

Inovasi Kompor Berbahan Bakar Oli Bekas Menggunakan Tekanan Uap Air

Edwi Febrian Firiski¹, Ferly Isnomo Abdi^{1,2}, Diah Wulandari³, Dewi Puspitasari⁴

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

E-mail: ferlyabdi@unesa.ac.id

Abstrak: Kompor oli bekas dapat menjadi solusi efektif untuk memanfaatkan limbah oli, mengurangi biaya bahan bakar, dan dampak lingkungan dari pembuangan oli. Namun, risiko emisi berbahaya dan kontaminasi lingkungan perlu diperhatikan. Penelitian ini menambahkan uap air untuk memperbaiki pembakaran oli bekas dengan meningkatkan jumlah oksigen, sehingga mengurangi emisi gas yang tidak terbakar. Peneliti merancang desain alat atau metode yang diperlukan, kemudian melakukan perhitungan komponen untuk memastikan fungsionalitas alat. Setelah perhitungan, peneliti membangun alat sesuai desain, menguji fungsi alat, dan mengumpulkan data. Data yang terkumpul kemudian diolah untuk menjawab pertanyaan penelitian. Dari penelitian ini di harapkan menghasilkan kompor berbahan bakar oli bekas dengan waktu tercepat untuk merebus air menggunakan variasi lubang nozzle antara 8, 9 dan 10 lubang, dengan rata-rata waktu untuk merebus air dengan catata 8 lubang nozzle memperoleh waktu 391.02, 9 lubang nozzle memperoleh waktu 275.04 dan 10 lubang nozzle memperoleh waktu 274.02. Dari penelitian ini dapat di simpulkan bahwa jumlah lubang nozzle mempengaruhi waktu perebusan air waktu tercepat untuk merebus air adalah menggunakan 10 varian lubang nozzle dengan nilai waktu rata-rata 274.2 detik dan 8 varian lubang nozzle mendapat waktu terlam dengan nilai waktu rata-rata 391,2 detik.

Kata kunci: Limbah oli bekas, kompor berbahan bakar oli bekas menggunakan tekanan uap air, tekanan uap air.

Abstract: The used oil stove can be an effective solution for utilizing waste oil, reducing fuel costs, and mitigating the environmental impact of oil disposal. However, the risks of harmful emissions and environmental contamination must be considered. This study introduces water vapor to improve the combustion of used oil by increasing oxygen levels, thereby reducing unburned gas emissions. Researchers designed the necessary tools or methods, then calculated the components to ensure the functionality of the device. After completing the calculations, they built the device according to the design, tested its functionality, and collected data. The collected data were then analyzed to address the research questions. The study aims to produce a used oil-fueled stove with the fastest boiling time by varying the number of nozzle holes between 8, 9, and 10. The average boiling times were recorded as follows: 391.02 seconds for the 8-hole nozzle, 275.04 seconds for the 9-hole nozzle, and 274.02 seconds for the 10-hole nozzle. From this research, it can be concluded that the number of nozzle holes affects the water boiling time. The fastest boiling time was achieved with the 10-hole nozzle, with an average time of 274.2 seconds, while the 8-hole nozzle had the slowest time, averaging 391.2 seconds.

Keywords: Used oil waste, a stove fueled by used oil, utilizes steam pressure.

© 2024, JRM (Jurnal Rekayasa Mesin) dipublikasikan oleh ejournal Teknik Mesin Fakultas Vokasi UNESA.

PENDAHULUAN

Limbah minyak bekas merupakan produk yang tidak bisa dihindari oleh setiap kendaraan bermotor, dan jika tidak ditangani dengan baik atau dimanfaatkan kembali, dapat menyebabkan pencemaran lingkungan volume minyak bekas yang dihasilkan dapat mencapai 520 juta liter per tahun. Oli merupakan produk yang dihasilkan dari proses penyulingan minyak bumi yang mempunyai sifat-sifat utama yang tidak jauh berbeda dengan minyak bumi yang umumnya digunakan sebagai bahan bakar. Oleh karena itu, pemanfaatan oli bekas merupakan salah satu opsi potensial dalam penanggulangan limbah oli bekas.

Berbagai penelitian mengenai pemanfaatan limbah oli bekas telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Mafruddin telah melakukan penelitian yang bertujuan untuk memanfaatkan minyak jelantah dan oli bekas sebagai bahan bakar. Dari hasil penelitian, diketahui bahwa diameter lubang *nozzle* dan laju aliran bahan bakar mempengaruhi kualitas nyala api dari pembakaran minyak jelantah dan oli bekas. Penting untuk dicatat bahwa bahan bakar oli menghasilkan asap yang berwarna keruh dan agak lebih tebal. Dalam penelitian ini, pembakaran bahan bakar oli bekas dilakukan dengan penambahan uap air yang berasal dari air yang dipanaskan (Mafruddin dkk, 2022).

Penggunaan limbah oli ini efisien dan membantu memanfaatkan limbah lingkungan. Bahan bakar dari oli bekas menghasilkan api kuat karena disuplai oleh *blower*, di mana oli mengalir melalui selang ke pipa kecil lalu ke pipa besar, dan diubah menjadi partikel kecil saat *blower* dihidupkan (Abimanyu, 2018). Berdasarkan penelitian di atas pembakaran kompor oli bekas menimbulkan asap yang tebal, dan penggunaan *blower* pada kompor oli bekas menurut peneliti kurang efisien karena masih memerlukan energi listrik untuk mendorong angin pada *blower*.

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti merancang kompor berbahan bakar oli bekas menggunakan tekanan uap air dengan variasi lubang *nozzel* 8, 9, dan 10. Uap air ini berfungsi untuk mengurangi *emisi* pada pembakaran oli dan membantu memperbesar nyala api. Lubang pada *nozzel* juga diperkecil menjadi 2 mm. Kompor berbahan bakar oli bekas ini juga diharapkan dapat mengurangi pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh oli bekas.

DASAR TEORI

A. Pelumas

Oli merupakan zat pelumas yang berfungsi utama untuk mengurangi gesekan di antara komponen mesin. Sebagai pelumas, oli membentuk lapisan film di antara komponen mesin yang bergerak, melindungi komponen tersebut dari keausan dan kerusakan. Ketika lapisan oli terbentuk, celah di antara dua komponen tertutup (Prayitno dkk, 2021).

B. Oli bekas

Minyak pelumas yang telah digunakan atau yang umumnya dikenal sebagai oli bekas adalah jenis minyak pelumas yang telah digunakan dalam periode waktu tertentu. Meskipun telah digunakan, minyak bekas ini masih memiliki persentase kandungan energi yang cukup tinggi. Oleh karena itu, minyak bekas ini masih memiliki potensi untuk diubah menjadi solusi alternatif sebagai bahan bakar (Ichsan dkk, 2023).

1. Kontaminasi oli

Terdapat berbagai jenis kontaminan yang umumnya ditemukan dalam minyak, termasuk namun tidak terbatas pada:

- Abrasi pada elemen-elemen umumnya terbuat dari tembaga, besi, kromium, aluminium, timah, molibdenum, silikon, nikel, atau magnesium, mengalami keausan.
- Debu atau jelaga.
- Kontaminasi oleh bahan bakar terjadi selama proses pembakaran di dalam silinder mesin.
- Air, yang merupakan hasil samping dari pembakaran
- Produk-produk sulfur/asam. Produk oksidasi menyebabkan minyak menjadi lebih kental.

2. Pemanfaatan Pemanfaatan oli bekas sebagai bahan bakar kompor

Bahan bakar yang digunakan dalam kompor ini adalah oli bekas, yang merupakan hasil limbah dari kegiatan industri dan otomotif. Sementara itu, jumlah oli bekas yang dihasilkan dapat mencapai 520 juta liter per tahun, dengan asumsi bahwa sekitar 20% dari oli yang digunakan akan terbakar selama penggunaannya (Kusumo dkk, 2022). Dalam penelitian ini akan menggunakan Jenis oli bekas honda Ahm Mpx 2 matic SEA 10W-30 di produksi oleh PT.Honda Astra Motor, oli bekas ini di dapat dari dealer motor honda.

3. Perlakuan khusus terhadap titik nyala oli bekas secara umum, Agar oli bekas bisa terbakar dan mendapat titik nyala pertama antara 150°C hingga 250°C. Oli bekas perlu mendapatkan perlakuan khusus dengan cara di campur dengan bensin dituangkan ke dalam tungku wadah oli, Proporsi bensin dalam campuran tersebut adalah 10%. Jika ingin mematikan api, langkah pertama adalah mengangkat tungku bagian atas, lalu menutup tungku bagian bawah dengan kain yang telah dibasahi (Prayitno dkk, 2021).

C. Nozzel

Nozzle adalah perangkat yang memiliki lubang berdiameter dan berfungsi sebagai jalur keluarnya fluida bertekanan, serta mengarahkan aliran uap bertekanan. Terdapat berbagai jenis nozzle, antara lain:

- Nozzel konvergen* ditandai oleh lubang awal yang memiliki diameter besar, kemudian menyusut menjadi lubang keluar yang lebih kecil.
- Nozzel divergen* memiliki sifat di mana lubangnya dimulai dengan diameter kecil dan berkembang menjadi lubang berdiameter besar pada ujungnya.
- Nozzel de Laval*, atau *nozzel konvergen-divergen*, memiliki karakteristik di mana terdapat bagian yang menyempit (*konvergen*) diikuti oleh bagian yang melebar (*divergen*).

Molekul air memiliki rumus kimia H_2O air bersih memiliki titik didih pada suhu $100^{\circ}C$. Proses perebusan air akan meningkatkan tekanan, dan uap yang dihasilkan disebut sebagai uap jenuh. Bila air yang mendidih menghasilkan tekanan dan dialirkan ke nozzle (Nugroho, 2022) akan menghasilkan tekanan uap adapun rumusnya adalah sebagai berikut :

$$P = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (1)$$

(Nugroho, 2022)

Dimana :

P = Tekanan uap melalui nozel satuannya N/m^2 atau pascal.

F = Gaya dari fluida satuannya N

A = Luas penampang lubang nozel (m^2)

Rumus aliran fluida adalah

$$\text{Debit masa} = \rho \times A \times v \dots\dots\dots (2)$$

(Nugroho, 2022)

Dimana:

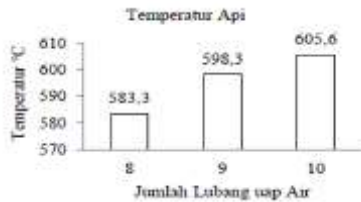
m adalah laju aliran massa (kg/s)

ρ = Masa jenis satuannya kg/m^3

V = Kecepatan satuannya m/s

A = Luas penampang yang di lewati oleh fluida (m^2)

1. Lubang uap air atau lubang *nozzel*



Gambar 1. Temperatur dan jumlah lubang uap air. (Mafruddin dkk, 2022)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Mafruddin Jumlah lubang uap air juga berpengaruh pada temperatur pembakaran (Mafruddin dkk, 2022).

2. Orifice

Orifice flow meter adalah salah satu jenis flowmeter yang banyak dipakai yang berdasarkan pada perbedaan tekanan (*pressure differential*). *Orifice* merupakan alat yang dapat mengukur debit dan laju aliran dengan akurasi yang baik (Fernando, 2022).

2. Coefficient of Discharge

Coefficient of Discharge, atau sering disebut sebagai koefisien aliran, adalah perbandingan antara aliran sebenarnya (*true flow*) dengan aliran teoritis (*theoretical flow*). Nilai aliran sebenarnya (Q_{act}) biasanya terbaca langsung pada alat rotameter, sementara nilai aliran *teoritis* (Q_{th}) dihitung dengan menggunakan persamaan yang memperhitungkan perbedaan tekanan antara dua titik tekanan pada *inlet* dan di atas *orifice plate*. nilai (C_d) dapat dihitung menggunakan persamaan berikut ini :

$$C_d = \frac{Q_{act}}{Q_{th}} \quad (3)$$

(Fernando, 2022)

Untuk mendapatkan Q_{th} menggunakan rumus berikut

$$Q_{th} = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^4}} \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{2\rho\Delta P_1}$$

D. Perhitungan Pengelasan pada tabung

Ketebalan plat, jumlah lapisan yang diperlukan, jenis sumber panas (baik gas, arc, atau resistive), dan dimensi elektroda merupakan faktor-faktor penting yang harus dipertimbangkan. Setelah karakteristik sambungan diketahui, bersama dengan ketebalan plat, dimensi elektroda, posisi las, dan laju pengelasan, volume pengelasan dapat dihitung. Volume pengelasan, sebagaimana dijelaskan oleh Joiman H. Silalahi dapat diestimasi menggunakan persamaan yang sesuai (Joiman H. Silalahi, 2010).

Volume pengelasan secara horizontal :

$$V_{ah} = A_{dh} \times L_{dh} \quad (4)$$

(Joiman H. Silalahi, 2010)

Dimana :

V_{ah} = Volume pengelasan pada horizontal

A_{dh} = Luas penampang alas ($\frac{\pi}{32} \times d^2$)

L_{dh} = Panjang las secara horizontal

Volume pengelasan melingkar dan vertical dengan persamaan :

$$V_{dv} = A_{dh} \times L_{dh} \quad (5)$$

(Joiman H. Silalahi, 2010)

Dimana :

V_{dv} = Volume pengelasan melingkar atau vertikal

A_{dh} = Luas penampang ($\frac{\pi}{4}$)

L_{dh} = Panjang pengelasan

volume elektroda dapat ditentukan dengan persamaan:

$$v_e = A_d \times L \quad (6)$$

(Joiman H. Silalahi, 2010)

Dimana :

A_d = Luas penampang elektroda

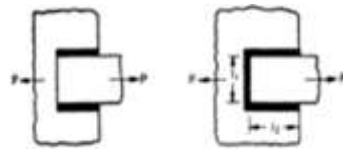
L = Panjang elektroda

1. Kekuatan sambungan las

Karakteristik material dan tipe sambungan menjadi faktor utama yang perlu dipertimbangkan. Selain itu, besarnya tegangan yang diperbolehkan juga tergantung pada tingkat pentingnya dan tujuan dari struktur (Andhyka and Waluyo 2020).

Tegangan tarik/kekuatan tarik maksimum sambungan las

• Single fillet

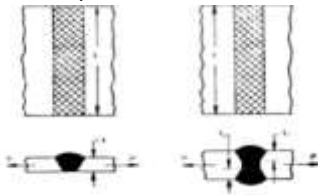


Gambar 2. Single fillet. (Andhyka and Waluyo, 2020)

$$F = \frac{t \times L}{\sqrt{2}} \times \sigma_t = 0,707 \times t \times L \times \sigma_t \quad (7)$$

(Andhyka and Waluyo 2020)

• Double fillet



Gambar 3. Double fillet. (Andhyka and Waluyo, 2020)

$$F = 2 \frac{t \times L}{\sqrt{2}} \times \sigma_t = 1,414 \times t \times L \times \sigma_t \quad \text{Rumus (8)}$$

(Andhyka and Waluyo 2020)

A = Luas lasan minimum = $\frac{t \times L}{\sqrt{2}} = 0,707 \times t \times L$

τ = Tegangan geser ijin bahan las gaya geser maksimum *single paralel fillet*

$$F_s = \frac{t \times L}{\sqrt{2}} \times \tau = 0,707 \times t \times L \times \tau$$

Gaya geser maksimum *double paralel fillet*

$$F_s = \frac{t \times L}{\sqrt{2}} \times \tau = 1,414 \times t \times L \times \tau$$

Gaya yang mengakibatkan terbelahnya tabung Design gaya *Circumferential* yang terjadi pada tabung dapat ditentukan dengan persamaan :

$$p_c = p \cdot d \cdot L \dots\dots\dots (9)$$

(Joiman H. Silalahi, 2010)

Dimana :

P_c =Gaya *circumferential*

P =Tekanan kerja (kg/cm²)

d =Diameter dalam (cm)

L =Panjang *shell* (cm)

Tegangan yang mengakibatkan terputusnya *shell* (*longitudinal stress*).

$$P_L = P \times \frac{\pi \times d}{4} \dots\dots\dots (10)$$

(Joiman H. Silalahi, 2010)

Dimana :

P_L =Gaya *longitudinal*(kg)

P =Tekanan kerja (kg/cm)

D =Diameter dalam (cm)

Tebal plat dapat ditetuka dengan persamaan :

$$t = \frac{d \times p}{2 \chi \sigma_i (1 + \frac{d}{l})} \dots\dots\dots (11)$$

(Joiman H. Silalahi, 2010)

Dimana :

t =Tebal tabung(m)

d =Diameter tabung (m)

P =Tekanan kerja(N/m²)

σ_i = Tegangan izin material (N/m²)

l = panjang tabung (m)

E. Boiler

Boiler sebagai tempat untuk memanaskan air, proeses peresbusan air akan meningkatkan tekanan dan di alirkan ke *nozzel*. Untuk menentukan volume tabung berdasarkan tinggi tabung sesuai dengan kebutuhan uap air, digunakan suatu persamaan perhitungan :

$$V = \pi \times r^2 \times t \dots\dots\dots (12)$$

(Azmi, 2022)

Dimana :

V = volume tabung

π = 3.14

r = radius

t = tinggi tabung

Perhitungan volume ruang uap :

$$V_{\text{ruang uap}} = V_{\text{sb}} - V_{\text{air}} \dots\dots\dots (13)$$

(Azmi, 2022)

Dimana :

V_{sb} = Volume badan *boiler*

V_{air} = Volume air

METODE

Penelitian yang diterapkan menggunakan metode *Research and Development*, yang dikenal sebagai *R&D*, merupakan suatu pendekatan yang bertujuan

untuk menghasilkan produk baru atau meningkatkan produk yang sudah ada, serta menguji *efektivitasnya*.

Proses penelitian mencakup beberapa tahapan, termasuk persiapan literatur, analisis masalah, pengumpulan dan pengujian oli bekas, Uji fungsi alat, serta analisis data.. Berikut adalah langkah-langkah uji fungsi alat dan perebusan air 1 liter menggunakan kompor oli bekas yang dilakukan dalam penelitian ini:



Gambar 4. Diagram alir penelitian

1. Alat dan bahan penelitian

Penelitian ini melibatkan penggunaan berbagai alat dan bahan untuk pengujian waktu konsumsi merebus air 1 liter menggunakan kompor oli bekas. Untuk alat yang digunakan *stopwatch* dan *pressure gauge* juga digunakan untuk mengukur waktu dan mengukur tekanan pada kompor oli bekas. 3 buah varian lubang *nozzel* disiapkan untuk diuji. Dalam pengujian pembakaran, alat yang digunakan meliputi kompor oli bekas, varian lubang *nozzel* 8,9 dan 10, *pressure gauge* untuk mengukur tekanan, dan *stopwatch* untuk mencatat waktu konsumsi. Bahan-bahan yang diperlukan termasuk oli bekas, air mineral untuk uap air, 3 liter air untuk di rebus, tangki wadah oli, pipa uap

air berbentuk L, bensin, dan kertas untuk membantu awal pembakaran.

2. Pelaksanaan penelitian

Pengujian Jenis Oli Bekas: Mengisi tanki wadah oli dengan 500 ml oli bekas dan memeriksa keran oli. Mengisi air pada pipa uap air berbentuk L, menambahkan 100 ml oli bekas, bensin, dan kertas untuk pembakaran. Memulai pembakaran, menghitung waktu konsumsi, dan memeriksa suhu yang dihasilkan.

3. Prosedur pengoprasian kompor oli bekas

1. Isi 800ml oli bekas pada tenki wadah oli dan pastikan oli bekas itu tidak ada kotoran yang terlalu besar
2. Isi 1.5L air dari lubang pipa uap air yang berbentuk L dan pasang lubang *nozzel*
3. Kemudian tutup lubang masuk uap air dan lubang keluar uap air menggunakan kunci 19 Kemudian pasang juga *pressure gauge* pada 1 pipa yang berbentuk L
4. Pasang selang dari mangkok tetesan oli ke tungku pembakar oli bekas
5. Tuang oli bekas 100 ml ke tungku pembakar dan tambahkan sedikit pertalite
6. Lalu nyalakan api pada tungku pembakara menggunakan korek atau pemetik apik Kalo oli sudah benar" Terbakar pasang tungku uap air ke tungku pembakaran, dan tunggu sampai air mendidih
7. Lalu buka keran oli sedikit hingga oli mengalir keluar

4. Desain alat



Gambar 5. Gambar 3D kompor oli bekas

Gambar ini menampilkan model tiga dimensi dari kompor yang dirancang khusus untuk menggunakan oli bekas sebagai bahan bakar. Desainnya mencakup elemen utama seperti ruang pembakaran, sistem pemanas, dan mekanisme pengatur aliran oli. Kompor ini bertujuan untuk mengoptimalkan efisiensi pembakaran oli bekas dengan menekankan pengaturan aliran bahan bakar serta sirkulasi udara, sehingga mencapai proses pembakaran yang lebih bersih dan efisien.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini akan menyajikan hasil dari perhitungan komponen alat, proses perakitan alat, dan hasil uji fungsi alat dari kompor berbahan bakar oli bekas menggunakan tekanan uap air.

1. Perhitungan komponen

A. Nozzel

- Menentukan Nilai gaya dari fluida

$$p = \frac{f}{a}$$

Diketahui:

- P adalah tekanan (250,000 Pascal).
- A adalah luas penampang (0.0018 meter persegi).

Menghitung:

$$F = 250,000P \times A 0.0018m^2$$

$$F = 450N$$

Jadi, gaya yang dihasilkan adalah 450 *Newton*.

- Menentukan Nilai aliran fluida

$$\text{Debit masa} = \rho \times A \times v$$

Diketahui :

- m adalah laju aliran massa (kg/s).
- densitas (p) 1000 kg/m³
- penampang aliran (A) 0.0018m².
- kecepatan aliran *fluida* (v) 0.00754 m/s.

Maka,

$$\dot{m} = 1000kg/m^3 \times 0.0018m^2 \times 0.00754 m/s$$

$$\dot{m} = 1000 \times 0.0018 \times 0.00754 m/s$$

$$\dot{m} = 0.0136 kg/s$$

Jadi, laju aliran massa fluida adalah 0.0136 kilogram per detik (kg/s).

- *Orifice*

Untuk menghitung nilai aliran *teoritis* (Q_{th}) menggunakan rumus berikut Diketahui

$$Q_{th} = \frac{1}{\sqrt{1-\beta^4}} \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{2\rho\Delta P_1 \frac{1}{\rho}}$$

- Diameter orifice (d) = 0.002 m (2 mm)
- Rasio diameter *orifice* terhadap diameter pipa (β) = 0.6
- Perbedaan tekanan (ΔP) = 250,000 Pa
- Densitas *fluida* (ρ) = 1000 kg/m³

1. hitung factor koreksi

$$\frac{1}{\sqrt{1-\beta^4}} = \frac{1}{\sqrt{1-(0.6)^4}} = \frac{1}{\sqrt{1-0.1296}} = \frac{1}{\sqrt{0.8704}} = 1.072$$

2. Hitung luas penampang *orifice*

$$\frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi (0.002)^2}{4} = \frac{\pi \times 0.000004}{4} = 3.14 \times 10^{-6} m^2$$

3. hitung komponen dalam akar kuadrat

$$\sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}} = \sqrt{\frac{2 \times 250000}{1000}} = \sqrt{500} = 22.36$$

4. hitung nilai aliran *teoritis* (Q_{th})

$$Q_{th} = 1.072 \times 3.14 \times 10^{-6} \times 22.36$$

$$Q_{th} = 1.027 \times 7.03 \times 10^{-5}$$

$$Q_{th} = 7.54 \times 10^{-5} m^3/s$$

$$Q_{th} = 0.00754 m^3/s.$$

Jadi, nilai aliran *teoritis* (Q_{th}) adalah sekitar 0.00754

B. Perhitungan sambungan las

- Untuk menghitung volume pengelasan horizontal (V_{ah}) menggunakan nilai yang diberikan:

$$V_{ah} = A_{dh} \times L_{dh} (mm^2)$$

Diketahui :

- Luas penampang deposit horizontal A^{dh} adalah $200mm^2$.
- Panjang pengelasan horizontal L^{dh} adalah 200 mm.

Maka,

$$V_{ah} = 200mm^2 \times 200mm$$

$$V_{ah} = 40000mm^3$$

1. Untuk menghitung volume pengelasan melingkar atau vertikal (V_{dv}) menggunakan persamaan yang diberikan:

$$V_{dv} = A_{dh} \times L_{dh}$$

Diketahui :

- Diameter pengelasan (d) adalah 200mm
- Panjang pengelasan (L_{dh}) adalah 200mm

Maka,

1. Hitung luas penampang (A_{dh})

$$A_{dh} = \frac{\pi}{4} \cdot (200mm)^2$$

$$A_{dh} = \frac{\pi}{4} \cdot (40000mm)^2$$

$$A_{dh} = 10000\pi mm^2$$

$$V_{dh} = 31415.93mm^2$$

2. Hitung volume pengelasan (V_{dv})

$$V_{dv} = A_{dh} \times L_{dh}$$

$$V_{dv} = 31415.93mm^2 \times 200mm$$

$$V_{dv} = 6283185.3mm^3$$

2. volume elektroda dapat ditentukan dengan persamaan:

$$v_e = A_{dv} \cdot D \cdot L$$

- Diameter elektroda (D) = 2.6 mm

- Panjang elektroda (L) = 350 mm

Maka,

1. Hitung luas penampang elektroda (A_{dv})

$$A_{dv} = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$A_{dv} = \frac{\pi (2.6)^2}{4}$$

$$A_{dv} = \frac{\pi \times 6.76}{4}$$

$$A_{dv} = \frac{21.23}{4}$$

$$A_{dv} = 5.31mm^2$$

2. Hitung volume elektroda (V_e)

$$V_e = A_{dv} \times L$$

$$V_e = 5.31mm^2 \times 350mm$$

$$V_e = 1858.5mm^3$$

Jadi, volume elektroda adalah sekitar 1858.5 mm³.

C. Kekuatan sambungan las

3. yang mengakibatkan terbelahnya tabung Design gaya *Circumferential* yang terjadi pada tabung dapat ditentukan dengan persamaan :

$$p_c = P \cdot d \cdot L$$

Diketahui

- Tekanan kerja (P) = 2.54 kg/cm²

- Diameter dalam (d) = 20 cm

- Panjang shell (L) = 25 cm

Maka,

$$P_c = 2.54 \times 20 \times 25$$

$$P_c = 2.54 \times 500$$

$$P_c = 1270 \text{ kg}$$

Jadi, gaya *circumferential* (P_c) yang terjadi pada tabung adalah 1270 kg.

4. Tegangan yang mengakibatkan terputusnya *shell* Gaya untuk memutuskan *shell* dapat ditentukan persamaan:

$$P_L = P \times \frac{\pi \times d}{4}$$

Diketahui

- Tekanan kerja (P) = 2.54 kg/cm²

- Diameter dalam (d) = 20 cm

Maka,

$$P_L = 2.54 \times \frac{3.14 \times 20}{4}$$

$$P_L = 2.54 \times \frac{62.8}{4}$$

$$P_L = 2.54 \times 15.7$$

$$P_L = 39.878 \text{ kg}$$

Jadi, gaya *longitudinal* (P_L) yang mengakibatkan terputusnya *shell* adalah sekitar 39.88 kg.

5. Tebal plat dapat ditentukan dengan persamaan:

$$t = \frac{d \times P}{2 \times \sigma_i (1 + \frac{d}{L})}$$

Diketahui

- Diameter tabung (d) = 20cm = 0.2m

- Tekanan kerja (P) = 2.54 kg/cm² = $2.54 \times 10^4 \text{ N/m}^2$ ($1 \text{ kg/cm}^2 = 10^4 \text{ N/m}^2$)

- Panjang tabung (L) = 25cm = 0.25m

- Tegangan izin material $\sigma_i = 250 \text{ Mpa} = 250 \times 10^6 \text{ N/m}^2$

Maka,

$$t = \frac{0.2 \times 2.54 \times 10^4}{2 \times 250 \times 10^6 (1 + 0.8)}$$

$$t = \frac{0.2 \times 2.54 \times 10^4}{2 \times 250 \times 10^6 \times 1.8}$$

$$t = \frac{0.2 \times 250 \times 10^4}{900 \times 10^6}$$

$$t = \frac{0.508 \times 10^4}{900 \times 10^6}$$

$$t = \frac{5080}{900000000}$$

$$t = \frac{5.64 \times 10^{-6} \text{ m}}{5080}$$

$$t = 5.64 \mu\text{m}$$

Jadi, tebal plat yang digunakan adalah sekitar 5.64 μm (mikrometer).

D. Perencanaan boiler

6. Untuk menentukan volume tabung berdasarkan tinggi tabung sesuai dengan kebutuhan uap air, digunakan suatu persamaan perhitungan:

$$V = \pi \times r^2 \times t$$

Diketahui

- $\pi = 3,14$
- $r = \text{radius } 0.002\text{m}$
- $t = \text{tinggi tabung } 0.25\text{m}$

Maka,

$$V = 3.14 \times (0.002)^2 \times 0.25$$

$$V = 3.14 \times 0.000004 \times 0.25$$

$$V = 3.14 \times 0.000001$$

$$V = 0.00000314\text{m}^3$$

Jadi, volume tabungnya adalah sekitar 0.00000314 m^3 atau sekitar 3.14 cm^3 .

7. Perhitungan volume ruang uap

$$V_{\text{ruang uap}} = V_{\text{sb}} - V_{\text{air}}$$

Diketahui :

- $V_{\text{sb}} = 0.0314 \text{ m}^3$ (Volume badan boiler)
- $V_{\text{air}} = 0.0015 \text{ m}^3$ (Volume air)

Maka,

$$V_{\text{ruang uap}} = 0.0314\text{m}^3 - 0.0015\text{m}^3$$

$$V_{\text{ruang uap}} = 0.0299\text{m}^3$$

Jadi, volume ruang uap yang tersedia adalah 0.0299m^3 .

2. Proses perakitan alat

1. Langkah pertama adalah proses pembubutan alas sekaligus penutup dan pelubangan aliran uap air untuk wadah penampung air menggunakan plat besi dengan tebal 2 mm diameter 220 mm dengan lubang di tengah 75 mm, untuk lubang keluar masuk air untuk uap air berdiameter 22 mm.
2. Proses selanjutnya adalah proses pengelasan tungku kompor.
3. berikan lubang pada penutup pipa untuk varian lubang nozzle diameter lubang nozzle adalah 2 mm.
4. proses pembuatan rangka Potong besi hollow tebal 1.1 mm untuk pembuatan rangka dengan ukuran lebar 320 mm panjang 520 mm tinggi 400 mm.

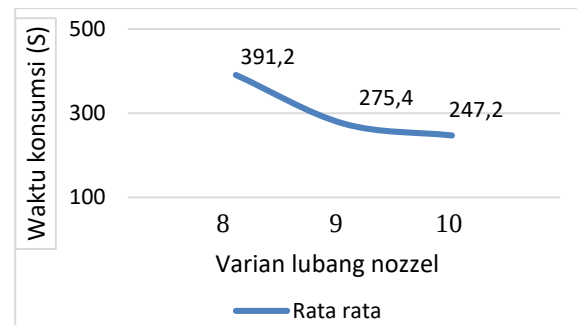
3. Uji fungsi alat

Uji fungsi alat dilakukan dengan cara merebus air menggunakan kompor berbahan bakar oli bekas .perebusan air ini menggunakan 3 varian lubang nozzle yaitu 8 lubang,9 lubang dan, 10 lubang dari 3 varian lubang nozzle ini mana waktu yang tercepat untuk merebus air sebanyak 1L. oli yang di gunakan adalah 800ml oli honda ahm matic, air pada tungku uap air menggunakan air mineral, tekanan uap air menggunakan 2.5 bar. Berikut hasil uji fungsi alat

kompor berbahan bakar oli bekas menggunakan tekanan uap air:

Tabel 1. hasil pengambilan data

Jumlah lubang nozzle	oli bekas menggunakan 800ml oli ahm mpx, air yang akan di rebus adalah 1liter			
	T1 (S) detik	T2 (S) detik	T3 (S) detik	Rata-rata
8	378.06	381.06	375	391.02
9	271.02	303.06	275.04	275.04
10	247.02	250.02	244.08	247.02



Gambar 6. Grafik waktu merebus air 1liter

Grafik ini menunjukkan waktu yang di butuhkan untuk merebus air sebanyak 1 liter menggunakan 800ml oli bekas, air untuk uap air menggunakan air mineral variasi lubang nozzle ada 3 variasi yaitu (8,9,dan 10 lubang).

Data diambil dari tiga percobaan dan di rata-ratakan

- Sumbu X : variasi lubang nozzle (8,9,dan 10 lubang)
- Sumbu Y : waktu konsumsi (detik)
- Tren : waktu lebih cepat dengan menggunakan 10 lubang nozzle. 8 Lubang nozzle membutuhkan waktu yang lebih lama untuk mendidihkan air 1 liter pada panic.

bagian ini memuat tentang data hasil studi literatur, simulasi, ataupun hasil eksperimen. Dapat dibagi menjadi bagian atau sub-sub sesuai dengan permasalahan yang akan dijawab dalam tulisan ini. Langsung pada setiap bagian atau subdiikuti dengan diskusi atau pembahasan terhadap hasil tersebut.

SIMPULAN

Setelah melakukan rancang bangun dan uji fungsi alat kompor berbahan bakar oli bekas menggunakan tekanan uap air, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat pada penelitian ini memiliki volume pada tabung boiler 3.14cm^3 , volume pengelasan pada tabung 6283185.3mm^3 , volume elektroda adalah sekitar 1858.5 mm^3 , gaya *circumferential* (p_c) yang terjadi pada tabung adalah 1270 kg , laju aliran massa *fluida* adalah 5.4 (kg/s) , diameter

orifice 2mm, menggunakan tekanan uap air 2.5 bar, air untuk tekanan uap menggunakan air mineral, oli bekas menggunakan oli bekas honda ahm mpx, dengan variasi lubang nozzel antara 8,9 dan 10 lubang.

2. jumlah lubang nozzel mempengaruhi waktu perebusan air waktu tercepat untuk merebus air adalah menggunakan 10 varian lubang nozzel dengan nilai waktu rata-rata 274.2 detik dan 8 varian lubang nozzel mendapat waktu terlama dengan nilai waktu rata-rata 391,2 detik.

REFERENSI

1. Abimanyu, (2022). PEMANFAATAN LIMBAH OLI KENDARAAN MENJADI BAHAN BAKAR ALTERNATIF UNTUK KOMPOR. <https://nilaisiswa.wordpress.com/wp-content>
2. Azmi, Z., Anwar, Z., & Apriyanti, V. (2022). Perancangan Boiler Dan Tangki Penguapan Pada Mesin Destilasi Minyak Serai wangi Kapasitas 5 Kg. *Jurnal Teknik Mesin dan Industri (JuTMI)*, 1(2), 31–36. <https://doi.org/10.55331/jutmi.v1i2.16>
3. Fernando, (2023). Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Strata Satu (S1) Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.
4. Ichsan dkk, (2023). FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS PANCASAKTI TEGAL 2023.
5. Kusnadi, (2020). PEMANFAATAN OLI BEKAS SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF KOMPOR YANG RAMAH LINGKUNGAN. *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG)*, 5(2), 49–55. <https://doi.org/10.30869/jtpg.v5i2.681>
6. Kusumo dkk, (2022). Perancangan Kompor Jet Berbahan Bakar Oli Bekas untuk Proses Pirolisis Sekam Padi.
7. Mafruddin dkk, (2022). Pengaruh laju aliran udara dan lubang uap air terhadap kinerja kompor dengan bahan bakar oli bekas. *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 11(2). <https://doi.org/10.24127/trb.v11i2.2336>
8. Nugroho, (2022). STUDI EKSPERIMENTAL DIAMETER NOZZLE TERHADAP KUALITAS API KOMPOR BERBAHAN BAKAR LIMBAH CAIR.
9. Pradana, (2022). PENGEMBANGAN PRODUK KOMPOR OLI BEKAS DENGAN MEMPERTIMBANGKAN RISIKO UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI BIAYA PRODUKSI BAGLOG JAMUR. SEMINAR NASIONAL FAKULTAS TEKNIK, 1(1), 27–34. <https://doi.org/10.36815/semastek.v1i1.5>
10. Prayitno dkk, (2021). OLI BEKAS SEBAGAI BAHAN BAKAR (WASTE OIL AS A FUEL). *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia (JAMIN)*, 3(2). <https://doi.org/10.25105/jamin.v3i2.6951>
11. Puspawan, (2020). *THE HEAT TRANSFER FLOW ANALYSIS OF STANDARD PLATE STEEL OF JIS G3106 GRADE SM20B ON PRE-HEATING JOINT WEB PLATE I- GIRDER PROCESS CASE STUDY IN PT. BUKAKA TEKNIK UTAMA, BOGOR REGENCY, WEST JAVA PROVINCE.*
12. Mayasari, (2023). BIOREMEDIASI OLEH BIOKOMPAS PADA TANAH BENGKEL YANG TERCEMARI LIMBAH OLI BEKAS DI KOTA MEDAN. *BEST JOURNAL (BIOLOGY EDUCATION SCIENCE & TECHNOLOGY)*
13. Azmi, (2022). PERANCANGAN BOILER DAN TANGKI PENGUAPAN PADA MESIN DESTILASI MINYAK SERAI WANGI KAPASITAS 5 KG. *Jurnal Teknik Mesin dan Industri*. <http://jutmi.stitekna.ac.id>.
14. Joiman H. Silalahi, (2010). RANCANG BANGUN TABUNG (TANGKI) ANGIN KOMPRESSOR DENGAN TEKANAN 15 BAR. *Digital Repository Universitas Medan Area. repository.uma.ac.id*.
15. Pratama, (2020). Rancang Bangun Kompor (Burner) Berbahan Bakar Oli Bekas. *Mekanika: Majalah Ilmiah Mekanika*. <https://jurnal.uns.ac.id/mechanika/article/view/42378>
16. Andhyka and Waluyo, (2020) ANALISA KEKUATAN SAMBUNGAN LAS PADA KONSTRUKSI MOBIL AIR ENGINE. *Jurnal ALMIKANIK*. <https://ejournal.uikabogor.ac.id/index.php/ALMIKANIK/about>