

EVALUASI PENGGUNAAN RANGKA BAJA *HOLLOW* SEBAGAI SISTEM PENYANGGA BEKISTING PLAT LANTAI PADA PROYEK X

Angga Wijaya¹ dan Hendy Wijaya²

¹Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta
anggawijaya481@gmail.com

²Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta
hendyw@ft.untar.ac.id

Masuk: 07-10-2023, revisi: 19-11-2023, diterima untuk diterbitkan: 30-11-2023

ABSTRACT

In the construction industry, the protection of formwork is a crucial aspect in designing and constructing sturdy and safe structures. Therefore, the success of an effective and efficient formwork support system plays a crucial role in ensuring the safety of the structure. One solution implemented in this industry is the use of hollow steel (square-shaped pipes) as a formwork support system for floor plates. This study presents the results of the analysis of hollow steel used in construction, particularly in buildings. The research aims to determine the ability of hollow steel in supporting the load of floor formwork. Data collection methods involve observation, interviews, and testing using a structural analysis program to determine the strength of hollow steel in supporting the load of floor formwork. The research results indicate that the hollow steel frame has a deflection of 0.0641 m, where the deflection is still below the maximum allowable limit. The hollow steel frame produces balanced lateral forces and moment forces, making it safe for use. However, the strength ratio of the steel frame does not meet the requirements due to a strength ratio greater than 1. Therefore, additional support is needed in the middle of the floor plate.

Keywords: hollow steel; structural analysis; formwork; floor plate; building construction

ABSTRAK

Dalam industri konstruksi, perlindungan terhadap bekisting merupakan aspek yang sangat krusial dalam merancang dan membangun struktur yang kokoh dan aman. Oleh karena itu, keberhasilan sistem penyangga bekisting yang efektif dan efisien memiliki peran yang sangat penting dalam memastikan keselamatan struktur. Salah satu solusi yang telah diimplementasikan di dalam industri ini adalah penerapan baja *hollow* (pipa berbentuk kotak) sebagai sistem penyangga bekisting plat lantai. Studi ini menyajikan hasil analisis baja *hollow* yang digunakan dalam konstruksi khususnya pada bangunan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan baja *hollow* dalam menahan beban bekisting plat lantai. Metode pengumpulan data dilakukan dengan melakukan pengamatan dan melakukan wawancara, serta untuk metode pengujian dilakukan dengan menggunakan salah satu program analisis struktur untuk menentukan kekuatan baja *hollow* dalam menahan beban bekisting plat lantai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rangka baja *hollow* memiliki lendutan sebesar 0,0641 m dimana besar lendutan yang terjadi masih di bawah batas maksimum lendutan yang diperbolehkan dan rangka baja *hollow* menghasilkan gaya dalam lintang dan gaya dalam momen yang seimbang, sehingga rangka *hollow* aman untuk digunakan. Namun rasio kekuatan dari rangka baja belum memenuhi persyaratan karena terdapat rasio kekuatan yang lebih besar dari pada 1, maka diperlukan penyangga tambahan pada bagian tengah plat lantai.

Kata Kunci: baja *hollow*; analisis struktural; bekisting; plat lantai; konstruksi bangunan

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dalam industri konstruksi, perlindungan terhadap bekisting merupakan aspek yang sangat krusial dalam merancang dan membangun struktur yang kokoh dan aman. Oleh karena itu, keberhasilan sistem penyangga bekisting yang efektif dan efisien memiliki peran yang sangat vital dalam memastikan keselamatan struktur.

Salah satu solusi yang telah diimplementasikan di dalam industri ini adalah penerapan baja *hollow* (pipa berbentuk kotak) sebagai sistem penyangga bekisting. *Hollow* berpotensi sebagai alternatif terhadap material penyangga bekisting, menggantikan material kayu yang saat ini lebih umum digunakan dalam pembangunan, mengingat masih terdapat pekerja yang menggunakan kayu sebagai penyangga bekisting. Bentuk kotak yang khas dari *hollow* memiliki

kelebihan dalam memberikan daya tahan yang kuat terhadap beban bekisting, sekaligus tetap memberikan fleksibilitas dalam desain serta pemasangan.

Namun, dalam penerapan baja *hollow* sebagai sistem penyangga bekisting, banyak pertimbangan yang harus diperhatikan. Faktor-faktor ini termasuk karakteristik material yang membentuk *hollow*, teknik pemasangan yang diterapkan, interaksi dengan struktur utama, kemampuan untuk meredam getaran, dan dampak terhadap keselamatan serta integritas keseluruhan struktur. Karena itu, kajian yang lebih mendalam mengenai penerapan *hollow* sebagai sistem penahan bekisting dalam proyek konstruksi tetap menjadi kebutuhan yang signifikan dalam usaha untuk meningkatkan perlindungan terhadap beban bekisting plat.

Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang menjadi dasar studi ini yaitu: Apakah baja *hollow* mampu menahan beban bekisting plat lantai?

Tujuan

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan baja *hollow* dalam menahan beban bekisting plat lantai.

Manfaat Penelitian

Memberikan pengetahuan kepada masyarakat industri konstruksi terkait pemanfaatan material baja *hollow* sebagai material penyangga bekisting plat lantai.

Landasan Teori

Hollow merupakan jenis profil logam yang memberikan fleksibilitas besar, terdiri dari rasio kekuatan terhadap berat yang sangat baik, memberikan efisiensi, dan terjangkau. *Hollow* memiliki desain yang ringan, mudah digunakan dan dirawat, ekonomis, dan lain-lain. Dari sudut pandang kekuatan, *hollow* dapat menangani tekanan dan merupakan solusi ideal untuk menahan beban struktural (Khanna, 2022). Dalam penelitian ini baja *hollow* digunakan sebagai sistem penyangga bekisting.

Untuk mengoptimalkan penggunaan baja *hollow* sebagai sistem penyangga bekisting diperlukan penopang ketinggian berupa *scaffolding* sebagai tumpuan baja *hollow*, karena bentuknya yang memudahkan dan penggunaan sistem *jack* yang dapat diatur ketinggiannya. Bagian utama dari sistem penyangga *scaffolding* terdiri dari rangka (*main frame*) dengan variasi bentuk dan dimensi, diagonal *bracing* atau *cross brace*, *jack base*, *U-heads* dan *join pin* (Ervianto, 2006).

Baja *hollow* dapat terpasang dengan cepat dan mudah karena memiliki sifat praktis. Pemasangan baja *hollow* sebagai rangka penyangga pada bekisting plat tidak memerlukan tingkat keahlian yang tinggi. Selain itu, bahan ini juga memiliki ketahanan terhadap rayap, dan binatang pengerat. Bahan baja *hollow* terbuat dari material yang kuat dan kokoh, memungkinkan penggunaannya dalam jangka waktu yang lama. Karena itu, baja *hollow* memiliki daya tahan dan umur pakai yang lebih lama jika dibandingkan dengan kayu, yang sering digunakan sebagai material penyangga bekisting plat. Sementara untuk *hollow* yang digunakan di proyek X adalah *hollow* jenis galvanis dengan ukuran 5×5×2,4 mm serta menggunakan mutu BJ 41. Contoh baja *hollow* galvanis seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. *Hollow* galvanis

Jenis *hollow* galvanis terdapat lapisan *finishing* yang mengandung *zinc coating* 97%. Tidak hanya mengandung *zinc coating*, jenis ini juga mengandung sekitar 3% aluminium dan beberapa bahan lainnya. Selain ini penggunaan *hollow* galvanis biasanya banyak dimanfaatkan untuk pembuatan pagar, kanopi, dan beberapa hasil bangunan lainnya. Namun, jika ingin mendapatkan hasil yang lebih optimal maka sebelum menggunakan jenis *hollow* satu ini terlebih

dahulu dilapisi dengan zat *coating* agar nantinya tidak mudah berkarat (Michael, 2022). Hal ini dapat membuat *hollow* jenis ini dapat bertahan dalam jangka waktu yang lebih lama serta tahan terhadap kondisi cuaca.

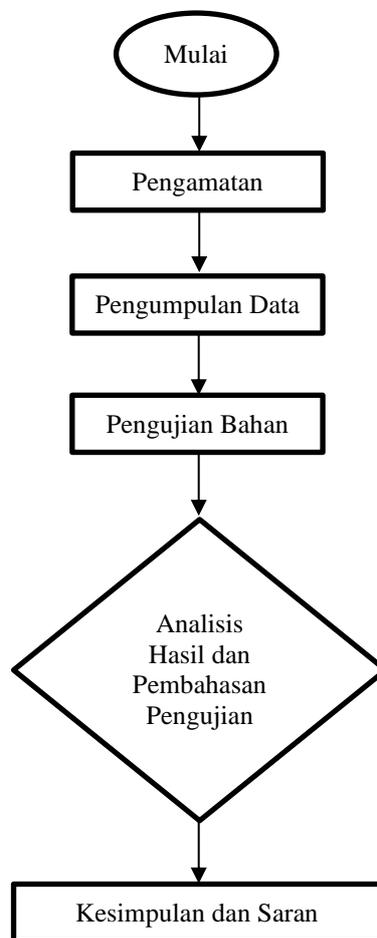
Secara sederhana, kekerasan baja bisa diukur dari seberapa baiknya bahan tersebut tahan terhadap perubahan bentuk ketika diberi tekanan. Bagi mereka yang berurusan dengan pengujian bahan, kekerasan sering dianggap sebagai indikator seberapa kuat bahan itu tahan terhadap beban dan tekanan. (Dieter, 1961).

Perhitungan secara analisis juga dilakukan dengan menggunakan acuan SNI 03-1729-2002 (BSN, 2002). untuk mengetahui batas lendutan maksimum, lendutan dapat dikatakan aman jika tidak melebihi batas lendutan maksimumnya.

Suatu struktur dianggap telah memenuhi persyaratan kekuatan jika nilai R (*capacity ratio*) < 1 atau paling tidak R (*capacity ratio*) $= 1$. Sedangkan jika R (*capacity ratio*) > 1 dapat dianggap suatu struktur tidak memenuhi syarat perencanaan (Dewobroto, 2014).

2. METODE PENELITIAN

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini :



Gambar 2. Diagram alir penelitian

Pengamatan

Pengamatan adalah suatu metode pengumpulan data yang penting dalam penelitian. Dalam penelitian ini, pengamatan dilakukan secara langsung di lokasi proyek untuk mengumpulkan informasi mengenai proses pemasangan, keadaan, atau kejadian yang terkait dengan objek penelitian, atau kejadian-kejadian tertentu.

Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dilakukan dengan cara mengamati proses di proyek dan mencari *literature*, yaitu mengumpulkan data-data dari internet, buku referensi, melakukan wawancara dan mempelajari jurnal-jurnal yang relevan atau terkait dengan topik penelitian.

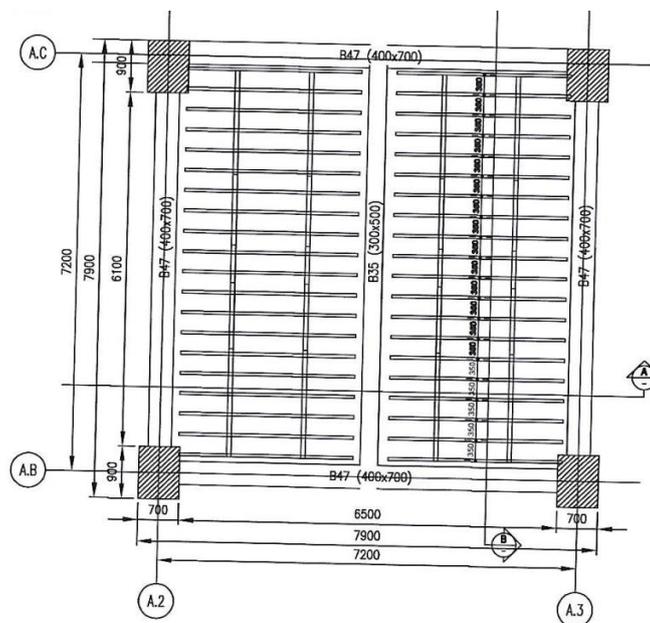
1. Studi Pustaka, ditahap ini penulis mengumpulkan data-data dari buku atau jurnal, internet dan acuan atau *literature* yang penulis gunakan dalam melengkapi penelitian.
2. *Interview* (wawancara), metode wawancara ini dilaksanakan dengan melakukan *interview* secara langsung kepada para pihak yang terlibat dalam proses pembangunan di proyek X.
3. Bantuan alat seperti kamera untuk mengambil gambar proses pekerjaan dan alat tulis yang berguna untuk mendapatkan data-data serta informasi mengenai proyek pembangunan.

Pengujian Bahan

Pengujian bahan dimulai dengan memasukkan data yang diperoleh ke dalam program analisis struktur, selanjutnya membuat dimensi untuk *hollow* yang digunakan kemudian memodelkan susunan baja *hollow* lalu menentukan beban sesuai dengan kondisi dan data yang didapat pada proyek X. Setelah beban sudah ditentukan langkah selanjutnya adalah menganalisis gaya-gaya dalam dan lendutan yang terjadi terhadap *hollow*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, didapat rancangan *hollow* yang digunakan pada proyek X sesuai dengan Gambar 3. Berdasarkan Gambar 3 *hollow* diterapkan secara horizontal dan dengan jarak yang konsisten yaitu 0,35m, namun setelah dilakukan pemeriksaan di lapangan terdapat sedikit perbedaan seperti pada Gambar 4.



Gambar 3. Rancangan *hollow*



Gambar 4. Penerapan di lapangan

Pada Gambar 4 diperlihatkan bahwa *hollow* dipasang dalam arah tegak lurus dari arah rancangan awal namun dengan susunan dan jarak yang lebih rapat. Karna terjadi perbedaan antara penerapan di lapangan dengan rencana gambar, maka perlu dilakukan analisis kembali dengan susunan *hollow* sesuai dengan susunan sesuai dengan penerapan di lapangan namun dengan jarak yang konsisten yaitu 0,18 meter.

Proses Pengujian

Langkah pertama proses pengujian yaitu dengan memasukan data-data yang sudah diperoleh pada proyek X ke dalam program dengan data sebagai berikut:

Dimensi plat = 7,2 meter × 3,6 meter × 0,15 meter dengan ketinggian antar lantai 6 meter.

Dimensi *hollow* = 0,05 meter × 0,05 meter dengan tebal 0,0024 meter. Dan dipasang dengan jarak antar baja *hollow* 0,18 meter

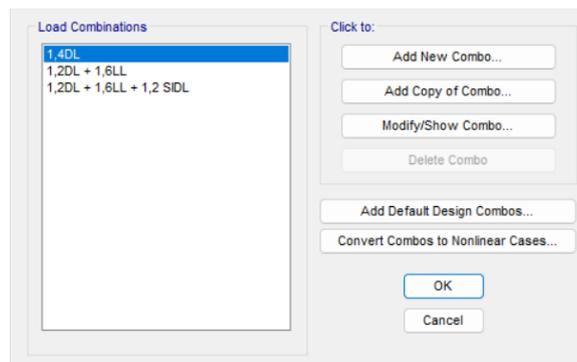
Dimensi *double cannal* = tinggi kaki 0,05 meter, lebar 0,1 meter dan ketebalan 0,003 meter. Dipasang dengan jarak 1,8 meter.

Multipleks dengan tebal 12 mm dengan berat 17,49 kg dan berat perluasannya sebesar 5,8754 kg/m²

Dengan mutu baja yang digunakan adalah BJ41.

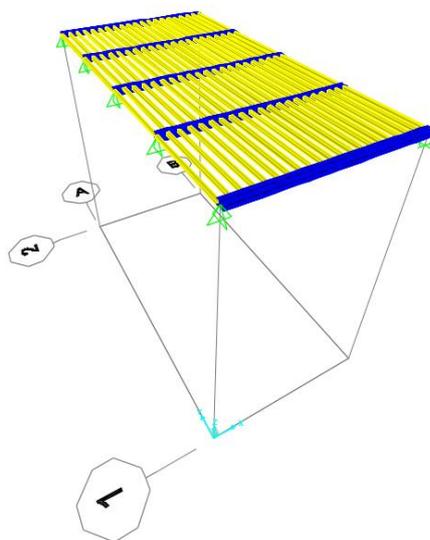
Serta mutu beton yang digunakan adalah fc 30.

Selanjutnya memasukkan data kombinasi beban yang ada seperti pada Gambar 5.



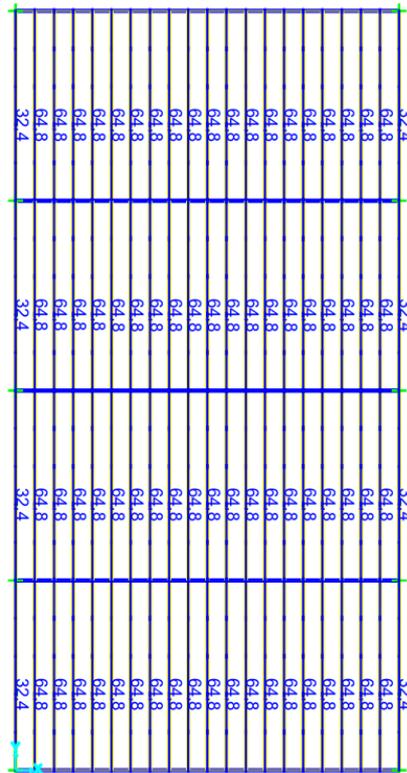
Gambar 5. Kombinasi beban

Dengan asumsi *live load* sebesar 100 kg/m² sementara untuk *super dead load* sebesar 365,8754 kg/m² didapat dari tebal plat lantai sebesar 0,15 meter dikali kan dengan berat jenis dari beton yaitu sebesar 2400 kg/m³ dan ditambahkan dengan berat multipleks sebesar 5,8754 kg/m²



Gambar 6. Rangka *hollow* dan suri-suri serta tumpuan sendi dan rol

Setelah melakukan pemodelan sesuai dengan data yang ada seperti pada Gambar 6, langkah berikutnya adalah memasukkan beban merata ke dalam *frame* dalam hal ini adalah baja *hollow* seperti ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Beban merata pada *section frame*

Setelah didapat beban merata untuk setiap *section hollow* seperti pada Gambar 7 selanjutnya adalah menganalisis lendutan, gaya dalam lintang dan gaya dalam momen yang terjadi.



Gambar 8. Lendutan yang terjadi

Setelah dilakukan analisis, terjadi lendutan seperti pada Gambar 8 dengan Besar lendutan yang terjadi sebesar 0,0641 m. Perhitungan secara analisis juga dilakukan dengan menggunakan acuan pada Tabel 1 maka dapat ditentukan apakah lendutan yang terjadi aman atau tidak dengan cara sebagai berikut:

Diketahui panjang bentang 1800 mm, maka

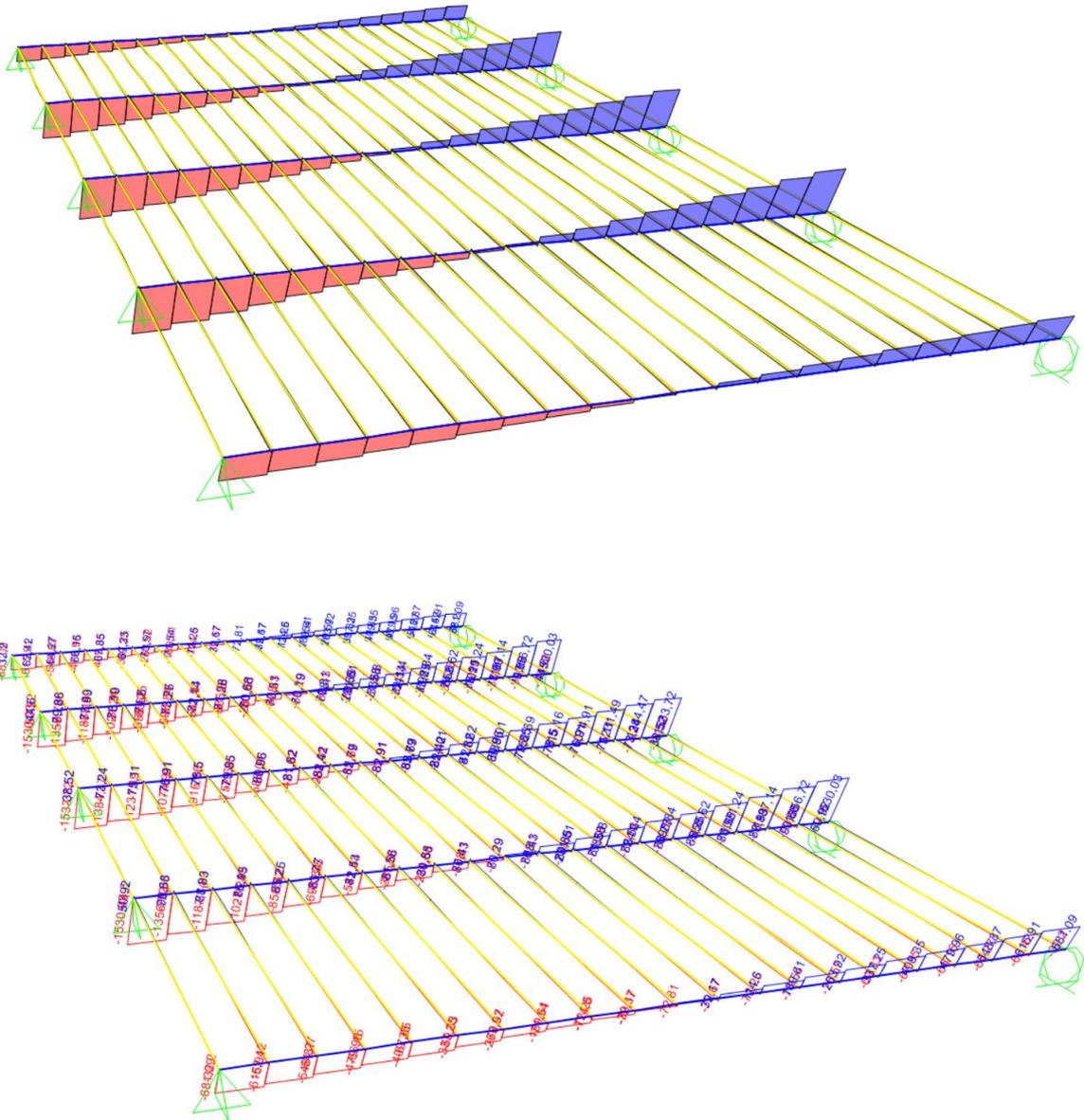
$$\text{Batas lendutan maksimum} = \frac{1800}{240} = 75 \text{ mm}$$

30 mm merupakan batas maksimum lendutan yang terjadi, karna lendutan yang terjadi pada baja *hollow* sebesar 0,0641 meter atau 64 mm maka rangka *hollow* aman untuk diterapkan.

Tabel 1. Batas lendutan maksimum (SNI 03-1729-2002)

Komponen struktur dengan beban tidak terfaktor	Beban tetap	Beban sementara
Balok pemikul dinding atau finishing yang getas	L/360	-
Balok biasa	L/240	-
Kolom dengan analisis orde pertama saja	h/500	h/200
Kolom dengan analisis orde kedua	h/300	h/200

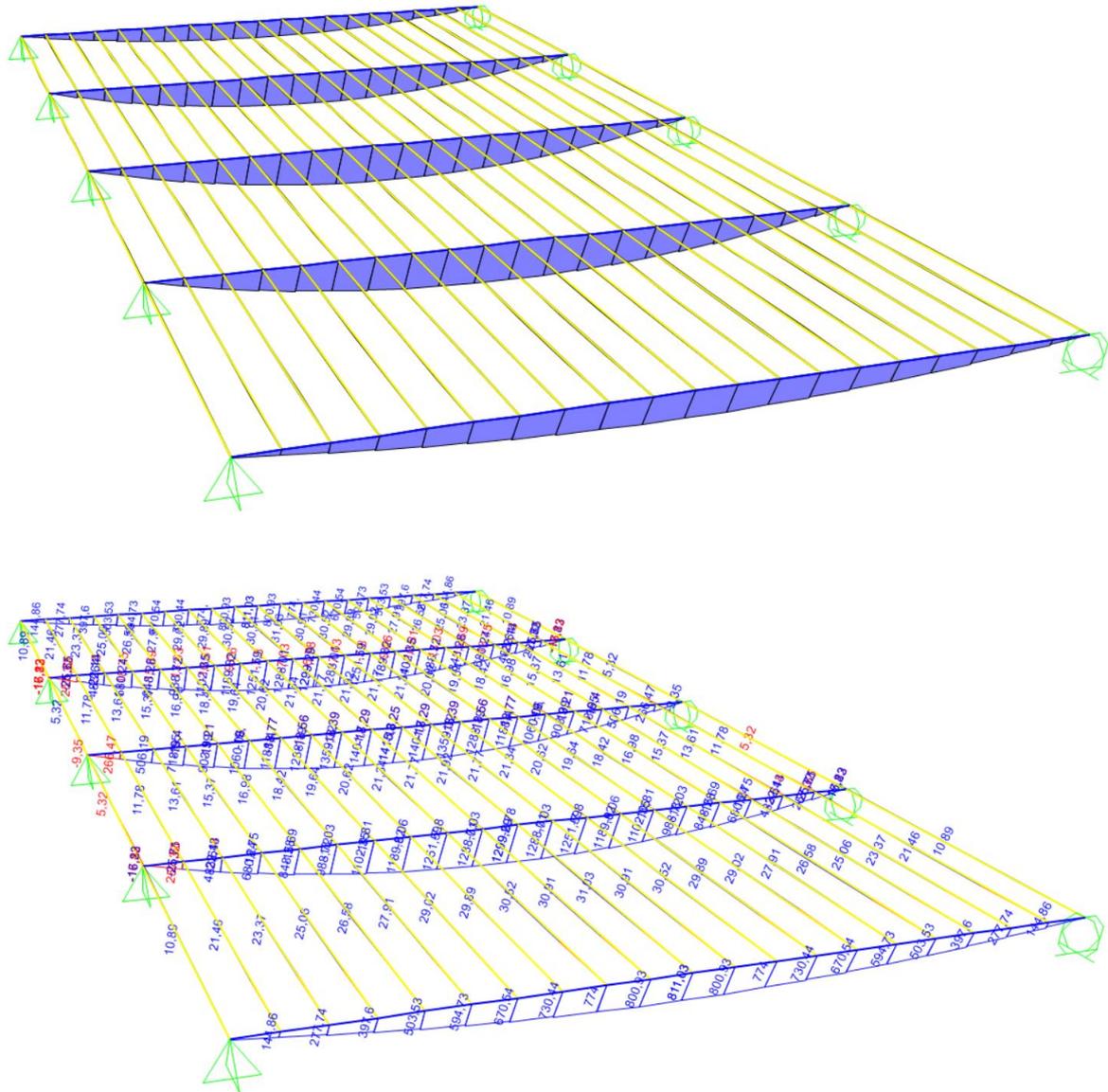
Untuk mengetahui gaya lintang dan nilai maksimumnya dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Gaya lintang satuan kgf

Berdasarkan Gambar 9 diketahui besar gaya lintang maksimum yang diperoleh sebesar 1533,72 kgf atau 15,0407 kN dan gaya yang dihasilkan sudah seimbang, maka rangka *hollow* aman untuk digunakan jika melihat dari gaya lintang yang terjadi.

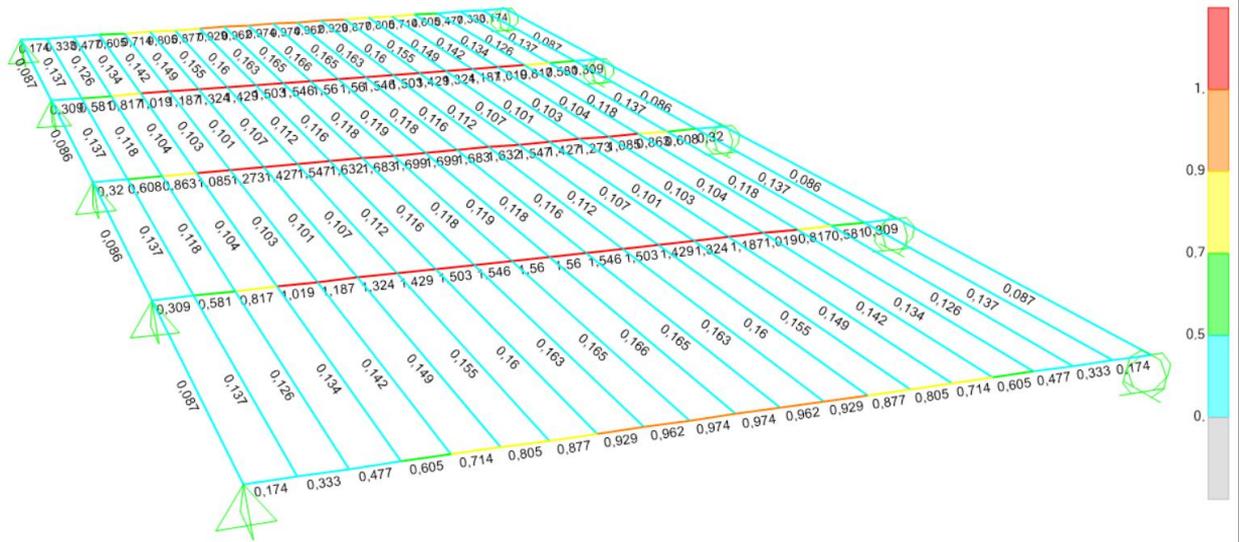
Sementara, untuk mengetahui gaya dalam momen dan nilai maksimumnya dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Gaya dalam momen satuan kgf-m

Berdasarkan Gambar 10 dapat diketahui besar gaya dalam momen maksimum sebesar 31,03 kgf-m atau 0,3043 kNm dan momen gaya resultan yang dihasilkan sudah seimbang, maka rangka *hollow* aman untuk digunakan jika melihat dari gaya dalam momen yang terjadi.

Selanjutnya menentukan apakah *frame* mampu menahan beban dengan menentukan kapasitas rasio dari *frame* seperti pada Gambar 11.



Gambar 11. Rasio kekuatan *frame*

Berdasarkan Gambar 11 terdapat rasio maksimum kekuatan *hollow* sebesar 1,699, karena rasio kekuatan *hollow* lebih besar dari pada 1 maka *hollow* tidak dapat memenuhi persyaratan dan tidak aman untuk diterapkan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan baja *hollow* jenis galvanis dengan ukuran 0,05 meter \times 0,05 meter dengan tebal 0,0024 meter dapat digunakan sebagai penyangga beban bekisting plat lantai. Namun, untuk plat dengan dimensi 7,2 meter \times 3,6 meter, dikarenakan *frame* memiliki rasio kekuatan maksimum sebesar 1,699 sehingga lebih besar dari pada 1 seperti pada Gambar 11, maka diperlukan penyangga tambahan sepanjang 7,2 meter untuk menopang beban di pusat *slab*. Hal ini akan mengurangi potensi terjadinya lendutan yang lebih besar.

Saran untuk penelitian lebih lanjut, diperlukan studi terhadap jarak antar *hollow* agar diperoleh konfigurasi yang lebih optimal dan efisien, perlu dilakukan studi terhadap dimensi profil baja *hollow* yang akan digunakan sehingga diperoleh desain penyangga bekisting yang lebih optimal serta perlu dilakukan pengujian dalam konteks lingkungan ekstrem untuk memahami dampaknya pada ketahanan korosi dan umur pakai *hollow* baja.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (2002). SNI 03-1729-2002. Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Gedung. Jakarta
- Dieter, G. E. (1998). *Mechanical Metallurgi*. Mc Graw Hill.
- Ervianto, W. I. (2006). *Eksplorasi Teknologi Dalam Proyek Konstruksi (Beton Pracetak & Bekisting)*. Andi Offset.
- Khanna, S. (2022, March 1). *The importance of Hollow Steel Structures in modern construction*. Medium.
<https://medium.com/@sejalbtrakhanna/the-importance-of-hollow-steel-structures-in-modern-construction-fba041971499>
- Wijaya, J. M. (2022). *Analisis Kekuatan Mekanis Besi Hollow Baja Ringan C-4130= APL C-4130 Mild Steel Hollow Strength Mechanical Analysis* [Skripsi Sarjana, Universitas Hasanuddin].
- Dewobroto, W. (2014, February 21). *Capacity Ratio lebih dari 1, boleh pak?*
<https://wiryanto.blog/2014/02/21/capacity-ratio-lebih-dari-1-boleh-pak/>

