

ANALISIS PENGARUH LAJU ALIRAN UDARA TERHADAP KARAKTERISTIK NYALA API KOMPOR BERBAHAN BAKAR MINYAK JELANTAH

Afdellilah Audre Zandi Santika

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: afdellilahaudre.21006@mhs.unesa.ac.id

Handini Novita Sari

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: handinisari@unesa.ac.id

Abstrak

Minyak jelantah merupakan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) yang dapat membahayakan lingkungan dan kesehatan manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh karakteristik nyala api kompor bahan bakar minyak jelantah dengan variasi laju aliran udara (temperatur nyala api, tinggi nyala api, dan warna nyala api). Penelitian ini menggunakan jenis eksperimen dengan variasi laju aliran udara 5,77 m/s, 6,96 m/s, dan 8,69 m/s. Untuk menghilangkan kontaminan seperti kotoran, logam berat, partikel karbon, dan aditif serta meningkatkan kualitas minyak jelantah diperlukan adanya *pre treatment* pada limbah cair minyak jelantah menggunakan karbon aktif 10%. Peningkatan laju aliran udara dari 5,77 m/s, 6,96 m/s, hingga 8,69 m/s secara konsisten meningkatkan temperatur nyala api di kedua posisi pengukuran dan perubahan warna api. Pada laju aliran udara tertinggi 8,69 m/s, terjadi pergeseran zona pembakaran paling panas ke posisi 2, menunjukkan dinamika pembakaran yang optimal pada kondisi tersebut. Meskipun laju aliran udara 5,77 m/s menghasilkan nyala api terbaik yang didominasi warna kuning (55,05%) dan biru (28,77%), yang menandakan pembakaran stabil dan efisien, peningkatan laju aliran udara secara keseluruhan berkorelasi positif dengan tinggi nyala api yang terbentuk. Tinggi nyala api meningkat dari 5,158 cm pada 5,77 m/s menjadi 8,923 cm.

Kata Kunci: bahan bakar limbah cair, minyak jelantah, variasi laju aliran udara, performansi kompor, karakteristik nyala api.

Abstract

Used cooking oil is a Hazardous and Toxic Material (B3) waste that can harm the environment and human health, both directly and indirectly. This study aims to analyze the effect of the flame characteristics of used cooking oil stoves with variations in air flow rates (flame temperature, flame height, and flame color). This study used an experimental type with variations in air flow rates of 5.77 m/s, 6.96 m/s, and 8.69 m/s. To remove contaminants such as dirt, heavy metals, carbon particles, and additives and improve the quality of used cooking oil, pre-treatment of used cooking oil liquid waste using 10% activated carbon is required. Increasing the air flow rate from 5.77 m/s, 6.96 m/s, to 8.69 m/s consistently increased the flame temperature at both measurement positions and the flame color changes. At the highest air flow rate of 8.69 m/s, there was a shift in the hottest combustion zone to position 2, indicating optimal combustion dynamics under these conditions. Although the airflow rate of 5.77 m/s produced the best flame, dominated by yellow (55.05%) and blue (28.77%), indicating stable and efficient combustion, the increase in the overall airflow rate was positively correlated with the resulting flame height. The flame height increased from 5.158 cm at 5.77 m/s to 8.923 cm.

Keywords: liquid waste fuel, used cooking oil, variation of air flow rate, stove performance, flame characteristics.

PENDAHULUAN

Ketergantungan manusia pada minyak bumi sebagai sumber energi utama telah mencapai tingkat yang sangat tinggi (Fahmi et al., 2022). Namun, cadangan minyak bumi yang semakin menipis dan meningkatnya permintaan energi menyebabkan kelangkaan bahan bakar, termasuk minyak tanah. Untuk mengatasi hal ini, pemerintah mendorong penggunaan LPG sebagai alternatif (Hikmah, 2022). Namun, Ketersediaan LPG bersubsidi 3 kg di masyarakat seringkali terbatas. Kebanyakan LPG yang tersedia yaitu non-subsidi dari pemerintah (LPG 5.5 kg, 12 kg, 45 kg). Hal tersebut membuat industri kuliner skalar

rumah tangga kesulitan berkembang karena harus menanggung biaya produksi yang lebih tinggi akibat penggunaan LPG non-subsidi (Suwarno dkk., 2024). Ketergantungan pada gas LPG juga dapat menimbulkan masalah baru, yaitu ketidakstabilan pasokan. Kondisi ini mendorong pencarian sumber energi alternatif yang lebih terjangkau dan berkelanjutan. Salah satu upaya inovatif yang berkembang adalah adanya pemanfaatan limbah cair. Limbah merupakan hasil buangan dari berbagai aktivitas manusia yang dapat mencemari lingkungan dan mengganggu keseimbangan dalam ekosistem mulai dari kegiatan sehari-hari di rumah

tangga, proses produksi dalam skala industri yang masif, hingga ekstraksi sumber daya alam kegiatan pertambangan. Limbah bisa berasal dari berbagai sumber, seperti sisa makanan, kemasan produk, bahan kimia industri, hingga material tambang yang telah habis. Limbah mengandung bahan kimia berbahaya yang merupakan ancaman serius bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Bahan-bahan kimia tersebut, seringkali bersifat persisten dan sulit terurai, menjadi media yang subur bagi pertumbuhan berbagai jenis mikroorganisme patogen penyebab penyakit (Sutarmiyati, 2019). Terutama minyak jelantah, sebagai bahan bakar alternatif. Minyak jelantah adalah sisa dari minyak goreng yang digunakan berulang kali untuk memasak dan termasuk golongan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) (Sutarmiyati, 2019).

Berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 101 Tahun 2014 limbah B3 merupakan sisa dari suatu usaha dan kegiatan yang mengandung bahan berbahaya dan beracun. Limbah B3 termasuk limbah yang berbahaya, karena jumlahnya, konsentrasi atau sifat-sifat kimia, fisika yang dapat menyebabkan atau secara signifikan dapat memberikan kontribusi terhadap meningkatnya penyakit, kematian, dan berbahaya bagi kesehatan manusia maupun lingkungan jika tidak dikelola dengan baik (Utami & Syafrudin, 2018). Di sisi lain, minyak jelantah memiliki nilai yang cukup tinggi dan karakteristik fisik yang memungkinkan untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar kompor. Pemanfaatan minyak jelantah sebagai bahan bakar tidak hanya dapat mengurangi limbah, tetapi juga menyediakan energi terbarukan yang ramah lingkungan (Qiu et al., 2019).

Karakteristik minyak jelantah mengalami perubahan akibat oksidasi dan hidrolisis selama proses pemanasan yang berulang. Hal ini dapat menyebabkan peningkatan kadar asam lemak bebas, pembentukan senyawa bau tengik, warna yang lebih gelap, dan peningkatan viskositas (Cahyana et al., 2023). Meskipun demikian, dengan perlakuan awal (*pre treatment*), minyak jelantah dapat dimurnikan dan digunakan sebagai bahan bakar alternatif yang ekonomis dan ramah lingkungan (Nugroho et al., 2024). Penggunaan kompor sebagai alat utama dalam proses memasak sangat umum dalam rumah tangga maupun industri. Kompor yang memanfaatkan minyak jelantah sebagai bahan bakar tidak hanya mampu mengurangi limbah, tetapi juga menawarkan biaya operasional yang lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar konvensional seperti elpiji dan minyak tanah. Sistem pembakaran minyak jelantah biasanya memanfaatkan blower untuk menyuplai udara ke ruang bakar guna meningkatkan efisiensi pembakaran (Suwarno et al., 2024). Namun, keberhasilan pembakaran sangat dipengaruhi oleh kecepatan udara yang dihasilkan oleh blower. Kecepatan udara yang terlalu rendah dapat menyebabkan pembakaran yang tidak sempurna, sementara jika terlalu tinggi, distribusi panas menjadi tidak merata dan pemborosan energi bisa terjadi (Wahyudi et al., 2024). Oleh karena itu, pengaturan laju aliran udara merupakan aspek yang penting untuk mendapatkan efisiensi pembakaran yang optimal.

Proses penyaringan awal (*pre treatment*) seperti filtrasi dan adsorpsi menggunakan karbon aktif sangat penting dilakukan untuk menghilangkan logam berat dan partikel

karbon dalam minyak jelantah (Azharuddin et al., 2020). Langkah ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas minyak agar pembakaran menjadi lebih stabil, efisiensi, dan minim emisi. Karakteristik nyala api seperti warna, tinggi nyala api, dan kestabilannya menjadi parameter utama dalam menilai kualitas pembakaran (Perdana et al., 2023). Ciri rasa dan mutu makanan juga tidak bisa diabaikan begitu saja. Untuk meningkatkan penerimaan masyarakat, diperlukan bukti bahwa penggunaan bahan bakar dari limbah cair tidak menyebabkan perubahan rasa atau penurunan kualitas masakan. Salah satu faktor penting dalam proses pembakaran adalah laju aliran udara. Pada penggunaan kompor dengan bahan bakar minyak jelantah, peningkatan kecepatan udara yang disuplai oleh blower dapat mempercepat waktu pemanasan air. Udara yang mengalir dengan kecepatan tinggi akan mendukung pembakaran yang lebih sempurna sehingga menghasilkan nyala api yang lebih stabil dan panas, serta dapat mengurangi jumlah partikel karbon yang terbentuk (Farid et al., 2023).

Pada studi penelitian sebelumnya yang telah dilakukan Farid et al., (2023) melakukan penelitian tentang pengaruh variasi kecepatan blower terhadap kualitas nyala api pada kompor rumah tangga berbahan bakar minyak jelantah. Kecepatan blower divariasikan antara blower 1,5 m/s, 3,5 m/s, dan 5,5 m/s. Hasil menunjukkan bahwa pada kecepatan 5,5 m/s nyala api mencapai suhu 497,1°C dan efisiensi termal 12,67% dengan warna api merah jingga yang merata.

Selain itu, Mahardhika et al., (2020) membahas efek dari variasi kecepatan aliran udara serta debit bahan bakar terhadap proses pembakaran burner dengan bahan bakar limbah cair. Dalam eksperimen tersebut kecepatan udara divariasikan pada 2.0 m/s, 2.2 m/s, dan 2.4 m/s dengan debit bahan bakar $1.7 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}$, $2.4 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}$, dan $4.8 \times 10^{-7} \text{ m}^3/\text{s}$. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa peningkatan laju aliran udara memberikan efek yang signifikan terhadap kenaikan suhu pembakaran serta panjang nyala api. Sementara itu, waktu pembakaran menjadi lebih singkat seiring dengan meningkatnya kecepatan udara. Meskipun debit bahan bakar yang lebih besar juga berpengaruh terhadap peningkatan suhu dan panjang nyala api, namun tidak menyebabkan perubahan berarti terhadap durasi waktu pembakaran.

Pada penelitian lainnya, Sari & Pandit, (2021) melakukan sebuah eksperimen yang bertujuan untuk mengamati pengaruh variasi jumlah karbon aktif yang berasal dari limbah kulit durian terhadap beberapa parameter kualitas minyak goreng bekas, seperti warna, aroma, nilai asam, serta angka peroksida. Karbon aktif tersebut digunakan sebagai media adsorben dalam proses pemurnian minyak, dengan jumlah yang divariasikan (2, 4, 6, 8, 10 gram) untuk setiap 100 ml minyak goreng bekas. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin besar jumlah karbon aktif yang digunakan, semakin efektif pula penurunan nilai bilangan asam dan peroksida yang terjadi dan menandakan adanya peningkatan mutu minyak bekas setelah proses pemurnian.

Kaushik & Muthukumar, (2020) melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengeksplorasi Minyak Jelantah (WCO) sebagai pilihan alternatif untuk bahan bakar

minyak tanah dalam kompor domestik dengan Porous Radiant Burner (PRB). Hasil dari penelitian ini menunjukkan penggunaan WCO sebagai bahan bakar dalam kompor domestik dengan PRB adalah pilihan yang layak dan berkelanjutan, PRB menunjukkan peningkatan efisiensi termal dan pengurangan emisi CO dan NOX dibandingkan dengan kompor minyak tanah konvensional, kontrol uji memasak menunjukkan bahwa kompor dengan PRB menghasilkan penghematan waktu memasak dan konsumsi bahan bakar.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh karakteristik nyala api terhadap kompor bahan bakar minyak jelantah dengan variasi laju aliran udara yang meliputi: temperatur nyala api, tinggi nyala api, dan warna nyala api.

METODE

Jenis Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan eksperimental, di mana laju aliran udara divariasikan pada 5,77 m/s, 6,96 m/s, dan 8,69 m/s. Fokus pengujian diarahkan pada karakteristik nyala api yang meliputi: temperatur nyala api, tinggi nyala api, dan warna nyala api. Sebelum digunakan sebagai bahan bakar, minyak jelantah terlebih dahulu melalui proses pemurnian awal (*pre treatment*) yang berguna untuk menghilangkan kandungan pengotor seperti ligam berat, partikel karbon, kotoran, dan zat aditif yang dapat mengganggu efisiensi pembakaran. Tahapan *pre treatment* dilakukan dengan memanfaatkan karbon aktif sebanyak 10% dari volume minyak. Untuk menganalisis tinggi nyala api dan presentase warna nyala api digunakan aplikasi *software image j*.

Waktu dan Tempat Penelitian

➤ Waktu Penelitian

- Pengujian karakteristik bahan bakar minyak jelantah dilakukan setelah *pre-treatment* minyak jelantah.

➤ Tempat Penelitian

- Pengujian karakteristik nyala api (temperatur api, tinggi api, warna nyala api) dilakukan di Laboratorium Bahan Bakar Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya.

Bahan, Alat, dan Instrumen Penelitian

➤ Bahan

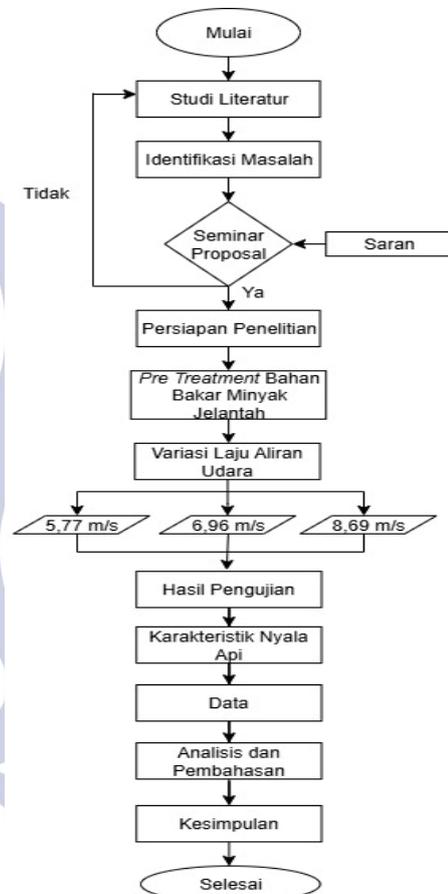
- Minyak jelantah
- Air 1 liter
- Karbon aktif

➤ Alat

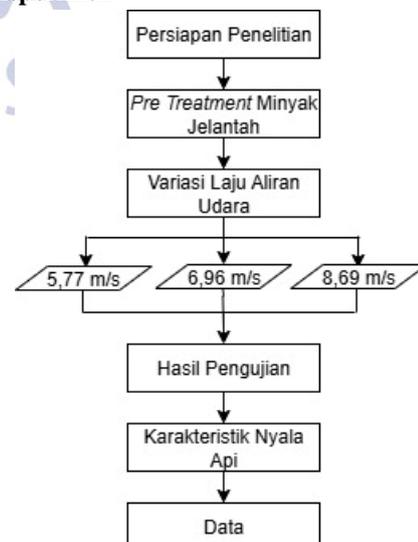
- Kompor minyak jelantah
- *Blower 12 volt*
- *Stopwatch*
- *Torch gas*
- Panci

- Kamera
- Instrumen Penelitian
 - *Thermocouple*
 - *Anemometer*
 - Timbangan digital
 - Gelas ukur

Rancangan Penelitian



Desain Eksperimen



Variabel Penelitian

➤ Variabel Bebas

- Jenis bahan bakar yang digunakan berupa minyak jelantah yang telah melalui proses *pre treatment*.
- Variasi laju aliran udara, yaitu: 5,77 m/s, 6,96 m/s, 8,69 m/s.

➤ Variabel Terikat

- Karakteristik nyala api (temperatur api, tinggi api, dan warna nyala api).
- Perhitungan tinggi nyala api dan presentase nyala api menggunakan *software image j*.

➤ Variabel Kontrol

- Jenis kompor yang digunakan adalah kompor yang memanfaatkan bahan bakar limbah cair dari minyak jelantah.

Teknik Analisis Data

Metode analisis data yang diterapkan pada studi ini adalah kuantitatif deskriptif. Analisis data dilakukan melalui pengolahan data kuantitatif yang diperoleh dari percobaan. Data itu dimasukkan ke dalam tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafik. Selanjutnya, informasi yang terdapat dalam tabel dan grafik yang dijelaskan dalam kalimat sederhana yang mudah dimengerti, sehingga kesimpulan dapat diambil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Minyak Jelantah Sebelum dan Sesudah di *Treatment*

Proses *treatment* minyak jelantah dilakukan di Laboratorium Kimia Universitas Negeri Surabaya. Sebanyak 100 gram karbon aktif digunakan dalam tahap ini, yang kemudian dicampurkan ke dalam minyak jelantah dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 400 rpm selama satu jam. Tujuan dari proses pengadukan ini adalah untuk memastikan distribusi karbon aktif merata di seluruh minyak. Setelah pengadukan selesai, campuran tersebut didiamkan selama 24 jam agar proses adsorbs berjalan dengan optimal. Selanjutnya, minyak disaring sebanyak lima kali untuk memastikan tidak ada sisa karbon aktif yang tertinggal di dalam minyak. Berikut ini merupakan hasil dari minyak jelantah setelah di *treatment*.



(a) Sebelum *Treatment* (b) Sesudah *Treatment*

Gambar 1. Minyak Jelantah Sebelum dan Sesudah *Treatment*

Temperatur Nyala Api Minyak Jelantah Setelah di *Treatment*

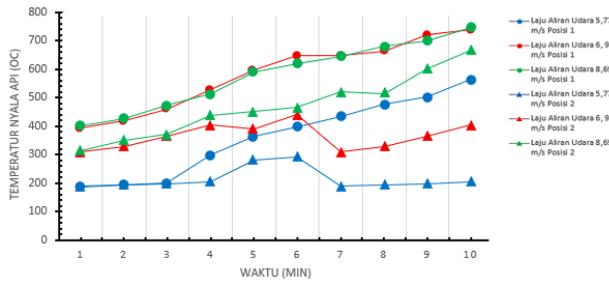
Pengujian temperatur nyala api diukur selama 10 menit pada tiga variasi laju aliran udara 5,77 m/s, 6,96 m/s, dan 8,69 m/s. Pengukuran temperatur ini menggunakan *thermocouple* pada dua posisi dalam struktur nyala api. Posisi 1, ditempatkan di tengah nyala api, dan posisi 2 berada di bagian atas nyala api.

Tabel 1. Pengujian Temperatur Nyala Api

| Laju Aliran Udara (m/s) | Waktu (min) | Posisi 1 (°C) | Posisi 2 (°C) |
|-------------------------|-------------|---------------|---------------|
| 5,77 | 1 | 188,5 | 190,4 |
| | 2 | 194,7 | 193,1 |
| | 3 | 201,3 | 198,6 |
| | 4 | 300,9 | 206,3 |
| | 5 | 363,9 | 281,9 |
| | 6 | 399 | 291,8 |
| | 7 | 435,5 | 351,9 |
| | 8 | 478,1 | 359,6 |
| | 9 | 504,2 | 421,1 |
| | 10 | 565,2 | 425 |
| 6,96 | 1 | 394,5 | 309,4 |
| | 2 | 417,8 | 329,4 |
| | 3 | 458,6 | 365,9 |
| | 4 | 526,4 | 403,2 |
| | 5 | 597 | 391,7 |
| | 6 | 647,4 | 440,1 |
| | 7 | 647,4 | 480,8 |
| | 8 | 662,5 | 520,6 |
| | 9 | 720,8 | 509,5 |
| | 10 | 737,8 | 632 |
| 8,69 | 1 | 401,2 | 312,4 |
| | 2 | 427,9 | 350,8 |
| | 3 | 472,1 | 371,8 |
| | 4 | 512 | 437,4 |
| | 5 | 590,5 | 451,5 |
| | 6 | 620,6 | 464,7 |
| | 7 | 645,5 | 519,4 |
| | 8 | 680,6 | 515,2 |
| | 9 | 700,6 | 602,4 |
| | 10 | 747 | 666,9 |

Suhu rata-rata pada kedua posisi meningkat secara konsisten pada setiap penambahan laju aliran udara dari 5,77 m/s, 6,96 m/s, dan 8,69. Suhu tertinggi terdapat pada

laju aliran udara 8,69 m/s dengan suhu maksimum 747°C pada posisi 1 dan 666,9°C pada posisi 2.



Gambar 2. Grafik Pengujian Temperatur Nyala Api

Pada gambar 2 menunjukkan bahwa peningkatan laju aliran udara dari 5,77 m/s, 6,96 m/s, dan 8,69 m/s mengalami kenaikan pada temperatur nyala api. Pada laju aliran udara 5,77 m/s, suhu di posisi 1 meningkat stabil dari 188,5°C menjadi 565,2 °C, sedangkan di posisi 2 hanya naik dari 190,4 °C ke 206,3 °C. Pada laju aliran udara 6,96 m/s, suhu di posisi naik drastis hingga 737,8°C dan posisi 2 meningkat hingga 403,2 °C. Pada laju aliran udara 8,69 m/s suhu tertinggi tercapai 747 °C pada posisi 1 dan 666,9 °C di posisi 2 menunjukkan pembakaran paling intens. Hal ini sejalan dengan penelitian Perdana, (2023) menjelaskan bahwa temperatur nyala api tertinggi terjadi pada zona reaksi pembakaran yang biasanya berada di bagian pangkal atau tengah nyala api dan temperatur menurun seiring menjauh dari zona tersebut.

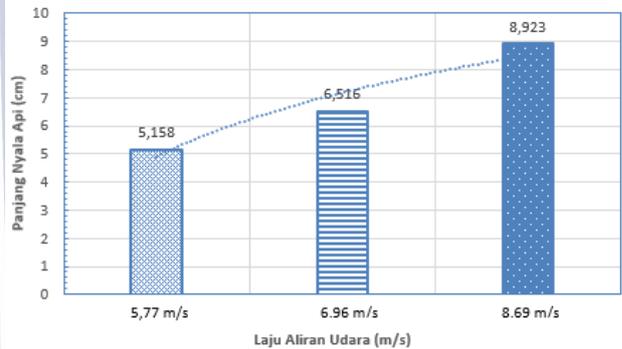
Warna Nyala Api dan Tinggi Nyala Api

Tabel 2. Warna Nyala Api dan Tinggi Nyala Api

| Laju Aliran Udara (m/s) | Tinggi Nyala Api (cm) | Visualisasi |
|-------------------------|-----------------------|-------------|
| 5,77 | 5,158 | |
| 6,96 | 6,516 | |

| Laju Aliran Udara (m/s) | Tinggi Nyala Api (cm) | Visualisasi |
|-------------------------|-----------------------|-------------|
| 8,69 | 8,923 | |

Berdasarkan informasi yang disajikan pada tabel 2, terlihat adanya peningkatan kecepatan laju aliran udara dengan bertambah tingginya nyala api. Saat laju aliran udara 5,77 m/s tinggi nyala api tercatat sebesar 5,158 cm. ketika kecepatan diaikan menjadi 6,96 m/s ketinggian nyala api sebesar 6,516 cm. Kemudian, pada laju aliran tertinggi yaitu 8,69 m/s, tinggi nyala api mencapai 8,923 cm.



Gambar 3. Grafik Warna Nyala Api dan Tinggi Nyala Api

Seperti ditunjukkan pada gambar 3, peningkatan kecepatan aliran udara berbanding lurus dengan bertambahnya tinggi nyala api. Hal ini terjadi karena semakin besar volume udara yang masuk ke ruang pembakaran, maka semakin tinggi pula jumlah oksigen yang tersedia. Kondisi ini mendorong proses pembakaran menjadi lebih sempurna, sehingga menghasilkan suhu pembakaran dan nyala api yang lebih tinggi (Putra, 2020).

Perhitungan Presentase Warna Nyala Api dan Tinggi Nyala Api Menggunakan Software Image J

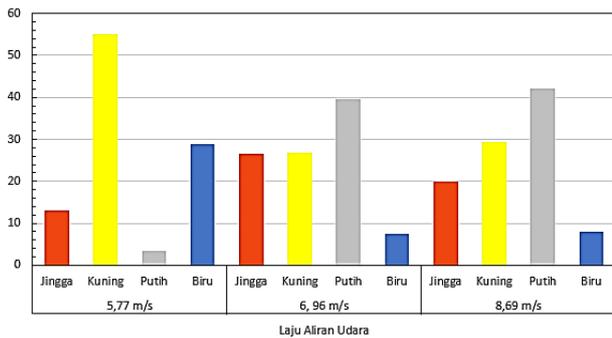
Dalam proses analisis warna nyala api, data yang semula bersifat kualitatif dalam bentuk gambar yang dianalisis secara numerik. Proses ini dilakukan dengan bantuan perangkat lunak yang bernama *software image j*. Dengan cara ini, distribusi warna seperti biru, kuning, jingga, dan putih dapat dikalkulasikan secara akurat dalam bentuk presentase dari total luas nyala api yang menggunakan persamaan berikut.

$$Lx = \frac{L1}{L} \times 100\% \quad (\text{Bhanuaji \& Muhaji, 2024})$$

➤ **Presentase Warna Nyala Api**

Tabel 3. Presentase Warna Nyala Api

| Laju Aliran Udara (m/s) | Warna | Luas Warna | Luas Total Area | Persentase Warna (%) |
|-------------------------|--------|------------|-----------------|----------------------|
| 5,77 | Jingga | 2702 | 20736 | 13,03 |
| | Kuning | 11417 | 20736 | 55,05 |
| | Putih | 654 | 20736 | 3,15 |
| | Biru | 5965 | 20736 | 28,77 |
| 6,96 | Jingga | 6495 | 24684 | 26,31 |
| | Kuning | 6606 | 24684 | 26,76 |
| | Putih | 9719 | 24684 | 39,37 |
| | Biru | 1867 | 24684 | 7,56 |
| 8,69 | Jingga | 4297 | 21692 | 19,81 |
| | Kuning | 6356 | 21692 | 29,3 |
| | Putih | 9131 | 21692 | 42,09 |
| | Biru | 1753 | 21692 | 8,08 |



Gambar 4. Presentase Warna Nyala Api

Berdasarkan analisis terhadap data yang tercantum pada tabel 3, diketahui bahwa saat kecepatan aliran udara diatur pada nilai 5,77 m/s, komposisi warna pada nyala api yang dihasilkan tampak paling optimal. Hal ini dapat diidentifikasi melalui dominasi warna kuning serta biru pada nyala api tersebut. Adanya dominasi kedua warna tersebut menandakan bahwa proses pembakaran yang terjadi berjalan secara stabil dan efisien, sehingga menunjukkan bahwa kombinasi aliran udara pada kecepatan tersebut memang sangat mendukung terjadinya pembakaran yang baik. Di sisi lain, ketika kecepatan aliran udara dinaikkan menjadi 6,96 m/s maupun 8,69 m/s, diperoleh hasil yang menunjukkan peningkatan persentase kemunculan warna putih dan jingga pada nyala api. Munculnya warna putih dan jingga ini mengindikasikan temperatur nyala yang lebih tinggi dibandingkan pada kecepatan sebelumnya. Namun, kondisi tersebut justru mencerminkan pembakaran yang cenderung kurang optimal, karena keberadaan warna putih dan jingga secara dominan biasanya merupakan tanda dari pembakaran yang tidak sempurna. Temuan ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Abdilah (2024), di mana dijelaskan bahwa semakin dominan warna biru dan kuning pada nyala api, maka kualitas proses pembakaran yang berlangsung umumnya lebih baik dan stabil. Sebaliknya, apabila

dominasi warna pada nyala api beralih ke warna putih dan jingga, maka pembakaran yang terjadi cenderung tidak optimal dan kurang sempurna. Dengan demikian, kontrol terhadap kecepatan aliran udara sangat penting dalam menjaga mutu proses pembakaran dengan melihat indikator warna pada nyala api yang dihasilkan.

➤ **Tinggi Nyala Api**

Tabel 4. Tinggi Nyala Api

| Laju Aliran Udara (m/s) | Tinggi Nyala Api (cm) |
|-------------------------|-----------------------|
| 5,77 | 5,158 |
| 6,96 | 6,516 |
| 8,69 | 8,923 |

Terlihat pada tabel 4 yang dianalisis *software image J* pada laju aliran udara 5,77 n/s tinggi nyala api adalah 5,158 cm, pada laju aliran udara 6,96 m/s tinggi nyala api 6,516 cm, dan pada laju aliran udara 8,69 m/s tinggi nyala api mencapai 8,923 cm. Peningkatan tinggi nyala api ini konsisten dengan peningkatan suhu yang diamati karena pasokan udara yang lebih banyak sehingga mendukung pembakaran yang lebih besar dan ekspansi gas panas.

Simpulan

Simpulan dari hasil penelitian, analisis, dan pembahasan tentang analisis pengaruh laju aliran udara terhadap karakteristik nyala api terhadap kompor berbahan bakar minyak jelantah adalah peningkatan laju aliran udara dari 5,77 m/s, 6,96 m/s, hingga 8,69 m/s secara konsisten

meningkatkan temperatur nyala api di kedua posisi pengukuran dan perubahan warna api. Pada laju aliran udara tertinggi 8,69 m/s, terjadi pergeseran zona pembakaran paling panas ke posisi 2, menunjukkan dinamika pembakaran yang optimal pada kondisi tersebut. Meskipun laju aliran udara 5,77 m/s menghasilkan nyala api terbaik yang didominasi warna kuning (55,05%) dan biru (28,77%), yang menandakan pembakaran stabil dan efisien, peningkatan laju aliran udara secara keseluruhan berkorelasi positif dengan tinggi nyala api yang terbentuk. Tinggi nyala api meningkat dari 5,158 cm pada 5,77 m/s menjadi 8,923 cm pada 8,69 m/s.

Saran

Dari hasil penelitian, analisis, dan pembahasan yang telah dilakukan, diberikan saran untuk penelitian di masa mendatang adalah sebagai berikut.

- Menjaga suhu pembakaran agar tetap optimal, menghindari suhu terlalu tinggi yang dapat mempercepat degradasi minyak, dan menurunkan efisiensi kompor.
- Penelitian lanjutan dapat dilakukan dengan memperluas skala percobaan dan membandingkan minyak jelantah hasil *treatment* karbon aktif dengan jenis bahan bakar alternatif lain, sehingga dapat diketahui keunggulan relatif dan potensi aplikasinya secara lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

Abdilah, R. (2024). Analisis Karakteristik Nyala Api Difusi Bioetanol Umbi Porang (*Amorphophallus oncophyllus*) dengan Campuran Peralite. *Jurnal Teknik Mesin Unesa (JTM)*, 12(2), 31–38.

Azharuddin, Anwar Sani, A., & Ade Ariasya, M. (2020). Proses Pengelolaan Limbah B3 (Oli Bekas) Menjadi Bahan Bakar Cair Dengan Perlakuan Panas Yang Konstan. *Jurnal Austenit*, 12(2), 48–53.

Bhanuaji, A. N., & Muhaji. (2024). Karakteristik Nyala Api Pembakaran Difusi Dari Campuran Peralite Dengan Bioethanol Nira Siwalan (*Borassus Flabellifer* Linn). *Jtm*, 12(02), 101108.

Cahyana, I. M. K., Adnyana, I. B. D. W., Maylani, N. P. M. K. S., & Mahendra, A. A. D. (2023). Biodiesel Berbahan Jelantah Udang Goreng Lobster (*Panulirus longipes*) Melalui Proses Transesterifikasi Sebagai Produk Bahan Bakar Alternatif Berwawasan Kemaritiman. *LKTI Inergyc*, 1(1), 1–21.

Fahmi, I., Soelistyo, T., Maulani, M., Sasongko, N. A., & Yoegiantoro, D. (2022). 6. Bahan Bakar Hayati Sebagai Pengganti Bahan Bakar Fosil (Biofuel: Biodiesel, Bioethanol, BioAvtur, Green Diesel, Green Gasoline, Green Avtur). *TNI Angkatan Udara*, 1(3), 51–58. <https://doi.org/10.62828/jpb.v1i3.7>

Farid, A., Wibowo, H., Wibowo, A., Hidayat, R., Mustaqim, M., Santosa, I., & Hermani, B. (2023). Peningkatan Kualitas Nyala Api Pada Kompor Blower Rumah Tangga Berbahan Bakar Minyak Jelantah. *Jurnal Engineering*, 14(2), 1–7. <https://doi.org/10.24905/jureng.v14i2.13>

Hikmah, N. (2022). Pengolahan Minyak Jelantah Sebagai Pengganti Bahan Bakar Minyak Pada Kompor Minyak Bertekanan. *EduMatSains: Jurnal Pendidikan, Matematika Dan Sains*, 7(1), 65–76. <https://doi.org/10.33541/edumatsains.v7i1.3869>

Kaushik, L. K., & Muthukumar, P. (2020). Thermal and economic performance assessments of waste cooking oil /kerosene blend operated pressure cook-stove with porous radiant burner. *Energy*, 206, 118102. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118102>

Mahardhika, K. E., Santoso, D. T., & Kasiadi, K. (2020). Pengaruh Kecepatan Udara dan Debit Bahan Bakar pada Pembakaran Burner Berbahan Bakar Oli Bekas. *Jurnal Teknik Mesin ITI*, 4(3), 94. <https://doi.org/10.31543/jtm.v4i3.451>

Nugroho, A. S., Rahayu, A. T., & Cahyo, M. N. (2024). Uji Eksperimental Minyak Jelantah sebagai Bahan Bakar Ramah Lingkungan. *Jurnal Crankshaft*, 7(1), 92–99. <https://doi.org/10.24176/crankshaft.v7i1.11447>

Perdana, D. (2023). Eksperimental pembakaran droplet pengaruh komposisi asam lemak dan sifat fisika kimia minyak kapas dan jarak pagar terhadap karakteristik nyala api. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 12(1), 88–95. <https://doi.org/10.24127/trb.v12i1.2530>

Perdana, D., Dadang Gabril Setiawan, & Mochamad Choifin. (2023). Studi Eksperimental Karakteristik Nyala Api Pembakaran Premix Minyak Kapuk Dengan Berbagai Orientasi Medan Magnet. *Scientific Journal of Mechanical Engineering Kinematika*, 8(1), 63–73. <https://doi.org/10.20527/sjmekinematika.v8i1.249>

Putra, A. P. (2020). Pengaruh Variasi Laju Aliran Udara pada Updraft Gasifier Sistem Semi Kontinyu Terhadap Kualitas Nyala Api Syngas pada Gasifikasi Biomassa Limbah Cangkang Kemiri. *Jtm*, 08(02), 41–48.

Qiu, Y., Jiang, C., Wang, Y., Ou, D., Li, Y., & Wan, J. (2019). Energy aware virtual machine scheduling in data centers. *Energies*, 12(4). <https://doi.org/10.3390/en12040646>

Sari, Pandit, A. (2021). Pengaruh Variasi Massa Karbon Aktif dari Limbah Kulit Durian (*Durio Zibethinus*) Sebagai Adsorben Dalam Menurunkan Bilangan Peroksida dan Bilangan Asam Pada Minyak Goreng Bekas. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 1(2), 67. <https://doi.org/10.26737/jipf.v1i2.67>

- Sutarmiyati, N. (2019). Kreatifitas masyarakat dalam berwirausaha dengan memanfaatkan limbah sampah di kurungan nyawa kabupaten Pesawaran. *Sosioteknologi Kreatif*, 3(1), 417–422.
- Suwarno, D. U., Widyastuti, W., Sriwindono, H., Purwoto, L., & Harini, B. W. (2024). Kompor Minyak Jelantah: Kinerja dan Keberlanjutan dalam Pemanasan Air Rumah Tangga. *Prosiding SENAPAS*, 2(1), 73–78.
- Wahyudi, T. C., Haerudin, M., & Ridhuan, K. (2024). Pengaruh Jumlah Lubang Burner Dan Kecepatan Udara Pada Kompor Oli Bekas Terhadap Unjuk Kerja Pembakaran. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 13(1).
<https://doi.org/10.24127/trb.v13i1.3358>