Digital Repository Universitas Jember

# EVALUASI PERBANDINGAN BEKISTING PERANCAH KONVENSIONAL DAN BEKISTING PERANCAH *TABLE FORM* MENGGUNAKAN SISTEM *ZONING*

## (Studi Kasus Proyek *Apartement* Puncak Dharmahusada Surabaya)

**SKRIPSI**

oleh

**Whifaq Fatha Arija**

**NIM 131910301017**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2017**

Digital Repository Universitas Jember

# EVALUASI PERBANDINGAN BEKISTING PERANCAH KONVENSIONAL DAN BEKISTING PERANCAH *TABLE FORM* MENGGUNAKAN SISTEM *ZONING*

## (Studi Kasus Proyek *Apartement* Puncak Dharmahusada Surabaya)

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat

untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil (S1)

dan mencapai gelar Sarjana Teknik

oleh

**Whifaq Fatha Arija**

**NIM 131910301017**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2017**

Digital Repository Universitas Jember

**PERSEMBAHAN**

Skripsi ini dipersembahkan untuk:

1. Bapak Fathur Rachman dan Ibu Ririn Wahyufianti yang tercinta;
2. Guru-guru sejak dari taman kanak-kanak hingga perguruan tinggi;
3. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.
4. Kekasih terhebat Elysa Daryu P yang selama ini membantu,menyelesaikan dari awal hingga akhir perjuangan ini;
5. Teman seperjuanganku di Surabaya Irza Yanuar Izhaq yang membantu observasi saat ada di Surabaya
6. Teman-teman Teknik Sipil Universitas Jember angkatan 2013 yang tidak mungkin untuk disebut satu per satu. Terima kasih atas segalanya yang telah diberikan, baik ikhlas maupun tidak dan baik disadari atau tidak;
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Digital Repository Universitas Jember

**MOTO**

"Harga kebaikan manusia adalah diukur menurut apa yang dilaksanakan atau diperbuatnya."

(Ali Bin Abi Thalib)

"Pendidikan merupakan senjata paling ampuh yang bisa kamu gunakan untuk merubah dunia."

(Nelson Mandela)

"Banyak kegagalan hidup terjadi karena orang-orang tidak menyadari betapa dekatnya kesuksesan ketika mereka menyerah."

(Thomas Alfa Edison)

"Orang yang besar bukan orang yang otaknya sempurna tetapi orang yang mengambil sebaik-baiknya dari otak yang tidak sempurna."

(Nabi Muhammad SAW.)

Digital Repository Universitas Jember

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Whifaq Fatha Arija

NIM : 131910301017

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "*Evaluasi Perbandingan Bekisting Perancah Konvensional Dan Bekisting Perancah Table Form Menggunakan Sistem Zoning ( Studi Kasus Proyek Apartement Puncak Dharmahusada Surabaya)*" adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada instusi 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 mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 19 Mei 2017

Yang menyatakan,

Whifaq Fatha Arija

NIM 131910301017

Digital Repository Universitas Jember

**SKRIPSI**

# EVALUASI PERBANDINGAN BEKISTING PERANCAH KONVENSIONAL DAN BEKISTING PERANCAH *TABLE FORM* MENGGUNAKAN SISTEM *ZONING*

## (Studi Kasus Proyek *Apartement* Puncak Dharmahusada Surabaya)

Oleh

Whifaq Fatha Arija

NIM 131910301017

Pembimbing

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

Dosen Pembimbing Anggota : Ririn Endah B.,S.T.,M.T

Digital Repository Universitas Jember

**PENGESAHAN**

Karya ilmiah *Skripsi* berjudul "*Evaluasi Perbandingan Bekisting Perancah Konvensional Dan Bekisting Perancah Table Form Menggunakan Sistem Zoning ( Studi Kasus Proyek Apartement Puncak Dharmahusada Surabaya)*" telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Selasa, 30 Mei 2017

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji:

| Pembimbing I, | Pembimbing II, |
|---|---|
| Dr. Anik Ratnaningsih S.T., M.T. | Ririn Endah B.,S.T.,M.T |
| NIP. 19700530 199803 2 001 | NIP. 19720528 199802 2 001 |
| **Penguji I,** | **Penguji II,** |
| Syamsul Arifin S.T., M.T. | Dr.RR Dewi Junita K.,S.T.,M.T |
| NIP. 19690709 199802 1 001 | NIP. 19710610 199903 2 001 |

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM.

NIP. 19661215 199503 2 001

Digital Repository Universitas Jember

# RINGKASAN

**Evaluasi Perbandingan Bekisting Perancah Konvensional Dan Bekisting Perancah *Table Form* Menggunakan Sistem *Zoning***; Whifaq Fatha Arija, 131910301017; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Dalam pekerjaan kontruksi beton, terdapat tiga komponen utama yang mempengaruhi keberhasilan suatu pekerjaan struktur yaitu campuran beton, penulangan beton dan bekisting. Diantara tiga komponen tersebut yang sangat berpengaruh dari segi biaya yaitu bekisting, karena dalam perencanaan suatu proyek harus mempertimbangkan faktor ekonomisnya. Oleh karena itu metode bekisting harus direncanakan seefisien mungkin dengan hasil yang maksimal.

Proyek Apartement Puncak Dharmahusada memiliki luas bangunan 53.074 $m^2$ dan memiliki 39 lantai yang bentuknya hampir sama tiap unitnya.Tipe bekisting yang dipakai di Proyek ini merupakan tipe bekisting perancah konvensional, maka dipilihlah topik pembahasan untuk penelitian ini untuk memudahkan pekerjaan bekisting lebih efektif dan efisien terhadap biaya dan waktu dengan melakukan perbandingan dengan bekisting *table form.*

Pembagian pola kerja sistem zonasi di Proyek Puncak Dharmahusada dilakukan dengan membagi luasan 1 lantai menjadi beberapa zona kerja. Terkait dengan jumlah zona kerja dalam penelitian ini dibagi menjadi 2 macam zona, yaitu 6 zona dan 3 zona.Langkah selanjutnya ialah membagi zona kerja per lantai menjadi 4 zona besar. Pembagian 4 zona kerja ialah dengan menggabungkan zona 1 dan 2 menjadi zona 1, menggabungkan zona 5 dan 6 menjadi zona 4,dan untuk zona 3 dan zona 4 menjadi zona 2 dan zona 3 .Untuk pengambilan keputusan membagi zona kerja menjadi 4 zona ialah untuk membandingkan durasi yang dihasilkan antara 6 zona dan 4 zona dengan menggunakan *aplikasi management project.*

Selain itu pembagian zona berdasarkan analisis perhitungan ditinjau dari segi biaya dan waktu lebih efektif 4 zona dibandingkan 6 zona kerja ditinjau dari segi biaya, sedangkan untuk waktu lebih efisien 6 zona dibandingkan 4 zona kerja.

Digital Repository Universitas Jember

Pada proyek Apartement Puncak Dharmahusada Surabaya, perhitungan durasi dari metode bekisting konvensional didapatkan 354 hari dan durasi untuk bekisting table form didapatkan 277 hari kerja untuk 6 zona kerja, sementara untuk 4 zona kerja durasi dari bekisting perancah konvensional didapatkan 360 hari dan durasi untuk bekisting perancah *table form* didapatkan 315 hari kerja .dari kedua sistem kerja zoning dari zona 6 ke zona 4 kerja didapatkan durasi yang berbeda. Dari hasil perhitungan analisis adalah metode bekisting perancah *table form* yang lebih cepat walaupun menggunakan 6 zona kerja da 4 zona kerja. Untuk selisih durasi dari kedua bekisting untuk 6 zona adalah 77 hari dan untuk 4 zona didapatkan 45 hari kerja.

Pada proyek Apartement Puncak Dharmahusada Surabaya, perhitungan biaya metode bekisting perancah konvensional sebesar Rp 11.291,674,816 dan biaya untuk bekisting perancah *table form* sebesar Rp 9.243.801.693 untuk 6 zona kerja, sementara untuk 4 zona kerja biaya dari bekisting perancah konvensional sebesar Rp 11.248.360.360 dan biaya untuk bekisting perancah *table form* sebesar Rp 10.140.118.454 dari kedua sistem kerja zoning dari zona 6 ke zona 4 kerja didapatkan biaya yang berbeda. Dari hasil perhitungan analisis adalah metode bekisting perancah *table form* yang lebih murah walaupun menggunakan 6 zona kerja da 4 zona kerja. Untuk selisih dari kedua bekisting untuk 6 zona sebesar Rp 2.047.873.122 dan untuk 4 zona kerja sebesar Rp 1.108.241.906

Digital Repository Universitas Jember


## SUMMARY

**Comparison Evaluation Of Conventional Scaffold Formwork And Formwork Scaffolding Table Form Using Zoning System**; Whifaq Fatha Arija, 131910301017; Department of Civil Engineering Faculty of Engineering, University of Jember.

In concrete construction work, there are three main components that influence the success of a structural work that is a mixture of concrete, concrete reinforcement and formwork. Among the three components are very influential in terms of cost of formwork, because in planning a project must consider the economic factor. Therefore the formwork method should be planned as efficiently as possible with maximum results.

Dharmahusada Peak Apartement Project has a building area of 53,074 m2 and has 39 floors which are almost the same shape of each unit. The type of formwork used in this Project is a conventional formwork type, hence the topic of discussion is chosen for this research to facilitate the work of formwork more effectively and efficiently to the cost and Time by doing comparison with formwork table form.

The division of work pattern of zonation system in Dharmahusada Peak Project is done by dividing the 1 floor into several working zones. Associated with the number of work zones in this study is divided into 2 kinds of zones, namely 6 zones and 3 zones. The next step is to divide the work zone per floor into 4 major zones. The division of the 4 work zones is by combining zones 1 and 2 into zone 1, combining zones 5 and 6 into zone 4, and for zone 3 and zone 4 into zone 2 and zone 3. For decision-making the work zone divided into 4 zones is to compare Duration generated between 6 zones and 4 zones by using project management application.

In addition the zone division based on the calculation analysis in terms of cost and time more effective 4 zones than 6 work zones in terms of cost, while for the time more efficient 6 zones than 4 work zones.

In the Peak Dharmahusada Apartement project Surabaya, the calculation of duration of conventional formwork method is 354 days and the duration for formwork table form is 277 working days for 6 working zones, while for 4 working zones the duration of conventional formwork is 360 days and the duration for formwork table form is obtained 315 working days from both zoning work systems from zone 6 to zone 4 work obtained different durations. From the calculation of the analysis is the method of formwork table form faster although using 6 work zones and 4 work zones. For the duration difference of the two formworks for 6 zones is 77 days and for the 4 zones

Digital Repository Universitas Jember

obtained 45 working days.

At the Peak Dharmahusada Apartement Surabaya project, the cost of conventional formwork method is Rp 11.291,674,816 and the cost for formwork table form is Rp 9,243,801,693 for 6 working zones, while for 4 work zone the cost of conventional formwork is Rp 11,248,360,360 and the cost for Formwork table form Rp 10,140,118,454 from both zoning work system from zone 6 to zone 4 work got different cost. From the calculation of the analysis is the method of formwork table form which is cheaper although using 6 work zones and 4 work zones. For the difference from the two formworks for 6 zones amounting to Rp 2,047,873,122 and for 4 working zones of Rp 1,108,241,906

Digital Repository Universitas Jember

# PRAKATA

*Alhamdulillah*, Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Evaluasi Perbandingan Bekisting Perancah Konvensional Dan Bekisting Perancah Table Form Menggunakan Sistem Zoning (Studi Kasus Proyek Apartement Puncak Dharmahusada Surabaya)". Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Selama penyusunan skripsi ini penulis mendapat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Dr. Anik Ratnaningsih S.T., M.T. dan Ririn Endah B., S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing skripsi ini yang selalu membimbing dan mengarahkan dalam pelaksanaan penelitian ini;
3. Syamsul Arifin S.T., M.T.,dan Dr RR Dewi Junita K., S.T., M.T., selaku Dosen Penguji;
4. Kedua orangtua, Bapak Fathur Rachman dan Ibu Ririn Wahyufianti, yang telah memberikan dan mecurahkan segala kemampuan yang kalian miliki, baik berupa riil dan non riil;

Segala kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca sekalian.

Jember, 19 Mei 2017

Penulis

Digital Repository Universitas Jember

# DAFTAR ISI

Halaman

**HALAMAN SAMPUL** ..... i

**HALAMAN JUDUL** ..... ii

**PERSEMBAHAN** ..... iii

**MOTTO** ..... iv

**PERNYATAAN** ..... v

**HALAMAN PEMBIMBINGAN** ..... vi

**HALAMAN PENGESAHAN** ..... vii

**RINGKASAN** ..... viii

**SUMMARY** ..... x

**PRAKATA** ..... xii

**DAFTAR ISI** ..... xiii

**DAFTAR TABEL** ..... xviii

**DAFTAR GAMBAR** ..... xxiii

**BAB I. PENDAHULUAN** ..... 24

**1.1 Latar Belakang** ..... 24

**1.2 Rumusan Masalah** ..... 26

**1.3 Tujuan** ..... 26

**1.4 Batasan Masalah** ..... 26

**1.5 Manfaat** ..... 27

**BAB II. TINJAUAN PUSTAKA** ..... 28

**2.1** ..... 28

**2.2 Metode Bekisting perancah** ..... 28

2.2.1 Bekisting perancah Konvensional ..... 28

2.2.2 Bekisting perancah *Table Form* ..... 28

**2.3 Syarat Bekisting perancah** ..... 29

Digital Repository Universitas Jember

**2.4 Material Bekisting perancah** .....30

**2.5 Aspek-Aspek Pemilihan Bekisting perancah** .....31

**2.6 Metode Bekisting Perancah *Table Form* Pada Balok dan Plat**

2.6.1 Metode Bekisting perancah *Table Form* Pada Balok ..32

2.6.2 Metode Bekisting perancah *Table Form* Pada Plat .....33

**2.7 Siklus Bekisting perancah**.....35

2.7.1 Pemilihan Metode Bekisting perancah .....36

2.7.2 Fabrikasi bekisting perancah .....37

2.7.3 Pemasangan bekisting, penempatan dan perkuatan.....37

2.7.4 Penambahan perkuatan bekisting perancah .....37

2.7.5 *Reshoring/ Backshore*.....37

2.7.6 Pembongkaran *Reshoring*.....38

2.7.7 Perbaikan dan penggunaan kembali bekisting .....38

**2.8 Volume Pekerjaan Bekisting perancah** .....38

**2.9 Waktu** .....39

**2.10 Biaya** .....40

**2.11 Perkirakan Biaya Pekerjaan Bekisting perancah** .....41

**2.12 Pembiayaan Bekisting perancah**.....41

**2.13 Perkirakan Waktu Pekerjaan Bekisting perancah** .....42

**2.14 Durasi Pekerjaan**.....43

**2.15 Pembagian Zona Pelaksanaan Pekerjaan Bekisting** .....44

**2.16 Analisa Harga Satuan (AHS) dan Upah Tenaga Kerja** ...44

**2.17 Harga Satuan Pekerjaan**.....44

**2.18 Produktivitas Tower Crane Pada Pekerjaan Bekisting perancah dan Zoning**.....45

**2.19 Penelitian Terdahulu**.....47

**BAB III. METODE PENELITIAN** ..... 52

**3.1 Lokasi Penelitian**..... 52

**3.2 Data Penelitian**..... 53

**3.3 Metode Pelaksanaan**..... 53

**3.4 Perhitungan Kebutuhan Alat dan Material**..... 55

**3.5 Analisis Produktivitas dan Durasi**..... 55

Digital Repository Universitas Jember

**3.6 Analisis Biaya** ..... 56
**3.7 Diagram Alir Analisis Perbandingan** ..... 56
**3.8 Pembagian Pola Kerja Sistem Zonasi** ..... 58
**3.9 Desain Gambar Bekisting perancah** ..... 61
**3.10 Pengambilan Keputusan** ..... 61
**BAB IV. ANALISA PEMBAHASAN** ..... 65
**4.1 Data Proyek** ..... 65
**4.2 Identifikasi Bekisting perancah** ..... 66
4.2.1 Identifikasi Bekisting perancah Untuk Plat ..... 66
4.2.1 Identifikasi Bekisting perancah Untuk Balok ..... 70
**4.3 Pemilihan 6 Zona Kerja dan 4 Zona Kerja** ..... 72
**4.4 Analisis Perhitungan Kebutuhan Material Bekisting** ..... 73
4.4.1Analisis Perhitungan Kebutuhan Material Bekisting perancah Untuk Plat ..... 73
4.4.2 Analisis Perhitungan Kebutuhan Material Bekisting perancah Untuk Balok ..... 80
**4.5 Analisis Perhitungan Kebutuhan Alat Bekisting perancah Konvensional** ..... 88
4.5.1Analisa Perhitungan Alat Metode Bekisting perancah Konvensional Untuk 6 Zona ..... 88
4.5.2 Analisa Perhitungan Alat Metode Bekisting perancah Konvensional Untuk 4 Zona ..... 91
**4.6 Analisis Perhitungan Kebutuhan Alat Bekisting perancah *Table Form*** ..... 94
4.6.1Analisa Perhitungan Alat Metode Bekisting perancah *Table Form* Untuk 6 Zona ..... 94
4.6.1Analisa Perhitungan Alat Metode Bekisting perancah *Table Form* Untuk 4 Zona ..... 99

Digital Repository Universitas Jember

**4.7 Analisis waktu Untuk Metode Bekisting perancah Konvensonal** ..... 102

4.7.1 Bekisting perancah Konvensional (6 zona) ..... 102

4.7.2 Bekisting perancah Konvensional (4 zona) ..... 1108

**4.8 Analisa Waktu Untuk Metode Bekisting perancah *Table Form*** 112

4.8.1 Bekisting perancah *Table Form* (6 zona) ..... 112

4.8.2 Bekisting perancah *Table Form* (4 zona) ..... 119

**4.9 Analisis BiayaUntuk Metode Bekisting perancah *Konvensional*** 123

4.9.1 Analsis Biaya dan Material Bekisting perancah Konvensional (6 zona) ..... 123

4.9.1 Analsis Biaya dan Material Bekisting perancah Konvensional (4 zona) ..... 125

**4.10 Analisis BiayaUntuk Metode Bekisting perancah *Table Form*** 127

4.10.1 Analsis Biaya dan Material Bekisting perancah *Table Form* (6 zona) ..... 127

4.10.1 Analsis Biaya dan Material Bekisting perancah *Table Form* (4 zona) ..... 129

**4.11 Kapasitas Momen Tower Crane** ..... 131

**4.12 Menghitung Produktivitas Tower Crane Bekisting perancah Konvensional** ..... 132

4.12.1 Waktu Yang Diperlukan Untuk Mengangkat Bekisting perancah Plat ..... 132

4.12.1 Waktu Yang Diperlukan Untuk Mengangkat Bekisting perancah Balok ..... 132

4.13.1 Waktu Yang Diperlukan Untuk Mengangkat

Digital Repository Universitas Jember

*Scaffolding* ..... 133

4.14.1 Menghitung Produktivitas Tower Crane

Berdasarkan Survey Lapangan ..... 134

**4.13 Menghitung Produktivitas Tower Crane Bekisting perancah *Table Form*** ..... 137

**4.14 Perhitungan Biaya Pelaksanaan *Tower Crane*** ..... 138

4.14.1 Data Operasional Peralatan ..... 138

4.14.2 Perhitungan Biaya Produksi ..... 139

4.14.3 Biaya Operasional Peralatan ..... 139

4.14.4 Biaya Operator ..... 141

**4.15 Pembahasan** ..... 143

**BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN** ..... 146

**5.1 Kesimpulan** ..... 146

**5.2 Saran** ..... 147

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

Digital Repository Universitas Jember

# DAFTAR TABEL

Halaman

2.1 Penelitian terdahulu .....48
2.2 Matriks Penelitian ..... 50
4.1 Perhitungan Kebutuhan Multipleks Plat Zona 1 (6 Zona) ..... 75
4.2 Perhitungan Kebutuhan Multipleks Plat Zona 1 Pada Kantilever (6 Zona) ..... 75
4.3 Perhitungan Kebutuhan Multipleks Plat Zona 1 Pada Void (6 Zona) ..... 75
4.4 Rekapitulasi Jumlah Multiplek Pada Plat 6 Zona ..... 76
4.5 Perhitungan Kebutuhan Multipleks Plat Zona 1 (4 Zona) ..... 78
4.6 Perhitungan Kebutuhan Multipleks Plat Zona 1Pada Void (4 Zona)..... 79
4.7 Perhitungan Kebutuhan Multipleks Plat Zona 1Pada Kantilever(4 Zona) ..... 79
4.8 Rekapitulasi Jumlah Kebutuhan Multipleks Pada Plat 4 Zona ..... 79
4.9 Perhitungan Kebutuhan Multipleks Balok Zona 3 (6 Zona) ..... 82
4.10 Rekapitulasi Jumlah Multiplek Pada Plat 6 Zona ..... 83
4.11 Perhitungan Kebutuhan Multipleks Balok Zona 4 (4 Zona) ..... 86
4.12 Rekapitulasi Jumlah Kebutuhan Multipleks Pada Balok 4 Zona ..... 87
4.13 Perhitungan Kebutuhan Alat Pekerjaan Plat Dengan Sistem Konvensional di Zona 1 (6zona) ..... 89
4.14 Perhitungan Kebutuhan Alat Pekerjaan Balok Dengan Sistem Konvensional di Zona 1 (6zona) ..... 90

Digital Repository Universitas Jember

4.15 Perhitungan Kebutuhan Alat Pekerjaan Plat Dengan Sistem Konvensional Untuk 1,5 Lantai (6zona) ..... 90
4.16 Perhitungan Kebutuhan Alat Pekerjaan Balok Dengan Sistem Konvensional Untuk 1,5 Lantai (6zona) ..... 91
4.17 Perhitungan Kebutuhan Alat Pekerjaan Plat Dengan Sistem Konvensional di Zona 1 (4zona) ..... 92
4.18 Perhitungan Kebutuhan Alat Pekerjaan Balok Dengan Sistem Konvensional di Zona 1 (4zona) ..... 92
4.19 Perhitungan Kebutuhan Alat Pekerjaan Plat Dengan Sistem Konvensional Untuk 1,5 Lantai (4zona) ..... 93
4.20 Perhitungan Kebutuhan Alat Pekerjaan Balok Dengan Sistem Konvensional Untuk 1,5 Lantai (4zona) ..... 94
4.21 Perhitungan Kebutuhan Alat Pekerjaan Plat Dengan Sistem *Table Form* di Zona 1 (6zona) ..... 98
4.22 Perhitungan Kebutuhan Alat Pekerjaan Balok Dengan Sistem *Table Form* di Zona 1 (6zona) ..... 98
4.23 Perhitungan Kebutuhan Alat Pekerjaan Plat Dengan Sistem *Table Form* Untuk 1,5 Lantai (6 zona) ..... 99
4.24 Perhitungan Kebutuhan Alat Pekerjaan Balok Dengan Sistem *Table Form* Untuk 1,5 Lantai (6 zona) ..... 99
4.25 Perhitungan Kebutuhan Alat Pekerjaan Plat Dengan Sistem *Table Form* di Zona 3 (4 zona) ..... 101
4.26 Perhitungan Kebutuhan Alat Pekerjaan Balok Dengan Sistem *Table Form* di Zona 3 (4 zona) ..... 101
4.27 Perhitungan Kebutuhan Alat Pekerjaan Plat Dengan Sistem *Table Form* Untuk 1,5 Lantai (4 zona) ..... 102

Digital Repository Universitas Jember

4.28 Perhitungan Kebutuhan Alat Pekerjaan Balok Dengan Sistem *Table Form* Untuk 1,5 Lantai (4 zona) ..... 102
4.29 Analisa Durasi Pada Zona 1( 6zona) ..... 104
4.30 Analisa Durasi Pada Zona 2( 6zona) ..... 105
4.31 Analisa Durasi Pada Zona 3( 6zona) ..... 106
4.32 Analisa Cycle Time Pada Zona 1( 6zona) ..... 107
4.33 Analisa Cycle Time Pada Zona 2( 6zona) ..... 107
4.34 Analisa Cycle Time Pada Zona 3( 6zona) ..... 108
4.35 Analisa Durasi Pada Zona 1( 4 zona) ..... 109
4.36 Analisa Durasi Pada Zona 2( 4 zona) ..... 110
4.37 Analisa Cycle Time Pada Zona 1( 4 zona) ..... 111
4.38 Analisa Cycle Time Pada Zona 2( 4 zona) ..... 111
4.39 Kapasitas Produksi Fabrikasi Table Form ..... 112
4.40 Analisa Durasi *Table Form* Pada Zona 1( 6zona)..... 115
4.41 Analisa Durasi *Table Form* Pada Zona 2( 6zona)..... 116
4.42 Analisa Durasi *Table Form* Pada Zona 3( 6zona)..... 117
4.43 Analisa Cycle Time Pada *Table Form* Zona 1( 6zona)..... 118
4.44 Analisa Cycle Time Pada *Table Form* Zona 2( 6zona)..... 118
4.45 Analisa Cycle Time Pada *Table Form* Zona 3( 6zona)..... 118
4.46 Analisa Durasi Pada *Table Form* Zona 1( 4 zona)..... 120
4.47 Analisa Durasi Pada *Table Form* Zona 2( 4 zona)..... 121
4.48 Analisa Cycle Time Pada *Table Form* Zona 1( 4 zona)..... 122
4.49 Analisa Cycle Time Pada *Table Form* Zona 2 ( 4 zona)..... 122
4.50 Rekapitulasi Cycle Time Pekerjaan Bekisting perancah 6 zona ..... 123
4.51 Rekapitulasi Cycle Time Pekerjaan Bekisting perancah 4 zona ..... 123
4.52 Rekapitulasi Jumlah Biaya Sewa Bekisting perancah Konvensional (6 Zona)

Digital Repository Universitas Jember

..... 123

4.53 Rekapitulasi Jumlah Biaya Bahan Bekisting perancah Konvensional (6 Zona) .

..... 123

4.54 Rekapitulasi Jumlah Biaya Upah Bekisting perancah Konvensional (6 Zona)123

4.55 Rekapitulasi Jumlah Biaya Total Bekisting perancah Konvensional (6 Zona)125

4.56 Rekapitulasi Jumlah Biaya Sewa Bekisting perancah Konvensional (4 Zona) ...

..... 126

4.57 Rekapitulasi Jumlah Biaya Bahan Bekisting perancah Konvensional (4 Zona) .

..... 126

4.58 Rekapitulasi Jumlah Biaya Upah Bekisting perancah Konvensional (4 Zona)126

4.59 Rekapitulasi Jumlah Biaya Total Bekisting perancah Konvensional (4 Zona)126

4.60 Rekapitulasi Jumlah Biaya Sewa Bekisting perancah *Table Form* (6 Zona) .....

..... 127

4.61 Rekapitulasi Jumlah Biaya Bahan Bekisting perancah *Table Form* 6 Zona).....

..... 128

4.62 Rekapitulasi Jumlah Biaya Upah Bekisting perancah *Table Form* (6 Zona)128

4.63 Rekapitulasi Jumlah Biaya Total Bekisting perancah *Table Form* (6 Zona) 129

4.64 Rekapitulasi Jumlah Biaya Sewa Bekisting perancah *Table Form* (4 Zona) .....

..... 129

4.65 Rekapitulasi Jumlah Biaya Bahan Bekisting perancah *Table Form* (4 Zona)....

..... 130

4.66 Rekapitulasi Jumlah Biaya Upah Bekisting perancah *Table Form* (4 Zona) 130

4.67 Rekapitulasi Jumlah Biaya Total Bekisting perancah *Table Form* (4 Zona) 130

4.68 Rincian Waktu Pengangkatan Bekisting perancah Plat Dengan *Tower Crane*132

4.69 Rincian Waktu Pengangkatan Bekisting perancah Balok

Dengan *Tower Crane* ..... 133

Digital Repository Universitas Jember

4.70 Rincian Waktu Pengangkatan Scaffolding Dengan *Tower Crane* ..... 133

4.71 Pekerjaan Penggunaan *Tower Crane* Yang Tidak efekfif..... 134

4.72 Total Volume Bekisting perancah Yang Diangkut *Tower Crane* ..... 135

4.73 Hasil Pengamatan Bekisting perancah Kinerja *Tower Crane* Dalam Sehari 135

4.74 Total Volume Bekisting perancah *Table Form Tower Crane*
Yang Diangkut *Tower Crane* ..... 138

4.75 Daftar Harga Sewa Alat dan Pekerjaan Tower Crane..... 138

4.76 Biaya Pemakaian Tower Crane Bekisting perancah Konvensional 6 Zona .. 142

4.77 Biaya Pemakaian Tower Crane Bekisting perancah Konvensional 4 Zona .. 142

4.78 Biaya Pemakaian Tower Crane Bekisting perancah *Table Form* 6 Zona ..... 1
..... 142

4.79 Biaya Pemakaian Tower Crane Bekisting perancah *Table Form* 4 Zona ..... 1
..... 143

4.80 Perbandingan Jumlah Biaya Dari Metode Konvensional
Dengan Metode *Table Form* Untuk 6 Zona..... 143

4.81 Perbandingan Jumlah Biaya Dari Metode Konvensional
Dengan Metode *Table Form* Untuk 4 Zona..... 144

4.82 Perbandingan Jumlah Waktu Dari Metode Konvensional
Dengan Metode *Table Form* Untuk 6 Zona..... 145

4.83 Perbandingan Jumlah Waktu Dari Metode Konvensional
Dengan Metode *Table Form* Untuk 4 Zona..... 145

Digital Repository Universitas Jember

# DAFTAR GAMBAR

Halaman

2.1 Sketsa Komponen Bekisting perancah *Table Form* Balok.....32
2.2 Sketsa Komponen Bekisting perancah *Table Form* Plat.....34
2.3 Integrasi Antara Siklus Pekerjaan Bekisting perancah Dengan Pekerjaan Beton .....35
3.1 Lokasi Proyek Puncak Dharmahusada Surabaya .....52
3.2 Diagram Alir Analisa Perbandingan Penelitian.....57
3.3 Pembagian 6 Zona Lantai 1 .....59
3.4 Pembagian 4 Zona Lantai 1..... 60
3.5 Perencanaan Bekisting perancah Balok ..... 62
3.6. Perencanaan Bekisting perancah Plat ..... 63
3.7. Perencanaan Bekisting perancah Plat dan Balok *Table Form* ..... 64
4.1. Fabrikasi Bekisting perancah Untuk Plat Metode Konvensional..... 66
4.2. Cross Bracing..... 67
4.3. Siku dan Kowel..... 67
4.4. Diagram Pelaksanaan Pekerjaan Konvensional Balok dan Plat..... 68
4.5. Bekisting perancah Untuk Plat Metode Table Form..... 69
4.6. Diagram Pelaksanaan Pekerjaan *Table Form* Balok dan Plat..... 70
4.7. Fabrikasi Bekisting perancah Untuk Balok Metode Konvensional ..... 71
4.8. Bekisting perancah Untuk Balok Metode Table Form ..... 72
4.9. Pengkodean Plat di Zona 1(6 zona)..... 74
410. Pengkodean Plat di Zona 1(4 zona)..... 77
4.11. Pengkodean Plat di Zona 3( 6zona)..... 80
4.12. Pengkodean Plat di Zona 4( 4zona)..... 84
4.13. Metode Konvensional Dengan Ketinggian 3,1 m..... 88

Digital Repository Universitas Jember

4.14. Plat Kode 1 Zona 1 ..... 95

4.15. *Table Form* Untuk Area Plat Dengan Kode TFC ..... 96

4.16. *Table Form* Untuk Area Plat Dengan Kode TFB ..... 96

4.17. TFC dan TFB *Table Form* ..... 97

4.18. Plat Zona 3 ( 4 Zona) ..... 93

Digital Repository Universitas Jember

# BAB I
# PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Dalam pekerjaan kontruksi beton, terdapat tiga komponen utama yang mempengaruhi keberhasilan suatu pekerjaan struktur yaitu campuran beton, penulangan beton dan bekisting. Diantara tiga komponen tersebut yang sangat berpengaruh dari segi biaya dan waktu yaitu bekisting, karena dalam perencanaan suatu proyek harus mempertimbangkan faktor ekonomisnya. Oleh karena itu metode bekisting harus direncanakan seefisien mungkin dengan hasil yang maksimal.

Pelaksanaan pekerjaan bekisting dalam proyek pembangunan adalah salah satu pekerjaan yang harus dilaksanakan untuk menunjang pekerjaan selanjutnya. Bekisting merupakan cetakan sementara yang digunakan untuk menahan beban selama beton dituang dan dibentuk sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Bekisting akan dilepas atau dibongkar apabila beton yang dituang telah mencapai kekuatan cukup . Begitu juga dengan Proyek Apartement Puncak Dharmahusada Surabaya yang menggunakan bekisting yang cukup banyak .

Proyek Apartement Puncak Dharmahusada memiliki luas bangunan 53.074 $m^2$ dan memiliki 39 lantai yang bentuknya hampir sama tiap unitnya.Tipe bekisting yang dipakai di Proyek ini merupakan tipe bekisting perancah konvensional.Pada Proyek ini mengalami keterlambatan dari jadwal yang telah ditentukan dari pihak kontraktor yang kemungkinan dari pekerjaan bekisting, maka dipilihlah topik pembahasan untuk penelitian ini untuk memudahkan pekerjaan bekisting lebih efektif dan efisien terhadap biaya dan waktu dengan melakukan perbandingan dengan metode bekisting perancah *table form.*

Bekisting *table form* merupakan rangkaian lembaran *plywood* atau pelat besi yang di topang oleh balok sekunder serta balok primer yang di gelar diatas *mainframe* seperti *scaffolding* (Yevi Novi Dwi Saraswati 2012).Pada metode bekisting perancah table form pemasangan hanya pada balok dan plat yang mengguakan perancah dari vertical support dan horizontal support. Untuk

Digital Repository Universitas Jember

penggantian plywood dalam metode sistem table form tidak terlalu rumit karena tidak harus membongkar keseluruhan dari penyusun bekisting, yaitu dengan cara membongkar bagian atas perancah, lalu mengganti plywood yang lama dengan yang baru. Keunggulan dari bekisting perancah *table form* sendiri dapat mempercepat pekerjaan bekisting lebih efesien terhadap biaya dan waktu. Selain lebih efesien, bekisting perancah *table form* mudah dalam perakitan,pemasangan, dan pembongkaran yag akan menghemat waktu dalam pekerjaan bekisting yang akan digunakan lagi untuk zona selanjutnya.

Berkaitan dengan penggunaan bekisting pada proyek Apartement Puncak Dharmahusada Surabaya, terdapat beberapa hubungan antara permasalahan yang telah dijelaskan pada bahasan sebelumnya, yakni efektifitas dalam waktu pelaksanaan pembangunan. Untuk mengatasi permasalahan maka perlu dilakukan sebuah cara, yakni perencanaan alternatif pola kerja penggunaan bekisting pada Proyek Apartement Puncak Dharmahusada Surabaya tersebut. Penyelesaian masalah dilakukan alternatif dengan membandingkan bekisting perancah konvensional dengan bekisitng *table form*. Selain itu juga mempunyai alternaif dengan merencanakan pola kerja dalam proyek berdasarkan pembagian zona kerja, yaitu dengan membagi beberapa zona kerja di lapangan lalu menentukan urutan pola kerjanya. Pembagian zona kerja nantinya akan membagi beberapa petak zona di lapangan berdasarkan volume pekerjaan bekisting yang sama dari setiap lantai. Dengan zona kerja dapat membantu memperkecil wilayah pengawasan, sehingga pekerjaan bisa mencapai hasil yang sesuai dengan perencanaan. Selain itu membagi zona dapat memudahkan sirkulasi pekerjaan, transportasi alat serta material yang pada tipikal bentuknya sama tiap lantai. Lalu penentuan urutan pola kerja bertujuan untuk mengetahui urutan kerja yang nantinya akan bisa mempercepat kerja sehingga lebih efektif.

Digital Repository Universitas Jember

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang pada sub bab sebelumnya, maka rumusan masalah untuk penilitian ini ialah sebagai berikut:

1. Bagaimana perencanaan pola kerja sistem *zoning* penggunaan bekisting pada pelaksanaan Proyek Apartement Puncak Dharmahusada?
2. Berapa waktu yang dibutuhkan bekesting konvensional dengan bekisting *table form*?
3. Berapa biaya yang dibutuhkan bekesting konvensional dengan bekisting *table form*?

## 1.3 Tujuan

Tujuan yang akan dicapai dari pembahasan ialah sebagai berikut:

1. Mengetahui cara melakukan perencanaan pola kerja sistem zoning penggunaan bekisting pada pelaksanaan Proyek Apartement Puncak Dharmahusada.
2. Mengetahui waktu yang dibutuhkan dari bekesting konvensional dan bekisting table form
3. Mengetahui biaya yang dibutuhkan dari bekesting konvensional dan bekisting table form.

## 1.4 Batasan Masalah

Dalam perencanaan alternatif penggunaan bekisting pada Proyek Apartement Puncak Dharmahusada akan dibatasi beberapa hal, diantaranya:

1. Penggunaan analisa alternatif bekisting perancah *table form* dilakukan untuk hanya pada pekerjaan pelat dan balok.
2. Durasi pekerjaan, harga, dan data material untuk semua pekerjaan menggunakan data proyek, dan bila tidak ada akan melakukan survey harga pasar tersendiri.
3. Hanya menghitung produktivitas dan sewa alat pekerjaan bekisting pada *Tower Crane*, dan menggunakan zona dari proyek.

Digital Repository Universitas Jember

4. Pada penelitian ini hanya menghitung biaya dan waktu dari bekisting.
5. Pada pekerjaan bekisting perancah konvensional *plywood* hanya dapat digunakan 5 kali pakai, sedangkan pada bekisting perancah *table form* juga sama *playwood* 5 kali pakai pemakaian.
6. Tidak menghitung perkuatan dari kedua bekisting.

## 1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari pembahasan ialah sebagai berikut:

Memberikan tambahan referensi bagi masyarakat maupun pihak proyek tempat penelitian, tentang perbandingan bekisting yang lebih efesien terhadap waktu dan biaya, dan memberikan alternatif bagi masyarakat yang memakai sistem zoning pada proyek konstruksi.

Digital Repository Universitas Jember

# BAB II
# TINJAUAN PUSTAKA

## 2.1 Bekisting

Bekisting adalah cetakan sementara yang digunakan untuk menahan beban selama beton dituang dan dibentuk sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Bekisting berfungsi sebagai cetakan sementara yang akan dilepas atau dibongkar apabila beton yang dituang telah mencapai kekuatan cukup (Stephens 1985).Bahan bekisitng dapat dikatakan baik apabila memenuhi beberapa syarat ,antara lain tidak bocor atau merembes dan tidak menghisap air dalam campuran beton, harus mempunyai tekstur seperti yang dihasikan.Kekuatan bekisting harus diperhatikan dikarenakan sangat butuh akan ketelitian sendiri.Ketelitian (presisi) ukuran (siku,lurus,dimensi tepat), kebersihan dalam bekisting diperiksa sebelum penuangan beton, mudah untuk penyetelan dan pembongkaran (Trijeti 2011).

## 2.2 Metode Bekisting

Dalam penggunaan bekisting, terdapat beberapa macam metode bekisting yang dapat digunakan. Untuk tugas akhir akan membahas beberapa metode, diantaranya ialah:

### 2.2.1. Bekisting perancah konvensional

Pada umumnya bekisting seperti ini terbuat dari material kayu sebagai cetakan dan baja hollow ataupun material lain sebagai pengikat cetakan tersebut. Pada umumnya bekisting ini digunakan secara berulang-ulang. Setelah proses pengecoran selesai, komponen-komponen ini dapat disusun kembali menjadi sebuah bekisting konvensional untuk obyek yang lain. (Wigbout, 1992)

### 2.2.2. Bekisting perancah *Table Form*

Bekisting *table form* merupakan rangkaian lembaran plywood atau pelat besi yang di topang oleh balok sekunder serta balok primer yang di gelar diatas

Digital Repository Universitas Jember

mainframe seperti *scaffolding* .Pada bekisting table form yang diutamakan ialah pekerjaan pelat dan balok lantai. Sistem kerja *table form* yaitu dengan menurunkan posisi *jack* di kaki *mainframe*, sehingga rangkaian bekisting tidak perlu dibongkar dan dapat di dorong menggunakan roda untuk kemudian di angkat oleh *Tower Crane* ke lantai berikutnya ( Ahadi 2011) Keunggulan dari bekisting *table form* sendiri dapat mempercepat pekerjaan bekisting lebih efesien terhadap biaya dan waktu. Selain lebih efesien, bekisting *table form* mudah dalam perakitan,pemasangan, dan pembongkaran.

## 2.3 Syarat Bekisting

Dalam mendesain struktur, baik struktur permanen maupun sementara seperti bekisting setidaknya ada 3 persayaratan yang harus dipenuhi, yaitu :

1. Syarat kekuatan, yaitu bagaimana material bekisting seperti balok kayu atau *hollow* tidak patah ketika menerima beban yang bekerja
2. Syarat kekakuan, yaitu bagaimana material deformasi yang berarti, sehingga tidak membuat stuktur sia-sia.
3. Bekisting dan tiang/perancah tidak runtuh tiba-tiba akibat gaya yang bekerja

Untuk konstruksi bekisting sebaiknya direncanakan dan dilaksanakan sesuai dengan syarat-syarat pelaksanaannya, diantaranya:

1. Kualitas bekisting
    a. Ukuran sesuai dengan perencanaan konstruksi
    b. Posisi letak acuan dan perancah harus sesuai
    c. Permukaan beton harus baik, tidak diperbolehkan adanya potensi kebocoran
2. Keamanan
    a. Acuan dan perancah harus stabil pada posisinya
    b. Kokoh dan kuat dalam menahan beban yang bekerja
    c. Kaku, tidak mengalami pergerakan dan pergeseran dari posisinya.

Digital Repository Universitas Jember

3. Ekonomis
    a. Mudah dalam pengerjaan sehingga membutuhkan sedikit tenaga kerja
    b. Pemasangan yang tidak rumit untuk menghemat waktu
    c. Harga material yang murah tetapi berkualitas

## 2.4 Material Bekisting

Pada umumnya material bekisting tersusun dari beberapa elemen penyusun, diantaranya ialah. (Muhamad Ilham Aditya, 2014)

1. Kayu

   Penggunaan kayu terbilang menguntungkan, sebab material ini memiliki sifat dalam fungsinya sebagai bagian dari konstruksi, yaitu:
    a. Kekuatan yang besar pada suatu massa volumik yang kecil
    b. Harga relatif murah dan mudah didapatkan
    c. Mudah dalam pengerjaan dan alat-alat sambungan yang sederhana
    d. Isolasi suhu yang baik
    e. Mampu menerima getaran dan penanganan yang kasar

2. *Multipleks*

   Elemen ini merupakan produk olahan dari kayu. Berbeda dengan tripleks, yakni pada jumlah lapisan kayunya. Untuk tripleks tersusun dari tiga lapis kayu. Sedangkan multipleks terdiri dari beberapa lapis lembaran kayu tipis yang dipres lalu dilem menjadi satu. Papan kayu olahan ini juga biasa disebut *plywood*. Ukuran standar untuk *multipleks* di pasaran adalah 120 x 240 cm dengan ketebalan 3-18 mm.

   Kekuatan dari *multipleks* dipengaruhi tidak hanya dari jumlah lapisan, namun juga dilihat dari jenis kayu, proses pengepresan dan daya rekat lem yang digunakan untuk menyatukan tiap lapisan. Hal-hal yang

Digital Repository Universitas Jember

merugikan dengan menggunakan *multipleks* adalah sebagai berikut: (Wigbout, 1992)

a. Harga satuan yang relatf tinggi
b. Sudut dan tepi dari plat-plat mudah rusak

## 2.5. Aspek-Aspek Pemilihan Bekisting

Menurut Blake (1975), ada beberapa aspek yang harus diperhatikan pada pemakaian bekisting dalam suatu pekerjaan konstruksi beton. Aspek tersebut adalah :

1. Kualitas bekisting yang akan digunakan harus tepat dan layak serta sesuai dengan bentuk pekerjaan struktur yang akan dikerjakan. Permukaan bekisting yang akan digunakan harus rata sehingga hasil permukaan beton baik.
2. Keamanan bagi pekerja konstruksi tersebut, maka bekisting harus cukup kuat menahan beton agar tidak runtuh dan mendatangkan bahaya bagi pekerja sekitarnya.
3. Biaya pemakaian yang harus direncanakan seekonomis mungkin,

   Beberapa faktor yang menjadi pertimbangan untuk mengambil suatu keputusan mengenai metode bekisting yang akan dipakai yaitu :

   a) Kondisi struktrur yang akan dikerjakan

      Hal ini menjadi pertimbangan utama sebab sistem perkuatan bekisting menjadi komponen utama keberhasilan untuk menghasilkan kualitas dimensi struktrur seperti yang direncanakan dalam bestek. Metode bekisting yang diterapkan pada dimensi struktur kecil.

   b) Luasan bangunan yang dipakai

      Pekerjaan bekisting merupakan pekerjaan yang materialnya bersifat pakai ulang (memiliki siklus perpindahan material). Oleh karena itu, luasan bangunan ini menjadi salah satu

Digital Repository Universitas Jember

pertimbangan utama untuk penentuan siklus pemakaian material bekisting. Hal ini juga berpengaruh terhadapa tinggi rendahnya pengajuan harga suatu pekerjaan.

c) Ketersediaan material dan alat

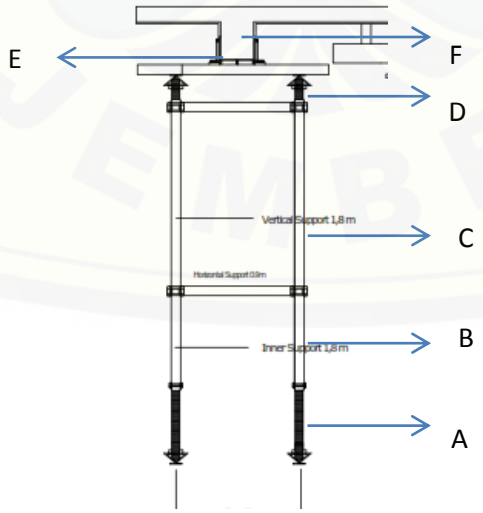
d) Faktor lainya yang perlu dipertimbangkan adalah kemudahan atau kesulitan untuk memperoleh material atau alat bantu dari sistem bekisting yang akan diterapkan

Selain faktor-faktor tersebut masih banyak pertimbangan lain termasuk waktu pengerjaan proyek (*work time schedule*), harga material, tingkat upah bekerja, sarana transportasi dan lain sebagainya. Setelah melakukan pertimbangan secara matang terhadap faktor-faktor tersebut maka diambilah keputusan mengenai metode pekerjaan bekisting yang akan diterapkan.

## 2.6. Metode Bekisting *Table Form* Pada Balok dan Plat

### 2.6.1 Metode Bekisting *Table Form* Balok

Bentuk penampang balok hanpir sama dengan bekisting konvensional secara umum yang berbentuk segi empat dengan posisi berdiri.




Gambar 2.1 Sketsa komponen ekisting *table form* balok

Digital Repository Universitas Jember

Bagian-bagian dari bekisting *table Form* balok terdiri dari :

a. *Jack Angel / Jack-Base*

   Digunakan sebagai pijakan *scaffolding* dan juga berfungsi sebagai pengatur level untuk peletakan pada bidang miring.

b. Inner Support

   Inner support adalah bagian dari beksting tabl form yang mengatur fleksibilitas dari horizontal support

c. *Horizontal Support*

   *Horizontal Support* adalah bagian dari bekisting table form yang berfungsi menopang arah tegak lurus dari beban yang diatasnya.

d. *U-Head*

   *U-Head* digunakan untuk penempatan pada lubang atas *Horizontal Support* yang berfungsi sebagai penyangga balok,sementara *Jack-Base* ditempatkan pada lubang bawah *Horizontal Support* yang berguna mengatur ketinggian posisi dan mengatasi masalah ketidak rataan pada permukaan tanah pada proyek.

e. *Bodeman*

   Adalah salah satu sisi pada bagian bawah bekisting balokk. Bodeman ini biasanya dipasang sebelum tembereng. Pemasangan bodeman biasa dilakukan sekaligus menyetting elevasi balok.

f. *Tembereng*

   *Tembereng* adalah bagian dari bekisting balok yang berada di sisi samping kanan dan kiri. Bekisting balok biasanya menggunakan multiplek 9mm atau 12mm tergantung dari ukuran balok.

### 2.6.2 Metode Bekisting *table Form* Plat

Pada umumnya lantai dicor bersama-sama dengan balok. Konstruksi bekisting lantai harus dapat menahan beban-beban yang bekerja diatasnya agar

Digital Repository Universitas Jember

memenuhi syarat-syarat sebagai bekisting dan tidak melebihi lendutan yang diijinkan.

Bagian-bagian pada bekisting table form hampir sama dengan bekisting pada umumnya yang menerima beban terdiri dari balok kayu yang dihubungkan satu dengan lainya dengan dibantu oleh papan pengokoh dan selur-selur yang terdiri dari kayu papan agar konstruksi lebih stabil.

Gambar 2.2 Sketsa komponen bekisting *table form* plat

Keterangan :

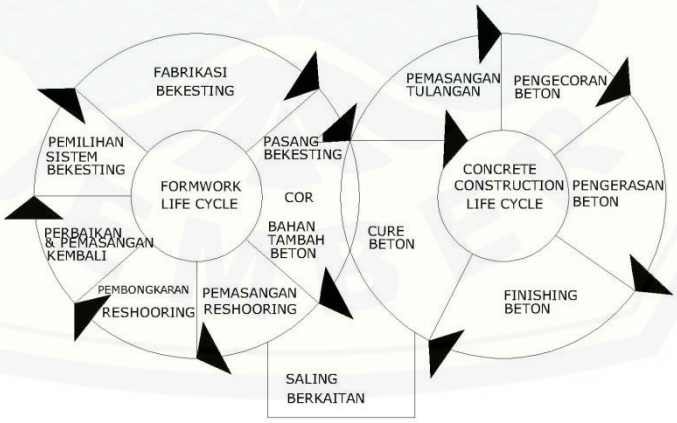
A. *Jack Base*
B. *Inner Support*
C. *Horizontal Support*
D. *Vertical Support*
E. *Jack – U/U-Head*
F. *Hollow 40/60*
G. *Hollow suri – suri double 50/10*
H. *Multipleks*

Digital Repository Universitas Jember

## 2.7. Siklus Bekisting Perancah

Pelaksanaan bekisting merupakan integrasi dari suatu proses konstruksi beberapa terminologi digunakan dalam pekerjaan beton dan bekisting. Proses penyedeiaan bekisting dan beton merupakan integrasi yang mutlak dibutuhkan. Siklus pada bagian kiri Gambar 2.5 menggambarkan siklus dari pekerjaan bekisting. Sedangkan yang bagian kanan menggambarkan siklus pekerjaan beton. 2 intersection menggambarkan awal dan akhir dari siklus pekerjaan beton (Award S Hanna, 1998:17) .

Siklus bekisting dimlulai dengan pemilihan metode bekesring. Aktivitas siklus bekisting ini digambarkan dengan langkah-langkah sevagai 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 untuk bentuk dan ukuran yang berbeda. Sedangkan fungsi dari siklus pekerjaan beton untuk menyediakan kebutuhan struktur akan kekuatan,durabilitas dan bentuk permukaan.




Gambar 2.3 Integrasi antara siklus pekerjaan bekisting dengan pekerjaan beton

(Sumber: Hanna, 1999)

Digital Repository Universitas Jember

Dari Gambar 2.2 telah dijelaskan siklus pekerjaan bekisting dan pekerjaan beton memiliki beberapa tahap yang terintegrasi. Langkah pertama ialah pemilihan metode bekisting. Dimulai dari pemilihan aksesoris, bracing dan ketersediaan elemen untuk metode yang akan dipakai tersebut. Dilanjutkan langkah kedua, yaitu fabrikasi bekisting. Dalam proses ini meliputi proses pengerjaan bekisting, pemasangan bagian-bagian menyesuaikan bentuk dan ukuran, serta peletakan bekisting didekatkan dengan alat angkat

Tahap selanjutnya adalah pemasangan bekisting, penempatan dan perkuatan. Siklus pekerjaan beton dimulai setelah pemasangan bekisting di titik yang telah ditentukan dan berakhirnya pemasangan besi tulangan. Selanjutnya dilakukan tahap konsolidasi, yakni proses pemadatan pasta beton dengan cara digetarkan. Hal ini bertujuan agar pasta beton dapat masuk kedalam rongga-rongga bekisting yang tersisa setelah proses pembesian dan supaya mendapatkan campuran yang baik antara besi tulangan dengan beton sehingga syarat struktur yang direncanakan dapat tercapai. (Hanna, 1999)

Setelah itu dilakukan tahap finishing beton yang merupakan langkah perataan beton setelah pengecoran. Tahap ini biasanya dilakukan dengan bantuan tongkat lurus direntangkan pada permukaan beton, lalu dipindahkan dengan menarik di sepanjang permukaan beton sesuai dengan elevasi yang direncanakan. Tahap selanjutnya ialah reshoring, yakni penyediaan penyangga vertikal untuk menahan elemen struktur yang belum mencapai kekuatan yang telah direncanakan. Proses reshoring dapat dipindahkan bila beton sudah mencapai umur yang cukup kuat untuk menahan segala beban yang akan ditopang.

Setelah bekisting dibongkar, biasanya harus dilakukan langkah perbaikan akibat pemasangan dan pembongkaran sebelumnya. Hal ini bertujuan agar bekisting dapat dipakai kembali untuk pekerjaan selanjutnya. (Hanna, 1999)

### 2.7.1. Pemilihan Metode Bekisting

Pemilihan sistem bekisting termasuk proses pemilihan aksesori, bracing, dan ketersediaan komponen untuk sistem bekisting tersebut. Ada beberapa bentuk sistem yang dipakai dalam konstruksi struktur beton bertulang.Sebagai contoh,

Digital Repository Universitas Jember

sistem bekisting table form untuk plat lantai dan balok yang sistem perakitan tersendiri dan dijadikan satu komponen yang dibantu oleh alat angkut tower crane.

2.7.2. 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 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 pelaksanaan pekerjaan ( Award S Hanna, 1998).

2.7.3. Pemasangan bekisting, penempatan dan perkuatan.

Metode dan urutan kerja dari pekerjaan bekisting sangat dipengaruhi oleh ketersediaan alat angkat dan ketersediaan perkuatan. Bekisting *table form* harus diangkat dengan *tower crane* karena sebelumnya di fabrikasi sudah dirakit menjadi satu kesatuan dan tinggal diangkat dan ditaruh di posisi satu persatu. 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 ( Award S Hanna, 1998).

2.7.4. Penambahan perkuatan bekisting

Bekisting haruslah cukup kuat menahan tegangan awal atau lendutan akibat berat sendiri serta akibat beban tambahan lainya. Selama pekerjaan pengecoran, perkuatan bekisting harus tetap dipertahankan dengan melakukan penambahan-penambahan elemenya selama proses tesebut. Pembongkaran pada bekisting beton hanya boleh dilakukan apabila beton telah mencapai 70% kekuatan rencananya (Award S Hanna, 1998).

2.7.5. *Reshoring/ Backshore*

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

Digital Repository Universitas Jember

2.7.6. Pembongkaran *Reshoring*

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

2.7.7 Perbaikan dan penggunaan kembali bekisting.

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

## 2.8 Volume Pekerjaan Bekisting

Perhitungan volume pekerjaan bekisting diperlukan untuk mengetahui berapa luasan pekerjaan bekisting di lapangan yang akan dikerjakan. Hal ini mendasari perhitungan durasi pekerjaan bekisting dan kebutuhan pekerjanya. Yang dimaksud dengan volume pekerjaan ialah menghitung jumlah volume pekerjaan dalam satu satuan. Volume disebut juga kubikasi pekerjaan. Volume atau kubikasi pekerjaan tersebut memiliki makna bukan sebagai isi sesungguhnya, melainkan jumlah volume bagian pekerjaan dalam satu kesatuan. Berikut cara perhitungan volume pekerjaan bekisting. (http://www.ilmusipil.com)

A. Volume bekising plat

1. Plat Persegi Panjang

**Volume = P x L** ..... (2.1)

Keterangan:

P = panjang (m)

L = lebar (m)

2. Plat Trapesium

□□+□□□ □□ ..... (2.2)

Digital Repository Universitas Jember

Keterangan :

A1 = panjang sejajar 1 (m)

A2 = panjang sejajar 2 (m)

t = tinggi (m)

3. Plat Segitiga

□ □ □□ ..... (2.3)

Keterangan

A = alas (m)

t = tinggi (m)

B. Volume bekisting balok

**Volume = (P x L) + (P x T1) + (P x T2)** ... (2.4)

Keterangan:

P = panjang balok (m)

L = lebar balok (m)

T1 = tinggi balok sisi kiri (m)

T2 = tinggi balok sisi kanan (m)

## 2.9. Waktu

Waktu atau jadwal merupakan salah satu sasaran utama proyek. Keterlambatan akan mengakibatkan berbagai bentuk kerugian antara lain. Penambahan biaya, denda akibat keterlambatan, kehilangan kesempatan produk yang dihasilkan memasuki pasaran, yang semuanya akan mempengaruhi pada biaya proyek keseluruhan dan berpengaruh langsung pada arus kas proyek tersebut

Lamanya waktu penyelesaian proyek berpengaruh besar dengan pertambahan biaya proyek secara keseluruhan. Maka dari itu dibutuhkan laporan

Digital Repository Universitas Jember

profress harian/ mingguan/ bulanan untuk melaporkan hasil pekerjaan dan waktu penyelesaian untuk setiap item pekerjaan proyek. Dan dibandingkan dengan waktu penyelesaian rencana agar waktu penyelesaian dapat terkontrol setiap periodenya

## 2.10. Biaya

Satu hal yang penting dalam perencanaan proyek adalah biaya. Biaya konstruksi memiliki unsur utama dan faktor yang perlu dipertimbangkan dalam kegiatan pengendalian, unsur utama dan faktor yang perlu dipertimbangkan dalam kegiatan pengendalian, unsur utama dari biaya konstruksi adalah biaya material, biaya upah dan biaya alat. Hal tersebut akhirnya akan menyangkut masalah penerimaan dan pengeluaran keuangan. Menurut biaya dibagi menjadi dua yaitu :

1. Biaya Langsung *(Direct Cost)*

   Biaya langsung adalah biaya yang timbul dan berhubungan lagsung dengan aktivitas proyek yang sedang berjalan. Biaya langsung meliputi biaya bahan dan material, biaya upah, biaya alat, dan biaya sub-kontraktor
2. Biaya Tidak Langsung *(Indirect Cost)*

   Biaya tidak langsung adalah biaya yang diperlukan untuk setiap kegiatan proyek, tetapi tidak berhubungan lagsung dengan kegiatan yang bersangkutan dan dihitung di awal proyek sampai akhir proyek. Bila pelaksanaan akhir proyek mundur dari waktu yang sudah direncanakan maka biaya yang tidak langsung ini akan menjadi besar, sedangkan jumlah pekerjaan dan nilai kontrak tetap, sehingga keuntungan konstraktor akan berkurang bahkan untuk kondisi tertentu akan mengalami kerugian. Biaya tidak langsung meliputi biaya *over head* (biaya operasional), gaji pegawai, biaya tak terduga, keuntungan

Digital Repository Universitas Jember

## 2.11. Perkirakan Biaya Pekerjaan Bekisting

1. Perkiraan Biaya

Perkiraan biaya adalah sesuatu yang memperkirakan kemungkinan jumah biaya yang diperlukan untuk sesuatu kegiatan yang didasarkan atas informasi atas informasi yang tersedia pada waktu itu. Menyusun perkiraan biaya berarti melihat masa depan, memperhitungkan, dan mengadakan prakiraan atas hal-hal yang akan dan mungkin terjadi. Sedangkan analisa biaya menitik beratkan pada pengkajian dan membahas biaya kegiatan masa lalu yang akan dipakai bahan masukan (Deby Ambara, 2016)

2. Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya yaitu perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya lain pelaksanaan proyek :

$$\textbf{RAB} = \sum \textbf{(Volume x Harga Satuan Pekerjaan)} \quad \text{.....(2.5)}$$

Adapun biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut.

## 2.12. Pembiayaan Bekisting

Sebagai akibat dari relatif meningkatnya ongkos kerja sselama 20 tahun terakhir ini, perbandingan antara biaya material dan ongkos kerja selalu mengalami perubahan ( F.Wigbout, 1997:232). Biaya bekisting biasanya berkisar antara 35% sampai 60% atau lebih daripada keseluruhan biaya konstruksi struktur beton. Menyadari pengaruh harga pekerjaan bekisting terhadap biaya keseluruhan, adalah kritis bagi engineer struktur untuk memfasilitasi ekonomis bagi bekistingm, tidak hanya ekonomis bagi material beton.

Penggunaan yang berulang-ulang dari bekisting ditunjukkan untuk mencapai nilai ekonomis maksimum lateral. Panel-panel bekisting sebaiknya dirancang agar mudah dipasamg, dibongkar dan diperkuat sehingga keuntungan

Digital Repository Universitas Jember

maksimum dapat diperoleh tanpa mengeluarkan banyak biaya perbaikan ( James M. Antil, Paul W. S Ryan, 1982 : 199).

Pekerjaan yang paling sulit sehubungan dengan bekisting adalah mengestimasi biaya bekisting tersebut. Para estimator harus memperhatikan faktor-faktor yang memperngaruhi dan berkaitan dalam menghitung pembiayaan pekerjaan dan mencapai suatu efesiensi. Faktor-faktor tersebut yaitu ( James M. Antil, Paul W. S Ryan, 1982 : 213):

- Jenis metode yang dipakai; Hal ini berhubungan dengan pemilihan jenis material, alat bantu dan penyangga perkuatan yang akan dipakai serta jenis pengadaanya (beli atau sewa)
- Pemilihan tenaga kerja; Keterampilan dan harga upah menjadi pertimbangan
- Metode fabrikasi, pemasangan, perkuatan, pembongkaran dan pemindahan.

Estimasi biaya konstruksi dari pekerjaan bekisting dapat diperoleh dengan menjumlahkan kuantitas material kayu yang diperlukan untuk mnghasilkan 1m3 area kontak, disamping memperhitungkan pula sisa potongan material, kemudian dikalikan dengan harga satuan katu tersebut.

Estimasi dalam pelaksanaan konstruksi bekisting harus memperhitungkan pula waktu kerja untuk mendirikan dan membongkar bekisting tiap siklus. Dalam perhitungan waktu tersebut, kontraktor harus memperhitungkan pula tundaan akibat cuaca, permasalahan alat disamping proses pembersihan bekisting dan pekerjaan pendukung lainnya (Dr. Edward G Nawy, 1997:7-3).

## 2.13. Perkiraan Waktu Pekerjaan Bekisting

Dalam sebuah proyek,durasi atau pelaksanaan proyek dapat diketahui dengan rumus :

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{(\text{jumlah sumber daya x kapasitas produksi})} \quad \text{.....(2.6)}$$

Digital Repository Universitas Jember

## 2.14. Durasi Pekerjaan

Pekerjaan bekisting merupakan salah satu komponen dari pekerjaan struktur sebuah bangunan. Selain itu terdapat pula komponen lain dalam pekerjaan struktur tersebut yang memiliki keterkaitan dengan pekerjaan bekisting, diantaranya: pekerjaan pembesian dan pekerjaan pengecoran. Apabila pekerjaan bekisting mengalami keterlambatan pelaksanaan, maka akan berdampak pada kedua pekerjaan setelahnya tersebut. Dan sebaliknya, jika pekerjaan bekisting dapat diselesaikan lebih cepat, maka pekerjaan struktur juga akan selesai tepat waktu bahkan bisa lebih cepat dari perencanaan awal.

Perhitungan durasi pada penlitian ini menyesuaikan dengan ketetapan yang tercantum dalam SNI 7394:2008, mengenai kebutuhan jam kerja, berlanjut kebutuhan pekerja dan lama durasi yang dihasilkan tanpa menghasilkan *idle* (waktu terbuang). Berikut cara perhitungan durasi pekerjaan. (Muhamad Ilham Aditya, 2014)

- Kapasitas sumberdaya berdasarkan referensi yang digunakan dalam 1 hari kerja atau 8 jam kerja, 1 $m^2$ volume pekerjaan dilakukan oleh 0,3 orang tukang. (SNI 7394:2008 (6.24))
- Kebutuhan sumberdaya untuk 1 zona menyesuaikan dengan penggunaan tenaga kerja di lapangan.

**Kebutuhan sumberdaya = Volume 1 zona : Kapasitas sumberdaya** .....(2.7)

- Kebutuhan pekerja setiap penyelesaian

**Kebutuhan pekerja = kebutuhan sumberdaya/asumsi penyelesaian** .....(2.8)

Dengan adanya perhitungan durasi pekerjaan, maka akan memudahkan penjadwalan proses pelaksanaan pekerjaan di lapangan. Dalam perencanaan pelaksanaan konstruksi yang efektif dibutuhkan pemahaman yang lengkap tentang proyek yang akan ditangani. Selepas itu, metode pelaksanaan dan kebutuhan sumber daya (bahan, alat dan tenaga kerja) dapat ditentukan, sehingga memungkinkan pekerjaan dilakukan secara aman, ekonomis dan memenuhi standar mutu yang memuaskan konsumen.

Digital Repository Universitas Jember

## 2.15 Pembagian Zona Pelaksanaan Pekerjaan Bekisting

Penentuan pembagian sistem zonasi pada pekerjaan bangunan gedung bertingkat dipengaruhi oleh banyk fakto-faktor sebagai berikut (Muhammad Ilham Aditya, 2014) :

1. Ketersediaan lahan
2. Bentuk struktrur
3. Metode pekerjaan
4. Schedule pekerjaan
5. Ketersediaan sumber daya

Pada konstruksi bangunan yang besar, biasanya area pekerjaan dibagi menjadi zona-zona guna memudahkan dalam sirkulasi pekerjaan dan trasnportasi alat serta material. Ketersediaan alat angkut terutama untuk jenis tower rane biasanya dipertimbangkan juga jangkaunya terhadap area pekerjaan. Hal ini juga dipertimbangkan terhadap volume pengeoran yang akan dikerjakan karena pengecoran dengan volume yang besar akan membutuhkan perencanaan tambahan akan mobilisasi alat angkut adukan beton karena akan berpengaruh kepada kualitas hasil pengecoran akibat efek waktu terhadap sifat-sifat campuran beton itu sendiri.

## 2.16. Analisa Harga Satuan (AHS) dan Upah Tenaga Kerja

Data ini digunakan untuk menghitung biaya yang dibutuhkan untuk masing-masing bahan/material dan upah tenaga kerja pada tiap jenis pekerjaan. Data ini berisikan daftar harga bahan satuan dan upah tenaga kerjja berdasarkan harga di pasaran tempat lokasi proyek. Dan diperoleh dengan mengalikan volume bahan atau upah yang dibutuhkan dengan harga satuannya.

## 2.17. Harga Satuan Pekerjaan

Dalam analisa harga satuan ini akan dihitung besar upah pekerja baik itu dengan sistem harian atau borongan. Selain itu yang harus diketahui ketika akan menyusun AHS antara lain adalah harga bahan, jumlah volume bahan setiap pekerjaan dan upah pekerja. AHS suatu pekerjaan dihitung berdasarkan kebutuhan

Digital Repository Universitas Jember

harga upah dan bahan setiap 1 m3 volume pekerjaan merupakan perhitungan jumlah harga bahan dan upah pekerja yang harus dibayarkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan bekisting. Harga satuan pekerjaan adalah jumlah harga bahan dan upah tenaga kerja atau harga yang harus dibayar untuk menyelesaikan suatu pekerjaan bekisting berdasarkan perhitungan analisis.

## 2.18. Produktivitas Tower Crane Pada Pekerjaan Bekesting dan Zoning

Untuk mengetahui produktivitas tower crane pada proyek yang diamati yaitu mendata volume material yang diangkat tower crane dan total waktu siklus pada proses pengangkatan material oleh tower crane. Dari data tersebut yang akan dihitung untuk mengetahui produktivitas tower crane dengan satuan kg/jam.

Sedangkan waktu siklus diperoleh sesuai pergerakan hoist, swelling, trolley dan landing yang dihitung sesuai teori yang dijelaskan di kajian pustaka diatas antara lain sebagai berikut: a.Waktu Tempuh Vertikal (Tv).

$$\text{Rumus: } Tv = \frac{Dv}{Vv} \quad \text{.....} \quad (2.9)$$

Keterangan:

Tv = Waktu tempuh vertikal (menit)

Dv = Jarak tempuh vertikal (m)

Vv = Kecepatan *Hoist* TC (m/menit)

b.Waktu Tempuh Rotasi (Tr)

$$\text{Rumus: } Tr = \frac{Dr}{Vr} \quad \text{.....} \quad (2.10)$$

Digital Repository Universitas Jember

Keterangan:

Tr = Waktu tempuh rotasi (menit)

Dr = Jarak tempuh rotasi (radian)

Vr = Kecepatan *swing* TC (radian/menit)

d. Waktu Tempuh Horizontal (Th)

Rumus: $Th = \frac{Dh}{Vh}$ ..... (2.11)

Keterangan :

Th = Waktu tempuh horizontal (menit)

Dh = Jarak tempuh horizontal (m)

Vh = Kecepatan *trolley* TC (m/menit)

d. Waktu Siklus Total

Waktu Siklus = Waktu angkat + waktu pemasangan + waktu bongkar + waktu kembali

e. Perhitungan Produktivitas

Produktivitas = $\frac{Output}{Input}$ ... (2.12)

Keterangan :

*Output* = Volume material (kg)

*Input* = Waktu siklus (jam)

Digital Repository Universitas Jember

## 2.19. Penelitian Terdahulu

Penggunaan penelitian terdahulu dibutuhkan dalam sebuah pelaksanaan penelitian, sebab dengan adanya hal tersebut dapat membantu untuk membandingkan antara tujuan dari penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan dilaksanakan. Selain itu, dengan menggunakan penelitian terdahulu dapat membantu pula dalam memberikan informasi dan literatur yang dibutuhkan. Berikut Tabel 2.1 yang berisi beberapa penelitian terdahulu yang digunakan untuk membantu penelitian ini.

Digital Repository Universitas Jember

**Tabel 2.1** Penelitian terdahulu

| No | Judul Skripsi dan Penulis | Uraian | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **Rumusan Masalah** | **Tujuan** | **Analisis Data** | **Hasil Analisa Data** |
| 1 | Analisa Perbandingan Penggunaan Bekisting Semi Konvensional Dengan Bekisting Sistem Table Form Pada Konstruksi Gedung Bertingkat<br>Yevi Novi Dwi Saraswati<br>S1 Teknik Sipil FTSP-ITS<br>2012 | Bagaimana melakukan perbandingan analisa bekisting konvensional dengan sistem table form pada High Rise Building dan Low Rise Building? | Untuk mengetahui perbandingan bekesitng yang efektif terhadap High Rise Building dan Low Rise Building | Menganalisa perbandingan bekesitng yang efektif terhadap High Rise Building dan Low Rise Building | bekesitng yang efektif terhadap High Rise Building dan Low Rise Building |
| 2 | Perbandingan Waktu dan Biaya Konstruksi Pekerjaan Bekisting Menggunakan Metode Semi Sistem Dengan Table Form<br>Muhammad Fandi<br>S1 Teknik Sipil FTSP-ITS<br>2013 | 1. Berapa waktu yang dibutuhkan dari bekisting table form dan bekisting semi sistem?<br>2. . Berapa biaya yang dibutuhkan dari bekisting table form dan bekisting semi sistem?<br><br>1. Mengetahui jumlah waktu yang dibutuhkan pada bekisting table form dan bekisting semi sistem<br>2. Mengetahui jumlah biaya yang dibutuhkan pada bekisting table form dan bekisting semi sistem | | Menganalisa penggunaan perbandingan waktu dan biaya pada bekisting table form dan bekisting semi sistem | Alternatif penggunaan dari kedua bekisting akan lebih efektif dan efisien terhadap proyek yang dikerjakan |

Digital Repository Universitas Jember

**Lanjutan Tabel 2.1** Penelitian terdahulu

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Analisa Alternatif Penggunaan Bekisting Pada Proyek Pembangunan Jember Icon Menggunakan Metode Zoning<br>Muhammad Rizqy Sahantha<br>S1 Teknik Sipil UNEJ<br>2016 | 1. Bagaimana pola kerja siste zonasi pemasangan bekisting balok dan plat pada proyek Jember Icon?<br>2. Berapa waktu yang dibutuhkan pada masing-masing pola kerja?<br>3. Pola kerja manakah yang dapat menghasilkan waktu yang lebih efektif? | 1. Mengetahui cara melakukan perencanaan pola kerja sistem zoning penggunaan bekisting perencanaan pola kerja sistem zoning.<br>2. Mengetahui waktu yang dibutuhkan pada masing-masing pola kerja.<br>3. Mencari Pola kerja pembangunan yang lebih efektif bersarkan pembagian zona kerja | Mengetahui pola kerja sistem zoning dengan menggunakan alternatif zona pada proyek Jember Icon. | Pola kerja yang lebih efektif terhadapa biaya dan waktu ialah alternatif rotasi 2 lantai untuk pembagian 3 zona. |

Digital Repository Universitas Jember

| **Judul** | **Latar Belakang** | **Rumusan Masalah** | **Batasan Masalah** | **Variabel Penelitian** | **Data** | **Jenis data** | **Sumber Data** | **Metode yang di gunakan** | **OUTPUT** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Evaluasi Perbandingan Bekisting Konvensional Dengan Bekisting Table Form Menggunakan Sistem Zoning (Studi Kasus Proyek Apartement Puncak Dharmahusada Surabaya) | 1. Banyaknya penggunanan bekisting di Proyek yang menyebabkan lamanya pekerjaan pengecoran pada plat dan balok.<br>2. Menggunakan metode 6 zonasi yang bisa mempersulit pengawasan saat berada di lapangan. | 1.Bagaimana perencanaan pola kerja sistem *zoning* penggunaan bekisting pada pelaksanaan Proyek Apartement Puncak Dharmahusada?<br>2.Berapa waktu yang dibutuhkan bekisting konvensional dengan bekisting *table form*? | 1.Pada Penelitian hanya waktu dan biaya yang dibutuhkan dan pola kerja sistem zoning pada proyek ini<br>2. Durasi pekerjaan, harga, dan data material untuk semua | 1.Pembagian 6 zona kerja menjadi 4 zona kerja<br>2.Lamanya pekerjaan dari bekisting konvensional dan bekisting table form | 1. Gambar denah struktur proyek Puncak Dharmahusada Surabaya<br>2. Gambar denah struktur proyek Puncak Dharmahusada Surabaya, | 1.Data sekunder<br>2. Data primer dan data sekunder | 1. Proyek Apartement Puncak Dharmahusada Surabaya dan Stu di literature<br>2.Apartement Puncak Dharmahusada Surabaya dan analisis perhitungan durasi | 1.Analisis menggunakan metode zonasi<br>.<br>2. Analisis menggunakan perhitungan durasi berdasarkan metode cycle time | 1. Dapat menganalisis pembagian zona berdasarkan volume tiap zona.<br>2. Dapat mengetahui keefektifan waktu dari kedua bekisting |

Digital Repository Universitas Jember

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | pekerjaan menggunakan data proyek, dan bila tidak ada akan melakukan survey harga pasar tersendiri 3.Hanya menghitung produktivitas,harga sewa alat pada Tower cran. 4. Tidak | | Volume pekerjaan, koefeisen pekerja, dan AHS | | | | |
| | | 3. Berapa biaya yang dibutuhkan bekisting konvensional dengan bekisting *table form*? | | 3. Upah pekerja,biaya sewa alat ,biaya material, lama pekerjaan proyek. | 3. Analisa Harga Satuan, daftar upah pekerja, daftar harga sewa alat, dan daftar biaya material | 3. Data primer dan data sekunder | 3. Proyek Apartement Puncak Dharmahusada, studi literature, HSPK Surabaya 2016, dan perhitungan analisis biaya | 3. Analisis menggunakan perhitungan biaya berdasarkan metode Rencana Anggaran Biaya | 3. Dapat mengetahui perbandingan jumlah biaya dari kedua bekisting |

Digital Repository Universitas Jember

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | menghitung perkuatan bekisting | | | | | | |

**Tabel 3.**1 Matriks penelitian

Digital Repository Universitas Jember

Digital Repository Universitas Jember

# BAB III
# METODE PENELITIAN

## 3.1 Lokasi Penelitian

Proyek pembangunan Apartement Puncak Dharmahusada yang dikerjakan General Contractor PT. Wijaya Karya berlokasi di jalan Ir. H. Soekarno No. 09 Surabaya, Jawa Timur. Denah lokasi Proyek Ruko Puncak Dharmahusada dapat dilihat pada Gambar 3.1

Gambar 3.1 Lokasi proyek Apartement Puncak Dharmahusada Surabaya

Digital Repository Universitas Jember



## 3.2 Data Penelitian

Dalam penelitian ini diperlukan data primer yang diperoleh dari berbagai pihak terkait dan data sekunder untuk menambah referensi dalam perhitungan.

Data primer adalah data yang diperoleh dari narasumber yang kebenarannya dapat dipertanggung jawabkan dan hasil pengamatan kondisi langsung di lapangan. Berikut data-data primer yang diperlukan:

a. Tabel analisa perhitungan kebutuhan bekisting perancah konvensional dan bekisting perancah table form
b. Tabel analisa perhitungan durasi bekisting

Sedangkan untuk data sekunder ialah data yang didapatkan dari referensi data dari proyek dan literatur. Data sekunder yang diperlukan adalah sebagai berikut:

a. Struktur plat dan balok pada Proyek Apartement Puncak Dharmahusada
b. Materi tentang tahapan pengerjaan pekerjaan bekisting perancah konvensional untuk plat dan balok
c. HSPK kota Surabaya pada tahun 2016
d. Daftar harga sewa alat bekisting dan material bekisting
e. Daftar harga sewa alat berat

## 3.3 Metode Pelaksanaan

Pada penelitian ini awal dari pekerjaan metode bekisting perancah konvensional menurut pengamatan langsung pada Proyek Apartement Puncak Dharmahusada Surabaya adalah menginstal perancah pada tempat yang akan dipasang bekisting dengan urutan :

1. Penempatan *Jack Base* pada tempat yang disediakan yang berfungsi sebagai kaki dari *scaffolding*
2. Pemasangan mainframe diatas *Jack Base* yang akan berfungsi sebagai penahan beban yang terjadi akibat pengecoran.
3. Pemasangan *cross brace* di tepi *mainframe* agar *mainframe* lebih kuat pada saat menerima beban.

Digital Repository Universitas Jember

4. Pemasangan *Jack U-Head* diatas *mainframe* yan berfungsi sebagai pengikat antara perancah dengan balok suri.
5. Pemasangan balok suri yang berfungsi sebagai penumpu *hollow* memanjang.
6. Pemasangan *Multiplex*

Untuk pengerjaan pembongkaran dari metode perancah konvensional ini terbilang rumit dikarenakan pembongkaran dilakukan dengan cara membongkar keseluruhan perancah dan akan merangkainya kembali untuk digunakan ke zona lainya. Pembongkaran multiplexnya dilakukan dengan tidak hati-hati atau secara kasar oleh pekerja dengan cara mencongkel tepi dari *multiplex* sampai *multiplex* terjatuh dari ketinggian lantai dengan keras. Hal ini membuat daya dari *multiplex*berkurang dan spesifikasinya berkurang.

Sementara pada bekisting perancah *table form* menurut studi literatur pada proyek di Jakarta adalah menginstal perancah pada tempat yang akan dipasang bekisting dengan urutan :

1. Penempatan *Jack Base* pada tempat yang disediakan yang berfungsi sebagai kaki dari *scaffolding.*
2. Pemasangan *vertical support* di atas *Jack Base* yang akan berfungsi sebagai penahan beban yang terjadi akibat pengecoran.
3. Pemasangan horizontal support di sekeiling vertical *support* agar vertical *support* lebih kuat pada saat menerima beban.
4. Pemasangan *Base Plate* diatas *vertical support* yang berfungsi sebagai pengikat antara perancah dengan *hollow double*
5. Pemasangan *hollow double* yang berfungsi sebagai penumpu *hollow* memanjang
6. Pemasangan *multiplex* yang sudah difabrikasi (dengan cara *multiplex* disambung dengan sekrup ke hollow memanjanng)

Untuk pengerjaan pembongkaran dari metode sistem *table form* ini lebih mudah dibandingkan dengan metode konvensional dikarenakan pembongkaran tidak dilakukan dengan membongkar keseluruhan perancah dan akan

Digital Repository Universitas Jember



merangkainya kembali untuk digunakan ke zona lainya, melainkan hanya mengendurkan *Jack Base* lalu menggantinya dengan roda. Penggantian *Jack Base* ke roda membuat perbedaan tinggi dari perancah berubah menjadi rendah. Hal ini akan memudahkan pekerja untuk membongkar *multiplex* yang sudah terlepas tidak akan terjatuh ke lantai.

### 3.4 Perhitungan Kebutuhan Alat dan Material

Perhitungan kebutuhan material pada masing-masing komponen bekisting.

a. Metode Bekisting Perancah Konvensional

   Pada bekisting konvensional berupa satu set scaffolding (*cross frame, main frame, jack base, u-head*), kayu gelagar, kayu suri, dan *hollow*, untuk material yang dihitung adalah *Multiplex*. Perhitungan kebutuhan alat bekisting berdasarkan pada alternatif rotasi perputaran bekisting. Kebutuhan alat dan material dihitung per luasan lantai dan balok lalu dikalikan dengan luasan zona.

b. Metode Bekisting Perancah *Table Form*

   Pada bekisting*table form* berupa satu set perancah *(Horizontal Support, Vertical Support, Inner Support, jack base, Plat-Head)*, material yang dihitung adalah *Multiplex*. Perhitungan kebutuhan alat bekistingberdasarkan pada alternatif rotasi perputaran bekisting. Kebutuhan alat dan material dihitung per luasan lantai dan balok lalu dikalikan dengan luasan zona.

### 3.5 Analisis Produktivitas dan Durasi

Acuan untuk menghitung produktivitas pekerjaan bekisting metode table form melalui studi literatur dari proyek yang ada di Jakarta, dengan cara volume dari satu zona dibagi dengan cycle time satu zona lalu dibagi lagi dengan jumlah pekerja. Sedangkan untuk metode konvensional menggunakan SNI 7392-2008 (6:23). *Cycle time*, dan volume yang digunakan untuk Tugas Akhir ini adalah *cycle time* dan volume yang digunakan di Proyek Apartement Puncak Dharmahusada Surabaya. Menghitung durasi waktu pekerjaan bekisting adalah mengalikan produktivitas pekerja dengan volume satu zona.

Digital Repository Universitas Jember

### 3.6 Analisis Biaya

Menghitung biaya dari kedua metode bekisting adalah dengan berdasarkan jumlah alat dan material yang dibutuhkan lalu mengalikanya dengan harga beli atau harga sewa kemudian dijumlahkan dengan upah kerja pelaksanaan.

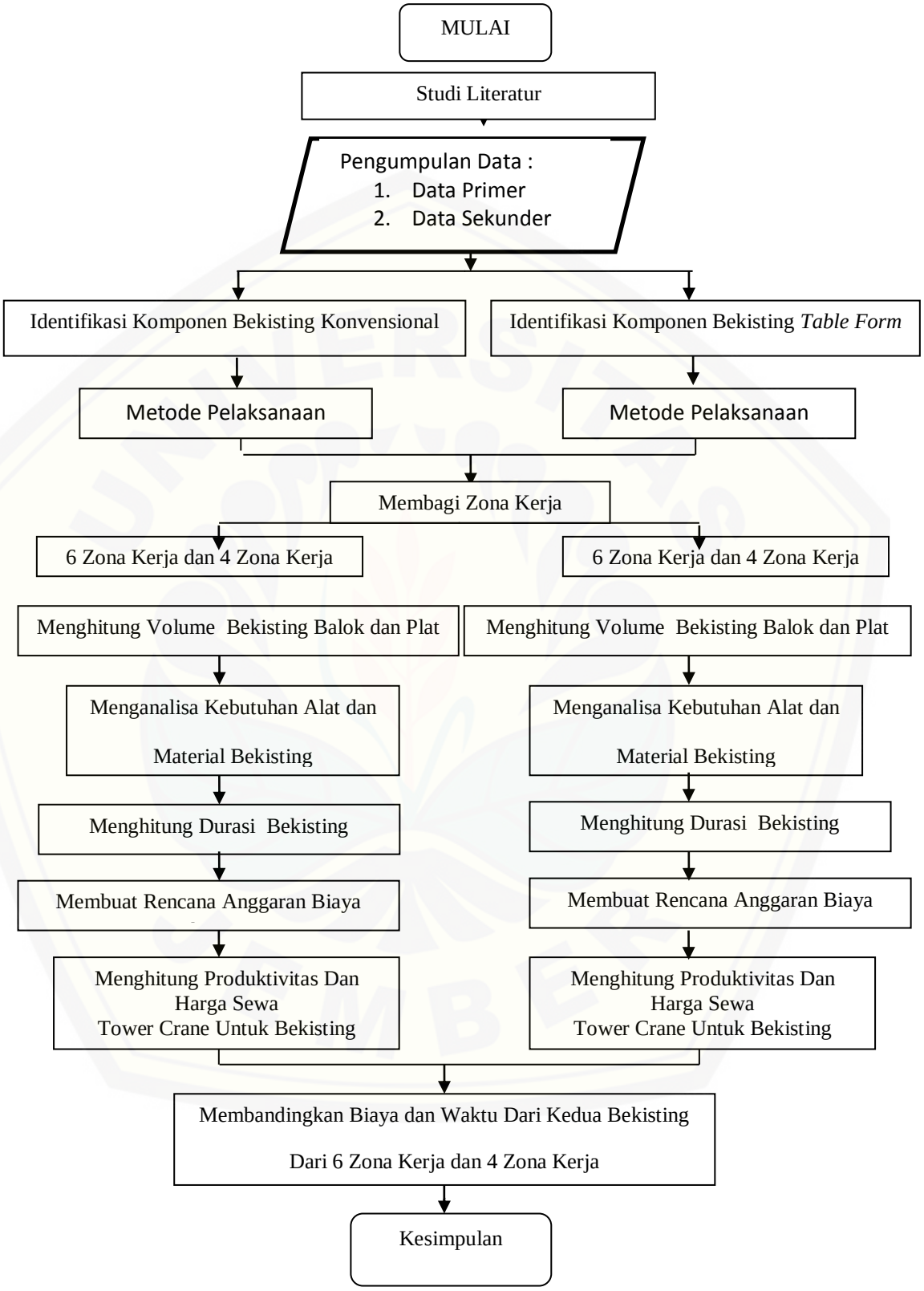
### 3.7 Diagram Alir Analisis Perbandingan

Dalam analisa perbandingan yang akan dilakukan, terdapat proses-proses analisa yang harus diselesaikan secara terurut dan sistematis. Hal ini dimaksud agar parameter-parameter tang diperlukan pada suatu analisa serta lingkup data yang dibutuhkan dapat terlebih dahulu disiapkan.

Untuk mempermudah proses perhitungan dan analisa tersebut, maka dibuatlah suatu diagram proses (*process chart*) yang menggambarkan urutan kerja perhitungan, data-data yang diperlukan serta parameter-parameter yang dihasilkan. Diagram (process chart) dari analisa perbandingan dapat dilihat pada gambar 3.2

Digital Repository Universitas Jember






Gambar 3.2 Diagram alir analisa perbandingan penelititan

Digital Repository Universitas Jember

### 3.8 Pembagian Pola Kerja Sistem Zonasi

Pembagian pola kerja sistem zonasi di Proyek Puncak Dharmahusada dilakukan dengan membagi luasan 1 lantai menjadi beberapa zona kerja. Terkait dengan jumlah zona kerja dalam penelitian ini dibagi menjadi 2 macam zona, yaitu 6 zona dan 4 zona. Untuk pembagian 6 zona mengacu pada zonasi yang diterapkan di Proyek Puncak Dharmahusada. Pengambilan keputusan membagi zonasi kerja menjadi 4 zona bertujuan untuk:

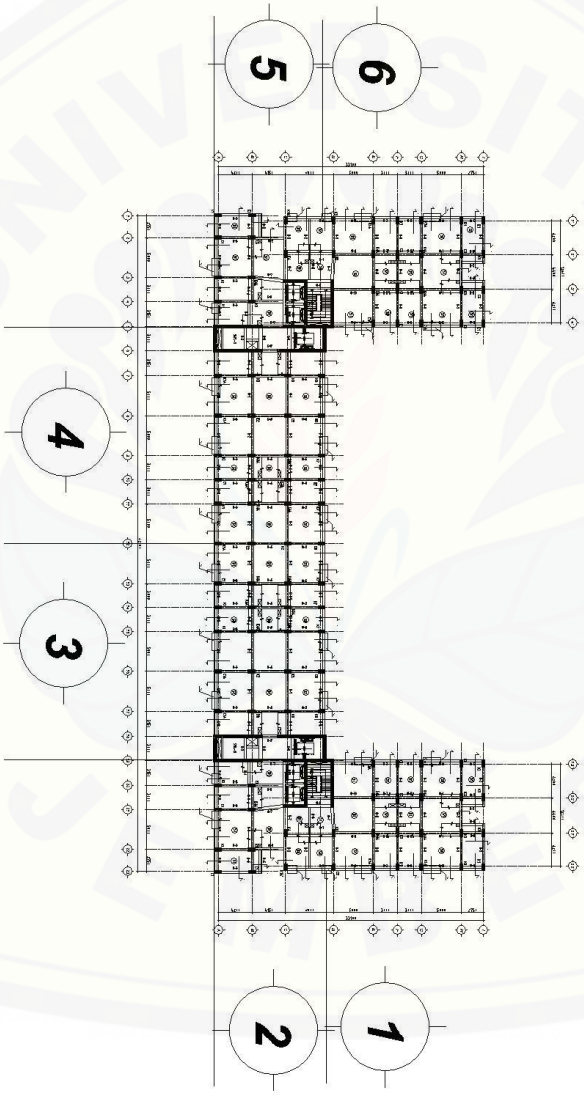
1. Pembagian zona berdasarkan volume bekisting yang sama tiap lantainya.
2. Memperkecil wilayah pengawasan pekerjaan bekisting
3. Memudahkan sirkulasi pekerjaan bekisting
4. Memilih zona dengan tingkat kesulitan terlebih dahulu didahulukan

Langkah selanjutnya ialah membagi zona kerja per lantai menjadi 4 zona besar. Pembagian 4 zona kerja ialah dengan menggabungkan zona 1 dan 2 menjadi zona 1,dengan alasan tingkat kesulitan saat pekerjaan didahulukan terlebih dahulu dan menggabungkan zona 5 dan 6 menjadi zona 4 dengan alasan tipikal dengan zona 1 dan zona 2 sebelumnya. Sedangkan untuk zona 3 dan zona 4 menjadi zona 2 dan zona 3 tetap saja dengan alasan tingkat pekerjaan yang lebih mudah .Untuk pengambilan keputusan membagi zona kerja menjadi 4 zona ialah untuk membandingkan durasi yang dihasilkan antara 6 zona dan 4 zona. Mengingat manfaat dari adanya pembagian zona kerja ialah memperkecil parameter pekerjaan sehingga mudah dalam pengawasan kerja.Dari penelitian ini menggunakan sistem 6 zona menjadi 4 zona dikarenakan pada pekerjaan bekisting mengalami keterlambatan yang pada pembagian zona terlalu banyak dan juga pengawasan saat pekerjaan bekisting .

Dan berikut contoh-contoh gambar pembagian zona kerja untuk 6 zona (Gambar 3.3) dan untuk 4 zona (Gambar 3.4)

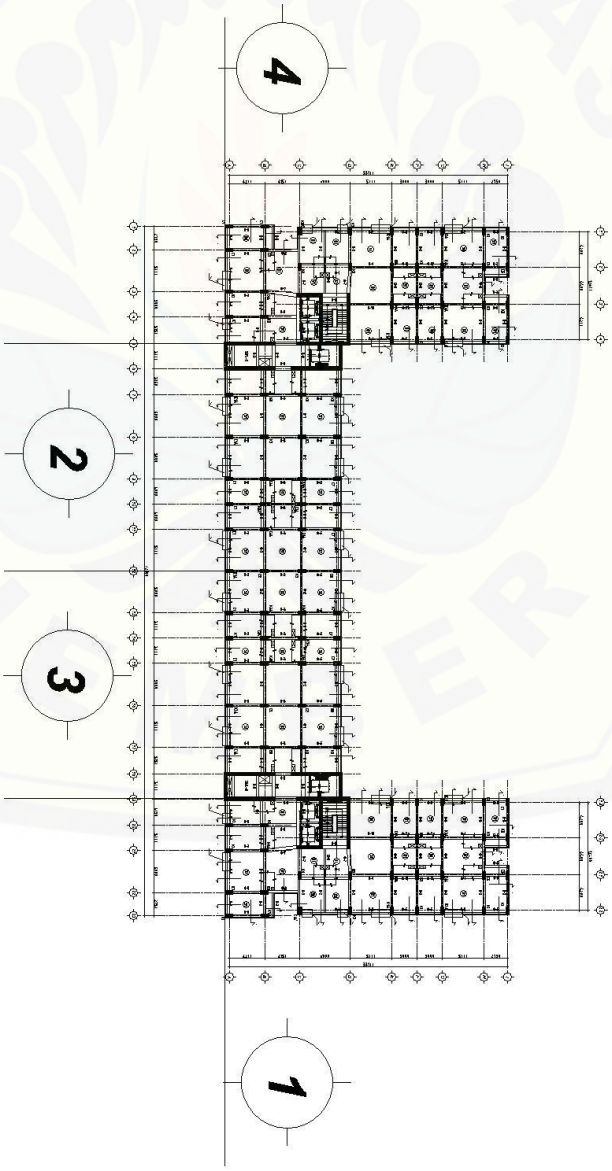
Digital Repository Universitas Jember





Digital Repository Universitas Jember

Gambar 3.3 Pembagian 6 zona lantai 1



Digital Repository Universitas Jember



Gambar 3.4 Pembagian 4 zona lantai 1

## 3.6. Desain Gambar Bekisting

Dari hasil output perencanaan komposisi material dan alat bekisting dapat dirancang gambar kerja yang menggambarkan secara detail mengenai bekisting yang baik dengan metode *table form*.Penggambaran sistem bekisting berdasarkan pada jarak-jarak pemasangan, dimensi-dimensi material dan alat yang digunakan yang telah disesuaikan dengan dimensi struktru yang ditanggungnya.

Software yang digunakan dalam penggambaran sistem bekisting ini adalah *AUTOCAD* versi 2007 yang merupakan produk keluaran *AUTODESK* Corporation yang sudah sangat umum dipakai dalam desain dan grafis di bidang teknik sipil dan arsitektur.

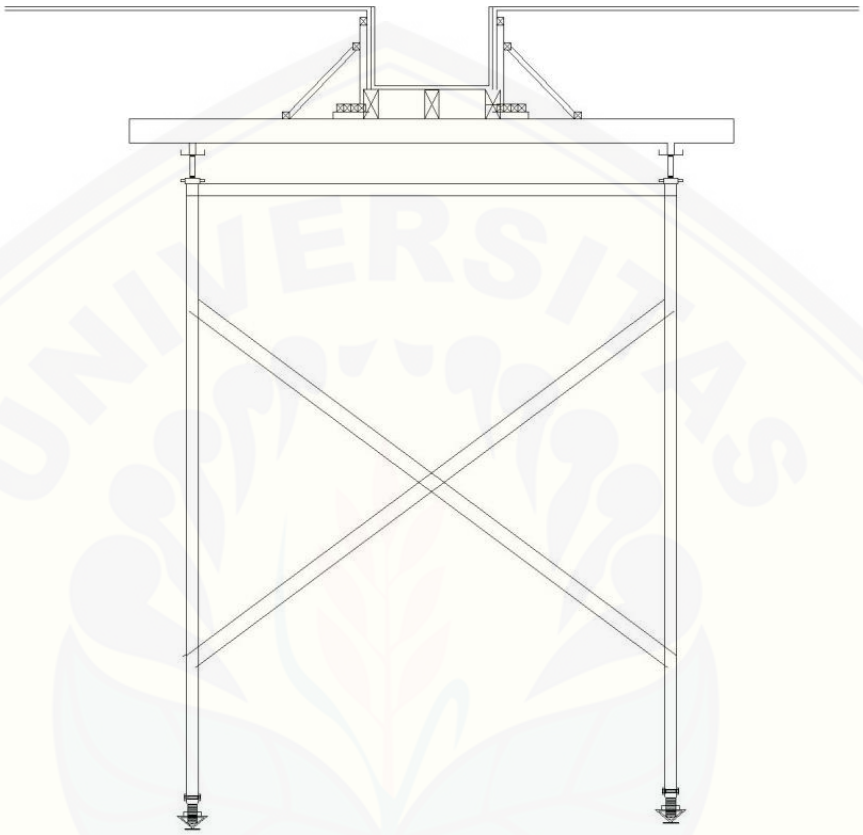
Selain mempermudah dalam pelaksanaan pekerjaan di lapangan, gambar desain bekisting ini nantinya akan digunakan dalam perhitungan volume material dan alat yang diperlukan dalam pekerjaan bekisting tersebut.

Penggambaran metode ekerjaan yang dipakai dalam perencanaan dengan menentukan suatu metode pekerjaan bekisting. Dalam hal ini direncanakan bekisting yang dipakai menggunakan metode *Table Form*. Adapun gambar dari metode yang direncanakan dapat dilihat pada Gambar 3.4 s/d 3.5 untuk metode bekisting balok dan Gambar 3.6 s/d 3.7 untuk metode bekisting plat lantai.

## 3.7. Pengambilan Keputusan

Pengambilan keputusan pada penelitian dilakukan untuk memilih penggunaan bekisting yang lebih efektif dari kedua perbandingan bekisting perancah konvensional dengan bekisting perancah table form. Pemilihan dilakukan berdasarkan hasil penjadwalan pekerjaan bekisting dan alternatif sistem zoning menggunakan metode aplikasi *Management Project*.

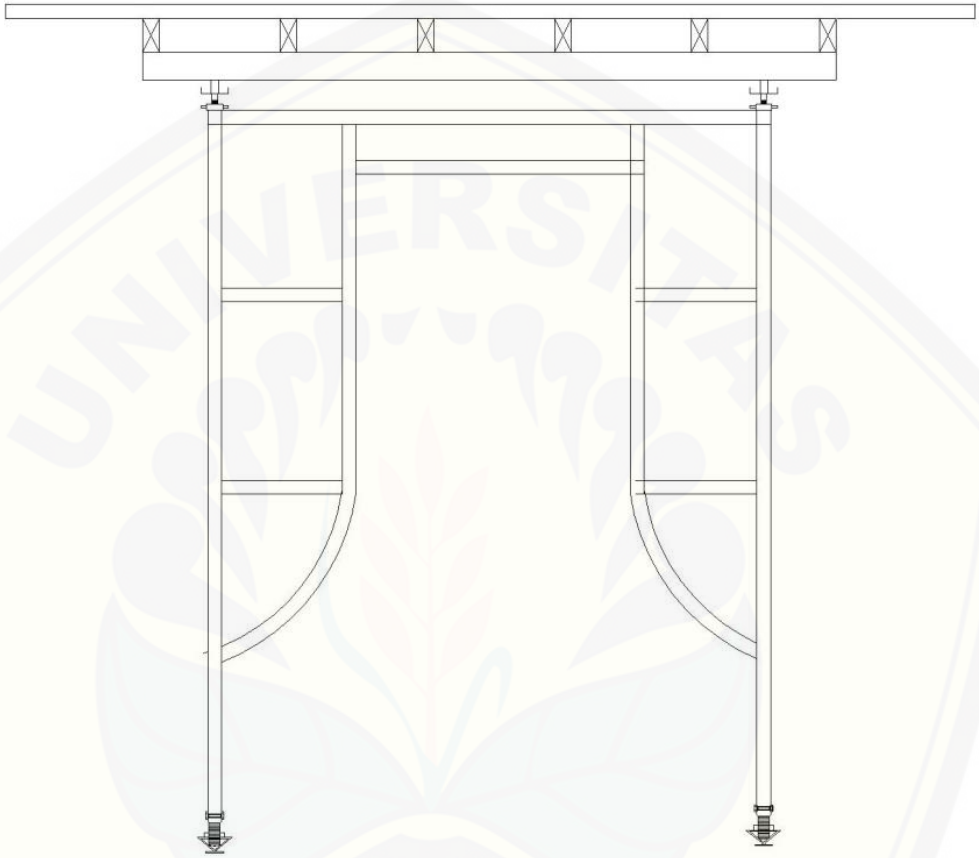
Digital Repository Universitas Jember



Gambar 3.5. Perencanaan bekisting balok

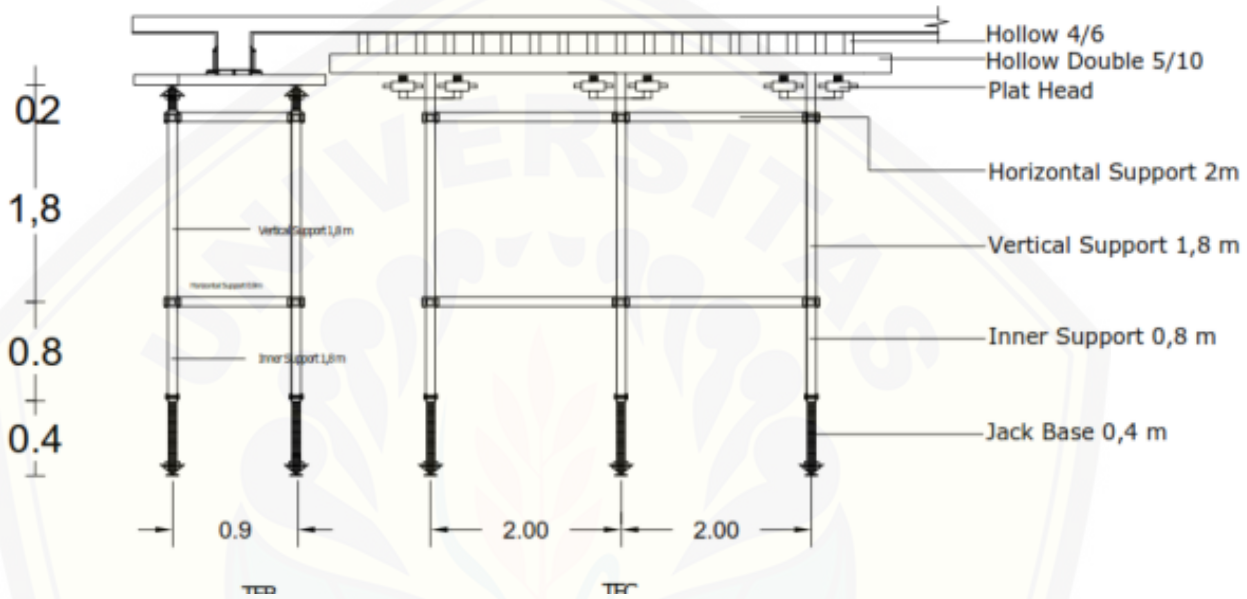
Digital Repository Universitas Jember





Gambar 3.6. Perencanaan bekisting plat

Digital Repository Universitas Jember




Gambar 3.7. Perencanan bekisting plat dan balok *table form*

Digital Repository Universitas Jember

# KESIMPULAN DAN SARAN

## 5.1 Kesimpulan

1. Untuk perencanaan sistem kerja zoning pada proyek Apartement Puncak Dharmahusada Surabaya penulis menggunakan sistem 6 zona menjadi 4 zona dikarenakan :

- Pembagian zona berdasarkan volume bekisting yang sama tiap lantainya.
- Memperkecil wilayah pengawasan pekerjaan bekisting
- Memudahkan sirkulasi pekerjaan bekisting
- Memudahkan transportasi alat serta material yang tipikal tiap lantainya

Selain itu pembagian zona berdasarkan analisis perhitungan ditinjau dari segi biaya dan waktu lebih efektif 6 zona dibandingkan 4 zona kerja.

2. Pada proyek Apartement Puncak Dharmahusada Surabaya, perhitungan durasi dari metode bekisting perancah konvensional didapatkan 354 hari kerja untuk 6 zona dan durasi untuk 4 zona didapatkan 360 hari kerja. Untuk pekerjaan metode bekisting table perancah form didapatkan 277 hari kerja untuk 6 zona dan durasi untuk 4 zona didapatkan 315 hari kerja .dari kedua sistem kerja zoning dari zona 6 ke zona 4 kerja didapatkan durasi yang berbeda. Dari hasil perhitungan analisis adalah metode bekisting perancah *table form* yang lebih cepat walaupun menggunakan 6 zona kerja da 4 zona kerja..

   biaya dan waktu lebih efektif 6 zona dibandingkan 4 zona kerja.

3. Pada proyek Apartement Puncak Dharmahusada Surabaya, perhitungan biaya dari metode bekisting perancah konvensional didapatkan Rp 11.263.504.244 untuk 6 zona dan biaya untuk 4 zona didapatkan Rp 11.235.859.656. Untuk pekerjaan metode bekisting perancah table form didapatkan Rp 9.215.631.122 untuk 6 zona dan durasi untuk 4 zona didapatkan Rp 10.127.617.750 hari kerja .dari kedua sistem kerja zoning dari zona 6 ke zona 4 kerja didapatkan biaya yang berbeda. Dari hasil perhitungan analisis adalah metode bekisting perancah *table form* yang lebih efektif dan efisien walaupun menggunakan 6 zona kerja da 4 zona kerja.

Digital Repository Universitas Jember


**4. Saran**

Dari kesimpulan diatas, untuk pekerjaan bekisting plat dan balok dapat disarankan dengan hal-hal yang bisa menambah wawasan yang berbeda dan lebih signifikan, berikut saran-saran dari penulis :

1. Sebaiknya untuk metode bekisting perancah *table form* bisa digunakan untuk pekerjaan vertical seperti hanya, pekerjaan kolom dan pekerjaan dinding geser. Jadi lebih efesien dan efektif terhadapa biaya dan waktu.

2. Untuk penilitan selanjutnya dapat memperhitungkan perkuatan struktrur dari bekisting perancah konvensional ,ataupun metode perancah table form, atau bahkan metode-metode lain yang bagi *penulis* teliti bisa membuat referensi baru.

Digital Repository Universitas Jember

# DAFTAR PUSTAKA


Aditya, Muhamad Ilham. 2014. *Perbandingan Alternatif Rotasi Pekerjaan Bekisting Pada Gedung Apartemen Bale Hinggil Surabaya Ditinjau dari Segi Biaya dan Waktu*. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Surabaya: Jurusan S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).

Ahadi. 2014. Cara menghitung kebutuhan bekisting triplek [on line].[28 September 2014]

Amalia, Sofi Dwi. 2014.*Analisa Produktivitas Tower Crane Pada Proyek Pembangunan Gedung Tunjungan Plaza 6 Surabaya*. Tidak Diterbitkan. Skripsi. Surabaya: Jurusan S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik dan Universitas Negeri Surabaya.

Antil, James M. And Paul W. S Ryan, 1982, *Civil Engineering Construction*, McGraw Hill Book Company, Sydney

Hanna, Award S, 1998, Concrete Formwork System, University of Wisconsin Madison

Ir. Trijeti, M.T .2013. *Jurnal Konstruksia*. Jakarta. ISSN 2086-7352

Muhammad Fandi. 2013. Perbandingan Waktu dan Biaya Kosntruksi Pekerjaan Bekisting Menggunakan Metode Semi Sistem dengan Metode Table Form (Studi Kasus : Proyek FMIPA Tower ITS Surabaya). Tidak Diterbitkan. Jurnal. Surabaya. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).

Muhammad Ridha 2011. Perbandingan Biaya dan Waktu Pemakaian Alat Berat Tower Crane dan Mobil Crane Pada Proyek Rumah Sakit Haji Surabaya. Tidak Diterbitkan. Jurnal. Surabaya. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).

Muhammad Rizky Sahlantha. 2015. *Analisa Alternatif Penggunaan Bekisting Pada Proyek Jember* Icon *Menggunakan Metode Zoning* .Tidak Diterbitkan. Jurnal. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember (UNEJ)

Nawy P.E.C. Edward G., 1997, Concrete Construction Engineering Handbook, CRC Press Bocaraton, New York

SNI 7394-2008 ,Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton Untuk Konstruksi Bangunan Gedung Dan Perumahan

*Standart Harga Satuan Pokok Pekerjaan (HSPK)* Kota Surabaya Tahun 2016, Pemerintah Kota Surabaya, Surabaya

Digital Repository Universitas Jember


Suripto 2000, *Petunjuk Praktek Kerja Acuandan Perancah I*, Politeknik Negri Jakarta, Depok

Wigbout, F. Ing. 1992. *Bekisting (Kotak Cetak)*. Jakarta : Penerbit Erlangga

Y.A Messah, TH, 2013. *Dasar-dasar Manajemen Konstruksi* Yogyakarta : Edisi Pertama BPFE.

Yevi Novi Dwi Saraswati. 2012. *Analisa Perbandingan Penggunaan Bekisting Semi Konvensional Dengan Bekisting Sistem Table Form Pada Konstruksi Gedung Bertingkat*. Tidak Diterbitkan. Jurnal. Surabaya: Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).