

ANALISIS PERUBAHAN LEBAR EMBOSS TERHADAP KEKUATAN GESER DI BADAN LIGHT LIP CHANNEL MENGGUNAKAN MIDAS FEA

Davin Siva¹, Sunarjo Leman², dan Arif Sandjaya³

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

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

³Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No. 1, Jakarta, Indonesia
arifs@ft.untar.ac.id

Masuk: 15-01-2023, revisi: 15-02-2023, diterima untuk diterbitkan: 16-02-2023

ABSTRACT

Cold Formed Steel (CFS) is often found in the world of construction. Because it uses a thin body, the construction weight is lighter, easy to form, and so on. However, the thin thickness of mild steel makes it susceptible to buckling on the walls. Therefore, many companies want to increase their strength by innovating the shape and model of CFS. Thus, embossing is made which can increase the strength of CFS in holding loads. This research discusses the effect of embossing width on the shear strength in the CFS body using finite element method with the help of MIDAS FEA application. The profile used in this research is a canal profile with a size 75 mm x 35 mm x 5 mm x 0,95 mm with a length of 500 mm. The models that used are plain model, model with stiffener, and models with embossing width variation of 2 mm to 10 mm with a spacing of 25 mm between embosses. The placement used is joints with a concentrated load that is given perpendicularly. The results of the analysis are the greater the width of the emboss, the smaller the shear strength obtained.

Keywords: cold formed steel; shear strength; emboss; finite element method; MIDAS FEA

ABSTRAK

Cold Formed Steel (CFS) sering kali ditemukan dalam dunia pembangunan konstruksi. Dikarenakan menggunakan badan tipis maka berat konstruksi lebih ringan, mudah dibentuk, dan lain-lain. Namun, ketebalan baja ringan yang tipis mengakibatkan rentan terhadap tekuk pada bagian dindingnya. Maka dari itu, banyak perusahaan yang ingin menambahkan kekuatannya dengan menginovasi bentuk dan model dari CFS. Sehingga, dibuatnya emboss yang dapat meningkatkan kekuatan baja ringan dalam menahan beban. Penelitian ini membahas tentang pengaruh lebar emboss terhadap kuat geser di badan baja ringan dengan menggunakan metode elemen hingga melalui bantuan aplikasi MIDAS FEA. Profil yang digunakan pada penelitian ini yaitu profil kanal dengan ukuran 75 mm x 35 mm x 5 mm x 0,95 mm dengan panjang 500 mm. Model yang digunakan yaitu model polos, model dengan stiffener, dan model dengan variasi lebar emboss sebesar 2 mm hingga 10 mm dengan jarak antar emboss sebesar 25 mm. Perletakan yang digunakan yaitu sendi-sendi dengan beban terpusat yang diberikan secara tegak lurus. Hasil analisis yang didapatkan yaitu semakin besar lebar emboss maka kekuatan geser yang didapatkan akan semakin kecil.

Kata kunci: cold formed steel; kuat geser; emboss; metode elemen hingga; MIDAS FEA

1. PENDAHULUAN

Proyek konstruksi menggunakan berbagai jenis material seperti kayu, beton, dan baja. Secara umum, baja terdiri dari 2 tipe berdasarkan cara pembuatannya yaitu *Hot Rolled Steel* (HRC) dan *Cold-Formed Steel* (CFS) (Degarmo et al., 2003).

CFS atau yang biasa disebut dengan baja canai dingin adalah baja yang memiliki rasio dimensi lebar terhadap tebal pada setiap elemen profil sangat besar. CFS dibentuk melalui proses tekuk atau ditekan di cetakan tertentu pada suhu ruang. Bahan yang digunakan sebagai bahan dasar pembentukan penampang adalah pelat baja dengan ketebalan maksimum 25 mm (Yu & LaBoube, 2010). CFS banyak digunakan dalam struktur karena banyak keuntungan seperti fabrikasi yang lebih sederhana, memiliki bobot yang ringan, memiliki tegangan tarik yang tinggi, dan lain-lain. Namun CFS rentan terhadap tekuk lokal karena tebal elemen yang tipis. Tekuk lokal menyebabkan ketidakstabilan terjadi sebelum material mencapai kuat leleh (Yang & Lui, 2012).

Salah satu bentuk penampang yang populer adalah *light lipped channel* atau yang biasa disebut dengan besi CNP. CNP pada umumnya digunakan untuk struktur rangka atap. Penelitian yang dilakukan oleh George Winter (1939) dari Universitas Cornell, membuat penggunaan material CNP menjadi dikenal. Kemudian pada tahun 1949, muncul hasil penelitian George Winter mengenai “*Light Gauge Steel Design Manual*” yang didukung oleh *American Iron and Steel Institute* (AISI). Sejak saat itu, material baja ringan digunakan dalam konstruksi bangunan, mulai dari struktur sekunder hingga struktur utama (Andreas, 2012).

Pengembangan desain penampang CFS untuk kesesuaian yang lebih baik terus berlangsung. Dengan merancang bagian CFS secara baik dan pengaturan kekakuan yang efisien akan memiliki potensi untuk menunda atau bahkan mampu menghilangkan kegagalan ketidakstabilan (Dar et al., 2015).

Emboss atau tатаh adalah teknik cetak timbul pada bagian tertentu di permukaan benda. Acuan *emboss* berasal dari logam hasil proses cukil yang terdiri atas dua bagian yaitu menonjol dan cekung (Maxipro, 2019). Penelitian tentang terdapatnya *emboss* pada baja ringan sudah dilakukan untuk menganalisa kuat tekan baja ringan yang menunjukkan bahwa apabila terdapat *emboss* pada bagian badan sampel akan menambahkan kuat tekan sampel (Darmawan & Leman, 2020).

Gaya geser adalah gaya dihasilkan oleh beban yang bekerja tegak lurus pada bidang struktur. Gaya geser umumnya bekerja dengan kombinasi terhadap lentur, torsi atau gaya normal (Hibbeler, 2004).

Emboss pada badan CNP diharapkan menambahkan kekuatan menahan geser. Penelitian ini menyajikan hasil analisis penambahan *emboss* dan pengaruh perubahan lebar *emboss*. Analisis menggunakan metode elemen hingga dengan bantuan aplikasi MIDAS FEA.

2. METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian ditunjukkan Gambar 1. Untuk analisis dibuat sebanyak 7 model, menggunakan CNP dengan ukuran 75 mm × 35 mm × 5 mm × 0,95 mm. Analisis dikelompokkan menjadi 3 tipe, yaitu tipe 1 adalah CNP polos sebanyak 1 model (Gambar 2), tipe 2 adalah CNP dengan pengaku sebanyak 1 model seperti pada Gambar 3, dan tipe dengan variasi lebar *emboss* sebanyak 5 model seperti pada Gambar 4. Variasi lebar *emboss* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Variasi lebar emboss

Nama Benda Uji	Jarak <i>Emboss</i> (mm)	Lebar <i>Emboss</i> (mm)
Tipe 3.1	25	2
Tipe 3.2	25	4
Tipe 3.3	25	6
Tipe 3.4	25	8
Tipe 3.5	25	10

Langkah pemodelan di MIDAS FEA

1. Geometri

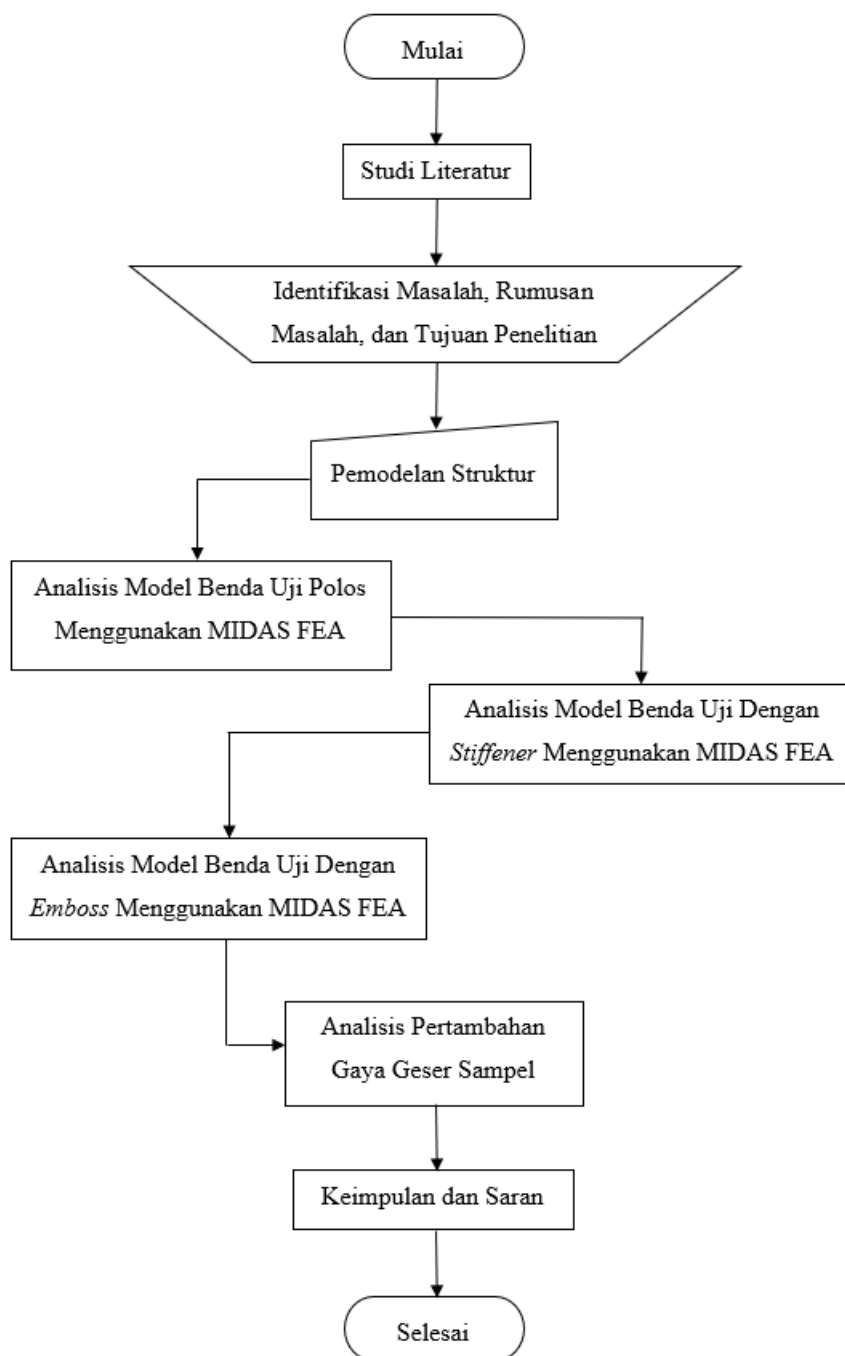
Model CNP dibuat secara 3 dimensi dengan menggunakan *line* sesuai dengan bentuk dan menggunakan *extrude* untuk membuat panjang profil sesuai dengan panjang yang diinginkan. Pada Tipe 2 dan 3 dibuat *emboss* sesuai dengan rencana menggunakan *Boolean cut*.

2. Material

Spesifikasi material yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2 dan untuk grafik tegangan vs regangan dapat dilihat pada Gambar 5.

Tabel 2. Data material

Data	Nilai
Nama	CFS
Modulus Elastisitas	203000 MPa
<i>Poisson Ratio</i>	0,3
<i>Weight Density</i>	$7,6982 \times 10^{-5}$
Tipe Kegagalan	<i>Von Mises</i>
Tegangan Leleh	550 MPa
Tegangan Putus	550 Mpa



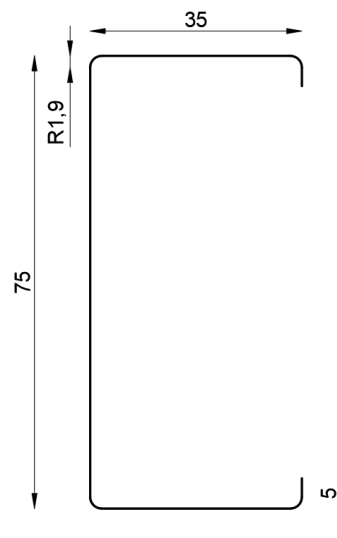
Gambar 1. Diagram alir

3. *Mesh*

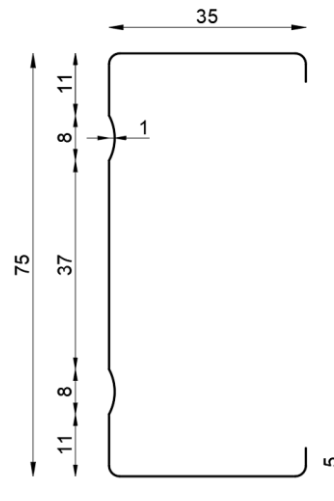
Pada bagian ini diskritisasi dilakukan dengan membagi struktur menjadi elemen kecil agar dapat dianalisis secara numerik. Hasil analisis akan semakin halus apabila *mesh* yang dibuat semakin kecil. Ukuran *mesh* yang digunakan pada penelitian ini yaitu 2 mm.

4. Pemodelan Beban dan Perletakan

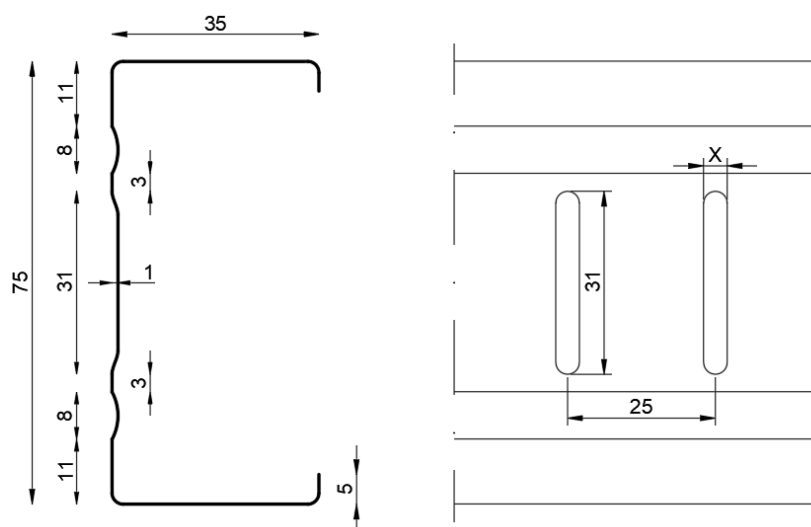
Setelah itu, dibuat pemodelan beban dan perletakan. Untuk perletakan menggunakan sendi-sendi. Sedangkan untuk beban diberikan beban terpusat secara tegak lurus terhadap benda uji yang dapat dilihat pada Gambar 6. Model FEA dapat diberi kondisi batas agar tidak terjadi torsi, maka untuk mengurangi waktu analisis dibuat cukup satu CNP.



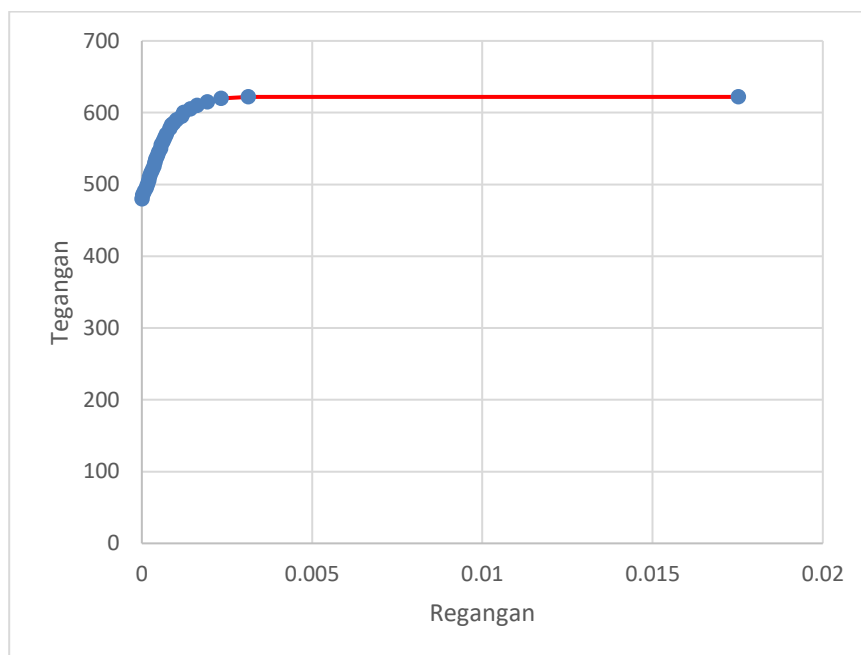
Gambar 2. Tipe polos



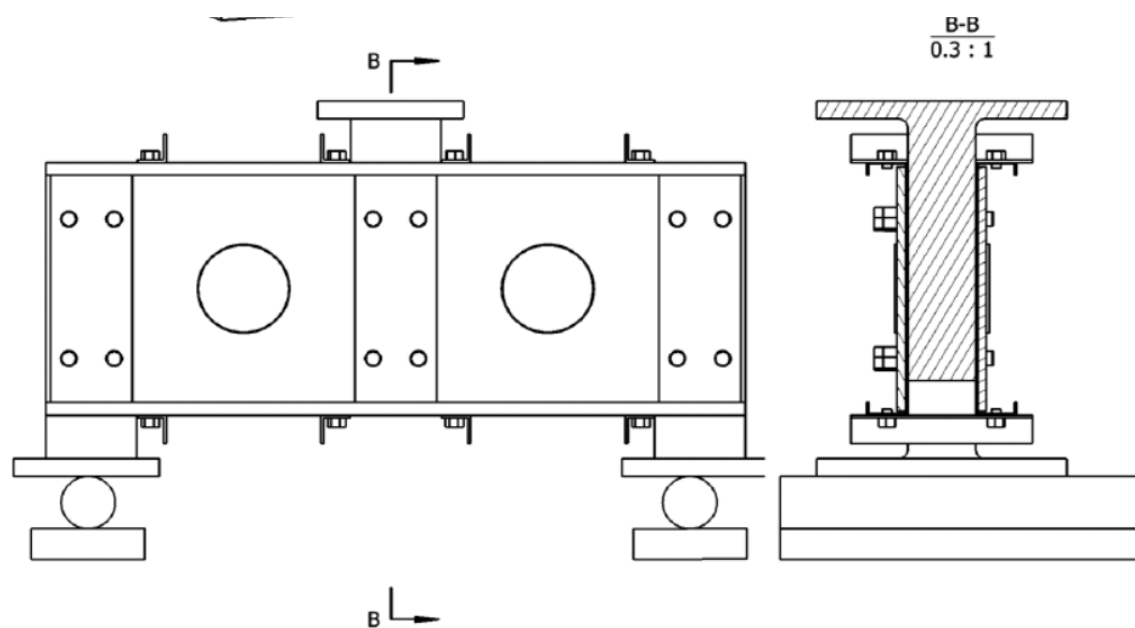
Gambar 3. Tipe menggunakan pengaku



Gambar 4. Tipe menggunakan *emboss*



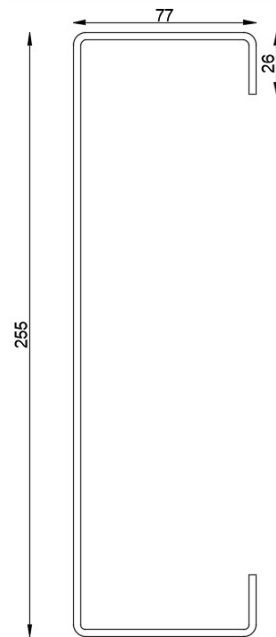
Gambar 5. Grafik tegangan vs regangan



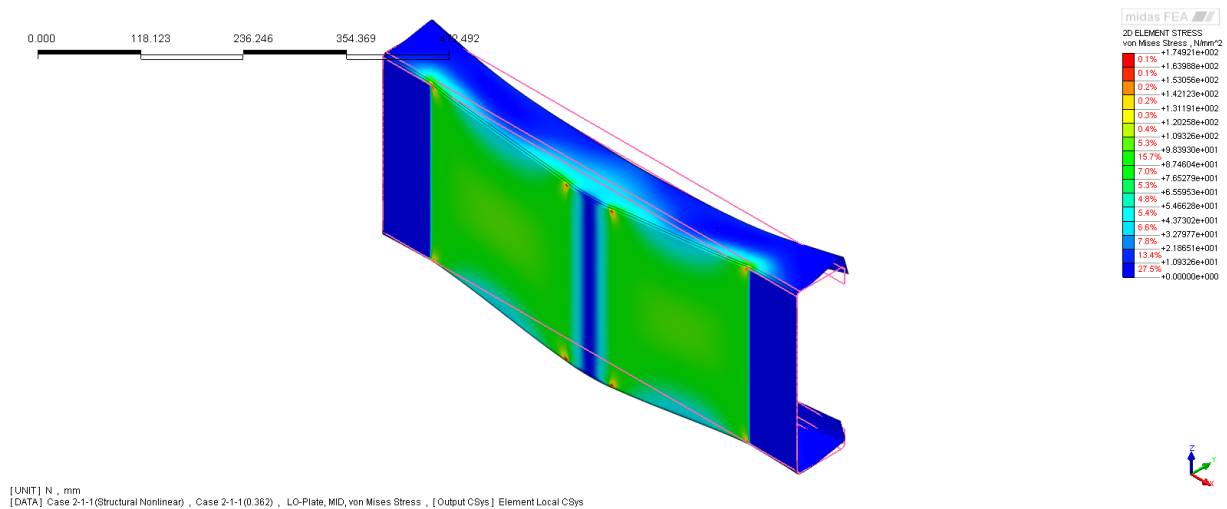
Gambar 6. Contoh pemodelan (Chen et al., 2022)

Model verifikasi

Untuk meyakinkan model yang dibuat menggunakan MIDAS FEA mendekati kebenaran, maka dilakukan model verifikasi. Penelitian CNP polos (Gambar 7) dari Rouholamin et al. (2020) menggunakan ABAQUS dimodelkan kembali di MIDAS FEA. Hasil kegagalan dari MIDAS FEA dapat dilihat pada Gambar 8, dan memberikan hasil yang mendekati ABAQUS. Nilai kapasitas geser dari ABAQUS yaitu sebesar 72,51 kN sedangkan MIDAS FEA sebesar 72,1104 kN. Selisih antara ABAQUS dengan MIDAS FEA sebesar 0,55%.



Gambar 7. Penampang polos (Rouholamin et al., 2020)



Gambar 8. Kapasitas geser menggunakan aplikasi MIDAS FEA

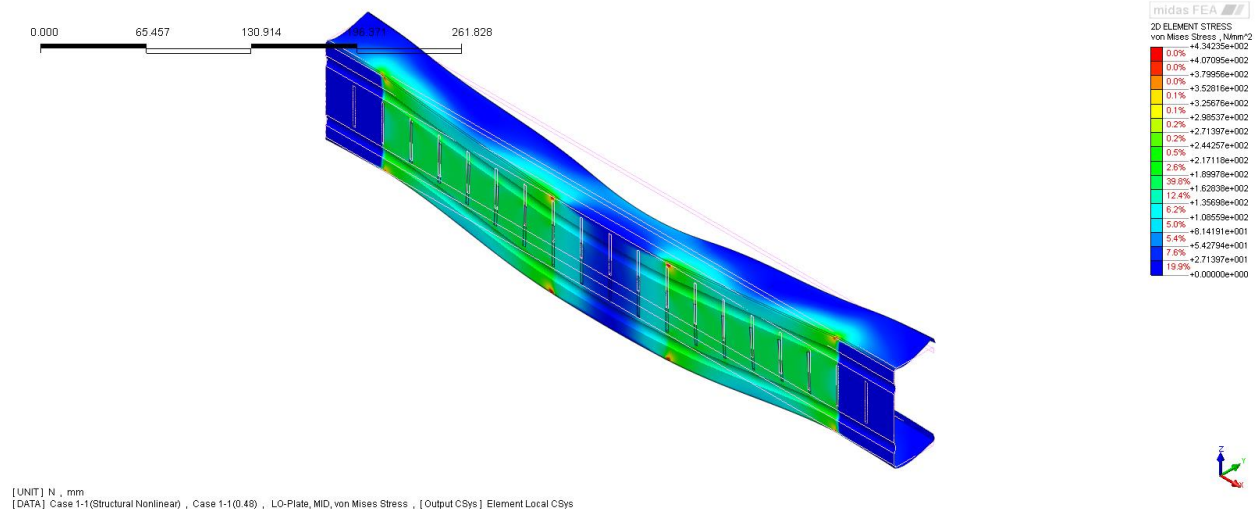
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil kapasitas geser yang didapatkan menggunakan aplikasi MIDAS FEA dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan kuat geser baja ringan dengan variasi lebar *emboss*

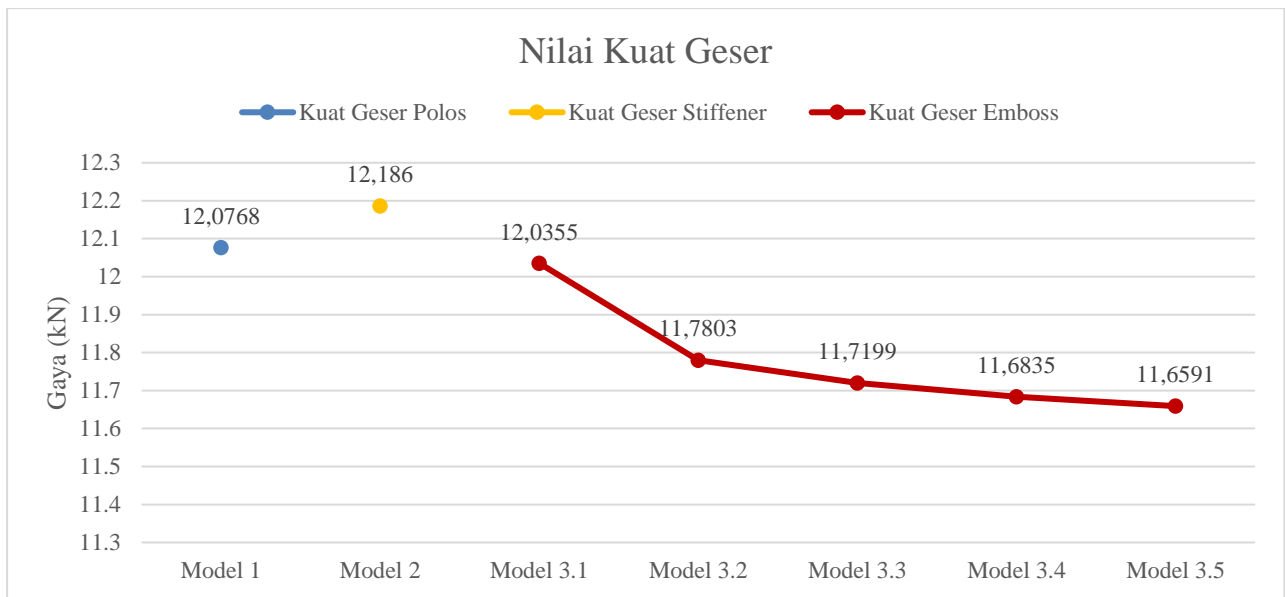
No.	Model	Lebar <i>Emboss</i> (mm)	Jarak <i>Emboss</i> (mm)	Kuat Geser MIDAS FEA (kN)	Kenaikan Kuat Geser terhadap Model 1 (%)
1.	Model 1	-	-	12,0768	
2.	Model 2	-	-	12,1860	0,9042
3.	Model 3.1	2	25	12,0355	-0,3420
4.	Model 3.2	4	25	11,7803	-2,4551
5.	Model 3.3	6	25	11,7199	-2,9553
6.	Model 3.4	8	25	11,6835	-3,2567
7.	Model 3.5	10	25	11,6591	-3,4587

Contoh kegagalan model dengan lebar *emboss* 2 mm dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Tegangan pada model dengan lebar *emboss* 2 mm

Grafik perbandingan kuat geser yang didapatkan dari semua model dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik perbandingan kuat geser CNP

Pengaku atau *stiffener* dapat meningkatkan nilai kuat geser pada suatu model maka berdasarkan hasil yang didapatkan menggunakan aplikasi MIDAS FEA pada penelitian ini, nilai kuat geser pada model dengan menggunakan *stiffener* meningkat sebesar 0,9% dari model polos. Grafik diatas menunjukkan bahwa semakin besar lebar pada *emboss* maka kuat geser yang didapatkan akan semakin kecil.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Pengaku atau *stiffener* meningkatkan kekuatan geser. Pada penelitian ini peningkatan dari model polos sebesar 0,9042%.
2. *Emboss* pada badan CNP tidak menambahkan kekuatan menahan geser, tetapi mengurangi.
3. Semakin besar lebar *emboss* maka semakin kecil kapasitas geser yang didapatkan.

4. Penurunan kapasitas geser pada lebar *emboss* dari 2 mm ke 4 mm cukup besar yaitu sebesar 2,1204% dibandingkan dari lebar *emboss* 4 mm ke 6, 8, dan 10 mm penurunan kapasitas geser lebih kecil yaitu rata-rata sebesar 1,03%.

Saran

1. Hasil kapasitas geser dengan menambahkan *emboss* mengalami penurunan atau tidak sesuai dengan harapan awal, maka sebaiknya melakukan uji laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Andreas, Ashadi, H. W., Orientilize, M., Purnomo, H., & Basoenondo, E. A. (2012). *Studi Eksperimental Balok Komposit Baja Ringan dengan Balok Beton* [Skripsi, Univeritas Indonesia]. <https://lontar.ui.ac.id/detail?id=20316186>
- Chen, B., Roy, K., Fang, Z., Uzzaman, A., Pham, C. H., Raftery, G. M., & Lim, J. B. (2022). Shear Capacity of Cold-Formed Steel Channels with Edge-Stiffened Web Holes, Unstiffened Web Holes, and Plain Webs. *American Society of Civil Engineers*, 148(2), 1-19. doi:10.1061/(ASCE)ST.1943-541X.0003250
- Dar, M. A., Yusuf, M., Dar, A. R., & Raju, J. (2015). Experimental Study on Innovative Sections for Cold Formed Steel Beams. *Steel and Composite Structures*, 19(6), 1599-1610. doi:10.12989/scs.2015.19.6.1599
- Darmawan, A., & Leman, S. (2020). Embossment Effect Analysis on Compression of Mild Steel Using Finite Element Methods. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1007(1), 012058. DOI 10.1088/1757-899X/1007/1/012058
- Degarmo, E., Black, J., & Kohser, R. (2003). *Materials and Processes in Manufacturing* (edisi kesembilan). Wiley.
- Hibbeler, R. (2004). *Mechanics of Materials*. Pearson Education.
- Maxipro. (2019). *Mengenal Perbedaan Emboss dan Deboss*. Blog Maxipro.
- Rouholamin, M., Gunalan, S., Poologanathan, K., & Karampour, H. (2020). Shear Design Rules for Roll-Formed Aluminium Lipped Channel Beams. *Structures*, 27, 1139-1164. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2020.07.011>
- Yang, Y., & Lui, E. (2012, March). Behavior and Design of Steel I-Beams With Inclined Stiffeners. *Steel and Composite Structures*, 12(3), 183-205. doi:10.12989/scs.2012.12.3.183
- Yu, W.-W., & LaBoube, R. A. (2010). *Cold-Formed Steel Design*. John Wiley & Sons, Inc.