

**FAKTOR - FAKTOR YANG MENYEBABKAN KEGAGALAN BEKISTING PADA PROYEK GEDUNG
SEKOLAH ST.YOHANES PIK2**

Ahmad Surono¹, Ria Rosyati²

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang
Jl. Perintis Kemerdekaan 1 No 33, Tangerang, Banten

*Co Responden Email : ahmad.surono@gmail.com

Abstrak

Didalam dunia Konstruksi bagian yang paling penting adalah Struktur beton bertulang dimana beton bertulang merupakan penahan dari gaya – gaya yang timbul akibat dari beban gedung itu sendiri maupun beban dari aktifitas setelah gedung itu difungsikan, tahapan dari pekerjaan Beton Bertulang adalah Pemasangan Bekisting. Bekisting system memiliki kelemahan yang dapat mengakibatkan Hasil dari beton bertulang tidak sesuai gambar. Kelemahan bekisting system bisa diakibatkan dari kesalahan manusia seperti kurangnya pengawasan dari pelaksana lapangan, alat bekisting tersebut yang tidak mampu menahan gaya yang bekerja dan kurangnya Engineering menganalisa kekuatan material dan daya dukung perancah terhadap struktur beton bertulang, serta proses pengecoran yang tidak benar. Langkah yang dilakukan agar bekisting tidak mengalami kegagalan adalah dengan melakukan pengecekan dan pemeriksaan alat – alat bekisting yang didatangkan dari gudang, mengecek fisik material yang layak pakai. Dan melakukan proses pengecoran menggunakan pompa beton harus dilakukan dengan benar, tidak boleh menumpuk beton pada satu titik saja.

Kata kunci : Material, Human Error, Metode Kerja

1. PENDAHULUAN

Beton Bertulang merupakan bagian penting yang tidak terpisahkan dalam konstruksi seperti struktur pada Gedung Bertingkat yang biasanya menggunakan konstruksi beton bertulang. Penyebabnya karena beton bertulang lebih ekonomis, kuat dan tahan lama tetapi ada pula yang menggunakan Struktur dari Baja atau Komposit. Tahapan dari pekerjaan beton bertulang adalah pekerjaan bekisting sehingga bisa dipastikan keberhasilan dari struktur suatu bangunan tergantung dari proses awal atau pemasangan bekisting. Bekisting yang baik akan menghasilkan

cetakan beton yang presisi dan sesuai yang diinginkan.

Pekerjaan Bekisting dibagi menjadi beberapa jenis, pekerjaan bekisting vertikal seperti kolom, SW, CW dan RW sedangkan pekerjaan *horizontal* meliputi balok, *plate*, *pilecap* dan tangga. Tahapan pekerjaan bekisting adalah proses perencanaan, proses fabrikasi, proses pasang, proses bongkar, revisi material dan *moving* material. Semua tahapan tersebut harus sesuai rencana kerja yang sudah dibuat oleh *Engineering* lapangan sehingga kegagalan bekisting bisa dicegah dan ditanggulangi lebih awal. Jenis- jenis

kegagalan bekisting yang sering kita jumpai terdapat dua macam kegagalan.

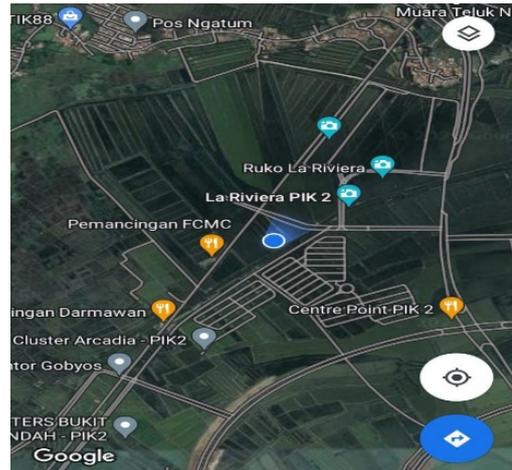
1. Kegagalan ringan seperti bekisting tidak sesuai gambar yaitu *nyisil*, bengkok, miring, *nguncup* / hasil cetakan tidak presisi.
2. Kegagalan berat seperti bekisting runtuh, bocor atau bekisting lendut diatas batas toleransi yang diijinkan 5 mm.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif deskriptif. Sugiono (2016 : 7) Menjelaskan bahwa metode penelitian kuantitatif adalah metode yang berdasarkan terhadap filsafat positivisme, digunakan dalam meneliti terhadap sampel dan populasi penelitian. Penelitian kuantitatif adalah penelitian yang menyajikan data berupa angka –angka sebagai hasil penelitiannya.

Lokasi Proyek

Proyek Pembangunan Gedung Sekolah St. Yohanes ini bertempat di lokasi Strategis kawasan Pantai Indah Kapuk 2 kecamatan Kosambi Kabupaten Tangerang Provinsi Banten. Lokasi Proyek bisa dilihat pada gambar berikut :



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Data Umum Proyek

Berikut adalah penjelasan umum mengenai data proyek pembangunan Gedung Sekolah St. Yohanes PIK2

1. Nama Proyek:
Gedung Sekolah St. Yohanes
2. Lokasi Proyek:
Pantai Indah Kapuk 2 Kosambi
Kabupaten Tangerang Banten
3. Pemilik Proyek:
PT. Multi Efek Nusantara
4. Konsultan Struktur:
PT. Tiara Handalan Larasadi
5. Konsultan Arsitek:
PT. Airmas Asri
6. Konsultan Pengawas:
PT. Multi Efek Nusantara
7. Kontraktor Utama :
PT. Mega Mitra Kontraktor
8. Type Proyek : Bangunan Gedung
9. Luas Bangunan : 8.640 m²
10. Jumlah lantai : 5
11. System Struktur : Beton Bertulang

Objek Penelitian dan Pengamatan

Penelitian ini akan dilaksanakan pada pekerjaan bekisting, meliputi factor-faktor yang menyebabkan kegagalan Bekisting baik bekisting *horizontal* yaitu balok, *plate* tangga maupun bekisting *vertical* diantaranya kolom dan *wall*. Pengamatan yang akan kami lakukan meliputi sebagai berikut

- a) Penyebab kegagalan Bekisting.
- b) Faktor - faktor apa saja yang mempengaruhinya.
- c) Berapa sering kegagalan bekisting diproyek tersebut.
- d) Bagaimana langkah pencegahannya.
- e) Luas Pekerjaan bekisting = 60.000 m²
- f) Material yang digunakan menggunakan Bekisting System.
- g) Data dimensi kolom , balok dan *plate*.

Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini penulis melakukan pengumpulan data dengan cara sebagai berikut :

1. Wawancara

Wawancara adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan melalui tatap muka dan tanya jawab antara penulis/peneliti dengan narasumber. Seiring perkembangan teknologi, metode wawancara dapat pula dilakukan melalui media- media tertentu misalnya telepon, *email*, *video call* melalui *zoom* atau *skype*.

1. Observasi

Observasi adalah metode pengumpulan data yang dilakukan dengan mengamati secara langsung objek yang diteliti, observasi dapat dibedakan menjadi dua macam :

a) *Participant* observasi

Peneliti terlibat secara langsung dalam kegiatan sehari – hari dalam pengamatan sebagai sumber data.

b) *Non-participant* observasi

Berlawanan dengan *participant* observasi metode ini merupakan pengamatan terhadap objek yang diteliti namun peneliti tidak ikut langsung terlibat dalam pengamatan tersebut, menggunakan alat bantu seperti kamera, CCTV dan lain-lain.

2. Studi Dokumen

Studi Dokumen adalah metode pengumpulan data yang tidak ditujukan langsung kepada subjek peneliti. Studi dokumen adalah jenis pengumpulan data yang meneliti berbagai macam dokumen yang berguna sebagai bahan analisis, dokumen yang dapat digunakan dalam pengumpulan data dibedakan menjadi dua yaitu.

a. Dokumen Primer

Dokumen yang ditulis oleh orangnya langsung yang mengalami suatu peristiwa, misalnya autobiografi.

b. Dokumen Sekunder

Dokumen yang ditulis berdasarkan laporan / cerita orang lain misalnya biografi.

Metode Analisa Data

Ada empat hal dalam menganalisa data

1. Pengumpulan Data.
2. Seleksi.
3. Pemodelan.
4. Penyajian Data.

3. PEMBAHASAN

Kegagalan Ringan Pada Bekisting System

Kegagalan ringan pada bekisting *system* adalah suatu kejadian dimana bekisting yang sedang dituang beton atau dilakukan pengecoran tetapi hasil beton yang didapat tidak sesuai rencana atau tidak sesuai gambar struktur pada proyek tersebut. Contohnya beton miring, lendut, nguncup, cacat pada bagian sudutnya dan sambungan beton tidak rata / *ngeplin*. Kegagalan sedang pada Proyek St, Yohanes sebagai berikut:

1. Kegagalan Ringan Pada Kolom

Pada pekerjaan balok dan *plate* kegagalan sedang beberapa kali terjadi sehingga hasil beton mengalami *repair* atau perbaikan. Jenis perbaikan sedang diantaranya gerinda atau penghalusan permukaan beton sampai permukaan rata dan halus, ciping atau plaster aci dilakukan ketika dimensi beton tidak simetris lagi, yaitu hasil pengecoran lendut, *nguncup*, *ngeplin* miring dan sebagainya. Pada balok banyak lendutan di bottom melebihi dari toleransi yang diijinkan. Berikut tabel toleransi lendutan yang diijinkan sesuai RPS proyek.

TABEL 1. TOLERANSI LENDUTAN PADA BETON AKIBAT BEKISTING

No	Type Struktur	Lendutan	Satuan
1	Kolom	5	mm
2	Wall	5	mm
3	Pilecap	15	mm
4	Balok	5	mm
5	Plate	5	mm
6	Tangga Dinding	5	mm
7	Parapet Dinding Kolam	10	mm
8	renang	10	mm

Pada tabel diatas lendutan yang diijinkan untuk kolom keempat sisinya harus kurang dari 5 mm, melebihi dari nilai tersebut dianggap hasil beton cacat atau gagal ringan sehingga harus digerinda maupun diciping permukaannya sampai dimensi beton sesuai toleransi, apabila lendutan terlalu tebal maka dilakukan ciping atau pengelupasan lapisan beton sampai mendapatkan dimensi yang sesuai, selanjutnya beton digroting atau dicor ulang dengan menggunakan semen instan.

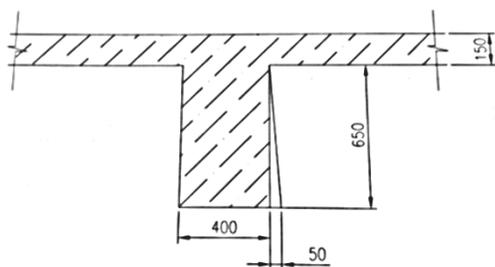
Kegagalan ringan pada kolom juga terjadi diantara sambungan multiplex kolom dengan kepala kolom, berupa hasil beton baru dengan beton sambungan terjadi lendutan bisa karena ujung kolom yang mengalami pengecilan dimensi karena bekisting tidak presisi dan juga bisa kepala kolom yang mengalami kelendutan karena bekisting kepala kolom tidak kuat atau

mengalami pergerakan pada proses pengecoran.

Kegagalan Ringan pada Balok

Pada pekerjaan Struktur atas setelah kolom dicor kemudian dimulai pekerjaan balok dan plat yang diawali dengan pemasangan perancah dan dilanjutkan dengan memasang bekisting balok maupun *plate*. Pada proyek Gedung Sekolah St. Yohanes banyak terjadi kegagalan ringan pada Balok dan plate diantaranya adalah Balok tidak presisi

Pada kasus ini sisi balok atau penampang balok terjadi lendutan dikarenakan pada proses pengecoran *bottom form* maupun *side form* terjadi pergerakan atau tidak kuat menahan gaya - gaya yang bekerja pada bekisting tersebut. Sehingga terjadi perenggangan pada bekisting / dimensi bekisting balok melebar, tetapi hanya pergerakan kecil tidak sampai terjadi kegagalan berat.



Gambar 2. Sudut balok terjadi lendutan

Pada Gambar diatas terjadi kegagalan pada balok (400 x 800), *bottom form* tidak sesuai, dimensi pada gambar pola pasang mengalami

perubahan pada *bottom form*, dari 400 menjadi 450 ada lendutan 50 mm, dianggap kegagalan ringan dan tidak perlu diciping hanya digerinda saja. *Side form* pada balok tersebut tidak mengalami pergerakan sehingga hasil beton tidak lendut.

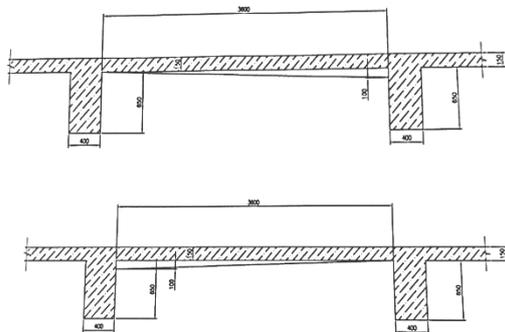
Kegagalan berikutnya yaitu balok tidak sentris, penampang balok nguncup dan lendut, *bottom* balok mengalami perubahan dimensi akibat sisi samping balok sebelah kiri dan kanan lendut, tampak dari depan balok tersebut *nguncup*.

Kegagalan ringan pada Plate

Plate lantai merupakan termasuk pekerjaan bekisting *horizontal* yang menyambung dengan balok pada pekerjaan struktur atas, pemasangan bekistingnya menyatu antara balok dan *plate*. Kadang kala balok dipasang terlebih dahulu diikuti dengan bekisting *plate*, contohnya pada pekerjaan struktur yang simetris, ada pula kebalikannya *platennya* dipasang terlebih dahulu misalnya pada pekerjaan struktur khusus seperti *contilefer*. Kegagalan bekisting *plate* sangat beragam dan perbaikannya juga sangat susah, apalagi lantai yang berelevasi tinggi.

Yang dimaksud kegagalan sebagian pada *plate* yaitu terjadi penurunan pada

sebagian *bottom plate*, biasanya di tengah maupun di samping kanan kiri *plate* yang berbatasan dengan balok. Penurunan pada *plate* sebagian membuat dimensi *plate* atau ketebalan *plate* tidak sama. Bagian yang mengalami penurunan akan lebih tebal dibandingkan yang tidak mengalami penurunan. Pada Proyek Gedung Sekolah St. Yohanes penurunan *plate* terjadi disambungan pengecoran antar zona pengecoran, beton baru dan beton lama terjadi lendutan.



Gambar 3. *Plate* mengalami lendutan sebagian akibat kegagalan ringan pada bekisting

Pada gambar diatas terjadi penurunan sebagian pada *plate*, bagian yang mengalami penurunan tebal *plate* bertambah 100 mm atau ketebalannya menjadi 160 mm sedangkan yang tidak mengalami penurunan tetap 150 mm sesuai gambar struktur. Berikut ini tabel hasil pengamatan pengecoran pada *plate* sehingga diperoleh jumlah penurunan *plate* akibat bekisting tiap zonanya sebagai berikut :

TABEL 2. PENURUNAN *PLATE*

Lantai	Zona	Type Plate	T. Plate (mm)	T. Penurunan (mm)	Jumlah Kasus
GF	1	S1	150	80	2
	3	S1	150	65	1
	4	S1	150	60	1
	8	S1	150	85	8
	11	S1A	200	90	3
	12	S1	150	65	2
	9	S1	150	75	10
2	1	S1	150	80	1
	2	S1	150	70	2
	5	S1	150	70	2
	9	S1	150	85	1
	10	S1	150	90	1
	12	S1	150	95	3
3	5	S1	150	95	3
	6	S1	150	95	3
	8	S1	150	90	2
	10	S1	150	85	2
	12	S1	150	90	1
4	1	S1	150	80	3
	2	S1	150	65	3
	3	S1	150	60	2
	4	S1	150	85	1
	5	S1	200	90	3
	8	S1	150	60	3
	9	S1	150	60	3
	10	S1	150	85	3
	12	S1	150	75	3

Data diambil berdasarkan ceklis bersama antara PT.SPU dan PT.Mkon

Pada tabel diatas sebanyak 69 kasus penurunan akibat kegagalan bekisting, total 46 zona dan terdapat 27 zona mengalami penurunan dengan jumlah bervariasi, sekitar 39 % terjadi penurunan *plate* akibat kegagalan ringan pada bekisting tersebut.

Kegagalan Ringan Pada Tangga

Kegagalan ringan pada tangga adalah hasil pengecoran tidak seperti yang diharapkan terjadi cacat pada bagian - bagian tertentu seperti bordes yang tidak presisi, perimeter tangga terjadi lendutan melebihi toleransi yang disyaratkan (50 mm) dan *traf* tangga tidak siku, traf tangga tidak tegak lurus terhadap sumbu x



Gambar 4. Tangga type 07 *Traf* / anak tangga ke 1 sampai 8 tidak lurus

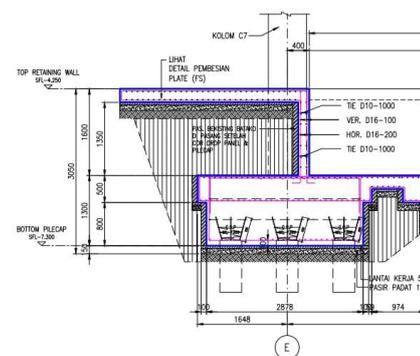
Traf tangga mengalami lendutan akibat kegagalan ringan pada bekisting, ketika sedang proses pengecoran bekisting terjadi pergerakan sebagai berikut :

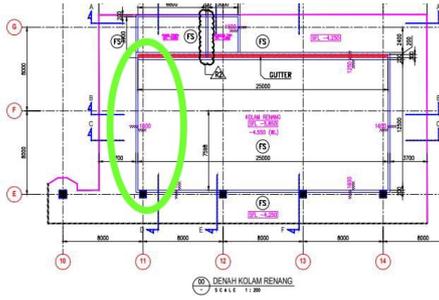
- *Traf* ke 1 lendut 90 mm
- *Traf* ke 2 lendut 65 mm
- *Traf* ke 3 lendut 87 mm
- *Traf* ke 4 lendut 70 mm
- *Traf* ke 5 lendut 70 mm
- *Traf* ke 6 Lendut 97 mm
- *Traf* ke 7 lendut 75 mm
- *Traf* ke 8 lendut 57 mm

Kegagalan Berat pada Bekisting

Dalam dunia konstruksi sering kita mendengar ungkapan kegagalan berat

contohnya kegagalan struktur, kegagalan, perencanaan, kegagalan desain dan sebagainya. Kegagalan berat pada bekisting adalah suatu peristiwa atau kejadian runtuhnya atau bocornya beton yang dituang pada suatu bekisting / cetakan dan tidak bisa diperbaiki lagi. Harus dibuat ulang dan beton yang tercecer pada sekeliling bekisting dibersihkan lalu dirangkai kembali. Kegagalan bekisting berat dapat terjadi pada bekisting kolom, bekisting *wall* maupun balok dan plat. Pada Proyek Gedung Sekolah St Yohanes kegagalan berat terjadi pada pekerjaan *wall* kolom renang, pada proses pengecoran *wall* kolom renang yang menggunakan bekisting satu sisi, bekisting tidak kuat menahan beban beton yang sedang dituangkan pada bekisting tersebut. Sehingga bekisting *wall* kolom renang bergerak ke belakang sehingga membentuk lendutan yang ekstrim lalu perlahan bekisting mengalami keruntuhan atau kegagalan berat, semua beton yang sudah dituangkan kedalam bekisting berhamburan keluar.





Gambar 5. Struktur dinding kolam renang

Pada gambar diatas struktur kolam renang diatas area yang dilingkari warna hijau adalah area yang mengalami kegagalan bekisting berat. Bekisting dinding runtuh dan beton berhamburan keluar tidak tersisa, berikut data dari *Wall* kolam renang yang mengalami kegagalan Berat :

- Luas bekisting
= Alas x Tinggi
= 16 m x 1,6 m = 25,6 m²
- Volume Beton
= Tinggi x Lebar x Panjang
= 1.6 m x 0,2 m x 16 m = 5,12 m³
- Berat Beton + Besi
= Berat Jenis X Volume Beton
= 2.500 kg x 5,12 m³ = 12.800 kg
- Berat Per meter persegi
= Volume /m² x berat jenis
= 0,2 x 2.500 kg = 500 kg

Momen atau berat beton bertulang per meter persegi berdasarkan tabel diatas adalah 500 kg / m² sedangkan kapasitas maksimum bekisting *wall* 1 sisi = 200 kg/m² sehingga bekisting *wall* tersebut tidak mampu menahan berat dari beton dan gaja –

gaya yang ditimbulkan selama proses pengecoran.

Faktor – faktor yang menyebabkan kegagalan ringan.

Pada pengecoran kolom, balok maupun *plate* sering sekali terjadi kegagalan ringan pada bekisting. Diantaranya air semen yang keluar dari celah – celah bekisting maupun bekisting berubah bentuk bisa lendut maupun susut. Hal tersebut akan menimbulkan pekerjaan baru yaitu perbaikan beton belum lagi biaya yang muncul akibat perbaikan tersebut. Jika bekisting mengalami kegagalan ringan, bisa dipastikan bekisting tersebut tidak sesuai dari rencana awal sebelum pekerjaan dimulai, penyebab kegagalan ringan pada bekisting sebagai berikut:

- 1) Material Perkuatan (*Tierut & Wingnut*) tidak layak pakai

Pada bekisting kolom type K1 (800 x 800) terdapat alat perkuatan yang sudah tidak layak pakai fisik dari tierut tidak lurus atau bengkok. Pada material pengunci yaitu wingnut terdapat retak dan material tersebut sudah tidak utuh lagi.

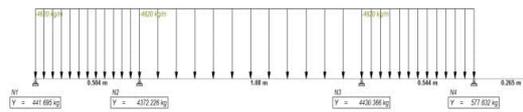


Gambar 6. *Tierot* dan *wingnut* bengkok sudah tidak layak pakai

Dengan kondisi *tie rod* yang sudah tidak layak pakai kemampuan material perkuatan untuk menahan beban hanya sekitar 50% sehingga ketika proses pengecoran berlangsung terjadi kegagalan ringan bahkan bisa terjadi kegagalan berat pada bekisting.

KONTROL TIE ROD DW 15

Reaction from Steel wale to Tie rod, Pmax = 4,430.37 kg
Based on STAAD.Pro 2004 calculation :



Tie Rod DW 15

Yield Strength = 6,932 kg/cm² (hasil tes)
Tensile Strength = 8,134 kg/cm² (hasil tes)

Tegangan Ijin

Tegangan leleh (σ) = 6,932 kg/cm²
Safety Faktor = 1.5
Tegangan Ijin ($\bar{\sigma}$) = $\frac{\sigma}{1.5}$
= 4,621.33 kg/cm²

Luas Penampang Tie Rod DW 15

Luas = $1/4 \pi d^2$
= $1/4 \times 3.14 \times 1.5^2$
= 1.77 cm²

Beban Ijin

Tegangan Ijin = $\frac{P}{A} \leq \bar{\sigma}$
P Ijin = $1.77 \text{ cm}^2 \times 4,621.33 \text{ kg/cm}^2$
= 8,179.75 kg

Beban Hancur

Tegangan Hancur = $\frac{P}{A} \leq \sigma_t$
P Hancur = $1.77 \text{ cm}^2 \times 8,134 \text{ kg/cm}^2$
= 14,397.18 kg

Gaya Tarik pada Tie Rod:

$T_{max} = 4,430.37 \text{ kg} < \dots \dots \dots Allow. Tension = 8,179.75 \text{ kg} \dots \dots \dots - ok$

Pada perhitungan diatas tegangan ijin yang diperbolehkan adalah tidak melebihi 8.17ton pada kondisi normal, sedangkan material yang ada dilapangan tidak layak pakai sehingga terjadi kegagalan ringan pada bekisting kolom *type K1 (800 x 800)*

2) Material utama (rangka *Hollow 5/10*)

Pemasangan *hollow* rangka panel kolom juga terdapat material yang tidak layak pakai yaitu terdapat sambungan pada ujung *hollow*. Adanya sambungan pada rangka panel akan mengakibatkan permukaan bekisting kolom atau hasil dari cetakan terjadi cacat ringan seperti permukaan bergelombang dan permukaan beton menjadi kasar.



Gambar 7. *Hollow* rangka terdapat sambungan

Pada RPS (Rencana Pekerjaan Subkontraktor) yang sudah disepakati dan di awal proyek juga sebagai acuan dalam pelaksanaan dilapangan terdapat peraturan mengenai pemasangan dan pemakaian rangka *hollow* untuk bekisting *vertical*, dan didalam RPS tersebut berbunyi rangka bekisting *vertical* harus batang yang utuh tidak boleh ada sambungan, apabila terdapat sambungan tidak boleh menggunakan perkuatan las tetapi harus menggunakan

sambungan baut yang dikombinasikan dengan *join* penyambung.

3) *Human Error* (Kelalaian Pengawasan)

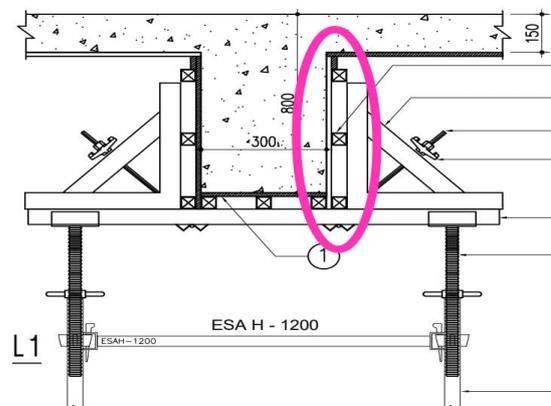
Kegagalan ringan pada bekisting kolom system juga dapat terjadi akibat kesalahan manusia atau kelalaian manusia. Human error seringkali menjadi faktor utama yang mengakibatkan kegagalan berat maupun ringan pada pekerjaan bekisting. Di lapangan pengawasan dari pelaksana dan mandor kurang teliti, masih banyak ditemukan beberapa kesalahan seperti pemasangan material tidak pada tempatnya atau tertukar dibagian lain dan masih ditemukan pemasangan material tidak sesuai gambar pola pasang yang sudah dibuat oleh *Engineering*. Kelalaian pengawasan juga terjadi pada proses *final* ceklis sehingga bekisting yang siap cor tidak memenuhi unsur syarat – syarat bekisting yang baik.



Gambar 8. Pemasangan material perkuatan tidak sesuai pola pasang

Contoh di lapangan *human error* ditunjukkan oleh gambar diatas yaitu terjadinya kelalaian

dalam pengawasan dilapangan sehingga alat pengunci yaitu WKZ tidak terpasang dengan benar. Disebelah kiri pemasangan sudah mengikuti pola gambar. Sedangkan pemasangan disebelah kanan tidak mengikuti pola pasang pada gambar rencana bekisting dikarenakan material pengunci sebelah kanan menggunakan *tierot* T. Seharusnya kedua titik tersebut menggunakan material yang sama yaitu WKZ yang fungsinya sebagai pengunci. Kesalahan pemasangan pada bekisting kolom tersebut mengakibatkan terjadi kegagalan ringan pada bekisting seperti (*lendut, nyisil, nguncup* dan *susut*). Kelalaian pengawasan juga terjadi pada bekisting *horizontal* yaitu pada balok, pada pemasangan bekisting balok rangka *hollow* 5/5 pada *side form* maupun *bottom farm* terpasang tidak benar, tidak sesuai gambar pola rencana bekisting balok dan *plate*.



Gambar 9. Pola rencana pemasangan balok Pada gambar pola rencana balok, pemasangan hollow untuk *side form* dan

bottom form terpasang dengan jarak yang sama yaitu di tepi ada 2 *hollow* dan 1 *hollow* terpasang ditengahnya, tetapi dilapangan banyak ditemukan pemasangan rangka balok tidak beraturan dan jarak *hollow* tidak mengikuti gambar dari *engineering* proyek, kelalaian pasang seperti ini dapat berakibat bekisting balok mengalami kegagalan ringan.



Gambar 10. Pemasangan rangka *hollow* pada side form tidak sesuai gambar

Pada pemasangan *plate* juga terdapat banyak kesalahan pasang yang diakibatkan kelalaian dari pelaksana lapangan dalam mengawasi setiap pekerjaan, baik fabrikasi, proses pasang, maupun pekerjaan bongkar. Yang sering terjadi kesalahan pasang pada *plate* adalah pemasangan rangka *hollow* 5/5 jarak antar *hollow* tidak sama atau tidak sesuai gambar pola rencana. Pada pemasangan multiplex juga terdapat kesalahan pasang yaitu pemasangan sambungan yang terletak di tepi bekisting *plate*, sedangkan pada gambar rencana sambungan multiplex terdapat di tengah bekisting *plate*. Kesalahan pasang rangka *hollow* mengakibatkan lendutan pada *plate*

karena beban tidak tertumpu sesuai perhitungan yang dibuat *engineering*.

Kesalahan Proses Pengecoran Beton

Proses pengecoran yaitu proses penuangan beton cair kedalam bekisting dengan menggunakan pompa beton (CP) atau menggunakan *bracet* yang diangkat dengan *crane*. Setelah bekisting melewati final ceklis dan bekisting dinyatakan siap untuk dilakukan proses pengecoran. Pada umumnya bekisting *vertical* maupun bekisting *horizontal* saat proses penuangan beton menerima gaya-gaya yang timbul akibat aktifitas pengecoran. Seperti beban dari beton yang dituang maupun alat pemadat beton atau *veberator*. Pada tahap perencanaan *engineering* proyek akan menghitung kapasitas bekisting dalam menahan beban atau gaya yang timbul akibat pengecoran.

Kapasitas bekisting menahan gaya -gaya berdasarkan berat beton bertulang di tambah dengan aktifitas pekerja cor dalam melaksanakan pengecoran. Pada pengecoran *plate* yang menggunakan pompa beton sering terjadi penumpukan beton pada suatu titik bekisting, sehingga bekisting sering mengalami penurunan dikarenakan *U head* atau ujung atas dari perancah bekisting mengalami kerusakan pada uliran penguncinya. Dan juga penumpukan beton

pada saat pengecoran juga sering mengakibatkan rangka *hollow 5/5* pada *plate* terjadi kebengkokan sehingga *multiplex* juga terjadi penurunan.



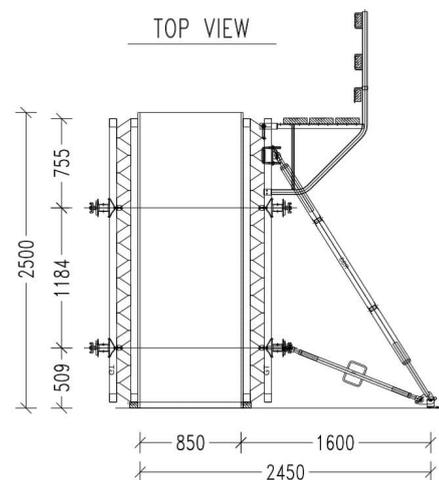
Gambar 11. Terjadi penurunan pada *U head*
Pada gambar diatas akibat penumpukan beton pada saat pengecoran dan tidak segera di sama-ratakan pekerja cor. Terjadi penurunan pada material kepala perancah (*U head*) terlihat akibat tekanan dari atas *U head* tidak tegak lagi dan terlihat miring kekanan dan kekiri.

Faktor yang Menyebabkan Kegagalan Fatal (berat)

1. Kesalahan Metode Pemasangan

Bekisting dinding pada kolam renang hanya satu sisi, yaitu sisi dalam dan bagian luar menggunakan batako sehingga perkuatan pada dinding tersebut hanya mengandalkan *support* dari sisi dalam bekisting. Sedangkan pada gambar rencana yang sudah disepakati oleh *engineering* lapangan adalah menggunakan *tierot* yang

menembus kedua sisi bekisting, Pada pemasangan bekisting dinding kolam renang di Proyek Gedung Sekolah ST.Yohanes terjadi pengambilan keputusan sepihak dari *owner* yang meminta dinding bekisting hanya dipasang satu sisi, tanpa persiapan serta perhitungan yang matang. Kemudian pelaksana lapangan mengambil keputusan dengan mengikuti himbauan dari *owner* yaitu dengan memasang dinding satu sisi diluar dari gambar rencana yang sudah dibuat oleh *engineering* lapangan. Ketika terjadi proses penuangan beton, bekisting mengalami pergerakan dan satu demi satu rangka bekisting terlepas akhirnya terjadi keruntuhan atau kegagalan berat pada bekisting.



Gambar 12. Bekisting dinding 2 sisi

Pada bekisting dinding 2 sisi yang ditunjukkan oleh gambar diatas yaitu terdapat material perkuatan seperti *tierot*

yang menembus kedua sisi bekisting. Sedangkan pada pemasangan dinding kolam renang hanya terpasang 1 sisi bekisting karena sisi luar menggunakan pasangan batako. Untuk dinding satu sisi tidak bisa dipasangi material perkuatan seperti *tierot* dan *wingnut*. Perkuatan dinding satu sisi dalam pekerjaan bekisting menggunakan metode khusus serta menggunakan alat perkuatan yang di desain khusus oleh *engineering*. Dinding satu sisi pada dasarnya tidak diijinkan pemakaiannya dalam pekerjaan bekisting struktur atas karena berisiko terhadap kegagalan berat.



Gambar 13. Bekisting dinding 1 sisi

Pada gambar diatas adalah pengecoran dinding kolam renang T= 1200 yang menggunakan dinding 1 sisi tanpa perkuatan *tierot* tembus , pada pengecoran awal bekisting belum mengalami pergerakan tetapi ketika dinding bekisting dipenuhi oleh beton, kemudian bekisting runtuh dan beton keluar berhamburan.

Kelalaian dalam Pengawasan

Penyebab keruntuhan pada bekisting dinding kolam renang juga karena kelalaian pelaksana lapangan dalam mengawasi dan mengawal proses *fabrikasi* dan proses pasang. Terlihat pada pemasangan panel bekisting tidak tersusun dengan baik dan rapi, rangka *hollow* terpasang tidak sesuai dengan yang sudah ditentukan oleh *engineering* pada proses perencanaan.

Pemasangan rangka bekisting tidak rapi dan jarak rangka *horizontal* atau sekunder melebihi jarak yang sudah ditentukan di awal proyek yaitu 300 mm. Jarak rangka *vertical* (Rangka penguat panel Bekisting) tidak seragam dan melebihi dari yang ditentukan yaitu 1200 mm.

Kesalahan pada Proses Pengecoran

Pengecoran dinding satu sisi harus berjenjang atau bertahap, beton tidak boleh dituang secara langsung hingga memenuhi bekisting. Akan tetapi penuangan beton dilakukan *mobile* dari ujung bekisting ke ujung yang lain sampai beton terisi 30% selanjutnya penuangan beton dimulai dari titik awal pengecoran sampai beton terisi 60%, lalu pengecoran dilanjutkan kembali ke titik pertama penuangan beton sampai beton tertuang 100%. Akan tetapi pada pengecoran dinding kolam renang di Proyek Gedung Sekolah PIK2 pengecoran dilakukan dengan menggunakan mesin pompa beton (CP) dan beton dituang secara langsung sampai

memenuhi bekisting. Sehingga bekisting dinding tidak mampu menahan tekanan dari beton tersebut dan bekisting mengalami pergerakan akhirnya bekisting runtuh.

Langkah Pencegahan terhadap Kegagalan Bekisting

Kegagalan pada pekerjaan bekisting baik kegagalan ringan maupun kegagalan berat sering menimbulkan permasalahan baru di karenakan adanya perbaikan hasil pekerjaan tersebut.

Pada pekerjaan dinding kolam renang di proyek Gedung sekolah ST. Yohanes terjadi pemasangan bekisting kembali setelah mengalami keruntuhan, berikut pekerjaan dan biaya yang harus ditanggung akibat kegagalan bekisting tersebut :

Tabel 3. PERBAIKAN DAN PASANG KEMBALI DINDING KOLAM RENANG

No	Uraian	Qty	Sat	Harga Satuan	Jumlah
1	Pembersihan beton ex bekisting	3	m3	250.000	720.000
2	Pasang besi kembali	864	kg	4.200	3.628.800
3	Pasang Bekisting kembali	15	m2	55.000	825.000
Total					5.173.800

Pemeriksaan Berkala Kedatangan Material Bekisting

Untuk mencegah pekerjaan bekisting mengalami kegagalan berat maupun ringan harus dilakukan langkah dan tindakan pencegahan lebih awal, diantaranya melakukan cek dan pengawasan material

maupun alat bekisting yang datang kedalam proyek, karena bisa jadi material yang datang sudah tidak layak untuk digunakan atau material sudah dipakai berkali - kali diproyek proyek sebelumnya dan kondisi material tersebut Sebagian atau keseluruhan mengalami kerusakan seperti bengkok, tidak presisi atau berkarat. Material yang sudah tidak layak pakai Ketika masuk kedalam proyek dan dipaksakan untuk dipakai dengan alasan butuh proses lama untuk mendatangkan material lagi yang sejenis dengan ini, akan berakibat terjadi kegagalan ringan maupun berat pada pekerjaan bekisting.

Ceklis Internal Sebelum Pengecoran

Bekisting yang sudah selesai dipasang dan siap dilakukan penuangan beton maka terlebih dahulu dilakukan ceklis berkala yang melibatkan mandor atau kepala tukang dengan pelaksana lapangan lalu dilanjutkan *final* ceklis yang melibatkan pelaksana dengan *owner* atau pengawas proyek, pada pekerjaan bekisting baik *vertical* maupun *horizontal* sering tidak dilakukan ceklis *internal* dikarenakan target cor yang mendesak sehingga tahapan ceklis internal diabaikan hanya dilakukan final ceklis saja hal demikian akan mengakibatkan pekerjaan bekisting tidak termonitor dengan sempurna. Berikut ini jenis ceklis internal pada pekerjaan bekisting:

1. Ceklis internal Bekisting *Vertical* (kolom dan dinding) meliputi

- Ceklis ketegakan (*Vertikality*)
- Ceklis dimensi
- Ceklis material perkuatan
- Ceklis kali pakai pemakaian
- Ceklis Kelayakan material *Safety accessories* dan rambu – rambu K3

2. Ceklis internal Bekisting *Horizontal* (balok dan *plate*).

- Ceklis pola penempatan perancah
 - Ceklis kelayakan material dan pemasangan.
 - Ceklis dimensi.
- Ceklis kesesuaian pekerjaan dilapangan dengan gambar kerja.

Pada pekerjaan *vertical* seperti kolom dan dinding ceklis yang dilakukan meliputi vertikaliti, dimensi penempatan dan pemasangan material perkuatan, kelayakan *multiplex* yang diakibatkan oleh seberapa sering bekisting itu digunakan (kali pakai) dan ceklis internal terhadap material keselamatan kerja seperti *relling*, *blue net*, tangga kerja dan rambu - rambu K3LM, sering kali ceklis *internal* tersebut tidak dilakukan sebelum proses pengecoran dimulai sehingga menimbulkan kegagalan bekisting ringan maupun berat. Ceklis internal bekisting *horizontal* juga sering kali tidak dilakukan pada pembangunan Gedung Sekolah ST. Yohanes dengan alasan tidak efektif karena sebelum proses pengecoran dilakukan final

ceklis, akibatnya terjadi kegagalan ringan pada pekerjaan bekisting *horizontal*.

4. PENUTUP

Kesimpulan

Pada konstruksi beton bertulang terdapat beberapa tahapan pekerjaan seperti pekerjaan bekisting, pekerjaan pembesian dan pekerjaan pengecoran, dari tahapan tahapan pekerjaan tersebut yang paling dominan dan menjadi kunci dari kesuksesan suatu struktur beton bertulang adalah dengan melihat hasil dari cetakan bekistingnya, apabila terdapat hasil seperti keropos, lendut, mekar dan *nguncup* bisa dipastikan terdapat kegagalan pada pekerjaan bekisting. Kegagalan bekisting ringan adalah hasil cetakan beton bertulang yang sudah mengeras mengalami lendutan atau mengalami pengecilan dimensi yang melebihi dari ketentuan pada kontrak awal pekerjaan bekisting (50 mm), hasil cetakan yang mengalami kegagalan harus dilakukan perbaikan sehingga hasil beton kembali ke dimensi awal. Kegagalan bekisting berat terjadi apabila bekisting mengalami keruntuhan sewaktu dilakukan proses penuangan, atau hasil bekisting mengalami lendutan dan penurunan melebihi dari *Setlemen* (penurunan gedung yang diperbolehkan). Terdapat perbedaan antara kegagalan berat dan kegagalan ringan pada

pekerjaan bekisting, kegagalan ringan masih dapat diperbaiki pada permukaan beton, seperti mengerinda memoles atau menambal permukaan beton. Sedangkan kegagalan berat pada bekisting perbaikannya dengan membongkar keseluruhan bekisting yang mengalami kegagalan kemudian memasang kembali setelah dilaksanakan pembersihan terhadap sisa beton bekas runtuh. Kegagalan bekisting bisa terjadi dikarenakan adanya kesalahan dan kelalaian dalam mengawasi serta memonitoring setiap jenis pekerjaan.

Saran

DAFTAR PUSTAKA

Jauhari Irfan, 2010. *Material Propertis untuk Bekisting Vertical & Horizontal*, PT. Total Pola Formwork, Jakarta.

Jauhari Irfan, 2010. *Statik Bekisting Vertical*, PT. Total Pola Formwork, Jakarta.

S Wawan, 2015. *Pola Pasang Bekisting Vertical dan Horizontal*, PT. Sinar Powerindo Utama, Jakarta.

PKKI, 2013 *Klasifikasi Kelas Kayu untuk Konstruksi*, BSN Kementrian PUPR, Jakarta.

SN1 - 2847, 2019. *Persyaratan Beton Bertulang Indonesia*, BSN kementrian PUPR, Jakarta.

Setiap pekerjaan konstruksi baik bekisting, besi dan cor tidak lepas dari kesalahan dan kegagalan, penyebabnya adalah kelalaian dalam mengawasi tahapan / proses pekerjaan bekisting, akan tetapi dengan adanya penelitian dan evaluasi menjadikan kegagalan dan kesalahan dalam pekerjaan konstruksi terutama pada pekerjaan bekisting menjadi kecil agar dikemudian hari pekerjaan bekisting semakin baik dan terhindar dari kegagalan berat maupun ringan.

Suranto Ismu, 2022. *Data Umum Proyek Gedung Sekolah St. Yohanes PIK2*. PT. Sinar Powerindo Utama, Jakarta.

S Wawan, 2022. *Metode Pasang dan Metode Bongkar Bekisting Vertikal & Horizontal*. PT. Sinar Powerindo Utama, Jakarta.

Suranto Ismu, 2023 *RPS Rencana Pekerjaan sub Kontraktor Pekerjaan Bekisting*. PT. Sinar Powerindo utama, Jakarta.

Sukarno Fajar, 2023 *Katalog Material Bekisting untuk Bangunan Tinggi*. PT Beton Perkasa Wijaksana, Jakarta