

Analisa Tegangan Dan Deformasi Pada Balok Profil Iwf Dengan Balok Profil Kanal Ganda Dan Profil Siku Tersusun

Mawar Tirana

¹Program Studi Teknik Sipil, ²Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan
Jl. Muchtar Basri No. 3, Glugur Darat II, Kec. Medan Timur, Kota Medan, Sumatera Utara

mawartirana@gmail.com

Abstrak

Suatu struktur terdiri dari beberapa elemen yang membentuknya diantaranya yaitu balok. Balok merupakan salah satu elemen struktur yang berfungsi menahan beban lentur. Suatu struktur dikatakan aman apabila struktur tersebut mampu memikul segala gaya, tegangan dan deformasi yang timbul akibat dari pembebanan yang bersifat sementara. Pada umumnya perencanaan struktur balok menggunakan profil IWF. Namun bagaimana jika suatu balok menggunakan profil yang tersusun. Pada penelitian ini, akan membandingkan balok profil IWF dengan balok profil kanal ganda dan siku tersusun dengan variasi bentang 4m, 6m, 8m dan 10m pada tiap model balok yang bertujuan untuk membandingkan perilaku pada balok terhadap tegangan, deformasi dan rotasi akibat torsi yang terjadi. Dimensi balok IWF menjadi acuan terhadap perbandingan balok lainnya dengan momen inersia yang hampir sama. Analisis yang dilakukan menggunakan bantuan program analisis metode elemen hingga. Dari hasil analisis menunjukkan bahwa pada beban yang sama, profil IWF memiliki tegangan maksimum terkecil sebesar 158,05 MPa sedangkan balok kanal ganda sebesar 164,50 MPa dan siku tersusun sebesar 171,25 MPa dan memiliki daktilitas yang tinggi sebesar 2,47 sedangkan kanal ganda sebesar 1,40 dan siku tersusun sebesar 1,47. Berdasarkan deformasi, profil kanal ganda memiliki nilai deformasi terkecil yaitu 1,756 mm sedangkan pada balok IWF sebesar 1,992 mm dan balok siku tersusun sebesar 2,037 mm. Namun balok IWF mempunyai kapasitas besar terhadap gaya yang dapat ditahan balok sehingga mampu berdeformasi lebih besar sebelum akhirnya mengalami kelelahan dan runtuh. Adapun perilaku torsi yang terjadi sangat berpengaruh terhadap rotasi pada setiap model balok. Variasi bentang yang berbeda juga sangat berpengaruh terhadap tegangan, deformasi dan rotasi yang terjadi pada balok.

Kata Kunci: *Balok IWF, kanal ganda, siku tersusun, tegangan, deformasi.*

1. PENDAHULUAN

Semakin meningkatnya pertumbuhan dan perkembangan perekonomian Indonesia di era globalisasi seperti sekarang ini, membuat meningkatnya pembangunan gedung dan prasarana lainnya yang dapat menunjang pengembangan usaha perusahaan-perusahaan yang bergerak di bidang perusahaan salah satunya adalah perkantoran. Suatu struktur terdiri dari beberapa elemen yang membentuknya, yaitu antara lain balok dan kolom. Balok merupakan salah satu elemen struktur yang berfungsi menahan beban lentur dan beban geser.

Balok dapat dibuat menggunakan berbagai material, salah satunya adalah profil baja. Penggunaan material baja sebagai struktur dalam suatu konstruksi sudah banyak dilakukan. Umumnya baja digunakan karena lebih mudah pengerjaannya dalam pembangunan dibandingkan dengan material lain. Sifat-sifatnya yang terutama dalam penggunaan konstruksi adalah kekuatannya yang tinggi dan keliatannya. Keliatan (ductility) adalah kemampuan baja untuk berdeformasi sebelum baja putus. Kemampuan baja yang cukup besar untuk menahan kekuatan tarik dan tekan, serta baja juga mempunyai perbandingan kekuatan tiap volume yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan-bahan lain yang umumnya dipakai.

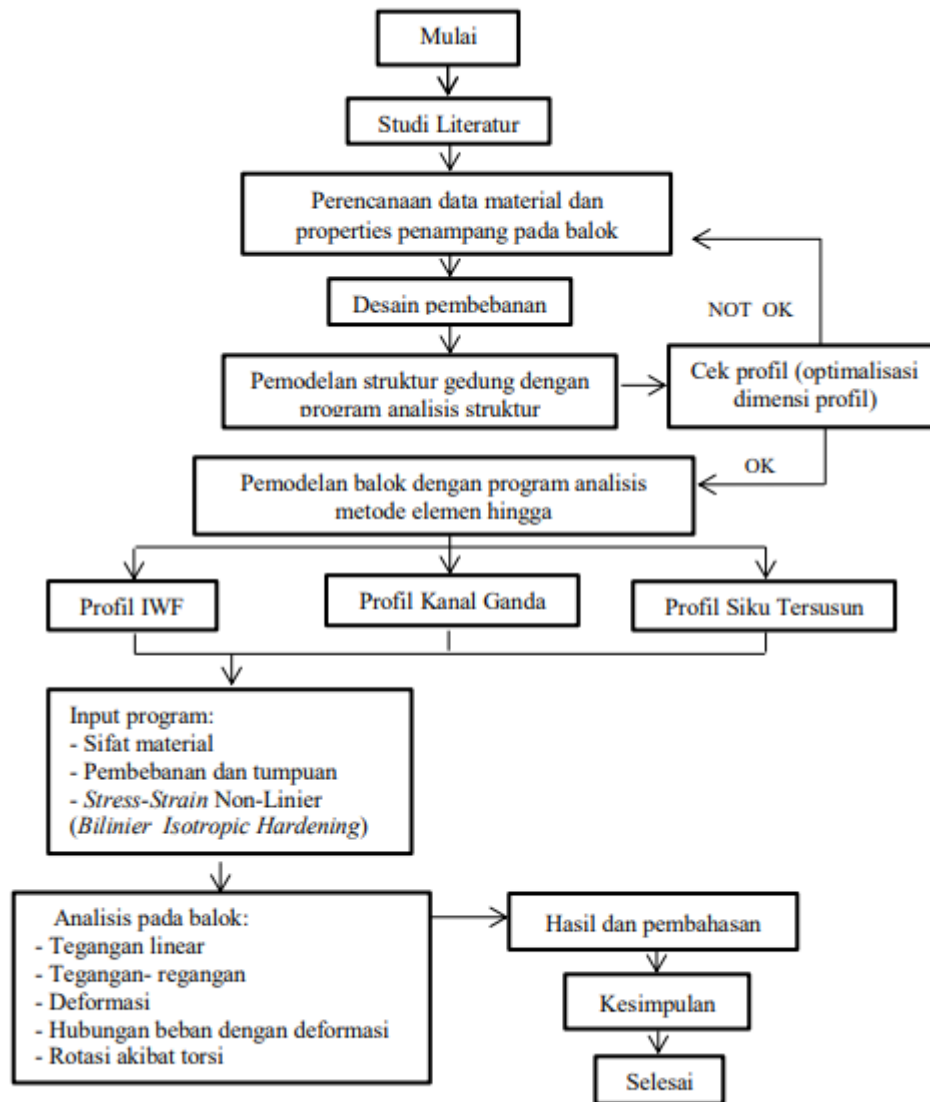
Suatu struktur dikatakan kuat atau aman apabila struktur tersebut mampu memikul segala gaya, tegangan dan juga lendutan yang mungkin timbul akibat dari pembebanan yang bersifat sementara. Baja berdeformasi secara nyata dapat dilihat pada konstruksi portal sederhana. Portal terdiri dari elemen-elemen pelat, kolom, dan balok sehingga dalam perencanaan, faktor yang harus mendapat perhatian utama adalah masalah kekuatan atau keamanan, masalah keekonomisan dan masalah estetika dari struktur yang direncanakan. Beban yang bekerja pada balok menghasilkan momen dan geser sehingga beban yang bekerja pada struktur menyebabkan struktur berdeformasi.

Deformasi akan bersifat elastis jika tegangan yang bekerja masih dalam batas elastis. Setelah batas elastis material terlewati maka akan menyebabkan struktur mengalami deformasi plastis (inelastis deformation) dan kelelahan akan mulai terbentuk pada sebagian penampang. Perencanaan struktur balok umumnya direncanakan dengan menggunakan profil IWF namun bagaimana jika struktur balok direncanakan dengan profil tersusun. Sehingga penelitian ini akan membandingkan balok profil IWF dengan balok profil kanal ganda dan siku tersusun dengan variasi bentang 4m, 6m, 8m dan 10m pada tiap model balok yang bertujuan untuk membandingkan perilaku pada balok terhadap tegangan, deformasi dan rotasi akibat torsi yang terjadi untuk dapat mengetahui profil yang lebih baik.

2. METODE PENELITIAN

Pengumpulan data yang dikumpulkan berhubungan dengan desain struktur balok baja. Profil yang digunakan yaitu profil IWF, profil kanal ganda dan profil siku tersusun. Pengumpulan data yang dilakukan seperti section properties dan properties fisik material baja. Selain itu, dikumpulkan juga data-data yang berhubungan dengan tugas akhir ini yaitu pembebanan yang meliputi beban mati, beban hidup, beban angin serta beban gempa. Teori-teori dan rumus-rumus yang berkaitan dengan analisis perbandingan tegangan dan deformasi pada struktur balok baja menggunakan SNI 1729-2015 tentang Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural yang mengacu pada AISC 2010.

Metodologi dalam analisis perbandingan pada struktur balok profil IWF dengan balok profil kanal ganda dan siku tersusun dilakukan dengan tahap pengerjaan seperti yang diilustrasikan pada Gambar dibawah.



Gambar 1. Alur Penelitian

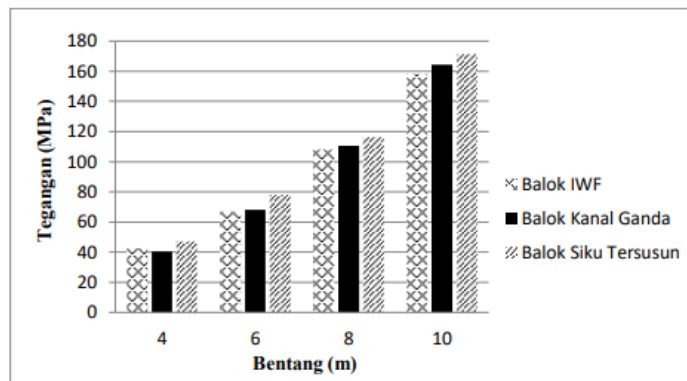
3. HASIL

Perbandingan Hasil Analisis Tegangan Linear Pada Balok

Pada Tabel dibawah ini merupakan diagram perbandingan hasil analisis tegangan linear yang terjadi pada balok.

Tabel 1. Perbandingan tegangan linear pada balok.

Tegangan pada Ujung Bentang (MPa)		Profil IWF	Profil Kanal Ganda	Profil Siku Tersusun
Beban (kN/m)		54,97		
Bentang (m)	4	42.509	40.443	46.926
	6	66.902	68.203	77.922
	8	108.13	110.54	116.35
	10	158.05	164.50	171.25

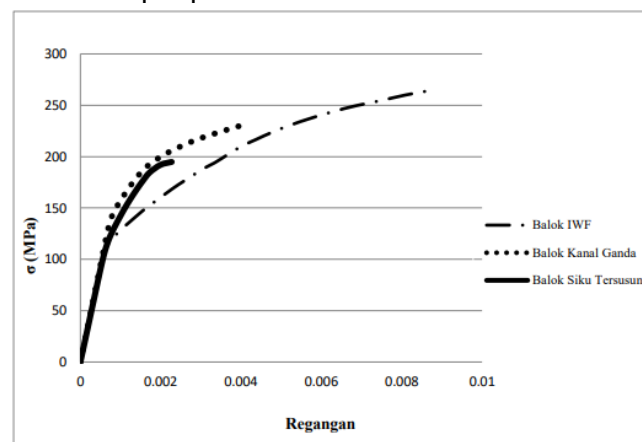


Gambar 2. Diagram perbandingan hasil analisis tegangan linear pada balok.

Pada Tabel dan Gambar dapat disimpulkan bahwa nilai tegangan maksimum pada ujung balok berbanding lurus dengan bertambahnya bentang balok. Berdasarkan model balok dengan beban yang sama, balok IWF memiliki tegangan maksimum terkecil sebesar 158,05 MPa sedangkan pada balok kanal ganda sebesar 164,50 MPa dan balok siku tersusun sebesar 171,25 MPa. Dikarenakan modulus penampang profil IWF lebih besar dari modulus penampang profil kanal ganda dan siku tersusun. Modulus penampang yang lebih besar dapat mengecilkan tegangan yang terjadi.

Perbandingan Analisis Tegangan Non-Linear terhadap Model

Perbandingan tegangan-regangan terhadap daktilitas berdasarkan model balok yang berbeda terdapat pada Gambar dibawah ini.



Gambar 3. Grafik Perbandingan tegangan-regangan pada balok bentang 4m.

Pada Gambar diatas dapat disimpulkan dari perbandingan tegangan-regangan pada balok bentang 4m, balok IWF memiliki daktilitas yang lebih besar yaitu sebesar 2,47 sedangkan pada balok kanal ganda sebesar 1,68 dan balok siku tersusun sebesar 1,83. Dikarenakan balok IWF bersifat homogen dan modulus penampang profil IWF lebih besar dari modulus penampang profil gabungan. Modulus penampang yang lebih besar dapat mengecilkan tegangan yang terjadi.

Hasil Analisis Deformasi Pada Balok
 Analisis Deformasi Linear pada Balok

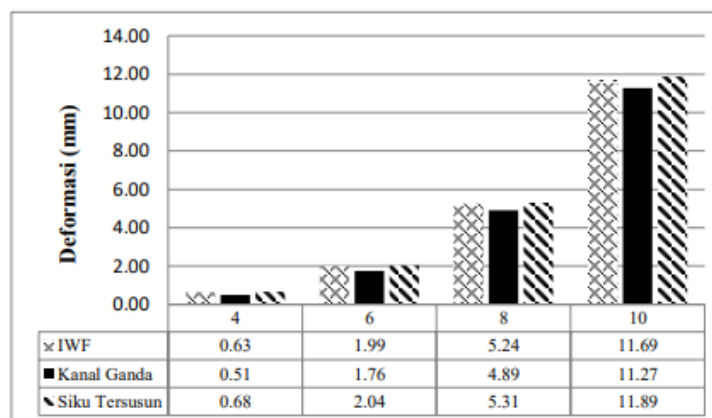
Berdasarkan hasil perhitungan dari program analisis metode elemen hingga, berikut nilai dari deformasi yang terjadi pada balok terhadap variasi bentang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai deformasi pada tiap model balok.

Balok	Bentang (m)	Deformasi (mm)	Amax (mm)	Cek
IWF	4	0.634	11.112	OK
	6	1.992	16.667	OK
	8	5.242	22.223	OK
	10	11.69	27.778	OK
KANAL GANDA	4	0.508	11.112	OK
	6	1.756	16.667	OK
	8	4.893	22.223	OK
	10	11.27	27.778	OK
SIKU TERSUSUN	4	0.679	11.112	OK
	6	2.037	16.667	OK
	8	5.314	22.223	OK
	10	11.888	27.778	OK

Perbandingan Analisis Deformasi Linear

Pada Gambar dibawah ini merupakan diagram perbandingan hasil analisis deformasi pada balok.



Gambar 4. Diagram perbandingan deformasi pada balok.

Dari Gambar diatas dapat disimpulkan bahwa pada beban yang sama, deformasi terkecil terjadi pada balok kanal ganda yaitu sebesar 11,27 mm sedangkan pada balok IWF sebesar 11,69 mm. dan dan balok siku tersusun sebesar 11,89 mm. Perbandingan terhadap variasi bentang balok dapat disimpulkan bahwa semakin bertambah panjangnya bentang balok maka semakin besar deformasi yang terjadi.

4. PEMBAHASAN

Hasil Analisis Rotasi Akibat Torsi Pada Balok

Dalam perencanaan balok ada beberapa perilaku diantaranya adalah torsi dimana balok akan mengalami deformasi akibat torsi dan terjadi rotasi. Torsi yang terjadi pada balok diperoleh nilainya dari hasil analisis pada program analisis struktur dapat dilihat pada sub bab 3.5.5. Di bawah ini merupakan rotasi yang terjadi pada tiap model balok serta perhitungan yang di dapat dari program analisis metode elemen hingga. Dapat dilihat pada Gambar serta tabel di bawah.

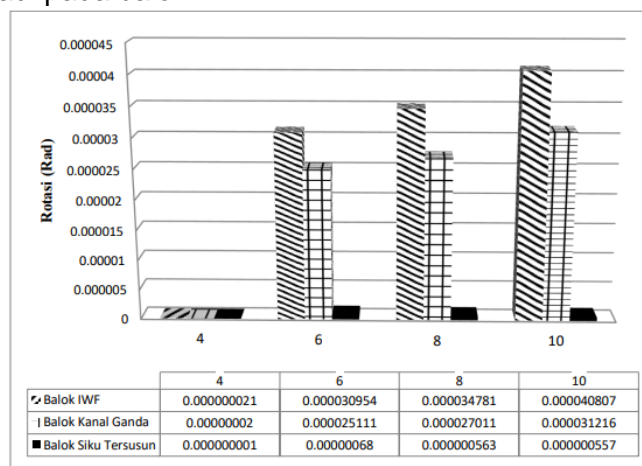
Berdasarkan hasil perhitungan dari program analisis metode elemen hingga, berikut nilai dari deformasi yang terjadi pada balok dan nilai rotasi yang diperoleh, dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai rotasi pada balok.

Balok	Bentang	T	Amax	Amin	Rotasi
	m	kN.m	mm	mm	(rad)
IWF	4	0.000001545	0.0000054	-0.0000054	0.000000021
	6	-0.001	0.0077	-0.007738	0.000030954
	8	0.0007	0.0087	-0.008693	0.000034781
	10	0.0006	0.0102	-0.010198	0.000040807
KANAL GANDA	4	0.000001545	0.000005	-0.000005	0.000000020
	6	-0.001	0.006279	-0.006277	0.000025111
	8	0.0007	0.006753	-0.006753	0.000027011
	10	0.0006	0.007804	-0.007804	0.000031216
SIKU TERSUSUN	4	0.000001545	0.00000027	-0.00000027	0.000000001
	6	-0.001	0.000172	0.000172	0.000000680
	8	0.0007	0.000141	0.000141	0.000000563
	10	0.0006	0.000139	0.000139	0.000000557

Perbandingan Analisis Rotasi Pada Balok

Pada Gambar di bawah ini merupakan diagram perbandingan hasil analisis rotasi yang terjadi pada balok.



Gambar 5. Diagram perbandingan rotasi pada balok.

Pada Gambar di atas dapat disimpulkan bahwa dengan nilai torsi yang sama, balok dengan profil siku tersusun memiliki rotasi yang terkecil yaitu sebesar

0,000000557 rad sedangkan pada balok IWF sebesar 0,000040807 rad dan balok kanal ganda sebesar 0,000031216 rad.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang diperoleh dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Tegangan maksimum yang terjadi di ujung balok berbanding lurus terhadap variasi bentang pada balok. Berdasarkan model balok, tegangan maksimum terkecil terjadi pada balok IWF yaitu sebesar 158.05MPa sedangkan balok kanal ganda sebesar 164.50 MPa dan siku tersusun sebesar 171.25 MPa.
2. Dari hasil analisis tegangan-regangan yang terjadi, balok dengan profil IWF memiliki daktilitas yang tinggi sebesar 2.47 sedangkan pada balok kanal ganda sebesar 1.40 dan siku tersusun sebesar 1.47 pada bentang 6m. Berdasarkan variasi bentang pada balok juga dapat mempengaruhi daktilitas pada tegangan-regangan.
3. Deformasi yang terjadi berbanding lurus dengan bertambahnya variasi bentang pada balok. Berdasarkan model balok, profil kanal ganda memiliki nilai deformasi terkecil yaitu 1.756 mm sedangkan pada balok IWF sebesar 1.992 mm dan balok siku tersusun sebesar 2.037 mm pada bentang 6m.
4. Berdasarkan hubungan beban dengan deformasi, balok IWF mempunyai kapasitas yang besar terhadap gaya yang dapat ditahan balok sehingga mampu berdeformasi lebih besar sebelum akhirnya mengalami kelelahan dan runtuh yaitu sebesar 140.27 mm dengan beban yang mampu ditahan mencapai 4000 kN sedangkan balok kanal ganda sebesar 20.95 mm dengan beban 2300 kN dan siku tersusun 22.31 mm dengan beban 2050 kN. Berdasarkan pengaruh variasi bentang, semakin bertambah panjang bentang balok maka semakin berkurang kapasitas gaya yang dapat ditahan.
5. Dengan nilai torsi yang sama, balok dengan profil siku tersusun memiliki rotasi yang terkecil yaitu sebesar 0,000000557 rad sedangkan pada balok IWF sebesar 0,000040807 rad dan balok kanal ganda sebesar 0,000031216 rad.

REFERENSI

- Abd Rahim, S. M., Mohd Zahid, M. Z. A., Wan Omar, W. M. S., bin Ab Rahim, M. A., & Faisal, A. (2016). Assessment of Reinforced Concrete Building with Soil Structure Interaction Effect under Vertical Earthquake. In *Materials Science Forum* (Vol. 857, pp. 331-336). Trans Tech Publications Ltd.
- Ahmad Mujahid, A. Z., Hadipramana, J., Samad, A. A. A., Mohamad, N., & Riza, F. V. (2014). Potential of RHA in foamed concrete subjected to dynamic impact loading (Vol. 594, pp. 395-400). Trans Tech Publications Ltd.
- Ahmad Mujahid, A. Z., Hadipramana, J., Samad, A. A. A., & Mohamad, N. (2014). Investigation on Impact Resistance Foamed Concrete Reinforced by Polypropylene Fibre (Vol. 594, pp. 24-28). Trans Tech Publications Ltd.
- Ahmad, M. M., Zainol, N. Z., Ab Manaf, M. B. H., Faisal, A., & Zahid, M. M. (2020). APPLICATION OF NATURAL FIBER FOR SHORT TERM STABILIZATION OF MARINE CLAY SLOPE. *Journal of Advanced Manufacturing Technology (JAMT)*, 14(2 (2)).
- Ahmad Mujahid, A. Z., Hadipramana, J., Samad, A. A. A., Mohamad, N., & Riza, F. V. (2014). Potential of RHA in foamed concrete subjected to dynamic impact loading (Vol. 594, pp. 395-400). Trans Tech Publications Ltd.
- Ambak, K., Hadipramana, J., Abas, N. A., Mohkatar, S. N., & Jani, Z. (2018). Investigation on Potential of Recycle Plastic Bottles as a Crash Cushion for Road Barrier. *International Journal of Integrated Engineering*, 10(4).

- Asfiati, S., Riky, M. N., & Rajagukguk, J. (2020). Measurement and evaluation of sound intensity at the Medan Railway Station using a sound level meter. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1428, No. 1, p. 012063). IOP Publishing.
- Chairina, E., Asfiati, S., & Panjaitan, S. (2020). Utilization of Clamshell as Filler and Addition of Sikafume on The Examination of High Quality Concrete.
- Dary, R. W., Frapanti, S., & Utami, C. (2019). Evaluasi Kekakuan Batu Bata Lubuk Pakam Pada Bangunan Bertingkat Dengan Analisis Pushover. *Portal: Jurnal Teknik Sipil*, 11(2), 11-15.
- Efrida, R., & Utami, C. (2019). EVALUASI KINERJA DINDING PENGISI BATA MERAH DENGAN OPENINGS PADA STRUKTUR BETON BERTULANG AKIBAT BEBAN GEMPA KUAT. *Portal: Jurnal Teknik Sipil*, 11(2), 24-29.
- Faisal, A. INFLUENCE OF PULSE PERIOD AND OSCILLATORY CHARACTER IN NEAR-FAULT GROUND MOTIONS ON THE RESPONSE OF RC STRUCTURE. In *Symposium of USM Fellowship Holders 2009* (p. 36).
- Faisal, A. INFLUENCE OF PULSE PERIOD AND OSCILLATORY CHARACTER IN NEAR-FAULT GROUND MOTIONS ON THE RESPONSE OF RC STRUCTURE. In *Symposium of USM Fellowship Holders 2009* (p. 36).
- Frapanti, S. (2018). Studi perhitungan kekakuan portal dinding bata pada bangunan bertingkat dari beberapa negara dengan pushover. *Educational Building Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan dan Sipil*, 4(1 JUNI), 1-10.
- Gunawan, R. (2006). Analisis Sumber Daya Air Daerah Aliran Sungai Bah Bolon Sebagai sarana Pendukung Pengembangan Wilayah di Kabupaten Simalungun dan Asahan. *WAHANA HIJAU Jurnal Perencanaan & Pengembangan Wilayah*, 2(1).
- Kamarudin, A. F., Musa, M. K., Mokhatar, S. N., Chik, T. T., Zuki, S. M., Bakar, A. A., ... & Johari, H. A. (2020). Mechanical Properties of Single Shear Plane of Bolted Steel Connection. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 713, No. 1, p. 012031). IOP Publishing.
- Kamarudin, A. F., Ibrahim, A., Mokhatar, S. N., Abidin, M. H. Z., & Faisal, A. (2020). Dynamic Characteristics Evaluation on Portable Steel Frame against Vertical Mass Irregularities. *International Journal of Integrated Engineering*, 12(9), 27-35.
- Pratiwi, W. H., Putri, G. L., Pratama, M. A., Zulkarnain, F., & Priadi, C. R. (2021). Health risk analysis of nitrite, nitrate, and heavy metal pollution in groundwater near landfill area: A case study of the Sumur Batu village in Bekasi, Indonesia. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 633, No. 1, p. 012015). IOP Publishing.
- Putera, T. A., Efrida, R., & Pasaribu, H. M. (2018). DEFORMASI STRUKTUR BANGUNAN RUMAH TOKO DI MEDAN AKIBAT GEMPA BERULANG. *Portal: Jurnal Teknik Sipil*, 10(1).
- Rashidi, A., Majid, T. A., Fadzli, M. N., Faisal, A., & Noor, S. M. (2017, October). A Comprehensive Study on the Influence of Strength and Stiffness eccentricities to the On-plan Rotation of Asymmetric Structure. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1892, No. 1, p. 120013). AIP Publishing LLC.
- Riza, F. V., & Rahman, I. A. (2014). The Properties of Compressed Earth-Blocks (CEB) Masonry Blocks. *J. Eco-efficient Masonry Bricks and Blocks: Design, Properties and Durability*, 17, 379-392.
- Riza, F. V., Hadipramana, J., Rahman, I. A., & Faisal, A. (2021). Particle Size and Microstructure Characterization of Uncontrolled Burning Rice Husk Ash (RHA) as Pozzolan Material. In *Materials Science Forum* (Vol. 1029, pp. 97-103). Trans Tech Publications Ltd.
- Riza, F. V., Rahman, I. A., Ahmad Mujahid, A. Z., & Loo, L. Y. (2013). Effect of Soil Type in Compressed Earth Brick (CEB) with Uncontrolled Burnt Rice Husk Ash (RHA). In *Advanced Materials Research* (Vol. 626, pp. 971-975). Trans Tech Publications Ltd.
- Riza, F. V., Rahman, I. A., & Zaidi, A. M. A. (2012). Influence of unground palm oil fuel ash (UPOFA) in compressed earth brick (CEB) properties. In *Advanced Materials Research* (Vol. 488, pp. 188-193). Trans Tech Publications Ltd.
- Riza, F. V., Hadipramana, J., Rahman, I. A., & Faisal, A. (2021). Particle Size and Microstructure Characterization of Uncontrolled Burning Rice Husk Ash (RHA) as

- Pozzolanic Material. In *Materials Science Forum* (Vol. 1029, pp. 97-103). Trans Tech Publications Ltd.
- Rhini, W. D., & Sri, F. (2019, November). The flexural buckling comparison between open and close cross sections in high column structure. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 674, No. 1, p. 012018). IOP Publishing.
- Sri¹, F., Zulkarnain¹, F., & Asfiati¹, S. (2020). The Comparison of Brick as a Load and a Structure with Non-Linear Analysis of Soft Storey Behaviour in Multi-storey Buildings (No. 4387). EasyChair.
- Sri, F., & Rhini, W. D. (2019, November). Stiffness analysis comparison of masonry full infills frame and masonry open middle span frame using Lubuk Pakam Bricks with pushover analysis. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 674, No. 1, p. 012017). IOP Publishing.
- Sri Frapanti, S. T., & Fahrizal Zulkarnain, S. T. (2021). *Dasar-Dasar Desain dan Analisa Beton Prategang*. umsu press.
- Zulkarnain, F., & Pasaribu, S. E. (2022). *Pengembangan Campuran Beton K-300 Untuk Infrastruktur Perumahan Tahan Gempa Di Indonesia* (Vol. 1). umsu press.
- Zulkarnain, F. (2021, November). Sosialisasi Pembuatan Hand Sanitizer Menggunakan Bahan Alami Sebagai Alat Kebersihan Diri. In *Prosiding Seminar Nasional Kewirausahaan* (Vol. 2, No. 1, pp. 1207-1211).
- Zulkarnain, F., & Kamil, B. (2021, November). Perbandingan Kuat Tekan Beton Menggunakan Pasir Sungai sebagai Agregat Halus Dengan Variasi Bahan Tambah Sica Fume Pada Perendaman Air Laut. In *Prosiding Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ* (Vol. 1, No. 1).