

RANCANG BANGUN KOMPOR ALTERNATIF BERBAHAN BAKAR MINYAK JELANTAH

Risky Setio Nugroho

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: riskysetio.21020@mhs.unesa.ac.id

Handini Novita Sari

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: handinisari@unesa.ac.id

Abstrak

Kompor minyak jelantah merupakan jenis kompor yang menggunakan minyak jelantah sebagai bahan bakar alternatif untuk menghasilkan panas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui desain dan kinerja kompor berbahan bakar minyak jelantah. Pengujian menggunakan jumlah lubang burner 25 dengan kecepatan udara 7,8 m/s. Pengujian yang dilakukan yaitu temperatur pendidihan air, laju konsumsi bahan bakar, dan visualisasi api. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kompor berbahan bakar minyak jelantah yang telah di manufaktur dapat berfungsi dengan baik. Performa pembakaran kompor dihasilkan pada jumlah lubang burner 25 dengan menghasilkan waktu untuk mendidihkan air sebanyak 1 kg adalah selama 9 menit 59 detik. Konsumsi bahan bakar sebesar 0,000066 kg/s, temperatur api yang dihasilkan sebesar 442,9 °C dengan tinggi api 5 cm, visualisasi warna api didominasi warna biru.

Kata Kunci: kompor minyak jelantah, lubang burner, performa pembakaran, karakteristik nyala api.

Abstract

Used cooking oil stoves are a type of stove that uses used cooking oil as an alternative fuel to produce heat. This study aims to determine the design and performance of used cooking oil-fueled stoves. The test used a number of 25 burner holes with an air velocity of 7.8 m/s. The tests carried out were water boiling temperature, fuel consumption rate, and fire visualization. The results of the study show that used cooking oil-fired stoves that have been manufactured can function well. The performance of burning the stove is produced at the number of burner holes 25 by producing a time to boil water of 1 kg is for 9 minutes and 59 seconds. Fuel consumption is 0.000066 kg/s, the temperature of the fire produced is 894.2 °C with a fire height of 5 cm, the visualization of the color of the fire is predominantly blue.

Keywords: waste cooking oil stove, burner holes, combustion performance, flame characteristics

PENDAHULUAN

Energi merupakan salah satu permasalahan utama dunia saat ini karena penggunaan energi dunia masih berasal dari energi fosil. Di Indonesia penggunaan energi fosil masih sangat tinggi baik dari sektor industri besar, transportasi, dan sektor rumah tangga. Hampir sepertiga penggunaan energi berada pada sektor rumah tangga untuk kebutuhan memasak sehari-hari (Charisma dkk., 2021). Umumnya masyarakat dalam memenuhi kebutuhan memasak sehari-hari masih bergantung pada kompor berbahan bakar LPG. Penggunaan LPG yang semakin meningkat setiap tahunnya berpengaruh terhadap ketersediaan pasokan gas LPG, sehingga terjadi kelangkaan terhadap gas alam yang berakibat sulit dan mahal bahan bakar tersebut (Pambudi dkk., 2019). Penggunaannya LPG seringkali menyebabkan kecelakaan seperti kebakaran hingga ledakan tabung gas, oleh sebab itu saat ini terdapat sekelompok masyarakat yang telah memanfaatkan limbah minyak jelantah sebagai bahan bakar alternatif.

Minyak jelantah adalah minyak goreng bekas yang telah dipakai berulang kali (Jalil dkk., 2024). Minyak jelantah berasal dari limbah industri makanan dan jika

digunakan secara berulang dapat berdampak buruk bagi kesehatan manusia. Hal ini terjadi karena minyak goreng berasal dari biomassa seperti kedelai dan kelapa sawit. Minyak ini mengandung lemak esensial atau asam lemak tak jenuh yang, ketika terkena suhu tinggi atau oksigen, dapat berubah menjadi lemak jahat dan menghasilkan radikal bebas (Nugroho dkk., 2024). Proses polimerisasi asam lemak dalam minyak dapat menghasilkan senyawa peroksida yang beracun bagi sel tubuh. Minyak goreng yang telah digunakan berkali-kali akan mengalami perubahan warna menjadi lebih gelap dan terkadang mengeluarkan bau tidak sedap (Nugroho dkk., 2022). Pembuangan limbah minyak jelantah masih sering dilakukan tanpa memperhatikan dampaknya, seperti dibuang ke sungai, selokan, atau langsung ke tanah. Tindakan ini dapat mencemari lingkungan, membahayakan kehidupan beberapa makhluk di sungai, serta merusak unsur-unsur penting dalam tanah (Erna & Wiwit, 2017). Masyarakat saat ini perlu alternatif terhadap pengolahan limbah minyak jelantah untuk mengurangi dampak buruk terhadap lingkungan. Salah satu cara untuk mengolah limbah minyak jelantah yaitu memanfaatkan minyak jelantah menjadi bahan bakar kompor minyak jelantah.

Kompore minyak jelantah merupakan suatu alat yang digunakan untuk membakar bahan bakar minyak, seperti minyak tanah atau bahan bakar cair lainnya untuk menghasilkan panas. Pembakaran minyak jelantah membutuhkan pembakaran yang aman dan efektif. Jumlah lubang burner, kecepatan udara, dan efisiensi pembakaran adalah beberapa variabel yang mempengaruhi seberapa baik pembakaran kompor. Pembakaran dan distribusi panas kompor minyak jelantah dipengaruhi oleh jumlah lubang burner. Lubang burner yang terlalu sedikit dapat menyebabkan pembakaran tidak merata dan menghasilkan panas tidak seimbang, sebaliknya jika jumlah lubang burner terlalu banyak dapat menurunkan stabilitas dan berdampak pada efisiensi pembakaran. (Haerudin dkk., 2024).

Desain kompor memiliki peran penting dalam menentukan keberhasilan pemanfaatan minyak jelantah sebagai bahan bakar. Faktor-faktor seperti ukuran saluran udara, saluran bahan bakar, bentuk dan ukuran burner sangat berpengaruh terhadap kualitas nyala api, stabilitas pembakaran, serta efisiensi panas. Seiring dengan perkembangan teknologi, proses perancangan kompor kini dapat dilakukan secara lebih efektif dengan bantuan perangkat lunak desain seperti Autodesk Inventor. Autodesk Inventor adalah salah satu perangkat lunak CAD yang dirancang khusus untuk mendukung kebutuhan di bidang teknik, seperti perancangan produk, mesin, cetakan (mold), konstruksi, serta berbagai aplikasi teknik lainnya (Ratlalan, 2022). Dalam proses perancangan terdapat tiga aspek penting yang harus diperhatikan yaitu: desain harus memiliki fungsi yang baik, desain harus sesuai dengan kebutuhan pengguna, dan pemilihan material yang tepat (Jalil dkk., 2024).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui desain dan kinerja kompor berbahan bakar minyak jelantah yang efisien.

METODE

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui desain kompor berbahan bakar minyak jelantah dengan optimasi variasi jumlah lubang burner terhadap performa dan karakteristik nyala api pembakaran.

Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian

- **Tempat persiapan**
Proses manufaktur kompor minyak jelantah dilakukan di bengkel las di daerah Tarik, Kabupaten Sidoarjo.
- **Tempat pengujian**
Pengujian dilakukan di Laboratorium Bahan Bakar gedung A8 lantai 1 Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya.

Variabel Penelitian

Variabel Bebas

Variabel Bebas yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

- lubang burner 25.

Variabel Terikat

Variabel terikat yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

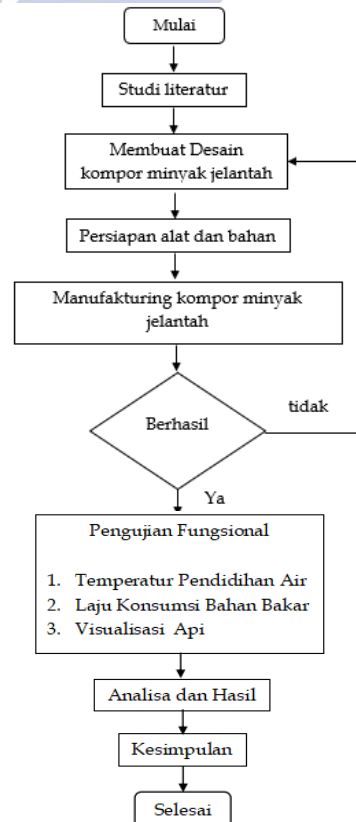
- Temperatur pendidihan air
- Laju konsumsi bahan bakar
- Visualisasi api

Variabel Kontrol

Pada penelitian ini variabel kontrol yang digunakan sebagai berikut ini.

- Kompor yang akan desain adalah kompor berbahan bakar minyak jelantah.
- Kecepatan udara yang digunakan saat pengujian adalah 7,8 m/s.
- Diameter lubang menggunakan 2 mm.
- Beban yang digunakan saat pengujian adalah air 1 kg.
- Bahan bakar minyak jelantah yang digunakan pada saat pengujian 500 gram.
- Sudut bukaan kran bahan bakar sebesar 40°.
- Spesifikasi kamera untuk pengambilan gambar objek api 50 Megapixel.

Diagram Alur Penelitian

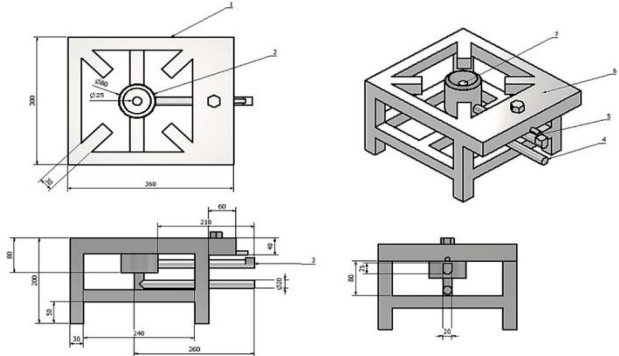


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Desain Kompor Minyak Jelantah

Kompor minyak jelantah merupakan kompor yang menggunakan minyak jelantah sebagai bahan bakar alternatif untuk menghasilkan panas. Berikut desain dan spesifikasi dari kompor minyak jelantah :

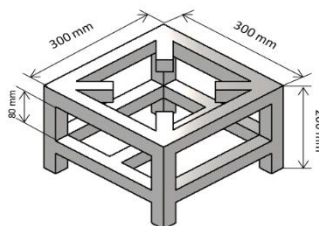
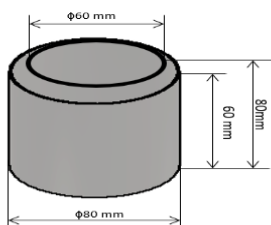
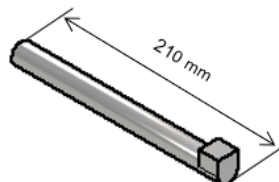
- Tinggi : 200 mm
- Lebar : 300 mm
- Panjang : 300 mm
- Diameter tungku : 80 mm
- Tinggi tungku : 80 mm
- Ukuran besi : Hollow 30 x 30 mm
- Tebal besi : 2 mm

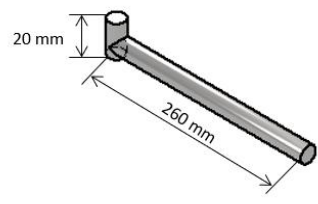
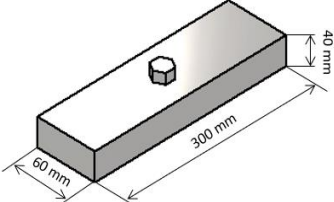
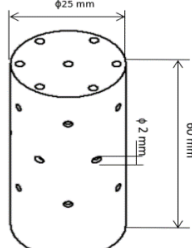


Gambar 2. Desain Kompor Minyak Jelantah

Gambar Bagian Kompor

Tabel 1. Bagian- bagian kompor

Nama Gambar	Bahan
1. Rangka kompor 	Besi hollow 30x30 mm
2. Tungku pembakaran 	Pipa baja karbon
3. Pipa bahan bakar 	Baja karbon

Nama Gambar	Bahan
4. Pipa saluran udara 	Baja karbon
5. Tangki bahan bakar 	Besi galvanis
6. Burner kompor 	Pipa baja karbon

Alat dan Bahan Penelitian

Alat

Alat yang digunakan dalam pembuatan kompor minyak jelantah adalah sebagai berikut ini:

- Meteran
- Garisan siku
- Gerinda
- Bor tangan
- Mesin las SMAW

Bahan

Bahan dan spesifikasi material yang dipakai dalam pembuatan kompor minyak jelantah adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Bahan dan spesifikasi material

No	Komponen	Bahan	Jumlah
1	Rangka kompor	Besi hollow 30x30 mm	3,60 m
2	Tungku pembakaran	Pipa baja karbon	80 mm
3	Pipa bahan bakar	Baja karbon 1/2	210 mm
4	Pipa saluran udara	Baja karbon 1/2	260 mm
5	Tangki bahan bakar	Besi galvanis 60x40 mm	300m

No	Komponen	Bahan	Jumlah
6	Burner kompor	Pipa baja karbon D 25 mm	60 mm

Tahap Manufaktur

Proses manufaktur kompor minyak jelantah memiliki langkah-langkah sebagai berikut :

- Membuat desain dari kompor minyak jelantah berseta ukuran.
- Memilih material yang sesuai untuk rangka kompor dan bagian.
- Mempersiapkan peralatan seperti gerinda, mesin las, meteran, garisan siku dan bor.
- Melakukan pengukuran dan pemotongan bahan sesuai dengan ukuran desain kompor.
- Melakukan perakitan dan pengelasan bagian-bagian yang telah dibuat.
- Melakukan pengecatan rangka kompor.

Prosedur Pengujian fungsional

- Melakukan pemasangan burner kompor.
- Melakukan pengisian bahan bakar kompor dengan minyak jelantah dan menimbang massa bahan bakar awal sebanyak 500 gram.
- Membuka kran bahan bakar hingga minyak jelantah mengalir ke dalam tungku, lalu tutup kembali kran jika minyak jelantah dirasa cukup.
- Memanaskan tungku pembakaran menggunakan torch hingga api menyala.
- Melakukan penimbangan ulang massa bahan bakar setelah preheat.
- Setelah nyala api stabil atur kecepatan udara dengan 7,8 m/s dan atur bukaan kran bahan bakar.
- Melakukan pengujian memanaskan air di atas kompor dan ukur perubahan suhu air menggunakan termokopel selama waktu pengujian dan catat perubahan suhunya.
- Setelah air mendidih matikan kompor, kemudian melakukan penimbangan massa bahan bakar setelah pengujian dan catat dalam tabel pengumpulan data.
- Memastikan semua data pengujian sudah tercatat dan melakukan penghitungan untuk pengujian performa pembakaran dengan persamaan:

$$F_c = \frac{\Delta m_{\text{bahan-bakar}}}{t} \quad (\text{Charisma dkk., 2021}).$$

Keterangan:

F_c = Fuel consumption/Konsumsi bahan bakar (kg/s)

$\Delta m_{\text{bahan bakar}}$ = Massa bahan bakar yang digunakan (kg)

t = Total waktu pengujian (s)

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif. Menurut (Sugiyono, 2019), Penelitian deskriptif kuantitatif adalah metode yang digunakan untuk menganalisis data dengan cara memaparkan atau menjelaskan data yang telah

dikumpulkan sebagaimana adanya, tanpa tujuan untuk menarik kesimpulan yang berlaku secara umum. Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode deskriptif kuantitatif yang sifatnya explanatif (penjelasan), yaitu menyoroti pengaruh antara variabel-variabel penelitian yang telah ditentukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Manufakturing Kompor Minyak Jelantah

Manufaktur merupakan proses mengubah bahan mentah menjadi produk jadi menggunakan tenaga kerja, mesin, dan proses produksi. Proses manufakturing kompor minyak jelantah ini penyambungan antar komponen menggunakan jenis pengelasan SMAW. Pengelasan SMAW adalah metode pengelasan yang memanfaatkan panas dari energi listrik untuk mencairkan logam dasar dengan elektroda sebagai bahan pengisinya, yang kemudian menyatukan atom atau molekul logam sehingga membentuk sambungan yang kuat (Surahman dkk., 2023). Elektroda yang digunakan berdiameter 2 mm, jenis pengelasan ini dipilih karena memiliki tingkat kekuatan yang tinggi. Tahap terakhir dilakukan pengecatan pada rangka kompor tujuannya supaya rangka kompor tidak terjadi karatan dan memperpanjang usia pakai. Setelah dilakukan proses manufakturing pada penelitian ini dihasilkan kompor minyak jelantah sebagai berikut.



Gambar 3. Hasil Manufaktur Kompor Minyak jelantah

Pada kompor minyak jelantah memiliki komponen penting yaitu burner, burner berfungsi sebagai tempat bertemunya udara dengan bahan bakar pada proses pembakaran. Pada komponen ini juga berpengaruh dalam terbentuknya api. Proses manufakturnya di mulai dengan melakukan pemotongan pipa sesuai ukuran pada desain. Kemudian melakukan penutupan bagian atas menggunakan plat besi setebal 2 mm dan bagian bawah diberi ulir agar mempermudah dalam penggantian burner ketika dilakukan pengujian. Proses pembuatan lubang pada burner menggunakan mata bor berdiameter 2 mm dengan posisi yang telah di desain sebelumnya. Setelah dimanufakturing dihasilkan burner kompor minyak jelantah adalah sebagai berikut.



Gambar 4. Burner Kompor Minyak Jelantah

Pengujian Fungsional

Kompor minyak jelantah yang telah di manufakturing untuk mengetahui kinerja kompor maka perlu dilakukan pengujian, pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi kompor minyak jelantah apakah sudah dapat berfungsi dengan baik atau perlu dilakukan evaluasi untuk memaksimalkan performa-nya. Setelah dilakukan pengujian didapatkan data sebagai berikut.

Tabel 3. Perubahan suhu Air Lubang Burner 25

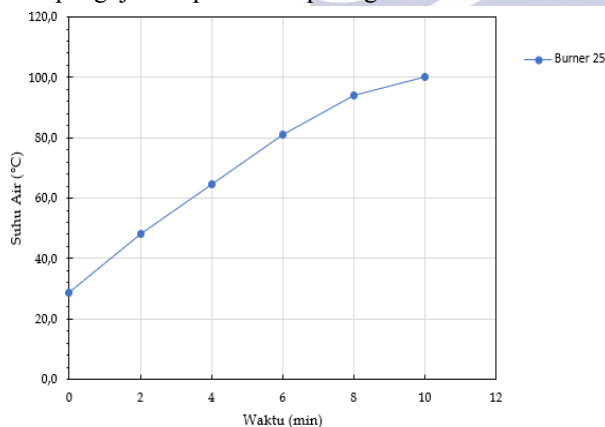
Waktu (menit)	Perubahan suhu air (°C)			Rata-rata
	Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3	
0	28,6	28,8	28,8	28,7
2	47,7	49,2	47,4	48,1
4	64,6	66,3	62,8	64,6
6	82,9	83,8	76,6	81,1
8	94,1	95,8	92,3	94,1
10	100,2	100,5	100,0	100,2

Tabel 4. Data Pengujian Kompor Minyak Jelantah

Variasi Lubang Burner 25											Rata-rata
Variabel	Satuan	Pengujian 1			Pengujian 2			Pengujian 3			
		Awal	Akhir	Selisih	Awal	Akhir	Selisih	Awal	Akhir	Selisih	
Waktu Pengujian	Menit	0	10	10	0	10	10	0	10	10	10
Massa Bahan Bakar	Kg	0,483	0,441	0,042	0,483	0,440	0,043	0,483	0,449	0,034	0,040
Massa Air	Kg	1,000	0,916	0,084	1,000	0,908	0,092	1,000	0,912	0,088	0,088
Suhu Air	°C	28,6	100,2	71,6	28,8	100,5	71,7	28,8	100	71,2	71,5

Temperatur Pendidihan Air

Metode pengujian yang digunakan yaitu memanaskan air 1 kg selama 10 menit menggunakan kecepatan angin 7,8 m/s dan diamati perubahan suhu nya. Hasil pengujian dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 5. Grafik Perubahan Suhu Air

Berdasarkan data perubahan suhu air didapatkan waktu pendidihan air lubang burner 25 rata-rata selama 9 menit 59 detik, hal ini karena jumlah lubang burner berpengaruh terhadap udara yang masuk kedalam ruang bakar dan terbentuknya nyala api pembakaran. Panas yang dihasilkan dapat ditransfer ke dalam panci dengan baik, sehingga suhu air menjadi 100°C.

Laju Konsumsi Bahan Bakar

Laju konsumsi bahan bakar merupakan banyaknya bahan bakar yang digunakan selama proses pengujian berlangsung (Charisma dkk., 2021). Berdasarkan tabel hasil pengujian kemudian dihitung konsumsi bahan bakar yang terbakar selama pengujian. Persamaan untuk menghitung konsumsi bahan bakar adalah sebagai berikut.

$$F_c = \frac{\Delta m_{\text{bahan-bakar}}}{t} = \frac{0,040 \text{ kg}}{600 \text{ s}} = 0,000066 \text{ kg/s}$$

Laju konsumsi bahan bakar kompor minyak jelantah setelah dilakukan penghitungan sebesar 0,000066 kg/s. Jumlah lubang burner pada kompor berbahan bakar minyak jelantah sangat berpengaruh pada laju konsumsi bahan bakar pada kompor. Selain itu jumlah lubang burner berpengaruh pada proses pencampuran bahan bakar dengan udara, perbandingan jumlah udara dengan bahan bakar yang sesuai dapat menghasilkan pembakaran yang efisien pada kompor berbahan bakar minyak jelantah. Sebagaimana penelitian yang dilakukan Pambudi dkk., (2019) mengungkapkan bahwa jumlah lubang udara memengaruhi durasi nyala api, di mana semakin banyak udara yang mengalir melalui bahan bakar maka semakin cepat proses `pembakaran berlangsung.

Visualisasi Api

Pengujian warna api pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tinggi dan warna api yang dihasilkan kompor minyak jelantah.



Gambar 6. Visualisasi Api

Berdasarkan gambar 6, tinggi api yang dihasilkan pada lubang burner 25 sebesar 5 cm, dengan temperatur api sebesar 442,9 °C, dan warna api pembakaran yang dihasilkan dominan berwarna biru. Hal ini karena lubang burner pada kompor berbahan bakar minyak jelantah sangat berpengaruh pada nyala api. Warna api dipengaruhi oleh dua hal yaitu kandungan bahan bakar dan campuran udara yang ikut terbakar. Warna api berwarna biru menunjukkan pencampuran bahan bakar dan udara dengan baik pada saat pembakaran (Haerudin dkk., 2024). Warna api berwarna biru terjadi pada zona reaksi pembakaran. Zona resirkulasi juga berpengaruh terhadap pencampuran bahan bakar dan udara, salah satu faktor adalah tubulensi aliran yang mempengaruhi proses pencampuran (Witono & Takwim, 2018). Aliran udara yang sesuai membuat

pencampuran bahan bakar terjadi dengan baik hanya di sekitar burner, hal ini yang membuat api berwarna biru.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil pengujian kompor minyak jelantah, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Kompor berbahan bakar minyak jelantah dengan optimasi lubang burner yang telah di manufaktur dan dapat berfungsi dengan baik.
2. Pengujian fungsional kompor minyak jelantah menghasilkan Temperatur pendidihan air mencapai 100 °C membutuhkan waktu selama 9 menit 59 detik, konsumsi bahan bakar yang digunakan saat pengujian sebesar 0,000066 kg/s, temperatur api yang dihasilkan sebesar 442,9 °C dengan tinggi api 5 cm, dan visualisasi warna api di dominasi warna biru.

Saran

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa dari penelitian yang dilakukan, saran penelitian selanjutnya sebagai berikut.

1. Pada saat melakukan pengujian dengan memastikan area sekitar tidak ada angin agar api lebih maksimal.
2. Penelitian selanjutnya pada kompor berbahan bakar minyak jelantah disarankan memodifikasi jalur bahan bakar yang lebih optimasi yang dapat menyerap panas pada saat bahan bakar dialirkan, supaya minyak jelantah yang akan masuk ke ruang bakar dalam keadaan sudah encer dan mudah untuk terbakar. Viskositas minyak jelantah yang tinggi ini menyebabkan waktu penyalan yang lama agar bisa terbakar.
3. Secara karakteristik minyak jelantah memiliki viskositas dan densitas yang tinggi, sehingga perlu dilakukan proses treatment sederhana supaya karakteristik minyak jelantah turun dan mudah terbakar.

DAFTAR PUSTAKA

- Charisma, C. J., Suwandi, D., Si, M., Nurwulan, F., Pfi, M., Prodi, S., Fisika, T., Elektro, F. T., & Telkom, U. (2021). *Pengaruh Variasi Jumlah Lubang Udara Pada Ruang Bakar Tungku Gasifikasi Tipe Downdraft Terhadap Kinerja Kompor Gasifikasi the Influence of Variation of Hole on the Gasifier Against the Performance of the Downdraft Type of Gasification Stoves*. 8(2), 1877–1883.
- Erna, S. N., & Wiwit, P. W. S. (2017). Pengolahan Minyak Goreng Bekas (Jelantah) Sebagai Pengganti Bahan Bakar Minyak Tanah (Biofuel) Bagi Pedagang Gorengan di Sekitar FMIPA UNNES. *Rekayasa: Jurnal Penerapan Teknologi dan Pembelajaran*, 15(2), 89–94.
- Haerudin, M., Wahyudi, T. C., & Ridhuan, K. (2024). *Pengaruh Jumlah Lubang Burner Dan Kecepatan Udara Pada Kompor Oli Bekas Terhadap Unjuk Kerja Pembakaran*. 13(01).
- Jalil, A. A., Mulyadi, & Iswanto. (2024). *Design of a Burner Stove Fueled by Used Oil and Used Cooking Oil [Perancangan Kompor Burner Berbahan Bakar Oli Bekas Dan Minyak Jelantah]*. 1–13.
- 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>
- Nugroho, A. S., Rahayu, A. T., & Rubiandana, A. N. (2022). *Studi Eksperimental Diameter Nozzle Terhadap Kualitas Api Kompor Berbahan Bakar Limbah Cair*. 5(1), 22–31.
<http://journal.ummat.ac.id/index.php/justek>
- Pambudi, P., Widodo, S., & Suharno, K. (2019). Pengaruh Variasi Jumlah Lubang Udara Terhadap Efisiensi Kompor Biomassa. *Jurnal Mer-C*, 2(1), 1–7.
<https://jom.untidar.ac.id/index.php/merc/article/view/468>
- Ratlalan, R. M. (2022). Desain Prototipe Handwell Universal Tool Grinding Machine Menggunakan Konsep Manufaktur Teknologi 3D Printer. *Jurnal Teknik Mesin Sinergi*, 20(1), 57–66.
<https://doi.org/10.31963/sinergi.v20i1.3408>
- Sugiyono. (2019). Statistik Untuk Penelitian Dr Sugiyono. In *Statistika Untuk Penelitian* (hal. 389). CV Alfabeta.
- Surahman, A., Mufarida, N. A., & ... (2023). Pengaruh Variasi Arus Las SMAW Terhadap Uji Tarik dan Uji Kekerasan Serta Struktur Mikro Pada Bahan ST 37. *Journal of Engineering ...*, 1(3), 129–137.
<https://jesty.pubmedia.id/index.php/jesty/article/view/21%0Ahttps://jesty.pubmedia.id/index.php/jesty/article/download/21/18>
- Witono, K., & Takwim, A. (2018). Pengaruh Variasi Lip Thickness Pada Nozzle Terpancung Dengan Swirl Terhadap Kestabilan Api Difusi Concentric Jet Flow. *Jurnal Energi dan Teknologi Manufaktur (JETM)*, 1(01), 11–15.
<https://doi.org/10.33795/jetm.v1i01.10>