



**PENGGUNAAN METODE ZONASI PADA PEKERJAAN
PEMASANGAN BEKISTING KOLOM DENGAN SISTEM
KNOCK DOWN (STUDI KASUS: PROYEK TOWER CASPIAN
GRAND SUNKONO LAGOON)**

PROYEK AKHIR

Oleh:

NUR ANDREANSYAH

NIM. 151903103007

**PROGRAM DIPLOMA III TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2018**



**PENGGUNAAN METODE ZONASI PADA PEKERJAAN
PEMASANGAN BEKISTING KOLOM DENGAN SISTEM
KNOCK DOWN (STUDI KASUS: PROYEK TOWER CASPIAN
GRAND SUNGKONO LAGOON)**

PROYEK AKHIR

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Diploma III (D3) Teknik Sipil dan mencapai gelar Ahli Madya Teknik Sipil.

Oleh:

NUR ANDREANSYAH

NIM. 151903103007

**PROGRAM DIPLOMA III TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2018**

PERSEMBAHAN

Sebuah awal dari perjuangan yang telah menjadi kewajiban dalam agama-Mu (menuntut ilmu). Ucapan kata syukur selalu dilantunkan kepada Engkau yang telah melapangkan jalannya, kemudahan menyelesaikannya. Terima kasih atas rahmat dan hidayahnya kepadaku dan kepada Nabi Muhammad SAW teladanku dan umatnya yang membawa cahaya di dunia-Mu.

Untuk itu saya ingin mempersembahkan Proyek Akhir ini kepada :

1. Kedua orang tua, Ibuku tercinta Sri Sugiyati dan Ayahku tercinta Kariyani yang telah membesarkan, mendidik, mendoakan dengan segala kasih sayang dan pengorbanan yang tak terhingga, serta tidak pernah lelah memberikan semangat sekaligus dukungan baik secara moril maupun materil sehingga saya mampu mewujudkan suatu kebanggaan ini.
2. Terima kasih kepada Kakek dan Nenek yang telah memberikan dukungan semangat mental dan telah merawatku sampai detik ini.
3. Terima kasih kepada Ibu Dr. Anik Ratnaningsih, ST. MT selaku dosen pembimbing utama dan Ibu Anita Trisiana, ST. MT selaku dosen pembimbing anggota yang telah memberi pengarahan hingga terselesaikannya Proyek Akhir ini.
4. Terima kasih kepada Ibu Wiwik Yunarni, ST. MT selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan pengarahan akademik yang bermanfaat untuk kelancaran pengerjaan Proyek Akhir ini.
5. Guru-guruku sejak TK hingga SMK, dan semua dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember.
6. Seluruh staff Proyek Tower Caspian Grand Sungkono Lagoon atas ilmu dan pengalamannya selama penelitian.
7. Teman-teman Teknik Sipil 2015 yang selalu memberi masukan dan semangat untuk menyelesaikan Proyek Akhir ini.

8. Saudara-saudaraku D3 Teknik Sipil 2015 yang selalu menemani dan memberikan semangat kekompakannya selama ini.
9. Terima kasih kepada sahabatku Jimmy dan Keluarganya yang telah memberikan tempat tinggal sementara saat pelaksanaan penelitian.
10. Terima kasih kepada semangatku yaitu Tita yang selalu memberi masukan dan semangat untuk menyelesaikan Proyek Akhir ini.



MOTTO

“Ketika seorang anak Adam meninggal, semua amalannya terputus kecuali tiga hal; sedekah jariyah, ilmu yang bermanfaat, serta anak saleh yang selalu mendoakannya”

(HR. Muslim)

“Bukan ilmu yang seharusnya mendatangimu, tapi kamu yang seharusnya mendatangi ilmu”

(Imam Malik)

“Tidak ada jalan mudah menuju kebebasan dan banyak dari kita harus melewati lembah gelap menyeramkan. Lagi dan lagi sebelum akhirnya kita meraih puncak kebahagiaan”

(Nelson Mandela)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nur Andreansyah

NIM : 151903103007

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Proyek Akhir yang berjudul “Penggunaan Metode Zonasi Pada Pekerjaan Pemasangan Bekisting Kolom dengan Sistem Knock Down (Studi Kasus: Proyek Tower Caspian Grand Sungkono Lagoon)” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 6 Juli 2018

Yang menyatakan,

Nur Andreansyah

NIM. 151903103

PROYEK AKHIR

**PENGUNAAN METODE ZONASI PADA PEKERJAAN PEMASANGAN
BEKISTING KOLOM DENGAN SISTEM KNOCK DOWN (STUDI
KASUS : PROYEK TOWER CASPIAN GRAND SUNGKONO LAGOON)**

Oleh

Nur Andreansyah

NIM 151903103007

Pembimbing :

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota : Anita Trisiana, S.T., M.T.

PENGESAHAN

Proyek Akhir yang berjudul “Penggunaan Metode Zonasi Pada Pekerjaan Pemasangan Bekisting Kolom dengan Sistem Knock Down (Studi Kasus: Proyek Tower Caspian Grand Sungkono Lagoon)” telah diuji dan disahkan pada :

hari : Rabu
tanggal : 18 Juli 2018
tempat : R. Sidang Fakultas Teknik

Tim Penguji :

Pembimbing I,

Dr. Anik Ratnaningsih, ST., MT.
NIP. 19700530 199803 2 001

Penguji I,

Ririn Endah B, ST., MT
NIP. 19720528 199802 2 001

Pembimbing II,

Anita Trisiana, ST., MT.
NIP. 19800923 201504 2 001

Penguji II,

Wiwik Yunarni, ST., MT
NIP. 19700613 199802 2 001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik, Universitas Jember

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM
NIP. 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

Penggunaan Metode Zonasi Pada Pekerjaan Pemasangan Bekisting Kolom dengan Sistem Knock Down (Studi Kasus: Proyek Tower Caspian Grand Sungkono Lagoon): Nur Andreansyah, 151903103007 ; 2018: 57 halaman, Program Studi Fakultas Teknik Universitas Jember.

Dalam pekerjaan proyek konstruksi banyak bahan bangunan yang menggunakan material beton dalam pelaksanaannya, terutama sejak 10 - 20 tahun terakhir ini beton semakin banyak digunakan. Untuk mendapatkan bentuk beton yang direncanakan maupun untuk pengerasannya, dibutuhkan suatu bekisting atau cetakan sementara. Perkembangan tuntutan akan pekerjaan bekisting untuk pekerjaan struktur beton, telah memicu berkembangnya berbagai sistem dan metode bekisting dengan penggunaan berbagai jenis material dan alat.

Proyek pembangunan Apartement Grand Sungkono Lagoon dikerjakan oleh kontraktor PT. Pembangunan Perumahan (Persero)Tbk adalah kompleks apartement dengan 2 (dua) tower. Tower pertama adalah Tower Venetian sedangkan yang kedua adalah Tower Caspian. untuk Tower Venetian proses pekerjaan sudah mencapai proses *finishing*. sedangkan untuk Tower Caspian masih masuk tahap konstruksi. Tower Caspian ini terdiri dari 48 lantai, 5 lantai basement dan memiliki bentuk struktur yang tipikal setiap lantai. Pemilihan sistem dan metode yang digunakan akan mempengaruhi biaya karena terlalu banyak material bekisting yang digunakan dan waktu pelaksanaan pekerjaan pemasangan bekisting. Salah satu alternatif untuk pekerjaan pemasangan bekisting adalah metode zonasi dengan sistem *konock down*. Bekisting sistem *knock down* ini memiliki masa pakai yang berulang namun untuk biaya lebih mahal.

Pada proyek akhir ini dilakukan perhitungan kembali dengan membagi ruang lingkup pekerjaan lebih luas/sempit, yaitu dari 2 zona yang telah ada (2A dan 2B) menjadi 3 zona pekerjaan baru yang didasarkan pada volume pekerjaan

bekisting kolom. Setelah dilakukan perhitungan maka diketahui kebutuhan material dan waktu pekerjaan bekisting kolom. Pembagian 1 zona pekerjaan jumlah material besi hollow = 3038,4 m, plat besi strip = 1080 m, multiplek = 261 lembar, plat besi = 595,368 m², tie rod = 495 buah, tie nut = 990 buah, baut = 1500 buah, dan push pull prop = 680 buah dengan durasi pekerjaan selama 24 hari. Pembagian 2 zona pekerjaan jumlah material besi hollow = 1526,4 m, plat besi strip = 547,2 m, multiplek = 132 lembar, plat besi = 299,736 m², tie rod = 250 buah, tie nut = 500 buah, baut = 760 buah, dan push pull prop = 344 buah dengan durasi pekerjaan selama 48 hari. Pembagian 3 zona pekerjaan jumlah material besi hollow = 1267,2 m, plat besi strip = 633,6 m, multiplek = 132 lembar, plat besi = 265,464 m², tie rod = 220 buah, tie nut = 440 buah, baut = 880 buah, dan push pull prop = 352 buah dengan durasi pekerjaan selama 76 hari. Dari pembagian ketiga ruang lingkup pekerjaan dapat dibandingkan metode mana yang membutuhkan material sedikit dan waktu pekerjaan yang tercepat.

PRAKATA

Syukur alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas limpahan Rahmat dan Kasih-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proyek Akhir yang berjudul “Penggunaan Metode Zonasi Pada Pekerjaan Pemasangan Bekisting Kolom dengan Sistem Knock Down (Studi Kasus: Proyek Tower Caspian Grand Sungkono Lagoon)” sebagai persyaratan dalam menyelesaikan program studi Diploma III pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penyusunan Proyek Akhir ini tidak lepas dari bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada :

1. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Ir. Hernu Suyoso, MT, selaku Ketua Jurusan teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.
3. Dwi Nurtanto, ST., MT, selaku Ketua Program Studi Diploma III Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember.
4. Dr. Anik Ratnaningsih, ST., MT, selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah membimbing , memberi motivasi dan memberikan dukungan demi kesempurnaan Proyek Akhir ini.
5. Anita Trisiana, ST., MT, selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah membimbing , memberi motivasi dan memberikan dukungan demi kesempurnaan Proyek Akhir ini.
6. Ririn Endah B, ST., MT dan Wiwik Yunarni, ST., MT, selaku Tim Penguji yang telah meluangkan banyak waktu, pikiran dan perhatiannya guna memberikan pengarahannya demi terselesaikannya Proyek Akhir ini.
7. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Jember, atas segala bimbingan dan ilmu yang telah diberikan selama ini.

8. Seluruh staff Proyek Tower Caspian Grand Sungkono Lagoon khususnya PT. PP (Persero) Tbk atas pengarahan dan diberikan data-data proyek sebagai penunjang Proyek Akhir ini.
9. Kedua orang tuaku yang telah memberikan dorongan dan doanya demi terselesaikannya Proyek Akhir ini.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan Proyek Akhir ini. Akhirnya penulis berharap, semoga Proyek Akhir ini dapat bermanfaat dengan baik.

Jember, 6 Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
PERSEMBAHAN	iii
MOTTO	v
PERNYATAAN	vi
PENGESAHAN	viii
RINGKASAN	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR RUMUS	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Bekisting	4
2.1.1 Definisi Bekisting	4
2.1.2 Fungsi Bekisting	4
2.1.3 Material Bekisting.....	5
2.1.4 Tipe Bekisting	7
2.1.5 Bekisting Kolom	8
2.2 Zona Pelaksanaan Pekerjaan Bekisting	14

2.3	Metode Pekerjaan Bekisting Kolom	15
2.3.1	Bahan dan Alat Bekisting Kolom	15
2.3.2	Pemasangan Bekisting Kolom	16
2.3.3	Pembongkaran Bekisting Kolom	18
2.4	Perkiraan Waktu Pelaksanaan	20
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN		24
3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian	24
3.1.1	Lokasi Penelitian	24
3.2	Pengumpulan Data	24
3.2.1	Data Primer	25
3.2.2	Data Sekunder	25
3.3	Analisis Data	25
3.3.1	Dasar Pembagian Zona Pekerjaan.....	25
3.3.2	Pola Pembagian Zona Pekerjaan	26
3.3.3	Pembagian Waktu Pekerjaan.....	30
3.3.4	Material Penyusun Bekisting	30
3.3.5	Perhitungan Volume.....	30
3.3.6	Perhitungan Durasi Pekerjaan	31
3.3.7	Analisis Data & Pembahasan	31
3.3.8	Pemilihan Pola Kerja yang Cepat dan Efektif.....	31
3.4	Diagram Alir Penelitian	31
3.5	Matriks Penelitian	34
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		36
4.1	Hasil Pengumpulan Data	36
4.1.1	Gambar Kerja	36
4.2	Data Bahan Penyusun Bekisting Kolom	37
4.2.1	Laporan Jumlah Pekerja	37
4.3	Rancangan Pembagian Zona Pekerjaan	37
4.3.1	Pembagian Ruang Lingkup Pekerjaan dengan 1 Zona	38
4.3.2	Pembagian Ruang Lingkup Pekerjaan dengan 2 Zona	40

4.3.3	Pembagian Ruang Lingkup Pekerjaan dengan 3 Zona	41
4.4	Perhitungan Volume dan Material Pekerjaan Bekisting Kolom	43
4.4.1	Material Bekisting Kolom.....	43
4.4.2	Perhitungan Volume Bekisting Kolom	44
4.5	Perhitungan Volume Bekisting Sistem Zonasi	46
4.5.1	Volume Bekisting 1 Zona Pekerjaan	46
4.5.2	Volume Bekisting 2 Zona Pekerjaan	47
4.5.3	Volume Bekisting 3 Zona Pekerjaan	48
4.6	Perhitungan Material Bekisting Sistem Zonasi	49
4.6.1	Material Bekisting 1 Zona Pekerjaan	49
4.6.2	Material Bekisting 2 Zona Pekerjaan	50
4.6.3	Material Bekisting 3 Zona Pekerjaan	50
4.7	Perhitungan Durasi Pekerjaan Bekisting Kolom	51
4.7.1	Durasi 1 Zona Pekerjaan	52
4.7.2	Durasi 2 Zona Pekerjaan	52
4.7.3	Durasi 3 Zona Pekerjaan	53
4.8	Pemilihan Sistem Zonasi Pekerjaan Bekisting Kolom.....	54
BAB V. PENUTUP.....		56
5.1	Kesimpulan	56
5.2	Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA		58
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Penggolongan Kayu Berdasarkan Kelas Kekuatan	5
Tabel 2.2	Bahan dan Alat Bekisting Kolom	15
Tabel 2.3	Penelitian Terdahulu	21
Tabel 3.1	Matrik Penelitian.....	34
Tabel 4.1	Data Bahan Bekisting	37
Table 4.2	Pembagian Ruang Lingkup Pekerjaan	38
Tabel 4.3	Tipe dan Jumlah Kolom 1 Zona Pekerjaan.....	39
Tabel 4.4	Tipe dan Jumlah Kolom 2 Zona Pekerjaan.....	40
Tabel 4.5	Tipe dan Jumlah Kolom 3 Zona Pekerjaan.....	42
Tabel 4.6	Bahan Penyusun Bekisting Knock Down Kolom.....	43
Tabel 4.7	Perhitungan Volume Bekisting Kolom K1	45
Tabel 4.8	Volume 1 Zona Pekerjaan Bekisting Kolom	47
Tabel 4.9	Volume 2 Zona Pekerjaan Bekisting Kolom	48
Tabel 4.10	Volume 3 Zona Pekerjaan Bekisting Kolom	49
Tabel 4.11	Material Besi Hollow 1 Zona Pekerjaan.....	49
Tabel 4.12	Material Besi Hollow 2 Zona Pekerjaan.....	50
Tabel 4.13	Material Besi Hollow 3 Zona Pekerjaan.....	51
Tabel 4.14	Analisa Harga Satuan Pekerjaan Kolom.....	51
Tabel 4.15	Durasi 1 Zona Pekerjaan Bekisting Kolom	52
Tabel 4.16	Durasi 2 Zona Pekerjaan Bekisting Kolom	53
Tabel 4.17	Durasi 3 Zona Pekerjaan Bekisting Kolom	54
Tabel 4.18	Volume Pekerjaan dan Material Bekisting <i>Knock Down</i> Kolom	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Bekisting Kolom Konvensional	8
Gambar 2.2	Bekisting Kolom <i>Knock Down</i>	9
Gambar 2.3	Bekisting Kolom <i>Fiberglass</i>	10
Gambar 2.4	Integrasi antara siklus pekerjaan bekisting dengan beton	12
Gambar 2.5	Pemasangan bekisting balok dengan bantuan <i>tower crane</i>	17
Gambar 2.6	Bekisting Kolom yang Siap Cor	18
Gambar 2.7	Pengenduran Tierod dan Tie Nut	19
Gambar 2.8	Bekisting Kolom yang Telah Dilepas dari Cetakan	19
Gambar 3.1	Denah Lokasi Grand Sungkono Lagoon Surabaya	24
Gambar 3.2	Pembagian pekerjaan dengan 1 zona	27
Gambar 3.3	Pembagian pekerjaan dengan 2 zona	28
Gambar 3.4	Pembagian pekerjaan dengan 3 zona	29
Gambar 3.5	<i>Flowchart</i> Pengolahan Data	32
Gambar 4.1	Denah Lantai Basement 1	36
Gambar 4.2	Ruang Lingkup 1 Zona Pekerjaan	39
Gambar 4.3	Ruang Lingkup 2 Zona Pekerjaan	41
Gambar 4.4	Ruang Lingkup 3 Zona Pekerjaan	42
Gambar 4.5	Bekisting Kolom Sistem <i>Knock Down</i>	43
Gambar 4.6	Bekisting Kolom K1	44

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Perhitungan Durasi Pekerjaan.....20

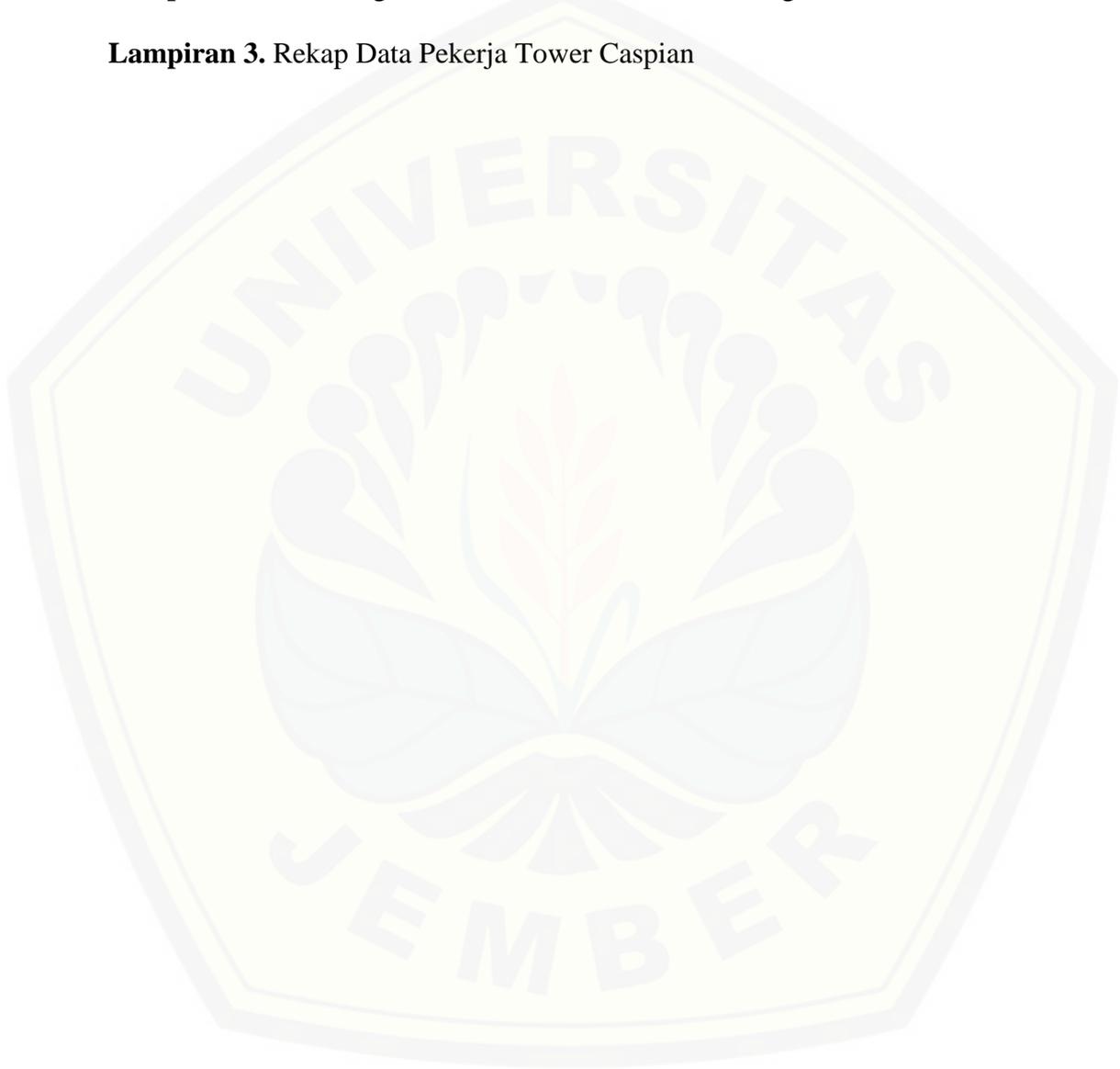


DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Kerja Kolom Bekisting Knock Down

Lampiran 2. Perhitungan Volume dan Meterial Bekisting Kolom

Lampiran 3. Rekap Data Pekerja Tower Caspian



BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam pekerjaan proyek konstruksi banyak bahan bangunan yang menggunakan material beton dalam pelaksanaannya, terutama sejak 10 - 20 tahun terakhir ini beton semakin banyak digunakan. Untuk mendapatkan bentuk beton yang direncanakan maupun untuk pengerasannya, dibutuhkan suatu bekisting atau cetakan sementara. Perkembangan tuntutan akan pekerjaan bekisting untuk pekerjaan struktur beton, telah memicu berkembangnya berbagai sistem dan metode bekisting dengan penggunaan berbagai jenis material dan alat.

Bekisting adalah cetakan sementara yang digunakan untuk menahan beton selama beton dituang dan dibentuk sesuai dengan bentuk yang diinginkan (Stephens, 1985). Menurut Blake (1975), ada 3 aspek yang harus diperhatikan dalam pemilihan bekisting untuk pekerjaan konstruksi beton. Aspek pertama adalah kualitas bekisting yang akan digunakan harus tepat dan layak serta sesuai dengan bentuk pekerjaan struktur yang akan dikerjakan. Permukaan bekisting yang digunakan harus rata sehingga hasil pengecoran beton mendapatkan hasil yang baik pada permukaannya. Aspek kedua adalah keamanan bagi pekerja konstruksi tersebut, maka bekisting harus cukup kuat menahan beton agar bekisting tidak runtuh dan mendatangkan bahaya bagi pekerja. Aspek ketiga adalah biaya dan material yang digunakan untuk bekisting harus direncanakan seefektif mungkin. Oleh karena itu, meskipun bekisting bersifat sementara, tetapi bekisting mempunyai peranan penting dalam pekerjaan konstruksi beton.

Proyek pembangunan Apartement Grand Sungkono Lagoon dikerjakan oleh kontraktor PT. Pembangunan Perumahan (Persero) Tbk adalah kompleks apartement dengan 2 (dua) *tower*. *Tower* pertama adalah *Tower Venetian* sedangkan yang kedua adalah *Tower Caspian*. Untuk *Tower Venetian* proses pekerjaan sudah mencapai proses *finishing*. Sedangkan untuk *Tower Caspian* masih masuk tahap konstruksi. *Tower Caspian* ini terdiri dari 48 lantai, 5

lantai *basement* dan memiliki bentuk struktur yang tipikal setiap lantai. Bentuk struktur yang tipikal memiliki kelebihan yaitu untuk mempermudah pelaksanaan pekerjaan bekisting karena metode pekerjaan yang relatif sama pada tiap lantainya. Dalam kondisi seperti ini, dibutuhkan pemilihan metode pekerjaan yang paling efektif. Pemilihan sistem dan metode yang digunakan akan mempengaruhi biaya karena terlalu banyak material bekisting yang digunakan dan waktu pelaksanaan pekerjaan pemasangan bekisting.

Salah satu alternatif untuk pekerjaan pemasangan bekisting adalah metode zonasi dengan sistem *knock down*. Bekisting sistem *knock down* ini memiliki masa pakai yang berulang namun untuk biaya lebih mahal. Jika kebutuhan material bekisting semakin banyak, biaya bekisting juga akan semakin tinggi namun untuk waktu pengerjaannya bisa dilakukan dengan cepat. Dilihat dari permasalahan di atas, maka dibutuhkan evaluasi perencanaan terhadap pemilihan sistem dan metode pada pekerjaan pemasangan bekisting yang tepat menurut pembagian zona pekerjaan dan penggunaan material yang diharapkan dapat mempercepat penyelesaian pekerjaan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, maka rumusan masalah dalam pengerjaan proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pola kerja metode zonasi pemasangan bekisting kolom sistem *knock down* pada proyek Tower Caspian Grand Sungkono Lagoon?
2. Berapa material dan waktu yang dibutuhkan dari pola kerja metode zonasi pemasangan bekisting kolom sistem *knock down* pada proyek Tower Caspian Gand Sungkono Lagoon?
3. Pola kerja zonasi manakah yang membutuhkan material paling sedikit dengan waktu pekerjaan tercepat?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Merencanakan pola kerja metode zonasi pemasangan bekisting kolom sistem *knock down* pada proyek Tower Caspian Grand Sungkono Lagoon.
2. Mengetahui jumlah material dan waktu yang dibutuhkan pada masing-masing pola kerja metode zonasi.
3. Mencari pola kerja zonasi yang membutuhkan material paling sedikit dengan waktu pekerjaan tercepat.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menambah pengetahuan atau wawasan tentang metode zonasi pada pekerjaan bekisting kolom.
2. Memberikan solusi pemilihan pekerjaan dengan berbagai variasi metode zonasi yang ekonomis dan cepat pada pelaksanaan pekerjaan bekisting.
3. Dapat menjadi dasar untuk dilakukan penelitian topik metode zonasi pada pelaksanaan pekerjaan bekisting kolom.

1.5 Batasan Masalah

Agar pembahasan lebih fokus dan hasil penelitian yang diperoleh lebih akurat, maka batasan masalah dalam penulisan ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini dilakukan pada proyek pembangunan Tower Caspian Grand Sungkono Lagoon, Surabaya.
2. Kolom yang ditinjau adalah kolom kotak.
3. Bekisting yang diamati adalah bekisting kolom pada pekerjaan pemasangan bekisting lantai *basement* 1.
4. Metode bekisting yang digunakan pada penelitian ini adalah metode bekisting sistem *knock down*.
5. Penelitian pada pekerjaan pemasangan bekisting hanya memperhitungkan kebutuhan material dan waktu.
6. Pemakaian sumber daya pekerja akan berbeda pada setiap model pola pekerjaan bekisting kolom.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bekisting

2.1.1 Definisi Bekisting

Bekisting adalah cetakan beton atau sarana pembantu struktur beton untuk mencetak beton sesuai dengan ukuran, bentuk, rupa maupun posisi alinemen yang dikehendaki. Untuk itu bekisting harus berfungsi sebagai struktur sementara yang kuat memikul beban sendiri, berat beton basah, beban hidup dan beban peralatan kerja selama proses pengecoran (F. Wigbout, 1997).

Persyaratan umum dalam pekerjaan struktur permanen maupun sementara seperti pekerjaan bekisting yang harus dipenuhi, yaitu :

1. Syarat Kekuatan, yaitu bagaimana material bekisting seperti balok kayu tidak patah ketika menerima beban yang bekerja.
2. Syarat Kekakuan, yaitu bagaimana material bekisting tidak mengalami perubahan bentuk/deformasi yang berarti, sehingga tidak membuat struktur sia-sia.
3. Syarat Stabilitas, yang berarti bahwa bekisting dan tiang/perancah tidak runtuh tiba-tiba akibat gaya horizontal yang bekerja.
4. Syarat Ekonomi, yang berarti bahwa bekisting harus menggunakan bahan yang ekonomis dilihat dari segi kebutuhan material dan pembagian zona pekerjaan.

Untuk memenuhi persyaratan umum yaitu kekuatan, kekakuan dan stabilitas di atas maka seperti pada desain struktur umumnya, perenanan perencanaan pelaksanaan pekerjaan bekisting sangatlah penting.

2.1.2 Fungsi Bekisting

Menurut Wighbout (1997:105) bekisting memiliki beberapa fungsi yang harus dipertimbangkan atas dasar pertimbangan ekonomis karena penggunaan material bekisting yaitu sebagai berikut :

1. Bekisting menentukan bentuk dari konstruksi beton yang akan dibuat. Bentuk sederhana dari sebuah konstruksi beton menghendaki sebuah bekisting 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 yang timbul dan geseran-geseran dapat diperkenankan asalkan tidak melampaui toleransi-toleransi tertentu.
3. Bekisting harus dapat dengan cara sederhana dipasang, dilepas, dan dipindahkan.

2.1.3 Material Bekisting

Material yang umumnya digunakan dalam pekerjaan bekisting adalah sebagai berikut :

1. Kayu

Tidak ada jenis material yang lebih luas penggunaannya dibandingkan dengan kayu dalam pembuatan bekisting dan perkuatannya. Kayu memiliki sifat tidak mahal, kuat, fleksibel, serba guna, tahan lama, ringan, dan mudah pengerjaannya (Clark, 1983).

Penggunaan kayu sebagai material bekisting diatur ketentuan dan persyaratannya dalam Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia (PKKI). Dalam PKKI ini jenis kayu diklasifikasikan berdasarkan berat jenis, kekuatan lentur serta kekuatan tekan mutlaknya menjadi 5 kelas (PKKI, 1961) .

Tabel 2.1 Penggolongan kayu berdasarkan kelas kekuatan

Kelas Kuat	Berat Jenis Udara Kering	Kokoh lentur mutlak (kg/cm ²)	Kokoh tekan mutlak (kg/cm ²)
I	≥ 0,90	≥ 1100	≥ 650
II	0,90 - 0,60	1100 - 725	650 - 425
III	0,60 - 0,40	725 - 500	425 - 300
IV	0,40 - 0,30	500 - 360	300 - 215
V	≤ 0,30	≤ 360	≤ 215

(Sumber : PKKI, 1961)

Material kayu memiliki sifat-sifat yang menguntungkan dalam fungsinya sebagai bagian dari konstruksi yaitu (Wigbout, 1997) :

- a. Kekuatan yang besar pada suatu massa volumik yang kecil.
- b. Harga yang relatif murah dan dapat diperoleh dengan mudah.
- c. Mudah dikerjakan dan alat-alat sambung yang sederhana.
- d. Isolasi termis yang sangat baik.
- e. Dapat dengan baik menerima tumbukan-tumbukan dan getaran-getaran serta penganganan yang kasar di tempat pendirian sebuah bekisting.

2. Multiplek

Triplek terdiri sejumlah lapisan kayu finer yang direkatkan bersilang satu di atas yang lain. Pada umumnya, lapisan-lapisan finer dikupas dari sebatang kayu bulat, finer yang ditusuk akan memperlihatkan retakan-retakan kecil di permukaannya (Wigbout, 1997).

Sebagai material kontak, lapisan terluar daripada triplek ini harus terbuat dari kualitas kayu yang lebih baik daripada lapisan yang ada di dalamnya dan yang paling utama adalah tahan lama serta tahan aus. Hal-hal yang merugikan dengan menggunakan triplek/multiplek adalah sebagai berikut (Wigbout, 1997) :

- a. Harganya yang relatif tinggi.
- b. Sudut dan tepi dari pelat-pelat mudah rusak.
- c. Permukaan dari pelat harus ditangani dengan hati-hati.

3. Baja

Material baja biasa digunakan dalam berbagai bentuk dan kualitas. Baja juga selaku material pembantu atau komponen pembantu pada bekisting konvensional hingga sepenuhnya sebagai konstruksi penyangga dan konstruksi bekisting. Dibanding material lain yang biasa digunakan, berikut keuntungan dari penggunaan material baja (Wigbout, 1997) :

- a. Kekuatan yang tinggi.

- b. Kekerasan yang tinggi dan tahan terhadap keausan.
- c. Dapat diperoleh dalam berbagai bentuk, baja sangat sesuai bagi pembuatan sambungan-sambungan dan untuk digabung dengan material-material lain.
- d. Apabila tidak lagi memenuhi tujuan yang diharapkan, baja memiliki nilai sisa (besi tua).

Penggunaan material baja juga memiliki kekurangan, antara lain sebagai berikut (Wigbout, 1997) :

- a. Berat massa yang tinggi (sekitar 7850 kg/m^3).
- b. Pembentukan karat.
- c. Pada umumnya pembuatan dan penyusunannya harus dilaksanakan dalam sebuah tempat kerja yang khusus.

2.1.4 Tipe Bekisting

Pesatnya perkembangan dan banyaknya tuntutan yang harus dipenuhi agar hasil dari suatu konstruksi baik dan ekonomis. Menurut Wigbout (1997:233) tipe bekisting dapat dibedakan menjadi 3, yaitu sebagai berikut :

1. Bekisting Tradisional (Konvensional)

Bekisting tradisional (konvensional) adalah suatu bekisting yang terdiri dari papan dan kayu balok, dikerjakan oleh orang-orang ahli dan berpengalaman mengenai pekerjaan bekisting tradisional. Bahan yang biasa digunakan dapat berupa bahan orhanik atau bahan buatan atau bahan gabungan keduanya. Bekisting tradisional masih banyak dijumpai pada proyek-proyek yang relatif kecil dan penggunaannya hanya terbatas pada beberapa kali pemakaian saja. Untuk bentuk-bentuk yang rumit, akan membutuhkan bahan yang relatif banyak. Karena akan banyak terjadi penggergajian/pemotongan yang dilakukan sehingga biaya investasi dapat membengkak.

2. Bekisting Semi Sistem

Bekisting semi sitem adalah bekistng yang bahan dasarnya disesuaikan dengan konstruksi beton, sehingga penulangannya dapat dilakukan lebih banyak apabila konstruksi beton itu sendiri tidak terjadi

perubahan bentuk maupun ukuran. Dengan berbagai kekurangan metode bekisting konvensional tersebut maka direncanakan sistem bekisting semi sistem (*knock down*) yang terbuat dari plat baja dan besi *hollow*.

3. Bekisting Sistem

Bekisting sistem adalah bekisting yang mengalami perkembangan lebih lanjut sebuah bekisting universal yang dengan segala kemungkinannya dapat digunakan pada berbagai macam bangunan, penggunaan bekisting sistem bertujuan untuk penggunaan pakai ulang.

2.1.5 Bekisting Kolom

Bekisting yang digunakan dalam pekerjaan kolom ada beberapa macam tipe yang digunakan, antara lain :

1. Bekisting Konvensional



Gambar 2.1 Bekisting Kolom Konvensional

(Sumber : www.google.com)

Bekisting konvensional adalah bekisting yang materialnya menggunakan kayu. Dalam proses pengerjaannya dipasang dan dibongkar pada lokasi yang dikerjakan. Pembongkaran bekisting dilakukan secara bertahap dengan melepas rangkai komponen pembentuk bekisting setelah beton mencapai kekuatan yang cukup.

Penggunaan bekisting dengan material kayu memiliki kekurangan yaitu penggunaannya tidak dilakukan secara berulang. Berikut ini kelebihan dan kekurangan dari material kayu untuk bekisting kolom sebagai berikut :

- a. Pemakaian bekisting tradisional mempunyai tingkat fleksibilitas yang tinggi, karena bekisting tradisional dapat dibuat dan dipakai untuk struktur bangunan dengan bentuk yang bervariasi.
- b. Penggunaan bekisting lebih menghemat biaya pekerjaan bekisting dengan skala pekerjaan kecil.
- c. Material kayu tidak awet untuk dipakai berulang-ulang kali.
- d. Waktu pemasangan dan pembongkaran bekisting relatif lama.
- e. Banyak menghasilkan sampah kayu dan paku.
- f. Bentuknya tidak presisi.

2. Bekisting *Knock Down*



Gambar 2.2 Bekisting Kolom *Knock Down*

(Sumber : www.google.com)

Dengan berbagai kekurangan dari bekisting konvensional tersebut maka direncanakanlah bekisting *knock down*, yang terbuat dari material gabungan pelat baja dan besi hollw. Bekisting ini biayanya jauh lebih

mahal jika dibandingkan dengan bekisting kayu, namun bekisting ini jauh lebih tahan lama sehingga dapat digunakan berulang-ulang. Adapun kelebihan dan kekurangan dari penggunaan bekisting *knock down* sebagai berikut :

- a. Sangat kuat dan mampu menahan beban berat.
 - b. Mudah untuk diperbaiki jika ada kerusakan.
 - c. Seragam ukuran dan permukaan.
 - d. Dapat digunakan untuk waktu yang lama.
 - e. Terbatas ukuran dan bentuk.
3. Bekisting *Fiberglass*



Gambar 2.3 Bekisting Kolom *Fiberglass*

(Sumber : www.google.com)

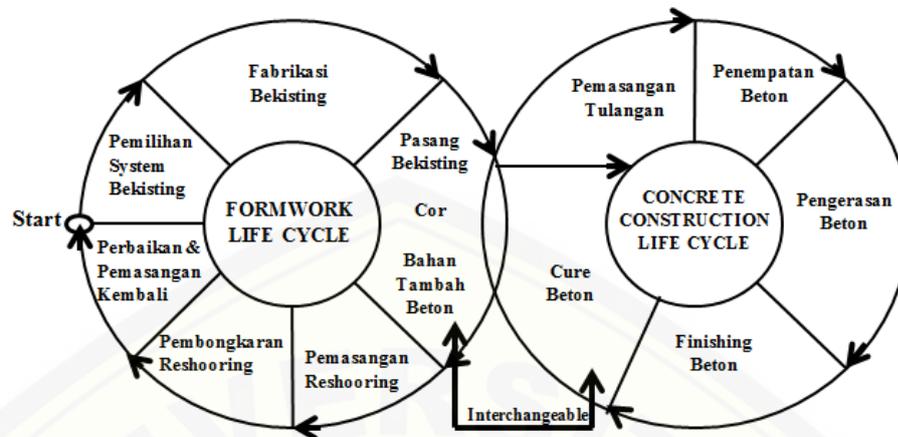
Material *fiber* untuk pengganti material kayu merupakan terobosan perencanaan yang lebih efektif. Penggunaan bekisting dengan material *fiber* adalah untuk mengatasi bentuk struktur yang mengandung arsitektur karena jika menggunakan tipe bekisting sebelumnya akan mengalami kesulitan dalam perencanaan bekisting. Bekisting ini memiliki kekurangan dari segi biaya yang cukup tinggi karena adanya material

fiber yang digunakan. Berikut ini adalah kelebihan dari bekisting yang menggunakan material *fiber* adalah sebagai berikut :

- a. Bebas kelembaban dan tidak mengalami perubahan dimensi atau bentuk.
- b. Pemasangan lebih mudah dan tanpa perlu minyak bekisting (oli).
- c. Mempercepat waktu pelaksanaan pekerjaan bekisting.
- d. Tidak berkarat, tidak gampang rusak oleh air sehingga cocok untuk konstruksi bawah tanah dan lingkungan berair.
- e. Efisien secara biaya dan kualitas hasil yang lebih baik.
- f. Gampang dipasang dan dilepas sehingga mengurangi biaya upah kerja.
- g. Daya tahan lama.
- h. Tahan panas ringan, kuat dan kaku.
- i. Ketahanan permukaan yang baik, tahan terhadap benturan dan abrasi.
- j. Dapat dibor, dipaku, diketam, dan diproses seperti digergaji.
- k. Tidak membutuhkan syarat khusus dalam penyimpanan karena sifatnya yang tahan cuaca.

2.2.1 Siklus Perencanaan Bekisting

Dalam pelaksanaan pekerjaan bekisting, ada baiknya merencanakan semua hal yang berkaitan dengan proses pelaksanaan pekerjaan bekisting sehingga pekerjaan akan sesuai dengan yang diharapkan. Pelaksanaan pekerjaan bekisting merupakan bagian terintegrasi dari suatu proses konstruksi beberapa terminologi digunakan dalam pekerjaan beton dan bekisting. Proses penyediaan bekisting dan beton merupakan intergrasi yang mutlak dibutuhkan (Hanna, 1998).



Gambar 2.4 Integrasi antara siklus pekerjaan bekisting dengan pekerjaan beton.

(Sumber : Hanna, 1998)

Siklus bekisting dimulai dengan memilih metode bekisting. Aktifitas siklus bekisting ini digambarkan dengan langkah-langkah sebagai berikut : (1). Fabrikasi bekisting, (2). Pemasangan, (3). Pembongkaran. Sedangkan siklus pekerjaan beton dimulai setelah fabrikasi bekisting dan selesai sebelum pembongkaran bekisting. Fungsi dari siklus pekerjaan bekisting untuk menyediakan kebutuhan struktur dalam bentuk dan ukuran yang berbeda. Sedangkan fungsi dari siklus pekerjaan beton untuk menyediakan kebutuhan struktur akan kekuatan, durabilitas dan bentuk permukaan.

Deskripsi dari masing-masing langkah dari kedua siklus beton dan bekisting sebagai berikut :

1. Pemilihan Metode Bekisting

Pemilihan sistem bekisting termasuk proses pemilihan sistem untuk elemen struktur yang berbeda. Termasuk dalam pemilihan aksesoris, bracing, dan ketersediaan komponen untuk sistem bekisting tersebut. Ada beberapa bentuk sistem yang dipakai dalam konstruksi

struktur beton bertulang. Sebagai contoh, sistem bekisting untuk pelat lantai dapat diklarifikasikan sebagai sistem konvensional atau buatan tangan dan sistem yang dikerjakan dengan bantuan alat angkat atau *crane*. Sistem konvensional masih merupakan sistem yang biasa digunakan di pekerjaan konstruksi. Karena sistem ini dapat disesuaikan dengan segala bentuk dan ukuran struktur. Walaupun sistem konvensional ini menghasilkan biaya yang tinggi akan kebutuhan material dan tenaga kerjanya (Hanna, 1998).

2. Fabrikasi Bekisting

Langkah kedua dari siklus bekisting adalah fabrikasi bekisting. Kegiatan ini termasuk penerimaan material bekisting, pemotongan dan penempatan material menurut tipe dan ukuran, pemasangan bagian-bagian sesuai bentuk dan ukuran yang diminta, penempatan bekisting dekat dengan alat angkat. Pihak kontraktor pelaksana juga harus memilih area fabrikasi pada lokasi kerja guna dapat memenuhi kebutuhan akan mobilisasi alat dan material bekisting pada waktu pelaksanaan (Hanna, 1998).

3. Pemasangan Bekisting, Penempatan dan Perkuatan

Metode dan urutan kerja dari pekerjaan bekisting sangat dipengaruhi oleh ketersediaan alat angkat dan ketersediaan perkuatan. Bekisting biasanya diangkat secara manual dengan derek atau *small crane*. Pemasangan bekisting termasuk pekerjaan pengangkatan, *positioning*, pengaturan penempatan elemen-elemen yang berbeda dari bekisting. Siklus pekerjaan beton dimulai setelah pemasangan bekisting dan berakhir dengan pemasangan besi tulangan serta pengecoran (Hanna, 1998).

4. Penambahan Perkuatan Bekisting

Bekisting haruslah cukup kuat menahan tegangan awal atau lendutan akibat berat sendiri serta akibat beban tambahan lainnya. Selama pekerjaan pengecoran, perkuatan bekisting harus tetap dipertahankan dengan melakukan penambahan-penambahan elemennya

selama proses tersebut. Pembongkaran pada bekisting beton hanya boleh dilakukan apabila beton telah mencapai 70% kekuatan rencananya (Hanna, 1998).

5. *Reshoring/ Backshore*

Reshoring atau *backshore* adalah proses penyediaan penyangga vertikal untuk penambahan elemen struktur yang belum mencapai kekuatan penuh rancangannya. Juga menambahkan perkuatan pada elemen struktur setelah penyangga awalnya dipindahkan atau dibongkar (Hanna, 1998).

6. Pembongkaran *Reshoring*

Reshoring dapat dipindahkan apabila beton sudah cukup umur dan kuat untuk menahan segala beban rencana yang akan ditahannya. Pembongkaran *reshorsing* harus dilakukan dengan hati-hati untuk menghindari struktur dari dampak-dampak pembebanan (Hanna, 1998)

7. Perbaikan dan Penggunaan Kembali Bekisting

Setelah pembongkaran bekisting, biasanya harus ada langkah perbaikan akibat pemasangan dan pembongkaran sebelumnya. Langkah ini dilakukan supaya bekisting dapat dipakai kembali untuk pekerjaan selanjutnya (Hanna, 1998).

2.2 Zona Pelaksanaan Pekerjaan Bekisting

Dalam pekerjaan struktur pada suatu proyek, khususnya proyek-proyek yang dalam kategori besar atau proyek gedung bertingkat, pekerjaan pengecoran dilakukan secara bertahap. Hal ini dikarenakan oleh ketersediaan atau keterbatasan sumber daya dan yang ada meliputi material (bekisting sebagai alat cetak beton), alat (pendukung proses pengecoran), dan waktu pekerjaan. Untuk itu, perlu dilakukan pembagian zona pekerjaan sehingga penggunaan sumber daya dan waktu yang ada dapat lebih optimal serta target penyelesaian pekerjaan dapat dicapai (Nashir, 2010).

Penentuan zona-zona pekerjaan pada pembangunan gedung bertingkat dipengaruhi oleh banyak faktor-faktor sebagai berikut :

1. Ketersediaan lahan

2. Bentuk struktur
3. Metode pekerjaan
4. Jadwal pelaksanaan
5. Ketersediaan sumber daya.

2.3 Metode Pekerjaan Bekisting Kolom

2.3.1 Bahan dan Alat Bekisting Kolom

Dalam pengecoran kolom dibutuhkan bekisting dan perancah untuk menopang agar beton dapat berdiri dengan lurus dan dicetak sesuai rencana. Pekerjaan bekisting dibagi kedalam dua kategori, diantaranya:

1. Acuan

Acuan menggunakan *plywood* dengan ukuran dan ketebalan yaitu 12 mm. *Plywood* yang digunakan memiliki penggunaan berkisar 5-6 kali pemakaian untuk bekisting.

2. Perancah

Perancah atau pendukung acuan pada bekisting plat dan balok menggunakan *scaffolding*. *Scaffolding* merupakan rangkaian dari besi yang kokoh.

Tabel 2.2 Bahan dan Alat Bekisting Kolom

Gambar	Bahan/Alat	Spesifikasi	Fungsi
	Panel Kolom		Sebagai bekisting kolom
	<i>Tie Rod</i>		Sebagai pengikat antara panel pada sistem formwork

	<i>Push Pull Base</i>	Sebagai pengait push pull props dengan rantai agar dapat berdiri tegak
	<i>Push Pull Prop</i>	Sebagai bracing penguat dan pengatur vertically agar kolom atau dinding dapat berdiri tegak
	<i>Tie Nut</i>	Untuk mengatur dan perkuatan panel bekisting dengan tie rod
	<i>Waller</i>	Untuk perkuatan pada bekisting kolom atau dinding sebagai sabuk
	<i>Push Pull Bracket</i>	Berfungsi mengaitkan push pull props dengan kolom

2.3.2 Pemasangan Bekisting Kolom

Pekerjaan bekisting kolom dilakukan setelah pekerjaan penulangan selesai dilaksanakan. Pekerjaan bekisting memegang peranan penting dalam pekerjaan pengecoran beton. Pekerjaan bekisting dapat menentukan kualitas beton baik secara arsitektural maupun structural.

Urutan pemasangan bekisting kolom sebagai berikut:

- a. Siapkan alat *tower crane*.
- b. Siapkan pekerja.
- c. Tahap pertama pengikatan sling *tower crane*.
- d. Tahap kedua bersihkan bagian permukaan panel bekisting dari kotoran lalu melapisinya dengan minyak pelumas. Kemudian pindahkan bekisting kolom ke lokasi marking kolom yang telah ditentukan dengan bantuan *tower crane*. Pada saat memasang bekisting kolom, sisi bagian dalam harus menempel pada sepatu kolom. Keadaan dilapangan seperti pada gambar 2.5



Gambar 2.5 Pemasangan bekisting balok dengan bantuan *tower crane*

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

- e. Tahap ketiga atur setiap panel sesuai pada posisinya kemudian kencangkan *tie rod* dengan *wing nut* yang terdapat pada *horizontal waller*.
- f. Tahap keempat, setelah bekisting kolom terpasang dengan benar, lalu pasang *adjustable push pull props* pada *base plate* di kedua sisi bekisting. Keadaan di lapangan seperti pada gambar 2.6



Gambar 2.6 Bekisting Kolom yang Siap Cor

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

- g. Tahap terakhir, lakukan *check verticality* bekisting pada as kolom agar tidak terjadi kemiringan bekisting kolom..

2.3.3 Pembongkaran Bekisting Kolom

Pembongkaran bekisting kolom dilakukan setelah 8 jam dari pengecoran terakhir. Apabila bekisting di bongkar sebelum waktu pengikatan pada beton menjadi sempurna, maka akan terjadi kerusakan / cacat pada beton tersebut.

Urutan pekerjaan pembongkaran bekisting kolom sebagai berikut:

- a. Persiapkan alat *tower crane*
- b. Tahap pertama kendurkan *adjustable push pull props* dari *base plate*.
- c. Tahap kedua kendurkan semua baut dan *wing nut* lalu longgarkan *tie rod* samping bekisting kolom seperti pada gambar 2.7



Gambar 2.7 Pengenduran Tierod dan Tie Nut

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

- d. Tahap ketiga pengikatan sling *tower crane* ke bekisting kolom dengan bantuan pekerja seperti pada gambar 2.8



Gambar 2.8 Bekisting Kolom yang Telah Dilepas dari Cetakan

(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

- e. Tahap keempat, angkat dan pindahkan bekisting kolom tersebut ke tempat yang telah disediakan dengan bantuan *tower crane*.

2.4 Perkiraan Waktu Pelaksanaan

Perkiraan waktu pelaksanaan atau durasi proyek adalah jumlah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan proyek (Muharany dan Fajarwati, 2006). Faktor yang mempengaruhi dalam durasi pekerjaan proyek adalah volume pekerjaan, metode kerja, keadaan lapangan, dan keterampilan tenaga kerja. *Time schedule* direncanakan untuk mengetahui durasi waktu pelaksanaan pekerjaan proyek konstruksi. Hal ini tidak lepas dari kebutuhan jumlah tenaga kerja yang digunakan untuk mencapai target waktu pekerjaan yang direncanakan. Berikut ini rumus yang digunakan untuk menghitung durasi pekerjaan :

$$\text{Durasi} = \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{jumlah sumber daya} \times \text{produktivitas}} \quad \dots(2.1)$$

Keterangan : Durasi (hari)

Volume pekerjaan (m³)

Jumlah sumber daya (orang)

Produktivitas (OH)

(Sumber : Ibrahim, H. B, 2001)

Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu

No.	Uraian	Yusron Abdul Natshir, 2010 (Fakultas Teknik, Universitas Indonesia)	M. Husnil Ibad, 2016 (Fakultas Teknik, Universitas Jember)	Habsari Werdhi Setyo Wiranti dan Retno Indrayani, 2012 (Fakultas Teknik, Institut Teknologi Sepuluh November)
1	Judul	<i>Optimasi Waktu dan Biaya Pekerjaan Bekisting Melalui Sistem Siklus Pemakaian dan Sistem Zoning Pada Gedung Bertingkat (Studi Kasus: Proyek Universitas Gadjah Mada Kampus Jakarta)</i>	<i>Alternatif Pemasangan Bekisting Balok dan Plat Pada Proyek Jember Icon dengan Metode Zonasi</i>	<i>Analisa Alternatif Pembagian Zona Pekerjaan Bekisting Dari Segi Biaya dan Waktu Pada Proyek Konstruksi Puncak Kertajaya Apartemen</i>
2	Rumusan Masalah	<p>1. Bagaimana model pembagian zona pekerjaan bekisting yang optimal?</p> <p>2. Bagaimana peranan sistem zoning dan sistem siklus pemakaian material bekisting semi sistem yang diterapkan pada proyek Universitas Gadjah Mada Kampus Jakarta setelah dikaitkan dengan efisiensi waktu pelaksanaan dan biaya pekerjaan?</p>	<p>1. Bagaimana pola kerja sistem zonasi pemasangan bekisting balok dan plat pada proyek Jember Icon?</p> <p>2. Berapa biaya dan waktu dari pola sistem zonasi pemasangan bekisting balok dan plat pada proyek Jember Icon?</p> <p>3. Pola kerja manakah yang paling murah dan cepat bila ditinjau dari segi biaya dan waktu?</p>	<p>Dari alternatif pembagian zona pekerjaan bekisting, manakah yang dapat menghasilkan waktu dan biaya terbaik untuk proyek Puncak Kertajaya Apartemen?</p>

3	Tujuan Penelitian	Mengetahui model yang optimal pada pembagian zona pekerjaan dan siklus pemakaian bekisting dalam pelaksanaan pekerjaan bekisting pada gedung bertingkat banyak.	1. Merencanakan pola kerja sistem zonasi pemasangan bekisting balok dan plat pada pelaksanaan proyek Jember Icon. 2. Mengetahui jumlah biaya dan waktu yang dibutuhkan pada masing-masing pola kerja. 3. Mencari pola kerja pembangunan yang paling murah dan cepat.	Untuk mengetahui alternatif pembagian zona pekerjaan bekisting yang dapat menghasilkan waktu dan biaya terbaik untuk proyek konstruksi Puncak Kertajaya Apartemen.
4	Analisis Data	Menganalisis model yang optimal pada pembagian zona pekerjaan dan siklus pemakaian bekisting dalam pelaksanaan pekerjaan bekisting pada gedung bertingkat banyak ditinjau dari segi biaya pekerjaan dan waktu pelaksanaan yang efektif.	Menganalisa alternatif pemasangan bekisting balok dan plat lantai dari pola kerja metode zonasi yang paling efisien ditinjau dari segi biaya dan waktu.	Menganalisis alternatif pekerjaan bekisting yang terbaik untuk struktur bangunan Puncak Kertajaya Apartemen ditinjau dari segi biaya dan waktu.
5	Hasil Analisa	Metode pelaksanaan bekisting untuk balok, pelat, kolom dan shear wall yang paling ekonomis adalah dengan 2 zona pembagian area pekerjaan dan waktu penyelesaian per lantai 7 hari (penyediaan	Pola kerja sistem zonasi untuk pekerjaan bekisting balok dan plat yang paling murah adalah pola kerja ketiga pembagian ruang lingkup menjadi 3 zona yaitu sebesar Rp. 56.944.094,73 dan pola yang kerja sistem zonasi untuk pekerjaan bekisting	Alternatif pembagian zona yang ditentukan adalah 6 zona, 4 zona dan 3 zona. Alternatif waktu penyelesaian setiap lantainya adalah 10 hari, 11 hari, dan 16 hari. Setelah itu, dilakukan analisa perbandingan

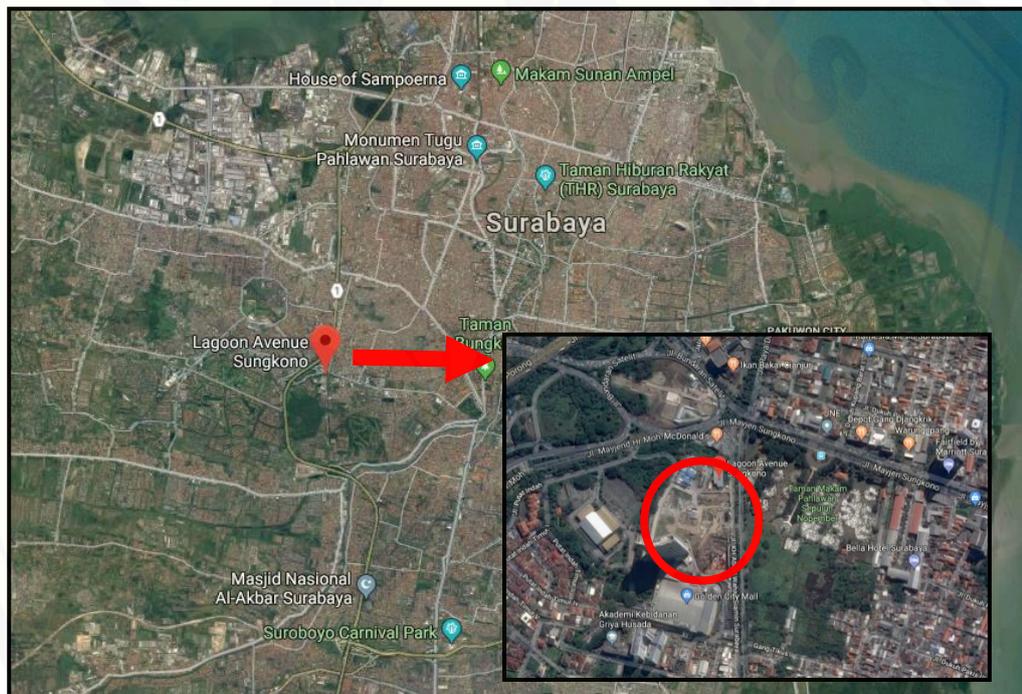
material dan alat serta balok dan plat yang biaya dan waktu yang lama sewa per elemen paling cepat adalah pola telah dihitung dari bekisting baik bottom kerja pertama pembagian masing-masing 2,5 lantai 17 hari pakai, ruang lingkup menjadi 1 alternatif. Dari hasil balok side serta pelat zona dengan durasi pengolahan data dan lantai 1,5 lantai 8 hari pekerjaan selama 15 hari. analisa diperoleh bahwa alternatif pekerjaan bekisting yang terbaik untuk struktur bangunan Puncak Kertajaya Apartemen adalah untuk pembagian 6 zona pekerjaan dengan 10 hari waktu penyelesaian pekerjaan dalam satu lantai.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

3.1.1 Lokasi Penelitian

Studi kasus ini dilakukan di proyek pembangunan Tower Caspian Grand Sungkono Lagoon yang terletak di Jln. KH Abdul Wahab Siamin No. 54 Surabaya. Proyek ini berdekatan dengan Taman Makan Pahlawan Sepuluh November yang berada di sebelah timur proyek. Di utara bersebelahan langsung dengan Mc Donald dan sebelah selatan ada pusat perbelanjaan yaitu Golden City Mall.



Gambar 3.1 Denah Lokasi Grand Sungkono Lagoon Surabaya

(Sumber : Google Map)

3.2 Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

3.2.1 Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari pengamatan langsung di lapangan, meliputi :

1. Kondisi bekisting di lapangan.
2. Waktu pemasangan bekisting aktual di lapangan.
3. Metode pemasangan bekisting di lapangan.

3.2.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari kontraktor pelaksana dalam hal ini adalah PT. PP (Persero) Tbk. yang meliputi :

1. Data bahan.
2. Gambar kerja pekerjaan *Basement*.
3. Spesifikasi bekisting.
4. Laporan harian jumlah pekerja pada pekerjaan bekisting.
5. Buku referensi penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

3.3 Analisis Data

3.3.1 Dasar Pembagian Zona Pekerjaan

Pada pelaksanaan proyek Tower Caspian, metode pekerjaan bekisting yang digunakan untuk mempermudah dan mengoptimalkan sumber daya yang tersedia sehingga target penyelesaian pekerjaan lebih efisien yaitu dengan membagi area pekerjaan. Simulasi yang digunakan untuk dapat melihat hasil dari masing-masing variasi atau model yang direncanakan adalah dengan melakukan evaluasi dan perubahan pada sistem pembagiannya, sehingga akan terjadi perbedaan durasi pekerjaan dan material yang digunakan.

Pertimbangan dalam pembagian ini didasarkan kepada kapasitas volume pengecoran, material bekisting, tipe kolom, area pekerjaan, dan waktu pekerjaan seperti berikut :

1. Volume Pengecoran

Untuk 1 kali pekerjaan pengecoran biasanya diusahakan volume pengecoran kolom minimal 24 m^3 atau 2 kali volume *ready mix*. Hal ini

dilakukan untuk pengoptimalan operasional pengecoran, pengangkutan, dan waktu pekerjaan pengecoran.

2. Material Bekisting

Semakin banyak material bekisting yang digunakan akan berdampak juga semakin banyak biaya yang dikeluarkan untuk pekerjaan bekisting kolom. Untuk material bekisting dari baja lebih baik karena penggunaan bisa dilakukan berulang-ulang tapi terjadi pembengkakan biaya diawal pekerjaan.

3. Tipe Kolom

Perbedaan tipe kolom akan berpengaruh pada jumlah kebutuhan material bekisting. Material yang dipakai akan semakin banyak karena variasi ukuran dan spesifikasi kolom dikerjakan.

4. Area Pekerjaan.

Pekerjaan bekisting kolom dapat dilakukan secara bertahap tidak harus menyelesaikan keseluruhan area pekerjaan. Hal ini dapat berpengaruh pada jumlah kebutuhan material, sumber daya, dan waktu. Mungkin jika dilakukan secara tidak bertahap waktu pekerjaan akan lebih cepat namun tidak efisien dilihat dari segi biaya.

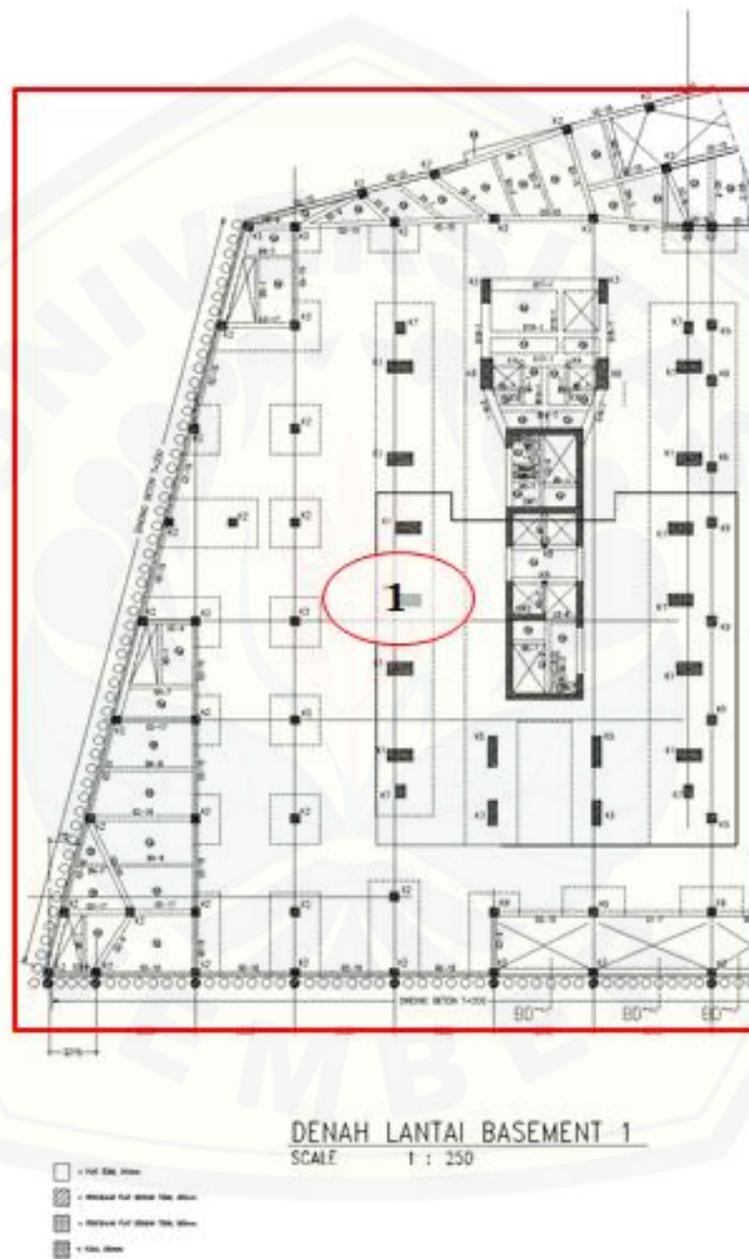
5. Waktu Pekerjaan

Waktu pekerjaan bekisting dipengaruhi oleh faktor sumber daya, material, dan area pekerjaan bekisting kolom.

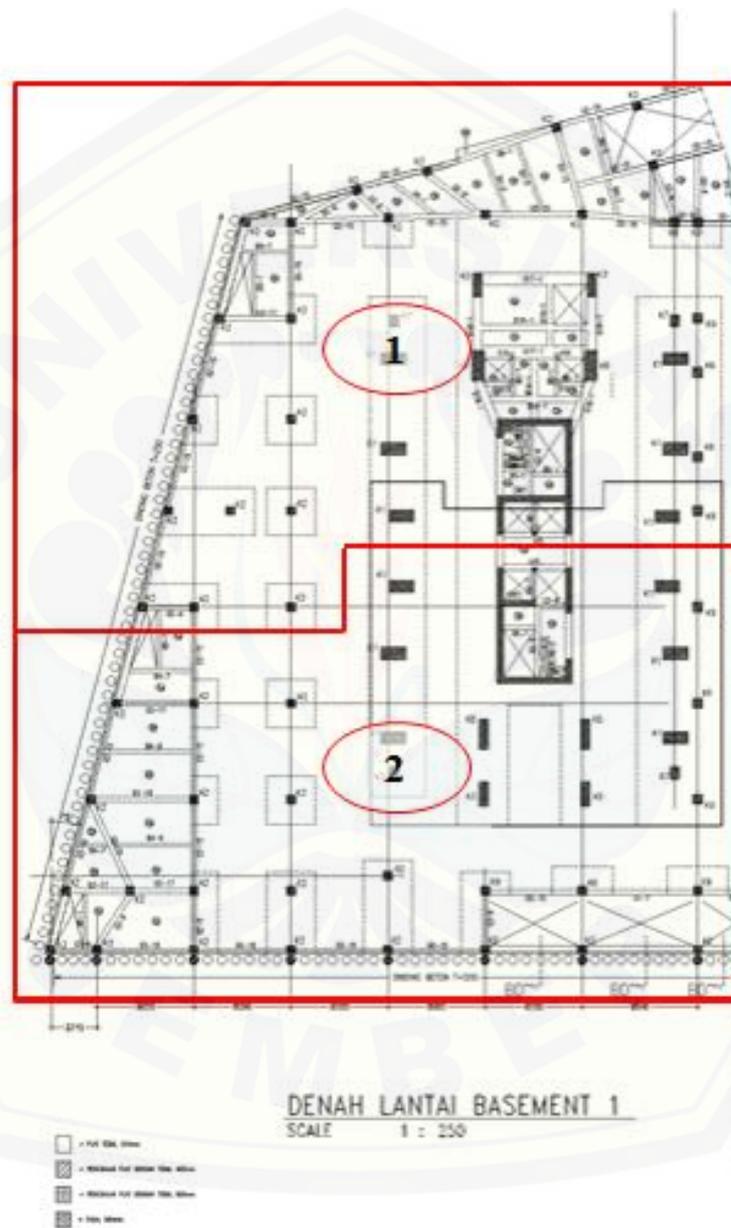
3.3.2 Pola Pembagian Zona Pekerjaan

Pembagian model pola yang direncanakan berdasarkan kebutuhan material pekerjaan beton dan diasumsikan dengan penggunaan jumlah sumber daya pekerja yang berbeda pada masing-masing pola zona pekerjaan bekisting kolom. Berikut model-model zona pekerjaan bekisting kolom yang direncanakan :

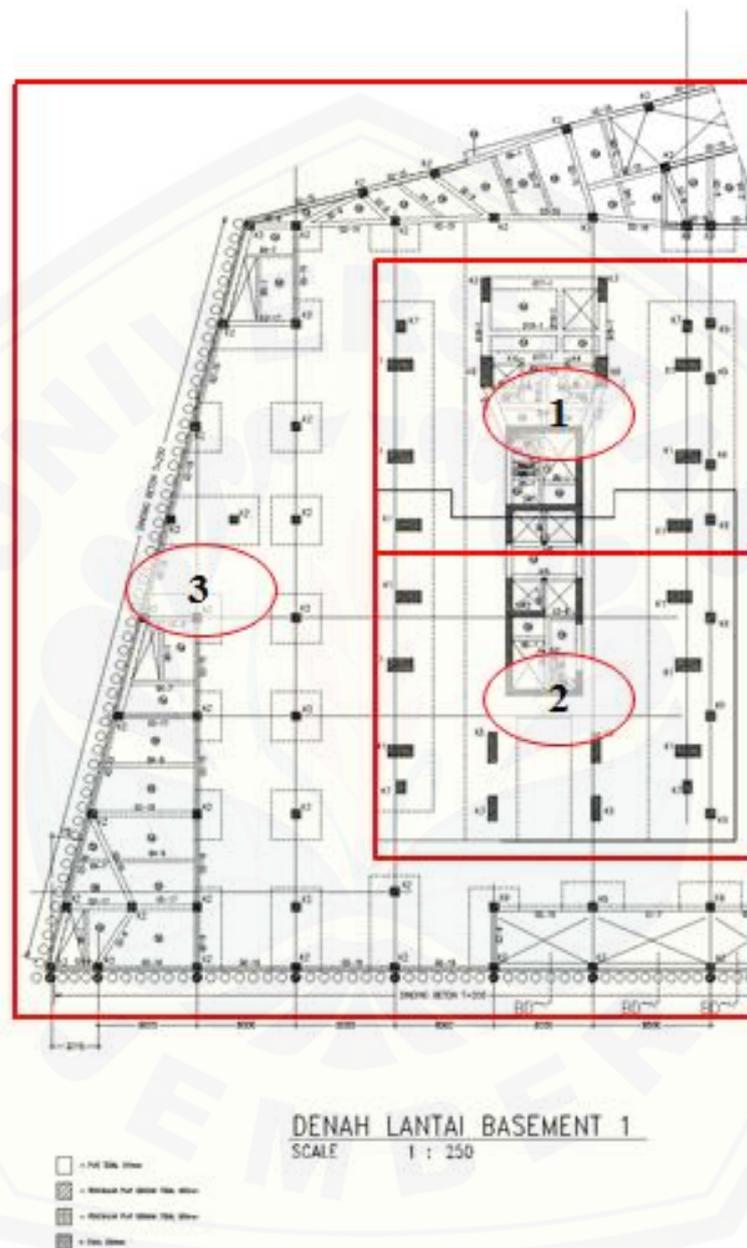
- a. Pembagian pekerjaan dengan 1 zona.
- b. Pembagian pekerjaan dengan 2 zona.
- c. Pembagian pekerjaan dengan 3 zona.



Gambar 3.2 Pembagian pekerjaan dengan 1 zona.



Gambar 3.3 Pembagian pekerjaan dengan 2 zona.



Gambar 3.4 Pembagian pekerjaan dengan 3 zona.

3.3.3 Pembagian Waktu Pekerjaan

Untuk memperoleh nilai yang bisa digunakan, maka waktu yang ditetapkan untuk masing-masing pembagian zona pekerjaan yaitu :

- a. 9 hari untuk 1 zona pekerjaan.
- b. 11 hari untuk 2 zona pekerjaan.
- c. 15 hari untuk 3 zona pekerjaan.

3.3.4 Material Penyusun Bekisting

Dalam penelitian ini kolom yang ditinjau adalah kolom kotak pada lantai basement 1 proyek Tower Caspian. Spesifikasi dan ukuran kolom yang berbeda-beda sehingga akan membutuhkan banyak variasi bentuk bekisting yang menyesuaikan kebutuhan setiap zona pekerjaan pemasangan bekisting.

Material penyusun bekisting yang digunakan yaitu kayu dan besi, karena bekisting sifatnya adalah sebagai struktur sementara yang bisa untuk digunakan berulang-ulang. Pemakaiannya juga dapat disesuaikan dengan kebutuhan spesifikasi dan ukuran kolom yang dikerjakan. Untuk biaya bekisting jenis ini relatif mahal untuk awal pekerjaan, namun karena kebutuhannya untuk digunakan berulang-ulang dapat menghemat biaya yang lebih efisien dibanding dengan penggunaan material penyusun bekisting kayu.

3.3.5 Perhitungan Volume

Menghitung volume kebutuhan bekisting kolom dari data yang digunakan sesuai dengan gambar dan detail gambar sesuai dengan simulasi metode pelaksanaan pekerjaan yang direncanakan. Perhitungan volume yang dilakukan meliputi sebagai berikut :

1. Volume material penyusun bekisting yaitu kayu dan baja. Material kayu sebagai pelat permukaan bekisting, sedangkan material baja yang digunakan adalah *hollow*.
2. Jumlah alat pendukung penyusun bekisting.
3. Volume beton kolom pada *basement 1*.

3.3.6 Perhitungan Durasi Pekerjaan

1. Waktu Pekerjaan Pemasangan

Menentukan waktu pelaksanaan setiap pembagian zona yang dimaksudkan agar dapat mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan pemasangan bekisting kolom di proyek dengan menggunakan jenis material dan metode yang lebih efektif dan efisien.

2. Jumlah Sumber Daya

Jumlah tenaga kerja didasarkan pada kapasitas pekerja dengan volume pekerjaan dan waktu yang dibutuhkan untuk penyelesaian pekerjaan tersebut.

3. Penggunaan Material dan Alat Pendukung

Perhitungan kebutuhan penggunaan alat dan material yang dipakai sesuai dengan gambar perencanaan, dihitung dengan mengkorelasikan antar metode yang dipakai dan bentuk struktur bangunan yang akan dibuat sehingga diperoleh suatu kuantitas penggunaan alat dan material penyusun bekisting.

3.3.7 Analisis Data & Pembahasan

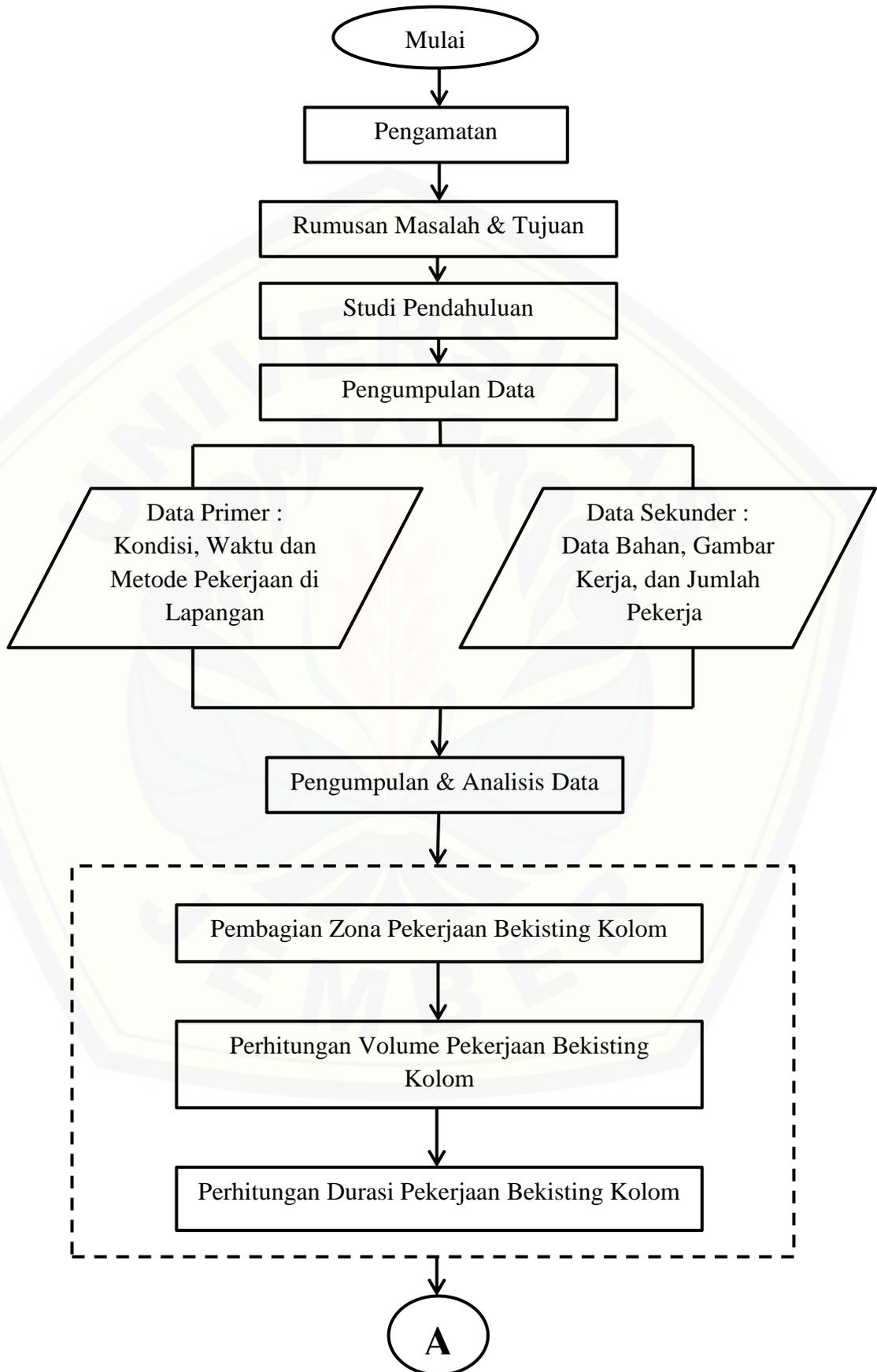
Pengolahan data yang meliputi data primer dan sekunder, perhitungan volume bekisting kolom, waktu pelaksanaan pekerjaan pemasangan bekisting, dan perencanaan pembagian zona pekerjaan pemasangan bekisting kolom sistem *knock down*.

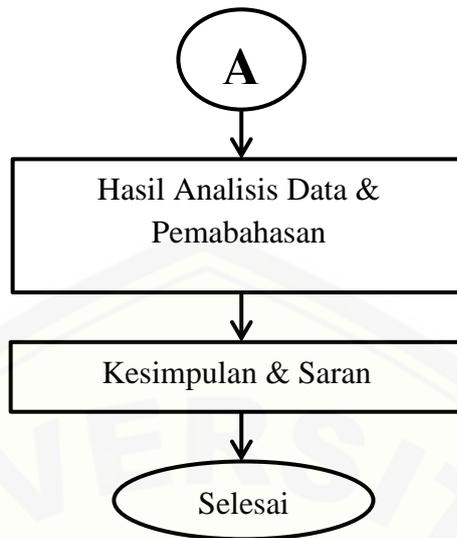
3.3.8 Pemilihan Pola Kerja yang Cepat dan Efektif

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa dan mengetahui durasi pekerjaan pemasangan bekisting kolom sistem *knock down* dengan metode zonasi. Pemilihan pola sistem yang digunakan bisa optimal dari segi penggunaan material dan waktu pelaksanaan.

3.4 Diagram Alir Penelitian

Pengolahan data dapat dilihat dari diagram alir berikut ini :





Gambar 3.5 *Flowchart* Pengolahan Data

3.5 Matriks Penelitian

Tabel 3.1 Matriks Penelitian

Latar Belakang	Rumusan Masalah	Batasan Masalah	Data	Sumber Data	Metode
<p><i>Tower Caspian</i> ini terdiri dari 48 lantai, 5 lantai <i>basement</i> dan memiliki bentuk struktur yang tipikal setiap lantai. Bentuk struktur yang tipikal memiliki kelebihan yaitu untuk mempermudah pelaksanaan pekerjaan bekisting karena metode pekerjaan yang relatif sama pada tiap</p>	<p>1. Bagaimana pola kerja metode zonasi pemasangan bekisting kolom sistem <i>knock down</i> pada proyek <i>Tower Caspian Grand Sungkono Lagoon?</i></p> <p>2. Berapa material dan waktu yang dibutuhkan dari pola kerja</p>	<p>1. Penelitian ini dilakukan pada proyek pembangunan <i>Tower Caspian Grand Lagoon</i>, Surabaya.</p> <p>2. Kolom yang ditinjau adalah kolom kotak.</p> <p>3. Bekisting yang diamati adalah bekisting kolom pada pekerjaan pemasangan bekisting lantai <i>basement</i> 1.</p> <p>4. Metode bekisting yang digunakan pada</p>	<p>Primer :</p> <p>1. Kondisi bekisting di lapangan.</p> <p>2. Waktu pemasangan bekisting aktual di lapangan.</p> <p>3. Alat-alat pendukung untuk pekerjaan pemasangan bekisting.</p> <p>4. Metode pemasangan bekisting di lapangan.</p> <p>5. Ketersedian bekisting di terminal</p>	<p>Pengamatan langsung pada lokasi penelitian</p>	<p>Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola zonasi yang efektif dengan pembagian zona pekerjaan menjadi 3 zona pekerjaan bekisting kolom berdasarkan kebutuhan material dan waktu pekerjaan</p>

<p>lantainya. Dalam kondisi seperti ini, dibutuhkan pemilihan metode pekerjaan yang paling efektif dan efisien. Pemilihan sistem dan metode yang digunakan akan mempengaruhi biaya karena terlalu banyak material bekisting yang digunakan dan waktu pelaksanaan pekerjaan pemasangan bekisting.</p>	<p>metode zonasi pemasangan bekisting kolom sistem <i>knock down</i> pada proyek Tower Caspian Gand Sungkono Lagoon?</p> <p>3. Pola kerja manakah yang membutuhkan material paling sedikit dengan waktu pekerjaan tercepat?</p>	<p>penelitian ini adalah metode bekisting sistem <i>knock down</i>. 5. Penelitian pada pekerjaan pemasangan bekisting hanya memperhitungkan kebutuhan material dan waktu. 6. Pemakaian sumber daya pekerja akan berbeda pada setiap model pola pekerjaan bekisting kolom.</p>
		<p>adalah sementara.</p> <hr/> <p>Sekunder :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Data bahan. 2. Gambar kerja pekerjaan <i>Basement</i>. 3. Laporan harian jumlah pekerja pada pekerjaan bekisting. 4. Harga Satuan Pekerjaan (daftar harga bahan, daftar upah pekerja, daftar harga sewa alat bekisting). 5. Buku referensi penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

Data yang dimiliki oleh kontraktor pelaksana (PT. PP (Persero) Tbk.)

BAB V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari proyek akhir ini sebagai berikut :

1. Pola kerja sistem zonasi pekerjaan pemasangan bekisting kolom dibagi menjadi 3 zona pekerjaan. Pola pekerjaan yang pertama pembagian ruang lingkup pekerjaan pemasangan bekisting kolom menjadi 1 zona pekerjaan, pola pekerjaan yang kedua pembagian ruang lingkup pekerjaan menjadi 2 zona pekerjaan yaitu area 1 dan 2, dan pola pekerjaan ketiga pembagian ruang lingkup pekerjaan menjadi 3 zona pekerjaan yaitu area 1, 2, dan 3.
2. Jumlah material dan waktu dari masing-masing pola kerja sistem zonasi pekerjaan pemasangan bekisting kolom. Pola kerja pertama pembagian ruang lingkup menjadi 1 zona pekerjaan, jumlah material besi hollow = 3038,4 m, plat besi strip = 1080 m, multiplek = 261 lembar, plat besi = 595,368 m², tie rod = 495 buah, tie nut = 990 buah, baut = 1500 buah, dan push pull prop = 680 buah dengan durasi pekerjaan selama 24 hari. Pola kerja kedua pembagian ruang lingkup menjadi 2 zona pekerjaan, jumlah material besi hollow = 1526,4 m, plat besi strip = 547,2 m, multiplek = 132 lembar, plat besi = 299,736 m², tie rod = 250 buah, tie nut = 500 buah, baut = 760 buah, dan push pull prop = 344 buah dengan durasi pekerjaan selama 48 hari. Pola kerja ketiga pembagian ruang lingkup menjadi 3 zona pekerjaan, jumlah material besi hollow = 1267,2 m, plat besi strip = 633,6 m, multiplek = 132 lembar, plat besi = 265,464 m², tie rod = 220 buah, tie nut = 440 buah, baut = 880 buah, dan push pull prop = 352 buah dengan durasi pekerjaan selama 76 hari.
3. Pola kerja sistem zonasi untuk pekerjaan pemasangan bekisting kolom yang paling sedikit penggunaan material adalah pola kerja ketiga pembagian ruang lingkup menjadi 3 zona pekerjaan yaitu jumlah material besi hollow = 1267,2 m, plat besi strip = 633,6 m, multiplek =

132 lembar, plat besi = 265,464 m², tie rod = 220 buah, tie nut = 440 buah, baut = 880 buah, dan push pull prop = 352 buah dan pola kerja sistem zonasi pekerjaan pemasangan bekisting kolom yang paling cepat adalah pola kerja pertama pemabagian ruang lingkup menjadi 1 zona pekerjaan dengan durasi pekerjaan selama 24 hari.

5.2 Saran

Saran dari penelitian ini untuk penelitian selanjutnya adalah

1. Dapat menggunakan jenis sistem bekisting yang lebih modern sehingga meminimalkan penggunaan material bekisting dan waktu pemasangannya.
2. Bisa ditambahkan perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) sehingga dapat diketahui harga setiap ruang lingkup pekerjaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Blake, L. S. 1975. *Civil Engineer's Reference Book*, The Butterwoth & Co. Ltd: London.
- Clark, J. E. 1983. *Structural Concrete Cost Estimating*.
<https://publikasi.unitri.ac.id>. [Diakses pada 6 Maret 2018].
- Departemen Pekerjaan Umum. 1961. *Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia*. Jakarta: Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum.
- Hanna, A. S. 1998. *Concrete Formwork Systems*. University of Wisconsin: Madison.
- Ibrahim, H. B. 2001. *Rencana dan Estimate Real of Cost*. Jakarta. Bumi Aksara.
- Nashir, Y. A. 2010. *Optimalisasi Waktu dan Biaya Pekerjaan Bekisting Melalui Sistem Siklus Pemakaian dan Sistem Zoning pada Gedung Bertingkat (Studi Kasus : Proyek Universitas Gadjah Mada Kampus Jakarta)*. Skripsi. Depok: Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 28/PRT/M/2016. *Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum*. Jakarta.
- Standart Nasional Indonesia 7394:2008. *Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton Untuk Konstruksi Bangunan Gedung dan Perumahan*. 2008. Jakarta.
- Stephens, 1985. *Pengertian Bekisting*. <http://e-journal.uajy.ac.id>. [Diakses pada 6 Maret 2018].
- Wigbout, F. 1997. *Buku Pedoman Bekisting (Kotak Cetak)*. Jakarta: Erlangga.
- Wiranti, H. W. Dan Retno, I. 2012. *Analisa alternatif Pembagian Zona Pekerjaan Bekisting dari Segi Biaya dan Waktu pada Proyek Konstruksi Puncak Kertajaya Apartemen*. Jurnal Teknik POMITS. 1 (1): 52-55