

SIMULASI PELAT LANTAI BETON DENGAN MENGUNAKAN SERBUK KULIT RAJUNGAN SEBAGAI BAHAN PENGGANTI AGREGAT HALUS

MUHAMMAD AZMI¹

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

muhammadazmi739@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia sebagai salah satu negara berkembang terus melakukan pembangunan disegala bidang. Di dalam perencanaan desain struktur konstruksi bangunan, ditemukan dua bagian utama dari bangunan, yaitu bagian struktur dan nonstruktur. Pelat lantai beton pada bangunan bertingkat merupakan bagian struktur yang terpasang mendatar dan berfungsi sebagai tumpuan / berpijak bagi penghuni di atasnya. Banyak penelitian memanfaatkan material dari berbagai bahan limbah. Salah satunya Serbuk kulit rajungan, pengujian ini memodifikasi pelat lantai beton dengan serbuk kulit rajungan. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari model pelat lantai yang menanggung gaya aksial dengan menggunakan pemodelan metode elemen hingga. Kesimpulan yang didapat pada penelitian ini adalah informasi tegangan akibat beban yang bekerja dan deformasi yang terjadi pada pelat lantai, yaitu untuk mengetahui kemungkinan lokasi kerusakan pada pelat lantai. Hasil simulasi diketahui bahwa pada beban sebesar 40000 N akan terjadi deformasi sebesar 0,40153 mm dan stress sebesar 2,3604 Mpa, sedangkan kehancuran pada pelat lantai adalah sebesar 2,45 Mpa . Dimana $f_c' = 15,6$ Mpa dari hasil pengujian di laboratorium. Artinya pelat lantai ini belum mengalami kehancuran pada saat beban 40000 N. Pengujian ini dapat menunjukkan bahwa simulasi pelat lantai menggunakan serbuk kulit rajungan dengan pelat lantai mampu menahan gaya aksial.

Kata Kunci: Pelat Lantai, Serbuk Kulit Rajungan, Simulasi.

SIMULATION OF CONCRETE FLOOR SLABS USING CRAB SKIN POWDER AS A REPLACEMENT OF FINE AGGREGATE

ABSTRACT

Indonesia as a developing country continues to develop in all fields. In the planning of building construction design, two main parts of the building are found, namely the structural and non-structural parts. The concrete floor slab in a multi-storey building is a part of the structure that is installed horizontally and works as a foothold for the occupants above it. Many studies utilize materials from various waste materials. One of them is crab skin powder, this test modifies the concrete floor slab with crab skin powder. This study aims to study the floor slab model that performs axial forces using the finite element method modeling. The conclusion obtained in this study is information on stress due to working loads and deformations that occur on the floor slab, namely to determine the possible location of damage to the floor slab. The simulation results show that a load of 40000 N will cause a deformation of 0.40153 mm and a stress of 2.3604 Mpa, while the destruction of the floor slab is 2.45 Mpa. Where f_c '15.6 Mpa from the results of testing in the laboratory. This floor slab has not been destroyed when the load is 40000 N. This test can show that the simulation of the floor slab using leather powder with the floor slab is able to withstand axial forces.

Keywords: Floor Plate, Crab Skin Powder, Simulation.

PENDAHULUAN

Beton merupakan suatu bahan komposit (campuran) dari beberapa material, yang bahan utamanya terdiri dari semen, agregat halus, agregat kasar, air serta bahan tambah lain dengan perbandingan tertentu. Pelat lantai pada bangunan bertingkat merupakan bagian struktur yang terpasang mendatar dan berfungsi sebagai tumpuan / berpijak bagi penghuni di atasnya. Pelat lantai umumnya mempunyai ketebalan yang ukurannya relative sangat kecil bila dibandingkan dengan panjang bentangnya sehingga sifat kaku dari pelat sangat kurang. Kekuatan yang sangat kurang ini akan mengakibatkan defleksi atau lendutan yang sangat besar (Puspantoro. 1993).

Peneletiaan ini memodifikasi beton dengan serbuk kulit rajungan, Kulit rajungan terdiri dari kalsium (Ca), fosfor (P), magnesium (Mg), tembaga (Cu), besi (Fe), seng (Zn), dan mangan (Mn). Oleh sebab itu, diharapkan kulit rajungan dapat meningkatkan kekuatan pada pelat lantai beton. Salah satu metode yang populer digunakan untuk menganalisa masalah karakteristik material adalah Metode Finite Element Analysis (FEA). Metode Finite Element Analysis (FEA) adalah metode yang dapat digunakan untuk mensimulasikan perilaku dari sebuah material sehingga dapat mengetahui karakteristik dari material tersebut yang nantinya dapat mengurangi jumlah percobaan yang diperlukan Schreiber (2015).

TINJAUAN PUSTAKA

Beton Mutu Normal

Menurut SKSNI T-15-1991-03, Beton normal ialah beton yang

mempunyai berat yang mempunyai berat isi 2200-2500 kg/m³ dengan menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah.

Pelat Lantai

Pelat lantai merupakan suatu struktur solid tiga dimensi dengan bidang permukaan yang lurus, datar dan tebalnya jauh lebih kecil dibandingkan dengan dimensinya yang lain.

Pelat Satu Arah

Pelat satu arah adalah pelat yang didukung pada dua tepi yang berhadapan saja sehingga lendutan yang timbul hanya satu arah saja yaitu pada arah yang tegak lurus terhadap tumpuan.

Pelat Dua Arah

Pelat dua arah adalah pelat yang mengalami lentur dalam dua arah, contohnya pelat yang ditumpu pada keempat sisi yang saling sejajar. Perbandingan antara sisi panjang dan sisi pendek yang saling tegak lurus tidak lebih dari

Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan (SNI 03- 1974-1990).

Kulit Rajungan

Saat ini rajungan merupakan komoditas ekspor unggulan hasil perikanan Indonesia, khususnya untuk ekspor ke Jepang, Uni Eropa, dan Amerika Serikat. Meningkatnya permintaan ekspor berdampak pada volume produksi rajungan yang terus naik. Serbuk kulit rajungan terdiri dari kalsium (Ca), fosfor (P), magnesium (Mg), tembaga (Cu), besi (Fe), seng (Zn), dan mangan (Mn).

Finite Element Analisis

Finite Element Method (FEM) atau biasanya disebut Finite Element Analysis (FEA), adalah prosedur numerik yang dapat dipakai untuk menyelesaikan masalah-masalah dalam bidang rekayasa (engineering), seperti analisa tegangan pada struktur, frekuensi pribadi dan mode shape-nya, perpindahan panas, elektromagnetis, dan aliran fluida (Saeed Moaveni, 1999).

METODE PENELITIAN

Studi literatur

Sebelum melakukan simulasi numerik dengan software finite element method terlebih dahulu membuat eksperimen beton di laboratorium UMSU untuk mendapatkan hasil kuat tekan, dimana hasil kuat tekan diinput di software finite elemen.

Membuat Model Pelat Lantai Dengan Software Khusus Desain

Mendesain model pelat lantai dengan menggunakan software khusus desain tiga dimensi (3D). Model di buat dengan ukuran panjang : 600 cm, lebar : 300 cm dan tinggi : 12 cm, dengan pembesaran D20 – 250.

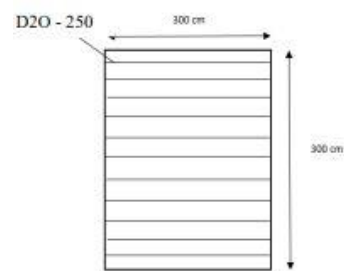
Identifikasi Parameter dan Fisik Model

Tahap ini model yang di import dari software khusus desain di cek kembali dimensinya agar sesuai dengan rencana yang akan dilakukan simulasi.

Simulasi Numerik Dengan Software Finite Element Method

Setelah model telah dilakukan meshing kemudian masukan beberapa setting analysis. Pada geometri pelat lantai yang akan di pasang tumpuan maka di masukan fixed support pada sisi yang di

simulasikan menggunakan tumpuan jepit.

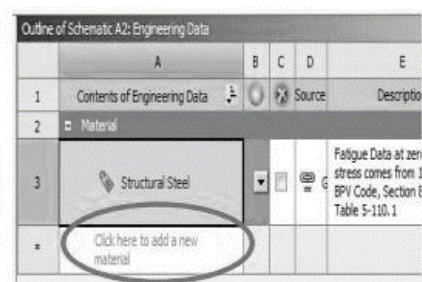


Gambar 3.2: Gambar 2D pelat

lantai.

Simulasi Statik Struktural Engineering Data

Pada penelitian ini ada dua material yang digunakan yaitu “Beton serbuk kulit rajungan” dan “Bj tp 30” yang belum terdaftar pada software finite element sehingga kita perlu memasukkan data materialnya ke engineering data. Double click pada engineering data, kemudian menu engineering data akan tampil, pada “outline of schematic A2; engineering data” terdapat kotak bertuliskan “click here to add a new material”, klik pada kotak lalu dimasukkan nama data material baru yang ingin kita simulasikan, dapat dilihat cara membuat material baru pada ansys.



Gambar 3.8: Cara membuat material

baru di *Software Finite Elemen*

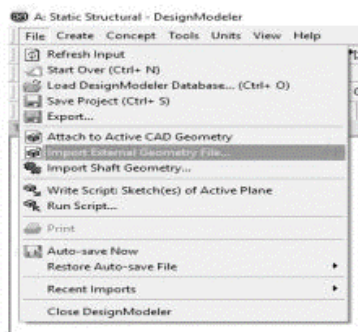
Method.

Setelah membuat material baru maka ada beberapa data yang harus kita lengkapi. Pertama kita klik

material yang sudah kita buat lalu masukan data-data untuk melengkapi material tersebut.

Import Geometri

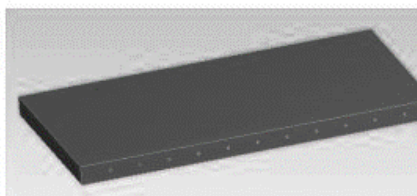
Didalam software finite element geometri adalah bagian untuk membuat desain. Pada penelitian ini penulis menggunakan desain yang di import dari Autocad 2014 dengan format Acis. Caranya yaitu dengan klik kanan pada Geometri lalu pilih New Design Modeler Geometry setelah muncul lalu klik file lalu pilih import External Geometry File seperti di perlihatkan pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12: Mengimport gambar dari *Autocad* ke simulasi *finite element method*

Model

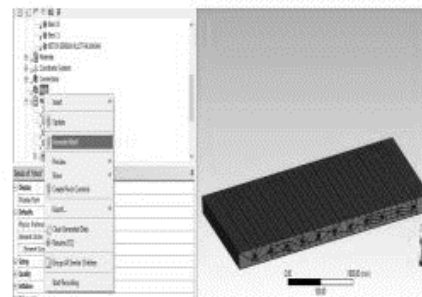
Pada software finite element model adalah bentuk gambar 3D. Double klik pada bagian Model di Static Struktural maka jendela bagian model akan muncul. Diperlihatkan pada Gambar 3.13.



Gambar 3.13: Bentuk 3D Dari Desain Pada Model.

Mesh

Messhing adalah proses membagi komponen yang akan dianalisis menjadi elemen-elemen kecil atau diskrit. Pada bagian mesh akan di ketahui seberapa baik dan rapi nya geometri atau model yang telah kita kerjakan, jika tidak, maka akan ada tanda warning hingga diminta untuk memodelkan/menggambarkan ulang. Cara mengerjakannya adalah dengan klik kanan pada mesh lalu pilih generate mesh seperti pada Gambar 3.16



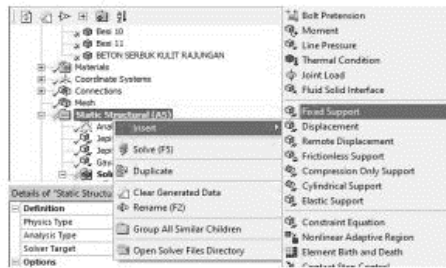
Gambar 3.16: *Generate mesh.*

Static Structural

Bagian ini perintah kerja yang kita lakukan adalah memasukan bagian tumpuan dan pembebanan. Pada penelitian ini penulis menggunakan tumpuan fixed support dan force untuk gaya aksial.

a.Fixed support

Pada bagian ini penulis menggunakan fixed support atau tumpuan mati. Memasukkan tumpuan pada pelat lantai yaitu dengan cara klik kanan pada bagian yang akan dipasang tumpuan lalu pilih insert lalu pilih fixed support. Seperti diperlihatkan pada Gambar 3.17.



Gambar 3.17: Pengaturan Tumpuan Pada Pelat Lantai.

b. Gaya aksial

Gaya aksial adalah gaya yang bekerja sejajar dengan arah model Pelat lantai. Berikut cara memasukan gaya aksial yaitu dengan cara klik kanan pada bagian yang akan kita masukan gaya lalu pilih insert lalu pilih force. Pada static struktural pilih analisis untuk mengatur time step. Fungsi dari time step adalah untuk memasukan beban secara bertahap. Pada penelitian ini menggunakan 5 time step dan kemudian diatur jaraknya setiap perdetiknya. Selanjutnya kita masukan besar beban yang akan bekerja pada pelat lantai tersebut melalui force yang ada di setting analisis. Seperti diperlihatkan pada Gambar 3.18.



Gambar 3.18: Pengaturan force (gaya aksial)

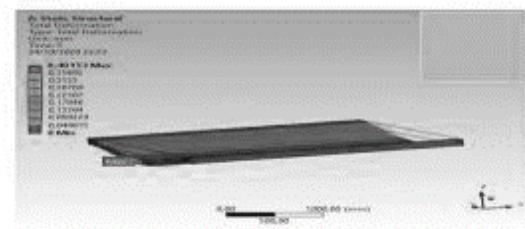
Solution Bagian ini memudahkan kita untuk mencari atau menampilkan penyelesaian apa saja yang dibutuhkan. Seperti diperlihatkan pada Gambar 3.21



Gambar 3.21: *Solution* Deformasi Total.

HASIL DAN PEMBAHASAN Deformasi

Deformasi yang terjadi pada pelat lantai akibat gaya aksial yang bekerja adalah pada bagian kiri pelat lantai. Berdasarkan kurva tegangan-tegangan beton dapat diprediksi perilaku beton ketika diberikan beban (Sidik, 2010).

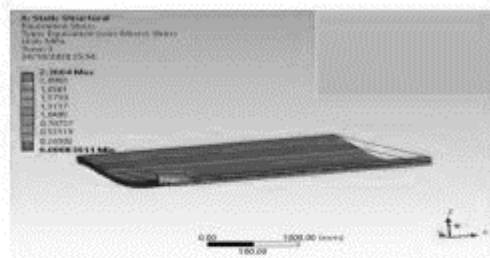


Gambar 4.3: Deformasi Maksimum Akibat Gaya Aksial Pada Pelat Lantai.

Dari respon yang ditampilkan, nilai deformasi maksimum akibat gaya aksial yang bekerja adalah sebesar 0,40153 mm pada time step ke 5 dengan gaya sebesar 40000 N.

Stress

Beton yang mengalami gaya tekan tentunya menimbulkan tegangan (stress) didalam beton, Tegangan ini menyebabkan bahan beton mengalami regangan (strain) (Hasbi Arbi, 2014). Stress yang terjadi akibat gaya aksial dapat dilihat pada Gambar 4.5.

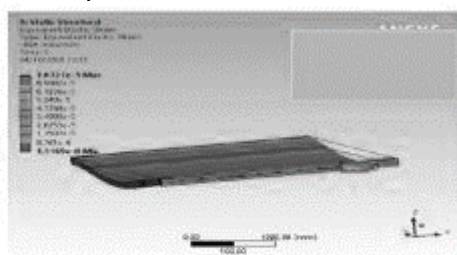


Gambar 4.5: *stress* maksimum yang terjadi akibat gaya aksial.

Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa stress terjadi pada ujung kiri yaitu sebesar 2,3604 Mpa pada saat beban sebesar 40000 N. Sedangkan batas kehancuran pada pelat lantai adalah sebesar 2,45 Mpa dihitung menggunakan rumus modulus retak $F_r = 0,62 \lambda \sqrt{f_c'}$ (SNI 2847 2019) dimana $f_c' = 15,6$ Mpa dari hasil pengujian di laboratorium. Artinya pelat lantai ini belum mengalami kehancuran pada saat beban 40000 N.

Strain

Perubahan pada ukuran sebuah benda karena gaya-gaya kopel dalam keseimbangan dibandingkan dengan ukuran semua disebut regangan. Regangan juga disebut derajat deformasi (Sarojo, 2002). Strain maksimum yang terjadi pada pelat lantai akibat gaya aksial dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9: *Strain* Maksimum Yang Terjadi Pada Pelat Lantai.

Dari respon yang ditampilkan, nilai strain maksimum yang terjadi adalah sebesar 0,0000787 Mpa

pada time step ke 5 yaitu pada gaya sebesar 40000N. Strain maksimum terjadi pada bagian geometri yang berpegangan dengan tumpuan (constraint).

KESIMPULAN

Bahwa Hasil pengujian didalam software finite element dapat diambil kesimpulan Deformasi maksimum akibat gaya aksial yang bekerja pada pelat lantai adalah sebesar 0,40153 mm pada time step ke 5 dengan gaya sebesar 40000 N. selain itu Stress yang terjadi akibat gaya aksial pada pelat lantai yang terjadi pada ujung kiri yaitu sebesar 2,3604 Mpa pada saat beban sebesar 40000 N. Sedangkan kehancuran pada pelat lantai adalah sebesar 2,45 Mpa. Dimana $f_c' = 15,6$ Mpa dari hasil pengujian di laboratorium. Artinya pelat lantai ini belum mengalami kehancuran pada saat beban 40000 N.

Strain maksimum yang terjadi akibat gaya aksial adalah sebesar 0,0000787 Mpa pada time step ke 5 yaitu pada gaya sebesar 40000 N. Strain maksimum terjadi pada bagian geometri yang berpegangan dengan tumpuan.

Dan dalam pengujian ini dapat menunjukkan bahwa simulasi pelat lantai menggunakan serbuk kulit rajungan dengan pelat lantai satu arah mampu menahan gaya aksial.

DAFTAR PUSTAKA

BUKU

- Badriyah, a. N. (2016). Analisis respon beam terhadap pembebebanan kendaraan berjalan dengan pemodelan setengah mobilno title.
- Hastuti, sri ., arifin, syamsul., Multazam. (2000). Prospek pemanfaatan cangkang rajungan (portunus sp.) Sebagai suplemen pakan ikan.
- RSNI2 2847. (2019). Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan.

JURNAL

- Abdollahzadeh, G., Mohammadgholipour, A., & Omranian, E. (2018). Seismic evaluation of steel moment frames under Mainshock–aftershock sequence designed by elastic design and PBPD methods. *Journal of Earthquake Engineering*, 1-24.
- Amiri, S., & Bojórquez, E. (2019). Residual displacement ratios of structures under mainshock-aftershock sequences. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 121, 179-193
- ANSI, A. (2005). AISC 358–05 prequalified connections for special and intermediate steel moment frames for seismic applications. American Institute of Steel Construction Inc., Chicago..
- 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 Mudulation (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 Etap 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 TanggaDi 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 TanggaDi 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.
- Badan Standarisasi Nasional (2012). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 1726:2012*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum
- Bhagat, S., Wijeyewickrema, A. C., & Subedi, N. (2018). Influence of Near-Fault Ground Motions with Fling-Step and Forward-Directivity Characteristics on Seismic Response of Base-Isolated Buildings. *Journal of Earthquake Engineering*, 1-20.
- 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.
- Eftekhar, G., & Nouri, G. (2018). Seismic Performance Assessment of High-Rise Buildings with Different Lateral Load Resisting Systems Under Near-Field Earthquakes with Fling Step. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering*, 42(4), 361-370.
- Elkady, A., & Lignos, D. G. (2015). Effect of gravity framing on the overstrength and collapse capacity of steel frame buildings with perimeter special moment frames. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, 44(8), 1289-1307.
- 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.
- Febriana, A., & Wibowo, A. (2016). Analisis Pushover Untuk Performance Based Design (Studi Kasus n Gedung B Program Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer Universitas Brawijaya. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil*, 1(2), PP-676.
- Goda, K., & Taylor, C. A. (2012). Effects of aftershocks on peak ductility demand due to strong ground motion records from shallow crustal earthquakes. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, 41(15), 2311- 2330.
- Khatami, M., Gerami, M., Kheyroddin, A., & Siahpolo, N. (2020). The effect of the mainshock-aftershock on the estimation of the separation gap of regular and irregular adjacent structures with the soft story. *Journal of Earthquake and Tsunami*, 14(02), 2050008.
- Faisal, A. (2019). Influence of repeated earthquakes on the ductility demand of inelastic RC buildings. *KUMPULAN JURNAL DOSEN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA*.
- 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*.
- 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.
- 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.
- Lubis, S., Siregar, I., & Siregar, A. M. (2020). Karakteristik Unjuk Kerja 2 Pompa Sentrifugal Dengan Susunan Seri Sebagai Turbin Pat. Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi, 3(2), 85-92.
- Lubis, S., Siregar, C. A., Siregar, I., & Hasibuan, E. S. (2020). Kajian Eksperimen Deffoormasi Tekanan Pada Struktur Sarang Lebah Dengan Variasi Ukuran Hexagonal Yang Diuji Secara Statis. Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi, 3(1), 01-10.
- Lubis, S., Siregar, A. M., Siregar, C. A., & Siregar, I. (2021). Kajian Eksperimen Kemampuan Penyerapan Energi Pada Struktur Sarang Lebah Yang Diuji Secara Statis. Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi, 4(1), 64-72.
- Siregar, M. A., & Riawansyah, R. (2018). Simulasi Perpindahan Panas Pada Heater Injection Molding Menggunakan Software Solidworks. Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi, 1(1), 39-46.
- Lubis, R. D. W., Syam, B., & Gunawan, S. (2020). Simulasi Respon Mekanik Komposit Busa Polimer Diperkuat Serat Tkks Dengan Variasi Konsentrasi Al₂O₃. Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi, 3(1), 29-37.