

PENGARUH PEMODELAN PANEL ZONE TERHADAP COLLAPSE MARGIN RATIO SRPM BAJA 8 LANTAI (LITERATUR)

MUAMMAR SIDDIQ¹

¹Fakultas Teknik, ²Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (Jl. Kapten Muchtar Basri No.3, Glugur Darat II, Kec. Medan Tim., Kota Medan, Sumatera Utara 20238)

muammarsiddiq@gmail.com

ABSTRAK

Penggunaan material baja untuk struktur bangunan baja bisa mengurangi risiko bangunan hancur saat diguncang gempa bumi dibanding sturuktur beton bertulang, itu dikarenakan tingkat fleksibilitasnya yang cukup tinggi. Indonesia terdapat banyak daerah yang rawan terhadap gempa khususnya Kota Banda Aceh merupakan wilayah yang rentan jika terjadi gempa, sehingga bangunan bertingkat dapat mengalami kehancuran.oleh karena itu perlu dilakukan melalui analisa kinerja keruntuhan untuk mengetahui kapasitas struktur tersebut Pada struktur baja area pertemuan antara balok dan kolom sering terjadi momen lentur dan gaya geser yang disebut dengan panel zone. Pada area ini terjadi pergerakan dan ketidakseimbangan pada penampangnya disebabkan desakan dari gaya-gaya yang bekerja disekitar area panel zone tersebut. Di dalam tugas akhir dilakukan pemodelan struktur dengan 3 jenis pemodelan yaitu, pemodelan centerline, pemodelan panel zone scissor, dan pemodelan panel zone paralelogram. Struktur yang digunakan adalah SRPM 8 lantai dengan tinggi 32.5 m. Analisa yang digunakan adalah Respon Spektrum sebagai tahap desain dan Respon Riwayat Waktu Linear dan Nonlinear sebagai tahap evaluasi, dengan alat bantu software SAP2000 versi 20 dan RUAUMOKO2D versi 04. Pada struktur bangunan akan dikenakan 20 respon gempa yang sudah diskalakan dengan spectra desain kota Banda Aceh. Hasilnya menunjukkan bahwa struktur dengan pemodelan panel zone scissor memiliki nilai CMR (collapse margin ratio) yang lebih besar sedangkan panel zone centerline memiliki nilai CMR yang lebih kecil, itu mengakibatkan panel zone centerline lebih cepat mendapatkan keruntuhan dari pada panel zone scissor dan panel zone pararelogram.

Kata Kunci: RUAUMOKO2D, panel zone, CMR collapse margin ratio.

EFFECT OF PANEL ZONE MODELING ON COLLAPSE MARGIN RATIO SPECIAL MOMENT FRAME 8 FLOOR (LITERATURE STUDY)

ABSTRACT

The use of steel materials for steel building structures can reduce the risk of buildings being destroyed when shaken by earthquakes compared to reinforced concrete structures, because of their high degree of flexibility. In Indonesia, there are many areas that are prone to earthquakes, especially Banda Aceh, which is an area that is prone to earthquakes, so that multi-storey buildings can experience destruction. Therefore, it is necessary to analyze the performance of the collapse to determine the capacity of the structure. In the steel structure, the joint area between the beam and the column often occurs when bending moments and shear forces are called the panel zone. In this area there is movement and imbalance in the section due to the forces acting around the panel zone area. In this final project, structural modeling is carried out with 3 types of modeling, namely, centerline modeling, zone scissor panel modeling, and parallelogram zone panel modeling. The structure used is SRPM 8 floors with a height of 32.5 m. The analysis used is the Response Spectrum as the design stage and Linear and Nonlinear Time History Responses as the evaluation stage, with SAP2000 version 20 and RUAUMOKO2D version 04 software tools. The building structure will be subjected to 20 earthquake responses that have been scaled with the design spectra of the city of Banda Aceh. The results show that the structure with the zone scissor panel modeling has a greater CMR (collapse margin ratio) value, while the zone centerline panel has a smaller CMR value, which results in the zone centerline panel collapsing faster than the zone scissor panel and the zone parallelogram panel.

Keywords: RUAUMOKO2D, panel zone, CMR collapse margin ratio.

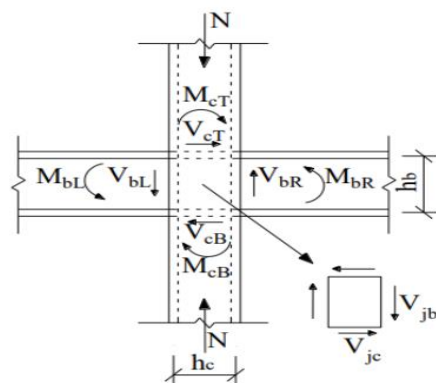
PENDAHULUAN

Saat ini, cukup didalilkan bahwa struktur yang sesuai standart harus tetap aman terhadap peristiwa ekstrim yang diratakan dengan bahaya yang mungkin terjadi selama lima puluh tahun di. Gaya lateral yang ditentukan dalam ketentuan desain seismik yang ada jauh lebih rendah daripadaperlukan kekuatan lateral. Alasannya adalah karena desain yang adaperangkat lunak dikembangkan berdasarkan perilaku elastis struktur sementara struktur yang dirancang akan berperilaku non-linear terhadap spektrum desain . Oleh karena itu, gaya geser gempa asli yang diinduksi harus dikurangi kekekuatan lateral gerakan kuat yang lebih rendah yang terstrukturbiasanya berperilaku elastis. Ini dilakukan oleh faktor yaitu "Faktor modifikasi" atau faktor R yang memungkinkan analis untuk secara linear mendistribusikan gaya lateral kode seismik yang diterapkan .Selama dekad terakhir, beberapa peneliti telah menyatakan kekhawatiran mereka tentang kurangnya rasionalitas dalam faktor R saat ini. Oleh karena itu, perbaikan faktor R telah diidentifikasi sebagai cara untuk meningkatkan keandalan gempa bumi saat ini - ketentuan desain tahan. (A. Nicknam,dkk.2018)

Tujuan utama dari ketentuan desain seismik dalam kode untuk bangunan adalah untuk menghindari runtuhnya struktur dan menjamin keselamatan hidup penghuni di gedung-gedung di bawah gerakan tanah yang parah.Untuk mencapai ini, resistensi anti-runtuhnya tujuan seismik struktur harus diterima kuat.Dalam kode desain saat ini, perlawanan anti-runtuhnya seismik struktur terutama dipastikan dengan konsep desain tahan gempa dan persyaratan merinci tahan gempa,

tapi itu tidak bisa diukur. Rasio runtuh margin (CMR) diperkenalkan pada ATC-63 (2010), yang didasarkan pada analisis dinamis inkremental (IDA) adalah indeks yang wajar untuk mengevaluasi ketahanan anti-runtuhnya seismik global struktur. Namun, beberapa isu yang terkait dengan penentuan CMR masih ada, misalnya pemilihan gerakan tanah, kriteria keruntuhan, parameter seismik, beberapa Eksitasi dukungan, dll.(X. Y. Ou,dkk.2017)

Penggunaan material baja untuk konstruksi bangunan masa depan akan sangat baik menahan gaya gempa bumi dikarenakan tingkat fleksibilitas yang cukup tinggi dibandingkan material beton. Pada struktur baja area pertemuan antara balok dan kolom sering terjadi momen lentur dan gaya geser (Gambar 1) yang disebut dengan panel zone. Pada area ini terjadi pergerakan dan ketidakseimbangan pada penampangnya disebabkan desakan dari gaya-gaya yang bekerja disekitar area panel zone tersebut. Deformasi yang terjadi terus-menerus sampai titik kritisnya akan menyebabkan robek pada area tersebut. Umumnya pemodelan panel zone dapat dilakukan dengan 2 metode, yaitu panel zone Metode Krawinkler dan Metode Gunting atau Scissor.



Gambar 1. Distribusi gaya momen dan gaya geser yang terjadi pada pertemuan balok, kolom dan panel (Zhang dkk, 2019)

METODE

Penelitian berisi tentang pemodelan struktur yang direncanakan. Struktur dianalisis menggunakan 2 software bantuan, yaitu Program Analisa Struktur, dan RUAUMOKO2D versi 04. Analisis dilakukan terhadap model dengan sistem rangka pemikul momen khusus pada bagian luar dan sistem rangka pemikul gravitasi pada bagian dalam. Model bangunan tersebut dianalisis secara Linear dan Non-Linear dengan menggunakan Metode Analisis Respon Spektrum (Response Spectrum Analysis) dengan menggunakan Program Analisa Struktur serta Analisis Riwayat Waktu (Time History Analysis) dengan menggunakan software RUAUMOKO versi 04, untuk mendapatkan nilai simpangan yang ada ketika bangunan telah dikenakan gempa tunggal dan berulang. Kemudian nilai simpangan tersebut akan dibandingkan untuk setiap modelnya.

Analisis ini menggunakan Metode Respon Spektrum. Pada analisis ini, alat bantu software yang digunakan adalah Program Analisa Struktur. Berdasarkan SNI 1726:2012, respon spektrum gempa didesain pada kondisi tanah lunak yang terletak di Kota Banda Aceh. Kombinasi pembebanan yang digunakan dihitung berdasarkan ketentuan yang ditetapkan dalam SNI 1726:2012 tentang standar perencanaan bangunan tahan gempa, maka didapatkan untuk Faktor $R=8$ nilai $\rho = 1.3$ yang diperoleh dari kategori desain seismik D dan nilai $SDS = 1$, maka kombinasi pembebanannya faktor

$R=8$. Data rekaman gempa diperoleh dari website resmi Pacific Earthquake Engineering Research (PEER) Next Generation Attenuation (NGA), COSMOS Strongmotion Data Center. Kemudian data rekaman gempa yang telah diskalakan digunakan sebagai input pada software RUAUMOKO versi 04. untuk Analisis Dinamik Non Linier Inelastis dengan Metode Analisa Riwayat Waktu. Analisis ini merupakan tahap evaluasi yang dijadikan sebagai perbandingan terhadap analisis linear sebelumnya, sehingga tidak perlu seluruhnya memenuhi syarat-syarat SNI 1726:2012. Karena model yang digunakan merupakan model yang seluruhnya telah memenuhi syarat-syarat SNI 1726:2012 pada analisis linier sebelumnya yaitu dengan Metode Respon Spektrum. Pada Metode Respon Riwayat Waktu ini dianalisis secara dua dimensi. Alat bantu software yang digunakan adalah RUAUMOKO2D versi 04.

HASIL

Hasil analisa linier dan non linier oleh Program Analisa Struktur diantaranya, perioda getar, nilai simpangan dan gayagaya dalam struktur gedung, berdasarkan model dengan sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK). Semua input pembebanan serta kombinasi, zona gempa dan konfigurasi bangunan adalah sama. Serta perbandingan metode analisa pada tiap gempa, yaitu analisa respon spektrum ragam dan analisa respon riwayat waktu. Analisa menggunakan metode CQC (Complete Quadratic Combination), hasil persentase perioda rata-rata yang didapat lebih kecil dari 15% dan SRSS (Square Root of the Sum of Square) lebih besar dari 15%. Pada hasil analisa diperoleh hasil

model 4 lantai didapat 12 mode dan hasil persentase nilai perioda lebih banyak dibawah 15 %.

Koreksi Gempa Dasar Nominal

Berdasarkan SNI 1726:2012 Pasal 7.9.4.1, kombinasi respon untuk geser dasar ragam (Vt) lebih kecil 85 persen dari geser dasar yang dihitung (V1) menggunakan prosedur gaya lateral ekivalen, maka gaya dan simpangan antar lantai harus dikalikan dengan faktor skala yaitu: $0,85 V1 / Vt \geq 1$

Koreksi Faktor Redundansi

Nilai gaya geser dengan redundansi 1 per lantainya harus dikoreksi dengan 35 persen gaya geser dasar dengan redundansi 1. Jika persyaratan tersebut tidak terpenuhi, maka nilai faktor redundansi 1 harus diganti dengan redundansi 1,3. Dari hasil koreksi untuk setiap gaya geser diperoleh beberapa lantai yang tidak memenuhi syarat 35 persen gaya geser dasar.

Koreksi Skala Simpangan Antar Tingkat

Nilai V1 dan gaya geser dasar nominal analisis respon spektrum (Vt) dapat dilihat pada

Tabel1. Kontrol Koreksi skala simpangan antar tingkat,yaitu:
Syarat : $Vt \geq 0,85 Cs.W$

Struktur	Arah Gempa	Vt(KN)	0,85 Cs.W	Cek
Lantai 4	Gempa X	2154,45	2047,435	Ok

Dengan demikian syarat skala simpangan antar lantai telah terpenuhi, yaitu gaya geser dasar respon spektrum (Vt) lebih besar dari nilai Cs.W, sehingga simpangan antar lantai tidak perlu dikalikan dengan faktor skala.

Nilai Simpangan Gedung

Berdasarkan peraturan SNI 1726:2012, kontrol simpangan antar lantai hanya terdapat satu kinerja

batas, yaitu kinerja batas ultimit.Simpangan antar lantai yang diizinkan yaitu 0,02 dikali tinggi lantai, nilai simpangan tidak boleh melebihi ketentuan tersebut. Pada hasil yang diperoleh, nilai simpangan antar lantai tidak melebihi batas izin atau memenuhi syarat.

Kontrol Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak (Soft Story)

Berdasarkan SNI 1726:2012, kekakuan tingkat lunak (soft story) didefinisikan ada jika terdapat suatu tingkat dimana kekakuan lateralnya kurang dari 70 persen kekakuan lateral tingkat diatasnya atau kurang dari 80 persen kekakuan rata-rata tiga tingkat diatasnya. Pada hasil kontrol ketidakberaturan kekakuan tingkat lunak pada arah x untuk semua model, diperoleh nilai persentase kekakuan diatas batas yang ditentukan atau struktur yang direncanakan tidak mengalami Soft Story.

Pengaruh Efek P-Delta

Berdasarkan SNI 1726:2012, efek P-delta dapat diabaikan jika nilai stability ratio lebih kecil dari 1. Pada hasil perhitungan, nilai stability ratio dibawah nilai 1 untuk semua model atau dapat dikatakan kontrolnya memenuhi syarat yang ditentukan.Pada dasarnya efek p-delta dapat diabaikan jika syarat stability ratio sudah terpenuhi.

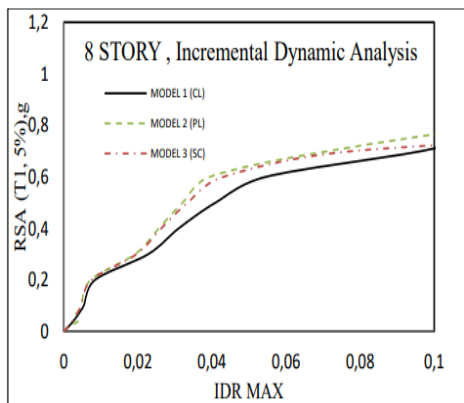
Hasil Analisa Non Linier

Pada tahap ini merupakan bagian dari evaluasi struktur baja yang telah didesain terhadap beban gempa yang telah direncanakan, dalam hal ini respon struktur akan ditinjau terhadap perbedaan pemodelan panel zone. Ketiga pemodelan tersebut akan di responkan terhadap 20 gempa. Faktor R pada gedung merupakan faktor reduksi gedung yang telah didesain pada sistem struktur

baja. Model struktur akan diambil data interstory drift dan dianalisa.

Incremental Dynamic Analysis (IDA)

Incremental Dynamic Analysis yang dilakukan pada satu model struktur dengan tiga pemodelan panel zone menghasilkan gambaran respon dan kapasitas dari struktur yang selanjutnya dapat digunakan untuk membentuk kurva kerapuhan struktur sebagai metode dalam asamen kerapuhan seismik. Hasil IDA menggunakan 20 set rekaman gempa untuk masing-masin pemodelan centerline (CL) paralelogram (PL), dan scissor (SC). Grafik IDA adalah hasil dari interstory drift Ratio.



Gambar 1: Grafik IDA perbandingan pemodelan centerline (CL), panel zone paralelogram (PL) dan panel zone scissor terhadap bangunan 8 lantai

Dari grafik diatas menggambarkan bahwasannya pemodelan panel zone centerline, model 1 pada saat RSA(T1) = 1,1 mendapatkan nilai IDR = 0,3869, Model 2 paralelogram pada saat RSA(T1) = 1,1 mendapatkan nilai IDR = 0,5387, Model 3 scissor pada saat nilai RSA(T1) = 1,1 mendapatkan nilai IDR = 0,4561. Maka dari itu pemodelan panel zone centerline lebih awal mendapatkan kinerja keruntuhan jika dilihat dari

grafik. Disusul oleh panel zone scissor yang tidak terlalu beda dengan panel zone paralelogram.

Kondisi Keruntuhan Struktur

Nilai keruntuhan struktur menurut SNI (1726 : 2012) untuk kategori resiko I dan II adalah 10 %, dan kondisi mendekati keruntuhan adalah 2 %.

Model Bangunan	Centerline	Paralelogram	Scissor
	RSA (T1)	RSA (T1)	RSA (T1)
8 Lantai	0.7104	0,7546	0.7182

Tabel 2: Nilai RSA(T1) untuk kondisi keruntuhan (10%).

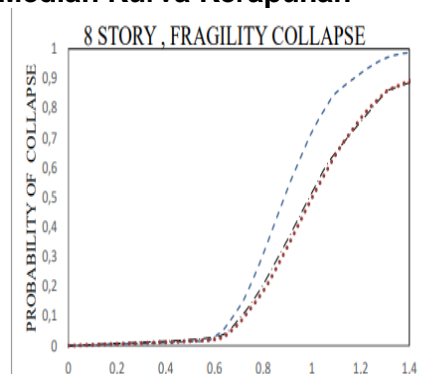
Dapat dilihat nilai keruntuhan untuk kategori resiko I dan II dengan nilai keruntuhan = 10 % pada Model 2 memiliki nilai RSA(T1) yang paling besar dari pada Model 1 dan Model 3.

Model Bangunan	Centerline	Paralelogram	Scissor
	RSA (T1)	RSA (T1)	RSA (T1)
8 Lantai	0.2803	0,3114	0.3048

Tabel 2: Nilai RSA(T1) untuk kondisi mendekati keruntuhan (2%).

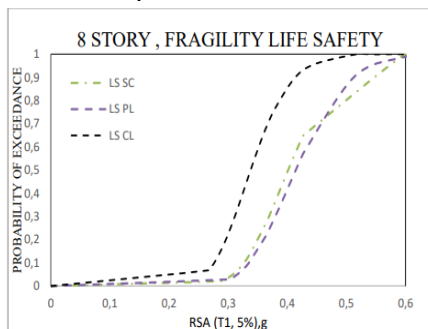
Dapat dilihat untuk nilai mendekati keruntuhan menurut SNI dengan nilai keruntuhan = 2 % pada Model 2 memiliki nilai RSA(T1) yang paling besar dari pada Model 1 dan Model 3.

Median Kurva Kerapuhan



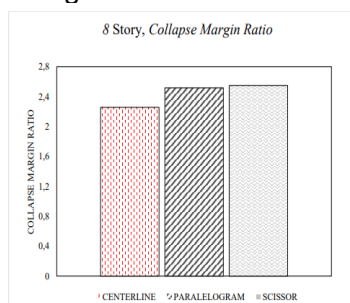
Gambar 2: Grafik kurva kerapuhan saat collapse pada pemodelan centerline (CL), panel zone scissor (SC), panel zone paralelogram (PL) terhadap bangunan 8 lantai.

Dari kurva kerapuhan 10% diatas sangat jelas pengaruh pemodelan panel zone bahwasannya secara garis besar pemodelan panel zone scissor membutuhkan RSA(T1) yang lebih besar untuk mengalami keruntuhan akan tetapi pemodelan panel zone paralelogram hampir mendekati besarnya RSA yang dibutuhkan pemodelan panel zone scissor.



Gambar 3: Grafik kurva kerapuhan saat life safety pada pemodelan centerline (CL), panel zone scissor (SC), panel zone paralelogram (PL) terhadap bangunan 8 lantai.

Dari kurva kerapuhan 2% pemodelan panel zone paralelogram di RSA(T1) kecil lebih dominan tetapi ketika RSA(T1) lebih besar pemodelan panel zone scissor mendominasi dan membutuhkan RSA(T1) yang lebih besar untuk mengalami keruntuhan.



Gambar 4: Diagram batang perbandingan nilai collapse margin ratio pada pemodelan panel zone bangunan lantai 8.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis non linear yaitu pembahasan mengenai perbandingan kurva IDA antara struktur panel zone centerline, scissor dan paralelogram adalah sebagai berikut: Pada hasil Analisa interstory drift struktur saat terkena gempa tunggal, menunjukkan bahwa pada struktur panel zone centerline memiliki nilai interstory drift sebesar 0,3869, pada panel zone paralelogram memiliki nilai interstory drift sebesar 0,5387, dan pada struktur panel zone scissor memiliki nilai interstory drift sebesar 0,4561. Yang berarti struktur panel zone centerline mendapatkan kinerja keruntuhan lebih cepat dibandingkan panel zone scissor dan panel zone paralelogram. Hasil kurva IDA yang diperoleh dipengaruhi oleh nilai perioda struktur, jenis panel zone dan karakteristik gempa itu sendiri. Pada nilai CMR didapatkan bahwa nilai centerline lebih besar 2.25 kali lipat dari MCE, begitu juga dengan paralelogram dan scissor, paralelogram lebih besar 2,51 kali lebih besar dari MCE, sedangkan scissor lebih besar 2,54 kali lebih besar dari MCE.

DAFTAR PUSTAKA BUKU

Departemen Pekerjaan Umum (1987). Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung, Jakarta: Yayasan Badan Penerbit PU.

Pawirodikromo, W. (2012). Seismologi Teknik & Rekayasa Kegempaan. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

Nicknam, A., Farhangdoust, M., Mazarei, A., & Ganjvar, A. (2018). Seismic Design Parameters Assessment of Special Steel Moment Resisting Frames. *Amirkabir J. Civil Eng.*, 50(2), 101-104.

JURNAL

Adam, M., Harahap, P., & Nasution, M.R. (2019). Analisa Pengaruh Perubahan Kecepatan Angin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTA) Terhadap Daya Yang Dihasilkan Generator Dc.

Adam, M., Harahap, P., & Nasution, M.R. (2019). Analisa Pengaruh Perubahan Kecepatan Angin Pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTA) Terhadap Daya Yang Dihasilkan Generator Dc.

Adam, M. (2020). Unjuk Kerja Generator Clok Sinyal Low Pass Filter, Pam Multiplexing Pada Rangkaian Percobaan Pulse Code Modulation (PCM) Aplikasi pada Laboratorium Dasar Sistem Telekomunikasi. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 2(2), 51-57.

Adam, M. (2019, October). Pemanfaat Mikrokontroller Atmega8 Sebagai Pengaman Pintu Menggunakan Metode Sidik Jari (Fingerprint). In *Prosiding Seminar Nasional Kewirausahaan* (Vol. 1, No. 1, pp. 279-289).

Adam, M., & Prabowo, A. (2019). Analisa Penambahan Trafo Sisip Sisi Distribusi 20 Kv Mengurangi Beban Overload Dan Jutah Tegangan Pada Trafo BI 11 Rayon Tanah Jawa Dengan Simulasi Etab 12.6. 0. *RELE (Rekayasa Elektrikal*

dan Energi): *Jurnal Teknik Elektro*, 1(2), 62-69.

Affandi, A., Umurani, K., & Siregar, C. A.

P. (2020). Perancangan Mesin Pengaduk Bumbu Kripik Ubi Untuk Peningkatan Produksi Industri Rumah Tangga Di Desa Sidodadi Ramunia Kecamatan Beringin. *IHSAN: JURNAL PENGABDIAN MASYARAKAT*, 2(2), 123-128.

Asfiati, S., & Mutiara, D. T. (2021). STUDI KESELAMATAN DAN KEAMANAN TRANSPORTASI DI PERLINTASAN SEBIDANG ANTARA JALAN REL DENGAN JALAN UMUM (Studi Kasus Perlintasan Kereta Api Di Jalan Padang, Bantan Timur, Kecamatan Medan Tembung). *PROGRESS IN CIVIL ENGINEERING JOURNAL*, 1(2).

Affandi, A., Umurani, K., & Siregar, C. A. P. (2020). Perancangan Mesin Pengaduk Bumbu Kripik Ubi Untuk Peningkatan Produksi Industri Rumah Tangga Di Desa Sidodadi Ramunia Kecamatan Beringin. *IHSAN: JURNAL PENGABDIAN MASYARAKAT*, 2(2), 123-128.

Ariani, R., & Riza, F. V. (2019, October). Peningkatan Derajat Kesehatan Melalui Sosialisasi Perilaku Hidup Bersih Dan Sehat Sejak Dini. In *Prosiding Seminar Nasional Kewirausahaan* (Vol. 1, No. 1, pp. 319-322).

Azis, Z., Panggabean, S., & Sumardi, H. (2021). EFEKTIVITAS REALISTIC MATHEMATICS EDUCATION TERHADAP HASIL BELAJAR MATEMATIKA SISWA SMP NEGERI 1 PAHAE JAE. *Journal Mathematics Education Sigma [JMES]*, 2(1), 19- 24.

Damanik, W. S., Pasaribu, F. I., Lubis, S., & Siregar, C. A. (2021). Pengujian Modul Solar Charger Control (SCC) Pada Teknologi Pembuangan Sampah Pintar. *RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro*, 3(2), 89-93.

- Faisal, A. (2019). Influence of repeated earthquakes on the ductility demand of inelastic RC buildings. *KUMPULAN JURNAL DOSEN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA*, 1(1), 63-73.
- Fitra, M., & Nasution, E. S. (2019, October). Pengembangan Produksi Dodol Mangrove Melalui Penerapan Teknologi Tepat Guna. In *Prosiding Seminar Nasional Kewirausahaan* (Vol. 1, No. 1, pp. 350-354).
- Frapanti, S., Asfiati, S., & Hadipramana, J. (2020). Pendampingan Legalitas Mutu Berstandart SNI Guna Meningkatkan Pendapatan Home Industri Batu Bata Di Desa Sido Urip Kecamatan Beringin Kabupaten Deli Serdang. *JURNAL PRODIKMAS Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), 41-46.
- Frapanti, S. (2018). Analisa Portal yang Memperhitungkan Kekakuan Dinding Bata dari Beberapa Negara Pada Bangunan Bertingkat Dengan Pushover. *Kumpulan Jurnal Dosen Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*.
- Frapanti, S., Asfiati, S., & Hadipramana, J. (2020). Pendampingan Legalitas Mutu Berstandart SNI Guna Meningkatkan Pendapatan Home Industri Batu Bata Di Desa Sido Urip Kecamatan Beringin Kabupaten Deli Serdang. *JURNAL PRODIKMAS Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), 41-46.
- Frapanti, S., Asfiati, S., & Hadipramana, J. (2020). Pendampingan Legalitas Mutu Berstandart SNI Guna Meningkatkan Pendapatan Home Industri Batu Bata Di Desa Sido Urip Kecamatan Beringin Kabupaten Deli Serdang. *JURNAL PRODIKMAS Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), 41-46.
- Gunawan, S., Hasan, H., & Lubis, R. D. W. (2020). Pemanfaatan Adsorben dari Tongkol Jagung sebagai Karbon Aktif untuk Mengurangi Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 3(1), 38-47.
- Ginting, P.T. (2011) Studi Pengaruh Pusat Perbelanjaan Terhadap Kondisi Lalu Lintas dan Usulan Penanganan Persoalan Lalu Lintas Diruas Jalan Kapten Muslim. *KUMPULAN JURNAL DOSEN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA*, 1(1), 63-73.
- Lubis, S., Damanik, W. S., & Siregar, M. A. (2021, January). DESIGN OF QIBLAT DIRECTION USING HMC 5883L SENSOR. In *Proceeding International Seminar of Islamic Studies* (Vol. 2, No. 1, pp. 178-184).
- Lubis, S., Pasaribu, F. I., Harahap, P., Damanik, W. S., Siregar, R. S., Siregar, M. A., ... & Batubara, S. S. (2020). Pelatihan Penggunaan Sensor HMC 5883L Sebagai Petunjuk Arah Kiblat Sumatera Utara. *IHSAN: JURNAL PENGABDIAN MASYARAKAT*, 2(2), 229-237.
- Lubis, S. (2018). Analisa Tegangan Keluaran Alternator Mobil Sebagai Pembangkit Energi Listrik Alternatif. *RELE: Rekayasa Elektrikal dan Energi Jurnal Teknik Elektro* <http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/RELE>.
- Lubis, S. (2019). Analisis Pengaruh Besar Gesekan Terhadap Tegangan Thermal Pada Sepatu Rem Mobil Ketebalan 8 mm Menggunakan Perangkat Lunak Msc. Nastran V.9. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 2(1), 44-53.
- Lubis, S. (2019). Analisis Pengaruh Besar Gesekan Terhadap Tegangan Thermal Pada Sepatu Rem Mobil Ketebalan 2 mm Menggunakan Perangkat Lunak Msc. Nastran V. 9. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 2(2), 104-114.
- Faisal, A. (2019). Perilaku Nonlinear Struktur Gedung Baja Dengan Bentuk Denah L, T Dan U Akibat Gempa. *Progress In Civil Engineering Journal*, 1(1), 63-73.
- Faisal, A. (2019). Influence of repeated earthquakes on the ductility demand of inelastic RC buildings. *KUMPULAN JURNAL DOSEN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA*.

- Frapanti, S., Asfiati, S., & Hadipramana, J.(2020).Pendampingan Legalitas Mutu Berstandart SNI Guna Meningkatkan Pendapatan Home Industri Batu Bata Di Desa Sido Urip Kecamatan Beringin Kabupaten Deli Serdang. JURNAL PRODIKMAS Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat, 5(1), 41-46
- Pasaribu, F. I., & Reza, M. (2021).Rancang Bangun Charging Station Berbasis Arduino Menggunakan Solar Cell 50 WP. RELE (Rekayasa Elektrikal dan Energi): Jurnal Teknik Elektro, 3(2), 46-55.
- Riza, F. V., Lubis, D. S., & Manurung, F. V. B. (2021). ANALISIS MEKANIS BETON BUSA DENGAN KOMBINASI SERAT SABUT KELAPA SERTA BAHAN TAMBAHAN ABU SEKAM PADI DAN SERBUK CANGKANG TELUR. PROGRESS IN CIVIL ENGINEERING JOURNAL, 1(2).
- Zhang, Y., Liu, H., Yang, Y., & Bao, E. (2019). Influence Of Panel Zone Sizes On Ultimate Bearing Capacity Of H-Shaped Steel Frames. The Civil Engineering Journal 4.