

Perancangan Dan Uji Fungsi Kompor Termoelektrik Bahan Bakar Oli Bekas Untuk Energi Skala Kecil

Firza Ichmamudin Sarfani¹, Dyah Riandadari², Ferly Isnomo Abdi³, Dewi Puspitasari⁴

^{1,2,3,4}Teknik Mesin, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia 60231

E-mail: dyahriandadari@unesa.ac.id

Abstrak: Pemanfaatan limbah oli bekas sebagai bahan bakar alternatif menjadi solusi dalam mengatasi masalah pencemaran lingkungan serta ketergantungan pada bahan bakar fosil seperti LPG dan minyak tanah. Penelitian ini bertujuan untuk merancang bangun kompor portabel berbahan bakar oli bekas jenis mineral yang dilengkapi dengan generator termoelektrik dan kipas pendingin 12V, mengkonversi panas menjadi listrik skala kecil. Metode dalam penelitian ini yaitu *research and development* dengan tahapan studi literatur, perancangan desain, pemilihan material, perakitan alat, pengujian fungsi, serta analisis data. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kinerja kompor dalam hal waktu perebusan air 1 liter, stabilitas suhu pembakaran, serta kemampuan konversi panas menjadi listrik menggunakan 10 modul Peltier dalam konfigurasi seri. Data yang diambil meliputi tegangan *volt*, arus Ampere, suhu dingin dan panas pada modul Peltier, serta kecepatan kipas blower RPM pada berbagai variasi kecepatan (3900, 5965, 6756, dan 7930 RPM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kompor mampu mendidihkan 1 liter air dalam waktu 4,09 menit pada kecepatan kipas tertinggi, menghasilkan tegangan maksimum sebesar 13,046volt dengan arus 0,360 mA. Desain kompor menggunakan rangka besi beton dan hollow 4x4, pipa 3D sebagai ruang bakar, serta pendinginan aktif menggunakan kipas 12V yang meningkatkan efisiensi termoelektrik. sistem termoelektrik dengan pendingin kipas pada kompor berbahan bakar oli bekas. Inovasi ini memberikan alternatif solusi teknologi terbarukan yang ramah lingkungan dan dapat digunakan di daerah terpencil tanpa akses listrik.

Kata kunci: Kompor termoelektrik, berbahan bakar oli bekas, teknologi terbarukan.

Abstract: The use of used oil waste as an alternative fuel is a solution to overcome environmental pollution problems and dependence on fossil fuels such as LPG and kerosene. This study aims to design a portable stove fueled by used mineral oil equipped with a thermoelectric generator and a 12V cooling fan, converting heat into small-scale electricity. The method in this study is *research and development* with stages of literature study, design planning, material selection, tool assembly, function testing, and data analysis. Testing was carried out to evaluate the performance of the stove in terms of boiling time for 1 liter of water, combustion temperature stability, and the ability to convert heat into electricity using 10 Peltier modules in a series configuration. The data collected includes voltage *volt*, current (Ampere), cold and hot temperatures on the Peltier module, and blower fan speed RPM at various speed variations (3900, 5965, 6756, and 7930 RPM). The results showed that the stove was able to boil 1 liter of water in 4.09 minutes at the highest fan speed, producing a maximum voltage of 13.046 volts with a current of 0.360 mA. The stove design uses a reinforced concrete frame and 4x4 hollow pipes, a 3D pipe as a combustion chamber, and active cooling using a 12V fan that increases thermoelectric efficiency. A thermoelectric system with fan cooling on a used oil-fueled stove. This innovation provides an alternative, environmentally friendly, renewable technology solution that can be used in remote areas without access to electricity.

Keywords: Thermoelectric stove, used oil fuel, renewable technology.

© 2025, JRM (Jurnal Rekayasa Mesin) dipublikasikan oleh ejournal Teknik Mesin Fakultas Vokasi UNESA.

PENDAHULUAN

Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor di Indonesia berdampak langsung pada konsumsi pelumas mesin kendaraan. Setiap tahunnya, permintaan pelumas mesin terus bertambah seiring dengan bertambahnya kendaraan. Dampak negatif dari penggunaan pelumas ini terletak pada limbah yang dihasilkan, yaitu oli bekas. Jika tidak dikelola dengan baik, limbah oli bekas akan mencemari lingkungan dan menyebabkan masalah ekologi, seperti polusi tanah dan air. Permasalahan ini penting untuk segera diatasi

mengingat bahaya limbah oli bekas bagi ekosistem dan kesehatan manusia menurut Islam Sazzad dkk. (2024).

Pemanfaatan oli bekas sebagai bahan bakar alternatif menjadi salah satu solusi untuk mengatasi masalah lingkungan sekaligus mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap bahan bakar fosil seperti LPG dan minyak tanah. Oli bekas memiliki nilai kalor yang cukup tinggi, sehingga berpotensi digunakan sebagai sumber energi panas. Namun, pemanfaatannya selama ini masih terbatas pada pembakaran langsung tanpa pengoptimalan teknologi

yang dapat meningkatkan efisiensi dan keamanan penggunaan.

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengembangkan kompor berbahan bakar oli bekas. Namun, kebanyakan hanya berfokus pada penghasilan panas untuk memasak oleh kumar dkk. (2022) Penelitian ini mengusung pendekatan yang berbeda, yaitu dengan mengintegrasikan teknologi termoelektrik pada kompor oli bekas. Teknologi ini memungkinkan konversi sebagian energi panas menjadi energi listrik skala kecil. Selain itu, kompor dilengkapi dengan kipas pendingin 12V untuk meningkatkan efisiensi konversi energi dan stabilitas pembakaran.

Berdasarkan pemaparan diatas maka tujuan utama penelitian ini adalah merancang dan membangun kompor portabel berbahan bakar oli bekas jenis mineral yang dilengkapi dengan generator termoelektrik dan kipas pendingin 12V, sehingga dapat menghasilkan energi panas untuk memasak sekaligus listrik untuk kebutuhan dasar seperti menyalakan lampu atau mengisi daya perangkat elektronik portabel. Dengan demikian, kompor ini dapat menjadi solusi teknologi terbarukan yang ramah lingkungan dan bermanfaat bagi masyarakat, khususnya di daerah yang minim akses terhadap energi listrik.

Melalui penelitian ini, dapat tercipta suatu model kompor yang dilengkapi termoelektrik yang efektif, berkelanjutan, dan cocok digunakan di luar ruangan, serta mengurangi ketergantungan masyarakat dalam penggunaan kompor minyak tanah maupun kompor LPG. Integrasi teknologi termoelektrik dalam penanganan limbah oli ini menjadi langkah inovatif untuk menyelaraskan kebutuhan pengelolaan limbah dengan keberlanjutan lingkungan.

DASAR TEORI

A. Rancang Bangun

Rancang bangun merupakan proses perencanaan dan pembuatan produk teknis dengan mempertimbangkan aspek desain, fungsionalitas, dan efisiensi. Menurut Nasution dkk. (2022), rancang bangun mencakup tahapan pendefinisian kebutuhan pengguna, pemilihan konsep, analisis struktur, simulasi kinerja, serta pengujian prototipe. Dalam penelitian ini, kompor termoelektrik dirancang sebagai solusi alternatif energi terbarukan dengan menggabungkan fungsi memasak dan pembangkit listrik.

B. Oli Bekas

Oli bekas adalah minyak pelumas hasil dari pergantian berkala pada mesin kendaraan atau industri. Oli bekas masih memiliki nilai kalor yang tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif. Oli bekas jenis mineral memiliki sifat pembakaran yang stabil dan tidak mudah menguap dibandingkan bahan bakar lainnya. Hal ini menjadikan oli bekas sebagai pilihan yang layak digunakan pada kompor portable. Perhitungan konsumsi oli bekas dan laju konsumsi yang dapat dihitung menggunakan rumus perhitungan:

- Konsumsi oli bekas:

$$C = V_{awal} - V_{akhir} \quad (1)$$

(Kumar A dkk. 2020)

Keterangan:

C : Konsumsi oli total (mL)

V_{awal} : Volume awal oli (mL)

V_{akhir} : Volume akhir oli (mL)

- Laju Konsumsi oli:

$$R = \frac{C}{t} \quad (2)$$

(Kumar A, dkk. 2020)

Keterangan:

R : Laju konsumsi oli (mL/menit)

C : Konsumsi oli total (mL)

t : Waktu pengujian menit

C. Generator Termoelektrik

Generator termoelektrik bekerja berdasarkan prinsip efek Seebeck, yaitu menghasilkan tegangan listrik akibat perbedaan suhu antara dua permukaan modul semikonduktor. Modul Peltier TE4-12706 digunakan dalam penelitian ini karena terjangkau dari segi harga dan mempermudah pengguna dalam replikasi maupun perawatan.

D. Jumlah Generator Peltier Termoelektrik

Dalam menentukan jumlah generator termoelektrik Peltier, perlu mempertimbangkan beberapa faktor, termasuk jumlah elemen Peltier, konfigurasi rangkaian, dan perbedaan suhu yang diterapkan. Jumlah elemen Peltier dengan tipe yang sama digunakan dalam suatu rangkaian dapat mempengaruhi output tegangan dan daya. Kebutuhan daya dan gradien suhu ditentukan berdasarkan jumlah modul peltier dengan rumus perhitungan:

$$n = \frac{V_{total}}{V_{modul}} \quad (3)$$

(Zhang dkk. 2017)

Dimana:

N : Jumlah modul peltier

V_{total} : Tegangan total yang diinginkan (volt)

V_{modul} : Tegangan yang dikeluarkan satu modul (volt)

E. Kipas DC 12V

Kipas DC ialah perangkat *suplay* udara atau bisa juga di gunakan sebagai pendingin pada komponen peltier seperti yang saya gunakan, juga biasanya sebagai *suplay* udara dalam industri modern, yang ramai digunakan karena strukturnya yang sederhana dan tidak banyak memakan arus listrik yang besar. Kecepatan kipas (dalam RPM) dapat di hitung berdasarkan hubungan antara tegangan *input* (V) dan tegangan maksimal (V_{max}):

$$RPM = RPM_{max} \frac{V}{V_{max}} \quad (3)$$

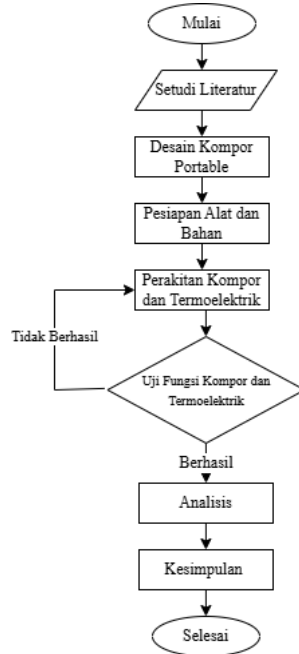
(Zhang, Y. 2022)

Dimana:

RPM : Kecepatan kipas saat tegangan tertentu

RPM_{max} : Kecepatan maksimum kipas pada tegangan maksimal (RPM)
 V : Tegangan *input* aktual (volt)
 V_{max} : Tegangan maksimal kipas (volt)

METODE



Gambar 1. Diagram alir penelitian (Dokumentasi Pribadi 2025.)

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Research and Development (R&D)*. Pendekatan R&D dipilih karena penelitian ini bertujuan mengembangkan dan menguji kompor berbahan bakar oli bekas jenis mineral yang dilengkapi dengan generator termoelektrik dan sistem pendingin kipas. Metode ini melibatkan perancangan dan pengembangan teknologi baru yang dapat memanfaatkan limbah oli bekas sebagai bahan bakar alternatif, sekaligus mengonversi panas kompor menjadi energi yang berguna. Tahapan penelitian meliputi studi literatur, perancangan desain kompor, persiapan alat dan bahan, perakitan kompor dan termoelektrik, uji fungsi kompor termoelektrik, dan analisis. Pengujian dilakukan menggunakan *thermometer* untuk pengukuran suhu kompor, suhu panas dan suhu dingin peltier, *Avometer* digital digunakan dalam pengukuran tegangan listrik meliputi volt, arus Ampere, dan pengambilan data RPM menggunakan *tachometer* digital.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pembuatan Alat

1. Pengerjaan Rangka Kompor



Gambar 2. proses pembuatan rangka dan jalur udara kompor (Dokumentasi Pribadi 2025.)

Pengerjaan rangka dimulai dengan pemilihan bahan material. Rangka kompor dibuat menggunakan bahan besi hollow, 4x4 dengan tebal 1,8mm panjang keseluruhan 30 cm, dan rangka penopang terbuat dengan besi beton yang di bentuk seperti pada gambar 2.

2. Pembuatan Ruang Bakar Kompor



Gambar 3. Gambar ruang bakar dan *nozzle* kompor (Dokumentasi Pribadi 2025.)

Pembuatan ruang bakar kompor dan *nozzel* kompor dan penopang prangkat termoelektrik disamping ruang bakar. Ruang bakar dibuat menggunakan bahan dari pipa berukuran 3 dim tebal 1,8mm dengan tinggi 6 cm

3. Penyambungan Rangka Kompor



Gambar 4. Proses penyambunagn rangka dan ruang suplay udara kompor (Dokumentasi Pribadi 2025.)

Rangka dan ruang suplay udara yang terbuat dari besi hollow, akan disambung menggunakan teknik pengelasan penuh untuk menciptakan struktur yang kokoh. Rangka secara teliti disambung menggunakan teknik

pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*),

4. Finishing



Gambar 5. Proses finishing rangka kompor (Dokumentasi Pribadi 2025.)

Pada tahap *finishing*, setelah rangka kompor dibuat dan dilakukan proses pembersihan karat, agar kompor tetap awet dan tahan dari korosi pada besi rangka, ruang bakar tangki penampungan oli dilakukan pengecatan menggunakan cat anti bakar.

5. Pemasangan Komponen

Setelah proses pembuatan rangka dan komponen-komponen pada kompor selesai, Langkah selanjutnya yaitu pemasangan prangkat termoelektrik, batre, tangki, kipas blower dan kipas pendingin, yang ditunjukan seperti pada gambar.



Gambar 6. Proses pemasangan komponen-komponen kompor (Dokumentasi Pribadi 2025.)



Gambar 7. Gambar kompor dan keseruhan komponen-komponen terpasang (Dokumentasi Pribadi 2025.)

B. Penghitungan Kinerja Kompor

1. Konsumsi Oli Bekas

Diketahui:

- $V_{awal} = 450 \text{ mL}$
- $V_{akhir} = 150 \text{ mL}$

Maka:

$$\begin{aligned} C &= V_{awal} - V_{akhir} \\ C &= 450\text{mL} - 150\text{mL} = 300\text{ml} \\ C &= 300\text{mL} \end{aligned}$$

Keterangan:

- V_{awal} : Volume awal oli (mL)
- V_{akhir} : Volume akhir oli (mL)
- C : Konsumsi oli total (mL)

Perhitungan konsumsi oli pada kompor setelah di nyalakan selama 10 menit sebanyak 300ml

2. Laju Konsumsi Oli

Diketahui:

- $C = 300 \text{ mL}$
- $T = 10 \text{ menit}$

Maka:

$$\begin{aligned} R &= \frac{C}{t} \\ R &= \frac{300\text{ml}}{10\text{menit}} = 30\text{mL} \\ R &= 30\text{mL/menit} \end{aligned}$$

Keterangan:

- R : Laju konsumsi oli (mL/menit)
- C : Konsumsi oli total (mL)
- t : waktu pengujian menit

Perhitungan konsumsi oli pada kompor setelah di nyalakan selama 10 menit, mengonsumsi sebanyak 30mLmenit

3. Perhitungan Penentuan Perbedaan Suhu

Diketahui:

- Suhu sisi panas = 120°C
- Suhu sisi dingin = 30°C

Maka :

$$\Delta T = T_h - T_c$$

$$\Delta T = 120^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C} = 90^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 90^\circ\text{C}$$

Keterangan :

- ΔT : Perbedaan suhu (°C atau K)
- T_h : Suhu sisi panas modul termoelektrik (°C atau K)
- T_c : Suhu sisi dingin modul termoelektrik (°C atau K).

Perbedaan suhu antara sisi panas dan sisi dingin modul termoelektrik adalah 90°C.

4. Menentukan Jumlah Peltier

Diketahui:

- $V_{modul} = 1,3$
- $V_{target} = 13 \text{ V}$

Maka:

$$n = \frac{V_{total}}{V_{target}}$$

$$n = \frac{13}{1,3}$$

$$n = 10 \text{ peltier}$$

Keterangan:

- V_{target} : Tegangan yang diinginkan (volt)
- n : Jumlah peltier
- $V_{peltier}$: Tegangan yang dikeluarkan satu peltier (volt)

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa jumlah modul peltier optimal dengan rangkaian seri untuk mencapai tegangan 13V adalah di butuhkan sebanyak 10 peltier dengan arus permodul 1.3V

5. Perhitungan Kecepatan Kipas Blower

Diketahui:

- $\text{RPM}_{max} = 7830$
- $V = 6 \text{ V}$
- $V_{max} = 12 \text{ V}$

Maka:

$$\text{RPM} = \text{RPM}_{max} \cdot \frac{V}{V_{max}}$$

$$\text{RPM} = 7830 \cdot \frac{6}{12 \text{ V}}$$

$$\frac{6}{12 \text{ V}} = 0.5$$

$$\text{RPM} = 7830 \times 0.5 = 3915$$

Keterangan:

- RPM: Kecepatan kipas saat tegangan tertentu (RPM)
- RPM_{max} : Kecepatan maksimum (RPM)
- V : Tegangan input aktual (volt)
- V_{max} : Tegangan maksimum kipas (volt)

Hasil perhitungan RPM pada saat potensio dimmer diputar 50% mengeluarkan output ke kipas blower sebesar 6 V adalah: 3915 RPM

6. Perhitungan Daya Pengisian Baterai

Diketahui:

- $V = 11 \text{ V}$
- $I_{charger} = 0,43 \text{ A}$

Maka:

$$P = I_{charger} \cdot V$$

$$P = 0,43 \text{ A} \cdot 11 \text{ V} = 4,73 \text{ W}$$

$$P = 4,73 \text{ W}$$

Keterangan:

- P : Daya pengisian Watt (W)
- $I_{charger}$: Arus pengisian (mAh)
- V : Tegangan batrai volt (V)

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa besarnya energi listrik yang disalurkan oleh charger ke baterai selama proses pengisian adalah 4,73W./detik

7. Perhitungan Waktu Pengisian Batrai

Diketahui:

- $C = 4000 \text{ mAh}$
- $I = 0.430 \text{ mA}$

Maka:

$$t = \frac{C}{I}$$

$$t = \frac{4000 \text{ mAh}}{430 \text{ mAh}} = 9 \text{ jam}$$

$$t = 9 \text{ jam}$$

Keterangan:

- t : Waktu pengisian
- $I_{charger}$: Arus Ampere (mAh)
- C : Kapasitas baterai ampere-hour (Ah)

Maka hasil perhitungan pengisian batrai jika arus tegangan 430mAh maka waktu yang dibutuhkan adalah: 9 Jam dengan catatan keadaan batre dalam kondisi habis, sedangkan pada kompor ini sudah dilengkapi overcharger atau pengisian otomatis untuk mengurangi dampak drop dari baterai.

C. Hasil Uji Fungsi Kompor

Pada tahap terakhir dilakukan pengujian kompor hingga memastikan bahwa dapat berfungsi sesuai dengan keinginan dan spesifikasi yang ditetapkan. Pengujian ini melibatkan berbagai aspek, termasuk performa, keandalan, efisiensi, dan kesesuaian terhadap parameter yang telah ditentukan sebelumnya



Gambar 8. Uji Fungsi kompor (Sumber: dokumentasi pribadi 2025)

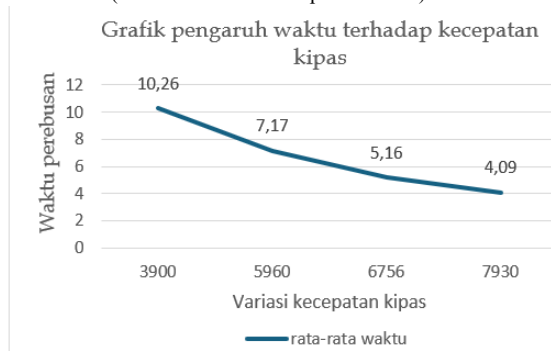
Proses pengujian ini dilakukan secara komprehensif untuk memastikan bahwa mesin dapat beroperasi dengan baik, menghasilkan output yang diharapkan, dan menjaga kualitas yang konsisten. Setelah melewati pengujian ini dan terbukti berfungsi dengan baik, mesin siap digunakan secara optimal untuk memenuhi kebutuhan produksi atau penggunaan lainnya.

Untuk memperoleh informasi mengenai performa dari kompor termoelektrik bahan bakar oli bekas, dilakukan pengambilan data terhadap hasil perebusan air 1 liter berdasarkan variabel-variabel dibawah ini.

Table I. Data hasil pengujian perebusan air 1 liter

Variasi kecepatan kipas (RPM)	Pengujian ke 1 (menit)	Pengujian ke 2 (menit)	Pengujian ke 3 (menit)	Rata-rata waktu	Laju konsumsi oli (mL/menit)
3990	10,30	10,28	10,20	10,26	30 mL
5965	7,30	7,20	7,00	7,17	30 mL
6756	5,20	5,15	5,13	5,16	31 mL
7930	4,15	4,10	4,01	4,09	33 mL

(Sumber: dokumentasi pribadi 2025)



Gambar 9. Grafik hasil rata-rata waktu terhadap pengaruh RPM (dokumentasi pribadi 2025)

Table II Data hasil pengujian dan performa 10 peltier rangkaian seri

Jumlah Peltier	Kecepatan kipas (RPM)	Waktu (menit)	Tegangan (volt)	Arus (mA)	Suhu dignin Peltier °C	Suhu Panas Peltier °C
10 Peltier rangkaian seri	3990	10,26	11,011	0,210	32	100
	5960	7,17	12,015	0,325	34	115
	6756	5,16	13,030	0,340	36	118
	7930	4,09	13,046	0,360	37	130

(Sumber: dokumentasi pribadi 2025)

Berdasarkan hasil pengujian kompor termoelektrik dalam penggunaan mendidihkan 1 liter air dalam waktu 4 menit dengan penggunaan 250 ml oli bekas. Tegangan maksimum 13,40 Volt dengan arus 0,34 A disarankan menggunakan 6756 RPM untuk menjaga komponen-komponen kompor aman untuk penggunaan jangka panjang dan menjegah terjadinya *overheating*. Berdasarkan penelitian Pratama dkk. (2020) merebus air 1 liter dalam waktu 5 menit, sedangkan penelitian ini mencapai waktu 4 menit berkat peningkatan aliran udara dari kipas blower

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kompor termoelektrik berbahan bakar oli bekas mampu mendidihkan air dalam waktu singkat (4 menit) dengan tegangan listrik yang dihasilkan mencapai 13,40 V. Hal ini menunjukkan bahwa tujuan penelitian untuk menghasilkan kompor yang efisien sekaligus menghasilkan energi listrik telah tercapai. Namun, sistem masih memiliki keterbatasan dalam hal emisi dari pembakaran oli bekas. Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan untuk melakukan pengujian emisi, meningkatkan sistem pendingin.

REFERENSI

- Algusri, M. (2019). THERMOELECTRIC UNTUK DAYA BLOWER PEMANAS KANDANG AYAM OLI BEKAS. *SIGMA TEKNIKA*, 2, 106.
<https://doi.org/10.33373/sigma.v2i1.1896>
- Aulia, R., Fauzan, R. A., & Lubis, I. (2021). Pengendalian Suhu Ruang Menggunakan Menggunakan FAN dan DHT11 Berbasis Arduino. *CESS (Journal of Computer Engineering, System and Science)*, 6(1), Article 1.
<https://doi.org/10.24114/cess.v6i1.21113>

- Bhuiyan, M., Mamur, H., Üstüner, M., & Dilmaç, Ö. (2022). Current and Future Trend Opportunities of Thermoelectric Generator Applications in Waste Heat Recovery. *GAZI UNIVERSITY JOURNAL OF SCIENCE*, 35, 896–915.
<https://doi.org/10.35378/gujs.934901>
- Dwiaji. (2023). Aluminium Sebagai Material Pendingin Dalam Aplikasi Termoelektrik. *Jurnal Material Teknik*, Vol. 20, No. 2, pp. 78-85, Article 2
<https://www.jurnalmaterialteknik.com/dwiaji-2023>
- Diki, M., Hadi, C. F., Lestari, R. F., & Nalandari, R. (2022). Pemanfaatan Termoelektrik Sebagai Sumber Energi Terbarukan. *JOURNAL ZETROEM*, 4(1), Article 1.
<https://doi.org/10.36526/ztr.v4i1.1913>
- Dwiaji, Y. C. (2023). Pengaruh Variasi Temperatur Perlakuan Panas dan Media Pendingin Terhadap Sifat Mekanis dan Mikrostruktur Aluminium 2024. *Journal of Applied Mechanical Engineering and Renewable Energy*, 3(2), Article 2.
<https://doi.org/10.52158/jamere.v3i2.571>
- Gunawan, H., Mariano, B., Soewono, A. D., & Christiand, C. (2022). ANALISIS PENGARUH PROSES PERENCANAAN DAN PERANCANGAN DESAIN TERHADAP KEGAGALAN KOMPONEN HASIL PRODUKSI DI PT “X” DENGAN METODE FAULT TREE ANALYSIS. *Cylinder : Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 8(2), Article 2.
<https://doi.org/10.25170/cylinder.v8i2.3964>
- Hameed, D. (2021). Deterioration in Physical Engine Oil Properties after Different Trip Length. *Kurdistan Journal of Applied Research*, 6, 13–20.
<https://doi.org/10.24017/science.2021.1.2>
- Haryanto, H., Makhsun, M. R., & Saraswati, I. (2015). PERANCANGAN MODUL TERMOELEKTRIK GENERATOR MENGGUNAKAN PELTIER. *Teknika: Jurnal Sains dan Teknologi*, 11(1), 26–37.
<https://doi.org/10.36055/tjst.v11i1.6970>
- Hidayat, A. R., & Basyirun, B. (2020). Pengaruh Jenis Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar Kompor Pengecoran Logam Terhadap Waktu Konsumsi dan Suhu Maksimal pada Pembakaran. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 5(2), Article 2.
<https://doi.org/10.21831/dinamika.v5i2.34802>
- Hameed, A. (2021). Viskositas dan Indeks Kekentalan Oli Mesin: Analisis dan Pengaruhnya pada Pembakaran . *International Journal of Mechanical Engineering*, Vol. 12, No. 4, pp. 112-120, Article 2
<https://www.ijme-journal.org/hameed-2021>
- Islam Sazzad, M. R., Rahman, M. M., Hassan, T., Al Rifat, A., Al Mamun, A., Adib, A. R., Meraz, R. M., & Ahmed, M. (2024). Advancing sustainable lubricating oil management: Re-refining techniques, market insights, innovative enhancements, and conversion to fuel. *Heliyon*, 10(20), e39248.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e39248>
- Khatimah, H. K., Hernawati, H., & Rahmaniah, R. (2019). UJI KUALITAS FISIS PENGOLAHAN LIMBAH OLI BEKAS MENJADI BAHAN BAKAR ALTERNATIF DENGAN METODE DISTILASI SEDERHANA. *JFT: Jurnal Fisika dan Terapannya*, 3, 41–50.
<https://doi.org/10.24252/jft.v3i0.16831>
- Kumar, R., Singh, S., & Gupta, A.K. (2022). Thermal Performance and Emissions of Waste Cooking Oil Stoves: A Comparative Study with LPG. *Energy for Sustainable Development*, 45–55.
<https://doi.org/10.1016/j.esd.2022.03.004>
- Kumar, A., & Prasad, S. (2020). Analisis konsumsi oli pada sistem pembakaran untuk kompor portable. *Journal of Energy Systems*, 8 (1), 23-30, Article 2.
<https://www.journalenergysystems.com/kumar-prasad-2020>
- Nasution, Z. M., Sari, D. Y., Nabawi, R. A., & Rifelino, R. (2022). METODE PERANCANGAN PRODUK DALAM TEKNIK MESIN. *Jurnal Vokasi Mekanika*, 4(3), Article 3.
<https://doi.org/10.24036/vomek.v4i3.389>
- Nesarajah, M., & Frey, G. (2016). *Thermoelectric Power Generation: Peltier Element versus Thermoelectric Generator (TEC vs. TEG)*.
<https://doi.org/10.1109/IECON.2016.7793029>
- Pratama, A., Basyirun, B., Atmojo, Y. W., Ramadhan, G. W., & Hidayat, A. R. (2020). Rancang Bangun Kompor (Burner) Berbahan Bakar Oli Bekas. *Mekanika: Majalah Ilmiah Mekanika*, 19(2), Article 2.
<https://doi.org/10.20961/mekanika.v19i2.42378>
- Rahimi, B., Semnani, A., Nezamzadeh-Ejhi, A., Langeroodi, H. S., & Davood, M. H. (2019). Monitoring of the Physical and Chemical Properties of a Gasoline Engine Oil during Its Usage. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, 2019, 819524.
<https://doi.org/10.1155/2012/819524>
- Rahmadani, W., Lumbantoruan, P., & Jumingin. (2023). Pemanfaatan Oli Bekas Untuk Bahan Bakar Kompor Sebagai Energi Listrik Alternatif Dengan Prinsip Termoelektrik. *Jurnal Redoks*, 8, 142–152.
<https://doi.org/10.31851/redoks.v8i2.13156>

- Revolusi per menit. (2024). In *Wikipedia bahasa Indonesia, ensiklopedia bebas*.
https://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Revolusi_per_menit&oldid=25391842
- Rizaldi, R., & Edahwati, L. (2022). Analisa Termoelektrik Generator Dan Motor DC + Kipas Dengan Perbedaan Alas Konduktor Dari Sumber Energi Panas. *JURNAL FLYWHEEL*, 13(2), Article 2.
<https://doi.org/10.36040/flywheel.v13i2.5853>
- Thermoelectric effect. (2024). In *Wikipedia*.
https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Thermoelectric_effect&oldid=1253698024
- Widiastuti, N. (2022). Dimmer potensio elektrik untuk pengaturan daya pada sistem kompor portable. *Jurnal Elektronika Terapan*, 10 (2), 56-63, Article 2.
<https://www.jurnalelektronika.com/widiastuti-2022>
- Yolanda, Y., Amin, A., & Yuneti, A. (2021). Pendampingan Pembuatan Kompor Energi Alternatif Berbahan Bakar Limbah Serbuk Kayu dan Sekam Padi di Kelurahan TPU Keramat Cereme Taba Lubuklinggau. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 4(2), Article 2.
<https://doi.org/10.29303/jpmpi.v4i2.814>
- Zhang, Y. (2022). Pengembangan modul charger otomatis untuk baterai polimer 4000mAh. *Journal of Power Electronics*, 18 (5), 89-95, Article 03.
<https://www.power-electronics-journal.com/zhang-2022>