

Rancangan Perangkat Pirolisis Sampah Plastik Menjadi Minyak Dengan Reaktor Ganda

Muhammad Nur Ade Harto

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

nuradeharto@gmail.com

Abstrak

Meningkatnya jumlah polutan sampah plastik yang berbanding lurus dengan tidak seimbangnya antara jumlah produksi dengan daur ulang menjadi ancaman serius untuk lingkungan. Pirolisis plastik memiliki potensi untuk mengkonversi segala jenis limbah plastik menjadi bahan bakar kimia dengan proses yang relatif sederhana. Pirolisis merupakan dekomposisi termokimia melalui proses pemanasan tanpa atau sedikit oksigen atau pereaksi kimia lainnya, di mana material mentah akan mengalami pemecahan struktur kimia menjadi fase gas di dalam sebuah reaktor. Fokus spesifikasi desain akan menggunakan reaktor ganda dan dua buah kondensor dengan destilator tunggal, bahan bakar kimia akan di pisahkan berdasarkan berat jenisnya terhadap air dan bahan pirolisis menggunakan plastik jenis HDPE (high density polyethelene), dari seluruh desain akan di uji simulasi thermal, analisa pemuai reaktor dengan aplikasi simulasi peraga SolidWorks.

Kata Kunci : *reaktor, kondensor, destilator, uji simulasi.*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan zaman dalam penggunaan energi dari minyak bumi semakin meningkat Mayoritas energi tersebut dipenuhi dari sumber daya berbasis fosil . Minyak bumi sebagai sumber tersebut selama ini diolah untuk energi (42%), bahan bakar transportasi (45%), produksi plastik (4%), bahan baku industri petrokimia (4%), dan lain - lain (5%) , di sisi lain sumber daya ini termasuk sumber daya tidak terbarukan yang cadangannya saat ini semakin menipis. Berdasarkan data yang diperoleh dari Asosiasi Industri Plastik Indonesia (INAPLAS) dan Badan Pusat Statistik (BPS), terdapat fakta mengejutkan bahwa Indonesia menjadi penyumbang sampah plastik terbesar kedua di dunia.

Sampah plastik di Indonesia mencapai 64 juta ton/ tahun dimana 3,2 juta ton di antaranya merupakan sampah plastik yang dibuang ke laut. Pengolahan daur ulangsampah plastik berkelanjutan merupakan salah satu solusi dalam mengurangi dampak pencemaran lingkungan akibat sampah plastik , namun ada beberapa jenis sampah plastik yang tidak dapat di bentuk ulang karena sifat dan keadaannya (plastik kotor dan plastik thermoset), jika di daur ulang plastik tersebut akan mengalami penurunan kualitas hingga kurang menghasilkan profit yang baik Perlu adanya alternatif proses daur ulang yang lebih menjanjikan dan berprospek ke depan. Salah satunya mengonversi sampah plastik menjadi minyak.

Hal ini bisa dilakukan karena pada dasarnya plastik berasal dari minyak bumi, sehingga tinggal dikembalikan ke bentuk semula. Selain itu plastik juga mempunyai nilai kalor cukup tinggi, setara dengan bahan bakar fosil seperti bensin dan solar , walaupun bahan bakar hasil pirolisis sanagat sulit untuk memenuhi kuota kebutuhan akan bahan bakar nasional beberapa penelitian seputar konversi sampah plastik menjadi produk cair berkualitas bahan bakar telah dilakukan dan menunjukkan hasil yang cukup prospektif untuk dikembangkan. Walaupun penggunaan alat pirolisis memiliki banyak kelebihan , pada umumnya desain alat pirolisis sederhana yang telah di buat sebelumnya menghasilkan bahan bakar minyak yang gelap dan pekat ,sebenarnya hal tersebut dapat di atasi dengan proses destilasi dan penyaringan namun prosesnya akan memperumit kerja , memakan biaya produksi tinggi dan konstruksi non portable.

2. METODE PENELITIAN

Langkah Perancangan Perancangan ini di lakukan dengan beberapa tahap dengan cara sebagai berikut :

1. Mempersiapkan alat yang di butuh kan
2. Menggambar konsep berdasarkan cara kerja alat pirolisis sampah plastik dengan tipe fix bed reaktor ganda pada White Board.
3. Menggambar desain berdasarkan konsep yang telah di buat sebelumnya dengan aplikasi Solidworks
4. Mensimulasikan kemampuan komponen /part dengan Solidworks Simulation
5. Merakit gambar komponen alat pirolisis sampah plastik dengan reaktor ganda.

Teknik Analisa Data

Hal ini merupakan langkah penting dalam mendesain alat , terutama di gunakan sebagai simpulan tentang efesiensi desain yang di gunakan , dalam hal ini bersifat deskriptif

- Analisa Berat dan Kapasitas Desain Setelah desain gambar telah di buat , dengan menentukan jenis bahan yang akan di gunakan sebagai material bahan baku maka berat dan kapasitas desain dapat di ketahui dengan menu Mass properties
- Analisa Simulasi Thermal Jika permukaan bawah reaktor di beri energi thermal , energi thermal atau panas tersebut harus dapat mengalir pada dinding reaktor hingga cukup untuk melakukan dekomposisi thermal pada bahan plastik , dan panas pada pipa di harapkan turun agar minyak hasil pirolisis dapat terkondensasi dengan baik.
- Analisa Statis Panas dan tekanan pada reaktor dapat menyebabkan pertambahan mulur , pemuaiian yang terjadi di harapkan masih dlam kondisi aman di pakai

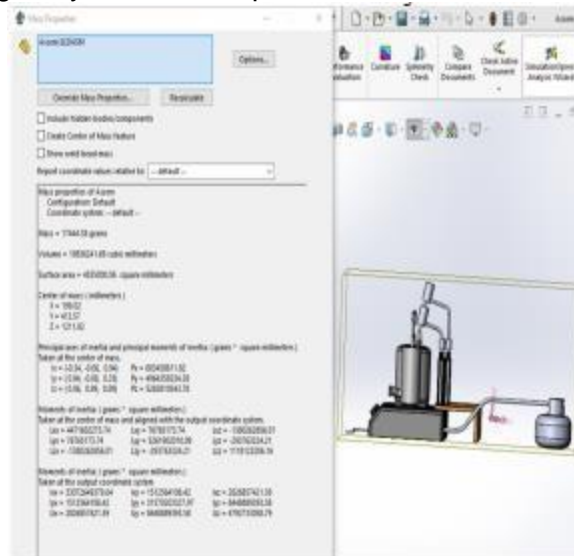
3. HASIL Umum

Analisa ini di aplikasikan pada kasus dimana hasil perancangan atau objek di berikan simulasi tekanan dan energi thermal sedikit melewati oprasional kerja guna menunjang keamanan dengan aplikasi Solidworks Simulation ,di mulai sejak tanggal 12 januari hingga 20 januari 2021 berempat di kediaman penulis rt1 rw1. Jl.Masjid Dsn.Sumberejo. Desa Sei bamban Kec.Batang Serangan Kab Langkat Sumatera Utara, Indonesia.

Berat dan Kapasitas Desain

Berat total Desain

Berat desain dapat di ketahui dengan cara meng klik Mass property pada assembly part, dengan syarat material part telah di tentukan keseluruhannya.



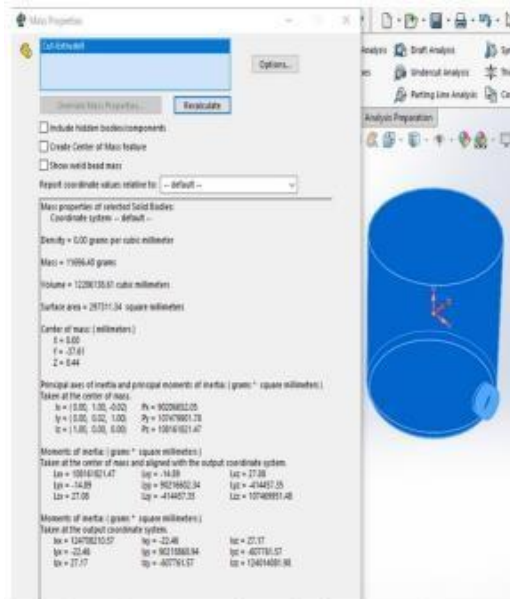
Gambar 1 berat desain

Berdasarkan gambar di atas di ketahui bahwa berat total desain adalah 17,4 kg

Kapasitas Reaktor 1

Pengukuran kapasitas reaktor 1 menggunakan menu evaluate pada solidwork , setelah membuat cetakan volume dengan extrude boss / base dan memotong gambar

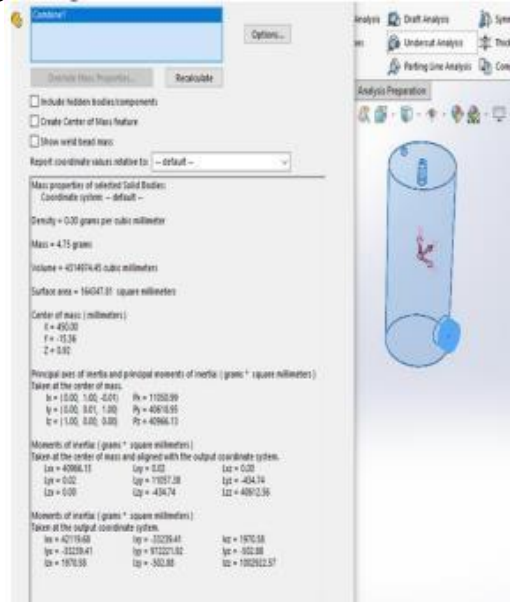
kepala cetakan sebagai ruang udara bebas maka di dapatkan volume bersih kapasitas total plastik jenis PET adalah 12,286138 cm³ dan dengan berat total 11,696 kg



Gambar 2 kapasitas bersih dapur reaktor 1

Kapasitas reaktor 2

Dengan cara yang sama dengan pengukuran reaktor 1 maka di dapatkan volume total 4,315 cm³. Dengan massa gas 4,75 gram.



Gambar 3 kapasitas bersih dapur reaktor 2

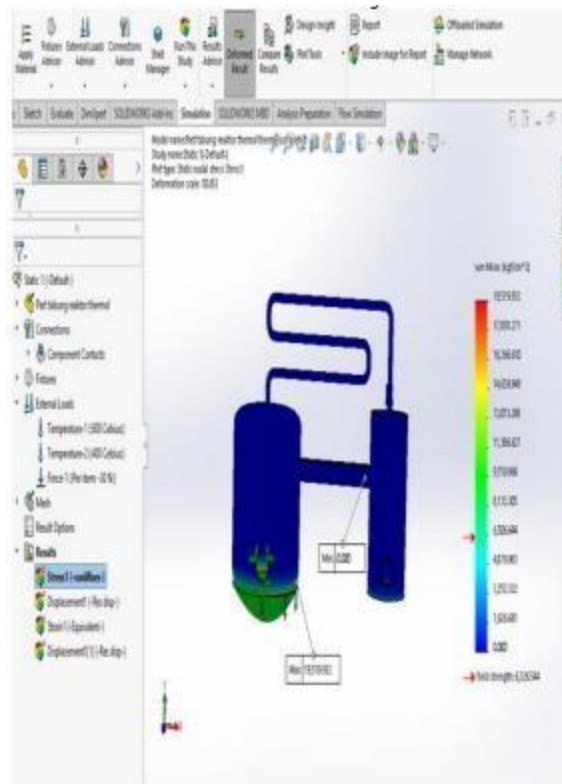
4. PEMBAHASAN

Mensimulasikan Keamanan Reaktor

Simulasi Beban Statik dan Thermal

Pegujian simulasi statis akan menggunakan beberapa variabel titik perbedaan temperatur dan jenis bahan caranya dengan meng klik Fixture Advisor , pilih permukaan yang kemungkinan sifatnya statis , kemudian klik simulation selanjutnya klik Static lalu masukkan titik perbedaan temperatur pada permukaan desain dengan menu temperature di External Loads Advisor. Temperatur untuk rektor satu di simulasikan 6000 C dan rektor dua 4000 C data temperatur tersebut di ambil berdasarkan temperatur maksimum proses pirolisis, kemudian masukkan tekanan / beban pada permukaan dasar reaktor 1 ke arah bawah sebesar 30 N ,lalu jika jenis bahan telah di pilih , maka yang perlu di lakukan selanjutnya adalah membuat Mesh.

Jika terjadi kegagalan mesh , gunakan menu Apply Mesh Control dan klik bagian yang bermasalah , gunakan pengaturan ke Fine Mesh Density Selector lalu klik save atau enter , kemudian klik kembali Create Mesh , jika tidak ada masalah klik Run This Sturdy.

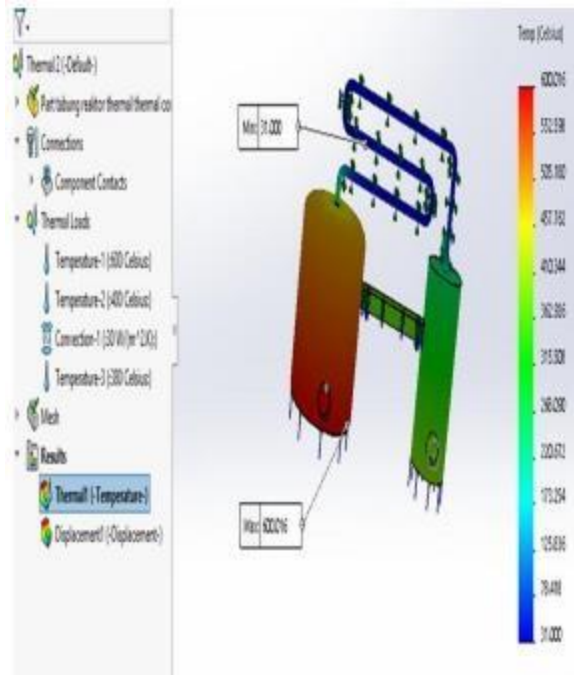


Gambar 4 hasil simulasi reaktor

Setelah mengklik Show pada menu Result ,di dapatkan batas aman Yield Strenght yang mampu di terima pada rektor dengan temperatur 6000C : 6,33 kgf/cm² dengan tekanan kritis maksimum 19,52 kgf/cm².

Simulasi Thermal

Langkah ini adalah pengujian temperatur dengan kembali meng klik New sturdy, kemudian memasukkan input Thermal Loads berupa temperaur dan konveksi thermal, dalam percobaan simulasi ini konveksi di atur 30W/m2K dan melakukan meshing lagi hingga icon result muncul



Gambar 5 simulasi Thermal

Berdasarkan simulasi , temperatur yang di butuhkan reaktor dalam proses pirolisis cukup merata walaupun kalor yang di terima hanya permukaan bawah dari kedua reaktor

5. KESIMPULAN

Dari penelitian diatas dapat ditarik kesimpulannya bahwa :

1. Reaktor dapat dapat bekerja pada temperatur di atas 6000C d dengan bulk ambient temperature 304,150K atau pada suhu normal ruangan 310C
2. Berdasarkan simulasi reaktor cukup aman di gunakan karena yield strength hingga 6,326544 kgf/cm2 dengan rencana kapasitas ninimum 3 kg dan maksimum 11 kg.
3. Penggunaan jenis material yang berbeda dapat menghasilkan data simulasi yang berbeda
4. Simulasi terkadang terkendala pada ketersediaan bahan untuk pembuatan unit nyata , maka perlu memeriksa ketersediaan material di pasar sebelum di lakukan pendesainan.
5. Spesifikasi perangkat komputer dapat mempengaruhi kemampuan aplikasi dalam mendesain alat pirolisis sampah plastik dengan reaktor ganda

REFERENSI

- Affandi, A., Nasution, A. R., Tanjung, I., & Harahap, R. S. (2021). Rancang Bangun Alat Ukur pH Dan Ketinggian Air Berbasis Smartphone Guna Meningkatkan Produktifitas Budidaya Ikan Nila. *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 2(2), 75-80.
- Affandi, A., Umurani, K., Nasution, A. R., & Tanjung, I. (2021). Edukasi Cara Menempa Besi Berstandart SNI Untuk Peningkatan Produksi Pandai Besi di Kecamatan Brandan. *ABDI SABHA (Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat)*, 2(3), 115-122.
- Affandi, A., Nasution, A. R., Tanjung, I., & Harahap, R. S. (2021). Rancang Bangun Alat Ukur pH Dan Ketinggian Air Berbasis Smartphone Guna Meningkatkan Produktifitas Budidaya Ikan Nila. *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 2(2), 75-80.
- Affandi, A., Umurani, K., Nasution, A. R., & Tanjung, I. (2021). Edukasi Cara Menempa Besi Berstandart SNI Untuk Peningkatan Produksi Pandai Besi di Kecamatan Brandan. *ABDI SABHA (Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat)*, 2(3), 115-122.
- Affandi, A., Nasution, A. R., Tanjung, I., & Harahap, R. S. (2021). Rancang Bangun Alat Ukur pH Dan Ketinggian Air Berbasis Smartphone Guna Meningkatkan Produktifitas Budidaya Ikan Nila. *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 2(2), 75-80.
- Affandi, A., & Azmi, K. (2019). Sosialisasi Dan Inovasi Olahan Jamu Cair Menjadi Jamu Bubuk Pada Para Pelaku UMKM Jamu Tradisional. *IHSAN: JURNAL PENGABDIAN MASYARAKAT*, 1(2), 118-125.
- Balisranislam, B., & Harahap, P. (2021, October). Efisiensi Kinerja Cleaning Service Dengan menggunakan Robot Pembersih Kaca Luar Gedung Selama Masa Pandemi Covid-19. In *Prosiding Seminar Nasional Kewirausahaan (Vol. 2, No. 1)*.
- Balisranislam, B., Harahap, P., & Lubis, S. (2021). Perancangan Alat Inverter Energi Listrik Menggunakan Simulink Matlab. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 4(2), 91-98.
- Dharma, S. (2021). Simulasi Computational Fluid Dynamic (CFD) Pada Turbin Screw Archimedes Skala Kecil: Simulasi Computational Fluid Dynamic (CFD) Pada Turbin Screw Archimedes Skala Kecil. *ABEC Indonesia*, 9.
- Hadi, H. S., Abdurrahman, A., & Sampurno, B. (2019). Rancang Bangun Sistem Monitoring Cairan Pembersih Pada Robot Pembersih Kaca Berbasis Mikrokontroler ATMega 8535. *J-Eltrik*, 1(1), 7-14.
- Harahap, P., Adam, M., & Balisranislam, B. (2021). Implementasi Trainer Kit Pembangkit Listrik Tenaga Surya sebagai Pengembangan Media Pembelajaran Instalasi Listrik. *ABDI SABHA (Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat)*, 2(2), 198-205.
- Harahap, P., Adam, M., & Balisranislam, B. (2021). Implementasi Trainer Kit Pembangkit Listrik Tenaga Surya sebagai Pengembangan Media Pembelajaran Instalasi Listrik. *ABDI SABHA (Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat)*, 2(2), 198-205.
- Harahap, P., Nofri, I., & Lubis, S. (2021). PLTS 200 Wp to Meet Energy Needs at the Taqwa Muhammadiyah Mosque, Sei Litur Village, Sawit Sebrang Langkat District. *Journal of Innovation and Community Engagement*, 1(1), 60-71.
- Huzni, S., Tanjung, I., & Fonna, S. (2019, August). Atmospheric corrosion map of structural steel in industrial area: a preliminary investigation. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 602, No. 1, p. 012075)*. IOP Publishing.
- Irawansyah, H., Ghofur, A., Subagyo, R., Tamjidillah, M., Pratama, B. H., Suroso, B., & Wibowo, B. S. (2021, February). Characterization of heat transfer on concentric tube heat exchanger using ethylene glycol/TiO₂ nanofluid. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 1034, No. 1, p. 012045)*. IOP Publishing.
- Lubis, S., & Siregar, M. A. (2021, March). Karakteristik Unjuk Kerja Pump As Turbine (Pat) Menggunakan Satu Pompa Hisap Untuk Pembangkit Listrik. In *Scenario (Seminar of Social Sciences Engineering and Humaniora)* (pp. 136-142).
- Lubis, S., Pasaribu, F. I., Damanik, W. S., Siregar, M. A., Siregar, I., & Hasibuan, E. S. (2020). The Design and Qibla Direction by Using the Hmc 5883 L Sensor as a Compass Rhi in

- the UMSU Science Laboratory (OIF). Budapest International Research in Exact Sciences (BirEx) Journal, 2(3), 376-381.
- Lubis, S., Siregar, C. A., & Abdilah, F. (2020, April). Simulation of air flow loss in triangle pipe construction. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 821, No. 1, p. 012047). IOP Publishing.
- Lubis, S., Siregar, M. A., Damanik, W. S., Siregar, I., Hasibuan, E. S., & Arif, M. (2021). Pemberdayaan/Pengelolaan Ikan Dengan Pemanfaatan Box Pendingin Pada Kelompok Masyarakat Pesisir Di Kecamatan Percut Sei Tuan. ABDI SABHA (Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat), 2(2), 220-229.
- Lubis, S., & Siregar, M. A. (2021, March). Karakteristik Unjuk Kerja Pump As Turbine (Pat) Menggunakan Satu Pompa Hisap Untuk Pembangkit Listrik. In Scenario (Seminar of Social Sciences Engineering and Humaniora) (pp. 136-142).
- Lubis, S., Pasaribu, F. I., Damanik, W. S., Siregar, M. A., Siregar, I., & Hasibuan, E. S. (2020). The Design and Qibla Direction by Using the Hmc 5883 L Sensor as a Compass Rhi in the UMSU Science Laboratory (OIF). Budapest International Research in Exact Sciences (BirEx) Journal, 2(3), 376-381.
- Lubis, F., Lubis, S., Siregar, M. A., & Damanik, W. S. (2022). Pelatihan Keamanan Dalam Merancang Prototype Belt conveyor. ABDI SABHA (Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat), 3(1), 146-153.
- Lubis, S., Pasaribu, F. I., Damanik, W. S., Siregar, M. A., Siregar, I., & Hasibuan, E. S. (2020). The Design and Qibla Direction by Using the Hmc 5883 L Sensor as a Compass Rhi in the UMSU Science Laboratory (OIF). Budapest International Research in Exact Sciences (BirEx) Journal, 2(3), 376-381.
- Lubis, S., Pasaribu, F. I., Damanik, W. S., Siregar, M. A., Siregar, I., & Hasibuan, E. S. (2020). The Design and Qibla Direction by Using the Hmc 5883 L Sensor as a Compass Rhi in the UMSU Science Laboratory (OIF). Budapest International Research in Exact Sciences (BirEx) Journal, 2(3), 376-381.
- Lubis, F., Lubis, S., Siregar, M. A., & Damanik, W. S. (2022). Pelatihan Keamanan Dalam Merancang Prototype Belt conveyor. ABDI SABHA (Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat), 3(1), 146-153.
- Muharnif, M., Syaputra, S. A., & Harahap, M. (2021). REVIEW MESIN PENGIRIS KERIPIK SINGKONG UNTUK HOME INDUSTRI. ATDS SAINTECH JOURNAL OF ENGINEERING, 2(2), 29-37.
- Nasution, A. R., Affandi, A., & Fuadi, Z. (2020). Pengaruh Cairan Pendingin Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Pada Proses Face Milling. Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi, 3(1), 16-22.
- Nasution, A. R., Affandi, A., Umurani, K., & Siregar, A. M. (2021). Analisis Kekasaran Permukaan Cast Iron Menggunakan Cairan Pendingin Berbasis Nabati Pada Proses Face milling. Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi, 4(2), 125-131.
- Nasution, A. R., Affandi, A., & Fuadi, Z. (2020). Pengaruh Cairan Pendingin Terhadap Kekasaran Permukaan Benda Kerja Pada Proses Face Milling. Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi, 3(1), 16-22.
- Panjaitan, A., Harahap, M., Syaputra, S. A., & Fadlan, M. (2021). RANCANG BANGUN DAN SIMULASI SISTEM PNEUMATIK DENGAN 1 SILINDER SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN. ATDS SAINTECH JOURNAL OF ENGINEERING, 2(2), 38-45.

- Rahmatullah, S. T., & Yohanes, I. APPLICATION OF VIRTUAL MANUFACTURING IN CNC TURNING OPERATIONS.
- Rahmatullah, R., Amiruddin, A., & Lubis, S. (2021). Effectiveness of CNC Turning and CNC Milling in Machining Process. *International Journal of Economic, Technology and Social Sciences (Injests)*, 2(2), 575-583.
- Rahmatullah, S. T., & Yohanes, I. APPLICATION OF VIRTUAL MANUFACTURING IN CNC TURNING OPERATIONS.
- Sahidhir, I., Nugroho, H., & Rahmatullah, R. (2018). PERCEPATAN MATURASI INDUK IKAN NILA PAYAU (*Oreochromis SP*) DENGAN SILASE MIKROBIAL DARI RUMPUT LAUT LATOH (*Caulerpa lentillifera*) DAN NANAS (*Ananas comosus*). *Prosiding Biotik*, 3(1).
- Siregar, C., & Irfansyah, I. (2018). Studi Numerik Unjuk Kerja Penggunaan Winglet Pada Heat Exchanger Tipe Compact. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 1(1), 20-29.
- Siregar, A. M., Siregar, C. A., & Yani, M. (2020, April). Engineering of motorcycle exhaust gases to reduce air pollution. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 821, No. 1, p. 012048). IOP Publishing.
- Siregar, C. A., Siregar, A. M., Affandi, A., & Amri, U. (2020). Rancang Bangun Acwh Berkapasitas 60 Liter Memanfaatkan Pipa Kapiler Bersirip Sebagai Penghantar Panas. *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 1(1), 56-62.
- Siregar, A. M., & Siregar, C. A. (2019, November). Reliability test prototype wind turbine savonius type helical as an alternative electricity generator. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 674, No. 1, p. 012059). IOP Publishing.
- Siregar, R. A., & Siregar, C. A. (2019). Pembangunan Turbin Angin Darrieus-Savonius Sebagai Ikon Wisata Laut Dan Kuliner Di Belawan. *Jurnal Ilmiah, Medan: Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*.
- Siregar, M. A., Umurani, K., & Damanik, W. S. (2020). Pengaruh Jenis Katoda Terhadap Gas Hidrogen Yang Dihasilkan Dari Proses Elektrolisis Air Garam. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 21(2), 57-65.
- Siregar, R. A., Khan, S. F., & Umurani, K. (2017, October). Design and development of injection moulding machine for manufacturing maboratory. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 908, No. 1, p. 012067). IOP Publishing.
- 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.
- Siregar, M. A., Siregar, C. A., Siregar, A. M., & Maulana, I. (2019, November). Application of catalytic converter copper catalyst with honeycomb surfaces to reduce emissions of flue gas in motorcycles. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 674, No. 1, p. 012060). IOP Publishing.
- Siregar, M. A., Saifan, S., Damanik, W. S., & Lubis, A. A. (2021, June). Karakteristik Unjuk Kerja Pompa (PAT) Dua Pompa Hisap Disusunan Paralel Untuk Pembangkit Listrik. In *Seminar Nasional Teknologi Edukasi Sosial dan Humaniora* (Vol. 1, No. 1, pp. 630-636).
- Siregar, M. A., Damanik, W. S., & Lubis, S. (2021). Analisa Energi pada Alat Desalinasi Air Laut Tenaga Surya Model Lereng Tunggal. *Rekayasa Mesin*, 12(1), 193-201.
- Siregar, C. A., Affandi, A., & Siregar, A. M. (2021, August). Pemetaan Potensi Radiasi Matahari Di Sumatera Utara Berdasarkan Perhitungan Matematika. In *Seminar Nasional Teknologi Edukasi Sosial dan Humaniora* (Vol. 1, No. 1, pp. 72-77).
- Siregar, C. A., Siregar, A. M., & Fahmi, A. (2021). Penyelidikan Aliran Panas pada APK Shell Helical Coil Bersirip dalam Aplikasi ACWHMenggunakan Ansys 15.0. *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 2(1), 11-16.
- Siregar, A. M., Siregar, C. A., & Affandi, A. (2021). Pemamfaatan logam sisa permesinan pada knalpot guna mengurangi pencemaran udara. *Dinamika Teknik Mesin*, 11(1), 32-38.
- Siregar, C. A., & Affandi, A. (2021). Perancangan Mesin Pembuat Pelet Untuk Kelompok Pemuda Berkarya Kecamatan Pahae Jae Guna Meningkatkan Produktifitas Ikan. *JURNAL PRODIKMAS Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(2), 45-49.

- Siregar, A. M., & Lubis, F. (2019). Uji Keandalan Prototype Turbin Angin Savonius Tipe-u Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif. *MEKANIK: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 5(1).
- Siregar, M. A., Saifan, S., Damanik, W. S., & Lubis, A. A. (2021, June). Karakteristik Unjuk Kerja Pompa (PAT) Dua Pompa Hisap Disusunan Paralel Untuk Pembangkit Listrik. In *Seminar Nasional Teknologi Edukasi Sosial dan Humaniora* (Vol. 1, No. 1, pp. 630-636).
- Siregar, M. A., Damanik, W. S., & Lubis, S. (2021). Analisa Energi pada Alat Desalinasi Air Laut Tenaga Surya Model Lereng Tunggal. *Rekayasa Mesin*, 12(1), 193-201.
- Suherman, S., Mizhar, S., & Winoto, A. (2016). Pengaruh Heat Treatment Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Aluminium Paduan Al-Si-Cu Pada Cylinder Head Sepeda Motor. *Mekanik*, 2(1), 329136.
- Suherman, S., Hasanah, M., Ariandi, R., & Ilmi, I. (2021). PENGARUH SUHU PEMANASAN TERHADAP KARAKTERISTIK DAN MIKROSTRUKTUR KARBON AKTIF PELEPAH KELAPA SAWIT. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*, 16(1), 1-9.
- Suherman, S., Kuncoro, H. D., Abdullah, I., & Mizhar, S. (2020). Analisa Hasil Pengelasan Baja SA333 Grade 6 Untuk Aplikasi PLTN. *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir*, 22(1), 9-17.
- Suroso, B., Kamal, S., & Kristiawan, B. (2015). Pengaruh Temperatur dan Fraksi Volume Terhadap Nilai Perpindahan Kalor Konveksi Fluida Nano TiO₂/Oli Thermo XT32 pada Penukar Kalor Pipa Konsentrik. *Mekanika*, 13(2).
- Suroso, B., Kamal, S., Kristiawan, B., Irawansyah, H., Wibowo, B. S., & Yani, M. (2019, November). Convective heat transfer of nanofluids TiO₂/Thermo Oil XT 32 in concentric tube heat exchanger. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 674, No. 1, p. 012063). IOP Publishing.
- SUROSO, B. (2016). Studi Eksperimental Perpindahan Kalor Konveksi Fluida Nano TiO₂/Oli Thermo XT 32 Dalam Concentric Tube Heat Exchanger (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- Tanjung, I., Affandi, A., Huzni, S., & Fonna, S. (2020). Investigasi pengaruh jumlah elemen anoda terhadap distribusi potensial korosi pada beton bertulang menggunakan BEM 3D. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 3(1), 57-64.
- Tanjung, I., Huzni, S., & Fonna, S. (2021). Investigation the Effect of Concrete Element Size on the Potential Distribution of RC Cathodic Protection Simulation Using BEM 3D. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Experimental and Computational Mechanics in Engineering* (pp. 189-198). Springer, Singapore.
- Umurani, K. U. K., & Muhamif, M. (2019). Pengaruh Diameter Lubang Pembangkit Vorteks Winglet Melengkung Terhadap Unjuk Kerja Apk Tipe Kompak Studi Eksperimental. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 2(1), 84-93.
- Umurani, K., Rahmatullah, R., & Rachman, F. A. (2020). Analisa Pengaruh Diameter Impeller Terhadap Kapasitas Dan Penurunan Tekanan Blower Sentrifugal. *Jurnal Rekayasa*
- Umurani, K., Muhamif, M., & Siregar, A. M. (2021). Analisa Numerik Pengaruh Diameter Lubang Berperforasi Rusuk V Terhadap Penurunan Tekanan Pada Saluran Segiempat. *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 2(1), 54-65.
- Umurani, K., Fathi, S., & Tanjung, I. (2021). Pengaruh Penambahan Serbuk Arang Cangkang Kemiri-Barium Karbonat Terhadap Permukaan Pahat Bubut dengan Menggunakan Metode Pack Carburizing. *VOCATECH: Vocational Education and Technology Journal*, 3(1), 120-128.
- Yani, M., & Lubis, F. (2018). Pembuatan Dan Penyelidikan Perilaku Mekanik Komposit Diperkuat agregat Limbah Plastik Akibat Beban Lentutan. *MEKANIK: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 4(2).