

Redesain Bekisting Kolom Dan Balok Sistem *Knock Down* (Studi Kasus: Untuk Bangunan Satu Sampai Empat Lantai)

Jalaludin¹, Abdul Basid², Dine Agustine³

^{1,2}Teknik Sipil, Universitas Islam Syekh Yusuf Tangerang, Indonesia

³Teknik Kimia, Universitas Islam Syekh Yusuf Tangerang, Indonesia

Email : Jalaludin9182@gmail.com¹, abasid@unis.ac.id², dine@unis.ac.id³

ABSTRACT

Redesain bekisting kolom dan balok sistem *knock down*. Perkembangan teknologi semakin cepat di era sekarang hal ini dapat dilihat dengan diciptakannya berbagai alat bantu, yang dapat memudahkan dalam melakukan pekerjaan, begitu pula dalam konstruksi. Metode penelitian menggunakan metode kuantitatif, dengan data primer berupa hasil survey dan wawancara dengan pihak kontraktor. Penelitian ini selain menggunakan data primer penulis juga menggunakan data sekunder untuk memperkuat data dan acuan penulis dalam menyelesaikan penelitian ini. Berdasarkan hasil penelitian dari redesain bekisting *knock down* tidak hanya dapat digunakan untuk bangunan gedung namun dapat juga digunakan pada bangunan yang lebih kecil, contohnya seperti: rumah tinggal, bangunan ruko dan jenis bangunan lain yang memiliki dimensi kolom tidak lebih dari 40 cm. bekisting redesain ini memiliki bobot yang ringan yaitu sebesar 126 kg pada setiap satu unitnya, bobot ini lebih ringan dibandingkan dengan bekisting *knock down* yang lain.

Redesign of formwork column and beam knock down system technological developments are getting faster in today's era, this can be seen with the creation of various tools, which can make it easier to do work, as well as in construction. The research method uses quantitative methods, with primary data in the form of survey results and interviews with contractors. In addition to using primary data, this study also uses secondary data to strengthen the data and author's reference in completing this research. Based on the research results from the redesign of knock down formwork, it can not only be used for buildings but can also be used in smaller buildings, for example: residential houses, shop houses and other types of buildings that have column dimensions of not more than 40 cm. This redesigned formwork has a light weight of 126 kg in each unit, this weight is lighter than other knock down formwork

Keywords/ Kunci

Kata Kunci : *Redesain bekisting kolom dan balok sistem knock down*

Keyword : *Knock down system column and beam formwork redesign*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi semakin cepat di era sekarang hal ini dapat dilihat dengan diciptakannya berbagai alat bantu, yang dapat memudahkan dalam melakukan pekerjaan, begitu pula dalam konstruksi. Hal ini dapat dilihat semakin banyaknya pembaharuan yang dilakukan untuk meningkatkan kualitas dari suatu proyek konstruksi. Inovasi yang dilakukan bukan hanya pada bagian struktur dan bentuk namun dalam segala aspek pendukung. Salah satu bentuk inovasi teknologi pada proses konstruksi yaitu inovasi alat cetak beton atau biasa kita kenal dengan nama bekisting. Bekisting merupakan alat cetak atau sebuah cetakan yang digunakan untuk mencetak beton cair dan membentuk beton sesuai dengan bentuk yang sudah direncanakan (Stephens, 1985).

Sebuah konstruksi bekisting mesti memenuhi persyaratan yaitu kuat, kaku, dan setabil. Pada umumnya bekisting yang sering digunakan di Indonesia ada 3 (tiga) jenis yaitu bekisting konvensional, semi sistem (*knock down*) dan sistem (PERI).

Redesain bekisting *knock down* atau rancang ulang bekisting *knock down* ini diharapkan bisa memenuhi kebutuhan konstruksi beton, di tengah-tengah perkembangan pembangunan yang begitu cepat pada saat ini. Redesain bekisting ini mempunyai kelebihan dibandingkan dengan bekisting *knock down* yang sudah ada pada saat ini. Tujuan dari redesain bekisting *knock down* ini adalah membuat suatu bekisting *knock down* yang dapat digunakan untuk pengecoran kolom dan balok pada bangunan yang memiliki tinggi tidak lebih dari 4 lantai yang pada umumnya masih menggunakan jenis bekisting konvensional pada saat proses pengecoran.

2. METODE

Fokus Penelitian

Penelitian ini penulis berfokus pada desain bagaimana *knock fdown* hasil redesain dan kelebihan apa saja yang dimiliki oleh bekisting *knock down* hasil redesain. Penulis juga akan membandingkan dari segi kegunaan dan juga pembiayaan secara perhitungan apakah bekisting hasil redesain bisa lebih murah dalam proses pembuatan dan apa saja ke unggulan dan kekurangan yang dimiliki oleh bekisting hasil redesain.

Metode Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini penulis menggunakan metode kualitatif dan kuantitatif, dengan data primer berupa hasil survey dan wawancara dengan pihak kontraktor. Pada penelitian ini selain menggunakan data primer penulis juga menggunakan data sekunder untuk memperkuat data dan acuan penulis dalam menyelesaikan penelitian ini, data sekunder ini didapatkan dari berbagai sumber dari internet sebagai data awal atau pendekatan. Penggunaan kedua tipe data tersebut dimaksudkan untuk meningkatkan tingkat keakuratan dalam analisis nantinya agar dapat dicapai seoptimal mungkin maksud dan tujuan dari penelitian ini.

Rumus Yang digunakan

Dalam Redesain bekisting *knock down* ini diperlukan rumu-rumus yang akan digunakan untuk menghitung kekuatan bekisting kolom dan balok yang akan didesain. Untuk mengetahui apakah bekisting redesain yang akan di rencanakan memenuhi persyaratan. Persyaratan yang dimaksud kekutan, kekakuan dan setabilitas.

Tabel 2

Rumus untuk menghitung panel (acuan) bekisting kolom	
Rumus	Keterangan
$q = 1 \times P \times \text{Jarak subuk} \times \text{BJ beton}$	Menghitung beban q (beban sendiri)
$I = \frac{1}{12} \times \text{Jarak sabuk} \times t^3$	Menghitung inersia
$M = \frac{1}{8} \times q \times L^2$	Menghitung momen
$W = \frac{1}{6} \times \text{Jarak sabuk} \times t^2$	Menghitung tahanan batang
$\sigma \text{ terjadi} = \frac{M}{W}$	Menghitung tegangan lentur
$\delta \text{ terjadi} = \frac{5}{384} \times q \times \frac{L^4}{E \times I}$	Menghitung Lendutan
$\delta \text{ Ijin} = \frac{L}{300}$	Control ijin lendutan

Tabel 3

Rumus untuk menghitung panel (acuan) bekisting kolom	
Rumus	Keterangan
$q = 1 \times P \times \text{Jarak sabuk} \times \text{BJ beton}$	Menghitung beban q (beban sendiri)
$I = \frac{1}{12} \times \text{Jarak sabuk} \times t^3$	Menghitung inersia
$M = \frac{1}{8} \times q \times L^2$	Menghitung momen
$W = \frac{1}{6} \times \text{Jarak sabuk} \times t^2$	Menghitung tahanan batang
$\sigma \text{ terjadi} = \frac{M}{W}$	Menghitung tegangan lentur
$\delta \text{ terjadi} = \frac{5}{384} \times q \times \frac{L^4}{E x I}$	Menghitung Lendutan
$\delta \text{ Ijin} = \frac{L}{300}$	Control ijin lendutan

Tabel 4

Rumus untuk menghitung kekuatan besi tulangan	
$P_{\text{Besi}} = 0.5 \times q_{\text{Besi}} \times \text{Jarak Tulangan}$	Menghitung beban terpusat besi
$q_{\text{Besi}} = \text{BJ besi} \times b_{\text{Besi}} \times h_{\text{Besi}}$	Menghitung beban sendiri tulangan
$I = \frac{1}{12} \times b \times h^3$	Menghitung Inersia
$\delta \text{ terjadi} = \left(\frac{5}{384} \times q \times \frac{L^4}{E x I} \right) + \frac{1}{48} \times p \times \frac{L^3}{E x I}$	Menghitung Lendutan
$\delta \text{ Ijin} = \frac{L}{300}$	Control ijin lendutan

Tabel 5

Rumus untuk menghitung Plat kanal C (untuk balok suri)	
$q_{\text{suri}} = \text{BJ besi} \times b_{\text{Besi}} \times h_{\text{Besi}}$	Menghitung beban sendiri suri
$M = \frac{1}{8} \times q \times L^2$	Menghitung momen merata
$M_{\text{terpusat}} = [0,5 \times ((3 \times P1_{\text{holl}}) + P1_{\text{mult}} + P2_{\text{mult}} + P3_{\text{mult}}) \times 0,5L] - [(P1_{\text{mult}} + P1_{\text{holl}}) \times 0,15]$	Menghitung momen trepusat
$I = \frac{1}{12} \times b \times h^3$	Menghitung Inersia

$W = \frac{1}{6} \times b \text{ suri} \times h^2$	Menghitung tahanan batang
$\sigma \text{ terjadi} = \frac{M \text{ tot}}{W}$	Menghitung tegangan lentur
$\delta \text{ terjadi} = \left(\frac{5}{384} \times q \times \frac{L^4}{E \times I} \right) + \frac{1}{48} \times M \times \frac{L^3}{E \times I}$	Menghitung Lendutan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kekuatan plat acuan yang di hitung seperti pada gambar 4.1. Dikarenakan acuan yang digunakan menggunakan plat lembaran dengan tebal 1.2mm dengan berat jenis 7850 kg dengan modulus elastisitas baja mengacu pada SK SNI T-15-1991-03 adalah sebesar 200.000 MPa dan mempunyai tegangan leleh menurut SNI 03-1729-2002 sebesar 210 MPa dengan tegangan ijin 1400 kg/cm². Pada perhitungan plat acuan ini menggunakan kolom jenis persegi yang memiliki dimensi 40 cm x 40 cm dengan jarak tiang penyangga acuan 14,7 cm.

Berikut ini perhitungan dari pelat acuan kolom:

Dimensi Kolom: 40 x 40

Lebar kolom (b)	= 40 cm
Panjang kolom (p)	= 40 cm
Tinggi kolom (t)	= 200 cm
Tebal plat acuan	= 1,2 mm = 0, 1.2cm
Jarak penyangga acuan	= 6,7 cm
Jarak sabuk kolom	= 50 cm
BJ beton	= 0,0024 kg/cm ³
Tegangan Ijin	= 1400 kg/cm ²

- Menghitung beban q

$$q = 1 \times P \times \text{Jarak sabuk} \times \text{BJ beton}$$

$$= 1 \times 40 \times 50 \times 0,0024$$

$$= 4,8 \text{ kg/cm}$$

- Menghitung inersia

$$I = 1/12 \times \text{Jarak sabuk} \times (\text{t plat})^3$$

$$= 1/12 \times 50 \times (0,12)^3$$

$$= 0,0072 \text{ cm}^4$$

- Menghitung momen

$$M = 1/8 \times q \times L^2$$

$$= 1/8 \times 4,8 \times (14,7)^2$$

$$= 129,6 \text{ kg/cm}$$

- Menghitung W

$$W = 1/6 \times \text{Jarak sabuk} \times (\text{t plat})^2$$

$$= 1/6 \times 50 \times (0,12)^2$$

$$= 0,12 \text{ cm}^3$$

- Menghitung tegangan lentur

$$\sigma_{It \text{ terjadi}} = \frac{M}{W}$$

$$= \frac{129,6}{0,12}$$

$$= 1080 \text{ kg/cm}^2$$

Syarat : $\sigma_{It \text{ terjadi}} \leq \sigma_{It \text{ ijin}}$

$$1080 \text{ kg/cm}^2 < 1400 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{OK}$$

- Menghitung lendutan

$$\delta_{\text{terjadi}} = \frac{5}{384} \times q \times \frac{L^4}{E \times I}$$

$$= \frac{5}{384} \times 4,8 \times \frac{14,7^4}{2000000 \times 0,0072}$$

$$= 0,0034375 \text{ cm}$$

$$\delta_{\text{ijin}} = \frac{L}{300}$$

$$= \frac{14,7}{300}$$

$$= 0,049 \text{ cm}$$

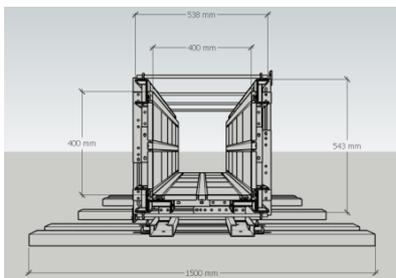
Syarat : $\delta_{\text{terjadi}} \leq \delta_{\text{ijin}}$

$$0,0034375 \text{ cm} < 0,049 \text{ cm} \dots \text{OK}$$

Dari hasil perhitungan diatas plat acuan dengan tebal 1.2 memenuhi syarat dikarenakan tegangan lentur dan lendutan yang dihasilkan tidak melebihi tegangan yang sudah di ijinakan yaitu: tegangan yang dihasilkn 1080 kg/cm² < $\sigma_{It \text{ ijin}}$ 1400 kg/cm² dan lendutan yang terjadi 0,0034375 cm < $\delta_{It \text{ ijin}}$ 0,049 cm

Perhitungan Kekuatan Plat Acuan Balok

Berikut ini perhitungan dari pelat acuan kolom adalah sebagai berikut:



Dumensi Balok 40 x40

Lebar balok (b) = 0.40 m = 40 cm

Tinggi balok (h) = 0.40 m = 40 cm

$$\text{Tebal Plat acuan (t)} = 0,12 \text{ cm} = 0,0012$$

$$\text{Jarak penyangga acuan} = 0,147 \text{ m} = 14,7 \text{ cm}$$

$$\text{Jarak Suri} = 0,50 \text{ m} = 50 \text{ cm}$$

$$\text{Bj beton} = 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{BJ Plat} = 7850 \text{ kg/m}^3$$

▪ Menghitung Beban q

$$\begin{aligned} \text{Beban beton} &= h \times \text{jarak suri} \times \text{BJ beton} \\ &= 0,4 \times 0,5 \times 2400 \\ &= 480 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban Plat acuan} &= t \times \text{jarak suri} \times \text{Bj plat} \\ &= 0,0012 \times 0,5 \times 7850 \\ &= 4,71 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban hidup} &= \text{Beban hidup} \times \text{jarak suri} \\ &= 100 \times 50 \\ &= 50 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q &= 480 + 4,71 + 50 \\ &= 534,71 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

▪ Menghitung Inersia I

$$\begin{aligned} I &= 1/12 \times \text{jarak suri} \times (\text{t plat})^3 \\ &= 1/12 \times 0,5 \times (0,0012)^3 \\ &= 7,083 \times 10^{-11} \text{ m}^4 = \\ &= 0,0072 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

▪ Menghitung W

$$\begin{aligned} W &= 1/6 \times \text{jarak suri} \times (\text{t plat})^2 \\ &= 1/6 \times 0,5 \times (0,0012)^2 \\ &= 1,2 \times 10^{-7} \text{ m}^3 = 0,12 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

▪ Menghitung Momen M

$$\begin{aligned} M &= 1/8 \times q \times L^2 \\ &= 1/8 \times 534,71 \times (0,14,7)^2 \\ &= 1,5039 \text{ kgm} \\ &= 150,39 \text{ kgcm} \end{aligned}$$

▪ Menghitung tegangan lentur

$$\begin{aligned} \sigma_{It \text{ terjadi}} &= \frac{M}{W} \\ &= \frac{150,39}{0,12} \\ &= 1253 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Syarat : } \sigma_{It \text{ terjadi}} \leq \sigma_{It \text{ ijin}}$$

$$1253 \text{ kg/cm}^2 < 1400 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{ OK}$$

▪ Menghitung Lendutan

$$\begin{aligned} \delta_{\text{terjadi}} &= \frac{5}{384} \times q \times \frac{L^4}{E \times I} \\ &= \frac{5}{384} \times 5,3471 \times \frac{14,7^4}{2000000 \times 0,0072} \\ &= 0,0225769 \text{ cm} \end{aligned}$$

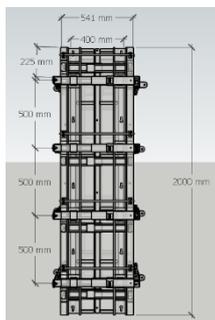
$$\begin{aligned}\delta_{ijin} &= \frac{L}{300} \\ &= \frac{14.7}{300} \\ &= 0,049 \text{ cm}\end{aligned}$$

Syarat : $\sigma_{It \text{ terjadi}} \leq \sigma_{It \text{ ijin}}$

$$0,0225769 \text{ cm} < 0,049 \text{ cm... OK}$$

Dari hasil perhitungan material plat acuan dengan ketebalan 1.2mm memenuhi syarat dalam proses pembuatan bekisting balok dengan ukuran 40 x 40 cm dikarenakan material yang digunakan kuat terhadap syarat lentur dan lendut yaitu: tegangan lentur yang terjadi $1253 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{It \text{ ijin}} 1400 \text{ kg/cm}^2$ dan lendutan yang terjadi $0,0225769 \text{ cm} < \delta_{It \text{ ijin}} 0,049 \text{ cm}$

Perhitungan Kekuatan Kolom



Dimensi kolom 40x40

Lebar kolom (b) = 40 cm

Panjang kolom (p) = 40 cm

Lebar profil (b_p) = 50 mm = 0.05 m

Pajang profil (h_p) = 100 mm = 0.1 m

Bj profil = 7850 kg/m^3

Jarak profil = 24 cm

Jarak sabuk kolom = 50 cm

Beban yang akan diterima oleh profil yaitu beban akibat plat panel dan beban profil itu sendiri.

- Menghitung beban terpusat plat panel

Pada perhitungan sebelumnya telah didapatkan beban plat panel sebesar 4.8kg beban tersebut akan dijadikan beban terpusat yang akan diterima oleh profil.

$$\begin{aligned}P_{\text{panel}} &= 1 \times q_{\text{panel}} \times \text{jarak profil} \\ &= 1 \times 4,8 \times 24 \\ &= 115 \text{ kg}\end{aligned}$$

- Menghitung beban sendiri profil

$$\begin{aligned}q_p &= B_j \text{ profil} \times 0,05 \times 0,1 \\ &= 7850 \times 0,05 \times 0,1 \\ &= 39 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

- Menghitung inersia

$$\begin{aligned}I &= 1/12 \times b_p \times (h_p)^3 \\ &= 1/12 \times 5 \times (10)^3\end{aligned}$$

$$= 416,66 \text{ kgcm}^4$$

➤ Menghitung lendutan

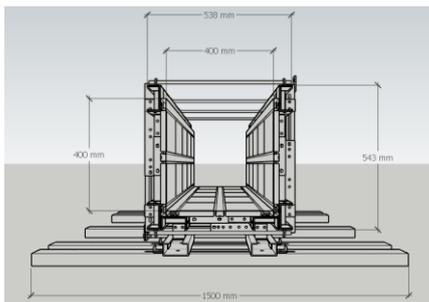
$$\begin{aligned} \delta_{\text{terjadi}} &= \left(\frac{5}{384}\right) \times q \times \left(\frac{L^4}{E \times I}\right) + \left(\frac{1}{48}\right) \times P \times \left(\frac{L^3}{E \times I}\right) \\ &= \left(\frac{5}{384}\right) \times 39 \times \left(\frac{50^4}{2000000 \times 416.66}\right) + \\ &\quad \left(\frac{1}{48}\right) \times 115 \times \left(\frac{50^3}{2000000 \times 416.66}\right) \\ &= 0.00416 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \delta_{\text{ijin}} &= \frac{L}{300} \\ &= \frac{50}{300} \\ &= 0.17 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Syarat :} \quad \sigma_{It} \text{ terjadi} &\leq \sigma_{It} \text{ ijin} \\ 0,00416 \text{ cm} &\leq 0,17 \text{ cm... OK} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas profil yang digunakan untuk menyangga plat panel dengan ukuran 50 x 100 x 1.2 dapat digunakan sebagai bekisting untuk kolom dengan dimensi 40 x 40 cm. dikarenakan material kuat terhadap lendutan yang di ijinakan yaitu: lendutan yang terjadi 0,00416 cm ≤ σIt_{ijin} 0,17 cm

Perhitungan Plat Suri



Dimensi Balok 40 x40

$$\text{Lebar balok (b)} = 40 \text{ cm} = 0,4 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi balok (h)} = 40 \text{ cm} = 0,4 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi suri (b}_{\text{suri}}) = 5 \text{ cm} = 0,05\text{m}$$

$$\text{Lebar suri (h}_{\text{suri}}) = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$$

$$\text{Jarak suri} = 50,04 \text{ cm} = 0,504 \text{ m}$$

$$\text{Jarak profil penyangga} = 24 \text{ cm} = 0,24 \text{ m}$$

$$\text{Panjang Suri} = 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Bj suri} = 7850 \text{ kg}$$

➤ Menghitung beban terpusat plat panel

Pada perhitungan sebelumnya telah didapatkan nilai q pada balok dengan dimensi 40 x 40 sebesar 534.71 kg/m beban tersebut akan dijadikan beban terpusat yang akan diterima profil kanal C. Dikarenakan balok memiliki lebar 0.40 maka banyak profil yang akan di gunakan adalah.

$$\begin{aligned} N \text{ profil kanal} &= \frac{b}{\text{jarak profil kanal}} + 1 \\ &= \frac{0,40}{0,24} + 1 \end{aligned}$$

= 2,6 dibulatkan menjadi 2 buah dikarenakan ditengah sudah ada angkur penyangga

Karena jumlah profil untuk balok ini berjumlah 2 buah maka beban akan di salurkan kepda dua material profil tersebut

$$\begin{aligned} P1_{\text{panel}} &= 0,5 \times q_{\text{panel}} \times \text{jarak profil} \\ &= 0,5 \times 534,71 \times 0,24 \\ &= 64 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P2_{\text{panel}} &= 0,5 \times q_{\text{panel}} \times \text{jarak profil} \\ &= 0,5 \times 534,71 \times 0,24 \\ &= 64 \text{ kg} \end{aligned}$$

➤ Mengitung beban terpusat profil

Berat sendiri profil berdasarkan antara suri kemudian dijadikan beban terpusat agar dapat di ketahui berapa beban yang diterima oleh profil suri tersebut

$$\begin{aligned} P1_{\text{profil}} &= 0,5 \times B_j \text{ profil} \times b_p \times h_p \times \text{jarak suri} \\ &= 0,5 \times 7850 \times 0,04 \times 0,04 \times 0,504 \\ &= 3,165 \text{ kg} \end{aligned}$$

➤ Menghitung berat sendiri suri

$$\begin{aligned} q_{\text{suri}} &= B_j \text{ suri} \times b_{\text{suri}} \times h_{\text{suri}} \\ &= 7850 \times 0,05 \times 0,1 \\ &= 39 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

➤ Menghitung momen

$$\begin{aligned} \text{Momen b merata} &= 1/8 \times q \times L^2 \\ &= 1/8 \times 39 \times (1,5)^2 \\ &= 10,96 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Momen b terpusat} &= [0,5 \times ((3 \times P1_{\text{profil}}) + P1_{\text{panel}} + P2_{\text{panel}}) \times 0,5xL] - [P1_{\text{panel}} + P1_{\text{profil}}] \times 0,15] \\ &= [0,5 \times ((3 \times 3,165) + 64 + 64) \times 0,5 \times 1,5] - [64 + 3,165] \times 0,15] \\ &= 42,43 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Momen total} &= 10,96 + 42,43 = 53,39 \text{ kgm} \\ &= 5339 \text{ kgcm} \end{aligned}$$

➤ Momen inersia = $1/12 \times b_{\text{suri}} \times (h_{\text{suri}})^3$

$$\begin{aligned} &= 1/12 \times 0,05 \times (0,1)^3 \\ &= 4,16 \times 10^{-6} \text{ m}^4 \\ &= 416 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

➤ Menghitung W = $1/6 \times b_{\text{suri}} \times (p_{\text{suri}})^2$

$$= 1/6 \times 0,05 \times (0,1)^2$$

$$= 8,33 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$= 8 \text{ cm}^3$$

➤ Menghitung tegangan lentur

$$\begin{aligned} \sigma_{It \text{ terjadi}} &= \frac{M_{tot}}{W} \\ &= \frac{5339}{8} \\ &= 667,37 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Syarat : } \sigma_{It \text{ terjadi}} \leq \sigma_{It \text{ ijin}}$$

$$667,37 \text{ kg/cm}^2 \leq 1400 \text{ kg/cm}^2 \dots \text{ OK}$$

➤ Menghitung lendutan

$$\begin{aligned} \delta_{\text{terjadi}} &= \left(\frac{5}{384}\right) \times q \times \left(\frac{L^4}{E \times I}\right) + \left(\frac{1}{48}\right) \times M \times \left(\frac{L^3}{E \times I}\right) \\ &= \left(\frac{5}{384}\right) \times 0.39 \times \left(\frac{150^4}{2000000 \times 416}\right) + \left(\frac{1}{12}\right) \times 5339 \times \left(\frac{150^2}{2000000 \times 416}\right) \\ &= 0,321022 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \delta_{\text{ijin}} &= \frac{L}{300} \\ &= \frac{150}{300} \\ &= 0,5 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\text{Syarat : } \delta_{\text{terjadi}} \leq \delta_{\text{ijin}}$$

$$0,321022 \text{ cm} \leq 0,4 \text{ cm} \dots \text{ OK}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas plat suri yang berbentuk kanal dengan diameter 50 x100 x 4mm memenuhi syarat dalam memikul beban yang akan diterima kuat terhadap syarat lentur dan syarat lendutan yang di ijin kan yaitu: tegangan lentur yang terjadi $667,37 \text{ kg/cm}^2 \leq \sigma_{It \text{ ijin}} 1400 \text{ kg/cm}^2$ dan lendutan tang terjadi $0,321022 \text{ cm} \leq \delta_{It \text{ ijin}} 0,5 \text{ cm}$

Analisa Kebutuhan Material

Analisa kebutuhan material dalam pembuatan bekisting redisain ini akan menggunakan bahan material SPHC adalah material baja komersil yang berebntuk lembaran karbon *steel* (baja karbon) yang memiliki pisik warna gelap atau hitam yang memilki standar JIS G 3131. (JIS G 3131 adalah satandat jepang untuk baja ringan atau baja karbon).

Pada pembuatan bekisting ini plat baja SPHC yng diguankan mempunyai ketebaln 1.2 sampai 10 mm. berikut ini kebutuhan material yang akan digunakan

Tabel 5

NO	Material	Kebutuhan
1	Plat 1.2 mm	10 lembar
2	Plat 2 mm	1,5 lembar
3	Plat 3 mm	1/2 lembar
4	Plat 5 mm	1/4 lembar

5	Plat 10 mm	50 cm x 50 cm
6	Baut M10 x 30	40 pcs
7	Baut M10 x 70	64 pcs
8	Baut M6 x 75	16 pcs
9	Baut M12 x 80	8 pcs
10	Baut M12 x 30	8 pcs
11	As drat baja M12	4.8 m
12	Manet 10 x 5 x2mm	200 pcs
13	Hollow 60 x 40 x 3mm	2 batang
14	Hollow 60 x 40 x 2mm	1 batang

Analisa Biaya Pembuatan

Analisa biaya pembuatan ini mencakup biaya bahan yang akan di gunakan di tambah biaya finishing dan jasa. Informasi harga didapatkan dari berbagai sumber baik dari internet, toko online maupun tinjauan langsung pada bulan juli 2022.

Tabel 6

NO	Material	Kebutuhan	Rupiah/pcs	Total
1	Plat 1.2 mm	10 lembar	548.000	5.480.000
2	Plat 2 mm	1.5 lembar	803.000	1.204.500
3	Plat 3 mm	1/2 lembar	1.197.000	598.000
4	Plat 4 mm	1 Lembar	1.589.000	1.589.000
5	Plat 5 mm	1/4 lembar	2.088.000	522.000
6	Plat 10 mm	50 cm x 50 cm	700.000	700.000
7	Baut M10 x 30	40 pcs	1313	52.520
8	Baut M10 x 70	64 pcs	1500	96.000
9	Baut M6 x 75	16 pcs	1700	27.200
10	Baut M12 x 80	8 pcs	3000	24.000
11	Baut M12 x 30	8 pcs	1698	13.584
12	As drat baja M12	4.8 m	33.500	167.500
13	Manet 10 x 5 x2mm	200 pcs	680	136.000
14	Hollow 60 x 40 x 3mm	2 batang	273.000	546.000

15	Hollow 60 x 40 x 2mm	1 batang	365.000	365.000
			Total:	11.491.000
				0

Biaya material kemudian ditambah dengan biaya jasa potong dan jasa bending kemudian ditambah keuntungan dan keuntungan maka dapat disimpulkan untuk harga dari bekisting hasil redesain untuk kolom dan balok ukuran 40 x 40 cm sampai 20 x 20 cm dan push pull di setiap sisinya adalah = material 11.491.000 + jasa 950.000 (bending dan potong) + keuntungan 15% 1.866.000 = 14.307.000 jadi harga bekisting hasil redesain + push pull 4 pcs adalah 14.307.000

Kelebihan Dan Kekurangan Bekisting Redesain

Adapun kelebihan dan kekurangan pada bekisting redesain ini adalah:

- Kelebihan
 - Mempunyai ukuran yang cukup banyak dari 20 x 20 hingga 40 cm x 40cm
 - Dapat digunakan untuk bekisting balok dan kolom
 - Kuat dan dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama
- Kekurangan
- Memerlukan pelatihan untuk dapat merakit bekisting dikerenkan part yang akan dirakit cukup banyak
- Harga bekisting yang cukup mahal
- Memiliki dimensi kolom dan balok yang kecil yaitu maksimal 40 cm x 40 cm

4. SIMPULAN

esimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dari redesain bekisting ini peneliti menyimpulkan bahwa bekisting *knock down* tidak hanya dapat digunakan untuk bangunan gedung namun dapat juga digunakan pada bangunan yang lebih kecil, contohnya seperti: rumah tinggal, bangunan ruko dan jenis bangunan lain yang memiliki dimensi kolom tidak lebih dari 40 cm. bekisting redesain ini memiliki bobot yang ringan yaitu sebesar 126 kg pada setiap satu unitnya, bobot ini lebih ringan dibandingkan dengan bekisting *knock down* yang lain. Bekisting redesain juga mempunyai ukuran yang dapat dirubah mulai dari 20 cm sampai dengan 40 cm, selain itu juga bekisting redesain ini selain dapat digunakan untuk dua jenis pengecoran yaitu: kolom dan balok. Namun bekisting ini masih dalam tahap desain belum pernah digunakan secara langsung dalam suatu proyek.

Saran

Berdasarkan kesimpulan dari hasil penelitian dari bekisting redesain *knock down* yang telah disampaikan diatas, agar dapat berfungsi sesuai dengan apa yang sudah di desain dan rencanakan maka perlu ada penelitian lebih lanjut agar desain ini bisa lebih efektif dan perlu dibuat sample agar dapat diketahui efisien atau tidak dari desain bekisting ini dalam suatu proyek, dari hasil tersebut dapat diperoleh data-data yang dapat digunakan sebagai bahan pengembangan bekisting ini kedepannya, agar bekisting ini dapat lebih efisien dalam penggunaan dan bisa lebih ekonomis.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Araby, M. Zardan, Samsul Rizal, Mochammad Afifuddin, Abdullah Abdullah, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala, and Banda Aceh. 2021. "ANALISIS PERLAKUAN JOINT BALOK KOLOM TERHADAP BEBAN SIKLIK DENGAN PENAMBAHAN SENGGANG PADA JOINT SESUAI SK SNI T-15-1991-03." 4(2):49-59.
- [2] Badan Standarisasi Nasional Indonesia. 2013. "SNI 2847:2013, Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung." Bandung: Badan StandardisaBadan Standar Nasional Indonesia. (2013). SNI

- 2847:2013, *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Bandung: Badan Standardisasi Indonesia, 1–265. Si Indonesia 1–265.
- [3] Baut Sambungan 2014 "Sambungan Baut." BPSDM. 2005. "TUKANG BEKISTING DAN PERANCAH Pelatihan Tukang
- [4] Bekisting Dan." Devie Ariyanti, Zhagita. 2018. *Perencanaan Metode Pelaksanaan Pekerjaan Bekisting Pada Proyek Hotel Lifestyle Surabaya*.
- [5] Direktorat Jenderal Bina Marga. 2018. "Spesifikasi Umum 2018." *Edaran Dirjen Bina Marga Nomor 02/SE/Db/2018* (September):6.1-6.104.
- [6] Heinz Frick Moediartianto. 2016. "Ilmu Konstruksi Kayu." *Yogyakarta* Edisi Pert:6–29.
- [7] Surya Pratama, Hario, Rosaria Kristy Anggraeni, Arif Hidayat, and Riqi Radian Khasani. 2017. "ANALISA PERBANDINGAN PENGGUNAAN BEKISTING KONVENSIONAL, SEMI SISTEM, DAN SISTEM (PERI) PADA KOLOM GEDUNG BERTINGKAT." *Jurnal Karya Teknik Sipil* 6(1):303–13.
- [9] Wigbout, F. Ing. 1992. *Buku Pedoman tentang Bekisting*
<https://www.tokopedia.com>