

**ANALISA PERHITUNGAN KEKUATAN PERANCAH
TERHADAP WAKTU SIKLUS PENGECORAN LANTAI
UNTUK MEMENUHI KEAMANAN STRUKTUR BANGUNAN**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana di Fakultas Teknik
Universitas Medan Area

Disusun Oleh:

**BANGUN DOLOKSARIBU
NIM : 14.811.0054**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN**

2018

**ANALISA PERHITUNGAN KEKUATAN PERANCAH
TERHADAP WAKTU SIKLUS PENGECORAN LANTAI
UNTUK MEMENUHI KEAMANAN STRUKTUR BANGUNAN**

SKRIPSI

Disusun Oleh:

BANGUN DOLOKSARIBU

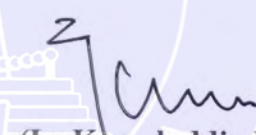
NIM : 14.811.0054

Disetujui Oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II

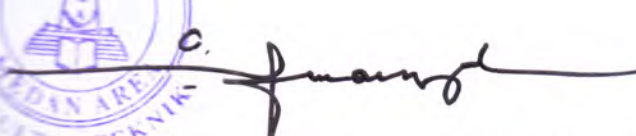

(Ir. H. Edy Hermanto, MT)


(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)

Diketahui Oleh:

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Sipil


(Prof. Dr. Ir. Armansyah Ginting, M.Eng)


(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, Juli 2018

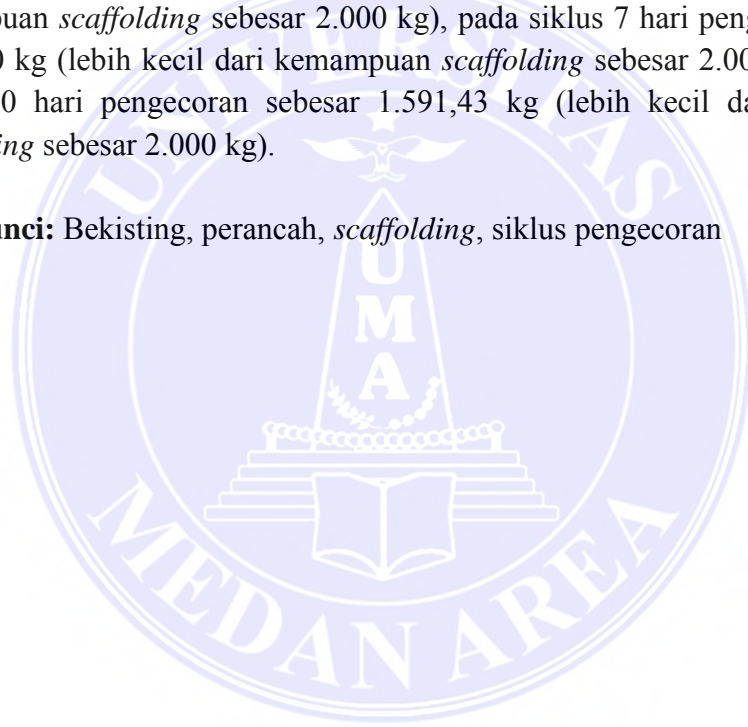


Bangun Doloksaribu
14.811.0054

ABSTRAK

Bekisting dan perancah merupakan struktur sementara karena sampai batas waktu tertentu akan dibongkar. Namun sering kali ditemukan adanya kegagalan bekisting maupun perancah akibat kurangnya perhatian pada saat perencanaan dan pelaksanaan. Pada pelaksanaan gedung bertingkat perlu direncanakan jenis bekisting dan perancah yang digunakan, jumlah penyediaan dan siklus pengecoran sehingga pelaksanaannya sesuai dengan mutu, biaya dan waktu yang direncanakan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah tipe dan jenis *scaffolding* yang digunakan mampu memikul beban-beban yang terjadi saat siklus pengecoran berlangsung. Berdasarkan hasil analisa diperoleh, beban total yang terjadi saat siklus pengecoran 5 hari sebesar sebesar 2.168,55 kg (lebih besar dari kemampuan *scaffolding* sebesar 2.000 kg), pada siklus 7 hari pengecoran sebesar 1.860,20 kg (lebih kecil dari kemampuan *scaffolding* sebesar 2.000 kg) dan pada siklus 10 hari pengecoran sebesar 1.591,43 kg (lebih kecil dari kemampuan *scaffolding* sebesar 2.000 kg).

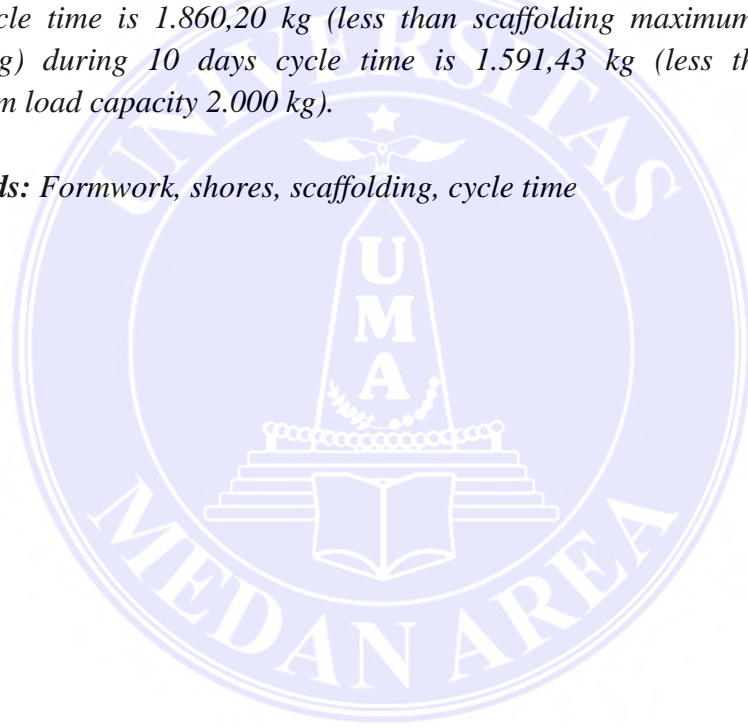
Kata kunci: Bekisting, perancah, *scaffolding*, siklus pengecoran



ABSTRACT

Formwork and shores are temporary structure and will be removed until the concrete has the ability to be self-supporting. Formwork and shores failures are too often made without the benefit of proper analysis of the structural and construction method. In multistory cast-in-place concrete building construction is necessary to consider the type of formwork and shores system, floor level and the cycle time regarding quality, cost and time. This study was conducted to know whether the scaffolding has the ability to support freshly cast floors until decision regarding the removal of forms and relocation of the shores. Based on the analysis result, construction load distribution during 5 days of cycle time is 2.168,55 kg (bigger than scaffolding maximum load capacity 2.000 kg), during 7 days cycle time is 1.860,20 kg (less than scaffolding maximum load capacity 2.000 kg) during 10 days cycle time is 1.591,43 kg (less than scaffolding maximum load capacity 2.000 kg).

Keywords: *Formwork, shores, scaffolding, cycle time*



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan judul “**Analisa Perhitungan Kekuatan Perancah Terhadap Waktu Siklus Pengecoran Lantai Untuk Memenuhi Keamanan Struktur Bangunan**”. Penulisan skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) program studi Teknik Sipil Universitas Medan Area.

Dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis dengan senang hati menyampaikan terima kasih kepada:

- Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, M.sc sebagai Rektor Universitas Medan Area.
- Bapak Prof. Dr. Armansyah Ginting, M.Eng sebagai Dekan Fakultas Teknik.
- Bapak Ir. Kamaluddin Lubis, MT sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil.
- Bapak Ir. H. Edy Hermanto, MT sebagai Pembimbing I.
- Bapak Ir. Kamaluddin Lubis, MT sebagai Pembimbing II.
- PT. Beton Perkasa Wijaksana yang telah mengizinkan dan memberikan setiap data yang diperlukan dalam penyusunan skripsi ini.
- Proyek Manhattan Mall and Condominium Medan yang telah mengizinkan dan memberikan setiap data yang diperlukan dalam penyusunan skripsi ini.
- Berbagai pihak yang telah memberikan bantuan dan dorongan serta berbagai pengalaman dalam proses penyusunan skripsi ini.

Akhir kata, semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua dalam menambah wawasan dan pengetahuan tentang bekisting dan perancah.

Medan, Juli 2018

Penyusun



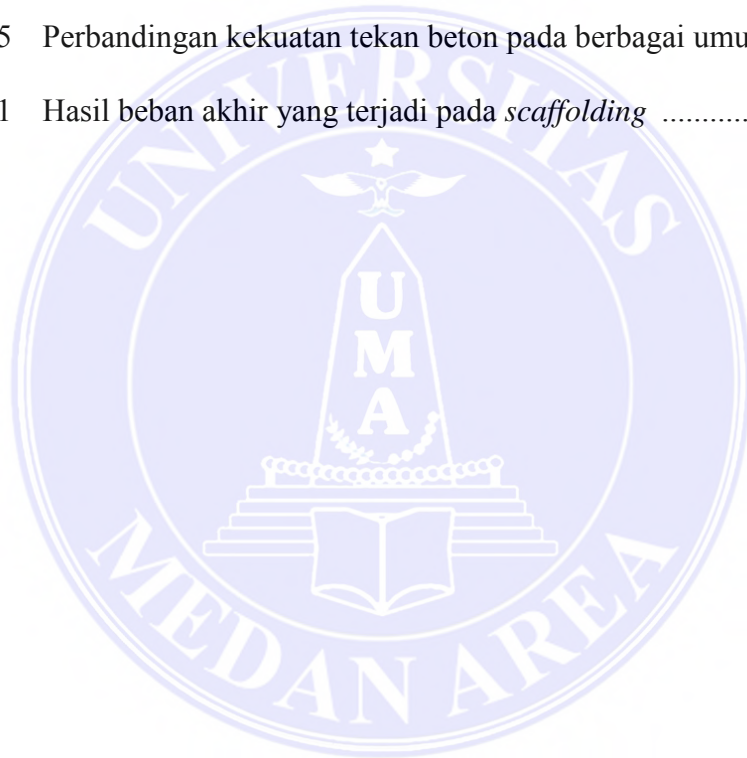
DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian	4
1.3 Rumusan Masalah	4
1.4 Pembatasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Bekisting (<i>Formwork</i>)	5
2.2 Tipe dan Jenis Bahan Bekisting (<i>Formwork</i>)	7
2.3 Perancah (<i>Shore</i>)	14
2.4 Tipe dan Jenis Bahan Perancah (<i>Shore</i>)	15
2.5 Waktu Siklus (<i>Cycle Time</i>)	25
2.6 Beban Konstruksi	28

2.7	Distribusi Beban Konstruksi	29
BAB III	METODE PENELITIAN	32
3.1	Deskripsi Penelitian	32
3.2	Lokasi Penelitian	33
3.3	Teknik Pengumpulan Data	34
3.4	Teknik Pengolahan Data	37
3.5	Kerangka Berpikir	39
BAB IV	ANALISA DAN PEMBAHASAN	40
4.1.	Beban Struktur	40
4.2.	Perhitungan Pembebanan	41
4.2.1.	Pembebanan pada saat pengecoran lantai pertama	41
4.2.2.	Pembebanan pada saat pengecoran lantai kedua	42
4.2.3.	Pembebanan pada saat pengecoran lantai ketiga	44
4.2.4.	Pembebanan pada saat pengecoran lantai keempat	48
4.3.	Perhitungan Kekuatan <i>Scaffolding</i>	51
4.3.1.	Siklus pengecoran 5 hari	52
4.3.2.	Siklus pengecoran 7 hari	54
4.3.3.	Siklus pengecoran 10 hari	55
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	58
5.1.	Kesimpulan	58
5.2.	Saran	58
	DAFTAR PUSTAKA	59
	LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 Klasifikasi kayu di Indonesia	10
Tabel 2.2 Nilai-nilai tegangan ijin kayu dan modulus elastisitasnya	11
Tabel 2.3 Ukuran perancah kayu dan bambu	16
Tabel 2.4 Waktu minimum pembongkaran bekisting dan perancah	28
Tabel 2.5 Perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur	31
Tabel 4.1 Hasil beban akhir yang terjadi pada <i>scaffolding</i>	57



DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2.1 Bekisting pelat lantai dan balok	5
Gambar 2.2 Bekisting konvensional/ tradisional dengan kayu dan bambu ...	8
Gambar 2.3 Bekisting semi modern dengan kayu dan <i>horry beam</i>	8
Gambar 2.4 Bekisting modern dengan <i>slab table Variodeck</i>	9
Gambar 2.5 Kayu broti untuk konstruksi bekisting	10
Gambar 2.6 <i>Plywood phenolic</i> untuk konstruksi bekisting	11
Gambar 2.7 Bekisting <i>Aluma easy deck</i> berbahan aluminium	12
Gambar 2.8 Bekisting <i>Peri handset</i> berbahan baja	13
Gambar 2.9 Bekisting kolom MFG <i>fiberglass</i>	14
Gambar 2.10 Perancah kayu dan bambu	15
Gambar 2.11 Perancah jenis baja (<i>scaffolding</i>)	17
Gambar 2.12 Tipe <i>main frame scaffolding</i>	18
Gambar 2.13 Tipe <i>cross brace scaffolding</i>	19
Gambar 2.14 <i>Joint pin scaffolding</i>	20
Gambar 2.15 <i>Adjustable base jack scaffolding</i>	20
Gambar 2.16 <i>U-head jack scaffolding</i>	21
Gambar 2.17 <i>Peri up shoring</i>	22
Gambar 2.18 <i>Standard UVR Peri up shoring</i>	23
Gambar 2.19 <i>Ledger UH Peri up shoring</i>	23
Gambar 2.20 <i>PD-8 shoring</i>	24
Gambar 2.21 <i>Frame PD-8 shoring</i>	24
Gambar 2.22 Tahap tipikal siklus konstruksi	26

Gambar 2.23	Tahap tipikal siklus konstruksi tingkat tiga	30
Gambar 3.1	Perkembangan pembangunan gedung tinggi di kota Medan	32
Gambar 3.2	Proyek Manhattan Time Square	33
Gambar 3.3	Lokasi penelitian proyek Manhattan Time Square Medan	34
Gambar 3.4	Struktur bangunan proyek Manhattan Time Square Medan	35
Gambar 3.5	Zona pengecoran proyek Manhattan Time Square Medan	36
Gambar 3.6	Metode satu <i>shoring</i> dan dua <i>reshoring</i>	37
Gambar 3.7	Metode dua <i>shoring</i> dan satu <i>reshoring</i>	38
Gambar 3.8	Metode dua <i>shoring</i> dan dua <i>reshoring</i>	38
Gambar 4.1	Dimensi struktur balok	40
Gambar 4.2	Distribusi beban pada saat pengecoran lantai pertama	41
Gambar 4.3	Distribusi beban pada saat pengecoran lantai kedua	42
Gambar 4.4	Distribusi beban pada saat pengecoran lantai ketiga	45
Gambar 4.5	Distribusi beban pada saat pengecoran lantai keempat	48
Gambar 4.6	Tampak potongan pemasangan <i>scaffolding</i>	52
Gambar 4.7	Distribusi beban pada <i>scaffolding</i> (siklus 5 hari)	52
Gambar 4.8	Pemodelan distribusi beban pada <i>scaffolding</i> (siklus 5 hari)	53
Gambar 4.9	Beban akhir yang harus dipikul <i>scaffolding</i> (siklus 5 hari)	53
Gambar 4.10	Distribusi beban pada <i>scaffolding</i> (siklus 7 hari)	54
Gambar 4.11	Pemodelan distribusi beban pada <i>scaffolding</i> (siklus 7 hari)	54
Gambar 4.12	Beban akhir yang harus dipikul <i>scaffolding</i> (siklus 7 hari)	55
Gambar 4.13	Distribusi beban pada <i>scaffolding</i> (siklus 10 hari)	55
Gambar 4.14	Pemodelan distribusi beban pada <i>scaffolding</i> (siklus 10 hari) ...	56
Gambar 4.15	Beban akhir yang harus dipikul <i>scaffolding</i> (siklus 10 hari)	56

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bekisting (*formwork*) merupakan sarana yang digunakan untuk mencetak beton dan perancah (*shore*) sebagai penopangnya. Material bekisting dan perancah bisa berupa kayu lapis/multiplek, balok kayu, aluminium dan baja. Pada umumnya bahan bangunan struktur gedung bertingkat menggunakan bahan dari campuran beton yang dicor di tempat (*cast in situ*), karena mempunyai keunggulan seperti mudah dibentuk. Dalam metode pengecoran di tempat, bekisting (*formwork*) dan perancah (*shore*) disiapkan sepenuhnya di lapangan. Perkerasan beton secara alamiah menuntut waktu tertentu sampai tiba saatnya membongkar bekisting dan perancah. Pada pelaksanaan konstruksi, elemen bangunan seperti pelat lantai dan balok pada bangunan gedung yang masih merupakan beton segar biasanya akan tetap disokong dengan perancah sampai struktur beton tersebut sanggup menahan bebannya sendiri.

Bekisting dan perancah merupakan struktur sementara karena sampai batas waktu tertentu akan dibongkar. Struktur sementara tersebut sebagai alat penghubung antara desain dan pelaksanaan konstruksi. Struktur-struktur permanen tidak akan bisa dibangun tanpa struktur-struktur sementara tersebut. Meskipun bekisting dan perancah memiliki banyak komponen pendukung, namun pada kondisi di lapangan sering kali ditemukan adanya kegagalan bekisting maupun perancah akibat kurangnya perhatian pada saat perencanaan dan pelaksanaan. Runtuhnya konstruksi bekisting dan perancah dapat disebabkan oleh kurangnya stabilitas, beban berlebih terhadap konstruksi bekisting dan perancah,

kurangnya keahlian, material sudah usang, tumbukan, hentakan dan getaran saat berlangsungnya pengecoran beton. Runtuhnya bekisting dan perancah dapat membuat pekerja konstruksi tertunda, kerugian materi bahkan hilangnya nyawa.

Untuk menghindari terjadinya kegagalan bekisting dan perancah akibat beban-beban yang bekerja dan faktor lainnya, maka sebuah konstruksi bekisting dan perancah harus memenuhi syarat kekuatan, kekakuan dan stabilitas. Bekisting dan perancah dikatakan kuat, apabila saat menerima beban-beban yang bekerja, material bekisting dan perancah tidak patah. Kekuatan bekisting dan perancah menjadi komponen utama dalam menghasilkan kualitas dimensi struktur yang sesuai dengan rencana. Bekisting dan perancah dikatakan kaku, apabila saat menerima beban-beban yang bekerja material bekisting dan perancah tidak berubah bentuk. Bekisting dan perancah juga harus stabil, agar saat menerima beban-beban yang bekerja, bekisting dan perancah tidak runtuh.

Pada pelaksanaan struktur atas (*superstructure*) bangunan gedung bertingkat merupakan proses yang berulang sehingga untuk memenuhi aspek kecepatan konstruksi diperlukan sejumlah bekisting dan perancah. Menurut Wigbout (1992), bahwa periode siklus bekisting dan perancah yang sedang berfungsi mencakup serangkaian kurun waktu (durasi) untuk: (a) Pemasangan bekisting dan perancah, (b) Pemasangan pembesian, (c) Pengecoran beton, (d) Pengerasan beton, (e) Pembongkaran bekisting dan perancah sebagian atau seluruhnya, dan (f) Pemindahan bekisting perancah sebagian atau seluruhnya. Sementara itu, periode siklus pengecoran beton (lantai) adalah durasi dari pemasangan bekisting dan perancah sampai pengecoran beton. Semakin cepat siklus pengecoran beton, makin besar keperluan jumlah bekisting dan perancah. Oleh karena itu, waktu

siklus (*cycle time*) tersebut perlu dipertimbangkan pada pekerjaan bekisting dan perancah.

Dalam siklus bekisting dan perancah terdapat aspek penting, yaitu biaya, kecepatan, keselamatan dan kualitas. Waktu siklus pengecoran lantai merupakan bagian dari aspek kecepatan, sehingga bila tidak direncanakan dengan baik akan berdampak pada aspek lainnya. Banyak juga kegagalan atau keruntuhan struktur bangunan yang berkaitan dengan pembongkaran bekisting dan perancah yang terlalu awal karena keterbatasan waktu.

Kecepatan waktu siklus pengecoran lantai dipengaruhi oleh ketersediaan bekisting dan perancah serta aspek produksi, sedangkan siklus bekisting dan perancah dipengaruhi oleh kekuatan beton. Selain itu, dengan waktu siklus yang cepat, bekisting dan perancah akan mendukung beberapa tingkat lantai untuk menahan beban-beban konstruksi. Sebagai akibatnya, lantai yang paling bawah harus dapat menahan distribusi beban konstruksi, sehingga diperlukan kekuatan yang cukup meskipun belum berumur 28 hari. Kekuatan dari lantai beton muda ini, perlu dievaluasi untuk menentukan waktu siklus pengecoran lantai dan waktu pembongkaran bekisting yang aman selama proyek berlangsung.

Pemilihan sistem bekisting dan perancah juga merupakan suatu keputusan yang penting pada proyek bangunan bertingkat karena dapat mempengaruhi keselamatan dan kualitas konstruksi. Saat ini bekisting dan perancah semi sistem yang merupakan perkembangan dari bekisting konvensional mulai banyak dipilih guna mendapatkan konstruksi yang berkualitas, cepat dan aman.

1.2. Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dari penelitian ini adalah menganalisa kekuatan perancah (*shore*) terhadap waktu siklus (*cycle time*) pengecoran lantai.

Sedangkan tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah perancah yang digunakan mampu memikul beban yang terjadi saat pengecoran lantai.

1.3. Rumusan Masalah

Dari uraian pelaksanaan pekerjaan bekisting, maka muncul suatu pemikiran untuk mengetahui kekuatan perancah pada proyek bangunan bertingkat sehubungan dengan waktu siklus pengecoran lantai. Rumusan permasalahan yang diteliti adalah:

- a. Seberapa besar beban yang didistribusikan ke perancah yang terpasang terhadap waktu siklus pengecoran (*cycle time*)?
- b. Apakah perancah yang digunakan kuat dalam memikul beban yang terjadi saat siklus pengecoran berlangsung untuk memenuhi keamanan struktur bangunan?

1.4. Pembatasan Masalah

Dalam uraian permasalahan perancah dan waktu siklus pengecoran lantai, maka permasalahan yang akan diteliti dibatasi, yaitu:

- a. Beban yang diperhitungkan adalah beban vertikal yaitu berat sendiri campuran beton, berat bekisting, dan berat pekerja.
- b. Fokus penelitian hanya pada kekuatan perancah (*shores*) jenis *frame scaffolding*.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bekisting (*formwork*)

Bekisting (*formwork*) merupakan cetakan sementara untuk beton segar dan sebagai pendukungnya digunakan perancah (*shore*) (Amien Sajekti, 2009). Dalam sistem bekisting, perancah merupakan satu kesatuan dengan bekisting. Bekisting dan perancah digunakan pada pelaksanaan struktur beton horizontal, misalnya pada pelaksanaan balok dan lantai.



Gambar 2.1 Bekisting pelat lantai dan balok
(Sumber: Dokumentasi proyek The Manhattan Mall and Condominium)

Menurut Wigbout (1992), pada pokoknya sebuah konstruksi bekisting menjalani tiga fungsi, yaitu:

- a. Bekisting menentukan bentuk dari konstruksi beton yang akan dibuat. Bentuk sederhana dari sebuah konstruksi beton menghendaki sebuah bekisting yang sederhana.

- b. 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.
- c. Bekisting harus dapat dengan cara sederhana dipasang, dilepas dan dipindahkan.

Pekerjaan bekisting merupakan bagian pekerjaan yang sangat penting didalam seluruh pelaksanaan pekerjaan beton, karena pekerjaan ini akan menentukan posisi, ukuran serta bentuk dari beton yang dicetak (Amien Sajekti, 2009). Bekisting juga berfungsi sebagai struktur penyangga sementara bagi seluruh beban yang ada sebelum struktur beton berfungsi penuh. Beban tersebut adalah bahan-bahan, alat-alat dan pekerja yang bekerja.

Sistem serta metode kerja bekisting harus benar-benar direncanakan dengan baik sehingga segala resiko dalam pekerjaan tersebut dapat diminimalisir. Ada beberapa faktor yang menjadi pertimbangan untuk mengambil suatu keputusan mengenai metode bekisting yang akan dipakai (Wigbout, 1992), yaitu: (a) Kondisi struktur yang akan dikerjakan. Hal ini menjadi pertimbangan utama sebab sistem perkuatan bekisting menjadi komponen utama keberhasilan untuk menghasilkan kualitas dimensi struktur seperti yang direncanakan dalam bestek. Metode bekisting yang diterapkan pada bangunan dengan dimensi struktur besar tentu tidak akan efisien bila 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, luas bangunan ini menjadi salah satu pertimbangan utama untuk penentuan n x siklus pemakaian

material bekisting. Hal ini juga akan berpengaruh terhadap tinggi rendahnya pengajuan harga satuan pekerjaan. (c) Ketersediaan material dan alat. Faktor lainnya yang perlu dipertimbangkan adalah kemudahan atau kesulitan untuk memperoleh material atau alat bantu dari sistem bekisting yang akan diterapkan.

Untuk memenuhi fungsinya, menurut Amien Sajekti (2009), permukaan cetakan beton atau bekisting harus rapat, hal ini untuk menghindari mengalirnya atau merembesnya air semen keluar dari cetakan beton. Dan menurut Wigbout (1992), bahwa bekisting harus memenuhi persyaratan: (a) Kuat, dalam hal ini mampu menopang dan mendukung beban-beban yang terjadi baik sebelum ataupun setelah masa pengecoran beton. (b) Stabil (kokoh), dalam hal ini maksudnya adalah tidak terjadi goyangan dan geseran yang mampu mengubah bentuk struktur ataupun membahayakan sistem bekisting itu sendiri (ambruk). (c) Kaku (*rigid*), untuk menahan beban-beban yang bekerja selama pengerjaan berlangsung sehingga dapat mempertahankan bentuk sehingga air semen tidak merembes keluar yang dapat menyebabkan kerusakan pada permukaan beton.

2.2. Tipe dan Jenis Bahan Bekisting (*formwork*)

Menurut Wigbout (1992), secara garis besar tipe dari bekisting dibedakan menjadi:

a. Bekisting konvensional/ tradisional

Material utama bekisting konvensional adalah kayu. Kelebihan dari sistem konvensional ini adalah fleksibilitas yang tinggi. Sedangkan kekuarangan dari bekisting konvensional adalah dalam pengerjaannya membutuhkan waktu yang relatif lama dan material bekisting yang harus dibeli ulang.



Gambar 2.2 Bekisting konvensional/ tradisional dengan kayu dan bambu
(Sumber: Google)

b. Bekisting semi modern

Tipe bekisting semi modern merupakan pengembangan dari bekisting konvensional/ tradisional yang peralatan dan perlengkapannya menggunakan gabungan antara kayu atau bahan pabrikan sedangkan perancahnya biasanya tidak menggunakan bambu lagi melainkan baja yang dipabrikan seperti *scaffolding*. Pertimbangan penggunaan bekisting semi modern adalah konstruksi yang cukup tinggi pengulangan penggunaan bekisting pada suatu pekerjaan.



Gambar 2.3 Bekisting semi modern dengan kayu dan *horry beam*
(Sumber: Dokumentasi proyek Sekolah Yayasan Cinta Budaya)

c. Bekisting modern

Bekisting modern atau disebut juga bekisting *full system* adalah bekisting yang mengalami perkembangan lebih lanjut dan lebih modern yang lebih universal dengan segala kemungkinannya dapat digunakan pada berbagai macam bangunan dengan penggunaan ulang pakai lebih besar. Keseluruhan material yang digunakan pada sistem ini adalah material-material pabrikasi. Karena pemasangannya sudah sangat disederhanakan, segi kerja teknisnya pun sangat ringan sehingga pelaksanaan bekisting modern lebih cepat dibandingkan bekisting konvensional/ tradisional maupun bekisting semi modern. Akan tetapi, bekisting ini sangat mahal, namun dengan adanya pelaksanaan yang relatif singkat dan penggunaan berulang kali, maka penambahan biaya tidak terlalu meningkat.



Gambar 2.4 Bekisting modern dengan *slab table Variodeck*
(Sumber: Brosur PERI)

Menurut Wulfram I Ervianto (2006), pada umumnya jenis bahan bekisting yang digunakan, yaitu:

a. Kayu



Gambar 2.5 Kayu broti untuk konstruksi bekisting
(Sumber: *Google*)

Menurut PBT tahun 1971 bab 5 ayat 1, memberikan pedoman bahwa bekisting harus terbuat dari bahan-bahan yang tidak mudah meresap air dan direncanakan sedemikian rupa, sehingga mudah dilepas dari beton tanpa menyebabkan kerusakan pada beton. Jenis kayu yang paling sering digunakan sebagai bahan bekisting adalah kayu sembarang keras seperti sembarang keras hutan maupun sembarang keras kampung.

Dalam Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia (PKKI), jenis-jenis kayu diklasifikasikan berdasarkan berat jenis, kekuatan lentur serta kekuatan tekan menjadi lima kelas.

Tabel 2.1 Klasifikasi kayu di Indonesia

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

Sumber: PKKI tahun 1961

Material kayu memiliki sifat-sifat menguntungkan dalam fungsinya sebagai bagian dari konstruksi yaitu harga yang relatif murah dan dapat diperoleh dengan mudah serta mudah dikerjakan dengan sambungan-sambungan yang sederhana. Dan penggunaan kayu sebagai bahan bekisting harus memperhatikan berbagai macam persyaratan tegangan yang diijinkan.

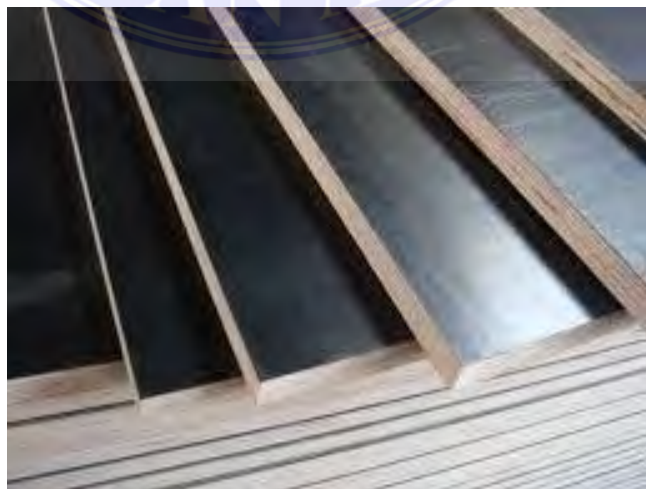
Sebagai dasar perhitungan kekuatan kayu dalam analisa perencanaan bekisting ini yang ditinjau adalah properti tegangan-tegangan ijin serta modulus elastisitas dari material kayu yang akan digunakan seperti pada tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2 Nilai-nilai tegangan ijin kayu dan modulus elastisitasnya

No	Jenis tegangan (kg/cm ²)	Kelas kuat kayu			
		I	II	III	IV
1	Tegangan lentur sejajar serat ($\sigma_{lt //}$)	150	100	75	50
2	Tegangan tekan=Tarik sejajar serat ($\sigma_{tk //} = \sigma_{tr //}$)	130	85	60	45
3	Tegangan tekan tegak lurus serat ($\sigma_{tk \perp}$)	40	25	15	10
4	Tegangan geser sejajar serat ($\tau //$)	20	12	8	5
5	Modulus Elastisitas (E)	125000	100000	80000	60000

Sumber: PKKI tahun 1961

b. Kayu Lapis/Multipleks (*Plywood*)



Gambar 2.6 *Plywood Phenolic* untuk konstruksi bekisting
(Sumber: Google)

Biasanya kayu lapis/multipleks (*plywood*) digunakan sebagai dasar acuan yang berhubungan langsung dengan beton segar untuk menampung dan membentuk beton segar. Jenis kayu lapis yang sering digunakan pada proyek bangunan bertingkat adalah *polyfilm/phenolic* berukuran 12 mm dan 18 mm.

c. Aluminium

Penggunaan aluminium sebagai bekisting dinilai lebih menguntungkan dibanding besi dan baja dikarenakan sifatnya yang ringan. Jenis aluminium yang paling sesuai untuk bekisting adalah tipe Al-Mg-Si (campuran dengan kadar Silisium yang rendah) dengan tingkat kekerasan 750 – 1200 N/mm² dan modulus kekenyalan 70 – 75 N/mm² serta ketahanan terhadap korosi hampir sama dengan aluminium murni.



Gambar 2.7 Bekisting *Aluma easy deck* berbahan aluminium
(Sumber: www.aluma.com)

d. Besi dan Baja



Gambar 2.8 Bekisting *Peri handset* berbahan baja
(Sumber: Dokumentasi PT. Beton Perkasa Wijaksana)

Penggunaan besi dan baja sebagai bahan bekisting juga sudah sangat banyak dijumpai di proyek-proyek. Selain kekuatannya yang tinggi, juga dapat dipakai berulang-ulang. Namun kelemahannya adalah berat besi dan baja yang tinggi sehingga membutuhkan peralatan pendukung. Jenis baja yang mulai sering digunakan sebagai bahan bekisting adalah baja profil seperti Hollow.

e. *Fiberglass*

Bekisting berbahan *fiberglass* sesuai untuk pelaksanaan beton arsitektural atau untuk beton pracetak, akan menghasilkan beton dengan permukaan halus. Pada umumnya ketebalan bahan yang digunakan antara 3 mm s/d 15 mm. Karena sifat material jenis ini, maka bentuk cetakan jenis ini mudah mengikuti bentuk yang diinginkan. Keunggulan dari bekisting berbahan *fiberglass* diantaranya adalah sangat fleksibel dengan disain yang diinginkan, tidak berkarat dan ringan sehingga dapat digunakan tanpa alat angkat.



Gambar 2.9 Bekisting Kolom MFG fiberglass
(Sumber: www.formtechinc.com)

2.3. Perancah (*Shore*)

Perancah (*shore*) merupakan suatu struktur sementara yang digunakan untuk menyangga dalam konstruksi atau perbaikan gedung dan bangunan besar lainnya (*Wikipedia*). Istilah “perancah” sering disamakan dengan “*scaffolding*”.

Perancah dapat digunakan mulai dari proyek kecil seperti bangunan rumah tinggal sederhana hingga proyek besar seperti *high rise building*. Namun pada saat itu orang-orang lebih banyak menggunakan perancah dari kayu atau bambu. Akan tetapi seiring perkembangan pembangunan dan teknologi, pengetahuan tentang kekuatannya dan kepedulian manusia terhadap lingkungan, orang-orang mulai beralih menggunakan perancah yang terbuat dari besi karena lebih praktis, mudah didapat, dapat digunakan berulang kali dan dapat digunakan untuk bangunan yang lebih tinggi (Amien Sajekti, 2009).

Menurut *Peraturan Menakertrans No. 1 Per/Men/1980 tentang Keselamatan Kerja dan Konstruksi Bangunan*, perancah (*scaffold*) adalah peralatan (*platform*) yang dibuat sementara dan digunakan sebagai penyangga tenaga kerja, bahan-bahan serta alat-alat pada setiap konstruksi bangunan termasuk pekerjaan dan

pemeliharaan. Sedangkan menurut Heinz Frick dan Pujo L. Setiawan (2002), perancah adalah konstruksi dari batang bambu, kayu atau pipa baja yang didirikan ketika suatu gedung sedang dibangun untuk menjamin tempat kerja yang aman bagi tukang yang membangun gedung, memasang sesuatu atau mengadakan pekerjaan pemeliharaan.

2.4. Tipe dan Jenis Bahan Perancah (*Shore*)

Menurut Heinz Frick dan Pujo L. Setiawan (2002), ada 2 jenis bahan perancah (*shore*) yang telah digunakan di dalam pelaksanaan konstruksi sebagai penyangga ditinjau dari segi bahan yang digunakan, antara lain:

a. Perancah kayu atau bambu

Bambu atau kayu adalah jenis material perancah yang banyak digunakan hingga kini, akan tetapi lebih terbatas untuk bangunan rumah ataupun bangunan yang tidak terlalu tinggi dan berat.



Gambar 2.10 Perancah kayu atau bambu
(Sumber: google)

Perancah bambu pada bagian pangkalnya haruslah berukuran $> \varnothing 7$ cm atau kayu berukuran 5 cm x 7 cm agar cukup mampu menahan faktor tekuk yang ditimbulkan. Bambu yang digunakan pun haruslah bambu tua yang biasanya berwarna kuning jernih atau hijau tua, berserat padat, berbintik-bintik putih pada pangkalnya, permukaannya mengkilap dan pada bagian buku-bukunya tidak boleh pecah (Heinz Frick dan Pujo L. Setiawan, 2002).

Untuk pemasangan perancah dari kayu atau bambu ini harus selalu ditanam ke dalam tanah bagian kaki-kaki tiangnya atau saling diikat agar tidak mudah bergeser. Selain itu, tiang perancah diikat pada setiap batang pegangan/vertikal dan batang memanjang horizontal sehingga kekuatan perancah lebih terjamin. Papan yang digunakan sebagai lantai kerja perancah harus dipotong sejajar dengan serat kayu agar mampu menahan beban dengan tebal minimal 8 mm. Jarak antara dinding bangunan dengan papan lantai kerja dianjurkan tidak boleh melebihi 30 cm (Heinz Frick dan Pujo L. Setiawan, 2002).

Tabel 2.3 Ukuran perancah kayu atau bambu

Jarak antara tiang perancah	1,4 m	1,9 m	2,4 m
Lebar lantai kerja minimal	60 cm	60 cm	60 cm
Panjang papan lantai	min. 3 m	min. 4 m	min. 5 m
Penampang melintang papan lantai kerja	30 x 200 mm	35 x 200 mm	40 x 200 mm

Sumber: Heinz Frick dan Pujo L. Setiawan, 2002

Adapun kelebihan dari penggunaan perancah kayu atau bambu, yaitu penggunaannya tanpa membutuhkan alat angkat dan harga relatif murah, namun kekurangan dari penggunaan perancah kayu atau bambu, yaitu memiliki kemampuan dukung rendah dan daya serap air tinggi sehingga mudah retak/patah/busuk serta penggunaan berulang sangat kecil.

b. Perancah besi atau baja

Perancah yang terbuat dari material pipa baja/besi dan merupakan produk pabrikan lebih dikenal dengan istilah *scaffolding*. *Scaffolding* merupakan perancah yang dibuat di pabrik tetapi dapat dirangkai di lokasi proyek.



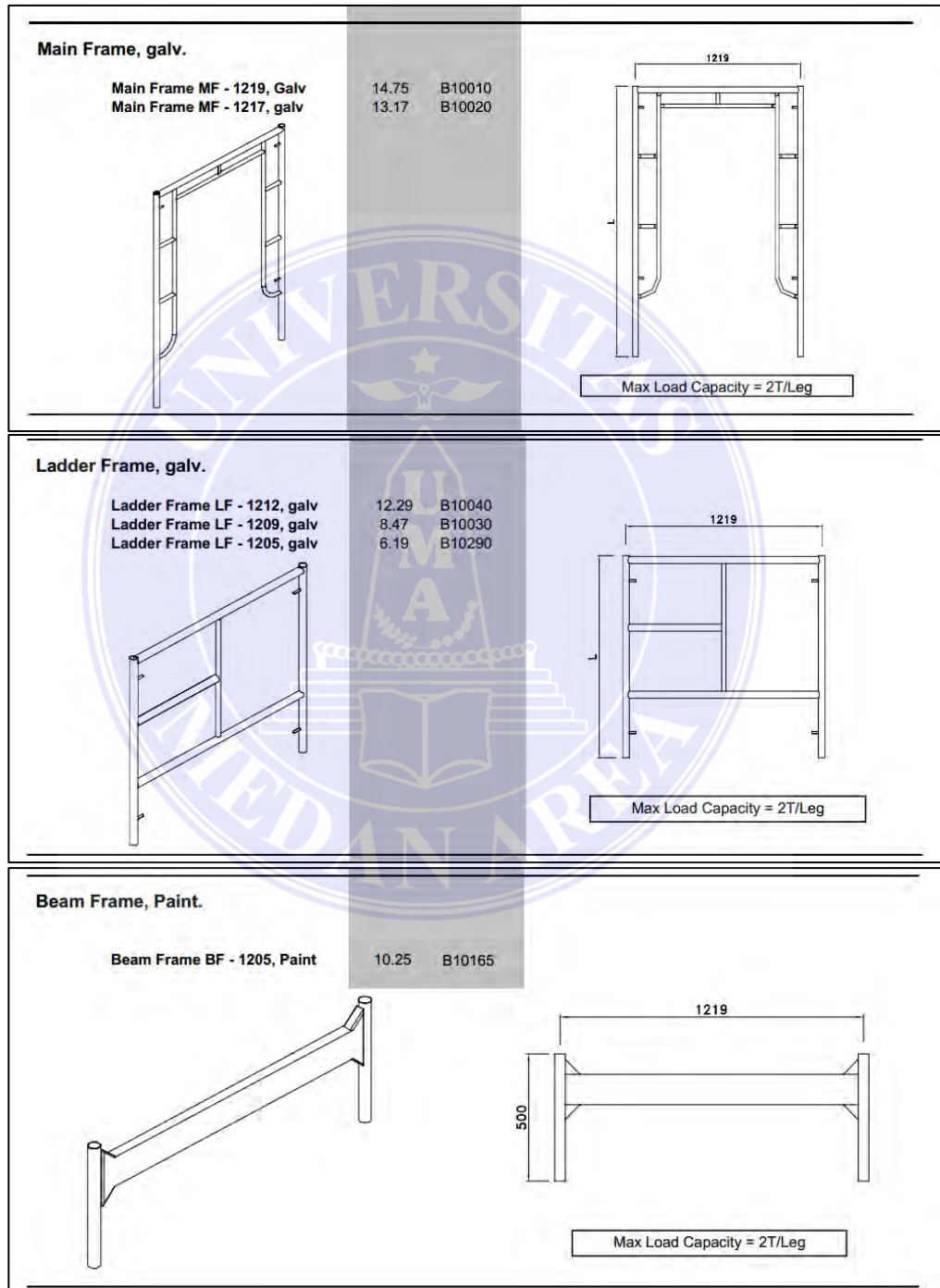
Gambar 2.11 Perancah jenis baja (*scaffolding*)
(Sumber: Dokumentasi proyek The Manhattan Mall and Condominium)

Ada beberapa tipe perancah besi/ baja atau yang lebih dikenal *scaffolding* yang telah dipakai di proyek-proyek konstruksi bangunan gedung, industri maupun infrastruktur seperti *frame scaffolding*. *Scaffolding* tipe *frame* memiliki beberapa komponen yang harus dirangkai pada saat penggunaannya (Wulfram I. Ervianto, 2006), antara lain:

a. *Main Frame*

Main frame adalah bagian dari *scaffolding* yang berperan sebagai komponen utama yang terdiri dari berbagai macam tipe ukuran. Jika ketinggian satu *main frame* belum mencukupi ketinggian yang dibutuhkan, maka dapat ditambahkan

main frame lagi di atasnya (arah vertikal). Selain *main frame*, ada juga dikenal *ladder frame* dan *beam frame* yang fungsinya sama dengan *main frame* namun hanya berbeda diketinggian *frame*.

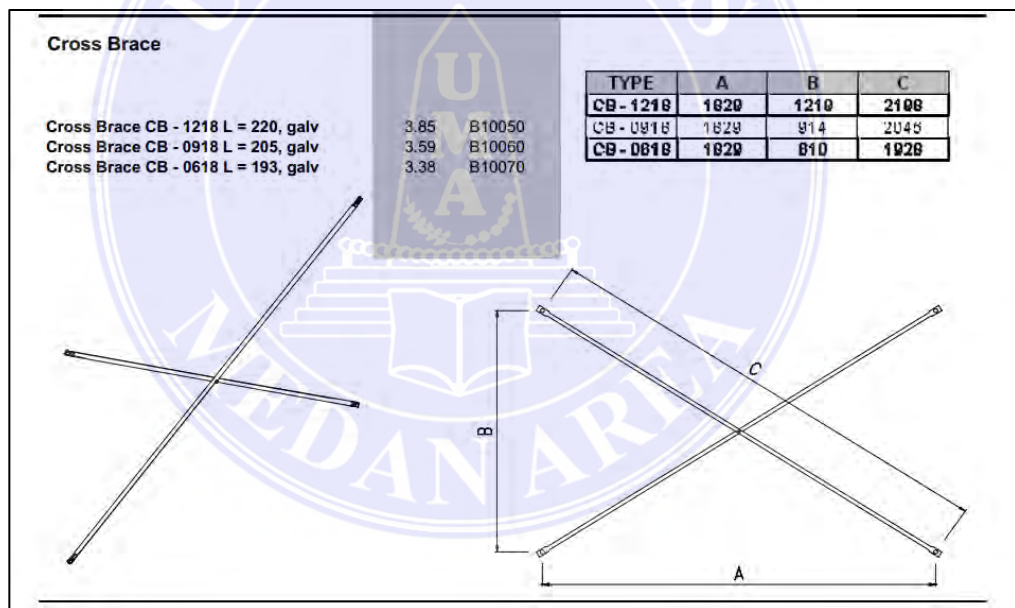


Gambar 2.12 Tipe main frame scaffolding
(Sumber: Brosur PT Beton Perkasa Wijaksana)

Berdasarkan data teknik yang dikeluarkan oleh pihak produsen *frame scaffolding* PT Beton Perkasa Wijaksana, dapat diketahui bahwa *frame scaffolding* dibuat dari baja karbon struktural dengan bagian utama penopang beban berdiameter luar 48,3 mm dengan ketebalan 2,5 mm. Beban maksimum yang dapat ditopang per kaki *scaffolding* (*safety factor* = 2) adalah 2 ton.

b. Cross Brace atau *Diagonal Brace*

Merupakan bagian dari kelengkapan *scaffolding* yang berfungsi untuk memberikan jarak horizontal antar *main frame* sekaligus sebagai pengaku *scaffolding* agar tidak goyang.



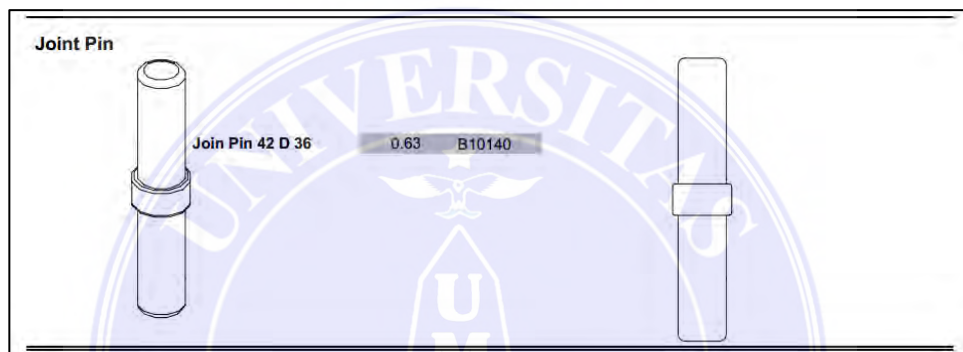
Gambar 2.13 Tipe *cross brace scaffolding*
 (Sumber: Brosur PT Beton Perkasa Wijaksana)

Cross brace merupakan dua pipa yang saling bersilangan yang dihubungkan bagian tengahnya, digunakan sebagai pengikat antara masing-masing *main frame* sehingga *main frame* dapat berdiri tegak. Selain itu, *cross brace* juga dapat mengurangi faktor tekuk yang terjadi pada *standard scaffolding* terutama jika *main frame* disambungkan ke atas. Pemasangan *cross brace* relatif mudah yaitu

dengan memasukkan pen yang ada pada tiap-tiap *frame* ke lubang yang tersedia pada ujung-ujung *cross brace* kemudian dikunci dengan *brace locking* yang ada di badan *main frame*.

c. *Joint Pin*

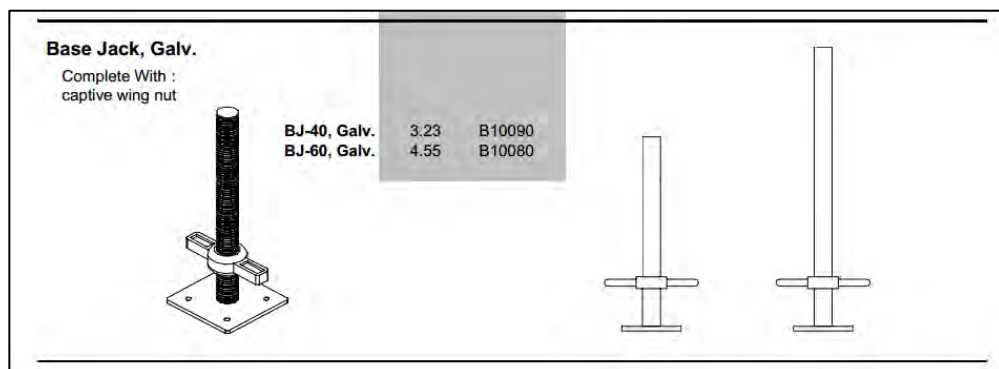
Berfungsi sebagai penyambung dan pengunci antar *main frame* dengan *main frame* di atasnya.



Gambar 2.14 *Joint pin scaffolding*
(Sumber: Brosur PT Beton Perkasa Wijaksana)

d. *Adjustable Base Jack*

Merupakan bagian dari *scaffolding* yang berfungsi sebagai kaki dari *main frame* yang dapat pula diatur ketinggiannya untuk menambah ketinggian *scaffolding* sesuai dengan ketinggian yang dibutuhkan.

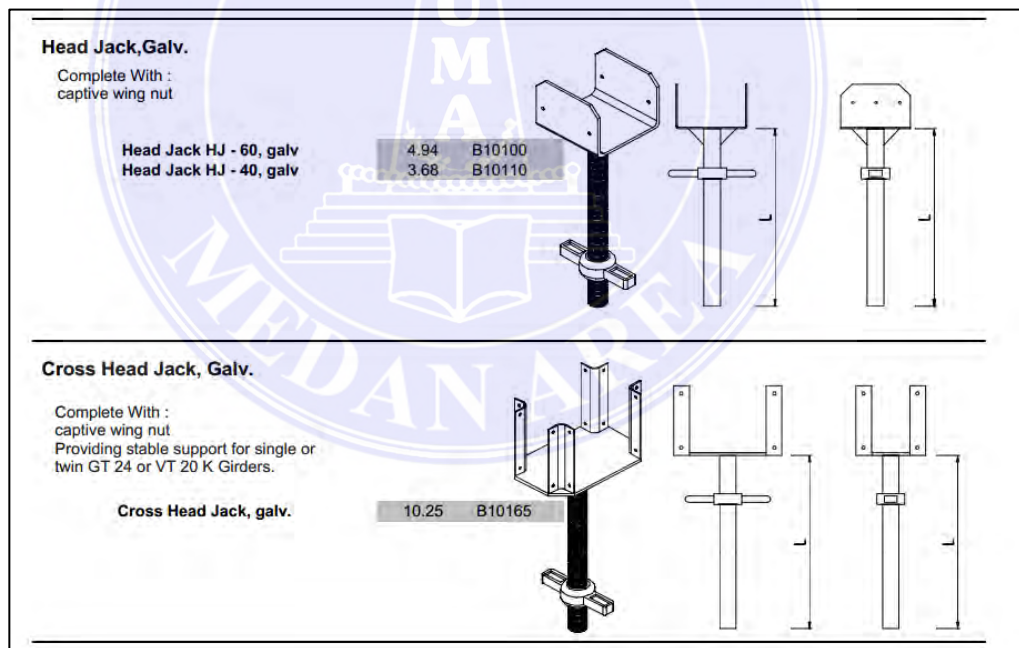


Gambar 2.15 *Adjustable base jack scaffolding*
(Sumber: Brosur PT Beton Perkasa Wijaksana)

Adjustable base jack ini juga berfungsi sebagai bagian yang meratakan ketinggian *scaffolding* agar *main frame* dapat berdiri dengan ketinggian yang rata.

e. *U-Head Jack*

Merupakan bagian teratas dari *scaffolding* karena fungsinya untuk menahan balok gelagar (balok yang menyalurkan beban-beban dari bekisting ke *scaffolding*) yang juga dapat diatur ketinggiannya sama seperti *adjustable base jack*. Bagian ini disebut *U-head* karena bentuknya yang menyerupai huruf 'U'. Dalam pemasangannya, *U-head* disambungkan ke *main frame*, sedangkan bagian yang berbentuk U dipasangkan balok gelagar.



Gambar 2.16 *U-head jack scaffolding*
(Sumber: Brosur PT Beton Perkasa Wijaksana)

Adapun kelebihan dari penggunaan *scaffolding*, yaitu terdiri dari beberapa komponen yang dapat dirangkai lebih mudah tanpa sambungan baut atau paku seperti halnya pada perancah kayu atau bambu bahkan dalam penyetalan untuk

menyesuaikan elevasi atau ketinggian perancah untuk bekisting hanya dilakukan dengan menyetel klos atas (*wing nut u head jack*) dan klos bawah (*wing nut base jack*) (Wigbout, 1992). Selain itu, *scaffolding* memiliki kekuatan yang lebih besar dibanding perancah kayu serta penggunaan berulang besar, tidak memerlukan banyak pekerja dan tentunya memiliki estetika yang lebih baik dibandingkan perancah dari kayu atau bambu (Wulfram I. Ervianto, 2006). Namun harga *scaffolding* masih tergolong lebih mahal dibanding perancah kayu atau bambu.

Selain tipe *frame scaffolding*, ada juga perancah besi/ baja tipe *Peri Up shoring* yang memiliki kemampuan mendukung beban hingga 4 ton per kaki seperti pada gambar 2.17 berikut.



Gambar 2.17 *Peri Up shoring*
(Sumber: Dokumentasi proyek Jalan Layang Kereta Api Medan)

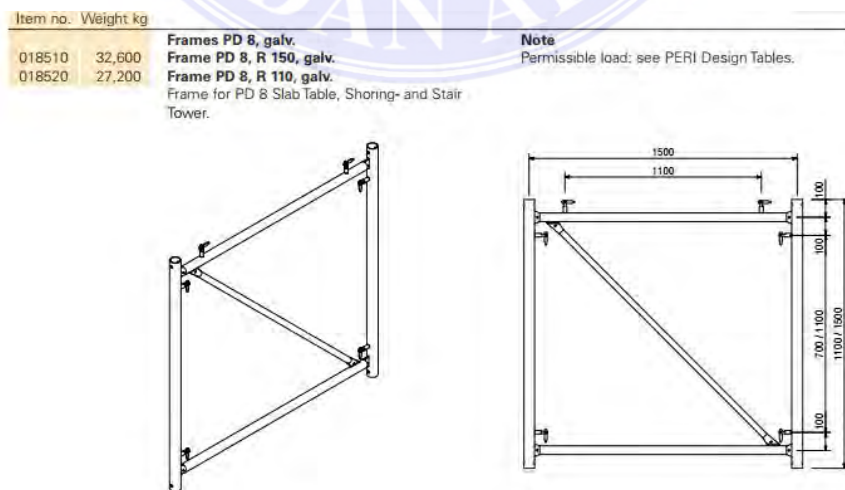
Berbeda dengan tipe *frame scaffolding*, *peri up shoring* memiliki banyak ukuran dari mulai ukuran lebar 25 cm sampai 400 cm dan ukuran tinggi 50 cm

Selain tipe *frame scaffolding*, *peri up shoring*, ada juga perancah besi/ baja tipe *PD-8 shoring* yang sanggup memikul beban yang bekerja hingga 8 ton per kaki.



Gambar 2.20 *PD-8 shoring*
(Sumber: Dokumentasi PT. Beton Perkasa Wijaksana)

PD-8 shoring memiliki model yang hampir sama dengan tipe *frame scaffolding* namun dimensi yang lebih besar dari tipe *frame scaffolding*.



Gambar 2.21 *Frame PD-8 shoring*
(Sumber: Brosur PT. Beton Perkasa Wijaksana)

2.5. Waktu Siklus (*Cycle Time*)

Menurut Ballard (2001), definisi waktu siklus (*cycle time*) adalah jumlah dari durasi kegiatan, antara kegiatan yang tumpang tindih dan ditambah jumlah dari waktu antrian. Sementara menurut Hut (1998), waktu siklus (*cycle time*) didefinisikan sebagai waktu yang diperlukan dari awal sampai akhir dari kegiatan yang terlibat di dalam proses rantai pasok (*supply chain*).

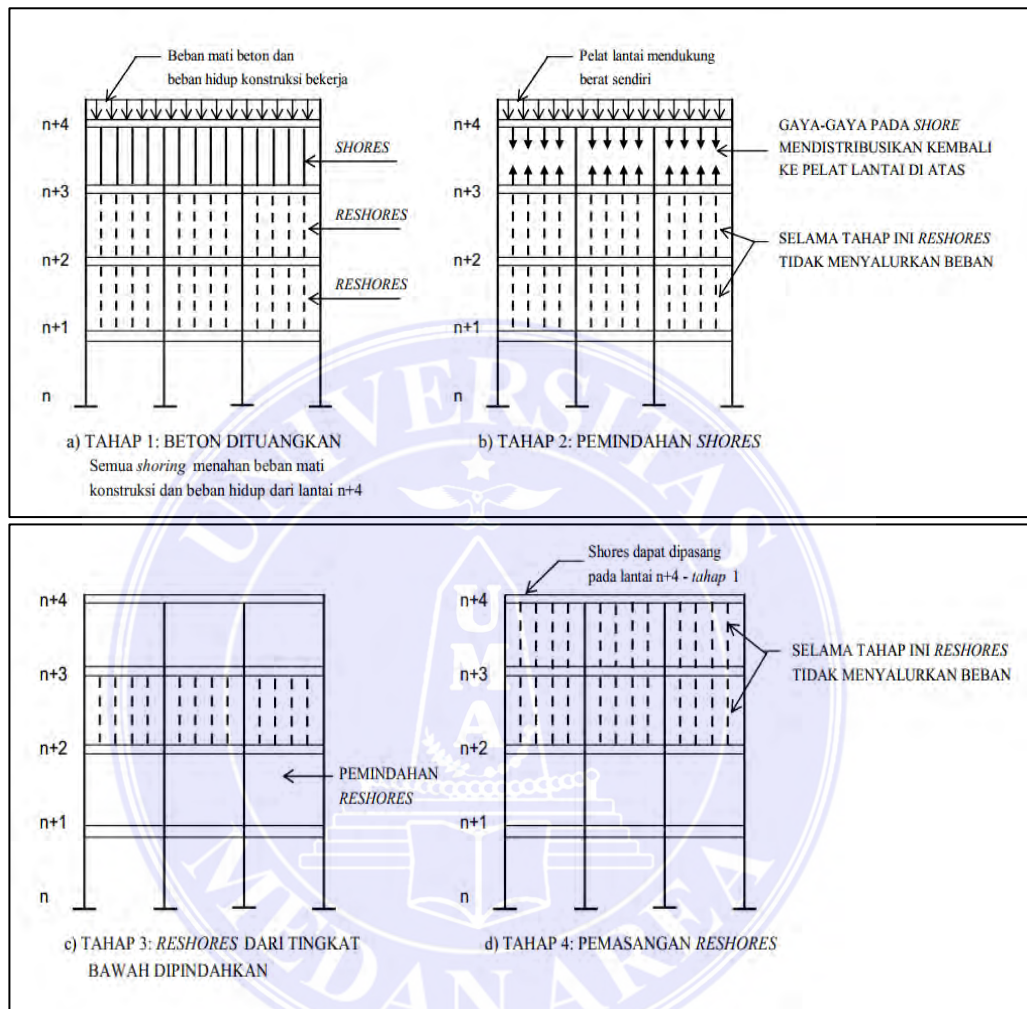
Siklus adalah jangka waktu dari pemasangan bekisting dan perancah, pemasangan tulangan, pengecoran, pembongkaran bekisting dan perancah hingga pengangkatan dan pemasangan kembali bekisting dan perancah (Wigbout, 1992).

Dari uraian di atas bahwa waktu siklus (*cycle time*) tersebut merupakan suatu total waktu dari awal hingga akhir dari proses kegiatan konstruksi termasuk waktu tunggu. Tipikal siklus konstruksi pada bangunan gedung bertingkat dengan beton yang dicor ditempat, dimana perancah (*shores*) dan *reshores* kedua-duanya digunakan, ada empat tahap konstruksi (ACI 347.2R-05, 2005): (a) Tahap 1, Pemasangan bekisting dan perancah (termasuk pembesian) yang diikuti oleh penuangan beton. (b) Tahap 2, Pemindahan perancah (*shores*) dan bekisting dimana pelat lantai dapat menahan lendutan dan berat sendiri. (c) Tahap 3, Pemindahan *reshores* di lantai bawah yang saling hubung. (d) Tahap 4, Penempatan kembali *reshores* di lantai atas setelah perancah (*shores*) dan bekisting dipindahkan.

Berikut ini gambaran dari keempat tahap dengan satu tingkat bekisting dan perancah serta dua tingkat *reshores* secara sederhana pada bangunan gedung bertingkat, seperti ditunjukkan pada gambar 2.22.

Gambar 2.8 (a) Tahap 1 menunjukkan, ketika lantai (n+4) sedang dicor. Berat dari beton segar dan bekisting serta beban hidup selama pelaksanaan (*construction*

live load) didistribusikan di antara lantai-lantai yang saling berhubungan ($n+1$), ($n+2$) dan ($n+3$) melalui sistem *shoring/reshoring*.



Gambar 2.22 Tahap tipikal siklus konstruksi
(Sumber: ACI 347.2R-05, 2005)

Gambar 2.8 (b) Tahap 2 menunjukkan, ketika lantai sudah mengeras dan beban hidup tidak ada. Perancah-perancah dipindahkan dari lantai ($n+3$) dan setiap sisa beban pada perancah-perancah ini didistribusikan lagi pada lantai di atasnya.

Gambar 2.8 (c) Tahap 3 menunjukkan, pemindahan *reshores* dari lantai ($n+1$), setiap beban di dalam *reshores* itu dipindahkan dari lantai paling rendah ($n+1$) ke lantai di atasnya.

Gambar 2.8 (d) Tahap 4 menunjukkan, pemasangan *reshores* di lantai (n+3). Selama tahap 3 dan tahap 4, tidak ada gangguan structural pada lantai di atas karena *reshores* itu diasumsikan secara relatif bebas dari beban.

Jumlah penyediaan bekisting dan perancah juga mempengaruhi waktu siklus pengecoran lantai. Pada konstruksi bangunan yang besar, biasanya area pekerjaan dibagi menjadi zona-zona guna memudahkan dalam sirkulasi pekerjaan dan transportasi alat serta material. Hal ini juga dipertimbangkan terhadap volume pengecoran yang akan dikerjakan. Menurut Wigbout (1992), bahwa jumlah bekisting dan perancah ditentukan oleh perbandingan antara waktu siklus bekisting terhadap waktu siklus pengecoran. Waktu siklus bekisting ditentukan oleh waktu (umur) pembongkaran bekisting.

Menurut Wigbout (1992), siklus ditentukan oleh faktor banyaknya hari yang diperlukan untuk pemasangan bekisting dan perancah, pembesian, pengecoran dan pembongkaran bekisting dan perancah.

Berdasarkan SNI 03-2847-2002, bekisting harus dibongkar dengan cara-cara yang tidak mengurangi keamanan dan kemampuan layan struktur beton yang akan dipengaruhi oleh pembongkaran, harus memiliki kekuatan cukup sehingga tidak akan rusak saat pelaksanaan pembongkaran. Bekisting dan perancah tidak boleh dipindahkan sampai ada ketentuan bahwa beton sudah cukup kuat untuk mendukung beban-beban di atasnya. Keuntungan setelah beton mencapai kekuatan yang cukup dapat mengurangi lendutan akibat berat sendiri dan beberapa beban tambahan. Waktu minimum pembongkaran bekisting ditunjukkan pada tabel 2.4, tetapi perlu dicatat bahwa bekisting lantai dan balok yang menahan beban, waktu pembongkarannya perlu direncanakan.

Tabel 2.4 Waktu minimum pembongkaran bekisting dan perancah

Uraian	Waktu	
	Beban hidup lebih kecil dari beban mati	Beban hidup lebih besar dari beban mati
a. Dinding	12 jam	
b. Kolom	12 jam	
c. Bagian sisi balok	12 jam	
Balok		
a. Jarak bentang kurang dari 3 m	7 hari	4 hari
b. Jarak bentang antara 3 sampai 6 m	14 hari	7 hari
c. Jarak bentang lebih besar dari 6 m	21 hari	14 hari
Pelat lantai satu arah		
a. Jarak bentang kurang dari 3 m	4 hari	3 hari
b. Jarak bentang antara 3 sampai 6 m	7 hari	4 hari
c. Jarak bentang lebih besar dari 6 m	14 hari	7 hari
Pelat lantai dua arah	Waktu pemindahan bekisting tergantung pada pemakaian <i>reshoring</i> . Apabila diperlukan, <i>reshoring</i> dipasang setelah seluruh bekisting selesai dibongkar. <i>Reshoring</i> gunanya untuk memperkecil lendutan atau <i>creep</i> (rangkai). Kapasitas beban dan pengaturan jarak <i>reshoring</i> harus direncanakan	

Sumber: ACI 347-04, 2004

2.6. Beban Konstruksi

Beban-beban yang diperhitungkan dalam perhitungan kekuatan perancah yaitu:

- Beban vertikal yang terdiri dari beban mati (*dead load*) dan beban hidup (*live load*).

Beban mati (DL) yang ditanggung oleh perancah adalah berat sendiri campuran beton dan beban bekisting. Menurut SNI 03-2847-2002, besarnya berat jenis beton bertulang normal adalah $2200 \text{ kg/m}^3 - 2500 \text{ kg/m}^3$. Menurut ACI-347-78, berat bekisting diambil sebesar 50 kg/m^2 . Sedangkan beban

hidup (LL) yang terjadi diakibatkan oleh beban pekerja dan peralatan kerja diambil sebesar 100 kg/m^2 berdasarkan Standar Australia AS3610.

b. Beban kejut

Beban yang timbul selama pengecoran beton yang diakibatkan oleh penggunaan alat *vibrator* maupun *concrete pump*. Biasanya beban ini menjadi faktor penumpukan beton di satu titik pada saat penuangan (*mountain load*) yang diambil sebesar 7,5% dari beban beton (Wigbout, 1992).

Beban-beban tersebut diperhitungkan menjadi beban maksimum yang terjadi pada bekisting dan perancah dengan menggunakan rumus kombinasi pembebanan, yaitu $1,2 \text{ DL (beban mati)} + 1,6 \text{ LL (beban hidup)}$.

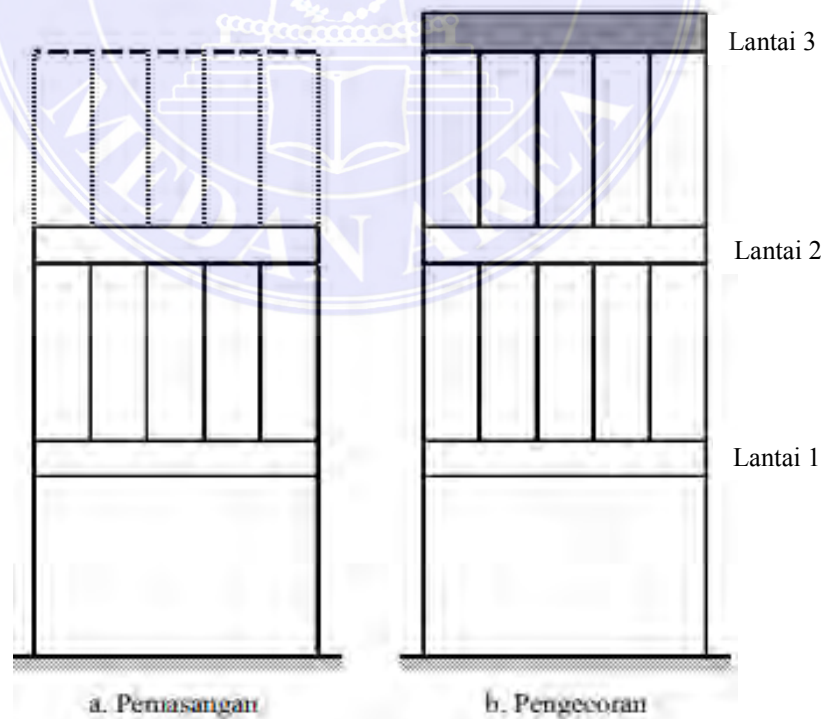
2.7. Distribusi Beban Konstruksi

Menurut ACI 347.2R-05 (2005), bahwa dalam perhitungan beban-beban konstruksi yang disalurkan ke lantai-lantai dan perancah-perancah selama konstruksi berdasarkan asumsi-asumsi: (a) Perancah/penopang (*shores*) adalah sangat kaku dibandingkan dengan pelat lantai. (b) Lantai-lantai yang dihubungkan oleh perancah akan mengalami lendutan yang sama besar pada saat dibebani, sehingga setiap lantai akan menerima porsi beban sesuai dengan kekakuannya masing-masing. (c) Perancah pada lantai dasar (*base support at ground level*) sangat kaku. (d) Pengaruh rangkak (*creep*) dan susut (*shrinkage*) tidak diperhitungkan.

Pada umumnya pekerjaan konstruksi bekisting dan perancah menggunakan metode bongkar dan pasang kembali perancah yang lebih dikenal dengan istilah *shoring* dan *reshoring*. *Shoring* dimaksudkan dengan memasang perancah sebelum

pengecoran dan membiarkan tetap terpasang hingga kekuatan beton tercapai sepenuhnya. Sedangkan *reshoring* dimaksudkan untuk memaksimalkan penggunaan ulang bekisting dengan cara membongkar perancah dan bekisting dan segera memasang kembali beberapa perancah (Wigbout, 1992).

Pada pelaksanaan lantai tingkat pertama, beban konstruksi saat pemasangan dan pengecoran akan ditransfer ke lantai dasar melalui perancah (*shore*), begitu pula dengan pelaksanaan lantai yang berikutnya. Pada penggunaan dua tingkat bekisting dan perancah, beton pada lantai tingkat pertama cukup kuat maka bekisting dan perancah dapat dibongkar untuk dipindahkan ke lantai paling atas, dalam hal ini lantai tingkat ketiga, seperti pada gambar 2.23. Pada proses ini diperlukan analisis distribusi beban konstruksi untuk menentukan kekuatan lantai tingkat pertama pada waktu pembongkaran dan pengecoran.



Gambar 2.23 Tahap tipikal siklus konstruksi tingkat tiga
(Sumber: ACI 347.2R-05, 2005)

Dalam perhitungan pembebanan, beban konstruksi lantai 4 akan didukung lantai 3 dan diteruskan ke lantai 2 hingga ke lantai 1 sesuai dengan kekakuan (elastisitas) dari masing-masing lantai yang dipengaruhi oleh umur beton. Perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur terhadap beton yang berumur 28 hari ditunjukkan pada tabel 2.5 (PBI-71).

Tabel 2.5 Perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur

Umur beton (hari)	3	7	14	21	28	90	365
Semen portland biasa	0,4	0,65	0,88	0,95	1	1,2	1,35
Semen portland dengan kekuatan awal tinggi	0,55	0,75	0,9	0,95	1	1,15	1,2

Sumber: PBI 1971

Semakin tinggi umur beton, semakin besar pula kekuatan beton tersebut sehingga kekakuan (elastisitas) lantai tersebut akan semakin meningkat. Menurut SNI 03-2847 (2002), modulus elastisitas adalah rasio tegangan normal tarik atau tekan terhadap regangan yang timbul akibat tegangan tersebut. Untuk beton normal, modulus elastisitas beton (E_c) dapat diambil sebesar $4700\sqrt{f'_c}$. Dengan meningkatnya nilai modulus elastisitas sesuai dengan umur beton, maka kelebihan beban yang ditransfer ke lantai dasar melalui perancah (*shores*) akan semakin kecil.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Deskripsi Penelitian

Kota Medan adalah salah satu kota terbesar di Indonesia yang terus mengalami perkembangan yang pesat untuk terus memantapkan posisinya sebagai salah satu kota metropolis di Indonesia. Hal tersebut dapat dilihat dari perkembangan infrastruktur dan kehadiran gedung-gedung tinggi di sekitar kota Medan yang dulunya hanya memiliki ketinggian belasan lantai dan kini mencapai ketinggian puluhan lantai. Bayangkan saja, sebelumnya kota Meda hanya mempunyai dua gedung tertinggi yang mencapai puluhan lantai yaitu JW Marriot 28 lantai dan Grand Swiss-Belhotel 27 lantai, hingga sekarang sudah memiliki banyak gedung tinggi walaupun masih tahap konstruksi seperti Grand Jati Junction 40 lantai, The Reiz Condo 30 lantai, Sky View Setiabudi 24 lantai, The Manhattan Time Square 40 lantai, Superblock Podomoro City Deli 50 lantai, Mansyur Residences and Condotel 24 lantai, Grand Sentraland Apartment 20 lantai, Superblock Koleza 9 Tower 35 lantai dan masih banyak lagi yang masih tahap desain.



Gambar 3.1 Perkembangan pembangunan gedung tinggi di kota Medan

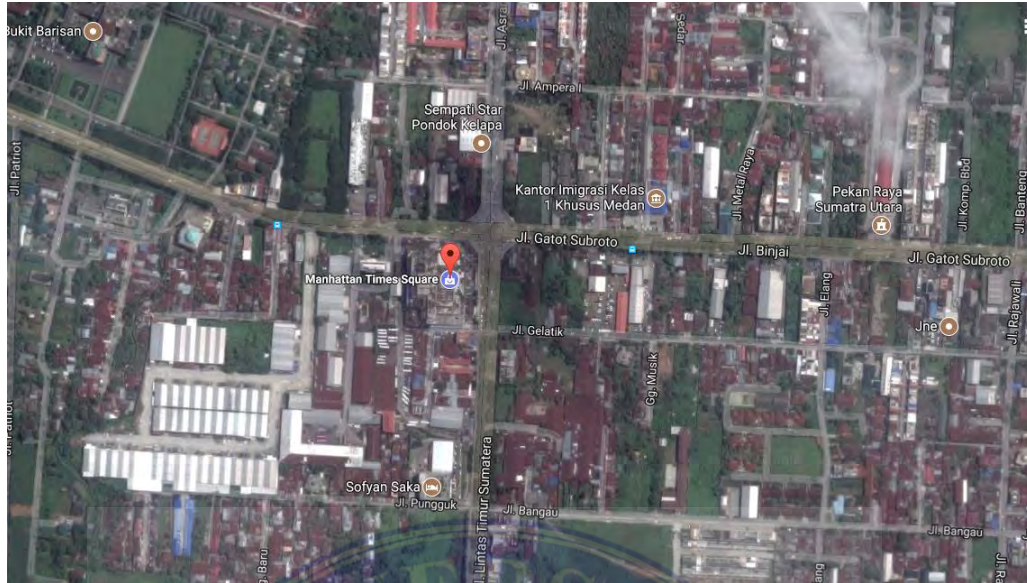
Dalam pembangunan gedung tinggi yang mencapai puluhan lantai dibutuhkan metode pelaksanaan konstruksi yang tepat, praktis, cepat dan aman sehingga target waktu, biaya dan mutu sebagaimana ditetapkan akan dapat tercapai. Terutama pelaksanaan pekerjaan struktur yang melibatkan pekerjaan pemasangan bekisting dan perancah, pembesian dan pengecoran yang saling berkaitan. Jika salah satu dari pekerjaan tersebut bermasalah maka pekerjaan yang lain juga terkena dampaknya sehingga pelaksanaannya menjadi terlambat. Dan dengan pengendalian terhadap waktu siklus pemasangan dan pembongkaran bekisting dan perancah hingga waktu siklus pengecoran maka hal tersebut dapat diatasi.

3.2. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada proyek pembangunan The Manhattan Mall and Condominium yang sekarang bernama Manhattan Time Square yang berlokasi di Jalan Ringroad simpang Jalan Gatot Subroto Medan.



Gambar 3.2 Proyek Manhattan Time Square Medan



Gambar 3.3 Lokasi penelitian proyek Manhattan Time Square Medan

3.3. Teknik Pengumpulan Data

Secara umum untuk menganalisa suatu pekerjaan maka diperlukan suatu acuan. Acuan tersebut dapat berupa data, baik data primer maupun data sekunder.

1. Data Primer

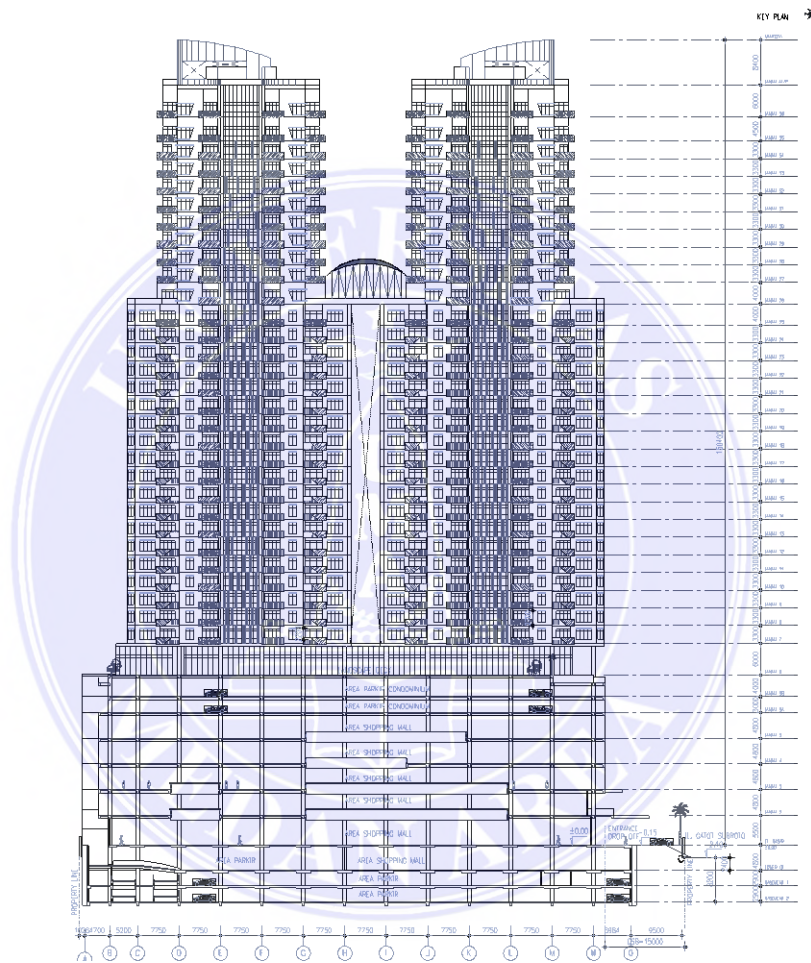
Data primer didapatkan dari lapangan dan instansi yang terkait.

a. Data Proyek:

Nama Proyek	: The Manhattan Mall and Condominium
Lokasi Proyek	: Jalan Simpang Ringroad–Gatot Subroto Medan
Pemilik Proyek	: PT. Greenland Garden Realty
Kontraktor Utama	: PT. Pembangunan Perumahan (Persero) Tbk.
Subkontraktor Bekisting	: CV. Bangun Batara Construction
Struktur Bangunan	: 3 lantai <i>basement</i> , 7 lantai podium (<i>mall</i>) 28 lantai <i>twin tower</i> (<i>condominium</i>)
Masa Pelaksanaan	: 720 hari kalender

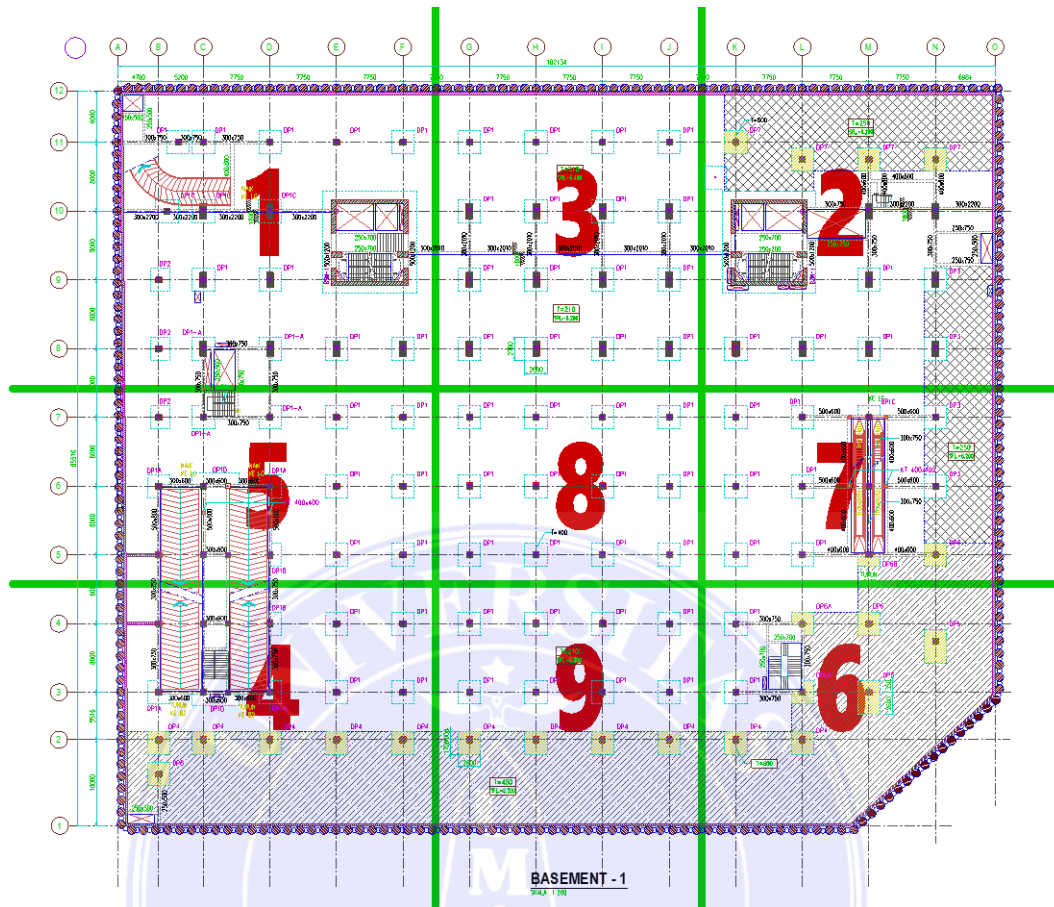
- b. Struktur bangunan proyek The Manhattan Mall and Condominium Medan terdiri dari *retaining wall*, *core wall*, *sewage water treatment*, *ground water tank*, *kolom*, *drop panel/slab*, pelat lantai, balok, tangga dan *ramp*.

Detail gambar struktur bangunan dapat dilihat pada lampiran 1.



Gambar 3.4 Struktur bangunan proyek Manhattan Time Square Medan

- c. Schedule proyek khususnya pekerjaan bekisting yang dibuat oleh subkontraktor bekisting dan disetujui kontraktor utama dapat dilihat pada lampiran 2.
- d. Metode kerja khususnya pekerjaan bekisting dan perancah dapat dilihat pada lampiran 3.



Gambar 3.5 Zona pengecoran proyek Manhattan Time Square Medan

- e. Jenis dan spesifikasi perancah (*shores*) tipe *frame scaffolding* yang digunakan dapat dilihat pada lampiran 3.
- f. Data hasil tes uji beban kekuatan perancah *frame scaffolding* dapat dilihat pada lampiran 3.

2. Data Sekunder

Data sekunder didapatkan dengan cara mengumpulkan, mengutip dari beberapa sumber seperti buku, jurnal maupun internet, yang berhubungan dengan masalah yang ditinjau terkait dengan pekerjaan bekisting dan perancah serta kekuatan perancah (*shores*).

3.4. Teknik Pengolahan Data

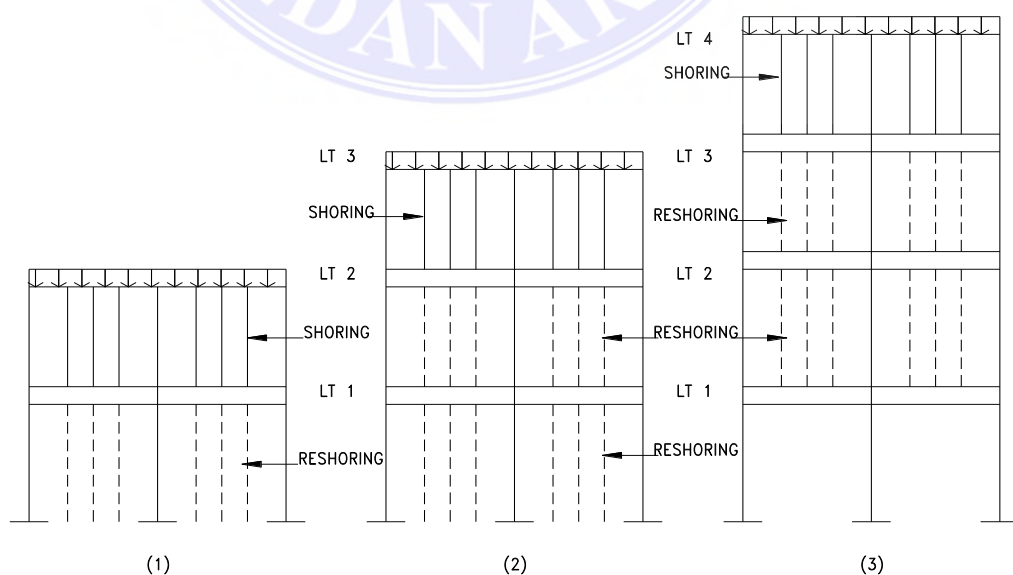
1. Peraturan-peraturan yang digunakan:

- a. Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia (SNI Kayu 2002, Bahan Konsensus).
- b. Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (1983).
- c. Peraturan Beton Bertulang Indonesia (1971).
- d. Standar Pembebanan ACI 347.2R-05 dan SNI 03-1727-1989-F

2. Metode analisa

Metode yang digunakan adalah *simplified method* berdasarkan ACI 347.2R-05 dimana keseluruhan pelat diasumsikan memiliki ketebalan yang sama dan perancah (*shores*) dan penyokong kembali (*reshores*) diasumsikan kaku tanpa ada beban lain yang terjadi selain beban vertikal. Mengacu pada *simplified method*, biasanya ada tiga metode *shoring/reshoring* yang diaplikasikan pada proyek yaitu:

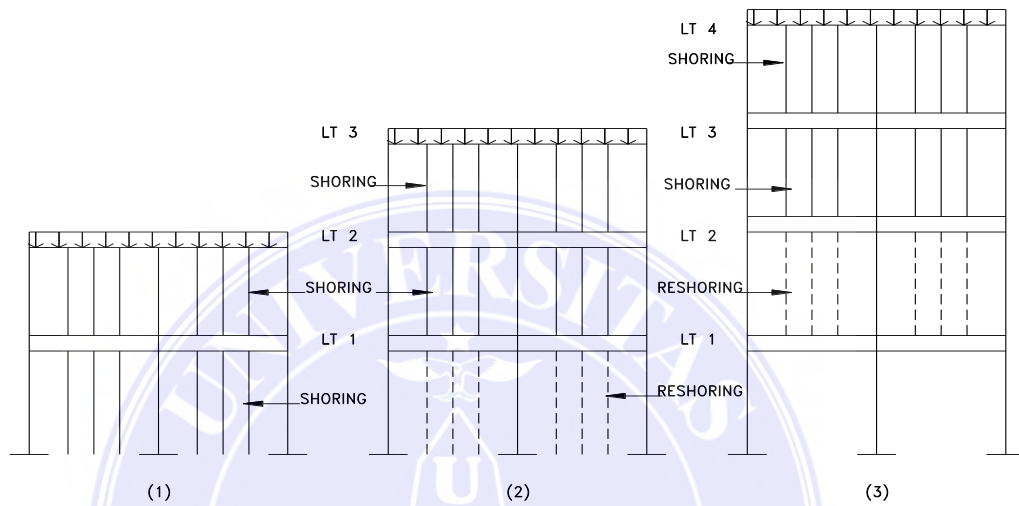
- a. Satu tingkat *shoring* dan dua tingkat *reshoring*



Gambar 3.6 Metode satu *shoring* dan dua *reshoring*

Metode ini merupakan yang paling ekonomis karena hanya menyediakan satu tingkat bekisting dengan waktu bongkar yang lumayan lebih cepat dibanding dengan metode yang lain.

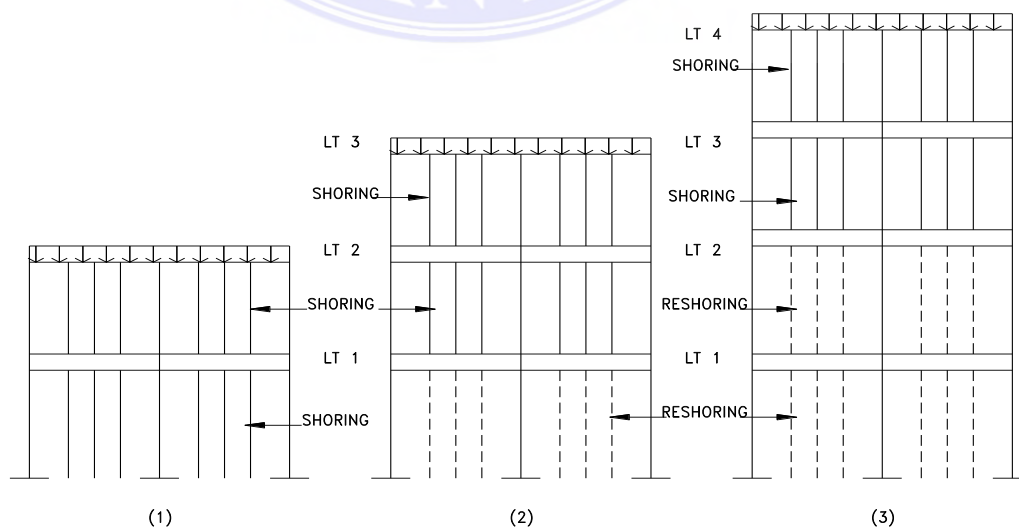
b. Dua tingkat *shoring* dan satu tingkat *reshoring*



Gambar 3.7 Metode dua *shoring* dan satu *reshoring*

Metode ini yang paling sering digunakan karena siklus perpindahan material bekisting dan perancah yang sangat efektif tanpa harus mempercepat waktu bongkar.

c. Dua tingkat *shoring* dan dua tingkat *reshoring*

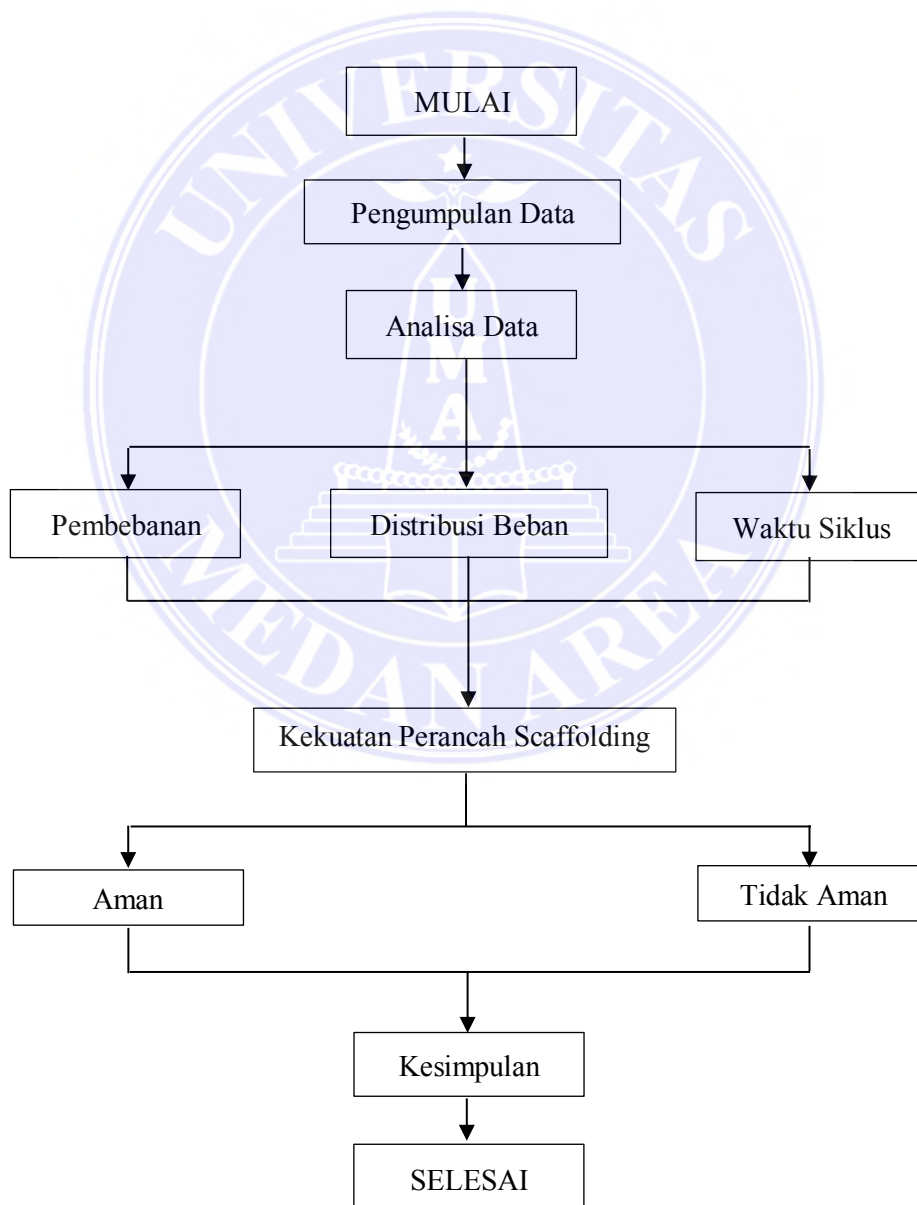


Gambar 3.8 Metode dua *shoring* dan dua *reshoring*

Metode ini sangat cocok jika ingin mengejar *deadline* pada pekerjaan konstruksi bangunan gedung karena jumlah penyediaan material bekisting dan perancah yang cukup sehingga tidak mengganggu waktu siklus bongkar.

3.5. Kerangka Berpikir

Secara keseluruhan kegiatan penelitian ini dapat digambarkan ke dalam bagan alir sebagai berikut:



DAFTAR PUSTAKA

- Wigbout, F. 1992. Buku Pedoman tentang Bekisting (Kotak Cetak). Jakarta: Erlangga.
- Sajekti, Amien. 2009. Metode Kerja Bangunan Sipil. Jakarta: Graha Ilmu.
- Ervianto, Wulfram I. 2006. Eksplorasi Teknologi dalam Proyek Konstruksi Beton Pracetak & Bekisting. Jakarta: Andi Publisher.
- Stivaros, Pericles C., Halvorsen, Grant T. August 1991. “*Equivalent Frame Analysis of Concrete Buildings During Construction*”. Paper based on Dissertation.
- Sumargo, Ario Raja Nata. Februari 2006. “Keruntuhan Perancah Scaffolding saat Pelaksanaan Pengecoran”. Jurnal Volume 14 No.1.
- Manuel Aguinaga-Zapata, Zdenek P. Bazant. Oktober 1986. “*Creep Deflections in Slab Buildings and Forces in Shores during Construction*”. ACI Journal Volume 83 No.83-65.
- ACI Committee 347. July 2005. “*Guide for Shoring/Reshoring of Concrete Multistory Buildings*”. ACI 347.2R-05.