

Analisis Pembangkit Listrik Preferensi Menggunakan Termoelektrik Generator Rasio Kecil

Firman Alwi Arif Nasution

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

firmanalwiarifnasution@gmail.com

Abstrak

Generator termoelektrik adalah perangkat generator listrik yang mengubah energi panas menjadi listrik energi secara langsung. Penelitian ini menggunakan Peltier TEC1-12706. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan efek perbedaan suhu antara pelat panas dan pelat pendingin dari desain aluminium pada daya yang dihasilkan dari desain dengan peltier yang disusun secara seri. Tiga peltier diatur dalam seri menghasilkan V_{max} 3,70 volt, dan daya listrik adalah 0,4107 watt ketika pelat aluminium menyerap panas dari nyala lilin dengan perbedaan suhu antara sisi panas dan sisi dingin 12,00 C dan nilai kalor yang mampu melewati plat aluminium dengan nilai tertinggi 34,9 Kj / detik.

Kata Kunci: *Generator Termoelektrik, DS18B20, Arduino Uno.*

1. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan kebutuhan utama bagi manusia yang signifikan bahkan telah menjadi salah satu kebutuhan utama bagi masyarakat modern saat ini. Banyak sekali peralatan rumah tangga yang membutuhkan energi listrik untuk beroperasi, baik dalam skala kecil, menengah, dan skalabesar. Adapun sumber energi pembangkit listrik alternative tersebut seperti pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTG), pembangkit listrik tenaga gelombang laut (PLTGL), dan pembangkit listrik tenaga suhu yang menggunakan Thermoelectric Generator (TEG). TEG adalah singkatan dari Thermoelectric Generator yang merupakan pembangkit listrik yang bekerja berdasarkan efek Seebeck, dimana energi dingin dan panas dari perbedaan suhu antara permukaan komponen elektronika ini diubah menjadi energi listrik. Penggunaan TEG sebagai pembangkit energi alternative lebih ekonomis sehingga tidak membutuhkan biaya yang terlalu mahal, dengan adanya perancangan ini diharapkan dapat mengoptimalkan efisiensi dari daya output pembangkit listrik alternative ini sehingga dapat digunakan sebagai penyedia energi listrik yang belum dijangkau oleh PLN.

Generator termoelektrik akan menjadi salah satu perangkat yang paling penting dan luar biasa dimasa depan. Pembangkit listrik generator termoelektrik adalah perangkat solid state yang melakukan konversi energi langsung dan energi panas karena gradien suhu menjadi energi listrik berdasarkan Seebeck Effect. Teknologi termoelektrik bekerja dengan mengkonversi energi panas menjadi listrik secara langsung (generator termoelektrik), atau sebaliknya dari listrik menghasilkan dingin (pendingin termoelektrik). Untuk menghasilkan listrik, material termoelektrik cukup diletakkan sedemikian rupa dalam rangkaian yang menghubungkan sumber panas dan dingin. Dari rangkaian itu akan dihasilkan sejumlah listrik sesuai dengan jenis bahan yang dipakai.

2. METODE PENELITIAN

Tempat penelitian tentang “Studi analisis Pembangkit Listrik Alternatif Dengan Termoelektrik Generator (TEG) Bersekala Kecil” ini dilaksanakan di Kota Medan tepatnya di rumah pribadi atau tempat tinggal saya sendiri di jalan tuasan kelurahan Sidorejo Hilir Kecamatan Medan Tembung. Waktu Penelitian Waktu penelitian ini dilaksanakan selama 6 bulan setelah surat permohonan tugas akhir tersebut sudah dikeluarkan oleh Prodi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

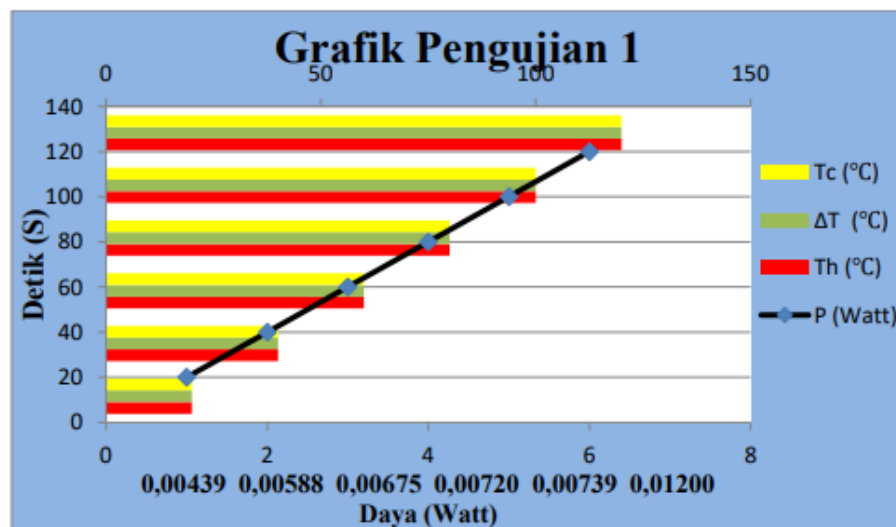
Prosedur Penelitian

Mempersiapkan rangkaian alat Generator Termoelektrik yang akan di uji dengan menggunakan sumber energi panas dari Lilin (Paraffin) yang akan memanaskan Lempengan Aluminium (Cu) dan akan diserap oleh bagian Hot Plate pada bahan Pelitier, dan Air Dingin (H₂O) yang akan diletakkan pada bagian Cool Plate yang kemudian akan dialirkan ke perangkat Arduino Uno dengan sistem Seebeck Effect dan akan diukur oleh Sensor suhu, dan Multimeter digital Melakukan pengambilan data yang akan diurutkan dengan sesuai urutan waktu percobaan yang ditentukan dengan menempatkan bagian-bagian temperature dan waktu pengujian pada table yang akan dibuat pada waktu pengujian alat sedang berlangsung.

Tabel 1 Data Pengujian bahan Aluminium (17 cm x 11 cm rangkaian seri)

No	Pengujian	Waktu (Detik)	Th (°C)	Tc (°C)	ΔT (°C)	V (Volt)	I (A)	P (Watt)
1	1 Buah Lilin (Pengujian 1)							

3. HASIL Analisa Data



Gambar 1 Grafik hubungan perbedaan suhu dengan daya pada rancangan berbahan aluminium dengan peltier dirangkai seri dengan menggunakan sumber panas 1 lilin.

Dari grafik diatas menjelaskan bahwa, semakin lama waktu pengujian maka semakin tinggi daya yang dihasilkan oleh rancangan sistem generator tersebut, pada waktu awal daya menghasilkan sebesar 0,00439 watt dan pada akhir waktu pengujian daya menghasilkan sebesar 0,01200 watt untuk pengujian tahap 1.

Untuk mencari banyaknya kalor yang masuk (Q_{hot}) pada plat aluminium dapat dinyatakan oleh perhitungan tersebut:

$$\begin{aligned}
 T_c &= 39.50^{\circ}\text{C} \\
 T_h &= 29.50^{\circ}\text{C} \\
 \Delta T &= 10.00^{\circ}\text{C} \\
 K &= 202 \text{ W/m.C} \\
 A &= 187 \text{ cm}^2 = 0.0187\text{m}^2 \\
 Q_t &= K A \cdot \Delta T / L \\
 Q_t &= (202) \cdot (0.0187) \cdot (10) / (0.0015) \\
 Q_t &= 25.000 \text{ watt atau } Q_t = Q/t
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q/t &= 25 \text{ Kj/detik} \\ 1 \text{ Watt} &= 1 \text{ Joule/detik} \end{aligned}$$

Jadi panas yang melewati plat aluminium pada pengujian 1 adalah 25 Kj/detik

Analisis Hasil dari Percobaan

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap kenaikan suhu yang terjadi pada elemen dalam menghasilkan energi listrik dan pengaruh suhu terhadap peltier. Kemudian dari energi listrik yang dihasilkan peltier tersebut dibandingkan dengan datasheet peltier untuk memperoleh nilai ketepatan keluaran.

Perhitungan Daya Input dan Output

Diketahui :

$$\begin{aligned} P_{\text{Input}} &= P = V \times I \quad (4.2) \\ &= 3,70 \times 0,04107 \\ &= 0,0151959 \text{ W} \end{aligned}$$

Keterangan :

$$\begin{aligned} P &= \text{Daya (W)} \\ I &= \text{Arus (A)} \\ V &= \text{Tegangan (V)} \end{aligned}$$

Tabel 2 Hasil dari perhitungan Daya Input Secara Seri

Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (P)
39,50	2,00	0,00600	0,012
40,50	3,12	0,00936	0,029
43,00	3,70	0,01110	0,041

Dari tabel diatas menunjukkan tentang besaran daya yang dikeluarkan dari sumber panas (Lilin) dengan melakukan perkalian antara Tegangan dan Arus menggunakan Multitester Digital atau sumber panas bagi peltier.

P.Output

Perhitungan Secara Seri dengan menggunakan rumus $P = V \times I$ maka didapatkan hasil $P = 1,21 \times 0,00121$

$$P = 0,002$$

Keterangan

$$\begin{aligned} P &= \text{Daya (W)} \\ I &= \text{Arus (A)} \\ V &= \text{Tegangan (V)} \end{aligned}$$

Tabel 3 Hasil dari Perhitungan Output Daya Peltier Secara Seri

T_h ($^{\circ}\text{C}$)	T_c ($^{\circ}\text{C}$)	Daya (W) (3 buah peltier)
39,50	29,50	0,004
40,50	26,50	0,009
43,00	31,00	0,013

Dari table 3 memperlihatkan besaran Daya (W) yang dihasilkan oleh peltier yang diperoleh dari perhitungan 3 buah peltier dengan menggunakan rumus besaran Tegangan dikali dengan besaran Arus sehingga menghasilkan besaran daya tersebut.

4. PEMBAHASAN

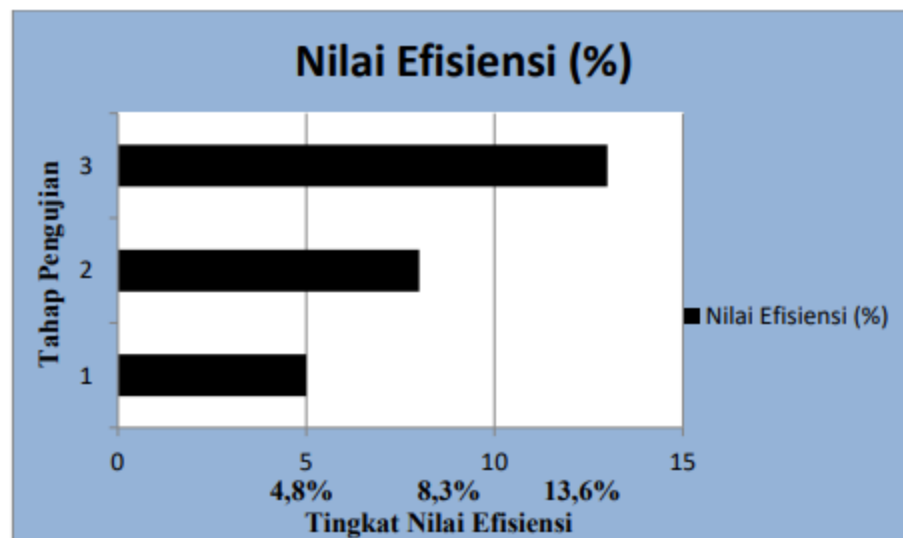
Perhitungan Efisiensi

Daya Untuk menentukan efisiensi maksimum dari sistem egenerator termoelektrik dapat digunakan rumus berikut:

$$E = \left(\frac{I \times V}{Q_{hot}} \right) \times 100\%$$

Tabel 3 Efisiensi dari rancangan sistem generator termoelektrik

No	Pengujian	Q _{hot} (Kj/detik)	V (Volt)	I (A)	Efisiensi (%)
1	Pengujian 1	25,0	2,00	0,600	4,8
2	Pengujian 2	34,9	3,12	0,936	8,3
3	Pengujian 3	29,9	3,70	1,110	13,6



Gambar 2 Efisiensi maksimum dari rancangan sistem generator termoelektrik terhadap semua variasi percobaan.

Grafik tersebut menjelaskan bahwa rancangan sistem generator menggunakan sumber panas sebanyak 3 buah lilin memiliki nilai efisiensi paling tinggi dengan angka sebesar 13,6% dibandingkan dengan sumber panas 1 lilin dengan angka sebesar 4,8%, semakin besar nilai panas nya semakin besar pula energi yang listrik yang dihasilkan element peltier.

5. KESIMPULAN

Penelitian tentang rancang bangun sistem generator termoelektrik sederhana sebagai pembangkit energi listrik dengan menggunakan metode seebeck effect ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengaruh perbedaan temperature antara hot plate dan cooling plate terhadap daya yang dihasilkan dari rancangan tersebut sangat berkaitan, dimana ketika semakin perbedaan temperatur (ΔT) antara sisi dingin dengan sisi panas dari rancangan, maka semakin besar pula arus dan tegangan yang dihasilkan.
2. Perbedaan antara rancangan sistem generator termoelektrik yang menggunakan sumber panas lilin dengan tiga variasi sumber panas terhadap output daya listrik yang dihasilkan oleh rancangan tersebut, dari ketiga variasi sumber panas lilin tersebut, ketika tiga buah peltier di rangkai menjadi rangkaian seri menghasilkan V_{maks} sebesar 3,70 volt dan daya listrik sebesar 0,04107 watt dan memiliki selisih antara suhu panas dan suhu dingin sebesar 12,00 oC dapat dinyatakan pada sumber panas tiga lilin dan plat aluminium dengan diameter 17 cm x 11 cm bahwa rancangan berbahan aluminium dan rangkaian seri peltier mampu menghasilkan tegangan dan daya listrik yang lebih besar.

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.
- 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.
- 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.
- Hadi, H. S., & Sampurno, B. (2019). Studi Numerik Simulasi Robot Pembersih Kaca pada Gedung Bertingkat. *J-Eltrik*, 1(1), 25-31.
- 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.
- 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. (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.
- 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., Umurani, K., Tanjung, I., & Affandi, A. (2021). Rancang Bangun Tungku Heat Treatment Pandai Besi Untuk Peningkatan Produksi Pandai Besi di Kec. Brandan Barat. *ABDI SABHA (Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat)*, 2(2), 257-266.
- 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.
- Pranata, A., Siregar, A. M., Dharma, B., Damanik, W. S., & Nasution, A. R. (2021). Mamfaatkan Limbah Skrap Aluminium Untuk Knalpot Sepeda Motor Vega ZR Tahun 2011 Guna Mengurangi Polusi Udara. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 4(2), 160-168.
- 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.
- 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, A. M., Siregar, C. A., & Affandi, A. (2021). Pengenalan Sistem Kerja Dan Pemberian Mesin Pencacah Botol Plastik Untuk Menambah Penghasilan Panti Asuhan. *JURNAL PRODIKMAS Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(2), 13-18.
- 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, 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, 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., 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, A. M., & Lubis, F. (2019). Uji Keandalan Prototype Turbin Angin Savonius Tipe-u Sebagai Pembangkit Listrik Alternatif. *MEKANIK: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 5(1).

- Suherman, S., Mizhar, S., Hermawan, O., & Handoko, A. (2018). Effect of Strontium and TiB on Aluminum Alloys A319 Lost Foam Casting (LFC). *International Journal of Science and Applied Technology*, 3(2).
- Suherman, S., Ambarita, R. M., Simangunsong, R. K., & Simanjuntak, P. J. (2019, January). Pengaruh Jenis Elektroda E6013 Pada Pengelasan Smaw Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Baja Sa 106 Grade B. In *Prosiding Seminar Nasional Era Industri (SNEI) 4.0* (Vol. 1, No. 1, pp. 50-54).
- 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.
- Suroso, B., & Rajali, R. (2019). Mechanical Properties Komposit Limbah Plastik. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 2(1), 74-83.
- Tanjung, I., Fonna, S., & Huzni, S. (2019, November). Study on the effect of mesh ratio to the potential distribution of RC cathodic protection using BEM. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 364, No. 1, p. 012022). IOP Publishing.
- 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., Nasution, A. R., Harahap, A. G., Fonna, S., Ariffin, A. K., & Huzni, S. (2021). Atmospheric Corrosion Analysis on Low Carbon Steel Plate Profile and Elbow in Medan Belawan District. In *Key Engineering Materials* (Vol. 892, pp. 142-149). Trans Tech Publications Ltd.
- 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., 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.
- 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.
- 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).