

Tinjauan Intesitas Prosedur Produk Atap Genteng Berbahan Komposit Fiberglass

Muhammad Ryan

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

Muhammadryan@gmail.com

Abstrak

Genteng merupakan bagian utama dari suatu bangunan sebagai penutup atap, pada zaman dahulu genteng dibuat dari tanah liat yang dicetak dan dipanaskan hingga kering. Fungsi utama dari genteng adalah untuk menahan panasnya matahari dan hujan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan dan mengetahui kuat tarik dan kuat tekan material komposit bertulang fiberglass sebelum digunakan untuk material genteng dengan menggunakan metode tuang dalam cetakan. Pengujian dilakukan pada sembilan benda uji dengan variasi perbandingan komposisi Fiberglass Fiber 25%, 30%, 50%. Kuat tarik maksimum dihasilkan oleh benda uji dengan perbandingan serat fiberglass 30% dan resin 70% dengan nilai kuat tarik rata-rata maksimum sebesar 3,61 Kgf/mm², dan kuat tarik minimum dihasilkan oleh benda uji dengan perbandingan 50% serat fiberglass dan resin 50% dengan nilai kekuatan tarik rata-rata maksimum adalah 2,23 Kgf/mm². Kuat tekan maksimum dihasilkan oleh benda uji dengan perbandingan 25% serat fiberglass dan 75% resin dengan nilai kuat tarik rata-rata maksimum 12,42 Kgf/mm², dan kuat tekan minimum dihasilkan oleh benda uji dengan perbandingan 50% serat fiberglass dan resin 50% dengan nilai kekuatan tarik rata-rata maksimum adalah 9,21 Kgf/mm². Semakin banyak komposisi resin maka semakin keras dan mampu menahan tekanan yang lebih besar, namun daktilitasnya semakin menurun karena komposisi fiberglass yang semakin sedikit, dimana serat fiberglass mampu meningkatkan nilai daktilitas komposit. Spesimen komposit dengan perbandingan 25% fiberglass dan resin 70% memiliki nilai kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan spesimen fiberglass 30% dan 70%, namun nilai kuat tariknya lebih rendah, sehingga acuan dalam pembuatan atap genteng berbahan spesimen komposit adalah 30 %. Fiberglass dan serat 70%.

Kata Kunci: *Komposit, Resin BTQN 157, Sekam Padi, coolbox.*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan dalam rekayasa material pada zaman sekarang sangat laah pesat. Perkembangan material merupakan salah satu upaya dalam menekan penghematan penggunaan energi dan bahan bakar. Kontruksi yang terbuat dari logam memiliki beban yang berat, hal tersebut berpengaruh pada berbagai hal yaitu mahalnya material, kesulitan produksi dan berdampak pada borosnya energi.

Material komposit merupakan material yang dewasa ini banyak dikembangkan dan penggunaannya telah meluas dalam berbagai sektor industri dan rum ah tangga. Kebutuhan komponen dengan kemampuan struktural, ringan serta kuat mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Hal ini telah mendorong perkembangan material baru yang di sebut material komposit. Komposit adalah gabungan dari dua atau lebih material, padaumumnya tersusun dari material pengikat (matrik), material penguat yang disebut serat dan material pengisi (filler) (Surdia dan Saito, 2000).

Keunggulan dari material dari material komposit bila dibandingkan dengan material lainnya adalah penggabungan unsur-unsur yang unggul dari masing masing unsur pembentuknya tersebut. Sehingga hasil penggabungan ini diharapkan dapat saling melengkapi melengkapi kelemahan-kelemahan yang ada pada masing-masing material penyusunnya (Jones, 1975).

Salah satu bahan untuk pembuatan komposit ialah *Fiberglass*, *Fiberglass* atau dalam bahasa Indonesia dikenal sebagai serat kaca dan serat gelas merupakan kaca cair yang ditarik menjadi serat tipis dengan diameter sekitar 0,005 sampai dengan 0,01 mm. Serat ini selanjutnya dipintal menjadi benang atau ditenun menjadi kain kemudian diresapi dengan resin sehingga menjadi material yang kuat dan tahan korosi. Fiberglass memiliki banyak kegunaan seperti dalam pembuatan perahu, mobil, tangki air, atap, perpipaan, pelapisan (coating), dan lain-lain.(Wendy Triadji Nugroho, 2015)

Pengujian yang dilakukan oleh (Misbah. 2020) mengenai pengaruh variasi fraksi volume fiberglass dengan filler batu apung bermatrik plastik PET terhadap kekuatan tarik dan kekuatan tekan, Untuk kekuatan tarik tertinggi terjadi pada variasi fraksi volume fiberglass 8% memiliki nilai kekuatan tarik rata-rata sebesar 19,800 MPa atau sebesar 2,1 kgf/mm² dengan kekuatan tekan sebesar 76Mpa atau sebsar 7,7 kgf/mm² dan kekuatan tarik terendah terjadi pada variasi fraksi volume serat fiberglass 4% memiliki nilai kekuatan tarik rata-rata sebesar 5,2456 Mpa atau sebesar 0,53 kgf/mm² dengan kekuatan tekan sebesar 48 Mpa atau sebesar 7,7 kgf/mm².

Penelitian yang dilakukan oleh (kalep Priyanto, 2019) dengan judul "Kekuatan tekan Dan Kekuatan Tarik Komposit Fiberglass/Clay Filler Bermatriks Unsaturated Polyester Bqtn-Ex 157" menganalisa sifat mekanik komposit epoksi dengan penguat serat *fiberglass* memiliki kekuatan tarik paling tinggi dengan nilai tegangan tarik 71,1 Mpa atau sebesar 7,2 kgf/mm² fraksi volume serat gelas 15% Namun pelemahan sifat tarik terlihat pada penambahan 5% fraksi volume serat *fiberglass*.

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk Mendapatkan material baru berbahan komposit *fiberglass* sebagai bahan baku genteng atap rumah. Dengan cara menganalisa hasil pengujian tarik pada komposit variasi 25%, 30% dan 50% serat *fiberglass* dan campuran resin. Untuk menganalisa hasil pengujian tekan (*Pressure test*) pada komposit dengan variasi 25%, 30% dan 50% serat *fiberglass* dan campuran resin.

2. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen, dengan cara membuat suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen seperti serat kaca (fiberglass) sebagai penguat (filler) dan resin epoxy sebagai matriks.

Rancangan Penelitian

Proses Pembuatan Komposit Uji Tarik

- a. Menyiapkan alat dan bahan yang digunakan
- b. Menyiapkan cetakan dari loyang
- c. Cetakan dan penutup dibersihkan dari kotoran.
- d. Selanjutnya seluruh cetakan dan penutup diolesi mirrorwax glaze. Hal ini berguna agar benda tidak lengket dengan cetakan.
- e. Setelah dilakukan pengolesan dengan mirror wax glaze maka komposit sudah bisa dicetak.
- f. Serat ditimbang dengan jumlah sesuai dengan fraksi volumenya terhadap cetakan, dalam hal ini variasi untuk fraksi volume adalah 25 gram, 30 gram dan 50 gram.
- g. Matrik resin juga ditimbang sesuai jumlah fraksi volumenya terhadap cetakan, dalam hal ini variasi untuk fraksi volume adalah 75 gram, 70 gram dan 50 gram.
- h. Serat dan matrik yang sudah sesuai takaran dicampur ke dalam gelas lalu diaduk pelan-pelan dengan sendok hingga merata.
- i. Tambahkan katalis dengan perbandingan sesuai fraksi volume resin.
- j. Aduk pelan-pelan hingga tercampur rata kira-kira selama 2 menit
- k. Tuangkan campuran bahan tersebut ke dalam cetakan yang sudah disiapkan dari loyang yang telah dibentuk sesuai standar ASTM D E8.
- l. Ratakan permukaan campuran pada cetakan.
- m. Spesimen yang sudah kering dilepas dari cetakan kemudian bagian dihaluskan bagian-bagian permukaannya dengan alat kikir dan amplas.
- n. Spesimen untuk uji tarik siap dilakukan pengujian.

Variabel Penelitian

Variabel penelitian adalah suatu atribut atau suatu sifat atau nilai dari orang, obyek atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya.

Variabel Bebas (Independent Variable)

Dalam penelitian ini yang menjadi variabel bebas adalah fraksi volume serat yaitu 25%, 30%, 50%.

Variabel Terikat (Dependent Variable)

Dalam penelitian ini yang menjadi variabel terikat adalah kekuatan tarik dan kekuatan tekan komposit serat kaca (fiberglass) acak–resin epoksi.

Variabel Kontrol (Control Variable)

Variabel kontrol yang digunakan dalam penelitian ini adalah Jenis Resin, Jumlah Katalis, Arah Serat, Perlakuan Serat.

Teknik Analisa Data

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif dan kuantitatif deskriptif. Kualitatif deskriptif yaitu dengan mendeskripsikan data secara sistematis, faktual dan akurat mengenai hasil yang diperoleh selama pengujian yang berupa kata, skema dan gambar. Sedangkan kuantitatif deskriptif adalah penelitian dengan memperoleh data yang berbentuk angka atau data kualitatif

yang diangkakan. Tujuan dari penggunaan metode kualitatif deskriptif dan kuantitatif deskriptif adalah untuk memperlihatkan hubungan-hubungan antara fenomena yang terdapat dalam penelitian dan juga untuk memberikan jawaban terhadap hipotesis yang diajukan dalam penelitian.

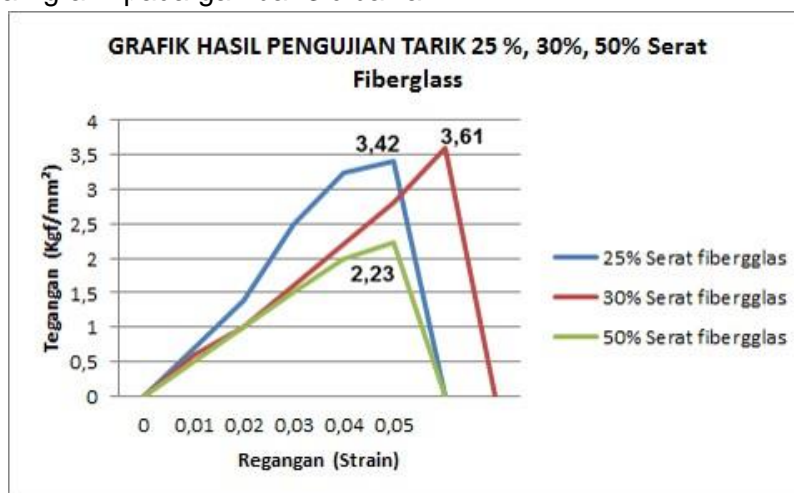
3. HASIL

Hasil pengujian spesimen komposit dengan pengaruh fraksi volume serat kaca (fiberglass) menggunakan resin epoksi, dilakukan dengan 2 pengujian yaitu uji tarik dan uji tekan. Hasil pengujian tarik dan tekan ini berupa data dan perhitungan yang ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik.

Tabel 1. Hasil Pengujian Tarik

Sampel uji	Beban maks (kgf)	Tegangan (Kgf/mm ²)	Regangan ϵ (%)	Modulus elastisitas (Kgf/mm ²)	
Resin 25%, fiberglass 75%	1	214	3,11	0,5	62,2
	2	246	3,51	0,5	70,2
	3	256	3,65	0,5	73
	Σ	238,6	3,42	0,5	68,46
Resin 30%, fiberglass 70%	1	292	4,17	0,5	83,4
	2	222	3,17	0,5	63,4
	3	246	3,51	0,5	70,2
	Σ	253,33	3,61	0,5	72,33
Resin 50%, fiberglass 50%	1	86	1,22	0,5	24,4
	2	173	2,47	0,5	49,4
	3	211	3,01	0,5	60,2
	Σ	156,66	2,23	0,5	44,66

Setelah diperoleh data hasil perhitungan Uji Tarik maka diperoleh Grafik Tegangan VS Regangan. Hasil dari pengujian tarik dari ketiga variasi komposit dengan campuran 25%, 30% dan 50% serat *Fiberglass* dengan jumlah sembilan spesimen dan dibagi menjadi tiga spesimen setiap variasi komposit campuran Serat *Fiberglass*, diperoleh nilai kekuatan tarik rata-rata pada setiap variasi akan di tampilkan grafik pada gambar 3 dibawah ini:



Gambar 1. Grafik Hasil Pengujian Tarik 25%, 30%, 50% Serat *Fiberglass*

Dari gambar Grafik Hasil Pengujian Tarik 25%, 30%, 50% Serat *Fiberglass* dapat dilihat nilai kekuatan tarik rata-rata pada setiap variasi komposit diperoleh nilai kekuatan tarik pada spesimen dengan komposisi 30% Serat *fiberglass* nilai kekuatan tarik rata-rata maksimum sebesar 3,61 Kgf/mm², kemudian pada komposisi 25% Serat *fiberglass* nilai kekuatan tarik rata-rata maksimum sebesar

3,42 Kgf/mm² dan pada komposisi 50% Serat *fiberglass* nilai kekuatan tarik rata-rata maksimum sebesar 2,23 Kgf/mm².

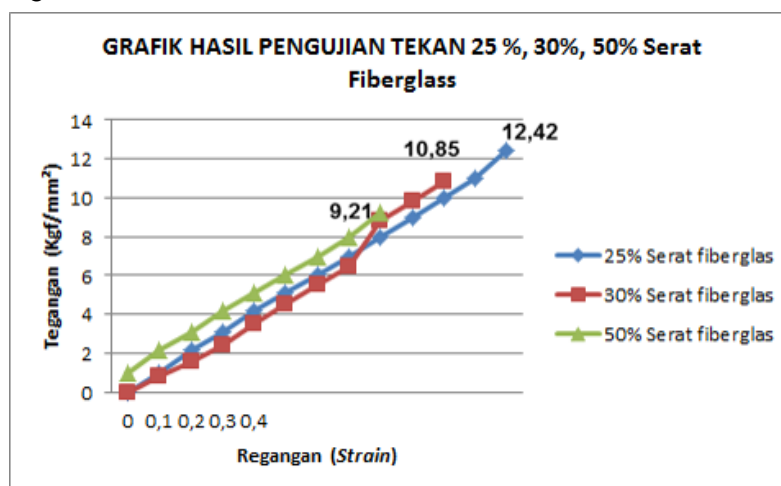
Dari hasil diatas bahwa komposisi campuran komposit dengan bahan resin dan serat *Fiberglass* sangat berpengaruh pada kekuatan tarik pada spesimen uji tarik, dimana resin berperan sebagai penguat dan pengeras pada campuran komposit dan serat *Fiberglass* berpengaruh pada keuletan spesimen dimana kekuatan tarik maksimum dihasilkan oleh spesimen dengan perbandingan 30% Serat *fiberglass* dan 70% Resin, dan kekuatan tarik minimum dihasilkan oleh spesimen dengan perbandingan 50% Serat *fiberglass* dan 50% Resin.

Oleh karena itu komposit dengan perbandingan 30% Serat *fiberglass* dan 70% Resin menjadi acuan dalam pembuatan atap genteng berbahan komposit serat *fiberglass* dan resin.

Tabel 2. Hasil Pengujian Tekan

Sampel uji		Beban maks (kgf)	Tegangan (Kgf/mm ²)	Regangan ϵ (%)	Modulus elastisitas (Kgf/mm ²)
Resin 25%, <i>fiberglass</i> 75%	1	15870	12,63	0,4	31,57
	2	15250	12,14	0,4	30,35
	3	15690	12,49	0,4	31,22
	Σ	15603,33	12,42	0,4	31,04
Resin 30%, <i>fiberglass</i> 70%	1	13890	11,05	0,4	27,62
	2	13550	10,78	0,4	26,96
	3	13500	10,74	0,4	26,85
	Σ	13646,67	10,85	0,4	27,14
Resin 50%, <i>fiberglass</i> 50%	1	11780	9,37	0,4	24,4
	2	11150	8,87	0,4	22,1
	3	11800	9,39	0,4	23,4
	Σ	11576,67	9,21	0,4	23,3

Hasil dari pengujian tekan dari ketiga variasi komposit dengan campuran 25%, 30% dan 50% serat *Fiberglass* dengan jumlah sembilan spesimen dan terbagi menjadi tiga spesimen setiap variasi komposit campuran Serat *Fiberglass*, diperoleh nilai kekuatan tekan rata-rata pada setiap variasi akan di tampilkan grafik pada gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Grafik Hasil Pengujian Tekan 25%, 30%, 50% Serat *Fiberglass*

Dari gambar Grafik Hasil Pengujian Tekan 25%, 30%, 50% Serat *Fiberglass* dapat dilihat nilai kekuatan tekan rata-rata pada setiap variasi komposit diperoleh nilai kekuatan tekan pada spesimen dengan komposisi 30% Serat *fiberglass* nilai kekuatan tekan rata-rata maksimum sebesar 10,85 Kgf/mm², kemudian pada komposisi 25% Serat *fiberglass* nilai kekuatan tekan rata-rata maksimum sebesar

12,42 Kgf/mm² dan pada komposisi 50% Serat *fiberglass* nilai kekuatan tekan rata-rata maksimum sebesar 9,21 Kgf/mm².

4. PEMBAHASAN

Analisi Visual Patahan

Analisis visual patahan adalah suatu pengamatan yang ditujukan untuk mengetahui penyebab terjadinya kerusakan yang bersifat spesifik dari sebuah komposit setelah dilakukan pengujian tarik dan pengujian tekan, jenis kerusakan terjadinya pada sebuah komposit dapat berupa patahan, dan kegagalan material akibat gaya yang diberikan oleh spesimen komposit. Tujuan analisis visual patahan dan kegagalan ini ialah untuk mengetahui bagaimana karakteristik penampang patahan atau kegagalan yang terjadi pada material komposit dari spesimen benda uji setelah dilakukan pengujian tarik dan pengujian tekan. Untuk setiap komposisi komposit dilakukan tiga kali pengujian tarik sehingga didapat sembilan kali pengujian dengan tiga variasi komposisi komposit campuran resin dan serat kaca (*fiberglass*). Hasil analisis visual patahan tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 3 Hasil Pengujian Tarik 70 % Resin : 30 % Fiberglass



Gambar 4 Hasil Pengujian Tarik 50 % Resin : 50% Fiberglass



Gambar 5 Hasil Pengujian Tarik 75 % Resin : 25 % Fiberglass

Seperti yang terlihat pada gambar 5, 6, dan 7 menunjukkan kegagalan pada pengujian tarik komposit dimana terjadi patahan yang bermula mengalami sebuah tarikan ke atas dan ke bawah sampai akhirnya mengalami sebuah patahan pada komposit berpenguat serat kersen dengan resin epoksi. Pada spesimen uji tarik, baik itu pada fraksi volume 25%, %, 30%, maupun 50% secara keseluruhan spesimen mengalami patah menjadi dua bagian saat dilakukan uji tarik. Hal ini

terjadi karena penguat yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat kaca yang memiliki aspek rasio yang kecil serta sifat bahan yang getas sehingga tidak ada terjadi fiber pull out dan dilaminasi pada penampang patahan dan menyebabkan spesimen terpisah menjadi dua bagian. Penyebab terjadinya patah saat pengujian tarik, antara lain: pada spesimen karena penyebaran serat tidak menyebar secara merata sehingga mengakibatkan kekuatan pada bagian tersebut tinggi dari bagian yang lain. Pada pembuatan spesimen patahan juga bisa terjadi seperti adanya gelembung udara pada suatu spesimen sehingga kekuatan yang terjadi void tersebut berkurang.

Pada spesimen uji tekan, baik itu pada fraksi volume 25%, %, 30%, maupun 50% secara keseluruhan spesimen mengalami pecah menjadi butiran kecil. Hal ini terjadi karena penguat yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat kaca yang memiliki aspek rasio yang kecil serta sifat bahan yang getas sehingga tidak kuat menahan tekanan.

Dapat kita analisa bahwa komposisi campuran komposit dengan bahan resin dan serat *Fiberglass* sangat berpengaruh pada kekuatan tekan pada spesimen uji tekan, dimana resin berperan sebagai penguat dan pengeras pada campuran komposit dan serat *Fiberglass* berpengaruh pada keuletan spesimen dimana kekuatan tekan maksimum dihasilkan oleh spesimen dengan perbandingan 25% Serat *fiberglass* dan 75% Resin, dan kekuatan tekan minimum dihasilkan oleh spesimen dengan perbandingan 50% Serat *fiberglass* dan 50% Resin. Semakin banyak komposisi resin maka semakin keras dan mampu menahan tekanan yang lebih besar, akan tetapi keuletan nya semakin berkurang dikarenakan komposisi serat *fiberglass* semakin sedikit, dimana serat *fiberglass* mampu meningkatkan nilai keuletan dari komposit tersebut

Untuk setiap komposisi komposit dilakukan tiga kali pengujian tekan sehingga didapat sembilan kali pengujian dengan tiga variasi komposisi komposit campuran resin dan serat kaca (*fiberglass*). Hasil analisis visual kegagalan material tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 6 Hasil Pengujian Tekan pada Spesimen

Seperti yang terlihat pada gambar 8 menunjukkan kegagalan pada pengujian tekan komposit dimana terjadi kegagalan yang bermula mengalami sebuah tekanan ke atas dan ke bawah sampai akhirnya mengalami sebuah retakan dan kemudian pecah, pada komposit diperkuat serat kaca (*fiberglass*) dengan resin epoksi.

5. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian tarik dan tekan pada spesimen komposit diperkuat serat fiberglass maka di dapatkan beberapa kesimpulan yaitu :

1. Dari hasil Pengujian Tarik 25%, 30%, 50% Serat Fiberglass dapat dilihat nilai kekuatan tarik rata-rata pada setiap variasi komposit diperoleh nilai kekuatan tarik pada spesimen dengan komposisi 30% Serat fiberglass nilai kekuatan tarik rata-rata maksimum sebesar 3,61 Kgf/mm², kemudian pada komposisi 25% Serat fiberglass nilai kekuatan tarik rata-rata maksimum sebesar 3,42 Kgf/mm² dan pada komposisi 50% Serat fiberglass nilai kekuatan tarik rata-rata maksimum sebesar 2,23 Kgf/mm².
2. Kekuatan tarik maksimum dihasilkan oleh spesimen dengan perbandingan 30% Serat fiberglass dan 70% Resin, dan kekuatan tarik minimum dihasilkan oleh spesimen dengan perbandingan 50% Serat fiberglass dan 50% Resin.
3. Dari hasil Pengujian Tekan 25%, 30%, 50% Serat Fiberglass dapat dilihat nilai kekuatan tekan rata-rata pada setiap variasi komposit diperoleh nilai kekuatan tekan pada spesimen dengan komposisi 30% Serat fiberglass nilai kekuatan tekan rata-rata maksimum sebesar 10,85 Kgf/mm², kemudian pada komposisi 25% Serat fiberglass nilai kekuatan tekan rata-rata maksimum sebesar 12,42 Kgf/mm² dan pada komposisi 50% Serat fiberglass nilai kekuatan tekan rata-rata maksimum sebesar 9,21 Kgf/mm².

REFERENSI

- 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.
- Damanik, W. S., Alfansury, M. S., & Umurani, K. (2015). Pengaruh Jarak Katoda dan Anoda Terhadap Tekanan Gas Hidrogen Dan Klorin Yang Dihasilkan Dalam Proses Elektrolisis Air Garam. *Universitas Muhammadiyah, Sumatera Utara*.
- Damanik, W. S., Napitupulu, F. H., Nasution, A. H., & Ambarita, H. (2020). Energy analysis of double slope aktive solar still. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 725, No. 1, p. 012007). IOP Publishing.
- 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.
- 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, 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.
- Lubis, F. (2015). Pengaruh Baffle Cut terhadap unjuk Kerja Termal dan Penurunan Tekanan pada Alat Penukar Kalor Shell and Tube Susunan Tabung Segiempat.
- Nasution, A. R., Fuadi, Z., Hasanuddin, I., & Kurniawan, R. (2020, March). Effect of vegetable oils as cutting fluid on wear of carbide cutting tool insert in a milling process. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 796, No. 1, p. 012001). IOP Publishing.

- 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.
- Umurani, K., Nasution, A. R., & Irwansyah, D. (2021). Perpindahan Panas Dan Penurunan Tekanan Pada Saluran Segiempat Dengan Rusuk V 90 Derajat. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 4(1), 37-46.
- Rahmatullah, R., Umurani, K., & Siregar, M. A. (2021). Pengembangan Lintasan Pahat Pada Pengefraisan "Umsu" Menggunakan Cnc Tu-3a. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 4(1), 8-15.
- Rahmatullah, R., & Ahmad, R. (2018). Analisa Pengujian Lelah Material Bronze Dengan Menggunakan Rotary Bending Fatigue Machine. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 1(1), 1-11.
- Rahmatullah, R., Umurani, K., & Siregar, M. A. (2021). Pengembangan Lintasan Pahat Pada Pengefraisan "Umsu" Menggunakan Cnc Tu-3a. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 4(1), 8-15.
- Siregar, M. A. (2020). Pengaruh Variasi Sudut Keluar Impeler Terhadap Performance Pompa Sentrifugal. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 3(2), 166-174.
- 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.
- Suherman, S., Syakura, A., Nasution, A., Mizhar, S., Hermawan, O., & Handoko, A. (2018). Influence of Additional Sr and TiB on Aluminium Al-Si-Cu-Mg Alloys for Produced Prototype Cylinder Head Motorcycle. *Proceeding of Ocean, Mechanical and Aerospace-Science and Engineering-*, 5(1), 79-83.
- Suherman, S., & Fahrizal, F. (2017). Pengaruh Penambahan Mn Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Pada Paduan Al-10si Dengan Metode Lost Foam Casting. *Jurnal Ilmiah MOMENTUM*, 13(1).
- Suherman, S., & Syahputra, S. (2014). Pengaruh Penambahan Cu Dan Solution Treatment Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Pada Aluminium Paduan A356. *Jurnal Dinamis*, 2(14).
- Suroso, B., & Prayogi, D. (2019). Pengaruh Kecepatan Putaran Spindle Dan Kedalaman Penggerindaan Terhadap Kekasaran Permukaan Material Baja St 37 Menggunakan Mesin Bubut Bergerinda. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 2(1), 24-33.
- Suroso, B., & Rajali, R. (2019). Mechanical Properties Komposit Limbah Plastik. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 2(1), 74-83.
- 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.
- Yani, M., & Suroso, B. (2019). Membandingkan Cetakan Terbuka Dengan Tertutup Pada Pembuatan Papan Skate Board Dari Limbah Sawit. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 2(2), 150-157.
- Yani, M. Y. M., Suroso, B., & Muharnif, M. (2021). Pendampingan Pembuatan Papan Skate Board Dari Komposit Pada Panti Asuhan Muhammadiyah Cabang Medan Kota. *JURNAL PRODIKMAS Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1), 31-39.
- Yani, M., & Lubis, F. (2018). Pembuatan Dan Penyelidikan Perilaku Mekanik Komposit Diperkuat agregat Limbah Plastik Akibat Beban Lendutan. *MEKANIK: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 4(2).