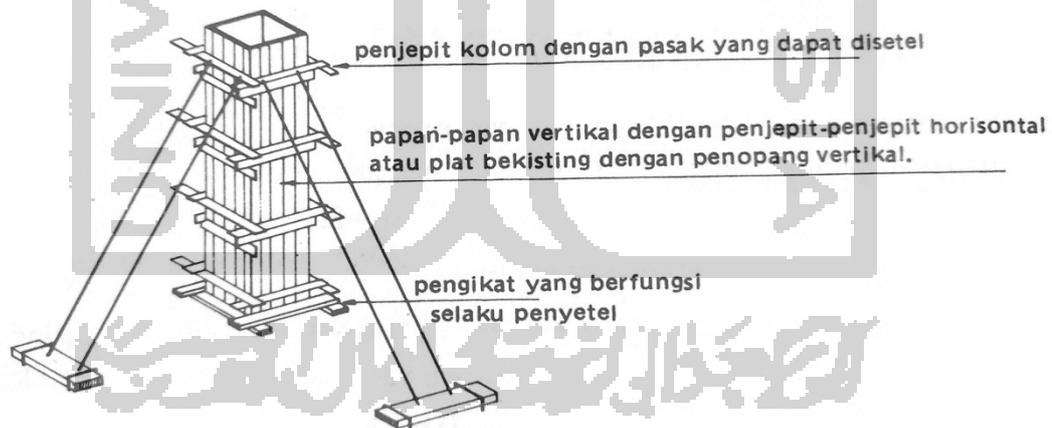
Arahan-arahan ini sangat global dan hendaknya digunakan secara kritis. Jika ketinggian coran beban lebih dari 2 m, tekanan samping ditingkatkan 10 kN/m^2 mengingat efek hentakkan.

3.4 Jenis Dan Tipe Bekisting

Berdasarkan dari seringnya satuan-satuan bekisting dalam bentuk tidak diubah dapat digunakan ulang, Wigbout (1992) membedakan bekisting pada tiga tipe yaitu :

1. Bekisting konvensional

Bekisting konvensional adalah bekisting yang setelah dilepas dan dibongkar menjadi bagian-bagian terpisah, dapat disusun kembali menjadi bentuk semula atau bentuk lain. Bekisting ini masih mudah ditemukan dalam proses pembangunan, dengan bahan dasar kayu papan dan kayu balok dikerjakan. Penggunaannya hanya dapat beberapa kali saja, untuk bentuk bekisting yang rumit harus banyak dilakukan pemotongan.

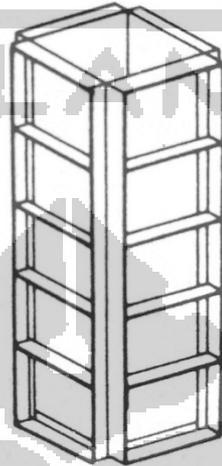


Gambar 3.2 Bekisting Konvensional (Wigbout, 1992)

2. Bekisting semi-sistem

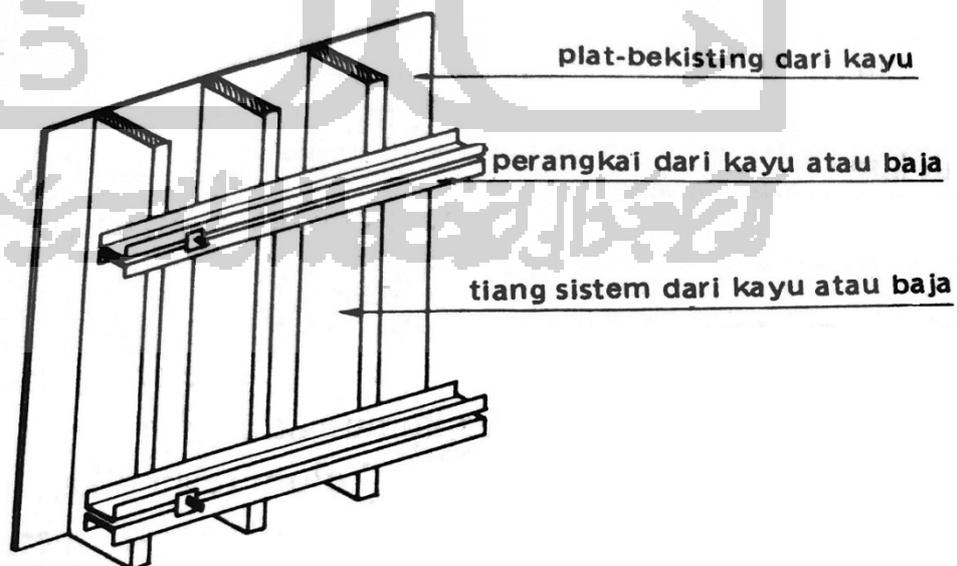
Bekisting semi-sistem adalah suatu bekisting yang dikhususkan untuk sebuah bentuk atau obyek tertentu. Metode bekisting semi-sistem ini dapat digunakan berulang kali dalam bentuk yang tidak dapat diubah. Metode ini dirancang untuk digunakan pada suatu proyek tertentu, yang ukuran-ukurannya

disesuaikan pada bentuk beton bersangkutan. Umumnya bekisting semi-sistem tersusun dari komponen-komponen yang dibuat atau dipesan pada pihak lain atau oleh pengusaha pabrik. Bekisting semi-sistem disyaratkan untuk digunakan apabila ada kemungkinan pengulangan pekerjaan yang besar.



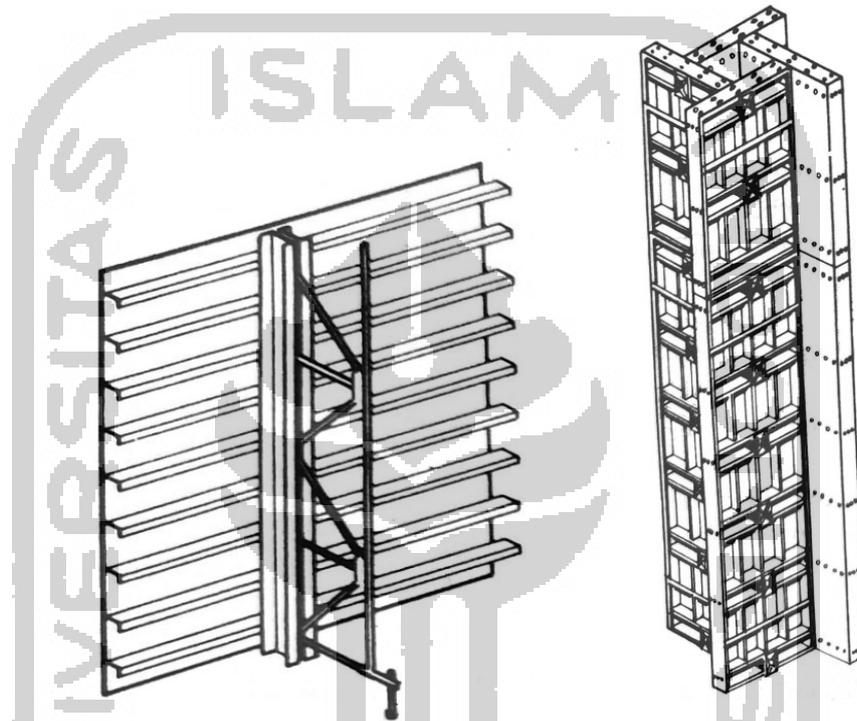
Gambar 3.3 Bekisting Kolom Semi-Sistem Dari Baja (Wigbout, 1992)

Matrial yang digunakan pada bekisting semi-sistem bisa berupa kombinasi dari matrial konvensional berupa kayu dan baja. Seperti pada bekisting dinding pada Gambar 3.4 berikut.



Gambar 3.4 Bekisting Dinding Semi-Sistem (Wigbout, 1992)

Selain dari kombinasi dari material konvensional berupa kayu dan baja, bekisting juga dapat dibuat di pabrik dengan ukuran yang disesuaikan pada proyek yang akan dikerjakan. Bekisting kolom dan bekisting dinding yang terbuat dari baja seperti pada Gambar 3.5 berikut.

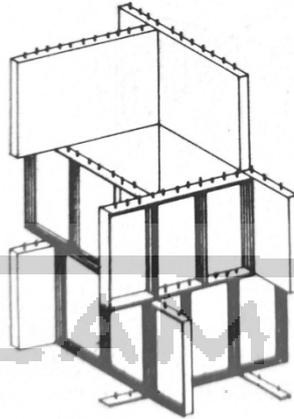


Gambar 3.5 Bekisting Dinding Dan Kolom Dari Baja (Wigbout, 1992)

Berbeda dengan bekisting konvensional yang merupakan bagian-bagian yang terpisahkan, bekisting semi-sistem memiliki bagian yang terpisahkan lebih sedikit sehingga dalam pemasangan dan pembongkaran akan lebih cepat. Selain itu, biaya investasi dan upah kerja yang dikeluarkan tidak begitu tinggi.

3. Bekisting sistem

Bekisting sistem adalah bekisting yang elemen-elemen dibuat dipabrik, sebagian besar komponen terbuat dari baja. Bekisting sistem bertujuan untuk penggunaan berulang-ulang kali. Pembiayaan bekisting sistem selain dapat dibeli langsung dapat juga diperoleh dengan menyewa dari penyedia alat-alat bekisting. Contoh : bekisting untuk panel terowongan, bekisting untuk beton pre-cast.



Gambar 3.6 Bekisting Sistem (Wigbout, 1992)

3.5 Pembiayaan Bekisting

Menurut Antil dan Ryan (1982) dalam Legstyana (2012) penggunaan yang berulang dari bekisting ditujukan untuk mencapai nilai ekonomis maksimum dari material. Dalam tahap perencanaan bekisting yang sulit adalah memperkirakan atau mengestimasi biaya bekisting tersebut. Para perencana harus mampu memperhitungkan banyak faktor yang dapat memberikan dampak dalam pembiayaan pekerjaan bekisting sehingga efisiensi yang diinginkan tercapai. Faktor yang dimaksud tersebut yaitu:

1. Pemilihan tenaga kerja, keterampilan dan harga upah menjadi pertimbangan.
2. Pemilihan metode yang akan digunakan, metode yang berbeda dapat memungkinkan akan adanya penggunaan jenis material, alat bantu dan alat penyangga yang berbeda serta jenis pembiayaannya dengan membeli atau dengan cara sewa.
3. Metode pabrikan, pemasangan, perkuatan, pembongkaran dan pemindahan

Biaya bekisting biasanya berkisar antara 35% sampai 60% atau lebih daripada keseluruhan biaya konstruksi struktur beton Nawy (1997).

3.5.1 Biaya Material Pada Bekisting Konvensional

Menurut Wigbout (1992) besarnya biaya material pada bekisting konvensional dapat diketahui dengan mempelajari penurunan nilai pada masing-masing komponen sesudah pemakaiannya. Penurunan nilai ini dapat bersifat kualitatif dan kuantitatif. Hal ini ditentukan oleh bentuk beton yang akan dibuat

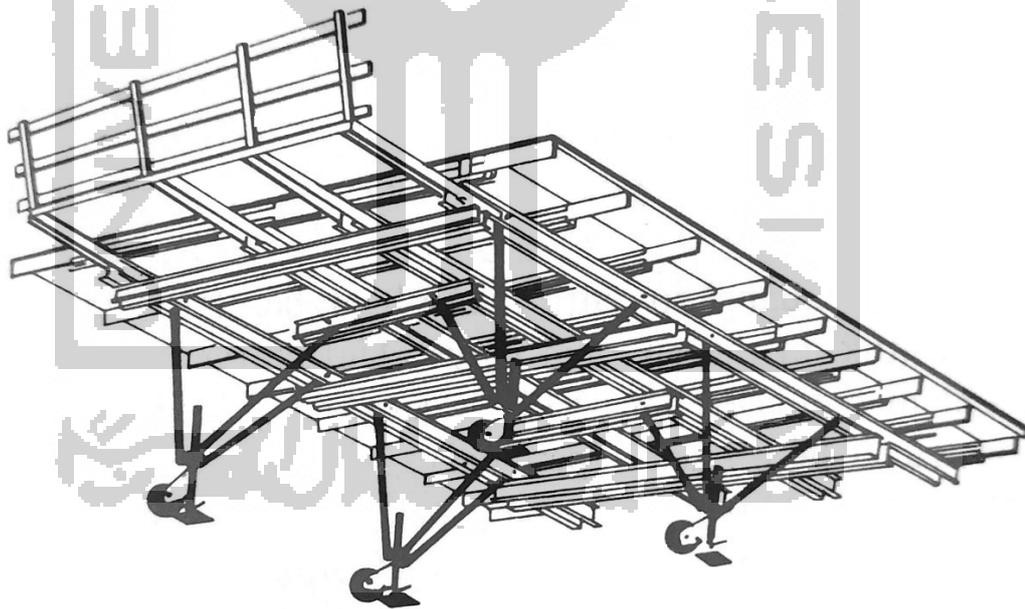
(rumit atau sederhana) dan dari berapa banyak penggunaan ulang yang diharapkan, sering kali dilakukan perhitungan dengan :

1. Kayu papan dapat digunakan 3 hingga 5kali
2. Kayu balok dapat digunakan 6 hingga 12kali

Bahan dasar penyusu bekisting konvensional merupakan bahan yang terbuat dari kayu.

3.5.2 Biaya Material Pada Bekisting Semi-sistem

Metode bekisting semi-sistem sering digunakan untuk komponen bangunan yang memiliki luasan yang besar dan kemungkinan penggunaan berulang kali. Contoh pada bekisting lantai dengan bentuk bekisting meja dengan luas bekisting misalnya 20 hingga 40 m²/meja dan pada bekisting dinding yang dipakai berulang kali dengan luasan bekisting misalnya 15 hingga 35 m²/dinding (Nashir, 2010). Bekisting meja dengan konstruksi penopang dari baja dan *hollow* seperti pada gambar 3.7 berikut.



Gambar 3.7 Bekisting Meja (Wigbout, 1992)

3.5.3 Perbedaan biaya material pada ketiga tipe bekisting

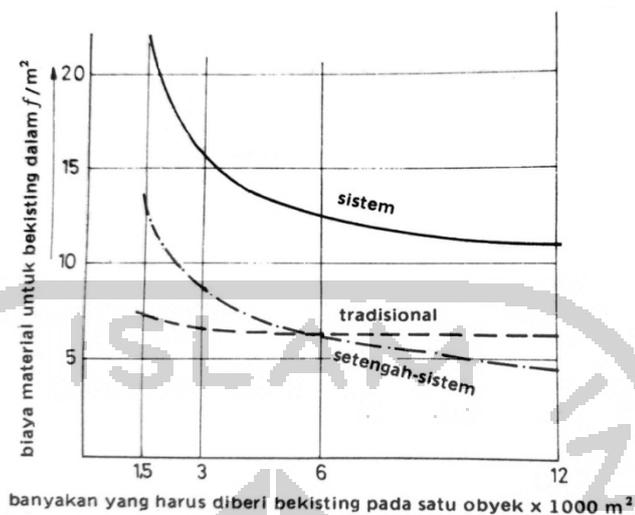
Pembiayaan pada metode bekisting sistem, bekisting semi-sistem dan bekisting konvensional, berhubungan dengan komponen-komponen yang akan dipergunakan pada suatu proyek, memiliki perbedaan satu dengan yang lainnya.

1. Pada bekisting konvensional, biaya yang tercakup adalah :
 - a. Penghapusan kayu
 - b. Penyewaan stempel-stempel baja
 - c. Biaya kirim untuk bagian-bagian yang tahan lama (stempel-stempel baja)
 - d. Tepi-tepi lantai
2. Pada bekisting semi-sistem, biaya yang tercakup adalah :
 - a. Tepi-tepi lantai
 - b. Penyewaan kaki-kaki meja dan stempel-stempel
 - c. Biaya kirim untuk bagian-bagian yang tahan lama
 - d. Penghapusan kayu
3. Untuk bekisting sistem, biaya yang tercakup adalah:
 - a. Tepi-tepi lantai dan merapikan
 - b. Penyewaan untuk kemungkinan pestempelan satu di atas yang lain.
 - c. Biaya angkutan untuk stempel-stempel tambahan dan bekisting sistem
 - d. Penyewaan bekisting

Grafik Perbandingan biaya bekisting konvensional, semi-sistem dan sistem menurut wigbout (1992) diperlihatkan pada Gambar 3.8.

Pada grafik perbandingan biaya bekisting konvensional, semi-sistem dan sistem dapat diketahui perbedaan biaya material terhadap volume pekerjaan. Pada bentuk struktur yang sederhana, dengan bentuk struktur yang relatif sama atau tipikal, maka dapat diambil acuan sebagai berikut:

1. Bekisting sistem akan selalu menjadi metode yang paling mahal.
2. Jika luasannya kurang dari 6000 m^2 , metode konvensional akan lebih murah atau ekonomis.
3. Jika luasannya lebih besar dari 6000 m^2 , metode semi-sistem yang lebih murah atau ekonomis.



Gambar 3.8 Biaya Material Untuk Bekisting Lantai yang Rata/m² (Wigbout, 1992)

3.5.4 Biaya Langsung untuk Bekisting

Biaya langsung untuk bekisting terdiri dari :

1. Upah tenaga kerja
2. Biaya perencanaan
3. Biaya meterial

Biaya langsung sangat dipengaruhi oleh durasi waktu pelaksanaan. Pada saat durasi waktu yang lebih lama, besarnya biaya sewa dan meterial akan meningkat sebanding dengan lamanya durasi waktu pengerjaan. Terutama akan berpengaruh terhadap biaya untuk bekisting semi-sistem dan sistem. Karena kedua metode tersebut memerlukan modal yang lebih besar bila dibandingkan dengan bekisting semi-sistem.

3.6 Bahan Penyusun Bekisting

Bahan yang umumnya dipakai dalam pekerjaan bekisting konvensional adalah sebagai berikut :

3.6.1 Kayu

Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia (PKKI) mengatur penggunaan kayu sebagai bahan penyusun bekisting dengan ketentuan-ketentuan dan persyaratannya. Pada peraturan PKKI jenis-jenis kayu diklasifikasikan berdasarkan

berat jenis, kekuatan lentur mutlak, dan kekuatan tekan mutlaknya menjadi lima kelas.

Tabel 3.2 Klasifikasi Kayu Di Indonesia

No	Kelas kuat	Berat jenis keringudara (gr/cm^3)	Kuat lentur mutlak (kg/cm^2)	Kuat tekan mutlak (kg/cm^2)
1	I	$> 0,9$	> 1100	> 650
2	II	$0,90 - 0,60$	$1100 - 725$	$650 - 425$
3	III	$0,60 - 0,40$	$725 - 500$	$425 - 300$
4	IV	$0,40 - 0,30$	$500 - 360$	$300 - 215$
5	V	$< 0,30$	< 360	< 215

Sumber : PKKI Tahun 1961

Material kayu memiliki sifat-sifat menguntungkan dalam fungsinya sebagai bagian dari konstruksi yaitu :

1. Harga yang relatif murah dan dapat diperoleh dengan mudah
2. Isolasi termis yang sangat baik
3. Dapat dengan baik menerima tumbukan-tumbukan dan getaran-getaran serta penanganan yang kasar di tempat pendirian sebuah bangunan
4. Kekuatan yang besar pada suatu massa volumik yang kecil
5. Mudah dikerjakan dan alat sambungnyasederhana

Sedangkan nilai kapasitas tegangan ijin dan modulus elastisitas dari material kayu adalah sebagai berikut.

Tabel 3.3 Nilai-Nilai Tegangan Ijin Kayu dan Modulus Elastisitasnya

No.	Jenis tegangan (kg/cm^2)	Kelas kuat kayu				
		I	II	III	IV	V
1	Tegangan lentur sejajar serat ($\sigma_{lt//}$)	150	100	75	50	-
2	Tegangan tekan = Tarik sejajar serat ($\sigma_{tk//} = \sigma_{lt//}$)	130	85	60	45	-
3	Tegangan tekan tegak lurus serat ($\sigma_{tk// \perp}$)	40	25	15	10	-

Lanjutan Tabel 3.4 Nilai-Nilai Tegangan Ijin Kayu dan Modulus Elastisitasnya

No.	Jenis tegangan (kg/cm ²)	Kelas kuat kayu				
		I	II	III	IV	V
4	Tegangan geser sejajar serat ($\tau //$)	20	12	8	5	-
5	Modulus Elastisitas (E)	125000	100000	80000	60000	-

Sumber : PKKI tahun 1961

3.6.2 Multiplek

Nilai-nilai penting yang diperkenankan pada beberapa jenis multiplek untuk konstruksi bekisting dengan kondisi penggunaan berlaku kelas kering IV. Nilai-nilai berikut ditetapkan setelah *Centrum voor Houtresearch* (pusat penelitian masalah kayu) meminta *Houtinstituut TNO* (institute masalah kayu TNO) dan laboratorium Stevin di Delft untuk mengadakan penelitian. Untuk jenis atau ketebalan multiplek lainnya masih belum diperoleh keterangan yang dapat dipercaya untuk keadaan-keadaan yang dikemukakan.

Tabel 3.4 Nilai-Nilai Tegangan Ijin Kayu dan Modulus Elastisitasnya

Tebal multiplek (mm)	$\sigma_{b//}$ (N/mm ²)	$\sigma_{b\perp}$ (N/mm ²)	$E_{//}$ (N/mm ²)	E_{\perp} (N/mm ²)	
Bruynzeel	12	9	7,5	6200	3500
	18	11,8	7	5900	3820
	21	9	6,5	5500	3700
Pine Oregon Kanada	13	4,8	4,8	5900	3600
	19	4,8	4,8	5400	4050
	22	4,0	5,6	5400	4050
Vuren/berken Finlandia	12	12	8,8	7230	4680

Sumber : Wigbout (1992)

3.6.3 Tegofilm

Tegofilm adalah produk multiplek yang permukaannya dilapisi dengan lembaran Phenol Formaldehyde Film pada satu sisi atau dua sisi. Multiplek

tegofilm ini bisa digunakan berulang sampai 6 – 12 kali pakai. Pada umumnya tegofilm tersedia dalam ketebalan 12 mm, 15 mm, dan 18 mm dengan ukuran 120 x 240 cm seperti multiplek. Material jenis ini mempunyai tekstur yang lebih halus dibandingkan multiplek dan sering digunakan untuk pembuatan bekisting balok, plat dan kolom khususnya pada bekisting semi sistem maupun bekisting sistem.



Gambar 3.9 Tegofilm

(Sumber : <https://ehuabao.en.made-in-china.com>)

3.6.4 Baja

Martial baja digunakan dalam berbagai bentuk dan kualitas. Umumnya baja dipakai dalam alat-alat penghubung, tetapi juga sebagai matrial pembantu atau komponen pembantu pada bekisting konvensional hingga sepenuhnya selaku konstruksi penyangga dan konstruksi bekisting. Menurut Wigbout (1992), baja memiliki keunggulan sebagai berikut :

1. Kekuatan yang tinggi.
2. Susunan homogen dan isotrop.
3. Kekerasan yang tinggi dan tahan terhadap keausan.
4. Tersedia dalam berbagai bentuk.
5. Dapat diperoleh dengan menggabungkan logam campuran.
6. Tahan terhadap lingkungan dasar dari spesi beton, PH 10 -12
7. Memiliki nilai sisa yang baik.

Sedangkan kekurangan dari baja menurut Wigbout (1992) yaitu :

1. Berat masa yang tinggi, sekitar 7850 kg/m^3 .
2. Pembentukan karat.
3. Hantaran termis yang besar.
4. Pembuatan dan penyusunannya umumnya dibuat pada tempat kerja yang khusus disediakan untuk itu.

Wigbout (1992), memberikan batasan-batasan tegangan – tarik yang diperkenankan sebagai berikut

1. Tegangan tarik 160 N/mm^2
2. Tegangan tekan 160 N/mm^2
3. Tegangan lentur 160 N/mm^2
4. Tegangan geser 100 N/mm^2
5. Tegangan tumbukan 320 N/mm^2
6. Modulus Elastisitas (E) 210 kN/mm^2

3.6.5 Aluminium

Pada hal-hal tertentu aluminium memiliki kelebihan dari baja, material aluminium lebih sesuai untuk bekisting. Di antara hal yang menguntungkan tersebut yaitu beratnya yang lebih ringan dan lebih sedikit pemeliharaan dibandingkan pada baja. Akan tetapi harganya yang lebih mahal membuat penggunaannya terbatas pada obyek-obyek yang harus diberi sebuah bekisting ringan dan atau pengulangannya dapat dimanfaatkan secara optimal (Wigbout, 1992).

Aluminium yang paling sesuai untuk sebuah bekisting adalah tipe Al-Mg-Si (campuran dengan magnesium dan kadar silikon yang rendah). Tergantung dari kadar campurannya, ketahanan aluminium cukup baik, berkisar antara $250 - 400 \text{ N/mm}^2$, ketahanan terhadap korosi hampir sama seperti aluminium murni, kekerannya menurut Binell $750 - 1200 \text{ N/mm}^2$, dan modulus kekenyalannya $70 - 75 \text{ N/mm}^2$. Untuk berat massanya ditetapkan $2700 - 2800 \text{ kg/m}^3$ (Wigbout, 1992).

Penggunaan aluminium untuk bidang-bidang yang berbentuk lengkung seperti pada terowongan dan reservoir air, telah dikembangkan di Swiss sebuah system, yang karena beratnya cukup ringan digunakan pula untuk dinding-dinding penopang. Panel - panel kontak yang digunakan dalam hal ini dapat dipakai ulang hingga 300 kali (Wigbout, 1992).

3.6.6 Bahan Pemikul dan Penopang

Faktor-faktro yang dibutuhkan dan penting yang diharapkan terpenuhi dari suatu pemikul dan penompang bekisting adalah :

1. Tahan terhadap penggunaan yang berlangsung kasar.
2. Seminimal mungkin elemen-elemen
3. Dengan bobot yang ringan harus dapat dan mampu untuk memindahkan beban-beban yang relative berat.
4. Dapat dipakai berulang kali
5. Sederhana dalam pemasangan dan penyetelan
6. Mudah dikontrol

Penopang dapat dibagi dalam beberapa kelompok utama, antara lain yaitu :

1. Stempel baja

Sekalipun harganya relatif mahal, stempel baja tetap menarik untuk dijadikan pilihan sebagai penompang bila beban-beban yang terjadi cukup besar..

2. Stempel kayu (penopang dari kayu)

Stempel dari kayu gergajian sudah digunakan sejak dahulu sebagai alat penopang pada bekisting, baik dalam bentuk kayu bulat ataupun kayu yang diberi kekuatan. Tetapi belakangan ini penggunaannya semakin berkurang, disebabkan muncul berbagai macam material yang lebih memudahkan pemasangannya.

3. Steger pipa dari baja

Meskipun pendirian sebuah penopang dari steger pipa memerlukan banyak pengerjaan, namun material ini bisa sangat menarik untuk sebuah bekisting. Sebuah steger yang terdiri dari pipa baja yang ringan dengan bantuan perangkai-perangkai dapat dihubungkan satu sama lain dengan cara sederhana..

4. Stempel baja

Sekalipun harganya relatif mahal. Pada beban-beban yang lebih besar, stempel baja tetap menarik untuk dijadikan pilihan sebagai penompang. Pemikul dibentuk kombinasikan penyangga dan balok-balok atas dari baja.

5. Steger sistem dari baja

Dibandingkan dengan steger pipa dari baja, steger sistem ini mempunyai kelebihan sebagai berikut:

- a. Menara-menara yang dibangun sudah mempunyai stabilitas sendiri.
- b. Tidak memerlukan tenaga ahli.
- c. Tidak begitu banyak memerlukan pengerjaan
- d. Komponennya lebih sedikit.

Beban-beban yang diizinkan pada setiap bentuk struktur baja yaitu :

- a. Beban yang diizinkan untuk setiap kuda-kuda adalah 50-100 kN, menyesuaikan dari sistem yang digunakan dan pemendekan tekukan
- b. Beban yang diizinkan untuk menara adalah 160-200 kN. Menara-menara dirangkai membentuk penampang segitiga, segiempat, atau persegi panjang.

Untuk sambungan kuda-kuda dan menara digunakan alat-alat sambung sistem khusus sehingga dapat menghemat waktu pemasangannya.

6. Stempel konstruksi

Digunakan pada beban-beban yang sangat berat, dengan daya dukung yang dimiliki oleh jenis stempel ini bervariasi, yaitu antara 140-350 kN. Penyangga terdiri dari komponen yang ringan dan dapat dirangkai, dipasang, dan dilepas dengan mudah. Digunakan untuk memikul beban horisontal seperti beban pada lantai dan beban pada balok, dan pada bidang vertikal seperti beban pada dinding dan kolom. Berdasarkan konstruksinya, pemikul bekisting dibagi menjadi 2 (dua) yaitu :

- a. Penyangga tersusun
- b. Pemikul yang dapat digeser terdiri dari satuan-satuan yang berukuran pendek dan ringan, terbuat dari bahan baja atau kayu, biasanya berbentuk kisi atau rangka. Pemikul kayu dengan bentuk 4,35m, dengan bantuan pengikat-pengikat dari baja dan pasak-pasak kayu. Bobot dari satu pemikul adalah 7 (tujuh) sampai 9 (sembilan) kg/m.

7. Stempel sekrup

Kapasitas daya dukungnya adalah 5-20 kN, digunakan untuk beban-beban yang agak ringan. Pada bagian bawah stempel sekrup dilengkapi dengan

sebuah pelat kaki yang sudah tersedia lubang-lubang untuk paku. Sedangkan pada bagian atasnya dilengkapi oleh sebuah garpu yang dapat menyangga satu atau dua buah balok. Adapula stempel khusus yang sudah dilengkapi dengan menambahkan pelat-pelat kaki dan pelat puncak yang dapat diputar, dan dapat mampu menahan gaya tarik maupun tekan.

3.7 Pelaksanaan Pekerjaan Bekisting

Biaya tenaga kerja dan peralatan bagi konstruksi bekisting dan penggunaannya memiliki porsi terbesar dari total keseluruhan biaya. Dalam berbagai estimasi, biaya untuk membuat, mendirikan, dan perkuatan bekisting diestimasi terhadap produktivitas pekerja. Semua pengeluaran untuk tenaga kerja dan peralatan kerja bekisting digabungkan dalam 3 (tiga) urutan pekerjaan bekisting yaitu membuat (*build*), memasang/mendirikan (*erect*) dan pembongkaran (*strip*) (Clark, 1983).

1. Pembuatan (*build*)

Pembuatan bekisting yang paling awal sebelum digunakan (pekerjaan prefabrikasi) adalah aktifitas praktis dengan berbagai macam tipe cetakan. Bentuk cetakan bangunan tergantung hanya kepada inisial pre-fabrikasi dari bekisting dan pengeluaran yang lebih jauh kemudian terlingkup dalam pekerjaan pemasangan dan perkuatan (Clark, 1983).

2. Pemasangan (*erect*)

Tingkat produktivitas rata-rata pekerja untuk pemasangan bekisting cukup untuk menutupi pemasangan dari semua bentuk bekisting tetapi tidak termasuk pemasangan sistem perkuatan eksternal (Clark, 1983).

3. Pembongkaran (*strip*)

Pembongkaran dari bekisting mencakup pemindahan, pembongkaran, pembersihan, pelumasan, penyimpanan sementara dan perbaikan ari bekisting setelah pemakaian sehingga siap digunakan untuk operasi selanjutnya (Clark, 1983).

Langkah – langkah pemasangan bekisting untuk kolom dijabarkan sebagai berikut :

1. Langkah Pertama
 - a. Panel ditegakkan dengan mengatur *adjustable brace* dan *adjustable kickers*
 - b. Pabrikasi bekisting kolom
 - c. Panel diperkuat dengan *adjustable brace* dan *adjustable kickers av*
 - d. Memasang setengah panel dibantu dengan *tower crane*
 - e. Ditempatkan pada garis marking
2. Langkah Kedua
 - a. Panel ditegakkan dengan mengatur *adjustable Brace* dan *adjustable Kicker*
 - b. Memasang setengah panel ke-2 dibantu dengan *tower crane*
 - c. Perkuat panel dengan *adjustable brace* dan *adjustable kickers av*
3. Langkah Ketiga
 - a. Cek terakhir bekisting dan ketegakan bekisting
 - b. Memeriksa ketegakan dengan menggunakan unting-unting
 - c. Siap untuk dicor dan dibantu dengan alat vibrator
 - d. Dengan menyetel *adjustable brace* dan *adjustable kickers*
 - e. Memasang plat form pengecoran (*scaffolddeck*)
4. Langkah Keempat
 - a. Elevasi pengecoran
 - b. Setelah terpasang semua
 - c. Dicek kembali bekistingnya

3.8 Momen Inersia

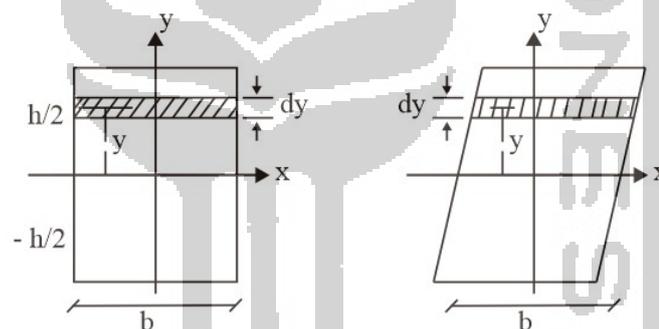
3.8.1 Pendahuluan

Hukum Newton I mengatakan bahwa semua benda senantiasa akan tetap ditempat atau bergerak beraturan kecuali ada gaya luar yang mengubahnya. Akibat adanya gaya luar yang mengubah dari kondisi biasanya akan terdapat resistensi yang kemudian disebut gaya inersia (*inertia force*). Suatu benda akan

terkandung didalamnya suatu gaya inersia, karena gaya inersia yang merupakan fungsi dari besarnya massa. Suatu massa yang bergerak kekanan misalnya pada massa yang bersangkutan akan terkandung gaya inersia yang arahnya ke kiri. Pada benda atau potongan yang mengalami rotasi/perubahan bentuk maka akan mendapatkan resistensi berupa momen inersia rotasi atau momen inersia (*rotation moment of inertia or momen of inertia*) yang arahnya berlawanan dengan arah rotasi. Dengan demikian gaya inersia yang dikenal dalam ilmu dinamika ialah gaya yang arahnya berlawanan dengan arah gerakan (Widodo, 2014).

3.8.2 Momen inersia elemen-elemen dasar

Penerapan momen inersia dasar pada bangun standar akan menghasilkan formula tertentu. Momen inersia segiempat dapat diperoleh dari perhitungan berikut :



Gambar 3.10 Potongan Persegi (Widodo, 2014)

Pada gambar tampak potongan/elemen dasar segiempat atau ekuivalen jajar genjang seperti pada Gambar 3.10 dipandang suatu pias luasan setebal dy , maka luasan pias adalah

$$dA = bdy \quad (3.1)$$

Dengan memakai persamaan momen inersia dasar sebelumnya maka momen inersia terhadap sumbu-x, I_x adalah

$$I_x = \int_{-h/2}^{h/2} y^2 dA = b \int_{-h/2}^{h/2} y^2 dy = b \left[\frac{1}{3} y^3 \right]_{-h/2}^{h/2} = 2b \left[\frac{1}{3} y^3 \right]_0^{h/2}$$

$$I_x = 2b \left[\frac{1}{3} \cdot \left(\frac{1}{8} \cdot h \right)^3 \right]$$

$$I_x = \frac{1}{12}bh^3 \quad (3.2)$$

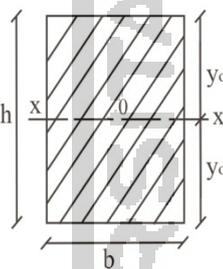
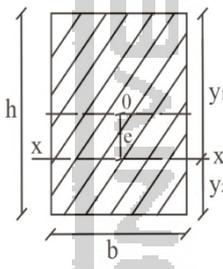
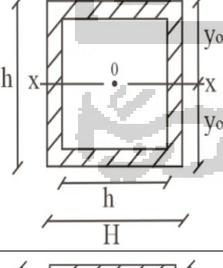
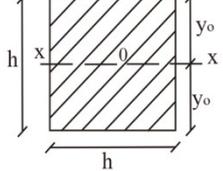
Dengan cara yang sama maka momen inersia terhadap sumbu-y, I_y adalah

$$I_y = \frac{1}{12}hb^3 \quad (3.3)$$

Momen inersia untuk bangun-bangun dasar lainnya dapat dilihat pada Tabel

3.5 berikut

Tabel 3.5 Momen Inersia dan Momen lawan pada bangunan dasar

Bentuk	Luas (F)	Jarak Sumbu (y)	Momen Inersia (I)	Momen Lawan (W)	Jari-jari Inersia (i)
	bh	$y_0 = \frac{h}{12}$	$\frac{bh^3}{12}$	$\frac{bh^2}{6}$	$\frac{h}{\sqrt{12}} = 0,289h$
	bh	$y_1 = \frac{h}{2} + 2$ $y_2 = \frac{h}{2} - e$	$\frac{bh^3}{12} + bhe^2$	$\frac{bh^2}{6}$	$\frac{h}{\sqrt{12}} = 0,289h$
	$H^2 - h^2$	$Y_0 = H/2$	$\frac{H^4 - h^4}{12}$	$\frac{H^4 - h^4}{6H}$	$\sqrt{\frac{H^2 - h^2}{12}} =$ $0,289 \sqrt{H^2 - h^2}$
	h^2	$y_0 = \frac{h^4}{12}$	$\frac{h^4}{12}$	$\frac{h^3}{6}$	$\frac{h}{\sqrt{12}} = 0,289h$

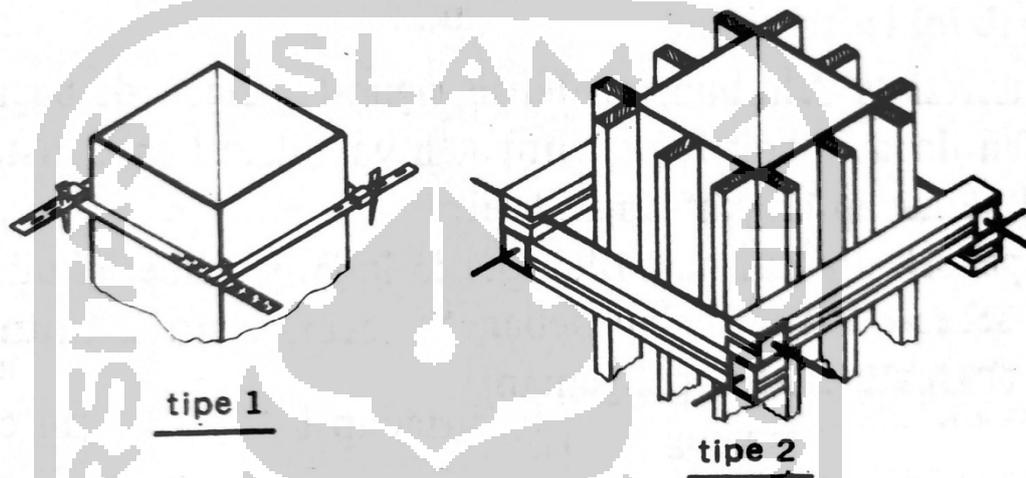
Sumber : Sunggono (1979)

3.9 Perhitungan Bekisting

3.9.1 Tinjauan umum bekisting kolom

. Wigbout (1992) membedakan bekisting kolom dalam dua tipe, yaitu ;

1. Dengan pengikat kolom dari baja
2. Dengan tiang-tiang, perangkai-perangkai dan pen-pen pusat



Gambar 3.11 Tipe bekisting kolom

Untuk bekisting kolom tipe 1 harus dihitung :

1. Jarak as sampai as pengikat-pengikat (kekuatan dan lenturan bekisting kontak).
2. Kekuatan dan lenturan pengikat.
3. Tekanan peletakan oleh kayu terhadap pengikat.

Perhitungan untuk pengikat, kita boleh mengabaikan lubang-lubang penembus (pons) karena lewat pengubah bentuk cara dingin sewaktu berlangsungnya penembusan telah diperoleh suatu material yang sedemikian rupa, sehingga kita dapat menghitung dengan penampang penuh.

Sedangkan untuk bekisting tipe 2 yang harus dihitung :

1. Jarak as sampai as tiang-tiang (kekuatan dan lenturan bekisting kontak).
2. Jarak as sampai as perangkai-perangkai (kekuatan dan lenturan tiang-tiang, kekuatan dan lenturan perangkai-perangkai).
3. Tenaga pen pusat.
4. Gaya lintang dan tekanan peletakan perangkai

3.9.2 Luas bekisting kolom

Pada umumnya bentuk kolom suatu gedung berbentuk sederhana seperti persegi, persegi panjang, ataupun lingkaran,



Gambar 3.12 Kolom Persegi Panjang

Untuk mencari luasan bekisting persegi atau persegi panjang dapat digunakan persamaan berikut (Nugroho, 2018):

$$\text{Volume bekisting persegi} = ((2 \times b) + (2 \times h)) \times H \quad (3.4)$$

Dimana :

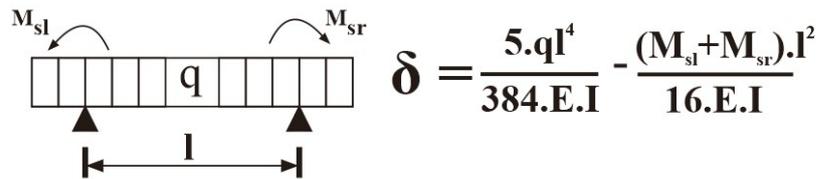
b = Panjang kolom

h = Lebar kolom

H = Tinggi kolom

3.9.3 Lenturan

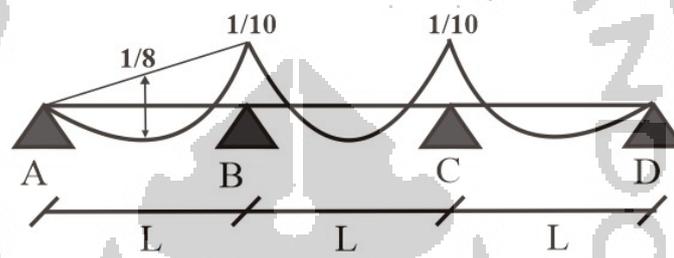
Untuk perhitungan sebuah bekisting, beban yang merata dibatasi pada bobot sendiri dari bekisting dan pada tulangan yang ada. Bobot sendiri dari spesi beton merupakan beban variabel. Beban variabel ini dapat berbeda pada tiap area dan ada kalanya menimbulkan momen dan titik tumpu yang tidak menguntukan dibanding beban yang berlanjut. Perlu dikemukakan di sini, bahwa area yang pertama dicor dan dibebani secara penuh, lenturan area berikutnya tidak selamanya menyebabkan lenturan balik area pertama secara penuh menurut gambar 3.13.



$$\delta = \frac{5 \cdot q \cdot l^4}{384 \cdot E \cdot I} - \frac{(M_{sl} + M_{sr}) \cdot l^2}{16 \cdot E \cdot I}$$

Gambar 3.13 Persamaan Lenturan (Wigbout, 1992)

Kekakuan pada titik tumpu yang berada di ujung dengan jarak tumpuan yang sama persamaan diatas dapat disederhanakan menjadi



Gambar 3.14 Bending Momen Diagram (Wigbout, 1992)

$$f_{AB} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{EI} - \frac{1}{10} q l^2 \cdot \frac{l^2}{16EI}$$

$$f_{AB} = (0,01302 - 0,00625) \cdot \frac{q l^4}{EI}$$

$$f_{AB} = 0,00677 \cdot \frac{q l^4}{EI} \quad (3.5)$$

Dimana :

q = Beban (N)

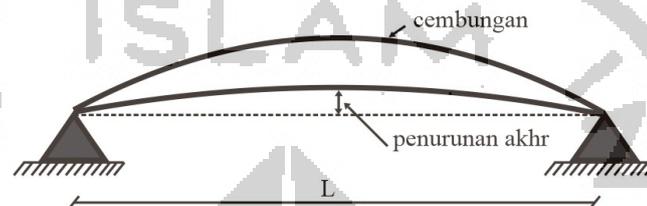
l = Panjang bentang (mm)

E = Modus elastisitas bahan (kN/mm²)

I = Momen inersia bahan (mm⁴)

Perubahan bentuk yang terjadi pada kontruksi bekisting, termasuk juga dalam kecermatan dalam pemasangan bekisting, menentukan hasil akhir produk bekisting yaitu kontruksi beton. Penyimpangan tersebut harus berada pada toleransi yang diberikan. Untuk menentukan lenturan dan penurunan setidaknya memperhatikan dua hal berikut :

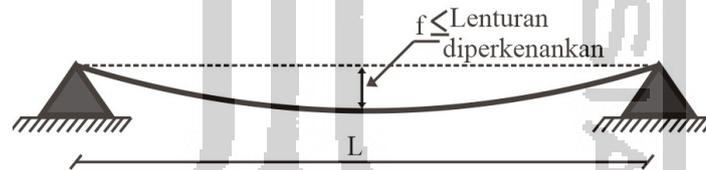
1. Penyatuan-penyatuan pada penyelesaian pekerjaan : apakah beton indah yang diinginkan, apakah ada bagian prefab yang disatukan seperti misalnya dinding-dinding dan kosen-kosen?
2. Tuntutan segi keindahan : sebuah balok yang panjang misalnya harus menunjukkan suatu penurunan yang positif agar tampak rata.



Gambar 3.15 Penurunan Akhir Saat Bekisting Dilepas

Pada umumnya dalam perhitungan untuk sebuah bekisting konvensional dalam kaitannya lenturan dalam berbagai bidang menggunakan arahan kasar berikut :

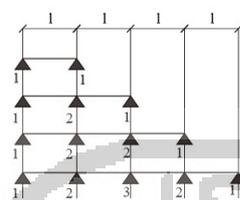
- a. Pekerjaan kotor $f \leq 0,003 l$
- b. Pekerjaan bersih $f \leq 0,002 l$



Gambar 3.16 lenturan yang diperkenankan (Wigbout, 1992)

3.9.4 Momen

Dalam rumus-rumus hitung pada gambar 3.17 perlu diberlakukan suatu perbandingan antara beban variabel dan beban berlanjut sebesar kurang lebih 15:1 antara beban variabel dan beban berlanjut. Momen-momen dan beban-beban titik tumpu yang diberikan merupakan tahapan maksimal yang terjadi dalam gelagar-gelagar terusan yang kepanjangan medannya sama. Di sini bertitik tolak dari pemikiran bahwa pencoran dimulai dari satu ujung.

	KEKUATAN				LENTURAN
	M_{maks} ql^2	R_1 ... ql	R_2 ... ql	R_3 ... ql	
	1/8	1/2	-	-	$M_1 = 0$
	1/8	2/5	6/5	-	$M_2 = 1/8 \cdot q \cdot l^2$
	1/10	2/5	6/5	-	$M_2 = 1/10 \cdot q \cdot l^2$
	1/10	2/5	6/5	1/1	$M_2 = 1/10, M_3 = 1/14 \cdot q \cdot l^2$

Gambar 3.17 Rumus Menghitung Momen (Wigbout, 1992)

Tegangan peletakan ditentukan dengan rumus :

$$\sigma_d = \frac{R}{A} \text{ untuk titik tumpuan yang terletak di tengah dan} \quad (3.6)$$

$$\sigma_d = 1,5x \frac{R}{A} \text{ untuk titik tumpuan yang terletak di ujung} \quad (3.7)$$

Dimana :

R = Beban yang diterima bahan

A = Luas penampang bahan

Faktor 1,5 diikutsertakan sehubungan dengan adanya tegangan-tegangan di bagian tepi. Tegangan peletakan dapat menjadi penentu ukuran, seandainya dilakukan penstempelan berlanjut (*shoring*) terhadap tingkatan-tingkatan sebelumnya.

BAB IV METODOLOGI PENELITIAN

4.1 Metodologi Penelitian

Metode penelitian digunakan sebagai dasar atau langkah-langkah berurutan yang didasarkan pada tujuan penelitian dan menjadi suatu perangkat yang digunakan untuk menarik kesimpulan, sehingga dapat diperoleh penyelesaian yang diharapkan untuk mencapai keberhasilan penelitian.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode analisis dan deskriptif. Analisis berarti data yang sudah ada diolah sedemikian rupa sehingga menghasilkan hasil akhir yang dapat disimpulkan. Deskriptif maksudnya memaparkan masalah-masalah yang sudah ada atau tampak.

4.2 OBJEK DAN SUBJEK PENELITIAN

Objek dalam penelitian ini adalah Proyek Pembangunan The Green Park Apartemen and Mall dengan subjek penelitian perbandingan biaya bekisting konvensional dan semi-sistem pada kolom gedung.

4.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan cara-cara yang digunakan untuk mendapatkan data. Dalam penelitian ini ada dua cara pengumpulan data yaitu :

1. Data primer

Data primer adalah data asli yang diperoleh langsung dari hasil survey, wawancara, dan pengamatan langsung dalam proses penelitian seperti foto proyek.

2. Data sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari pihak lain yang digunakan sebagai pendukung dalam proses penelitian. Pada proyek ini data sekunder berupa gambar kerja didapatkan dari pihak proyek, daftar harga material dan upah didapatkan dari berbagai pihak, dan indeks atau faktor pengali biaya

bahan dan upah yang didasarkan pada SNI 7394:2008 tentang Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton.

4.4 Tahapan Penelitian Dan Analisis

Tahapan penelitian dan analisis merupakan kegiatan sistematis dan logis untuk mendapatkan hasil yang akurat sesuai dengan tujuan penelitian. Adapun tahapan penelitian dan analisis yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mencari objek penelitian dan wawancara dengan pihak terkait untuk mendapatkan data primer objek penelitian.
2. Melakukan identifikasi subjek penelitian.
3. Menghitung volume bekisting kolom dengan cara membaca table dimensi kolom dan jumlah kolom pada gambar rencana proyek.
4. Analisis biaya bekisting konvensional
 1. Menghitung biaya 1 m² bekisting kolom konvensional dengan bantuan SNI 7394:2008 tentang Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton.
 2. Menghitung biaya satu kolom dengan merata-rata pemakaian pertama, kedua, dan ketiga.
 3. Mengitung biaya total dengan mengkaliakan biaya satu kolom dengan jumlah kolom kemudian dijumlahkan.
 4. Memperoleh biaya total bekisting kolom.
5. Analisis biaya bekisting semi-sistem

Untuk mengetahui kebutuhan bekisting semi-sistem maka perlu dilakukan perencanaan dan desain bekisting semi-sistem. Desain bekisting yang direncanakan yaitu bekisting dengan balok vertikal . Bekisting semi-sistem yang digunakan yaitu berupa multiplek dan *hollow*. Multiplek direncanakan tiga kali pemakaian, sedangkan *hollow* direncanakan digunakan berulang kali. Maka kebutuhan multiplek dan *hollow* berbeda. Tahapan perhitungan kebutuhan bekisting *hollow* dan alat sebagai berikut :

- a. Menghitung tekanan spesi beton yang dibagi rata pada keseluruhan tinggi kolom.

- b. Menentukan jarak tiang *hollow* dengan memperhitungkan kekuatan, lenturan dan gaya geser.
- c. Menentukan jarak balok *hollow* perangkai dengan memperhitungkan kesetimbangan momen, lenturan, dan gaya geser.

Setelah diketahui jarak aman tiang dan pengikat pada satu meter persegi bekisting, kemudian menghitung :

- a. Menghitung kebutuhan *hollow* dan alat pada satu meter persegi bekisting.
- b. Menghitung koefisien *hollow* dan alat dengan membandingkan kebutuhan *hollow* dan alat dalam satu meter persegi bekisting.

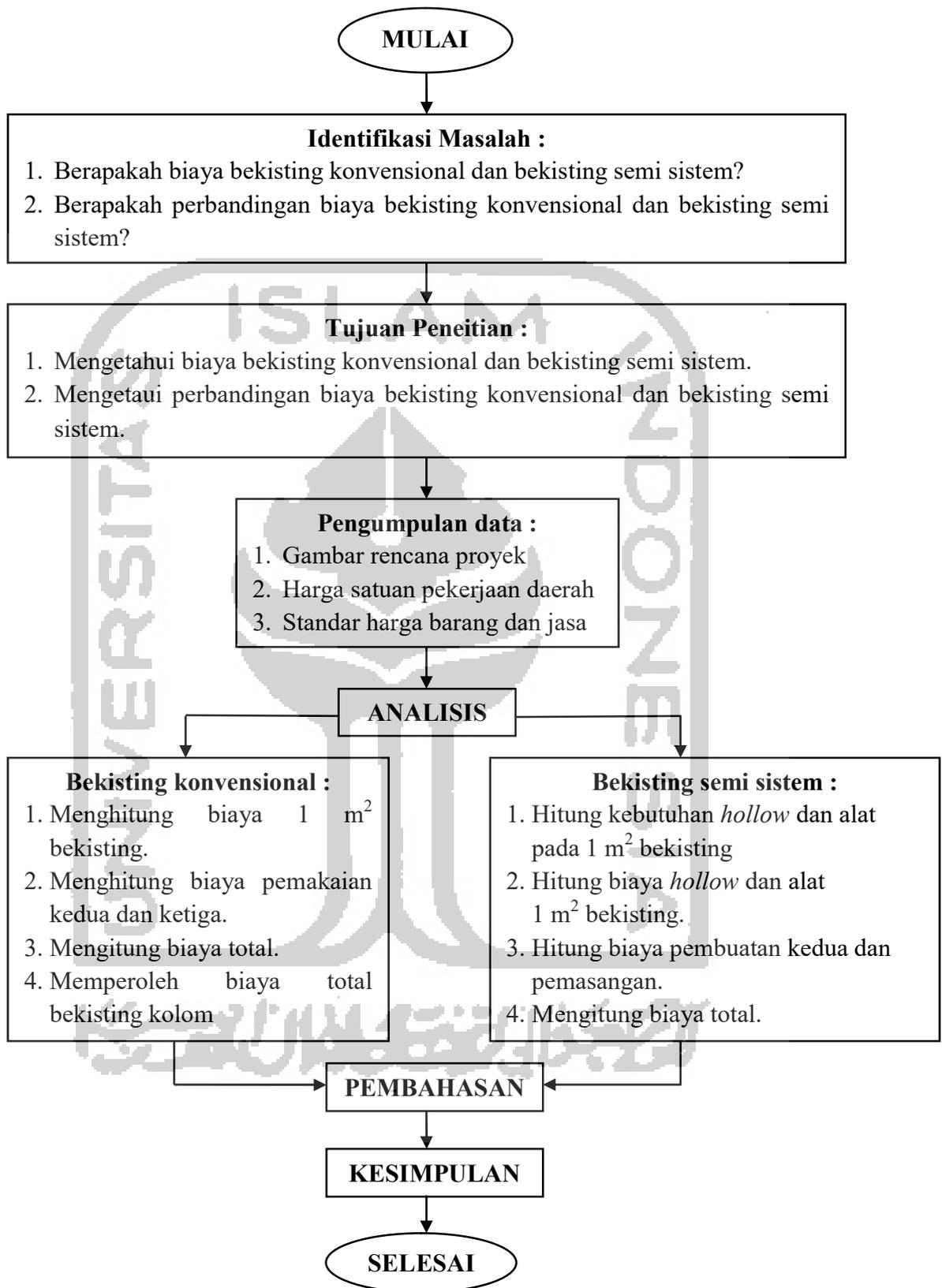
Setelah koefisien *hollow* dan alat diketahui dan dengan menggunakan SNI 7394:2008 tentang Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton, kemudian dicari :

- a. Biaya per meter persegi pembuatan pertama,
- b. Biaya pembuatan kedua dan seterusnya, dimana alat sudah ada sehingga tidak perlu dihitung lagi,
- c. Biaya pemasangan bekisting, biaya yang dikeluarkan berupa upah pembongkaran dan pemasangan, dan minyak bekisting.

Langkah selanjutnya mengalikan harga satu satuan dengan jumlah dan luasan masing-masing kolom, maka diperoleh biaya total bekisting semi-sistem.

- 6. Pembahasan hasil analisis dengan membandingkan biaya bekisting konvensional dan bekisting semi-sistem.

Tahapan penelitian yang akan dilakukan ditunjukkan dengan diagram alur pada Gambar 4.1 berikut ini



Gambar 4.1 *Flowchart* Penelitian

BAB V

DATA ANALISIS DAN PEMBAHASAN

5.1 Data Proyek Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan biaya bekisting konvensional dan bekisting semi-sistem. Untuk memperoleh hasil sesuai tujuan penelitian ini maka dilakukan perbandingan biaya pemasangan bekisting konvensional dan bekisting semi-sistem dengan menggunakan data proyek The Green Park Apartemen and Mall sebagai obyek penelitian. Berikut data proyek The Green Park Apartemen and Mall:

Nama proyek	:	The Green Park Apartemen and Mall
Lokasi proyek	:	Jl. KH. Maulana Hasanudin, Batuaceper, Kota Tangerang
Owner / Developer	:	PT. Panca Bumi Properti
Jumlah lantai	:	25 lantai dan 3 basemant

5.2 Menghitung Volume Pekerjaan Kolom

5.2.1 Dimensi dan Letak Kolom Tiap Lantai

Berdasarkan pada gambar rencana struktur Proyek The Green Park Apartemen and Mall bentuk kolom yang digunakan yaitu kolom persegi dan kolom persegi panjang. Pada perencanaan proyek ini digunakan 16 jenis kolom dengan 23 dimensi kolom yang berbeda. Detail jenis dan dimensi kolom dapat dilihat pada Tabel 5.1.

5.2.2 Luas Bekisting Dan Jumlah Kolom Tiap Lantai

Luas bekisting kolom K1 (60/100) dengan tinggi kolom 350 dicari dengan pers. (3. 4) sebagai berikut :

$$\begin{aligned}L &= ((2xb) + (2xh)) \times H \\ &= ((2 \times 60 \text{ cm}) + (2 \times 100 \text{ cm})) \times 350 \text{ cm} \\ &= 112000 \text{ cm}^2 \\ &= 11,2 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Luas kolom lainnya dihitung dengan cara yang sama. Luas dan jumlah kolom dapat dilihat pada lampiran 1. Untuk memudahkan penghitungan, dilakukan tabulasi kolom didasarkan pada ukuran kolom seperti pada tabel 5.1 berikut.

Tabel 5.1 Tabulasi Dimensi Kolom

Kolom	Jumlah	Luas (m ²)	Volume (m ³)
70/180	20	17,5	350
60/180	16	16,8	268,8
60/120	28	12,6	352,8
60/100	28	11,2	313,6
50/170	8	15,4	123,2
50/160	8	14,7	117,6
50/150	8	14	112
50/140	8	13,3	106,4
50/130	8	12,6	100,8
50/120	16	11,9	190,4
50/110	60	11,2	672
50/100	100	10,5	1050
50/90	52	9,8	509,6
50/80	32	9,1	291,2
50/70	32	8,4	268,8
50/60	20	7,7	154
45/80	61	8,75	533,75
45/70	28	8,05	225,4
45/60	11	7,35	80,85
45/45	16	6,3	100,8
40/100	36	9,8	352,8
40/90	52	9,1	473,2
40/80	52	8,4	436,8
Total	700		7126

5.3 Analisis Biaya Bekisting Konvensional

5.3.1 Analisis Harga Satuan Bekisting

Indeks yang digunakan didasarkan pada SNI 7394:2008 tentang Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton Untuk Bangunan Gedung Dan Perumahan. Sedangkan upah tenaga kerja didasarkan pada Peraturan Gubernur

Provinsi Daerah Khusus Ibu kota Jakarta Nomor 16 Tahun 2018 tentang Upah Minimum Sektor Provinsi. Sedangkan harga material diperoleh dari TB. Radi. Pemasangan 1 m² bekisting kolom dapat dilihat pada tabel 5.2 berikut.

Tabel 5.2 Biaya Pemasangan 1 m² Bekisting Konvensional

Uraian	Sat.	Indeks	Harga Satuan (Rp)	Biaya Total (Rp)
A. Tenaga kerja				
Pekerja	OH	0.66	138.077,00	Rp 91.130,82
Tukang kayu	OH	0.33	158.789,00	Rp 52.400,37
Kepala tukang	OH	0.033	173.978,00	Rp 5.741,27
Mandor	OH	0.033	185.023,00	Rp 6.105,76
Jumlah upah tenaga kerja				Rp155.378,22
B. Bahan				
Kayu Meranti 6x12	m ³	0.04	Rp2.800.000,00	Rp112.000,00
Paku 5 cm - 12 cm	Kg	0.4	Rp16.000,00	Rp 6.400,00
Minyak bekisting	ltr	0.2	Rp15.000,00	Rp 3.000,00
kayu Meranti 5x7	m ³	0.015	Rp2.808.000,00	Rp 42.120,00
Multiplek 15 mm	Lbr	0.35	Rp190.000,00	Rp 66.500,00
Dolken kayu galam, Ø (8-10) cm, panjang 4 m	Btg	2	Rp25.000,00	Rp 50.000,00
Jumlah harga bahan				Rp280.020,00
Biaya per 1 m² bekisting kolom				Rp 435.398,22

Pada pemakaian pertama, multiplek tidak mengalami kerusakan. Pada pemakaian berikutnya, multiplek mengalami kerusakan sebesar 15% akibat pembongkaran bekisting. Begitu juga untuk pemakaian ketiga, multiplek mengalami kerusakan 30% dari pemakaian pertama, hal ini didasarkan pada laporan tugas akhir Nugroho (2018). Berikut ini adalah harga satuan multiplek 1 m² pemakaian kedua dan pemakaian ketiga :

$$\begin{aligned} \text{Harga Multiplek pemakaian kedua} &= 15 \% \times \text{Rp } 66.500,00 \\ &= \text{Rp } 9.975,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Harga Multiplek pemakaian kedua} &= 30 \% \times \text{Rp } 66.500,00 \\ &= \text{Rp } 19.950,00 \end{aligned}$$

Biaya bahan pada pemakaian kedua dan ketiga, Selain minyak bekisting, diasumsikan dapat digunakan kembali tanpa perbaikan. Sedangkan biaya tenaga kerja sama seperti pada pemakaian pertama. Biaya 1 m² bekisting pemasangan kedua dan ketiga dapat dilihat pada table berikut.

Tabel 5.3 Biaya Pemakaian Kedua 1 m² Bekisting Konvensional

Uraian	Sat.	Indeks	Harga Satuan (Rp)	Biaya Total (Rp)
A. Tenaga kerja				
Pekerja	OH	0.66	138.077,00	Rp91.130,82
Tukang kayu	OH	0.33	158.789,00	Rp52.400,37
Kepala tukang	OH	0.033	173.978,00	Rp5.741,27
Mandor	OH	0.033	185.023,00	Rp6.105,76
Jumlah upah tenaga kerja				Rp155.378,22
B. Bahan				
Minyak bekisting	ltr	0.2	Rp15.000,00	Rp3.000,00
Multiplek 15 mm	Lbr	0.35	-	Rp 9.975,00
Jumlah harga bahan				Rp 12.975,00
Biaya per 1 m² bekisting kolom				Rp 168.353,22

Pada pemakaian ketiga, harga multiplek adalah 30% dari biaya multiplek pertama.

Tabel 5.4 Biaya Pemakaian 1 m² Ketiga Bekisting Konvensional

Uraian	Sat.	Indeks	Harga Satuan (Rp)	Biaya Total (Rp)
A. Tenaga kerja				
Pekerja	OH	0.66	138.077,00	Rp91.130,82
Tukang kayu	OH	0.33	158.789,00	Rp52.400,37
Kepala tukang	OH	0.033	173.978,00	Rp5.741,27

Lanjutan Tabel 5.4 Biaya Pemakaian 1 m² Ketiga Bekisting Konvensional

Uraian	Sat.	Indeks	Harga Satuan (Rp)	Biaya Total (Rp)
Mandor	OH	0.033	185.023,00	Rp 6.105,76
Jumlah upah tenaga kerja				Rp 155.378,22
B. Bahan				
Minyak bekisting	ltr	0.2	15.000,00	Rp 3.000,00
Multiplek 15 mm	Lbr	0.35	-	Rp 19.950,00
Jumlah harga bahan				Rp 22.950,00
Biaya per 1 m² bekisting kolom				Rp 178.328,22

5.3.2 Rekapitulasi Biaya Bekisting Kolom

Pada pemakaian kedua, biaya multiplek per m² yang dimasukkan adalah biaya *waste* sebesar Rp 9.712,50.

Analisis biaya bekisting pada kolom 60/100 sebanyak 28 dengan pemasangan pertama sebanyak 10 kali, pemakaian kedua 9 kali dan pemakaian ketiga 9 kali, maka perhitungan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Luas bekisting} &= ((2 \times 60) + (2 \times 100)) \times 350 &= 11,2 \text{ m}^2 \\
 \text{Biaya per 1 m}^2 &= \text{Rp } 435.398,22 \\
 \text{Pemasangan pertama} &= \text{Luas bekisting} \times \text{biaya 1 m}^2 \text{ pemasangan pertama} \\
 &= 11,2 \text{ m}^2 \times \text{Rp } 435.398,22 &= \text{Rp } 4.876.460,10 \\
 &= 10 \times \text{Rp } 4.876.460,10 &= \text{Rp } 48.764.600,98 \\
 \text{Pemakaian kedua} &= \text{Luas bekisting} \times \text{biaya 1 m}^2 \text{ pemakaian kedua} \\
 &= 11,2 \text{ m}^2 \times \text{Rp } 168.353,22 &= \text{Rp } 1.885.556,10 \\
 &= 9 \times \text{Rp } 1.885.556,10 &= \text{Rp } 16.970.004,88 \\
 \text{Pemakaian ketiga} &= \text{Luas bekisting} \times \text{biaya 1 m}^2 \text{ pemakaian ketiga} \\
 &= 11,2 \text{ m}^2 \times \text{Rp } 178.328,22 &= \text{Rp } 1.997.276,10 \\
 &= 9 \times \text{Rp } 1.997.276,10 &= \text{Rp } 17.128.764,88 \\
 \text{Biaya total} &= \text{Rp } 83.710.090,73
 \end{aligned}$$

Analisis biaya kolom lainnya dengan cara yang sama dapat dilihat pada tabel 5.5 berikut.

Tabel 5.5 Rekapitulasi Biaya Bekisting Konvensional

Kolom	Luas (m ²)	Jumlah	Biaya pemakaian pertama	Biaya pemakaian kedua	Biaya pemakaian Ketiga	Biaya Total
70/180	17,50	20	Rp 53.336.282,32	Rp 20.623.269,82	Rp 18.724.463,42	Rp 92.684.015,55
60/180	16,80	16	Rp 43.888.140,88	Rp 14.141.670,73	Rp 14.979.570,73	Rp 73.009.382,34
60/120	12,60	28	Rp 54.860.176,10	Rp 19.091.255,49	Rp 20.222.420,49	Rp 94.173.852,07
60/100	11,20	28	Rp 48.764.600,98	Rp 16.970.004,88	Rp 17.975.484,88	Rp 83.710.090,73
50/170	15,40	8	Rp 20.115.397,90	Rp 7.777.918,90	Rp 5.492.509,27	Rp 33.385.826,07
50/160	14,70	8	Rp. 19.201.061,63	Rp 7.424.377,13	Rp 5.242.849,76	Rp 31.868.288,52
50/150	14,00	8	Rp 18.286.725,37	Rp 7.070.835,37	Rp 4.993.190,24	Rp 30.350.750,98
50/140	13,30	8	Rp 17.372.389,10	Rp 6.717.293,60	Rp 4.743.530,73	Rp 28.833.213,43
50/130	12,60	8	Rp 16.458.052,83	Rp 6.363.751,83	Rp 4.493.871,22	Rp 27.315.675,88
50/120	11,90	16	Rp 31.087.433,12	Rp 10.017.016,77	Rp 10.610.529,27	Rp 51.714.979,16
50/110	11,20	60	Rp 97.529.201,95	Rp 37.711.121,95	Rp 39.945.521,95	Rp 175.185.845,86
50/100	10,50	100	Rp 155.437.165,61	Rp 58.334.391,77	Rp 61.790.729,27	Rp 275.562.286,65
50/90	9,80	52	Rp 76.804.246,54	Rp 28.047.646,95	Rp 29.709.481,95	Rp 134.561.375,44
50/80	9,10	32	Rp 43.583.362,12	Rp 16.852.157,62	Rp 16.227.868,29	Rp 76.663.388,04
50/70	8,40	32	Rp 40.230.795,81	Rp 15.555.837,81	Rp 14.979.570,73	Rp 70.766.204,34
50/60	7,70	20	Rp 23.467.964,22	Rp 9.074.238,72	Rp 8.238.763,90	Rp 40.780.966,84
45/80	8,75	61	Rp 80.004.423,48	Rp 29.461.814,03	Rp 31.207.439,03	Rp 140.673.676,53
45/70	8,05	28	Rp 35.049.556,95	Rp 12.197.191,01	Rp 12.919.879,76	Rp 60.166.627,71
45/60	7,35	11	Rp 12.800.707,76	Rp 4.949.584,76	Rp 3.932.137,32	Rp 21.682.429,83
45/45	6,30	16	Rp 16.458.052,83	Rp 5.303.126,52	Rp 5.617.339,02	Rp 27.378.518,38
40/100	9,80	36	Rp 51.202.831,02	Rp 19.798.339,02	Rp 20.971.399,02	Rp 91.972.569,07
40/90	9,10	52	Rp 71.318.228,93	Rp 26.044.243,60	Rp 27.587.376,10	Rp 124.949.848,62
40/80	8,40	52	Rp 65.832.211,32	Rp 24.040.840,24	Rp 25.465.270,24	Rp 115.338.321,81
Total Biaya Bekisting Konvensional						Rp 1.902.728.133,86

5.4 Analisis Biaya Bekisting Semi-sistem

5.4.1 Perencanaan dan desain bekisting

Demi keamanan dan keselamatan bekisting, perlu dilakukan perencanaan perhitungan yang baik. Untuk itu diperlukan pedoman dalam perhitungan. Berikut pedoman ketentuan yang digunakan pada perencanaan ini :

1. Tekanan horisontal spesi beton (q)

Tekanan maksimum beton didasarkan pada beban tekanan samping yang disederhanakan didasarkan pada 3.4.4 digunakan 92 kN/m^2 atau $0,092 \text{ N/mm}^2$

2. Tegangan (σ), dan Modulus Elastisitas (E)

a. Multiplek

Digunakan multiplek dengan tebal 18 mm dengan pemasangan searah serat kayu maka berdasarkan pada Tabel 3.4 18 mm

$$\sigma = 11,8 \text{ N/mm}^2$$

$$E = 5900 \text{ N/mm}^2$$

b. Baja *hollow* didasarkan pada 3.6.3 kapasitas *hollow* digunakan :

$$\text{Tegangan baja } (\sigma) = 160 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Tegangan geser baja } (\tau) = 100 \text{ N/mm}$$

$$\text{Modulus elastisitas } (E) = 2,1 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$$

3. Kontruksi bekisting dibuat dalam pekerjaan kotor $f \leq 0,003$

4. Momen inersia dan momen lawan dengan persamaan pada Tabel 3.5

a. Multiplek berbentuk persegi panjang dengan h tebal multiplek dan b 1 m

b. *Hollow* dihitung dengan persamaan pada Tabel 3.5

Perencanaan kebutuhan *hollow* pada luas bekisting satu m^2 dengan matrial yang digunakan yaitu *hollow* $50 \times 50 \times 2,3 \text{ mm}$ sebagai tiang dan juga sebagai pengunci.

5.4.1.1 Menentukan jarak tiang *hollow*

Jarak tiang ditentukan oleh ketebalan bekisting kontak. Bekisting kontak yang digunakan yaitu tegofilm 18 mm .

1. Berdasarkan kekuatan

Momen yang terjadi terhadap momen lawan bahan harus kurang atau sama dengan tegangan ijin bahan, maka

$$\frac{M}{W_{\text{multiplek}}} \leq \sigma_{\text{multiplek}}$$

$$M \leq \sigma_{\text{multiplek}} \times W_{\text{multiplek}}$$

$$\frac{q \cdot L^2}{10} \leq \sigma_{\text{multiplek}} \times W_{\text{multiplek}}$$

$$\frac{0,092 \text{ N/mm}^2 \cdot 1000 \cdot L^2}{10} \leq 11,8 \text{ N/mm}^2 \times 540 \times 10^2 \text{ mm}^3$$

$$L \leq 263,17 \text{ mm}$$

2. Berdasarkan lenturan

Lenturan yang terjadi tidak boleh lebih besar dari toleransi yang diberikan, maka

$$0,00677 \cdot \frac{q \cdot L^4}{E \cdot I} \leq 0,003 L$$

$$\frac{L^4}{L} \leq \frac{0,003 \cdot E \cdot I}{0,00677 \cdot q}$$

$$L^3 \leq \frac{0,003 \cdot 5900 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \cdot 4860 \times 10^2 \text{ mm}^4}{0,00677 \cdot 0,092 \text{ N/mm}^2}$$

$$L \leq 239,92 \text{ mm}$$

Maka jarak tiang *hollow* ditentukan oleh lenturan bahan, dengan $L = 239 \text{ mm}$

5.4.1.2 Menentukan jarak pengunci perangkai atau pengikat *hollow*

Beban pengikat yang disederhanakan, maka :

$$q_2 = L_{\text{tiang}} \times q = 239 \times 0,092 = 22,07 \text{ N/mm}^2$$

1. Berdasarkan kekuatan

Momen yang terjadi terhadap momen lawan bahan harus kurang atau sama dengan tegangan ijin bahan, maka :

$$\frac{M}{W_{\text{hollow}}} \leq \sigma_{\text{hollow}}$$

$$M \leq \sigma_{\text{hollow}} \times W_{\text{hollow}}$$

$$\frac{q_2 L^2}{10} \leq \sigma_{\text{hollow}} \times W_{\text{hollow}}$$

$$\frac{22,07 \text{ N/mm}^2 \cdot L^2}{10} \leq 160 \text{ N/mm}^2 \cdot 35,77 \times 10^2 \text{ mm}^3$$

$$L \leq 509,187 \text{ mm}$$

2. Berdasarkan lenturan

Lenturan yang terjadi tidak boleh lebih besar dari toleransi yang diberikan, maka

$$0,00677 \cdot \frac{qL^4}{E \cdot I} \leq 0,003 L$$

$$\frac{L^4}{L} \leq \frac{0,003 \cdot E \cdot I}{0,00677 \cdot q}$$

$$L^3 \leq \frac{0,003 \cdot 2,1 \times 10^5 \text{ N/mm}^2 \cdot 894,21 \times 10^2 \text{ mm}^4}{0,00677 \cdot 22,07 \text{ N/mm}^2}$$

$$L \leq 722,397 \text{ mm}$$

Maka jarak pengikat *hollow* ditentukan oleh kekuatan bahan, dengan $L = 509$ mm

5.4.1.3 Kontrol tegangan geser tiang

Untuk mengetahui besar tegangan geser perlu diketahui besar gaya geser lintang maksimum (R) yang disebabkan oleh tekanan-letakkan maksimum oleh spesi beton (P).

$$P = L_{\text{tiang}} \times L_{\text{pengikat}} \times q_{\text{horisantal beton}}$$

$$= 239 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot 509 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot 92 \text{ kN/m}^2$$

$$= 11,235 \text{ kN}$$

$$R = \frac{1}{2} \times P$$

$$= \frac{1}{2} \times 11,235 \text{ kN}$$

$$= 5,617 \text{ kN}$$

Besar tegangan geser yang terjadi pada tiang baja *hollow* tidak boleh lebih besar dari tegangan geser izin baja *hollow*.

$$\sigma_d \leq \tau_{\text{baja hollow}}$$

$$1,5 \times \frac{R}{H^2 - h^2} \leq 100 \text{ N/mm}^2$$

$$1,5 \times \frac{5,617 \times 10^3 \text{ N}}{50^2 - 47,7^2} \leq 100 \text{ N/mm}^2$$

$$18,749 \text{ N/mm}^2 \leq 100 \text{ N/mm}^2$$

Dengan L tiang 239 mm dan L pengikat 509 mm tegangan geser aman tegangan ijin, maka L dapat dipakai.

5.4.1.4 Kontrol tegangan tekanan letakan antar tiang dan pengunci

$$\begin{aligned} P &= L_{\text{tiang}} \times L_{\text{pengikat}} \times q_{\text{horisantal beton}} \\ &= 239 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot 509 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot 92 \text{ kN/m}^2 \\ &= 10,240 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\sigma_{\perp} \leq \sigma_{\text{ijin baja hollow}}$$

$$\frac{P}{2 \times b_{\text{tiang}} \times b_{\text{pengikat}}} \leq 100 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{10240 \text{ N}}{2 \times 50 \times 50} \leq 100 \text{ N/mm}^2$$

$$2,048 \text{ kN} \leq 100 \text{ N/mm}^2$$

5.4.1.5 Kontrol tenaga tie rod

Tie road yang digunakan baja dengan diameter $\emptyset 16$ mm, maka gaya tarik yang diperkenankan :

$$F = \frac{1}{4} \times \emptyset^2 \times \sigma_{\text{baja hollow}} = \frac{1}{4} \times 16^2 \times 160 = 10240 \text{ N}$$

Besar gaya tarik yang terjadi tidak boleh melebihi tidak boleh melebihi ijin, maka :

$$F_{\text{yang terjadi}} \leq F_{\text{ijin}}$$

$$L \times L_{\text{tiang}} \times q \leq F_{\text{ijin}}$$

$$L \times 239 \times 0,092 \leq 10240 \text{ N}$$

$$L \leq \frac{10240}{242 \times 0,092}$$

$$L \leq 463,91 \text{ mm}$$

jarak pengikat ditentukan oleh kekuatan tie rod, untuk memudahkan pemasangan L tiang dibulatkan menjadi 240 mm dan L pengikat dibulatkan menjadi 450 mm

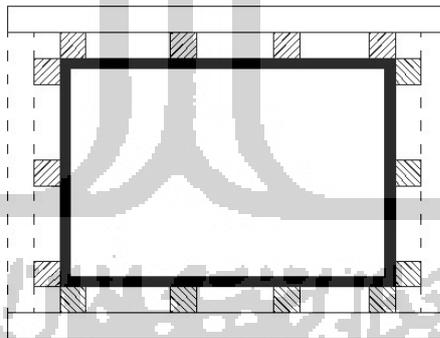
5.4.2 Kebutuhan *hollow* tiang dan pengikat dalam 1 m² bekisting

Perhitungan jarak tiang dan pengikat 1 m² bekisting, maka kebutuhan *hollow* didapatkan sebagai berikut :

$$\text{Tiang} = \left(\frac{b}{L_{\text{tiang}}} \right) + 1 = \left(\frac{100}{24} \right) + 1 = 5 \text{ buah}$$

$$\text{Pengikat} = \left(\left(\frac{h}{L_{\text{Pengikat}}} \right) + 1 \right) = \left(\left(\frac{100}{45} \right) + 1 \right) = 3 \text{ buah}$$

Hollow yang digunakan untuk satu pengikat sebanyak dua buah, maka kebutuhan total pengikat sebanyak 6 buah *hollow*. Untuk 1 m² bekisting dibutuhkan tiang *hollow* sebanyak 5 buah, dengan tinggi bekisting 1 m maka kebutuhan tiang *hollow* adalah 5 meter. Sedangkan untuk panjang pengikat yang dipasang seperti tampak pada gambar 5.1, maka panjang *hollow* pengikat yaitu :



Gambar 5.1 Bekisting Kolom Tampak Atas

$$\begin{aligned} \text{Panjang pengikat} &= \text{Dimensi kolom} + 2(\text{tebal tegofil} + 2 \text{ lebar } \textit{hollow}) \\ &= 100 + 2(1,8 + 2,5) \\ &= 123,8 \text{ cm} \\ &= 124 \text{ cm} \\ \text{Panjang total pengikat} &= 124 \text{ cm} \times 6 \text{ bh} \\ &= 744 \text{ cm} \end{aligned}$$

Maka panjang total pengikat dan tiang *hollow* sebesar 12,44 meter. Panjang satu buah *hollow* yaitu 6 m, maka kebutuhan *hollow* dalam 1 m² bekisting adalah $\frac{12,44}{6}$ atau 2,073 buah *hollow*.

5.4.3 Kebutuhan alat dan bahan dalam 1 m² bekisting semi-sistem

Alat yang digunakan meliputi *tie rod*, *wing nut*, *base plate*, *p-p prop*, *kickers brace*, dan *monas base*. Banyaknya alat penyangga didasarkan SNI 7394:2008 yaitu sebanyak dua buah. Sedangkan untuk *tie rod* dan *wing nut* dihitung secara teoritis seperti pada perhitungan panjang pengikat, maka dibutuhkan sebanyak :

$$\begin{aligned}
 \text{Tie rod} &= 100 + 2 \times (\text{tebal tegofilm} + 3B_{\text{hollow}}) \\
 &= 100 + 2 \times (1,8 + 3.5) \\
 &= 133,6 \text{ cm} \\
 \text{Kebutuhan total tie rod} &= \text{Banyak pengkita} \times 133,6 \text{ cm} \\
 &= 3 \times 133,6 \\
 &= 400,8 \text{ cm} \\
 &= 5 \text{ meter} \\
 \text{Wing Nut} &= \text{Banyak pengkita} \times 2 \\
 &= 3 \times 2 \\
 &= 6 \text{ buah} \\
 \text{Paku Skrup 1 tiang hollow} &= \left(\frac{100}{30}\right) + 1 \\
 &= 5 \text{ bh} \\
 \text{Kebutuhan total Paku Skrup} &= 5 \times 5 \\
 &= 25 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

5.4.4 Analisis harga satuan Bekisting Semi-sistem

Indeks bahan dan tenaga kerja didasarkan pada SNI 7394:2008 tentang Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton Untuk Bangunan Gedung Dan Perumahan. Sedangkan upah tenaga kerja didasarkan pada Peraturan Gubernur Provinsi Daerah Khusus Ibu kota Jakarta Nomor 16 Tahun 2018 tentang Upah Minimum Sektor Provinsi. Pembuatan pertama 1 m² bekisting semi-sistem sebagai berikut.

Tabel 5.6 Pembuatan 1 m² Bekisting Kolom Semi-Sistem

Uraian	Satuan	Indeks	Harga Satuan (Rp)	Biaya Total (Rp)
A. Tenaga kerja				
Pekerja	OH	0,66	Rp138.077,00	Rp91.130,82
Tukang kayu	OH	0,33	Rp158.789,00	Rp52.400,37
Kepala tukang	OH	0,033	Rp173.978,00	Rp5.741,27
Mandor	OH	0,033	Rp185.023,00	Rp6.105,76
Jumlah upah tenaga kerja				Rp155.378,22
B. Bahan				
<i>Hollow</i>	Bh	2,073	Rp220.000,00	Rp366.666,67
Paku Skrup 3,5'	Bh	25	Rp500,00	Rp7.600,00
Minyak bekisting	Ltr	0,2	Rp15.000,00	Rp3.000,00
<i>Tie Rod</i>	m	5	Rp32.500,00	Rp120.240,00
<i>Wing Nut</i>	Bh	6	Rp19.500,00	Rp1.128.000,00
Penyangga 1 set	Bh	2	Rp1.425.000,00	Rp2.850.000,00
Tegofilm 18 mm	Lbr	0,35	Rp450.000,00	Rp157.500,00
Jumlah kebutuhan <i>hollow</i> dan alat				Rp3.601.133,33
Biaya total 1 m² bekisting semi-sistem				Rp3.756.511,56

Untuk pembuatan selanjutnya alat yang digunakan tidak perlu dihitung kembali, sehingga biaya pembuatan kedua dan seterusnya seperti berikut :

Tabel 5.7 Pembuatan Bekisting Kedua Dan Seterusnya

Uraian	Satuan	Indeks	Harga (Rp)	Harga Satuan (Rp)
A. Tenaga kerja				
Pekerja	OH	0,66	Rp138.077,00	Rp 91.130,82
Tukang kayu	OH	0,33	Rp158.789,00	Rp 52.400,37
Kepala tukang	OH	0,033	Rp173.978,00	Rp 5.741,27
Mandor	OH	0,033	Rp185.023,00	Rp 6.105,76
Jumlah upah tenaga kerja				Rp 155.378,22
B. Bahan				
<i>Hollow</i>	Bh	2,073	Rp220.000,00	Rp456.133,33
Paku Skrup 3,5'	Bh	25	Rp 500,00	Rp12.500,00
Minyak bekisting	Ltr	0,2	Rp15.000,00	Rp3.000,00
Tegofilm 18 mm	Lbr	0,35	Rp450.000,00	Rp157.500,00
Jumlah kebutuhan <i>hollow</i> dan alat				Rp629.133,33
Biaya total 1 m² bekisting semi-sistem				Rp784.511,56

Bahan yang dihitung saat pemasangan bekisting yaitu minyak bekisting sedangkan upah tenaga kerja berdasarkan wawancara langsung sebesar Rp. 30.000,00 per meter persegi. Sehingga biaya pemasangan bekisting per meter persegi yaitu :

Tabel 5.8 Biaya Bongkar Pasang 1 m² Bekisting Semi-Sistem

Uraian	Satuan	Biaya
Upah tenaga kerja	m ²	Rp 30.000,00
Minyak bekisting	ltr	Rp. 3.000,00
Biaya pemasangan		Rp. 33.000,00

5.4.5 Analisis Biaya Total Bekisting Semi-sistem

Pada kolom 60/100 dengan luas 11,2 m² sebanyak 28 buah, dengan rencana bekisting dapat digunakan sebanyak 10 kali, maka dibutuhkan tiga kali pembuatan bekisting semi-sistem tipe 60/100, biaya yang dibutuhkan sebagai berikut ini :

$$\begin{aligned}
 \text{Pembuatan pertama} &= \text{Luas bekisting} \times \text{Biaya Pembuatan pertama } 1 \text{ m}^2 \\
 &\quad \text{bekisting} \\
 &= 11,2 \text{ m}^2 \times \text{Rp } 3.756.511,56 \\
 &= \text{Rp } 42.072.929,43 \\
 \text{Pembuatan kedua} &= \text{Luas bekisting} \times \text{biaya pembuatan kedua } 1 \text{ m}^2 \text{ bekisting} \\
 &= 11,2 \text{ m}^2 \times \text{Rp } 784.511,56 \\
 &= \text{Rp } 8.786.529,43 \\
 \text{Pembuatan ketiga} &= \text{Luas bekisting} \times \text{biaya pembuatan ketiga } 1 \text{ m}^2 \text{ bekisting} \\
 &= 11,2 \text{ m}^2 \times \text{Rp } 784.511,56 \\
 &= \text{Rp } 8.786.529,43 \\
 \text{Biaya pemasangan} &= (\text{Jumlah kolom} - \text{banyak pembuatan}) \times \text{luas kolom} \times \\
 &\quad \text{biaya pemasangan } 1 \text{ m}^2 \text{ bekisting} \\
 &= (28 - 3) \times 11,2 \times \text{Rp } 33.000,00 \\
 &= \text{Rp } 9.240.000,00 \\
 \text{Biaya total} &= \text{Rp } 68.885.988,29
 \end{aligned}$$

Biaya total bekisting semi-sistem dapat dilihat pada tabel 5.9 berikut.

Tabel 5.9 Rekapitulasi Biaya Bekisting Kolom Semi-sistem

Kolom	Luas (m ²)	Jumlah	Biaya pemakaian pertama	Biaya pemakaian kedua	Biaya Bongkar Pasang	Biaya Total
70/180	17,50	20	Rp 65.738.952,24	Rp 13.728.952,24	Rp 10.395.000,00	Rp 89.862.904,47
60/180	16,80	16	Rp 63.109.394,15	Rp 13.179.794,15	Rp 7.761.600,00	Rp 84.050.788,29
60/120	12,60	28	Rp 47.332.045,61	Rp 19.769.691,22	Rp 10.395.000,00	Rp 77.496.736,83
60/100	11,20	28	Rp 42.072.929,43	Rp 17.573.058,86	Rp 9.240.000,00	Rp 68.885.988,29
50/170	15,40	8	Rp 57.850.277,97	-	Rp 3.557.400,00	Rp 61.407.677,97
50/160	14,70	8	Rp 55.220.719,88	-	Rp 3.395.700,00	Rp 58.616.419,88
50/150	14,00	8	Rp 52.591.161,79	-	Rp 3.234.000,00	Rp 55.825.161,79
50/140	13,30	8	Rp 49.961.603,70	-	Rp 3.072.300,00	Rp 53.033.903,70
50/130	12,60	8	Rp 47.332.045,61	-	Rp 2.910.600,00	Rp 50.242.645,61
50/120	11,90	16	Rp 44.702.487,52	Rp 9.335.687,52	Rp 5.497.800,00	Rp 59.535.975,04
50/110	11,20	60	Rp 42.072.929,43	Rp 43.932.647,15	Rp 19.958.400,00	Rp 105.963.976,59
50/100	10,50	100	Rp 39.443.371,34	Rp 74.136.342,07	Rp 31.185.000,00	Rp 144.764.713,42
50/90	9,80	52	Rp 36.813.813,25	Rp 38.441.066,26	Rp 14.876.400,00	Rp 90.131.279,51
50/80	9,10	32	Rp 34.184.255,16	Rp 21.417.165,49	Rp 8.408.400,00	Rp 64.009.820,65
50/70	8,40	32	Rp 31.554.697,07	Rp 19.769.691,22	Rp 7.761.600,00	Rp 59.085.988,29
50/60	7,70	20	Rp 28.925.138,98	Rp 6.040.738,98	Rp 4.573.800,00	Rp 39.539.677,97
45/80	8,75	61	Rp 32.869.476,12	Rp 41.186.856,71	Rp 15.592.500,00	Rp 89.648.832,83
45/70	8,05	28	Rp 30.239.918,03	Rp 12.630.636,06	Rp 6.641.250,00	Rp 49.511.804,09
45/60	7,35	11	Rp 27.610.359,94	Rp 5.766.159,94	Rp 2.182.950,00	Rp 35.559.469,88
45/45	6,30	16	Rp 23.666.022,80	Rp 4.942.422,80	Rp 2.910.600,00	Rp 31.519.045,61
40/100	9,80	36	Rp 36.813.813,25	Rp 23.064.639,76	Rp 10.348.800,00	Rp 70.227.253,01
40/90	9,10	52	Rp 34.184.255,16	Rp 35.695.275,81	Rp 13.813.800,00	Rp 83.693.330,98
40/80	8,40	52	Rp 31.554.697,07	Rp 32.949.485,37	Rp 12.751.200,00	Rp 77.255.382,44
Total Biaya Bekisting Semi-Sistem						Rp1.599.868.777,12

5.5 Pembahasan

Biaya total bekisting konvensional dan bekisting semi-sistem dan perbandingan biaya antara kedua metode tersebut dapat dilihat pada tabel 5.10 berikut ini :

Tabel 5.10 Perbandingan Biaya Antara Bekisting Konvensional dan Bekisting Semi-sistem

Matrial	Biaya
Bekisting Konvensional	Rp 1.902.728.133,86
Bekisting Semi-sistem	Rp 1.599.868.777,12
Perbandingan	1,189 : 1

Pada Tabel 5.8 dapat diketahui bahwa perbandingan biaya pekerjaan bekisting untuk struktur kolom terdapat selisih biaya pekerjaan sebesar :

$$\text{Rp } 1.902.728.133,86 - \text{Rp } 1.599.868.777,12 = \text{Rp } 302.859.356,74$$

Hasil perhitungan ini menunjukkan bahwa perbandingan metode bekisting konvensional dan metode semi-sistem sebesar 1,189 dengan selisih Rp 203.368.286,74 atau bekisting konvensional 1,189 kali lebih mahal dibandingkan dengan metode semi-sistem.

Pada tahap awal biaya bekisting semi-sistem jauh lebih mahal bila dibandingkan bekisting konvensional, hal ini disebabkan matrial yang digunakan pada bekisting semi-sistem direncanakan untuk digunakan berulang kali sehingga membutuhkan kualitas yang lebih baik. Akan tetapi dengan volume pekerjaan yang besar, bekisting-semi-sistem menjadi lebih ekonomis, karena metode bekisting semi-sistem dibuat untuk ukuran tertentu dan digunakan berulang kali sehingga upah biaya pemasangan dapat dihemat.

Banyaknya pemakaian ulang bekisting juga mempengaruhi biaya akhir bekisting. Peningkatan pemakaian ulang, baik pada bekisting konvensional ataupun bekisting semi-sistem, dapat dilakukan dengan perawatan yang baik, seperti pengawasan saat pemasangan dan pembongkaran bekisting, penyimpanan yang baik, dan juga mengurangi memotong bekisting konvensional sehingga ukuran bekisting dapat dipertahankan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Sesuai dengan tujuan dari penelitian ini, dapat diambil beberapa kesimpulan diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan biaya pekerjaan bekisting kolom dengan metode bekisting konvensional sebesar Rp 1.902.728.133,86 dan metode bekisting semi-sistem sebesar Rp 1.599.868.777,12
2. Perbandingan biaya dari kedua metode yaitu, metode bekisting konvensional 1,189 kali lebih mahal dibandingkan metode bekisting semi-sistem.

6.2 Saran

Dengan memperhatikan penelitian didapatkan beberapa saran untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut :

1. Akan lebih baik apabila memperhitungkan bekisting semua pekerjaan struktur beton yang terdapat pada proyek.
2. Melakukan analisis tambahan dengan harga alat dan bahan yang didapat dengan cara disewa.
3. Melakukan analisis kebutuhan dan siklus perputaran alat.

DAFTAR PUSTAKA

- Antil J.M. dan Ryan P.W.S, 1982. *Civil engineering construction*. McGraw Hill Book Company : Sydney
- Clark, J. E., 1983. *Struktur Concrete Cost Estimating*. McGraw Hill Book Company. New York
- Dipohusodo, I., 1996. *Manajemen Proyek & Konstruksi Jilid 1 dan 2*, Kanisius. Yogyakarta
- Hidayat, I., (2002), “*Perbandingan Perfoma antara Bekisting Beton Sistem Konvensional dengan Bekisting Beton Sistem PERI*”. Skripsi, Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok.
- Husen, Abra. 2011. *Manajemen Proyek edisi revisi*, Andi. Yogyakarta
- Kelirey, J. 2017. *Analisis Perbandingan Biaya Bekisting Antara Bekisting Multiplek dan Bekisting Tegofilm Untuk Gedung Berlantai Banyak*, Skripsi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Legstyana, E. 2012. *Komparasi Biaya Pelaksanaan Penggunaan Bekisting Konvensional dan Bekisting Sistem PERI*, Skripsi. Fakultas Teknik Sipil. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- McCormac, Jack C.. 2003. *Desain Beton Bertulang edisi kelima jilid 2*. Terjemahan oleh Erlangga. Erlangga. Jakarta
- Muis, A. 2013. *Analisis Bekisting Metode Semi-sistem dan Metode Sistem Pada Bangunan Gedung*. Jurnal Konstruksia vol. 4 No. 2. Jakarta
- Nawy, E.G. 1997. *Concrete Construction Engineering*. CRC Press. New York.
- Nugroho, S. P. 2018. *Analisis Perbandingan Biaya Bekisting Antara Bekisting Multiplek Dan Bekisting Tegofilm Untuk Kolom Gedung Bertingkat*. Skripsi. (Tidak Diterbitkan) Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Pemerintah Indonesia. 1961. *Peraturan konstruksi kayu Indonesia NI-5 PKKI 1961*. Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Ciptakarya dan Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Peraturan Gubernur Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta Nomor 16 Tahun 2018 tentang *Upah Minimum Sektor Provinsi*

- Robbins, P. S. 2011. *Manajemen Strategi formula, Implementasi, dan pengendalian*. Edisi 10. Selemba Empat. Jakarta.
- Sagel, R. 1997. *Pedoman pengerjaan beton : berdasarkan SKSNI T-15-1991-03*. Erlangga.Jakarta.
- SNI 7394-2008. 2008. *Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton*. Badan Standarisasi Nasional. Bandung
- Soeharto, Iman., 1995. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*. Erlangga, Jakarta.
- Stephens, 1985. *Pengertian Bekisting*, <http://e-journal.uajy.ac.id>. Diakses tanggal 28 Agustus 2018.
- Sunggono, 1979. *Buku Teknik Sipil*. Nova, Bandung.
- Wigbout, F.Ing. 1992. *Buku Pedoman Tentang Bekisting (Kotak Cetak)*. Terjemahan oleh Hendarsin H. Erlangga. Jakarta



Lampiran 1 Rekapitulasi Volume Kolom

Kolom		Jumlah kolom	Dimensi (cm)			Luas Kolom (m ²)	Luas Total (m ²)	Letak kolom	
Nama	Ukuran		P	L	T			Kordinat	Lantai
K1	60/100	28	60	100	350	11.2	313.6	F10/C10/F2 ¹ /C ₂ ¹	Bs. 2 - Lt. 3
	50/90	24	50	90	350	9.8	235.2		Lt. 4 - Lt. 9
	50/80	24	50	80	350	9.1	218.4		Lt. 10 - Lt. 15
	50/70	16	50	70	350	8.4	134.4		Lt. 16 - Lt. 19
	50/60	20	50	60	350	7.7	154		Lt. 20 - Lt. 24
K2	50/120	8	50	120	350	11.9	95.2	G9/G3 ¹ /B9/B4	Bs. 2 -Bs. 1
	50/110	20	50	110	350	11.2	224		Grn - Lt. 3
	40/100	32	40	100	350	9.8	313.6		Lt. 4 - Lt. 11
	40/90	24	40	90	350	9.1	218.4		Lt. 12 - Lt. 18
	40/80	28	40	80	350	8.4	235.2		Lt. 19 - Lt. 24
K3	60/120	28	60	120	350	12.6	352.8	G7/G6/B7/B6	Bs. 2 - Lt. 3
	50/110	32	50	110	350	11.2	358.4		Lt. 4 - Lt. 11
	50/100	24	50	100	350	10.5	252		Lt. 12 - Lt. 17
	50/90	28	50	90	350	9.8	274.4		Lt. 18 - Lt. 24
K4	70/180	20	70	180	350	17.5	350	F9/F3/C9/C3	Bs. 2 - Lt. 1
	60/180	16	60	180	350	16.8	268.8		Lt. 2 - Lt. 5
	50/170	8	50	170	350	15.4	123.2		Lt. 6 - Lt. 7
	50/160	8	50	160	350	14.7	117.6		Lt. 8 - Lt. 9
	50/150	8	50	150	350	14	112		Lt. 10 - Lt. 11
	50/140	8	50	140	350	13.3	106.4		Lt. 12 - Lt. 13
	50/130	8	50	130	350	12.6	100.8		Lt. 14 - Lt. 15
	50/120	8	50	120	350	11.9	95.2		Lt. 16 - Lt. 17
	50/110	8	50	110	350	11.2	89.6		Lt. 18 - Lt. 19
	50/100	20	50	100	350	10.5	210		Lt. 20 - Lt. 24
K5	50/100	26	50	100	350	10.5	273	B8/B4	Bs. 2 - Lt. 9
	40/100	4	40	100	350	9.8	39.2		Lt. 10 - Lt. 11
	40/90	12	40	90	350	9.1	109.2		Lt. 12 - Lt. 17
	40/80	14	40	80	350	8.4	117.6		Lt. 18 - Lt. 19
K6	50/80	8	50	80	350	9.1	72.8	G10/G3/B10/B ₃	Bs. 2-Bs. 1
	50/70	16	50	70	350	8.4	134.4	G10/G3/B10/B ₃	Lt. Grn. - Lt. 2
K7	50/100	30	50	100	350	10.5	315	G8/G4	Bs. 2 - Lt. 11
	40/90	12	40	90	350	9.1	109.2		Lt. 12 - Lt. 17

Lanjutan Lampiran 1 Rekapitulasi Volume Kolom

Kolom		Jumlah kolom	Dimensi (cm)			Luas Kolom (m ²)	Luas Total (m ²)	Letak kolom	
Nama	Ukuran		P	L	T			Kordinat	Lantai
K7	40/80	14	40	80	350	8.4	117.6	G8/G4	Lt. 18 - Lt. 24
K8	45/70	22	45	70	350	8.05	177.1	G ^{III} 12-11/F ^I 12-11/ D ^I 12-11/ B ^{III} 12-11/ B ^I 12-11	Bs. 2 -Bs. 1
K9	45/80	14	45	80	350	8.75	122.5	G ^{III} 13-12/ A13-11/ B ^I 13/H11	Bs. 2 -Bs. 1
K10	45/60	40	45	60	350	7.35	294	A10-2/B2/B ^{IV} 2/F ^I 2/ G2/H10-2,/G ^I 10-D10	Bs. 2 -Bs. 1
K10A	45/60	8	45	60	350	7.35	58.8	F ^I 1/B ^{IV} 1	Bs. 2 - Mzn
K11	45/45	8	45	45	350	6.3	50.4	F ^{III} 1-2/ B ^{II} 1-2/	Bs. 2 -Bs. 1
K11A	45/45	8	45	45	350	6.3	50.4	ant C10-C11/ ant F11-F12/ ant F10-F11	Grn - Mzn
KT1	45/70	6	45	70	350	8.05	48.3	B ^{III} 12-13/ B ^I 12/ D ^I 12/F ^I 12	Lt. Ground
KT2	45/80	5	45	80	350	8.75	43.75	A13-12/B ^I 13/ G ^{III} 13-12	Lt. Ground
KT3	45/60	3	45	60	350	7.35	22.05	D ^I 13/F ^I 13	Lt. Ground
Jumlah		698					7126		

Lampiran 2 Daftar Harga Matrial dan Upah Tenaga Kerja

Daftar L-2.1 Harga Matrial

HARGA MATRIAL YANG DIGUNAKAN

No.	Jenis Matrial	Sat.	Harga (Rp)
1	Kayu Meranti 6 x 12	m ³	Rp. 2.800.000,00
2	Kayu Meranti 5 x 7	m ³	Rp. 2.808.000,00
3	Multiplek 15 mm	lbr	Rp. 190.000,00
4	Multiplek 18 mm	lbr	Rp. 205.000,00
5	Tegofilm (1 muka) 18 mm	lbr	Rp. 385.000,00
6	kayu dolken galam, Ø 8/10 cm, panjang 4 m	btg	Rp. 25.000,00
7	Paku 5 – 12 cm	kg	Rp. 16.000,00
8	Paku Skrup 3,5'	bh	Rp. 500,00
9	Minyak Bekisting	ltr	Rp. 15.000,00

Sumber : TB. Radi

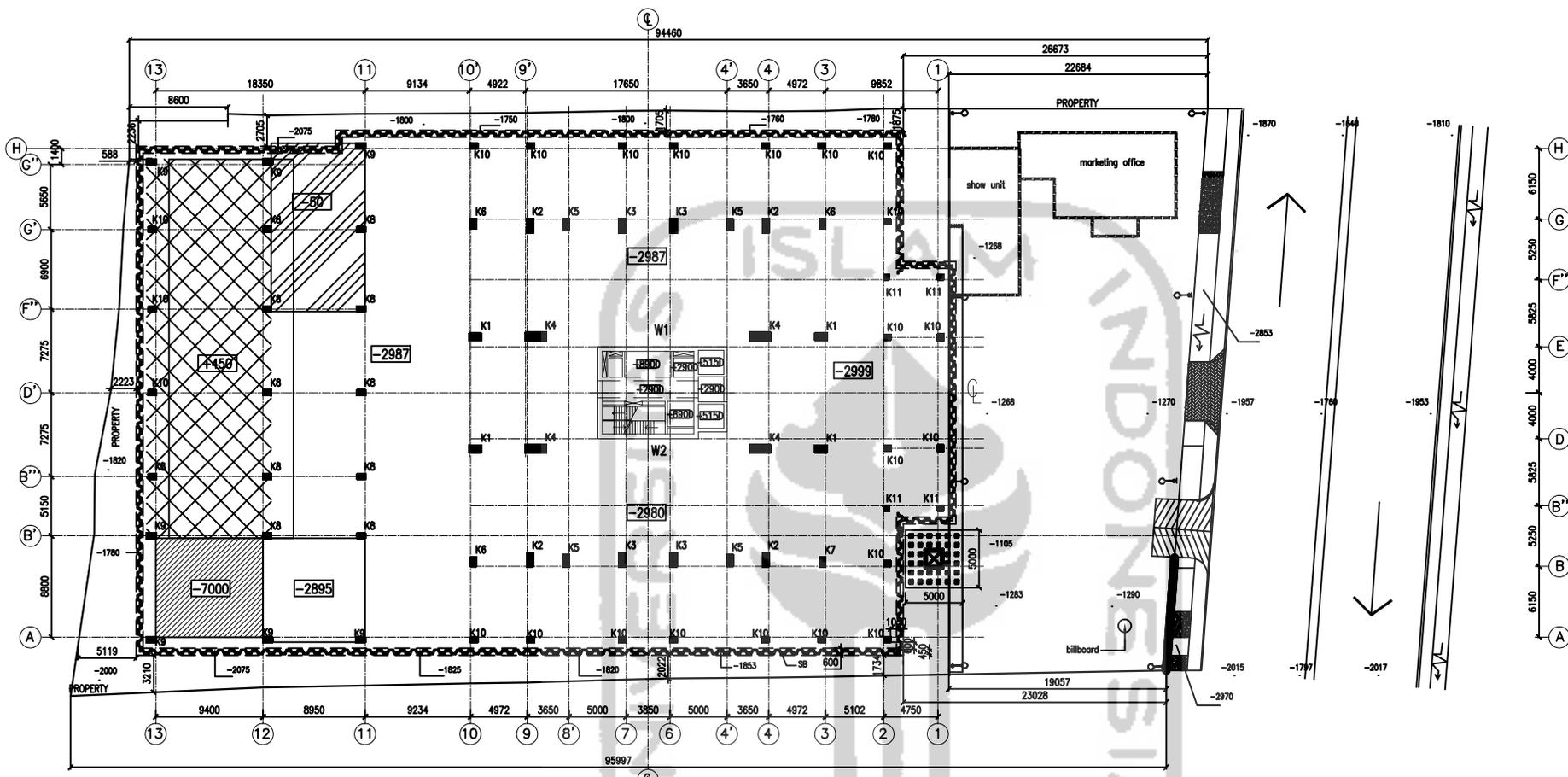
No.	Jenis Matrial	Sat.	Harga (Rp)
1	Wing Nut	bh	Rp. 19.500,00
2	Tie Rod	m	Rp. 32.500,00
3	<i>Kickers Brace</i> 1 m	bh	Rp. 420.000,00
4	Hollow 50x50x2.3	btg	Rp. 220.000,00
5	<i>Push Pull Prop</i> 2 m	bh	Rp. 750.000
6	<i>Monas Base</i>	bh	Rp. 85.000
7	<i>Base Plate</i> 10 mm	bh	Rp. 85.000

Sumber : Jaya Logam Scaffolding

Daftar L-2.2 Harga Upah Tenaga Kerja

Sumber : Peraturan Gubernur Provinsi Daerah Khusus Ibu kota Jakarta Nomor 16 Tahun 2018 tentang Upah Minimum Sektor Provinsi

NO	K. SEKTOR BANGUNAN DAN PEKERJAAN UMUM		
	KUALIFIKASI PEKERJA	PER HARI (Rp)	KETERANGAN
1	Pekerja/Knek	138.077,-	
2	Tukang Gali	158.789,-	
3	Kepala Tukang Batu	173.978,-	
4	Tukang Batu	158.789,-	
5	Kepala Tukang Kayu	173.978,-	
6	Tukang Kayu	158.789,-	
7	Kepala Tukang Besi	173.978,-	
8	Tukang Besi	158.789,-	
9	Kepala Tukang Cat	173.978,-	
10	Tukang Cat	158.789,-	
11	Tukang Aspal	138.077,-	
12	Mandor/Pengawas	185.023,-	
13	Instalator	173.978,-	
14	Pembantu Instalator	158.789,-	
15	Tukang Babat Rumput	138.077,-	
16	Kepala Tukang Pasang Pipa/Ledeng	158.789,-	



DENAH KONDISI LAPANGAN
SKALA 1 : 400



POT. CENTERLINE
SKALA 1 : 400

elevasi jalan depan lobby Hotel MILLENIUM+0.427
elevasi lobby hotel milenium +1.227

PROYEK		
 THE GREEN PARK APARTEMEN AND MALL		
LOKASI		
JL. KH. MAULANA HASANUDIN, BATUCEPER, KOTA TANGERANG		
OWNER/DEVELOPER		
 PT PANCA BUMI *** PROPERTI *** <small>Jl. KH Maulana Hasanudin Poris Jaya, Batuceper, Tangerang, Banten 15122 ☎ +62 81227973750</small>		
CATATAN		
REVISI		
NO.	TGL	KETERANGAN
JUDUL GAMBAR		
PENULANGAN DINDING GESER LT.B2-LT.B1 DAN PERKUATANNYA		
SKALA : 1 : 200		
PERENCANA : IR. IGNATIUS CHEN		
: IR. SURYAWATI		
KODE GAMBAR	NO GAMBAR	NO REVISI
BLV/STR	DNH-001	0

PROYEK



THE GREEN PARK
APARTEMEN AND MALL

LOKASI

JL. KH. MAULANA
HASANUDIN, BATUCEPER,
KOTA TANGERANG

OWNER/DEVELOPER



PT PANCA BUMI
*** PROPERTI ***

Jl. KH Maulana Hasanudin Poris
Jaya, Batuceper, Tangerang, Banten
15122 ☎ +62 81227973750

CATATAN

REVISI

NO.	TGL	KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

KOORDINAT
ACUAN KOLOM

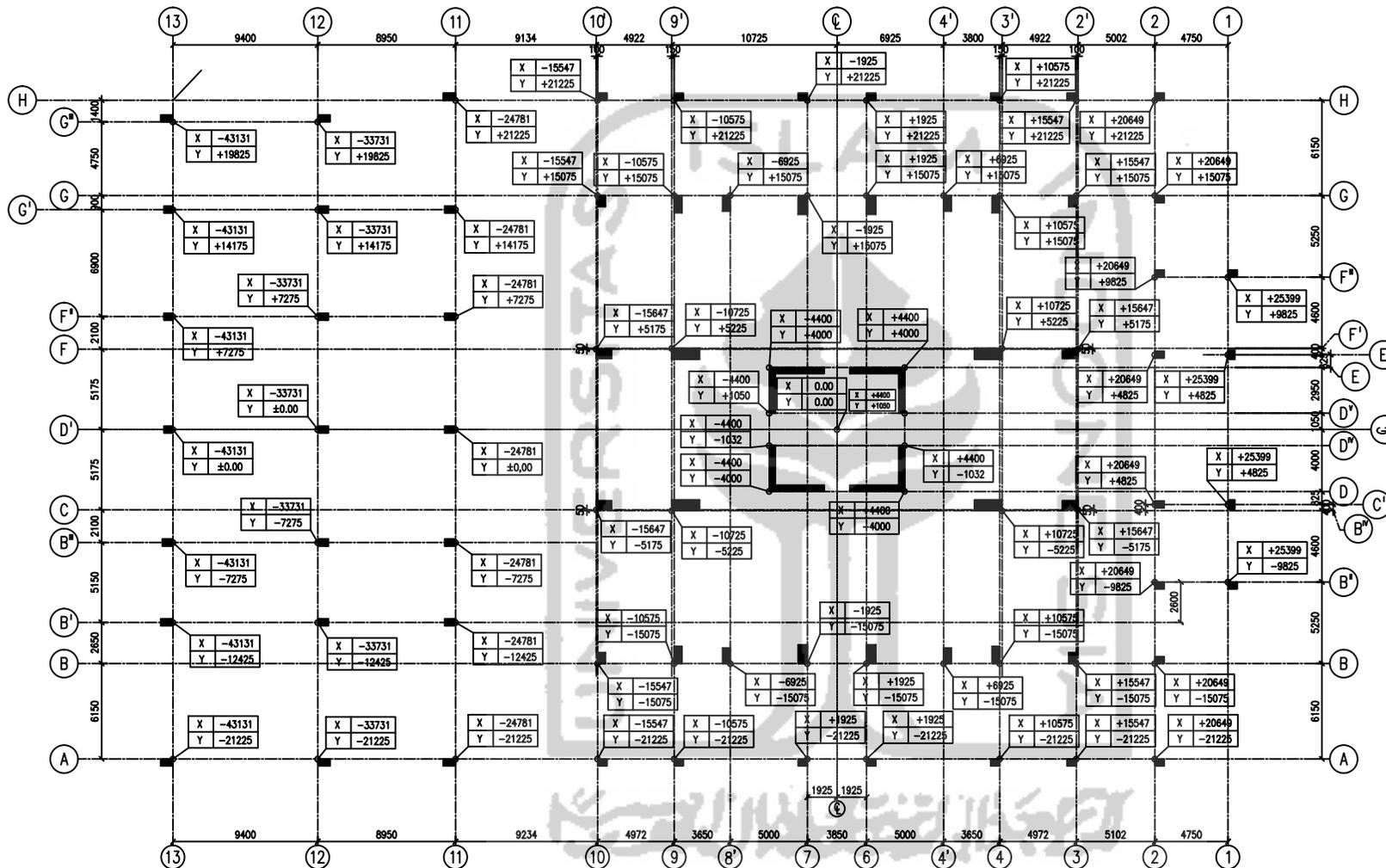
SKALA : 1 : 150

PERENCANA : IR. IGNATIUS CHEN

: IR. SURYAWATI

KODE GAMBAR	NO GAMBAR	NO REVISI
-------------	-----------	-----------

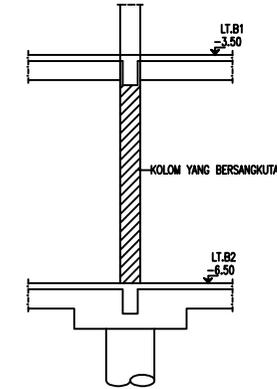
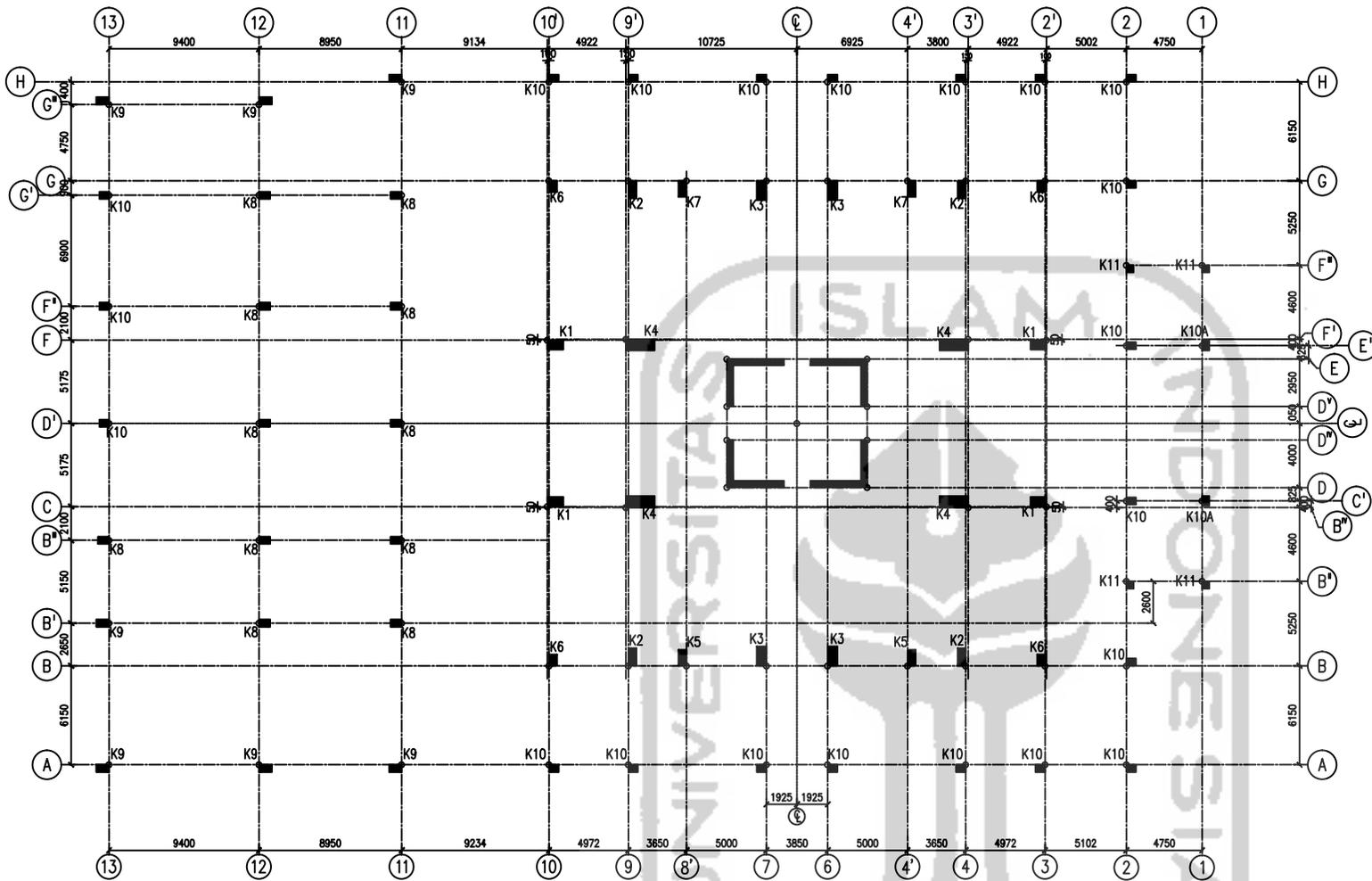
BLV/STR	TK-005	0
---------	--------	---



KOORDINAT ACUAN KOLOM
SKALA 1 : 150



= TITIK PENGECOLAN DIMENSI KOLOM



- NOTASI :
- = KOLOM MENERUS DIATAS LANTAI YANG BERSANGKUTAN
 - = KOLOM BERHENTI DILANTAI YANG BERSANGKUTAN
 - = KOLOM MULAI DARI LANTAI YANG BERSANGKUTAN
 - = TITIK PENGECELAN DIMENSI KOLOM

DENAH KUNCI KOLOM LT. B2 (EXISTING)

SKALA 1 : 150

CATATAN :

* SELURUH KOLOM DILANTAI B2 SUDAH JADI

TABLE DIMENSI KOLOM (mm/mm)

LANTAI / TYPE	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K10A	K11	K11A	K11B	K12	K13
LT. 24	500x600	400x800	500x900	500x1000	400x800											
LT. 23	500x600	400x800	500x900	500x1000	400x800											
LT. 22	500x600	400x800	500x900	500x1000	400x800											
LT. 21	500x600	400x800	500x900	500x1000	400x800											
LT. 20	500x600	400x800	500x900	500x1000	400x800											
LT. 19	500x700	400x800	500x900	500x1100	400x800											
LT. 18	500x700	400x800	500x900	500x1100	400x800											
LT. 17	500x700	400x800	500x1000	500x1200	400x800											
LT. 16	500x700	400x800	500x1000	500x1200	400x800											
LT. 15	500x600	400x800	500x1000	500x1300	400x800											
LT. 14	500x600	400x800	500x1000	500x1300	400x800											
LT. 13	500x600	400x800	500x1000	500x1400	400x800											
LT. 12	500x600	400x800	500x1000	500x1400	400x800											
LT. 11	500x600	400x1000	500x1100	500x1500	400x1000											
LT. 10	500x600	400x1000	500x1100	500x1500	400x1000											
LT. 9	500x600	400x1000	500x1100	500x1600	500x1000											
LT. 8	500x600	400x1000	500x1100	500x1600	500x1000											
LT. 7	500x600	400x1000	500x1100	500x1700	500x1000											
LT. 6	500x600	400x1000	500x1100	500x1700	500x1000											
LT. 5	500x600	400x1000	500x1100	800x1800	500x1000											
LT. 4	500x600	400x1000	500x1100	800x1800	500x1000											
LT. 3	800x1000	500x1100	800x1200	800x1800	500x1000											
LT. 2	800x1000	500x1100	800x1200	800x1800	500x1000	500x700	500x1000									
LT. MEZZANINE	800x1000	500x1100	800x1200	700x1800	500x1000	500x700	500x1000									
LT. GROUND	800x1000	500x1100	800x1200	700x1800	500x1000	500x700	500x1000									
BASMENT 1	800x1000	500x1200	800x1200	700x1800	500x1000	500x800	500x1000	450x700	450x800							
BASMENT 2	800x1000	500x1200	800x1200	700x1800	500x1000	500x800	500x1000	450x700	450x800							

LANTAI / TYPE	KT2A	LANTAI / TYPE	KT1A	KT3A
LAP. TENIS +2.90	450x800	LAP. TENIS +2.85	450x700	450x800
LT. GROUND	450x800	LT. GROUND +0.05	450x700	450x800

PROYEK



THE GREEN PARK
APARTEMEN AND MALL

LOKASI

JL. KH. MAULANA
HASANUDIN, BATUCEPER,
KOTA TANGERANG

OWNER/DEVELOPER

PT PANCA BUMI
*** PROPERTI ***
Jl. KH Maulana Hasanudin Poris
Jaya, Batucapeper, Tangerang, Banten
18122 ☎ +62 81227973750

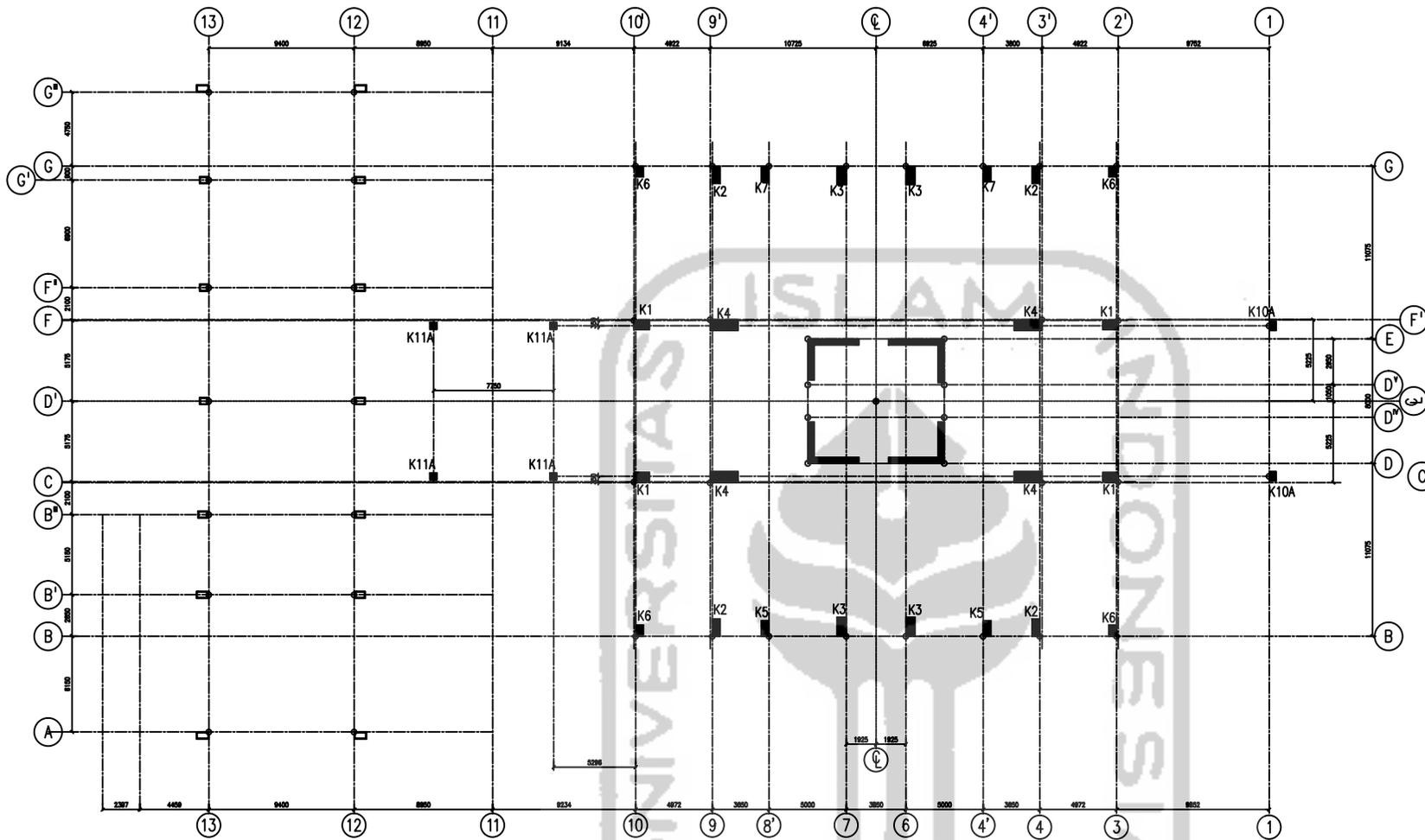
CATATAN

REVISI

NO.	TGL	KETERANGAN

JUDUL GAMBAR
DENAH KUNCI
KOLOM DAN WALL
LT.B2 (EXISTING)
SKALA : 1 : 150
PERENCANA : IR. IGNATIUS CHEN

: IR. SURYAWATI		
KODE GAMBAR	NO GAMBAR	NO REVISI
BLV/STR	TK-006	0



DENAH KUNCI KOLOM LT.MEZZANINE
SKALA 1 : 150

- NOTASI :
- = KOLOM MENERUS DIATAS LANTAI YANG BERSANGKUTAN
 - = KOLOM BERTENGAH DI LANTAI YANG BERSANGKUTAN
 - = KOLOM MULAI DARI LANTAI YANG BERSANGKUTAN
 - = TITIK PENGECELAN DIMENSI KOLOM

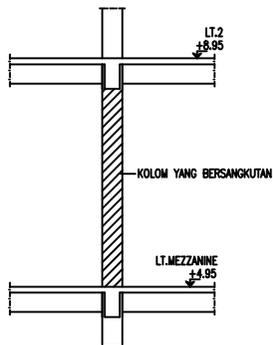


TABLE DIMENSI KOLOM (mm/mm)

LANTAI / TYPE	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K10A	K11	K11A	K12	K13
LT. 24	500x800	400x800	500x800	500x1000	400x800	400x800	400x800								
LT. 23	500x800	400x800	500x800	500x1000	400x800	400x800	400x800								
LT. 22	500x800	400x800	500x800	500x1000	400x800	400x800	400x800								
LT. 21	500x800	400x800	500x800	500x1000	400x800	400x800	400x800								
LT. 20	500x800	400x800	500x800	500x1000	400x800	400x800	400x800								
LT. 19	500x700	400x800	500x900	500x1100	400x800	400x800	400x800								
LT. 18	500x700	400x800	500x900	500x1100	400x800	400x800	400x800								
LT. 17	500x700	400x800	500x1000	500x1200	400x800	400x800	400x800								
LT. 16	500x700	400x800	500x1000	500x1200	400x800	400x800	400x800								
LT. 15	500x800	400x800	500x1000	500x1300	400x800	400x800	400x800								
LT. 14	500x800	400x800	500x1000	500x1300	400x800	400x800	400x800								
LT. 13	500x800	400x800	500x1000	500x1400	400x800	400x800	400x800								
LT. 12	500x800	400x800	500x1000	500x1400	400x800	400x800	400x800								
LT. 11	500x800	400x1000	500x1100	500x1500	400x1000	500x1000	500x1000								
LT. 10	500x800	400x1000	500x1100	500x1500	400x1000	500x1000	500x1000								
LT. 9	500x800	400x1000	500x1100	500x1600	500x1000	500x1000	500x1000								
LT. 8	500x800	400x1000	500x1100	500x1600	500x1000	500x1000	500x1000								
LT. 7	500x800	400x1000	500x1100	500x1700	500x1000	500x1000	500x1000								
LT. 6	500x800	400x1000	500x1100	500x1700	500x1000	500x1000	500x1000								
LT. 5	500x800	400x1000	500x1100	600x1800	500x1000	500x1000	500x1000								
LT. 4	500x800	400x1000	500x1100	600x1800	500x1000	500x1000	500x1000								
LT. 3	600x1000	500x1100	600x1200	600x1800	500x1000	500x1000	500x1000								
LT. 2	600x1000	500x1100	600x1200	600x1800	500x1000	500x700	500x1000								
LT. MEZZANINE	600x1000	500x1100	600x1200	700x1800	500x1000	500x1000	500x1000				450x800	450x450	450x450	450x700	450x800
LT. GROUND	600x1000	500x1100	600x1200	700x1800	500x1000	500x700	500x1000				450x800	450x450	450x450	450x700	450x800
LAP. TERS +2.45	450x700	450x800	450x800					450x700	450x800	450x800	450x800	450x450	450x450		
LT. GROUND +0.05	450x700	450x800	450x800					450x700	450x800	450x800	450x800	450x450	450x450		
LT. GROUND	600x1000	500x1100	600x1200	700x1800	500x1000	500x800	500x1000	450x700	450x800	450x800	450x800	450x450	450x450		

* KOLOM K10 DI AS 1/F' & 1/C' MENERUS DIATAS LT GROUND HINGGA BERTENGAH DILEVELAS +8.45 (BAMAH KANOP)

PROYEK



THE GREEN PARK
APARTEMEN AND MALL

LOKASI

JL. KH. MAULANA
HASANUDIN, BATUCEPER,
KOTA TANGERANG

OWNER/DEVELOPER



PT PANCA BUMI
*** PROPERTI ***

Jl. KH Maulana Hasanudin Poris
Jaya, Batuceper, Tangerang, Banten
15122 ☎ +62 81227973750

CATATAN

REVISI

NO.	TGL	KETERANGAN

JUDUL GAMBAR
DENAH KUNCI
KOLOM DAN WALL
LT.MEZZANINE

SKALA : 1 : 100

PERENCANA : IR. IGNATIUS CHEN

: IR. SURYAWATI

KODE GAMBAR NO GAMBAR NO REVISI

BLV/STR TK-020 0

PROYEK



THE GREEN PARK
APARTEMEN AND MALL

LOKASI

JL. KH. MAULANA
HASANUDIN, BATUCEPER,
KOTA TANGERANG

OWNER/DEVELOPER



PT PANCA BUMI
*** PROPERTI ***

Jl. KH Maulana Hasanudin Poris
Jaya, Batucapeper, Tangerang, Banten
15122 ☎ +62 81227973750

CATATAN

REVISI

NO.	TGL	KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

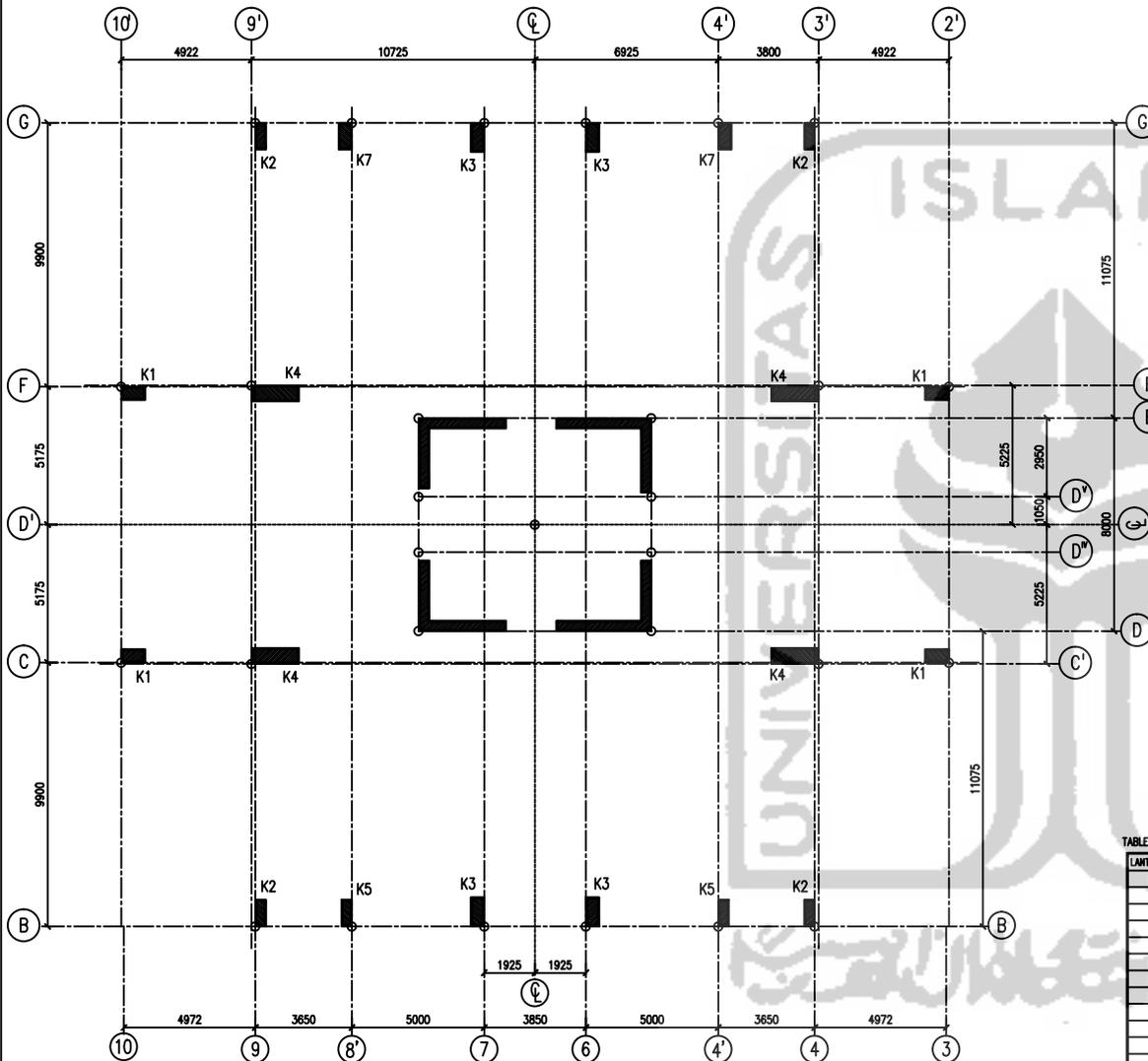
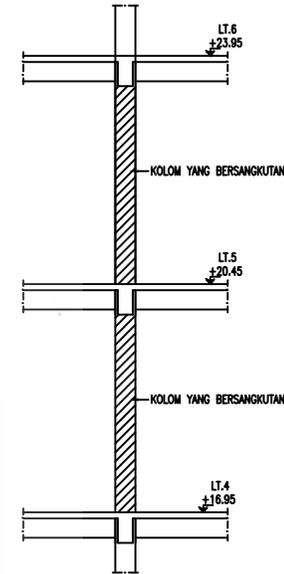
DENAH KUNCI
KOLAM DAN WALL
LT.4 & LT.5

SKALA : 1 : 100

PERENCANA : IR. IGNATIUS CHEN

: IR. SURYAWATI

KODE GAMBAR	NO GAMBAR	NO REVISI
BLV/STR	TK-035	0



- NOTASI :
- = KOLAM MENERUS DATAS LANTAI YANG BERSANGKUTAN
 - = KOLAM BERHENTI DILANTAI YANG BERSANGKUTAN
 - = KOLAM MULAI DARI LANTAI YANG BERSANGKUTAN
 - = TITIK PENGECILAN DIMENSI KOLAM

TABLE DIMENSI KOLAM (mmmm)

LANTAI / TYPE	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K10A	K11	K11A	K12	K13
LT. 24	500x600	400x800	500x900	500x1000	400x800		400x800								
LT. 23	500x600	400x800	500x900	500x1000	400x800		400x800								
LT. 22	500x600	400x800	500x900	500x1000	400x800		400x800								
LT. 21	500x600	400x800	500x900	500x1000	400x800		400x800								
LT. 20	500x600	400x800	500x900	500x1000	400x800		400x800								
LT. 19	500x700	400x600	500x900	500x1100	400x800		400x800								
LT. 18	500x700	400x600	500x900	500x1100	400x800		400x800								
LT. 17	500x700	400x600	500x1000	500x1200	400x800		400x800								
LT. 16	500x700	400x600	500x1000	500x1200	400x800		400x800								
LT. 15	500x800	400x900	500x1000	500x1300	400x900		400x900								
LT. 14	500x800	400x900	500x1000	500x1300	400x900		400x900								
LT. 13	500x800	400x900	500x1000	500x1400	400x900		400x900								
LT. 12	500x800	400x900	500x1000	500x1400	400x900		400x900								
LT. 11	500x800	400x1000	500x1100	500x1500	400x1000		500x1000								
LT. 10	500x800	400x1000	500x1100	500x1500	400x1000		500x1000								
LT. 9	500x800	400x1000	500x1100	500x1600	500x1000		500x1000								
LT. 8	500x800	400x1000	500x1100	500x1600	500x1000		500x1000								
LT. 7	500x800	400x1000	500x1100	500x1700	500x1000		500x1000								
LT. 6	500x800	400x1000	500x1100	500x1700	500x1000		500x1000								
LT. 5	500x800	400x1000	500x1100	600x1800	500x1000		500x1000								
LT. 4	500x800	400x1000	500x1100	600x1800	500x1000		500x1000								
LT. 3	600x1000	500x1100	600x1200	600x1800	500x1000		500x1000								
LT. 2	600x1000	500x1100	600x1200	600x1800	500x1000	500x700	500x1000								
LT. MEZZANINE	600x1000	500x1100	600x1200	700x1800	500x1000	500x700	500x1000				450x600		450x450		
LAP. TEMS ±2.45	450x700	450x800	450x800								450x600		450x450		
LT. GROUND +0.05	450x700	450x800	450x800								450x600		450x450		
LT. GROUND	600x1000	500x1200	600x1200	700x1800	500x1000	500x700	500x1000				450x600		450x450		
BASEMENT 1	600x1000	500x1200	600x1200	700x1800	500x1000	500x800	500x1000				450x700		450x800		
BASEMENT 2	600x1000	500x1200	600x1200	700x1800	500x1000	500x800	500x1000				450x700		450x800		

DENAH KUNCI KOLAM LT.4 & LT.5
SKALA 1 : 100

PROYEK



THE GREEN PARK
APARTEMEN AND MALL

LOKASI

JL. KH. MAULANA
HASANUDIN, BATUCEPER,
KOTA TANGERANG

OWNER/DEVELOPER



PT PANCA BUMI
★★★ PROPERTI ★★★

Jl. KH Maulana Hasanudin Poris
Jaya, Batuceper, Tangerang, Banten
15122 ☎ +62 81227973750

CATATAN

REVISI

NO.	TGL	KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DENAH KUNCI
KOLOM DAN WALL
LT.3

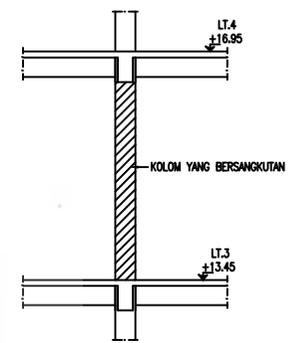
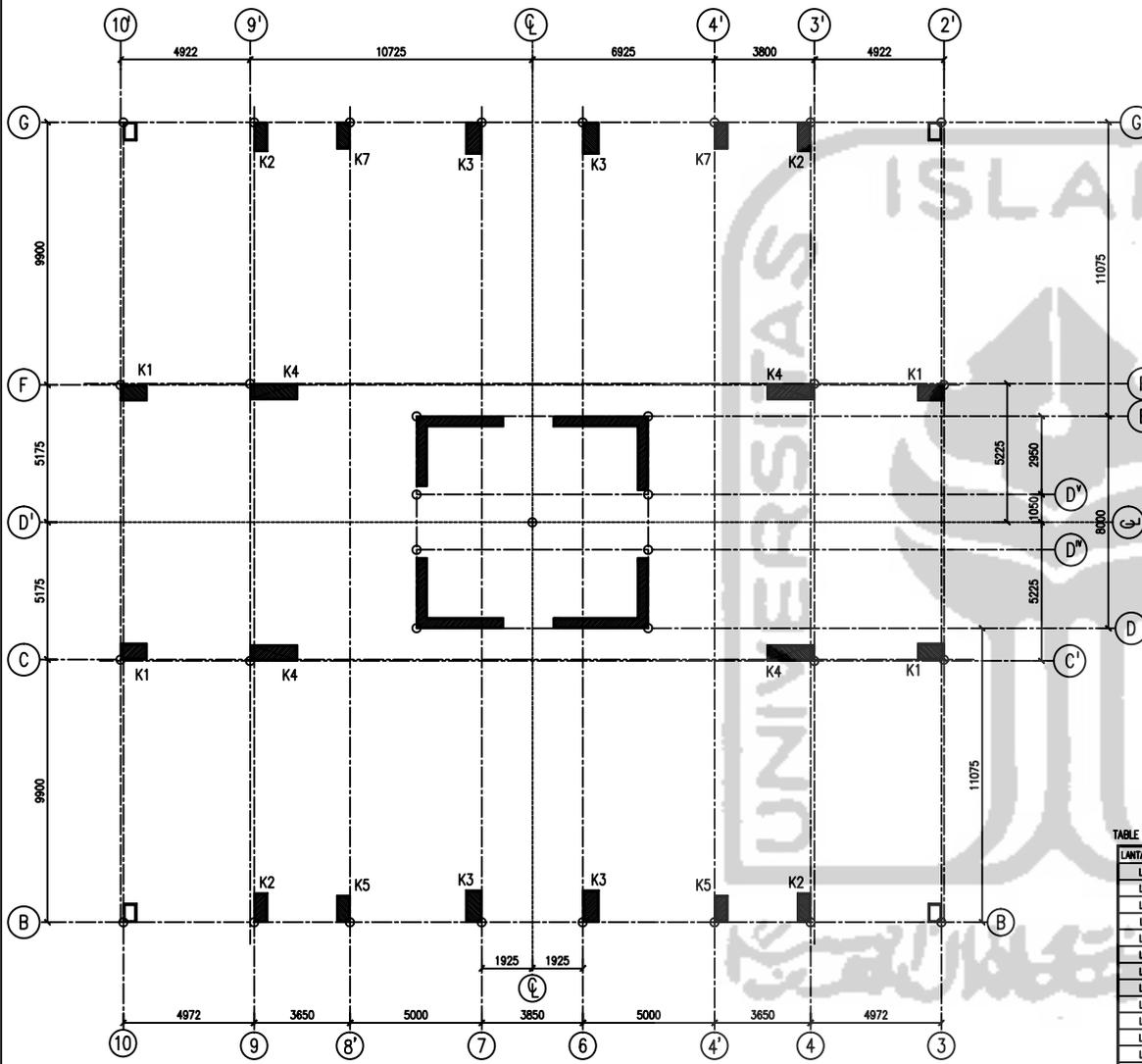
SKALA : 1 : 100

PERENCANA : IR. IGNATIUS CHEN

: IR. SURYAWATI

KODE GAMBAR NO GAMBAR NO REVISI

BLV/STR TK-030 0



- NOTASI :
- = KOLAM MENERUS DIATAS LANTAI YANG BERSANGKUTAN
 - = KOLAM BERHENTI DI LANTAI YANG BERSANGKUTAN
 - = KOLAM MULAI DARI LANTAI YANG BERSANGKUTAN
 - = TITIK PENGECILAN DIMENSI KOLAM

TABLE DIMENSI KOLAM (mmxmm)

LANTAI / TYPE	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K10A	K11	K11A	K11	K12	K13
LT. 24	500x800	400x800	500x900	500x1000	400x800		400x800									
LT. 23	500x800	400x800	500x900	500x1000	400x800		400x800									
LT. 22	500x800	400x800	500x900	500x1000	400x800		400x800									
LT. 21	500x800	400x800	500x900	500x1000	400x800		400x800									
LT. 20	500x800	400x800	500x900	500x1000	400x800		400x800									
LT. 19	500x700	400x800	500x900	500x1100	400x800		400x800									
LT. 18	500x700	400x800	500x900	500x1100	400x800		400x800									
LT. 17	500x700	400x900	500x1000	500x1200	400x800		400x800									
LT. 16	500x700	400x900	500x1000	500x1200	400x800		400x800									
LT. 15	500x800	400x900	500x1000	500x1300	400x800		400x800									
LT. 14	500x800	400x900	500x1000	500x1300	400x800		400x800									
LT. 13	500x800	400x900	500x1000	500x1400	400x800		400x800									
LT. 12	500x800	400x900	500x1000	500x1400	400x800		400x800									
LT. 11	500x800	400x1000	500x1100	500x1500	400x1000		500x1000									
LT. 10	500x800	400x1000	500x1100	500x1500	400x1000		500x1000									
LT. 9	500x800	400x1000	500x1100	500x1600	500x1000		500x1000									
LT. 8	500x800	400x1000	500x1100	500x1600	500x1000		500x1000									
LT. 7	500x800	400x1000	500x1100	500x1700	500x1000		500x1000									
LT. 6	500x800	400x1000	500x1100	500x1700	500x1000		500x1000									
LT. 5	500x800	400x1000	500x1100	600x1800	500x1000		500x1000									
LT. 4	500x800	400x1000	500x1100	600x1800	500x1000		500x1000									
LT. 3	600x1000	500x1100	600x1200	600x1800	500x1000		500x1000									
LT. 2	600x1000	500x1100	600x1200	600x1800	500x1000		500x1000									
LT. MEZZANINE	600x1000	500x1100	600x1200	700x1800	500x1000		500x1000					450x800	450x450	450x450	450x800	450x800
LT. GROUND	600x1000	500x1100	600x1200	700x1800	500x1000		500x1000					450x800	450x450	450x700	450x800	450x800
BASEMENT 1	600x1000	500x1200	600x1200	700x1800	500x1000		500x1000		450x700	450x800	450x800	450x800	450x450	450x450	450x800	450x800
BASEMENT 2	600x1000	500x1200	600x1200	700x1800	500x1000		500x1000		450x700	450x800	450x800	450x800	450x450	450x450	450x800	450x800

DENAH KUNCI KOLAM LT.3
SKALA 1 : 100

PROYEK



LOKASI

JL. KH. MAULANA
HASANUDIN, BATUCEPER,
KOTA TANGERANG

OWNER/DEVELOPER



PT PANCA BUMI
*** PROPERTI ***
Jl. KH Maulana Hasanudin Poris
Jaya, Batuaceper, Tangerang, Banten
15122 ☎ +62 81227973750

CATATAN

REVISI

NO.	TGL	KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DENAH KUNCI
KOLOM DAN WALL
LT.8 & LT.9

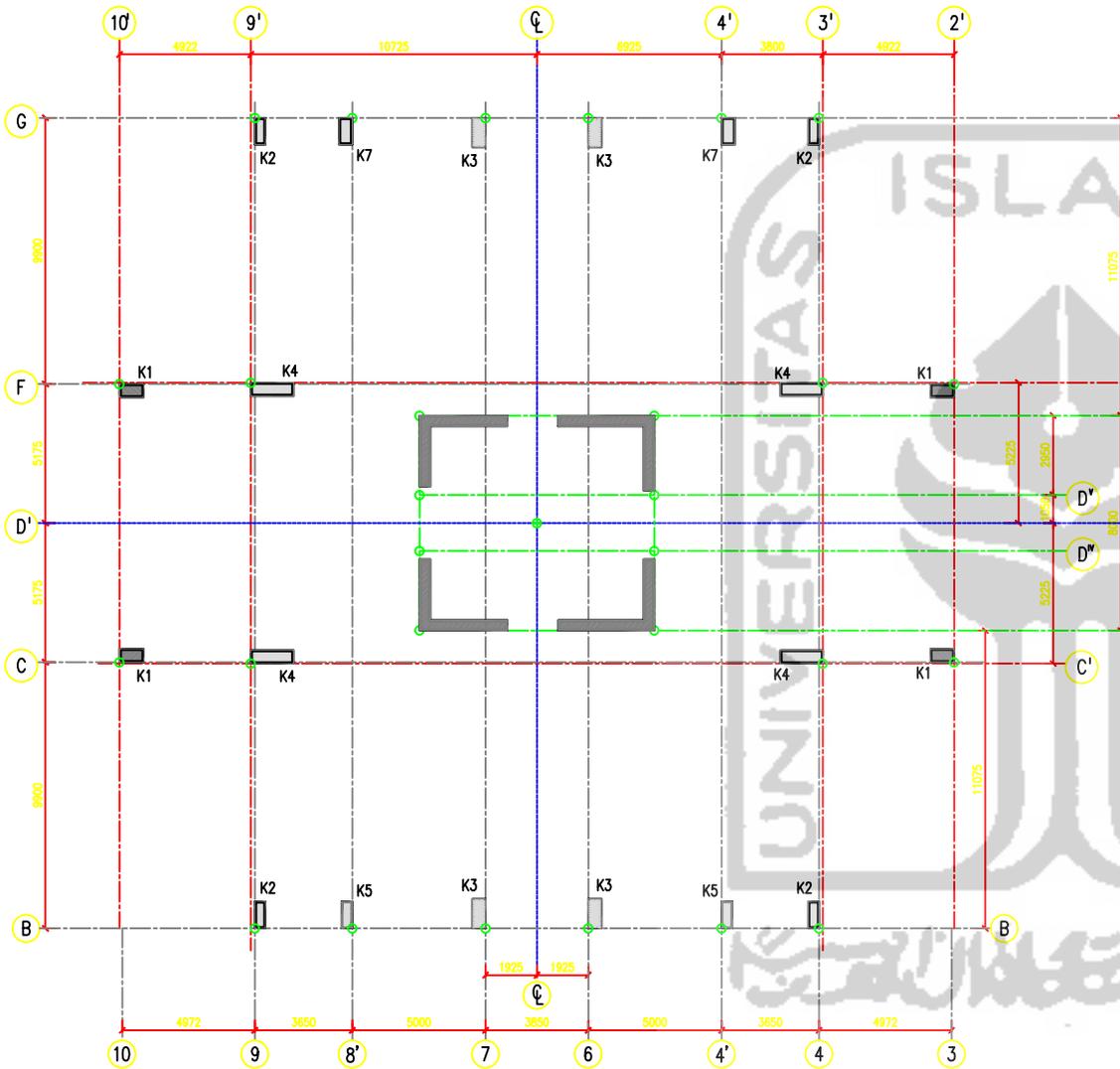
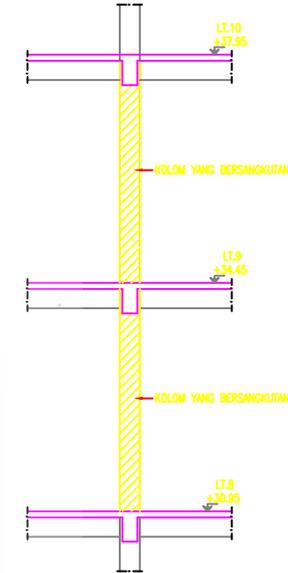
SKALA : 1 : 100

PERENCANA : IR. IGNATIUS CHEN

: IR. SURYAWATI

KODE GAMBAR NO GAMBAR NO REVISI

BLV/STR TK-045 0



- NOTASI :
- = KOLOM MENERUS DIATAS LANTAI YANG BERSANGKUTAN
 - = KOLOM BERHENTI DI LANTAI YANG BERSANGKUTAN
 - = KOLOM BERHENTI DI LANTAI YANG BERSANGKUTAN
 - = TIK PENGECILAN DIMENSI KOLOM

TABLE DIMENSI KOLOM (mmxmm)

LANTAI / TYPE	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K10A	K11	K11A	K11	K12	K13
LT. 24	500x600	400x800	500x600	500x1000	400x800											
LT. 23	500x600	400x800	500x600	500x1000	400x800											
LT. 22	500x600	400x800	500x600	500x1000	400x800											
LT. 21	500x600	400x800	500x600	500x1000	400x800											
LT. 20	500x600	400x800	500x600	500x1000	400x800											
LT. 19	500x600	400x800	500x600	500x1000	400x800											
LT. 18	500x600	400x800	500x600	500x1000	400x800											
LT. 17	500x600	400x800	500x600	500x1000	400x800											
LT. 16	500x600	400x800	500x600	500x1000	400x800											
LT. 15	500x600	400x800	500x600	500x1000	400x800											
LT. 14	500x600	400x800	500x600	500x1000	400x800											
LT. 13	500x600	400x800	500x600	500x1000	400x800											
LT. 12	500x600	400x800	500x600	500x1000	400x800											
LT. 11	500x600	400x800	500x600	500x1000	400x800											
LT. 10	500x600	400x800	500x600	500x1000	400x800											
LT. 9	500x600	400x800	500x600	500x1000	400x800											
LT. 8	500x600	400x800	500x600	500x1000	400x800											
LT. 7	500x600	400x800	500x600	500x1000	400x800											
LT. 6	500x600	400x800	500x600	500x1000	400x800											
LT. 5	500x600	400x800	500x600	500x1000	400x800											
LT. 4	500x600	400x800	500x600	500x1000	400x800											
LT. 3	500x600	400x800	500x600	500x1000	400x800											
LT. 2	500x600	400x800	500x600	500x1000	400x800											
LT. MEZZANINE	500x600	500x1100	800x1200	700x1800	500x1000	500x700	500x1000				450x600		450x400		450x600	
LT. GROUND	500x1000	500x1100	800x1200	700x1800	500x1000	500x700	500x1000				450x600		450x400		450x600	
LAP. TEMS +2.45	450x700	450x800	450x800	450x800												
LT. GROUND +0.05	450x700	450x800	450x800	450x800												
BISEMENT 1	800x1000	800x1200	800x1200	700x1800	500x1000	500x800	500x1000	450x700	450x800	450x800	450x800	450x600	450x600	450x600	450x600	450x600
BISEMENT 2	800x1000	800x1200	800x1200	700x1800	500x1000	500x800	500x1000	450x700	450x800	450x800	450x800	450x600	450x600	450x600	450x600	450x600

DENAH KUNCI KOLOM LT.8 & LT.9

SKALA 1 : 100

LANTAI / TYPE	K1A	K2A	K3A
LAP. TEMS +2.45	450x700	450x800	450x800
LT. GROUND +0.05	450x700	450x800	450x800

PROYEK



THE GREEN PARK
APARTEMEN AND MALL

LOKASI

JL. KH. MAULANA
HASANUDIN, BATUCEPER,
KOTA TANGERANG

OWNER/DEVELOPER



PT PANCA BUMI
*** PROPERTI ***

Jl. KH Maulana Hasanudin Poris
Jaya, Batuceper, Tangerang, Banten
15122 ☎ +62 81227973750

CATATAN

REVISI

NO.	TGL	KETERANGAN

JUDUL GAMBAR

DENAH KUNCI
KOLOM DAN WALL
LT.18 & LT.19

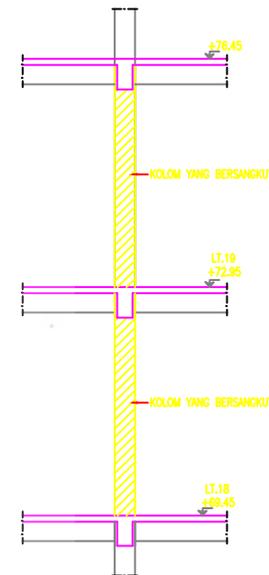
SKALA : 1 : 100

PERENCANA : IR. IGNATIUS CHEN

: IR. SURYAWATI

KODE GAMBAR	NO GAMBAR	NO REVISI
BLV/STR	TK-070	0

BLV/STR TK-070 0

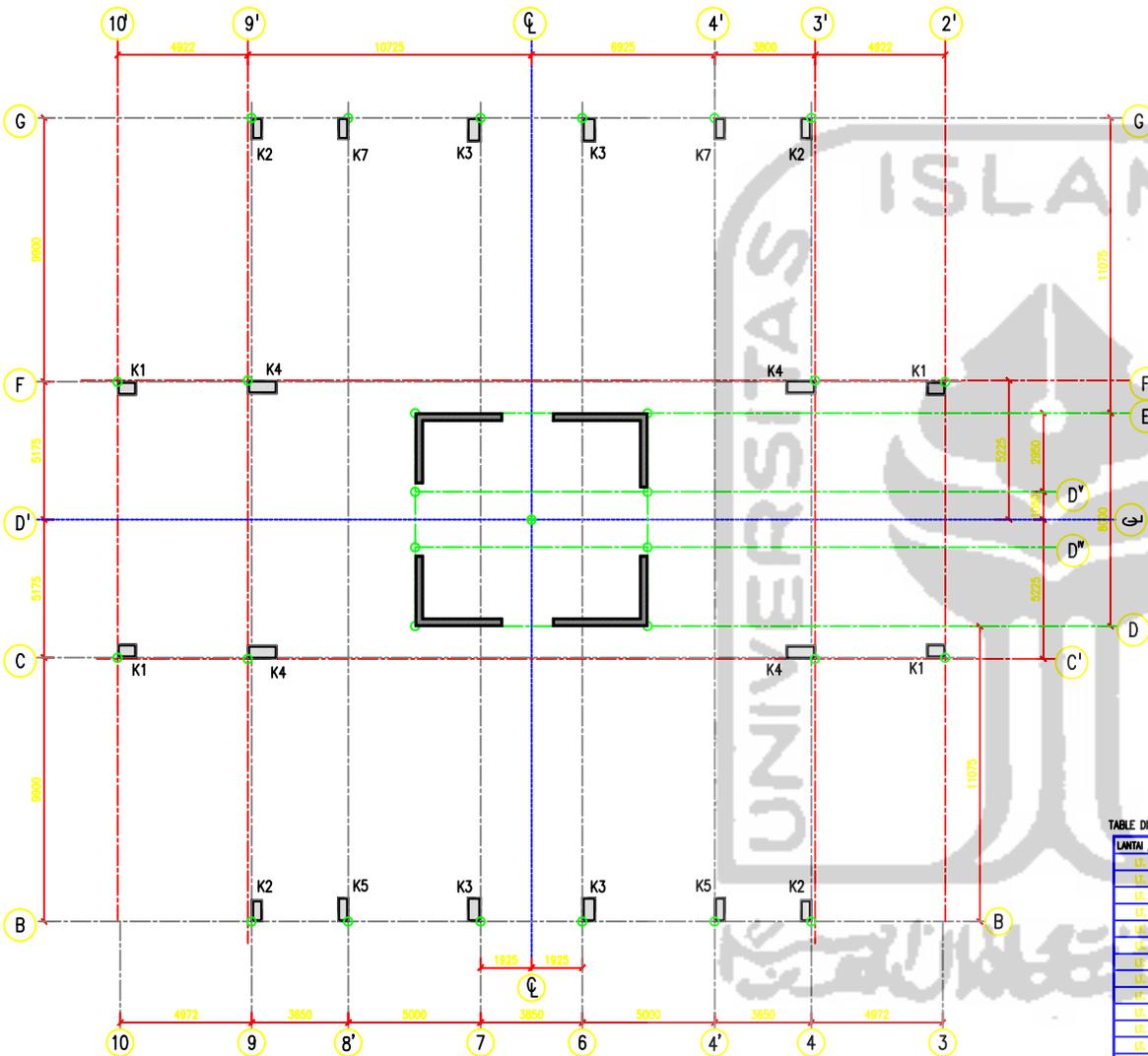


- NOTASI :
- = KOLOM MENERUS DATAS LANTAI YANG BERSANGKUTAN
 - = KOLOM BERHENTI DI LANTAI YANG BERSANGKUTAN
 - = KOLOM MULAI DARI LANTAI YANG BERSANGKUTAN
 - = TITIK PENGECELAN DIMENSI KOLOM

TABLE DIMENSI KOLOM (mm/mm)

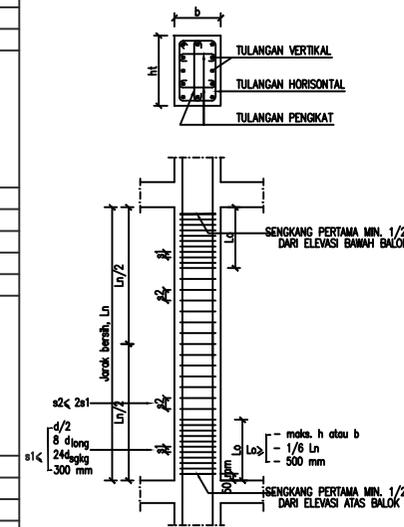
LANTAI / TYPE	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K10A	K11	K11A	K11	K12	K13
LT. 24	500x800	400x800	500x800	500x1000	400x800											
LT. 23	500x800	400x800	500x800	500x1000	400x800											
LT. 22	500x800	400x800	500x800	500x1000	400x800											
LT. 21	500x800	400x800	500x800	500x1000	400x800											
LT. 20	500x800	400x800	500x800	500x1000	400x800											
LT. 19	500x800	400x800	500x800	500x1000	400x800											
LT. 18	500x800	400x800	500x800	500x1000	400x800											
LT. 17	500x800	400x800	500x800	500x1000	400x800											
LT. 16	500x700	400x800	500x1000	500x900	400x800											
LT. 15	500x800	400x800	500x1000	500x1300	400x800											
LT. 14	500x800	400x800	500x1000	500x1300	400x800											
LT. 13	500x800	400x800	500x1000	500x1400	400x800											
LT. 12	500x800	400x800	500x1000	500x1400	400x800											
LT. 11	500x800	400x1000	500x1100	500x1500	400x1000											
LT. 10	500x800	400x1000	500x1100	500x1500	400x1000											
LT. 9	500x800	400x1000	500x1100	500x1600	500x1000											
LT. 8	500x800	400x1000	500x1100	500x1600	500x1000											
LT. 7	500x800	400x1000	500x1100	500x1700	500x1000											
LT. 6	500x800	400x1000	500x1100	500x1700	500x1000											
LT. 5	500x800	400x1000	500x1100	500x1800	500x1000											
LT. 4	500x800	400x1000	500x1100	500x1800	500x1000											
LT. 3	500x1000	500x1100	500x1200	500x1800	500x1000											
LT. 2	500x1000	500x1100	500x1200	500x1800	500x1000	500x700										
LT. MEZZANINE	500x1000	500x1100	500x1200	700x1800	500x1000	500x700						450x450		450x450		
LT. GROUND	500x1000	500x1100	500x1200	700x1800	500x1000	500x700						450x450		450x450	450x700	450x800
UP. TERRS +2.45	500x700	450x800	450x800													
LT. GROUND +0.05	450x700	450x800	450x800													
BASEMENT 1	500x1200	500x1200	700x1800	500x1000	500x600	500x600	500x1000	450x700	450x800	450x800	450x800	450x450		450x450		
BASEMENT 2	500x1200	500x1200	700x1800	500x1000	500x600	500x600	500x1000	450x700	450x800	450x800	450x800	450x450		450x450		

DENAH KUNCI KOLOM LT.18 & LT.19
SKALA 1 : 100



TABEL PENULANGAN KOLOM K1 s/d K7 (3)

TINGKAT	TIPE	K1	K2	K3	K4	K5	K7
LT.18 - LT.19							
UKURAN		500 x 700	400 x 800	500 x 900	500 x 1100	400 x 800	400 x 800
TULANGAN VERTIKAL		14 D 25	14 D 25	16 D 25	18 D 25	12 D 25	12 D 25
TULANGAN HORIZONTAL	TUMPUAN	D10 - 100	D10 - 100	D10 - 100	D10 - 100	D10 - 100	D10 - 100
	LAPANGAN	D10 - 200	D10 - 200	D10 - 200	D10 - 200	D10 - 200	D10 - 200
TULANGAN PENGKAT		#8 - 400	#8 - 400	#8 - 400	#8 - 400	#8 - 400	#8 - 400
LT.16 - LT.17							
UKURAN		500 x 700	400 x 900	500 x 1000	500 x 1200	400 x 900	400 x 900
TULANGAN VERTIKAL		14 D 25	16 D 25	16 D 25	20 D 25	14 D 25	14 D 25
TULANGAN HORIZONTAL	TUMPUAN	D10 - 100	D10 - 100	D10 - 100	D10 - 100	D10 - 100	D10 - 100
	LAPANGAN	D10 - 200	D10 - 200	D10 - 200	D10 - 200	D10 - 200	D10 - 200
TULANGAN PENGKAT		#8 - 400	#8 - 400	#8 - 400	#8 - 400	#8 - 400	#8 - 400
LT.14 - LT.15							
UKURAN		500 x 800	400 x 900	500 x 1000	500 x 1300	400 x 900	400 x 900
TULANGAN VERTIKAL		14 D 25	16 D 25	16 D 25	20 D 25	14 D 25	14 D 25
TULANGAN HORIZONTAL	TUMPUAN	D10 - 100	D10 - 100	D10 - 100	D10 - 100	D10 - 100	D10 - 100
	LAPANGAN	D10 - 200	D10 - 200	D10 - 200	D10 - 200	D10 - 200	D10 - 200
TULANGAN PENGKAT		#8 - 400	#8 - 400	#8 - 400	#8 - 400	#8 - 400	#8 - 400
LT.12 - LT.13							
UKURAN		500 x 800	400 x 900	500 x 1000	500 x 1400	400 x 900	400 x 900
TULANGAN VERTIKAL		14 D 25	16 D 25	16 D 25	22 D 25	16 D 25	20 D 25
TULANGAN HORIZONTAL	TUMPUAN	D10 - 100	D10 - 100	D10 - 100	D10 - 100	D10 - 100	D10 - 100
	LAPANGAN	D10 - 200	D10 - 200	D10 - 200	D10 - 200	D10 - 200	D10 - 200
TULANGAN PENGKAT		#8 - 400	#8 - 400	#8 - 400	#8 - 400	#8 - 400	#8 - 400
LT.11							
UKURAN		500 x 800	400 x 1000	500 x 1100	500 x 1500	400 x 1000	500 x 1000
TULANGAN VERTIKAL		16 D 25	18 D 25	18 D 25	22 D 25	18 D 25	28 D 25
TULANGAN HORIZONTAL	TUMPUAN	D10 - 100	D10 - 100	D10 - 100	2D10 - 75	D10 - 100	D10 - 100
	LAPANGAN	D10 - 200	D10 - 200	D10 - 125	D10 - 150	D10 - 200	D10 - 200
TULANGAN PENGKAT		#8 - 400	#8 - 400	#8 - 400	#8 - 400	#8 - 400	#8 - 400



MODUL PENULANGAN KOLOM

PROYEK



LOKASI

JL. KH. MAULANA HASANUDIN, BATUCEPER, KOTA TANGERANG

OWNER/DEVELOPER

PT PANCA BUMI
 *** PROPERTI ***
 Jl. KH Maulana Hasanudin Poris Jaya, Batucapeur, Tangerang, Banten
 15122 ☎ +62 81227973750

CATATAN

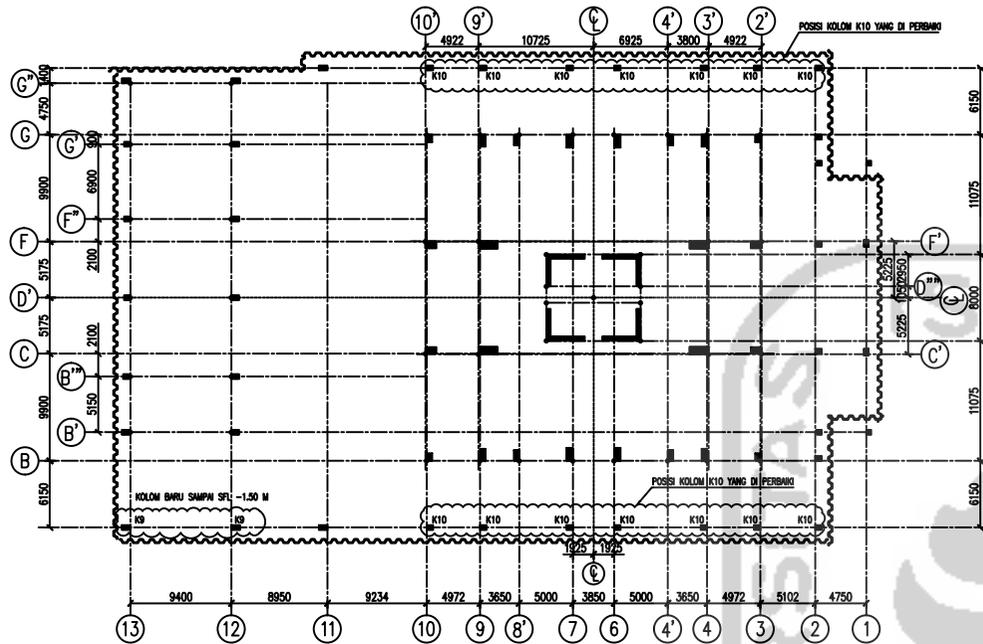
REVISI

NO.	TGL	KETERANGAN

JUDUL GAMBAR
 TABEL PENULANGAN KOLOM (3)

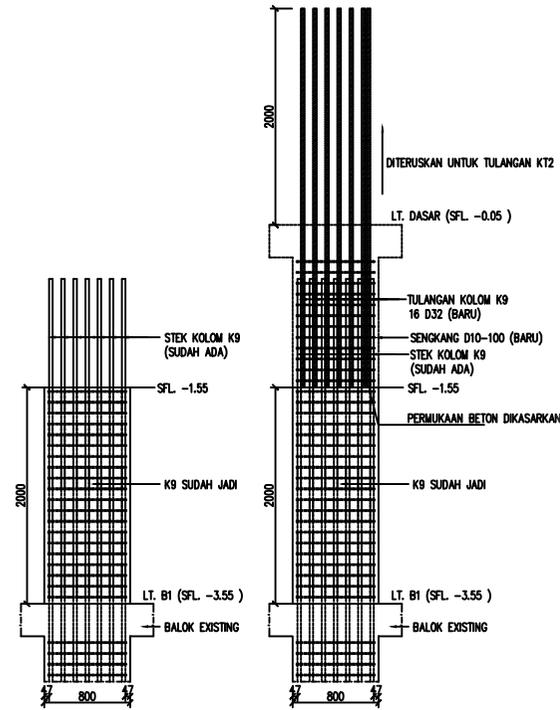
SKALA : 1 : 25
PERENCANA : IR. IGNATIUS CHEN
 : IR. SURYAWATI

KODE GAMBAR	NO GAMBAR	NO REVISI
BLV/STR	TK-80	0



PERBAIKAN KOLON K10 DI LT. B1

TAHAP	DENAH PENAMPANG	POTONGAN KOLON
I. KONDISI EXISTING	<p>MUTU BETON K-500</p>	<p>STEK TULANGAN D32 KONDISI BERKARAT PANJANG VARIABEL</p> <p>PERMUKAAN BETON LT. B1</p> <p>BALOK EXISTING</p> <p>K2, K3 & K5</p>
II. PEMBUATAN LUBANG BARU UNTUK STEK TULANGAN	<p>PERMUKAAN BETON DI CHIPPING</p> <p>DI BUAT 8 LUBANG PANJANG 300 mm</p>	<p>PERMUKAAN BETON DICIPPING ±30 mm</p> <p>PERMUKAAN BETON LT. B1</p> <p>BALOK EXISTING</p> <p>LUBANG DI BOR SEDALAM 300 mm</p>
III. PENAMBAHAN TULANGAN BARU	<p>TULANGAN BARU 8 D16 DIMASUKAN DALAM LUBANG</p>	<p>TULANGAN 8 D16 BARU</p> <p>PERMUKAAN DI BERI BONDING AGENT AGENT XONGRESSIVE 2525 (EX BASF) SEBELUM DILAKUKAN PENGEORAN KOLON</p> <p>BALOK EXISTING</p> <p>LUBANG DI GROUTING DENGAN EPOXY CONGRESSIVE 1438 (EX BASF)</p>



PROYEK



LOKASI

JL. KH. MAULANA HASANUDIN, BATUCEPER, KOTA TANGERANG

OWNER/DEVELOPER



CATATAN

REVISI

NO.	TGL	KETERANGAN

JUDUL GAMBAR
PERBAIKAN KOLON K10 DI LT. B1

SKALA : 1 : 250
PERENCANA : IR. IGNATIUS CHEN

: IR. SURYAWATI		
KODE GAMBAR	NO GAMBAR	NO REVISI
BLV/STR	TK-100	0