

# ENERGY-SAVING USED COOKING OIL ROCKET STOVE DESIGN WITH INTEGRATED BLOWER FAN AND SOLAR POWERED (PLTS)

## DESAIN KOMPOR MINYAK JELANTAH HEMAT ENERGI DENGAN INTEGRASI KIPAS BLOWER TENAGA SURYA (PLTS)

Vontas Alfenny Nahan<sup>1</sup>, Topan Eka Putra<sup>2</sup>, Wiratno Y Sigin<sup>3</sup>, Frans Putra Ganesa<sup>4</sup>, Adhitya Ferdi Hari<sup>5</sup>

<sup>1)</sup> Dosen Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, FKIP UPR, Universitas Palangka Raya

<sup>2)3)</sup> Dosen Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, FKIP UPR, Universitas Palangka Raya

<sup>4)</sup> Mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan FKIP Universitas Palangka Raya

<sup>5)</sup> Mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Mesin FKIP Universitas Palangka Raya

Jl. H. Timang Tunjung Nyaho Palangkaraya Kode Pos 73112

Email: vontas@fkip.upr.ac.id

### ABSTRACT

The issue of energy availability and household waste is a significant issue that continues to grow with population growth and global energy consumption. Furthermore, household waste, such as used cooking oil and used cooking oil, is often disposed of carelessly into waterways or the surrounding environment. This causes soil and water pollution and can even damage micro-ecosystems in domestic environments. One relevant technological innovation is the development of a used cooking oil-fueled stove. This technology allows households to convert waste into heat energy for cooking. Therefore, an adequate air circulation system, such as a blower fan, is required to improve the mixing of air and oil during combustion. The research was conducted in the Mechanical Engineering Education Laboratory, Faculty of Teacher Training and Education, Palangka Raya University, by combining the use of used cooking oil as fuel and solar energy as a power source for the blower fan, reflecting the synergy between these two forms of renewable and sustainable energy. Specific plans and targets include publication of this research in a SINTA-accredited journal, HKI, and a research video.

**Keywords:** *PLTS, Used Cooking Oil, Rocket Stove*

### ABSTRAK

Permasalahan ketersediaan energi dan limbah rumah tangga menjadi isu penting yang terus berkembang seiring pertumbuhan penduduk dan konsumsi energi global. Di sisi lain, limbah rumah tangga seperti minyak jelantah, minyak goreng bekas pakai sering kali dibuang sembarangan ke saluran air atau lingkungan sekitar. Hal ini menyebabkan pencemaran tanah dan air, bahkan dapat merusak ekosistem mikro di lingkungan domestik. Salah satu inovasi teknologi yang relevan adalah pengembangan kompor tungku berbahan bakar minyak jelantah. Teknologi ini memungkinkan rumah tangga mengolah limbah menjadi energi panas untuk memasak. Oleh karena itu, diperlukan sistem sirkulasi udara yang memadai, seperti kipas blower, untuk memperbaiki pencampuran udara dan minyak saat pembakaran berlangsung. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen. Tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Pendidikan Teknik Mesin FKIP UPR dengan menggabungkan antara pemanfaatan minyak jelantah sebagai bahan bakar dan energi surya sebagai sumber tenaga kipas *blower* mencerminkan sinergi antara dua bentuk energi terbarukan dan berkelanjutan Rencana atau target khusus yang ingin dicapai adalah penelitian ini akan dipublikasikan pada Jurnal Terakreditasi SINTA, HKI, serta video penelitian.

**Kata Kunci:** *PLTS, Minyak Jelantah, Kompor Tungku*

### PENDAHULUAN

Permasalahan ketersediaan energi dan limbah rumah tangga menjadi isu penting yang terus berkembang seiring pertumbuhan penduduk dan konsumsi energi global. Di Indonesia, ketergantungan pada bahan bakar fosil, khususnya LPG (Liquefied Petroleum Gas), sangat tinggi. Data dari Kementerian ESDM tahun 2022 menunjukkan bahwa konsumsi LPG rumah tangga terus meningkat, sementara pasokan domestik tidak mampu memenuhi kebutuhan, sehingga

mengakibatkan impor besar-besaran dan beban subsidi negara yang semakin tinggi (ESDM, 2022).

Di sisi lain, limbah rumah tangga seperti minyak jelantah, minyak goreng bekas pakai sering kali dibuang sembarangan ke saluran air atau lingkungan sekitar. Hal ini menyebabkan pencemaran tanah dan air, bahkan dapat merusak ekosistem mikro di lingkungan domestik. Minyak jelantah mengandung senyawa berbahaya seperti asam lemak bebas dan senyawa akrilamida yang sulit terurai di alam (Sari & Wulandari, 2022). Oleh

karena itu, pemanfaatan minyak jelantah sebagai bahan bakar alternatif tidak hanya berkontribusi pada diversifikasi energi, tetapi juga menjadi solusi pengelolaan limbah rumah tangga.

Salah satu inovasi teknologi yang relevan adalah pengembangan kompor tungku berbahan bakar minyak jelantah. Teknologi ini memungkinkan rumah tangga mengolah limbah menjadi energi panas untuk memasak. Namun, tantangan utama dari kompor minyak jelantah adalah pembakarannya sering tidak sempurna, menghasilkan asap hitam pekat, serta nyala api yang tidak stabil (Putra et al., 2021). Oleh karena itu, diperlukan sistem sirkulasi udara yang memadai, seperti kipas blower, untuk memperbaiki pencampuran udara dan minyak saat pembakaran berlangsung.

Sayangnya, penambahan blower yang menggunakan listrik dari jaringan PLN dapat meningkatkan konsumsi energi. Oleh karena itu, integrasi blower dengan sumber energi alternatif yang bersih, seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), menjadi solusi yang tepat. Indonesia sebagai negara tropis memiliki potensi energi surya yang sangat tinggi, dengan intensitas penyinaran matahari rata-rata 4,8–5,4 kWh/m<sup>2</sup> per hari (Yulianto & Santoso, 2023). Dengan teknologi panel surya skala kecil (off-grid system), daya listrik yang dihasilkan cukup untuk menggerakkan kipas blower berdaya rendah secara mandiri.

Gabungan antara pemanfaatan minyak jelantah sebagai bahan bakar dan energi surya sebagai sumber tenaga kipas blower mencerminkan sinergi antara dua bentuk energi terbarukan dan berkelanjutan. Tidak hanya mengurangi ketergantungan pada LPG dan listrik PLN, solusi ini juga ramah lingkungan serta berpotensi besar untuk diterapkan di wilayah-wilayah dengan akses energi terbatas seperti daerah terpencil dan pedesaan.

Penelitian ini penting untuk menjawab kebutuhan akan teknologi yang aplikatif, hemat energi, dan berwawasan lingkungan. Diharapkan, melalui penelitian ini, dapat dirancang sebuah kompor minyak jelantah hemat energi dengan kipas blower bertenaga surya yang efisien, aman, dan mudah diterapkan di masyarakat. Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang dan membangun kompor tungku berbahan bakar minyak jelantah yang efisien dan hemat energi?

2. Bagaimana mengintegrasikan sistem kipas blower bertenaga surya (PLTS) dalam kompor untuk meningkatkan efisiensi pembakaran?
3. Sejauh mana penggunaan PLTS dapat menyuplai daya untuk blower secara optimal dan berkelanjutan?

Sedangkan tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Merancang dan membuat prototipe kompor tungku minyak jelantah yang dilengkapi sistem kipas blower untuk meningkatkan efisiensi pembakaran.
2. Menerapkan dan menguji sistem PLTS skala kecil sebagai sumber energi untuk kipas blower kompor.
3. Menganalisis efisiensi sistem secara keseluruhan, baik dari sisi konsumsi energi, kualitas pembakaran, maupun emisi yang dihasilkan.

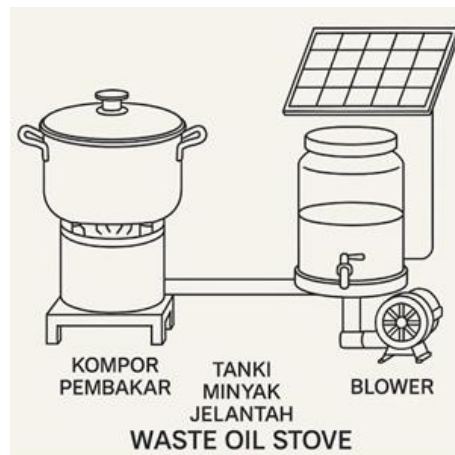
Kompor minyak jelantah pada dasarnya bekerja dengan prinsip pemanasan dan penguapan minyak hingga membentuk uap yang mudah terbakar, kemudian disalurkan dan dinyalakan dalam ruang bakar. Proses ini membutuhkan suhu awal tinggi untuk menguapkan minyak dan aliran udara yang memadai agar pembakaran berlangsung stabil (Putra et al., 2021).

Beberapa pengembangan teknologi telah dilakukan, seperti modifikasi nosel penyemprotan, penggunaan bahan isolator panas di ruang bakar, dan penambahan sistem blower. Sistem blower terbukti dapat mempercepat pencampuran uap bahan bakar dengan udara sehingga memperbaiki kualitas nyala api (lebih biru, lebih panas) dan mengurangi emisi karbon tidak terbakar. Namun demikian, penambahan blower memerlukan sumber energi tambahan, yang seringkali menjadi beban bagi pengguna, khususnya di daerah dengan pasokan listrik terbatas.

Integrasi PLTS dan blower dalam desain kompor merupakan inovasi teknologi yang bersifat *low energy but high-impact*. Beberapa studi telah membuktikan bahwa integrasi sistem tenaga surya dengan perangkat bantu rumah tangga dapat meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan pemanfaatan energi.

#### METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode rekayasa eksperimental yang bertujuan untuk merancang, membangun, dan menguji sistem kompor minyak jelantah hemat energi dengan integrasi kipas blower tenaga surya. Metode ini mencakup beberapa tahapan utama: perencanaan, desain teknis, implementasi, pengujian, dan evaluasi.



Gambar 1. Desain kompor minyak jelantah dengan blower PLTS

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Tahapan Penelitian

#### a. Studi Literatur dan Perancangan Awal

Peneliti melakukan kajian literatur terkait karakteristik minyak jelantah sebagai bahan bakar alternatif, teknologi pembakaran efisien, blower untuk sirkulasi udara, serta sistem PLTS skala kecil. Hasil kajian ini dijadikan dasar dalam perancangan sistem kompor dan spesifikasi teknis *blower* serta PLTS yang akan digunakan.

#### b. Desain Sistem Kompor dan PLTS

Tahap ini mencakup perancangan dari tungku pembakaran, jalur aliran udara, penempatan blower, serta sistem panel surya dan baterai. Komponen-komponen utama meliputi:

1. Tungku kompor berbahan besi tahan panas
2. Tangki minyak jelantah dan sistem pemanas awal
3. Kipas *blower* DC (5–10 watt)
4. Panel surya *monocrystalline* 50 Wp
5. Baterai 12V 50Ah
6. Modul pengatur daya (*charge controller*)

#### c. Pembuatan Prototipe

Setelah desain disetujui dan komponen tersedia, dilakukan perakitan sistem kompor beserta *blower* dan integrasi PLTS sebagai sumber energi. Prototipe

diuji untuk memastikan seluruh sistem berfungsi secara sinergis.

#### d. Uji Kinerja dan Evaluasi

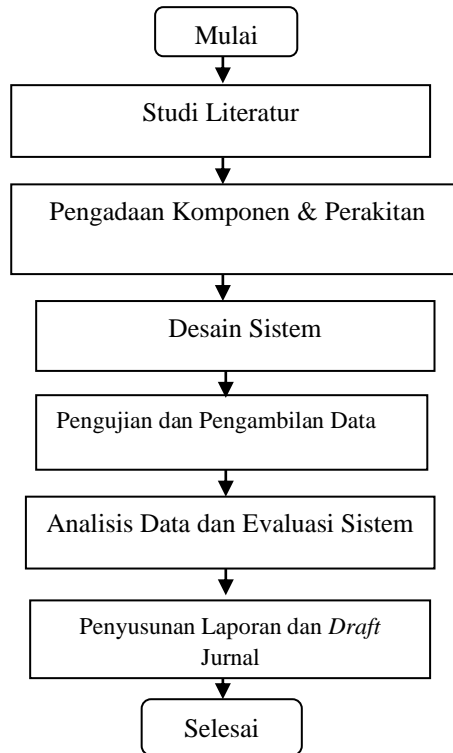
Pengujian dilakukan secara eksperimental dengan membandingkan:

1. nyala api (warna dan kestabilan)
  2. efisiensi panas (waktu memasak air 1 liter)
  3. konsumsi minyak jelantah
  4. emisi asap (bau)
  5. lama waktu operasi kipas dengan daya dari PLTS
  6. pengaruh kondisi cuaca terhadap suplai energi blower
- Evaluasi hasil dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif dengan membandingkan data terhadap literatur sebelumnya dan parameter efisiensi energi.

#### e. Analisis dan Perbaikan Sistem

Jika ditemukan kekurangan selama uji coba, sistem akan diperbaiki dan dioptimalkan. Misalnya dengan mengganti posisi blower, memodifikasi jalur aliran udara, atau menyesuaikan kapasitas panel surya dan baterai.

Bagan alir penelitian dilakukan dengan mengikuti tahapan yang ditunjukkan dengan Gambar 2 di bawah ini



Gambar 2. Bagan alir tahapan penelitian



Tabel 1. Perbandingan Parameter (Kompur Jelantah + Kipas (PLTS) vs Tanpa Kipas)

No	Parameter	Satuan	Setup A: Kompur + Kipas (PLTS)	Setup B: Kompur tanpa Kipas	Metode Pengukuran / Catatan
1	Waktu pemanasan 1 L air dari $T_{awal}$ ke $T_{target}$ (e.g. 90°C)	menit	Diukur tiap percobaan	Diukur tiap percobaan	Stopwatch + termometer (thermocouple)
2	Konsumsi bahan bakar per percobaan	mL atau L	Timbang volume awal/akhir	Timbang volume awal/akhir	Gelas ukur + timbangan presisi

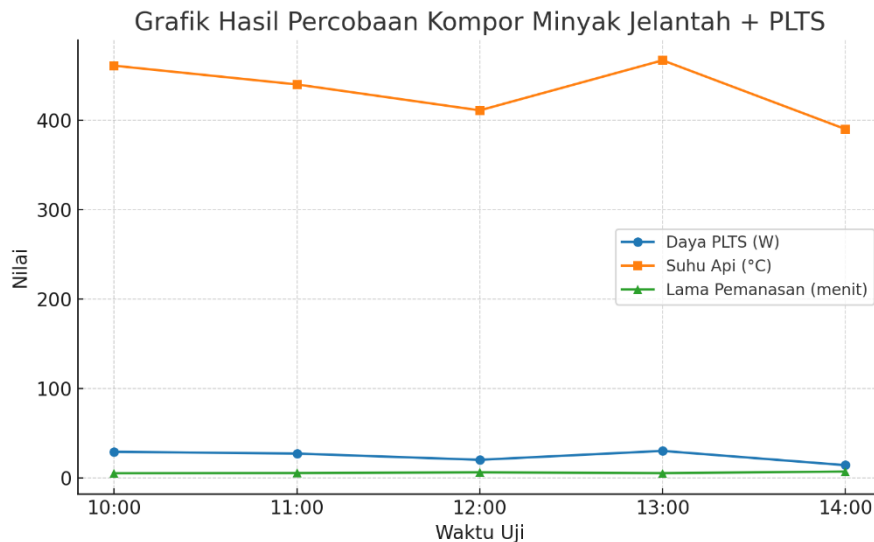
No	Parameter	Satuan	Setup A: Kompor + Kipas (PLTS)	Setup B: Kompor tanpa Kipas	Metode Pengukuran / Catatan
3	Efisiensi termal (%)	%	Hitung berdasarkan energi keluar / energi bahan bakar	Sama	Kalkulasi energi: mL×kalor jenis estimasi
4	Suhu nyala / stabilitas	°vC / kualitatif	Catat fluktuasi / stabilitas nyala	Sama	Termokopel pada selubung pembakaran
5	Waktu pembakaran kontinu maksimal	menit	Sampai bahan bakar habis atau padam	Sama	Catat hingga berhenti
6	Konsumsi energi listrik kipas	W (atau Wh)	Ukur arus×tegangan / catat dari baterai	-	Power meter DC atau multimeter
7	Waktu operasi kipas (dari PLTS/baterai)	jam	Catat	-	Catat durasi hingga tegangan drop
8	Kualitas pembakaran (asap, bau)	kualitatif	Skala 1–5 (1=berasap banyak)	Sama	Observasi & foto/video

Tabel 2. Pencatatan Data Percobaan Tanpa Menggunakan Kipas

No	Tanggal	Waktu	Cuaca	Daya PLTS (W)	Tegangan Kipas (V)	Arus Kipas (A)	Kecepatan Kipas (rpm)	Suhu Api (°C)	Lama Waktu Pemanasan Air (menit)	Keterangan
1	11-08-2025	10:00	Cerah	0	0	0	0	373	40.00	Api Kurang Stabil
2	11-08-2025	11:00	Cerah	0	0	0	0	378	30.00	Api Kurang Stabil
3	11-08-2025	12:00	Berawan	0	0	0	0	380	29.00	Api Hampir Stabil
4	11-08-2025	13:00	Cerah	0	0	0	0	380	27.00	Api Stabil
5	11-08-2025	14:00	Mendung	0	0	0	0	383	27.00	Api Stabil

Tabel 3. Pencatatan Data Percobaan Menggunakan Kipas

No	Tanggal	Waktu	Cuaca	Daya PLTS (W)	Tegangan Kipas (V)	Arus Kipas (A)	Kecepatan Kipas (rpm)	Suhu Api (°C)	Lama Waktu Pemanasan Air (menit)	Keterangan
1	2025-08-11	10:00	Cerah	29	12.90	1.20	1500	461	11.00	Api stabil Bertekanan
2	2025-08-11	11:00	Cerah	27	12.80	1.20	1480	440	09.00	Api stabil Bertekanan
3	2025-08-11	12:00	Berawan	20	12.90	1.20	1400	411	09.00	Api stabil Bertekanan
4	2025-08-11	13:00	Cerah	30	13.10	1.20	1532	467	09.00	Api stabil Bertekanan
5	2025-08-11	14:00	Mendung	14	12.90	1.20	1301	390	09.00	Api stabil Bertekanan



Gambar 2. Grafik hasil percobaan kompor minyak jelantah dan PLTS

Dari Gambar 2 di atas didapatkan:

1. Grafik suhu api (°C) dan Waktu

- Tanpa kipas: kurvanya relatif datar-naik perlahan dari 373 → 383 °C. Ini mencerminkan pembakaran alami (natural draft) yang terbatas oleh suplai oksigen di sekitar nyala. Perubahan kecil (~10 °C) menunjukkan sistem stabil tetapi “pelan”.
- Dengan kipas: kurva jauh lebih tinggi dan dinamis: 461 °C (10:00) → 440 °C (11:00) → 411 °C (12:00) → 467 °C (13:00) → 390 °C (14:00). Fluktuasi ini mengikuti variasi daya PLTS (29, 27, 20, 30, 14 W) dan kecepatan kipas (1500, 1480, 1400, 1532, 1301 rpm). Ketika langit cerah (10:00 & 13:00), suhu puncak muncul; ketika berawan/mendung (12:00 & 14:00), suhu menurun

a. Besaran peningkatan suhu

- Rata-rata suhu api tanpa kipas = 378,8 °C; dengan kipas = 433,8 °C → naik ~55 °C atau ~14,5%.
- Selisih per jam: +88 °C (10:00), +62 °C (11:00), +31 °C (12:00), +87 °C (13:00), +7 °C (14:00). Ini menunjukkan bahwa kipas paling “mendongkrak” suhu saat pasokan energi surya cukup (pagi & awal siang), dan efeknya melemah saat mendung (14:00).

b. Stabilitas/variabilitas

Simpangan baku suhu: tanpa kipas ≈ 3,7 °C (sangat stabil), dengan kipas ≈ 32,9 °C (lebih bergejolak). Ini logis: aliran paksa dari kipas membuat sistem sangat responsif terhadap daya PLTS dan RPM yang berubah-ubah.

c. Keterkaitan dengan PLTS & RPM (pada percobaan dengan kipas)

Korelasi suhu dengan daya PLTS ≈ 0,99 (sangat kuat) dan dengan RPM ≈ 0,98. Artinya, semakin besar daya surya → kipas makin kencang → oksigenasi & pencampuran uap-bahan bakar makin baik → nyala lebih panas.

Oleh sebab itu :

- Kipas menciptakan *forced draft*: udara segar dipaksa melewati zona api, meningkatkan koefisien perpindahan panas konveksi dan memperbaiki rasio udara–bahan bakar. Campuran lebih homogen → pembakaran lebih lengkap → suhu api lebih tinggi.
- Saat mendung (14:00), meski suhu turun ke 390 °C, itu masih lebih tinggi sedikit dibanding tanpa kipas (380 °C)—menunjukkan bahwa aliran udara tetap memberi keuntungan bahkan ketika dayanya turun drastis.

2. Grafik lama waktu pemanasan air (menit) dan waktu

- Tanpa kipas: waktu pemanasan turun dari 40 → 27 menit seiring jam-kemungkinan efek *pre-heating* (tungku & panci makin hangat) dan sedikit kenaikan suhu api.
- Dengan kipas: sangat singkat dan stabil di 11 → 9 menit. Setelah 11:00, waktu praktis “mentok” 9 menit walau cuaca berubah.

a. Besaran penghematan waktu

- Rata-rata tanpa kipas = 30,6 menit, dengan kipas = 9,4 menit → lebih cepat ~21,2 menit atau ~69% lebih singkat.
- Per jam, pemanasan dengan kipas 3,0–3,6x lebih cepat daripada tanpa kipas (rasio waktu 3,00–3,64).

b. Kenapa waktu tetap singkat meski suhu dengan kipas kadang turun?

Dua alasan utama:

1. Konveksi paksa: aliran udara memperbesar koefisien pindah panas antar nyala–permukaan panci, sehingga laju

- perpindahan panas bersih ke air tinggi walaupun “suhu api terukur” sedikit turun.
2. Nyala terarah & stabil (“bertekanan” pada catatan Anda) mengurangi kerugian panas ke lingkungan (nyala tidak “melebar” atau berkobar acak), sehingga lebih banyak panas masuk ke panci.
  - c. Stabilitas operasional  
Simpangan baku waktu: dengan kipas  $\approx 0,9$  menit (sangat konsisten), tanpa kipas  $\approx 5,4$  menit (lebih variatif). Ini penting untuk reliabilitas penggunaan harian.
3. Membaca kedua grafik secara bersamaan
    - a. Efek kipas terhadap performa termal  
Kipas meningkatkan suhu rata-rata  $\approx 14,5\%$  dan mengurangi waktu pemanasan  $\approx 69\%$ . Peningkatan suhu tidak selalu proporsional

- dengan penurunan waktu karena mekanisme konveksi dan arah nyala berperan besar pada efisiensi pemanasan air.
- b. Sensitivitas terhadap cuaca/PLTS (khusus mode kipas)
    1. Saat cerah dan daya PLTS  $\sim 27\text{--}30$  W, kipas berputar  $\sim 1480\text{--}1532$  rpm dan suhu melonjak  $440\text{--}467$  °C, menghasilkan waktu 9 menit.
    2. Saat mendung (PLTS  $\sim 14$  W, RPM  $\sim 1301$ ), suhu turun ke  $390$  °C—namun waktu tetap 9 menit, menegaskan bahwa aliran lebih krusial daripada mengejar suhu puncak semata.

Meski suhu meningkat tipis sepanjang hari ( $373\rightarrow 383$  °C), penurunan waktu dari  $40\rightarrow 27$  menit menunjukkan faktor kondisi awal (perangkat lebih hangat), mungkin kadar air residu di panci/tungku berkurang, dan adaptasi operator.



Gambar 3. Nyala kompor pada Siang dan malam hari

#### Rekomendasi teknis meliputi:

- *Buffer* daya untuk kipas: Karena performa sangat bergantung pada PLTS, menambah penyimpan energi kecil (mis. baterai 12 V) atau DC-DC *buck/boost* akan menjaga RPM minimum agar tidak turun saat mendung—menstabilkan suhu di atas  $\sim 430$  °C yang empirisnya menghadirkan waktu  $\approx 9$  menit secara konsisten.
- Kontrol aliran udara: pasang damper/variator sederhana sehingga saat cuaca sangat cerah (suhu cenderung meledak naik), aliran bisa disetel untuk efisiensi bahan bakar tanpa membuang panas.
- Desain ruang bakar & jalur udara: Saluran udara yang mengarah tepat ke zona pencampuran uap minyak + udara akan memaksimalkan pembakaran lengkap, mengurangi jelaga, dan menstabilkan nyala “bertekanan”.
- Standarisasi prosedur uji: Untuk eksperimen lanjutan, samakan kondisi awal (massa air, suhu awal air & panci, jumlah bahan bakar, durasi pre-heating) agar variasi karena faktor selain kipas/PLTS dapat diminimalkan; tambahkan termokopel di dasar panci untuk menilai panas yang benar-benar diterima air, bukan hanya suhu nyala.

Grafik secara konsisten menunjukkan bahwa aliran udara paksa dari kipas adalah pengungkit terbesar kinerja kompor minyak jelantah: ia menaikkan intensitas pembakaran dan, yang lebih penting, mempercepat transfer panas ke air, sehingga waktu pemanasan turun drastis bahkan ketika suhu nyala sesekali melemah karena mendung. Dengan menjaga RPM kipas minimum dan mengarahkan aliran secara efektif, performa “level 9 menit” tampak dapat dicapai dan dipertahankan dalam rentang kondisi cuaca harian yang wajar. Berdasarkan data Tabel 2 (tanpa kipas) dan Tabel 3 (dengan kipas) serta analisis grafik, dapat disimpulkan:

1. Peningkatan kinerja termal
  - Penggunaan kipas yang digerakkan PLTS secara signifikan meningkatkan suhu api rata-rata dari  $378,8$  °C menjadi  $433,8$  °C ( $+14,5\%$ ).
  - Selisih suhu per jam berkisar  $+7$  °C hingga  $+88$  °C, dengan puncak saat cuaca cerah dan daya PLTS optimal.
2. Pengurangan waktu pemanasan yang signifikan
  - Waktu rata-rata untuk memanaskan air berkurang dari  $30,6$  menit menjadi  $9,4$  menit ( $\approx 69\%$  lebih cepat).

- Kecepatan pemanasan meningkat 3–3,6 kali lipat dibandingkan tanpa kipas.
3. Stabilitas operasional lebih baik
    - Tanpa kipas: fluktuasi waktu pemanasan cukup besar (simpangan baku  $\approx$  5,4 menit).
    - Dengan kipas: waktu sangat konsisten (simpangan baku  $\approx$  0,9 menit), meski suhu api sedikit berfluktuasi mengikuti cuaca.
  4. Hubungan dengan daya PLTS & kecepatan kipas
    - Korelasi suhu dengan daya PLTS  $\approx$  0,99, dan dengan kecepatan kipas  $\approx$  0,98.
    - Penurunan daya akibat mendung mengurangi RPM kipas, sehingga suhu api menurun, namun waktu pemanasan tetap singkat berkat konveksi paksa.

#### KESIMPULAN

1. Merancang dan menguji kompor minyak jelantah hemat energi dengan integrasi kipas blower tenaga surya (PLTS) sebagai solusi inovatif dalam pemanfaatan limbah rumah tangga sekaligus energi terbarukan. Hasil pengujian menunjukkan peningkatan kinerja termal yang signifikan: suhu api naik rata-rata 14,5% dan waktu pemanasan air berkurang hingga  $\approx$ 69% lebih cepat dibandingkan tanpa kipas. Selain itu, penggunaan kipas berbasis PLTS membuat proses pembakaran lebih stabil, efisien, dan konsisten, meskipun masih terdapat pengaruh fluktuasi daya akibat kondisi cuaca.
2. Integrasi teknologi energi terbarukan dapat meningkatkan efisiensi sistem pembakaran sederhana sekaligus memberikan manfaat lingkungan dengan memanfaatkan limbah minyak jelantah.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Egodagamage, H., Yapa, H., Buddika, S., Loh, T., Navaratnam, S., Patrisia, Y., & Nguyen, K. (2024) Enhancement of impact resistance of alkali-activated slag concrete through biochar supplementation. *Structural Concrete*, 25(5): 3630-3647. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/suco.202300469>.
- ESDM. (2022). *Statistik Energi Indonesia 2022*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Jakarta.
- Fatimah, S., Anwar, F., & Lubis, M. (2020). Potensi Energi Alternatif dari Limbah Minyak Jelantah Sebagai Bahan Bakar. *Jurnal Energi Terbarukan*, 9(2), 65–72.
- Hidayat, A., & Sugiarto, D. (2020). Analisis Aliran Udara terhadap Efisiensi Pembakaran Minyak Goreng Bekas pada Kompor Tungku. *Jurnal Teknik Mesin Terapan*, 4(2), 56–62
- Islam, M.H., Law, D., Patrisia, Y., & Gunasekara, C. (2025) Blended brown coal and Class F fly ash based geopolymer. *Case Studies in Construction Materials*, 23: e05036.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cscm.2025.e05036>.

- Law D, Gunasekara C, Patrisia Y, Fernando S, & Wardhono A (2023) Development of durable class F fly ash based geopolymer concretes. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1157(1): 012024. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1157/1/012024>.
- Patrisia Y, Cassiophea L (2013). Pemanfaatan Serbuk Kayu Benuas Sisa Industri Penggergajian Sebagai Bahan Pembuatan Paving Block. *BALANGA: Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*. 1 (2): 50-61.
- Patrisia Y, Murwantini S (2013). Influence of Ulin Wood Grain Usage as Fiber Material on Concrete Compressive and Tensile Strength. *BALANGA: Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*. 1 (1):11-20.
- Patrisia Y, Coenraad R (2014). Mathematic Modelling of Concrete Pump Productivity on the Concrete Work of Construction Project in Palangka Raya. *BALANGA: Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, 2 (2), 12-22.
- Patrisia Y, Coenraad R (2016). Modeling Materials Price For Building Material In Palangka Raya. *BALANGA: Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*. 4 (2):11-20.
- Patrisia Y, Coenraad R (2017). Pls Model for the Price Approach of Concrete Sand Material. *BALANGA: Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*. 5(1): 36-40.
- Patrisia Y, Coenraad R, Inderawan NA, & Elidad E (2020) Mechanical properties of fly ash-based geopolymer concrete using variation in maximum size of coarse aggregate. *Journal of Physics: Conference Series*, 1469(1): 012025. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1469/1/012025>.
- Patrisia Y, Law DW, Gunasekara C, & Wardhono A (2022). Fly ash geopolymer concrete durability to sulphate, acid and peat attack. *MATEC Web Conf.* 364 02003. DOI: 10.1051/mateconf/202236402003.
- Patrisia Y, Law DW, Gunasekara C, & Wardhono A (2024) Long-term durability of iron-rich geopolymer concrete in sulphate, acidic and peat environments. *Journal of Building Engineering*, 97: 110744. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jobte.2024.110744>.
- Patrisia, Y., Gunasekara, C., Setunge, S., Mendis, P., & Nanayakkara, O. (2025). Multi-perspective evaluation of waste-derived cellulose fiber concrete: engineering performance, microstructure and sustainability. *Sustainable and Resilient Infrastructure*, 1-24. <https://doi.org/10.1080/23789689.2025.2561203>
- Patrisia, Y., Gunasekara, C., Law, D.W., Loh, T., Nguyen, K., Setunge, S., & So, T.S. (2025) Advanced manufacturing of waste-integrated concrete roof tiles: Scaling up to TRL 6. *Sustainable Materials and Technologies*, 45: e01461. <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2025.e01461>.
- Patrisia, Y., Gunasekara, C., Law, D.W., Loh, T., Nguyen, K., Setunge, S., & So, T.S. (2025) Advanced manufacturing of waste-integrated concrete roof tiles: Scaling up to



- TRL 6. Sustainable Materials and Technologies, 45: e01461.  
<https://doi.org/10.1016/j.susmat.2025.e01461>.
- Patrisia, Y., Gunasekara, C., Law, D.W., Setunge, S., & Kaminsky, B. (2025b) Engineering and thermo-acoustic insulation performance of recycled waste concrete composites. *Journal of Sustainable Cement-Based Materials*: 1-19.  
<https://doi.org/10.1080/21650373.2025.2533996>.
- Peiris, D., Patrisia, Y., Gunasekara, C., Law, D. W., Tam, V. W. Y., & Setunge, S. (2025). Environmental impact of recycled aggregate treatment methods using life-cycle assessment and cost analysis. *The International Journal of Life Cycle Assessment*.  
<https://doi.org/10.1007/s11367-025-02565-1>
- Putra, R. A., Hidayat, A., & Nurhadi, D. (2021). Pengaruh Penambahan Blower terhadap Efisiensi Pembakaran Kompor Minyak Jelantah. *Jurnal Teknik Mesin*, 15(1), 45–53.
- Sari, N. P., & Wulandari, R. (2022). Dampak Pembuangan Minyak Jelantah terhadap Lingkungan dan Solusi Pengolahannya. *Jurnal Lingkungan dan Energi*, 8(1), 21–29.
- Wardana, H., Susanti, E., & Prasetya, R. (2022). Sistem PLTS Mini untuk Perangkat Rumah Tangga Berdaya Rendah. *Jurnal Inovasi Energi*, 5(2), 110–117.
- Yulianto, T., & Santoso, A. (2023). Pemanfaatan PLTS Skala Rumah Tangga: Tantangan dan Peluang di Indonesia. *Jurnal Teknologi Energi*, 11(3), 133–140.