

Pengaruh Variasi Campuran Bahan Bakar Oli Bekas (*used oil*) dan Minyak Jelantah Terhadap Unjuk Kerja Kompor (*burner*)

Tri Agung Pranata, Muhammad Sayuthi*, Yasir Amani, Faisal, Muhammad Nuzan Rizki

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Indonesia

*Corresponding Author: sayuthi@unimal.ac.id

ABSTRACT – As the era progresses, conventional fuel becomes more expensive This causes people to experience fuel difficulties daily cooking needs due to economic shortages. hence the used oil and used cooking oil is an alternative energy. but oil is needed special treatment so that it can be used as fuel. make an alternative stove fueled by economical used oil could be the solution. Method Experimental is a quantitative method used to determine variables independent (treatment) to the influence of the dependent variable (outcome) in the condition which is under control. The research uses three variables, namely the independent variable, fixed variable and dependent variable. which is where testing is carried out with water boiling test method. The fastest start-up time data is obtained by the material Burn used cooking oil in 5 minutes and take the longest to get oil used with a time of 6 minutes. shortest boiling time obtained used cooking oil, namely 5.28 minutes. and for thermal data efficiency for each material burn ranges from 14% to 26%. fuel consumption ranges from 0.526kg to 0.615kg. The boiling point of water is 99.93 °C. From the variations of the three fuels used in testing, namely used oil, used cooking oil, and used oil with mixture of used cooking oil, used cooking oil is a type of fuel the most optimal with a thermal efficiency value of 26%, fuel consumption 0.615 kg/hour. better match the blower speed to the nozzle hole.

ABSTRAK – Semakin berkembangnya zaman bahan bakar konvensional semakin mahal harganya menyebabkan masyarakat mengalami kesulitan bahan bakar untuk keperluan memasak sehari-hari karena kekurangan ekonomi. maka dari itu oli bekas dan minyak jelantah adalah salah satu energi alternatif. namun oli memerlukan perlakuan khusus agar dapat menjadi bahan bakar. membuat kompor alternatif berbahan bakar oli bekas yang ekonomis dapat menjadi solusinya. Metode eksperimen adalah metode kuantitatif yang digunakan untuk mengetahui variabel independen (perlakuan) terhadap pengaruh variabel dependen (hasil) dalam kondisi yang terkendali. penelitian menggunakan tiga variabel yaitu variabel bebas, variabel tetap dan variabel terikat. yang dimana pengujian dilakukan dengan metode water boiling test. data waktu start-up paling cepat di peroleh oleh bahan bakar minyak jelantah yaitu dengan waktu 5 menit dan paling lama diperoleh oli bekas dengan waktu yaitu 6 menit. waktu pendidihan paling singkat diperoleh minyak jelantah yaitu 5,28 menit. dan untuk data efisiensi thermal pada setiap bahan bakar berkisar 14% hingga 26%. konsumsi bahan bakar berkisar 0.526kg hingga 0.615kg. Titik didih air yaitu 99,93°C dari ketiga variasi bahan bakar yang digunakan dalam pengujian yaitu oli bekas, minyak jelantah, dan oli bekas dengan campuran minyak jelantah, minyak jelantah merupakan jenis bahan bakar yang paling optimal dengan nilai efisiensi thermal 26%, konsumsi bahan bakar 0.615 kg/jam. lebih sesuaikan kecepatan blower dengan lubang nosel.

Keywords: Oli bekas, Minyak jelantah, Kompor (*burner*), Unjuk kerja

1 Pendahuluan

Bahan bakar konvensional seperti minyak tanah dan gas yang terus-menerus meningkat harganya menyebabkan banyak masyarakat yang mengalami kesulitan energi bahan bakar untuk keperluan memasak sehari-hari karena kekurangan ekonomi. Dimana impor LPG yang dilakukan untuk kebutuhan di dalam negeri sudah melebihi 60%. Terjadi proses impor yang sangat meningkat pada bahan bakar LPG mulai tahun 2009 sampai dengan 2011 terjadi perubahan dari minyak tanah ke LPG. Meningkatnya permintaan LPG untuk rumah tangga sangat dipengaruhi oleh keberhasilan pemerintah dalam perubahan minyak tanah ke LPG yang di mulai tahun 2008. Dimana konsumsi pemakaian LPG di tahun 2014 sudah mencapai 5.5% dari program perubahan minyak tanah dimulai hanya mencapai 1,8% dari kebutuhan energi nasional. Maka dari itu perlu mencari bahan bakar alternatif yang dapat menggantikan bahan bakar LPG khususnya untuk keperluan di sektor industri kecil seperti rumah tangga. Oli bekas (used oil) adalah salah satu energi alternatif untuk pengganti LPG dalam sektor rumah tangga. (Budya dan Yasir Arofah, 2011).

Konsumsi energi terbesar di Indonesia dikelompokkan ke dalam empat kelompok besar pengguna, yaitu industri, rumah tangga, komersial, dan transportasi. Perkembangan dunia industri dan transportasi membawa dampak perkembangan yang cukup pesat saat ini, baik produk yang dihasilkan oleh industri manufaktur untuk memenuhi kebutuhan manusia salah satu produk diantaranya adalah peralatan transportasi. Baik industri sebagai produsen produk transportasi maupun lainnya dan alat transportasi yang dihasilkan, dalam proses operasi dan penggunaannya membutuhkan bahan pelumas (oli) sebagai pelumas komponen-komponen pada mesin ataupun pada sistem penggerak lainnya. Pada kondisi saat ini dimana peningkatan jumlah industri dan naiknya permintaan alat transportasi yang terus naik karena kebutuhan, merupakan salah satu pemicu akan melimpahnya limbah oli bekas di lingkungan sekitar sehingga perlu adanya pengolahan dan pemanfaatan yang tepat untuk mengubah limbah menjadi bermanfaat (Nuruddin dkk., 2020).

Sejauh ini pemanfaatan oli bekas banyak ditemukan pada bengkel-bengkel kendaraan sebagai penghilang karat dan pelumas pada rantai kendaraan. Seperti yang kita ketahui, oli atau pelumas didapatkan dari hasil penyulingan minyak bumi, dimana karakteristik oli dengan tingkat densitas yang tinggi menyebabkan oli tidak dapat terbakar dengan mudah sehingga sangat sulit untuk mencapai pembakaran yang sempurna. Oli bekas memerlukan perlakuan khusus agar dapat menjadi sebuah bahan bakar, yaitu dengan cara pemanasan awal atau dengan penambahan zat lain. Maka dari itu membuat sebuah kompor alternatif berbahan bakar oli bekas dan rancangan kompor oli bekas ini diharapkan memiliki nilai yang ekonomis yang lebih baik

dibandingkan dengan kompor yang menggunakan bahan bakar pada umumnya. Selain itu, untuk meningkatkan nilai dari kompor tersebut rancangan kompor berbahan bakar oli bekas ini harus memiliki kemudahan dalam pengoperasian dan pemeliharaannya (Akmal dkk., 2023).

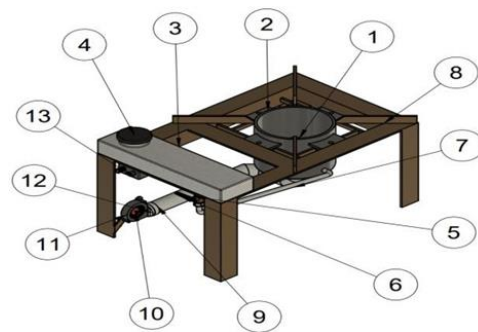
Hasil akhir yang diharapkan adalah selain merancang dan membuat kompor berbahan bakar oli bekas juga memberikan edukasi pada masyarakat tentang potensi limbah oli bekas sebagai bahan bakar alternatif untuk kebutuhan rumah tangga. Desain kompor oli bekas ini dibuat dengan konsep yang sederhana dan bahan yang mudah terjangkau sehingga dapat diaplikasikan oleh masyarakat dengan mudah (Riady dkk., 2020).

Pada penelitian sebelumnya bahan bakar yang digunakan kompor adalah oli bekas, namun pada penelitian ini menggunakan bahan bakar yang bervariasi dengan minyak jelantah yang dimana dapat di temukan setiap rumah tangga sisa hasil penggorengan. Meningkatnya limbah oli bekas dan minyak jelantah menjadi peluang pemanfaatan bahan bakar alternatif kompor. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi antara bahan bakar oli bekas dan minyak jelantah terhadap unjuk kerja kompor.

2 Metode Pelaksanaan

Untuk memulai proses pengujian, peralatan dan bahan yang akan dibutuhkan dipersiapkan terdahulu. Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Kompor Burner



Gambar 1. Kompor Burner

Keterangan dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Keterangan Kompor

No	Nama
1	Nozel
2	Tungku Pembakaran
3	Tangki
4	Tutu Tangki
5	Valve
6	Valve Switch
7	Pipa Oli
8	Rangka

9	Pipa Udara
10	Fan Blower
11	Housing blower
12	Adaptor
13	Dimer

b. Panci Aluminium

Panci digunakan sebagai wadah air dalam proses penelitian ini. Panci yang digunakan berkapasitas 3 kg air, hal ini ditentukan karena air yang digunakan air dalam penelitian adalah 2.5 kg sehingga air yang digunakan tidak mudah tumpah. Panci yang digunakan dapat dilihat pada **Gambar 2** berikut ini:



Gambar 2. Panci

c. Termokopel tipe K

Termokopel digunakan sebagai sensor temperature, dalam penelitian ini digunakan untuk mengetahui temperatur dari air selama proses pengujian. Ada beberapa jenis termokopel yang umum digunakan, namun dalam penelitian ini termokopel yang digunakan tipe K. gambar termokopel tipe K dapat dilihat pada **Gambar 3** berikut:



Gambar 3. Termokopel tipe K

d. Alat Ukur Air

sebagai alat ukur massa digunakan untuk menimbang massa air, massa bahan bakar. Alat ukur air dapat dilihat pada **Gambar 4** berikut:



Gambar 4 Alat Ukur Air

3. Variabel Penelitian

a. Variable Bebas

Variasi bahan bakar : 1 liter Oli bekas, 1 liter minyak jelantah, 500 ml oli bekas dicampur 500 ml liter minyak jelantah.

b. Variable Tetap

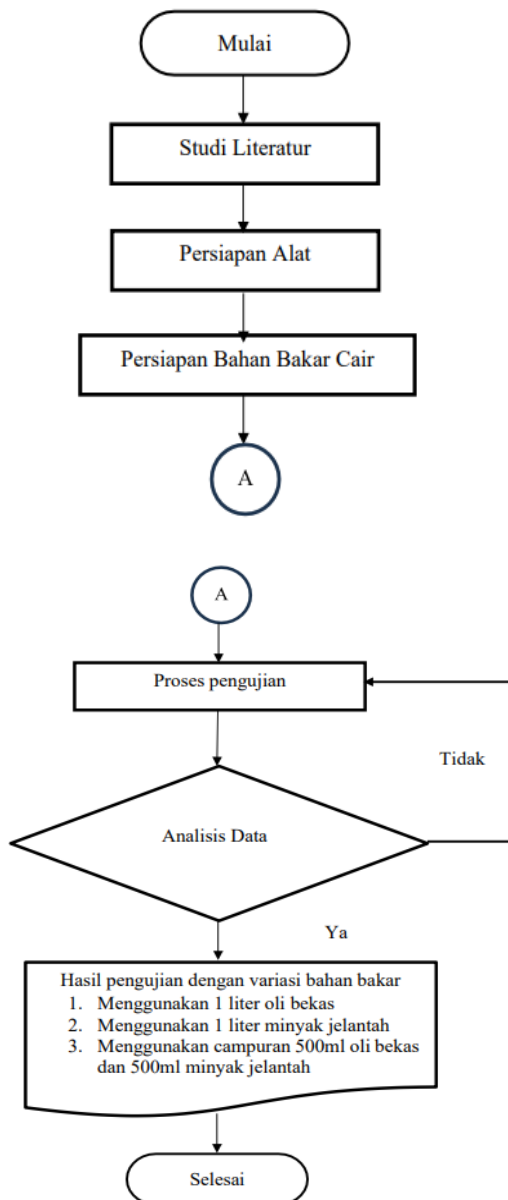
Variabel tetap ditentukan agar penelitian yang dilakukan tidak meluas dan fokus terhadap hal yang mau dianalisis, variabel tetap pada penelitian ini adalah Kompur burner berbahan bakar oli bekas dan minyak jelantah, Massa air 2.5 kg, Kapasitas bahan bakar 2 liter.

c. Variable Terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi oleh adanya variabel yang bebas. Variabel terikat pada penelitian ini adalah unjuk kerja kompor burner yang meliputi Waktu start-up, Waktu pendidihan air, Efisiensi thermal, Konsumsi bahan bakar spesifik.

4. Flowchart Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental, kemudian agar penelitian ini dapat terarah sesuai tujuan, maka peneliti membuat diagram alir penelitian. Adapun rangkaian tahapan pelaksanaannya dilaksanakan sesuai dengan diagram alir. Adapun prosedur Penelitian ini dapat di lihat pada **Gambar 5** berikut ini:



Gambar 5 Flowchart Penelitian

6 Hasil Dan Pembahasan

Pengujian kompor Oli bekas dilaksanakan dengan metode Water Boiling Test (WBT). Metode WBT ini memiliki tiga tahap pengujian, yaitu cold start, hot start, dan simmer. Proses pengambilan data pengujian kompor berbahan bakar oli bekas dan minyak jelantah dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh. Bahan bakar yang dibutuhkan serta peralatan yang dibutuhkan dalam proses pengujian dapat dilihat pada **Gambar 6** berikut ini:



Gambar 6 Proses Penimbangan bahan bakar oli bekas

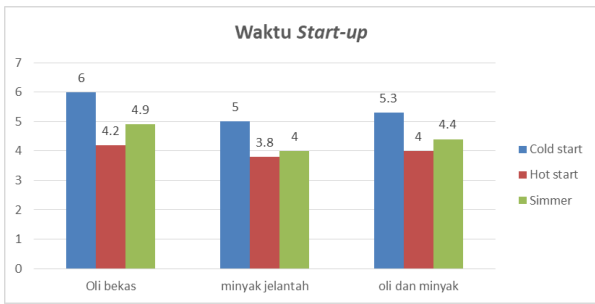
Dalam proses pengujian ada beberapa data yang diambil untuk memenuhi perhitungan, yaitu meliputi perhitungan efisiensi thermal, konsumsi bahan bakar spesifik dan titik didih air. Proses pemasan awal pada bahan bakar dapat dilihat pada **Gambar 7** berikut ini:



Gambar 7 Proses pemasan pada bahan bakar

1. Data waktu *start-up* Nyala Api

Start-up nyala api merupakan proses awal nyala api pada bahan bakar, pada penelitian ini penyalaan api terhadap bahan bakar dengan menggunakan pemantik api. Hal ini dilakukan bertujuan untuk memansakan bahan bakar pada tungku. Dari data ini dapat dilihat estimasi waktu yang dibutuhkan untuk proses *start-up* pada penelitian kompor burner berbahan bakar oli bekas, minyak jelantah, campuran oli bekas dan minyak jelantah. Jenis bahan bakar yang digunakan dan tahap proses penelitian dapat mempengaruhi waktu *start-up*. Data waktu *start-up* dapat dilihat pada **Gambar 8** berikut ini:

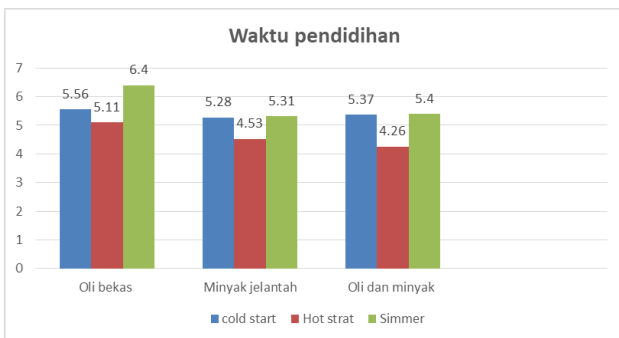


Gambar 8 waktu start up

Dari Gambar diatas dapat dilihat waktu *start-up* tidak hanya dipengaruhi oleh tahap proses pengujian, kemudian juga dipengaruhi oleh jenis bahan bakar. Berdasarkan analisis waktu start-up paling singkat diperoleh pada tahap simmer pada bahan bakar minyak jelantah yaitu 3 menit dan paling lama pada tahap cold start dengan bahan bakar oli bekas yaitu 6 menit. Oli bekas memiliki viskositas yang lebih besar dibandingkan minyak jelantah sehingga menjadi pengaruh lamanya waktu *start-up*.

2. Waktu Pendidihan

Waktu pendidihan merupakan proses menaikkan temperatur air dari temperatur ruang sampai ketemperatur titik didih terhadap waktu, setiap daerah memiliki nilai titik didih yang berbeda tergantung ketinggian permukaan dan tekanan lingkungan sekitar. Waktu yang paling singkat dalam pendidihan air pada metode hot start di peroleh dengan bahan bakar minyak jelantah yaitu dengan waktu pendidihan 4 menit 23 detik, sedangkan waktu pendidihan air paling lama diperoleh bahan bakar oli bekas pada tahap simmer yaitu dengan waktu pendidihan 6 menit 4 detik. Lamanya waktu pendidihan pada bahan bakar oli karena kandungan pada oli bekas. Oli ini dalam pemakaiannya mendapat beban termal dan mekanis yang lebih tinggi. Dalam oli hitam terkandung partikel logam dan sisa pembakaran (Wahyu Purwo Raharjo,2007). Perbandingan dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 9 berikut ini:



Gambar 9 Waktu Pendidihan

Dari Gambar diatas lamanya waktu pendidihan dipengaruhi oleh jenis bahan bakar yang berbeda beda karena setiap bahan bakar memiliki kekentalan yang berbeda beda juga. Karena semakin kental bahan bakar tersebut maka waktu yang digunakan akan semakin lama untuk pemanasan awal pada bahan bakar, hal ini menyebabkan semakin lama pula melakukan pendidihan pada air.

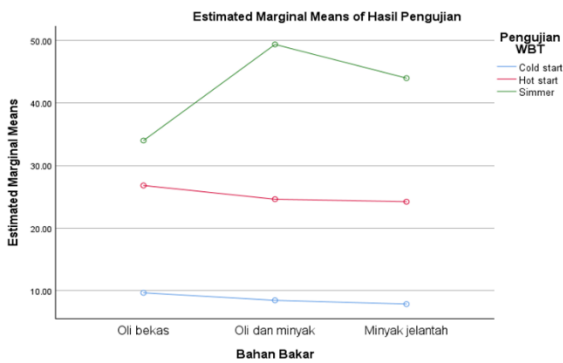
3. Efisiensi Thermal

Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan mengkombinasikan variabel bebas yang terdapat pada proses pengujian kompor. Variabel bebas tersebut adalah jenis variasi bahan bakar dan berat setiap variasi bahan bakar. Variabel tersebut diduga memiliki pengaruh yang signifikan integritas efisiensi termal yang terjadi selama proses pembakaran. Hasil efisiensi *thermal* ini dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2 Nilai Hasil Efisiensi Thermal

Variabel Proses		Pengulangan Pengujian (%)					Rata - Rata (%)
Bahan Bakar	Pengujian WBT	T1	T2	T3	T4	T5	
Oli Bekas	Cold Start	7	13	10	10	8	10
	Hot Start	17	22	27	28	20	27
	Simmer	23	30	34	30	34	34
Oli dan Minyak	Cold Start	7	9	8	9	9	8
	Hot Start	15	37	21	24	26	25
	Simmer	53	68	31	56	39	49
Minyak Jelantah	Cold Start	7	7	9	9	7	8
	Hot Start	18	36	20	25	22	24
	Simmer	39	54	53	34	40	44

Adapun perbandingan pengaruh variasi bahan bakar terhadap pengujian WBT dapat dilihat pada Gambar 10 berikut ini:



Gambar 10 Hubungan Variasi Bahan Bakar Terhadap Pengujian WBT

Gambar diatas ini grafik garis yang menunjukkan perbedaan rata-rata Pengujian WBT antar KELOMPOK. Dimana menunjukkan bahwa Bahan Bakar Oli minyak dengan Pengujian WBT Simmer adalah yang tertinggi dan yang terendah adalah Bahan bakar minyak jelantah dengan Pengujian WBT Cold start. Berdasarkan uji ANOVA diatas menunjukkan bahwa perbedaan Kelompok Bahan Bakar tidak bermakna atau tidak signifikan (terima H0) dan perbedaan Kelompok Pengujian WBT bermakna atau signifikan (terima H1).

4. Uji Normalitas

Salah satu syarat yang diperlukan sebelum melakukan penganalisisan menggunakan metode *two way* anova harus diuji kenormalitasannya. Dimana konsep dasar uji normalitas ini bertujuan untuk menguji apakah nilai data berdistribusi normal atau tidak. Dan nilai yang berdistribusi normal merupakan syarat dalam statistik parametrik. Uji Normalitas penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 3** dan **Tabel 4** berikut:

Tabel 3 Uji Normalitas Bahan Bakar

Hasil Pengujian	Bahan Bakar	Kolmogrov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pengujian	Oli Bekas	130	15	200	926	15	236
	Oli dan Minyak	160	15	200	893	15	075
	Minyak Jelantah	172	15	200	899	15	093

Tabel 4 Uji Normalitas *Water Boiling Test*

Hasil Pengujian	Pengujian WBT	Kolmogrov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pengujian	Cold start	204	15	095	836	15	011
	Hot start	153	15	200	923	15	216

	Simmer	138	15	200	960	15	698
--	--------	-----	----	-----	-----	----	-----

Berdasarkan hasil pengujian normalitas diatas, diperoleh nilai p-value untuk data Hasil Pengujian pada 3 Bahan Bakar dan 3 Pengujian WBT lebih dari 0.05 dari Kolomogorov. Dikarenakan semua nilai p-value yang lebih besar dari $\alpha = 5\%$ atau 0.05 ($p\text{-value} > 0.05$) maka diketahui bahwa data masing-masing kelompok berdistribusi normal.

5. *Analysis of Variance* (ANOVA)

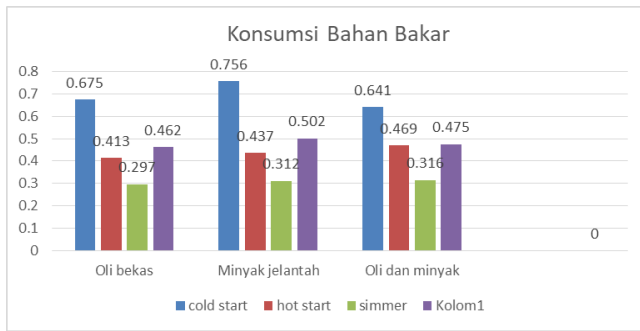
Dapat dilihat dari nilai rata-rata pada tiap variabel data memiliki nilai yang beragam. Namun dalam penentuannya perlu divalidasi apakah nilai rata-rata tersebut memiliki nilai rata-rata tes yang sama ataupun berbeda. Maka penentuan tersebut menggunakan hipotesis. Adapun hipotesis ini adalah nilai H0 jika kedua variabel data pengujian memiliki nilai rata-rata yang sama, dan nilai H1 data pengujian memiliki nilai rata-rata yang berbeda. Dimana dibutuhkan pedoman dalam pengambilan data dari analisis *two way* anova diantaranya adalah jika nilai Sig > 0,05 maka H0 diterima, namun jika nilai Sig < 0,05 maka H0 ditolak. Hasil Analisis Anova ini dapat dilihat pada **Tabel 5** berikut ini:

Tabel 5 Analisi Two Way ANOVA

Hasil Pengujian					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	9241.778	8	1155.222	18.151	0.000
Intercept	29083.022	1	29083.022	456.961	0.000
Bahan Bakar	120.178	2	60.089	0.944	0.398
Pengujian WBT	8603.244	2	4301.622	67.588	0.000
Error	2291.200	36	63.644		
Total	40616.000	45			
Corrected Total	11532.978	44			

6. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

Konsumsi bahan bakar spesifik dihitung berdasarkan bahan bakar yang digunakan terhadap waktu. Perbandingan data konsumsi bahan bakar pada setiap bahan bakar dapat dilihat pada **Gambar 11** berikut:



Gambar 11 Komsumsi Bahan Bakar

Data terlihat pada Gambar diatas terdapat perbedaan konsumsi bahan bakar spesifik pada masing masing jenis bahan bakar. Bahan bakar yang paling banyak digunakan adalah bahan bakar minyak jelantah pada tahap yaitu 0.502 kg/jam. adalah terdapatnya kandungan kadar air. Kadar air diperoleh dari bahan makanan yang digoreng, proses penggorengan, atau kelembapan udara saat menyimpan. Air menyerap energi yang cukup besar untuk proses penguapan menjadi gas.

7. Titik Air Didih

Titik didih air dihitung berdasarkan pengaruh saat lokasi pengujian dilakukan, dikarenakan ketinggian lokasi berpengaruh terhadap temperatur titik didih air, nilai titik didih air dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned}
 T_d &= \left(100 - \frac{h}{300}\right) \\
 &= \left(100 - \frac{22.60}{300}\right) \\
 &= 99,93^\circ\text{C}
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Dari perhitungan di atas pengujian dilakukan dengan lokasi berada pada ketinggian 22.60 MDPL. Sehingga nilai titik didih air di peroleh dengan sebesar 99,93°C.

7 KESIMPULAN

Adapun Kesimpulan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Waktu yang paling singkat dalam pendidihan air pada metode cold start diperoleh bahan bakar minyak jelantah yaitu 5 menit 28 detik, sedangkan waktu pendidihan air paling lama diperoleh bahan bakar oli bekas pada tahap cold start 5 menit 56 detik.
2. Konsumsi bahan bakar paling rendah diperoleh oli bekas yaitu 0.462 kg/jam. Dan konsumsi bahan bakar paling tinggi adalah minyak jelantah 0.502 kg/jam.
3. Efisiensi termal tertinggi diperoleh bahan bakar minyak jelantah dengan mencapai nilai efisiensi termal yaitu 68%.

8 SARAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, saran yang bisa penulis berikan untuk pengembangan terhadap kompor oli bekas maupun pengaruh variasi bahan bakar selanjutnya sebagai berikut:

1. Kompor digunakan untuk memasak kapasitas yang besar dan lama, contohnya memasak air, rendang dan lain lain.
2. Sesuaikan antara kecepatan blower dengan lubang nosel agar api stabil dan bagus.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdel, N.M. (2010). "Waste Lubricating Oil Treatment by Adsorption Process Using Different Adsorbents". International Journal of Chemical and Biological Engineering, Jakarta.
- [2] Ahmad, N., dkk, (2022). "Penerapan Teknologi Tepat Guna Kompor Roket Biomassa Sebagai Solusi Untuk Penghematan Penggunaan Kayu Bakar" Universitas Malikussaleh, Lhokseumawe.
- [3] Akmal, Z., dkk, (2023). "Rancang Bangun Kompor Berbahan Bakar Oli Bekas". Politeknik Negeri Lhokseumawe, Lhokseumawe.
- [4] Alamsyah, M., dkk, (2017). "Pemurnian Minyak Jelantah Dengan Proses Adsorpsi. Journal Of Chemical Process Engineering". Universitas Muslim Indonesia, Kota Makassar.
- [5] Arora, P., dkk, (2014). "A laboratory based comparative study of Indian biomass cookstove testing protocol and Water Boiling Test. Energy for Sustainable Development", 21, 81-88.
- [6] Askaditya, G. (2010). "Studi eksperimen pirolisis minyak pelumas bekas menggunakan katalis zeolit". Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- [7] Budya, H., dkk, (2011). "Providing cleaner energy access in Indonesia through the megaproject of kerosene conversion to LPG". Energy Policy
- [8] BSNi. (2013). "Kinerja tungku biomassa". Jakarta
- [9] I Nyoman, S., dkk (2015). "Daur Ulang Oli Bekas Menjadi Bahan Bakar Diesel Dengan Proses Pemurnian Menggunakan Media Asam Sulfat dan Natrium Hidroksida". Jurnal METTEK
- [10] Napitupulu, F. H. (2006). "Pengaruh Nilai Kalor (Heating Value) Suatu Bahan Bakar Terhadap Perencanaan Volume Ruang Bakar Ketel Uap Berdasarkan Metode Penentuan Nilai Kalor Bahan Bakar Yang Dipergunakan". Jurnal Sistem Teknik Industri, 7(1), 60–65.

- [11] Nuruddin, A. W., dkk (2020). "Pengolahan Dan Pemanfaatan Limbah B3 (Oli Bekas)". Universitas PGRI Ronggolawe.
- [12] Riady, M. I., dkk (2020). Desain Dan Pembuatan Kompor Berbahan Bakar Oli Bekas Menggunakan Software 3D Autodesk Fusion 360. Universitas Sriwijaya, Palembang
- [13] Asnawi, A., Muhammad, M., Rahman, A., & Islami, N. (2022, December). Study on Performance and Emission of Diesel Engine Using Palm Oil Biofuel-Diesel Blends. In *Proceedings of Malikussaleh International Conference on Multidisciplinary Studies (MICOMS)* (Vol. 3, pp. 00050-00050).
- [14] Regional Wood Energy Development. (1993). Improved Solid Biomass Burning Cookstoves: a Development Manual. 44, 125.
- [15] Tahfifah, dkk (2016). "Pra Desain Pabrik Lube Base Oil dari Oli Bekas dengan Proses Ekstraksi Solvent". Surabaya: Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [16] Wahyu, P. R., (2007). "Pemanfaatan Tea (Three Ethyl Amin) Dalam Proses Penjernihan Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar Pada Peleburan Alumunium". Universitas Sebelas Maret Surakarta.