

Analisis Pengaruh Jenis SAE (Viskositas) Oli Bekas Terhadap Waktu Konsumsi dan Temperatur Pada Alat Kompur Oli Bekas

Mochammad Arya Al Fahrurrozi¹, Ferly Isnomo Abdi², Warju³, Dyah Riandadari⁴

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

E-mail: ferlyabdi@unesa.ac.id

Abstrak: Penelitian ini mengkaji pengaruh jenis SAE (viskositas) oli bekas sebagai bahan bakar pada kompor oli bekas terhadap waktu konsumsi dan temperatur pembakaran, serta mempelajari cara pengujian viskositas oli bekas menggunakan viscometer Ostwald. Masalah pencemaran lingkungan oleh oli bekas menjadi perhatian utama karena merusak kualitas air tanah dan membunuh mikroorganisme penting. Metode penelitian menggunakan eksperimen dengan tiga jenis oli bekas (SAE 5W-30, 10W-40, 20W-50). Pengujian viskositas dilakukan menggunakan viscometer Ostwald, lalu oli bekas digunakan sebagai bahan bakar kompor, dan diukur waktu konsumsi serta temperatur pembakarannya. Hasil menunjukkan bahwa semakin tinggi viskositas oli, semakin lama waktu aliran dalam viscometer dan semakin tinggi temperatur pembakaran. Waktu aliran rata-rata untuk air, oli 5W-30, 10W-40, dan 20W-50 masing-masing adalah 1.08, 5.22, 5.72, dan 6.23 detik. Waktu konsumsi rata-rata untuk oli 5W-30, 10W-40, dan 20W-50 adalah 2182, 2240, dan 2357 detik, dengan temperatur pembakaran berturut-turut 821.23°C, 831.37°C, dan 848.77°C. Kesimpulannya, semakin tinggi viskositas oli, semakin lama waktu konsumsi dan semakin tinggi temperatur pembakaran.

Kata kunci: Jenis SAE, Oli bekas, *Viscometer Ostwald*, Viskositas Oli

Abstract: This research examines the effect of SAE type (viscosity) of used oil as fuel in used oil stoves on consumption time and combustion temperature, and studies how to test the viscosity of used oil using an Ostwald viscometer. The problem of environmental pollution by used oil is a major concern because it damages groundwater quality and kills important microorganisms. The research method used experiments with three types of used oil (SAE 5W-30, 10W-40, 20W-50). Viscosity testing was conducted using an Ostwald viscometer, then the used oil was used as stove fuel, and the consumption time and combustion temperature were measured. The results showed that the higher the viscosity of the oil, the longer the flow time in the viscometer and the higher the combustion temperature. The average flow times for water, 5W-30, 10W-40, and 20W-50 oils were 1.08, 5.22, 5.72, and 6.23 seconds, respectively. The average consumption times for 5W-30, 10W-40, and 20W-50 oils were 2182, 2240, and 2357 seconds, with combustion temperatures of 821.23°C, 831.37°C, and 848.77°C, respectively. In conclusion, the higher the oil viscosity, the longer the consumption time and the higher the combustion temperature.

Keywords: Ostwald viscometer, Oil viscosity, SAE type, Used oil

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

PENDAHULUAN

Oli bekas merupakan salah satu sumber polutan yang signifikan, mampu mencemari air tanah dan merusak ekosistem sekitarnya. Pencemaran ini terjadi ketika oli bekas tumpah atau dibuang secara tidak tepat, sehingga merembes ke dalam tanah dan mencampur dengan air tanah, mengakibatkan kerusakan kualitas air dan membunuh mikroorganisme penting dalam ekosistem tanah. Proses oksidasi biologis yang dilakukan oleh mikroorganisme ini penting untuk menjaga keseimbangan ekosistem tanah dan memecah bahan organik. Ketika mikroorganisme tersebut mati, keseimbangan ekosistem terganggu, menyebabkan penurunan kualitas tanah dan lingkungan secara keseluruhan (Asidu dkk., 2017).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa rata-rata satu buah saringan oli mesin bekas dapat mengandung 0,5 liter limbah oli, yang berpotensi menghasilkan 16 liter limbah oli per tahun, cukup untuk mencemari tanah dan air (Warju dkk., 2019). Penggunaan oli bekas sebagai bahan bakar belum optimal karena kurangnya alat yang sesuai untuk mengubahnya menjadi bahan bakar yang bermanfaat. Diperkirakan bahwa satu liter oli bekas dapat mencemari jutaan liter air bersih dari sumber air tanah (Fitriawan, 2010). Oleh karena itu, pengolahan dan daur ulang oli bekas menjadi sangat penting untuk mengurangi dampak lingkungan yang merugikan.

Namun, penggunaan oli bekas yang tidak sesuai dengan viskositas yang direkomendasikan dapat menyebabkan penurunan efisiensi bahan bakar,

meningkatkan emisi berbahaya, dan bahkan merusak komponen kompor. Ketidakpastian mengenai temperatur dan waktu pembakaran dari berbagai jenis oli bekas menjadi tantangan utama dalam memastikan proses pembakaran yang stabil dan efisien. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada menentukan pengaruh jenis SAE (viskositas) oli bekas terhadap waktu konsumsi dan temperatur pembakaran pada kompor oli bekas.

Berdasarkan masalah-masalah tersebut, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui cara pengujian viskositas dengan alat viscometer Ostwald.
2. Mengetahui pengaruh jenis SAE (viskositas) oli bekas sebagai bahan bakar pada kompor oli bekas terhadap waktu konsumsi dan temperatur.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi penulis, masyarakat, dan lingkungan. Bagi penulis, penelitian ini memberikan pengembangan pengetahuan dan peningkatan keterampilan penelitian, serta peluang untuk publikasi dan prestasi akademis. Bagi masyarakat, hasil penelitian ini dapat meningkatkan efisiensi energi, mengurangi dampak lingkungan, meningkatkan kesadaran lingkungan, dan menghemat biaya operasional.

DASAR TEORI

A. Pelumas

Pelumas merupakan substansi kimia dalam bentuk cairan yang digunakan untuk mengurangi gaya gesek antara dua benda yang bergerak. Tujuan utamanya adalah untuk mengurangi keausan dan gesekan antara permukaan yang saling bergeser (Siskayanti & Engkos Kosim, 2017). Pelumas adalah cairan kental yang dihasilkan dari proses pemrosesan minyak bumi, seringkali diperkaya dengan aditif untuk meningkatkan kinerjanya. Selain dari minyak bumi, pelumas juga bisa dihasilkan dari bahan organik lain seperti minyak jarak, minyak sawit, dan minyak kastrol. Untuk memberikan pelumasan yang optimal, pelumas harus memenuhi persyaratan berikut:

1. Viskositas pelumas harus cocok dengan kebutuhan operasi mesin yang digunakan. Viskositas yang terlalu rendah dapat menyebabkan mesin menjadi panas berlebihan, sementara viskositas yang terlalu tinggi dapat meningkatkan gesekan dan menyulitkan untuk menghidupkan mesin.
2. Pelumas harus memiliki kemampuan pelapisan yang baik pada permukaan logam atau komponen mesin.
3. Pelumas harus tetap terpisah dari kotoran dan benda asing lainnya.
4. Pelumas harus memiliki titik nyala tinggi dan tidak mudah menguap, sehingga tidak mudah terbakar pada suhu tinggi.

5. Pelumas harus memiliki konduktivitas panas yang baik untuk mempermudah transfer panas.
6. Pelumas juga harus memiliki titik beku rendah, terutama penting saat mesin bekerja dalam kondisi dingin.

Kebutuhan akan pelumas di Indonesia terus meningkat sejalan dengan perkembangan teknologi kendaraan bermotor dan mesin-mesin industri. Salah satu aplikasi utama pelumas adalah pada mesin pembakaran dalam (internal combustion). Oli mesin, atau dikenal juga sebagai minyak pelumas mesin, memiliki berbagai macam jenis dan ragamnya. Pemilihan oli yang tepat sangat tergantung pada jenis penggunaan mesin dan kebutuhan untuk memperpanjang usia pakai mesin. Untuk mencapai kondisi pelumasan yang optimal, permukaan logam yang bersentuhan harus dilapisi secara menyeluruh oleh minyak pelumas yang sesuai (Mujiman, 2008).

Secara umum, pelumas mesin yang tersedia di pasaran dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu berbahan dasar minyak mineral dan berbahan dasar sintesis. Minyak mineral berasal dari minyak mentah dan terdiri dari senyawa parafin, naftalena, dan aromatik. Sifat fisik minyak mineral umumnya tidak berwarna, transparan, tidak berbau, dan terdiri dari campuran senyawa organik sederhana. Kelebihannya termasuk mudah dikontrol sifat fisik dan kimianya, serta harganya yang lebih terjangkau (Nugrahani dkk., 2008). Pelumas dapat diklasifikasikan berdasarkan tingkat viskositas atau kekentalannya, yang biasanya dinyatakan dalam angka-angka Standar Society of Automotive Engineers (SAE).

B. Jenis Pelumas

Menurut Karnowo dkk. (2021), pelumas dapat diklasifikasi menurut tiga hal yaitu bahan asal pelumas, viskositas, dan penggunaannya. Uraian adalah sebagai berikut:

1. Penggolongan menurut bahan asal
 - a. Pelumas Mineral: Terbuat dari base oil yang diperoleh dari minyak mentah, dengan tambahan aditif sekitar 10-20%.
 - b. Pelumas Sintetik: Dibuat dari bahan kimia sintetik baik untuk base oil maupun aditifnya. Pelumas sintetik lebih mahal karena bahan dasarnya bersifat sintetik dan proses pembuatannya kompleks. Pelumas sintetik digunakan pada mesin-mesin yang beroperasi dalam kondisi berat, mobil balap, atau daerah dengan iklim ekstrem.
2. Penggolongan menurut viskositas
 - a. Viskositas minyak pelumas sangat dipengaruhi oleh perubahan suhu. Society of Automobile Engineers (SAE) di

Amerika Serikat mengelompokkan pelumas berdasarkan sistem penomoran SAE. Semakin besar nomor SAE, semakin besar viskositasnya pada suhu yang sama.

3. Penggolongan menurut penggunaan

Pelumas dibagi dalam beberapa jenjang disesuaikan dengan penggunaannya, seperti jenis ML untuk motor-motor bensin yang beroperasi ringan, jenis MM untuk mesin-mesin bensin kerja sedang, jenis MS untuk motor bensin yang beroperasi berat, jenis DG untuk motor-motor diesel yang beroperasi normal, jenis DM untuk motor-motor diesel yang beroperasi berat, dan jenis DS untuk motor-motor diesel yang menggunakan bahan bakar bermutu rendah.

C. Oli Bekas

Oli bekas adalah salah satu sumber polutan yang dapat mencemari air tanah dan mengganggu kualitasnya. Ketika minyak bekas tumpah atau dibuang secara tidak tepat, dapat terjadi pencemaran air tanah karena minyak tersebut dapat merembes ke dalam tanah dan mencampur dengan air tanah, mengakibatkan kerusakan pada kualitas air tersebut. Selain itu, minyak bekas juga memiliki potensi untuk membunuh mikroorganisme yang hidup di dalam tanah (Asidu dkk., 2017). Ada dua jenis oli bekas secara umum: oli bekas industri, yang juga dikenal sebagai *light industrial oil*, dan oli hitam (Raharjo, 2007). Oli bekas mempunyai beberapa sifat sebagai berikut :

1. Viskositas

Viskositas adalah sifat fisik dari cairan atau gas yang menentukan tingkat ketidaklancaran aliran atau perlawanan terhadap aliran tersebut. Dalam konteks minyak pelumas, viskositas mengacu pada kekentalan minyak pelumas dan berpengaruh pada kemampuan minyak tersebut untuk melumasi komponen mesin dengan baik (Asidu dkk., 2017).

2. Titik Nyala

Titik nyala (flash point) dari sebuah cairan bahan bakar merupakan suhu minimum di mana uap yang keluar dari permukaan cairan akan terbakar secara spontan saat terpapar udara di sekitarnya, menghasilkan kilatan cahaya (Raharjo, 2009).

3. Komposisi Kimia Oli Bekas

Oli mesin bekas memiliki kandungan logam yang lebih tinggi dibandingkan dengan oli mesin baru, seperti aluminium, besi, tembaga, mangan, dan seng (Dahlan dkk., 2014).

D. Prinsip Pembakaran

Menurut Kristanto (2020), proses pembakaran adalah reaksi antara unsur-unsur yang terkandung dalam bahan bakar dengan oksigen. Hasil dari proses pembakaran ini akan menghasilkan kalor dan cahaya. Proses pembakaran yang optimal membutuhkan keberadaan oksigen.

E. Waktu dan Suhu Maksimal Pembakaran

1. Waktu Maksimal Pembakaran

Durasi total yang diperlukan untuk proses pembakaran bahan bakar dalam suatu sistem pembakaran, mulai dari saat bahan bakar terpapar dengan sumber panas atau api hingga saat reaksi pembakaran selesai atau mencapai puncaknya.

2. Suhu Maksimal Pembakaran

Suhu tertinggi yang tercapai dalam proses pembakaran bahan bakar, mencerminkan energi panas yang dihasilkan oleh reaksi kimia pembakaran.

Faktor-faktor yang memengaruhi waktu dan suhu pembakaran termasuk jenis bahan bakar, rasio udara-bahan bakar, desain dan kondisi sistem pembakaran, serta suhu dan tekanan lingkungan.

E. Viskometer Ostwald

Viskometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur kekentalan suatu cairan. Salah satu jenis viskometer yang sering digunakan adalah viskometer Ostwald, yang memerlukan jumlah sampel yang relatif sedikit dibandingkan dengan jenis viskometer lainnya (Ridwan dkk., 2012). Prinsip kerjanya adalah dengan mengukur waktu yang diperlukan oleh cairan untuk mengalir melalui pipa kapiler di bawah pengaruh gravitasi.



Gambar 1. Viskometer Ostwald. (Sumber: [http://:Penentuan Viskositas Cairan dengan alat viskometer oswald-KIMIATIP htm](http://:PenentuanViskositasCairandenganalatviskometeroswald-KIMIATIP.htm))

Alat pengukur viskositas ini mampu menentukan tingkat kekentalan cairan dengan akurat dan sesuai dengan standar yang berlaku. Persamaan Poiseuille, yang dinyatakan sebagai :

$$Q = \frac{\pi r^4 \Delta P}{8 \eta l} \dots \dots \dots (1)$$

atau

$$Q = \frac{\pi d^4 \Delta P}{128 \eta L} \dots \dots \dots (2)$$

dengan Q sebagai volume cairan yang mengalir per detik (m^3/s), ΔP sebagai perbedaan tekanan antara kedua ujung pipa (N/m^2), η sebagai viskositas cairan (Ns/m^2), r sebagai jari-jari dalam penampang pipa (m), d sebagai diameter dalam pipa (m), dan L sebagai panjang pipa (m). Jika cairan yang diuji memiliki viskositas η_1 dan pembandingnya (air) memiliki viskositas η_2 , dengan jari-jari r^4 , densitas (ρ), waktu (t), volume (V), serta panjang pipa (L), maka hasil perbandingan kedua viskositas pada debit yang sama memenuhi persamaan berikut:

$$\frac{\eta_1 - \pi r^4 (\rho \cdot t)_2}{8VL} \times \frac{8VL}{\pi r^4 (\rho \cdot t)_1} \dots \dots \dots (3)$$

dan

$$\frac{\eta_1 - \rho_1 t_1}{\eta_2 - \rho_2 t_2} \dots \dots \dots (4)$$

Sumber : (Regina, dkk., 2018)

Mengakui pentingnya viskositas dalam berbagai aplikasi kehidupan, perlu dipahami metode pengukurannya yang sederhana, ekonomis, dan akurat. Salah satu metode yang dapat diandalkan adalah penggunaan viskometer alternatif sebagai alat untuk mengukur kekentalan cairan (Sutiah, et al., 2008).

Dalam Sistem Internasional (SI), viskositas dinyatakan dalam satuan mm^2/s atau cm^2/s , dimana $1 cm^2/s$ setara dengan 1 Stokes (St). Satuan viskositas lainnya adalah Poise (P), dengan 1P setara dengan 1 Ns/m^2 . Tabel berikut menyajikan daftar nilai viskositas berbagai cairan pada berbagai suhu dalam satuan tersebut:

Tabel 1. Nilai viskositas zat cair pada berbagai suhu (dalam Poise)

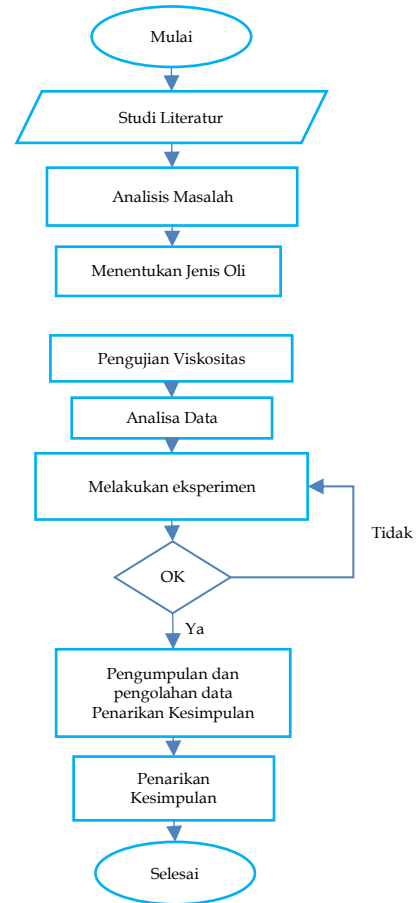
Cairan	0°C	10°C	20°C	30°C	40°C	50°C
Air	0,0179	0,013	0,0101	0,008	0,0065	0,0055
Gliserin	105,9	34,4	13,4	6,29	2,89	1,41
Amilin	0,102	0,065	0,0044	0,0316	0,0227	0,0185
Bensin	0,0091	0,0076	0,0065	0,0056	0,005	0,0044
Etanol	0,0177	0,0147	0,012	0,0100	0,0083	0,007
Minyak	25,3	3,84	1,63	0,96	-	-
Lobak						

Sumber: Bird dalam (Rana, 2015).

METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang bertujuan untuk menguji pengaruh jenis SAE (viskositas) oli bekas sebagai bahan bakar pada

kompor terhadap waktu konsumsi dan temperatur pembakaran. Metode penelitian ini melibatkan beberapa tahap yang meliputi persiapan literatur, analisis masalah, pengumpulan dan pengujian oli bekas, pelaksanaan eksperimen, serta analisis data. Berikut adalah langkah-langkah detail yang dilakukan dalam penelitian ini:



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

1. Menyiapkan Studi Literatur

Tahap awal penelitian adalah mencari dan mengkaji literatur yang relevan, termasuk buku, skripsi, jurnal, dan artikel ilmiah yang membahas:

- a. Penggunaan oli bekas sebagai bahan bakar.
- b. Pengaruh jenis SAE oli pada karakteristik pembakaran.
- c. Pemanfaatan oli bekas sebagai bahan bakar alternatif.

2. Melakukan Analisis Masalah

Analisis masalah dilakukan untuk memahami secara mendalam masalah seputar pengaruh jenis oli terhadap waktu dan temperatur pembakaran. Hal ini bertujuan untuk memberikan solusi pada permasalahan yang ada dan menghasilkan inovasi pada kompor berbahan bakar oli bekas.

3. Menentukan Jenis Oli Bekas Identifikasi Lokasi Pengumpulan:

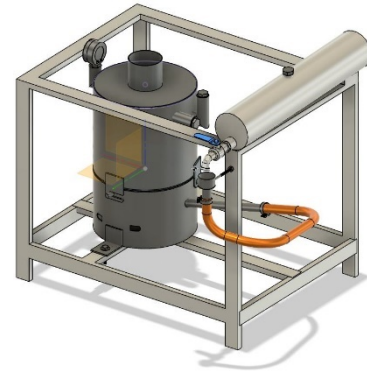
- a. Melakukan survei ke bengkel terdekat, melakukan research online shop, dan mengumpulkan oli dari kendaraan pribadi.
 - b. Penentuan Kriteria Sampel Oli: Memastikan bahwa sampel yang dikumpulkan memenuhi kriteria tertentu seperti jenis SAE, kondisi fisik, umur oli bekas, jumlah sampel, dan asal usul sampel.
 - c. Pengumpulan Oli: Mengumpulkan oli bekas dalam wadah yang bersih dan memberikan penanda sesuai jenis oli.
4. Pengujian Viskositas
- Pengukuran viskositas dilakukan menggunakan Viscometer Ostwald dengan langkah-langkah sebagai berikut:
- a. Mempersiapkan Alat dan Bahan: Menyiapkan Viscometer Ostwald dan oli bekas yang akan diuji.
 - b. Pengecekan Suhu Ruangan dan Kelembapan: Menggunakan hygrometer untuk mengukur suhu dan kelembapan ruangan.
 - c. Pengisian Viscometer: Mengisi Viscometer Ostwald dengan oli bekas hingga batas yang tertera.
 - d. Pengukuran Waktu Aliran: Mengukur waktu yang dibutuhkan oli untuk mengalir dari satu titik ke titik lain menggunakan stopwatch.
 - e. Kesimpulan Hasil: Menarik kesimpulan tentang viskositas cairan yang diuji.
5. Analisa Data Data viskositas yang diperoleh dianalisis dengan mengonversi waktu aliran menjadi nilai viskositas dalam satuan Ns/m^2 . Data ini kemudian digunakan untuk eksperimen selanjutnya.
6. Melakukan Eksperimen Pembakaran
- a. Mempersiapkan Alat dan Bahan: Mengumpulkan berbagai jenis SAE oli bekas, kompor oli bekas, stopwatch, termokopel tipe K, hygrometer, dan bahan bakar tambahan.
 - b. Pelaksanaan Eksperimen: Mengisi kompor dengan satu jenis oli bekas, menyalakan kompor, mencatat waktu konsumsi dan suhu pembakaran menggunakan termometer dan stopwatch.
 - c. Replikasi dan Pengulangan: Mengulangi eksperimen untuk memastikan konsistensi hasil.
 - d. Pengamatan dan Pencatatan Data: Mengamati dan mencatat data waktu konsumsi dan suhu pembakaran..
7. Pengumpulan dan Pengolahan Data Data yang terkumpul selama eksperimen divalidasi dan

dilakukan pembersihan data untuk menghilangkan data yang tidak valid. Data kemudian dianalisis menggunakan teknik statistik untuk menarik kesimpulan.

8. Penarikan Kesimpulan

Setelah data dianalisis, kesimpulan diambil berdasarkan hasil eksperimen mengenai pengaruh jenis SAE oli bekas terhadap waktu konsumsi dan temperatur pembakaran.

Desain Kompor 3D



Gambar 3. Desain 3D Kompor Oli Bekas

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Viskositas

Berikut adalah langkah-langkah dalam metode pengujian viskositas menggunakan viscometer Ostwald :

- a. Persiapkan alat dan bahan seperti Viscometer Ostwald, sampel oli bekas yang akan diuji, stopwatch, hygrometer untuk mengendalikan suhu ruangan dan kelembapan.



Gambar 4. Alat dan Bahan Pengujian Viskositas

- b. Kalibrasi viscometer dengan cara memastikan viscometer dalam keadaan bersih dan kering, isi viscometer dengan cairan standar (air suling) untuk kalibrasi. Ukur waktu yang diperlukan cairan standar untuk mengalir melalui kapiler viscometer dari tanda atas ke tanda bawah pada suhu tertentu. Catat waktu ini (t_{air}).



Gambar 5. Kalibrasi Viskometer

- c. Pengujian oli bekas ke viscometer, isi viscometer dengan oli bekas sampai mencapai tanda yang telah ditentukan, tempatkan viscometer dalam posisi vertikal dan pastikan tidak ada gelembung udara dalam kapiler



Gambar 6. Pengujian Oli Bekas

- d. Pengukuran waktu aliran, tarik cairan dengan pipet sampai melewati batas garis pengujian lalu lepaskan pipet bersamaan dengan menekan stopwatch dan ukur waktu yang diperlukan oli bekas untuk mengalir dari tanda atas ke tanda bawah menggunakan stopwatch, catat waktu ini (t_{oli})



Gambar 7. Pengukuran Waktu Aliran

- e. Perhitungan viskositas Nilai viskositas (η) dapat dihitung menggunakan rumus persamaan ke 4 dari jurnal (Regina, dkk., 2018)

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{\rho_1 t_1}{\rho_2 t_2} \text{ menjadi } \eta_{oli \text{ bekas}} = \frac{\rho_{oli} t_{oli}}{\rho_{air} t_{air}} \eta_{air}$$

Diketahui :

$$\rho_{air} : 0,997 \text{ g}_r / \text{cm}^3 (25^\circ\text{C})$$

Sumber : (Aditya, 2021)

$$\rho_{5W-30} : 0,86 \text{ g}_r / \text{cm}^3$$

$$\rho_{10W-40} : 0,87 \text{ g}_r / \text{cm}^3$$

$$\rho_{20W-50} : 0,88 \text{ g}_r / \text{cm}^3$$

Sumber massa jenis oli : (Kopeliovich, 2023)

$$\eta_{air} : 0,890 \text{ cP} (25^\circ\text{C})$$

Sumber : (NIST, 2023.)

$$t_{air} : 1.08$$

$$t_{5W-30} : 5.22$$

$$t_{10W-40} : 5.72$$

$$t_{20W-50} : 6.23$$

Pertanyaan :

Berapa hasil perhitungan viskositas pada masing masing jenis SAE oli bekas?

- a. 5W-30

$$\eta_{5W-30} = \frac{\rho_{5W-30} t_{5W-30}}{\rho_{air} t_{air}} \eta_{air}$$

$$\eta_{5W-30} = \frac{0,86 \times 5,22}{0,997 \times 1,08} \times 0,890$$

$$\eta_{5W-30} = \frac{4,4892}{1,076} \times 0,890$$

$$\eta_{5W-30} = 3,7132 \text{ cP}$$

- b. 10W-40

$$\eta_{10W-40} = \frac{\rho_{10W-40} t_{10W-40}}{\rho_{air} t_{air}} \eta_{air}$$

$$\eta_{10W-40} = \frac{0,87 \times 5,72}{0,997 \times 1,08} \times 0,890$$

$$\eta_{10W-40} = \frac{4,49764}{1,076} \times 0,890$$

$$\eta_{10W-40} = 4,1162 \text{ cP}$$

- c. 20W-50

$$\eta_{20W-50} = \frac{\rho_{20W-50} t_{20W-50}}{\rho_{air} t_{air}} \eta_{air}$$

$$\eta_{20W-50} = \frac{0,88 \times 6,23}{0,997 \times 1,08} \times 0,890$$

$$\eta_{20W-50} = \frac{5,4824}{1,076} \times 0,890$$

$$\eta_{20W-50} = 4,5347 \text{ Cp}$$

B. Pengujian Jenis Oli Bekas

Pengujian dilakukan dengan mengumpulkan beberapa jenis oli bekas yang memiliki berbagai jenis SAE yang (SAE 5W-30, SAE 10W-40, SAE 20W-50). Setiap jenis oli bekas ini akan diuji secara terpisah menggunakan kompor oli bekas yang sudah dikalibrasi. Rancangan eksperimen mencakup langkah-langkah sebagai berikut:

1. Persiapan alat dan bahan, siapkan alat kompor oli bekas dengan menggunakan nozzle 8, thermocouple, stopwatch dan masing masing jenis oli bekas



Gambar 8. Alat dan Bahan Pengujian Jenis Oli Bekas

2. Isi oli bekas pada tanki wadah oli sebanyak 500 ml dan pastikan keran oli masih dalam keadaan tertutup



Gambar 9. Pengisian Oli Bekas ke dalam Tangki

3. Isi air dari lubang pipa uap air yang berbentuk L, kemudian tuang 100 ml jenis oli bekas yang akan diuji dan tambahkan sedikit bensin dan beberapa kertas untuk membantu awal pembakaran



Gambar 10. Pengisian Air dan Penuangan Oli

4. Pada saat mulai pembakaran oli pada tungku mulai menghitung waktu konsumsi dengan stopwatch



Gambar 11. Mulai Perhitungan Stopwatch

5. Tunggu sampai oli benar benar terbakar, setelah itu pasang tungku uap air ke tungku pembakaran dan tunggu sampai air mendidih



Gambar 12. Pemasangan Tungku Uap Air

6. Buka keran oli sedikit agar pembakaran tetap optimal



Gambar 13. Keran Oli Dibuka

7. Jika api kompor sudah optimal, mulai pengecekan suhu yang dihasilkan dan yang akan dicapai pada jenis oli tersebut



Gambar 14. Pengecekan Temperatur

8. Matikan stopwatch ketika kompor sudah mulai tidak efektif atau padam dan catat hasil waktu konsumsi



Gambar 15. Perhitungan Waktu Konsumsi Selesai

C. Hasil Pengujian

Tabel 2. Hasil Pengujian Viskositas Pada Suhu 25 °C

Jenis Oli Bekas	Volume Viscometer (ml)	Pengukuran waktu (s)			Rata-rata waktu (s)
		I	II	III	
Air	10	0.88	1.07	1.30	1.08
5W-30	10	5.42	4.96	5.35	5.22
10W-40	10	5.85	5.80	5.52	5.72
20W-50	10	6.06	6.49	6.14	6.23

Pengujian viskositas dilakukan pada beberapa jenis oli bekas dan air pada suhu 25°C menggunakan volume viscometer sebesar 10 ml. Pengukuran dilakukan tiga kali untuk setiap jenis oli dan air, lalu dihitung rata-rata waktunya. Berikut hasil pengukurannya:

1. Air: Memiliki waktu rata-rata viskositas tercepat yaitu 1.08 detik.
2. Oli 5W-30: Memiliki waktu rata-rata viskositas sebesar 5.22 detik.
3. Oli 10W-40: Memiliki waktu rata-rata viskositas sebesar 5.72 detik.
4. Oli 20W-50: Memiliki waktu rata-rata viskositas terbesar yaitu 6.23 detik.

Dari hasil ini terlihat bahwa semakin tinggi kelas viskositas oli (5W-30, 10W-40, 20W-50), semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk mengalir melalui viscometer, menunjukkan bahwa oli tersebut lebih kental dibandingkan air.

Tabel 3. Hasil Pengujian Waktu konsumsi

Volume (ml)	Jenis Oli Bekas	Waktu Konsumsi (menit)			
		I	II	III	Rata-rata
0,6	5W-30	35.38	36.93	36.88	36.37
0,6	10W-40	37.35	37.23	37.42	37.30
0,6	20W-50	39.27	39.23	39.35	39.38

Pengujian dilakukan untuk menentukan waktu konsumsi dari beberapa jenis oli bekas (5W-30-30, 10W-40, 20W-50) dengan volume 0.6 ml. Pengukuran waktu konsumsi dilakukan tiga kali untuk setiap jenis oli, kemudian dihitung rata-ratanya. Hasil pengukuran menunjukkan:

1. Oli 5W-30: Memiliki waktu konsumsi rata-rata tercepat yaitu 36.37 menit.
2. Oli 10W-40: Memiliki waktu konsumsi rata-rata sebesar 37.30 menit.
3. Oli 20W-50: Memiliki waktu konsumsi rata-rata terlama yaitu 39.38 menit.

Dari hasil ini terlihat bahwa semakin tinggi kelas viskositas oli (5W-30, 10W-40, 20W-50), semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk menghabiskan massa oli yang sama, menunjukkan bahwa oli tersebut

lebih kental dan memerlukan lebih banyak waktu untuk dikonsumsi.

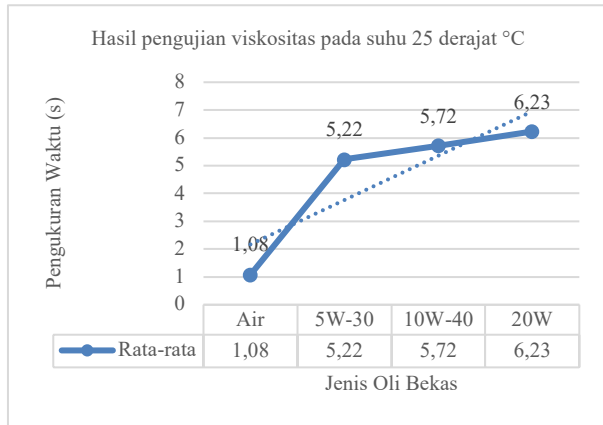
Tabel 3. Hasil Pengujian Waktu konsumsi

Volume (ml)	Jenis Oli Bekas	Temperatur (°C)			
		I	II	III	Rata-rata
0,6	5W-30	822.7	821.8	819.2	821.23
0,6	10W-40	835.4	833.7	825.0	831.37
0,6	20W-50	841.1	858.6	846.6	848.77

Pengujian dilakukan untuk mengukur temperatur pada beberapa jenis oli bekas (5W-30, 10W-40, 20W-50) dengan massa 0.6 ml. Pengukuran temperatur dilakukan tiga kali untuk setiap jenis oli, kemudian dihitung rata-ratanya. Hasil pengukurannya menunjukkan:

1. Oli 5W-30: Memiliki temperatur rata-rata sebesar 821.23°C.
2. Oli 10W-40: Memiliki temperatur rata-rata sebesar 831.37°C.
3. Oli 20W-50: Memiliki temperatur rata-rata tertinggi yaitu 848.77°C.

Dari hasil ini terlihat bahwa oli dengan kelas viskositas yang lebih tinggi (10W-40 dan 20W-50) cenderung memiliki temperatur yang lebih tinggi dibandingkan dengan oli dengan viskositas lebih rendah (5W-30). Hal ini disebabkan oleh perbedaan karakteristik termal dan daya hantar panas dari masing-masing jenis oli.

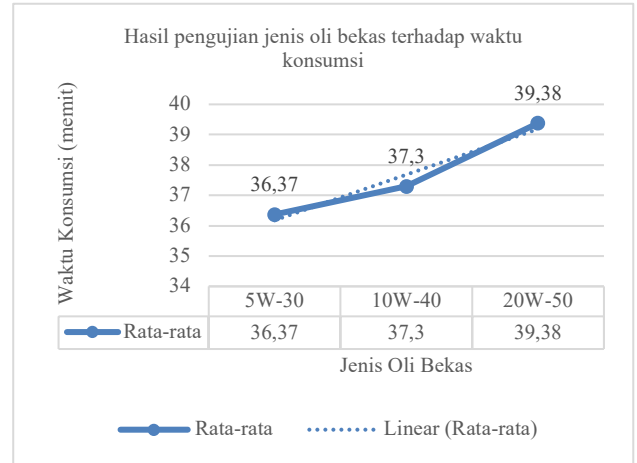


Gambar 16. Grafik Hasil Pengujian Viskositas

Grafik ini menunjukkan perbandingan waktu yang diperlukan oleh berbagai jenis oli bekas (SAE 5W-30, 10W-40, 20W-50) untuk mengalir melalui viscometer pada volume tetap. Waktu pengukuran diambil dari tiga percobaan dan dirata-ratakan untuk mendapatkan nilai yang akurat.

1. Sumbu X: Jenis Oli Bekas (SAE 5W-30, SAE 10W-40, SAE 20W-50)
2. Sumbu Y: Waktu Pengukuran (detik)
3. Tren: Waktu pengukuran meningkat seiring dengan peningkatan viskositas oli.

Oli dengan viskositas lebih tinggi memerlukan waktu lebih lama untuk mengalir melalui viscometer.

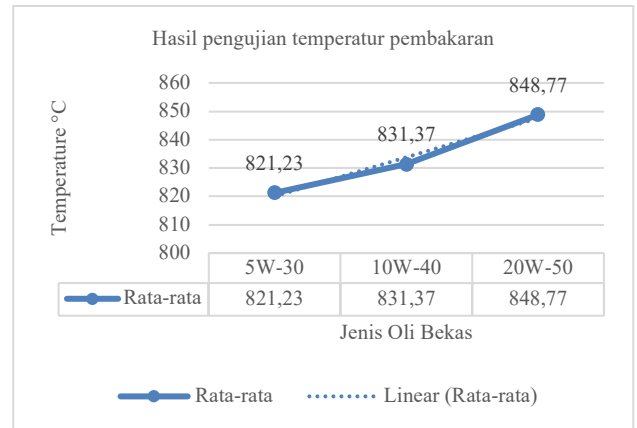


Gambar 17. Grafik Hasil Pengujian Waktu Konsumsi

Grafik ini menunjukkan waktu yang dibutuhkan oleh kompor oli bekas untuk mengkonsumsi 0.6 ml oli bekas dari berbagai jenis SAE (5W-30, 10W-40, 20W-50). Data diambil dari tiga percobaan dan dirata-ratakan..

1. Sumbu X: Jenis Oli Bekas (SAE 5W-30, SAE 10W-40, SAE 20W-50)
2. Sumbu Y: Waktu Konsumsi (detik)
3. Tren: Waktu konsumsi meningkat dengan peningkatan viskositas oli.

Oli dengan viskositas lebih tinggi membutuhkan waktu lebih lama untuk dikonsumsi oleh kompor.



Gambar 18. Grafik Hasil Pengujian Temperatur

Grafik ini menunjukkan temperatur pembakaran dari oli bekas dengan berbagai jenis SAE (5W-30, 10W-40, 20W-50) ketika digunakan sebagai bahan bakar pada kompor oli bekas. Data diambil dari tiga percobaan dan dirata-ratakan.

1. Sumbu X: Jenis Oli Bekas (SAE 5W-30, SAE 10W-40, SAE 20W-50)
2. Sumbu Y: Temperatur Pembakaran (°C)
3. Tren: Temperatur pembakaran meningkat seiring dengan peningkatan viskositas oli.

Oli dengan viskositas lebih tinggi menghasilkan temperatur pembakaran yang lebih tinggi. Secara

keseluruhan, grafik-grafik ini mengilustrasikan bahwa viskositas oli bekas (SAE) berpengaruh signifikan terhadap waktu aliran melalui viscometer, waktu konsumsi oleh kompor, dan temperatur pembakaran. Semakin tinggi viskositas oli, semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk aliran dan konsumsi, serta semakin tinggi temperatur pembakarannya.

SIMPULAN

1. Cara pengujian viskositas dengan viscometer Ostwald

Pengujian viskositas oli bekas dengan menggunakan Viscometer Ostwald dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Persiapan Alat dan Bahan
- b. Kalibrasi Viscometer
- c. Pengujian Oli Bekas
- d. Pengukuran Waktu Aliran
- e. Perhitungan Viskositas

2. Pengaruh Jenis SAE (Viskositas) terhadap Waktu konsumsi dan Temperatur

Semakin tinggi kelas viskositas oli (5W-30, 10W-40, 20W-50), semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk menghabiskan massa oli yang sama, menunjukkan bahwa oli tersebut lebih kental dan memerlukan lebih banyak waktu untuk dikonsumsi. Semakin tinggi viskositas oli, semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk aliran dan konsumsi, serta semakin tinggi temperatur pembakarannya.

REFERENSI

Journal:

1. Asidu, L. O. A. D., Hasbi, M., & Aksar, P. Pemanfaatan minyak oli bekas sebagai bahan bakar alternatif dengan pencampuran minyak pirolisis. *Jurnal Mahasiswa Teknik Mesin*. 2017; 2(2).
2. Dahlan, M. H., Setiawan, A., & Rosyada, A. Pemisahan oli bekas dengan menggunakan kolom diltrasi dan membran keramik berbahan baku Zeolit dan Lempung. *Jurnal Teknik Kimia*. 2014; 20(1).
3. Hidayat, A. R., & Basyirun, B. Pengaruh Jenis Oli Bekas Sebagai Bahan Bakar Kompor Pengecoran Logam Terhadap Waktu Konsumsi dan Suhu Maksimal pada Pembakaran. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*. 2020; 5(2): 103–108. <https://doi.org/10.21831/dinamika.v5i2.34802>
4. Kristanto, D. A. Pembakaran dan karakteristik bahan bakar cair. *Jurusan Teknik Fisika*. 2020.
5. Kusnadi, A., Djafar, R., & Mustofa, M. Pemanfaatan oli bekas sebagai bahan bakar alternatif kompor yang ramah lingkungan. *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG)*. 2020; 5(2). <https://doi.org/10.30869/jtpg.v5i2.681>

6. Mujiman, M. Simulasi pengukuran nilai viskositas oli mesran SAE 10 - SAE 40 dengan penampil LCD. *Jurusan Teknik Elektro*. 2008; 6(1). <https://telkomnika.uad.ac.id/index.php/TELKOMNIKA/article/view/550/359>
7. Regina, O., Sudrajad, H., & Syaflita, D. Pengukuran viskositas menggunakan viskometer alternatif. *Jurnal Geliga Sains*. 2018; 6(2): 127–132.
8. Siskayanti, R., & Engkos Kosim, M. Analisis pengaruh bahan dasar terhadap indeks viskositas pelumas berbagai kekentalan. *Jurnal Rekayasa Proses*. 2017; 11(2): 94–100. <https://doi.org/10.22146/jrekpros.31147>
9. Sutiah, Sofjan Firdausi, K., & Setia Budi, W. Studi kualitas minyak goreng dengan parameter viskositas dan indeks bias. *Jurnal Energi Terbarukan*. 2008; 11(2).

Proceeding:

1. Ridwan, R., Wiseno, E., & Gangsar Suwargo, P. Pembuatan dan pengujian viskometer tabung. *International Conference on Engineering*. Surabaya. 2012: 45-50.

Textbooks:

1. Karnowo, K., Al-janan, D. H., Maulana, S., Indriawan, A. D. N., & Setiadi, R. *Bahan Bakar dan Pelumas*. P. Sudarmo, A. Averoez, & D. RGB (Eds.). CV Mahata (Magna Raharja Tama). 2021.
2. Mulyaningsih, E. *Metode penelitian terapan bidang pendidikan dan teknik*. A. Nuryanto (Ed.). 2011.
3. Payadnya, P. A. A., & Jayantika, G. A. N. T. *Panduan penelitian eksperimen beserta analisis statistik dengan SPSS*. H. Rahmadhani & I. Fatria (Eds.). CV Budi Utama. 2018.
4. Siyoto, S., SKM, Kes, M., & Ali Sodik, M. *Dasar metodologi penelitian*. A. Ayup, S. Simages, & D. Dwilesta (Eds.). Literasi Media Publishing. 2015.

Patent:

1. Raharjo, W. P. Pemanfaatan TEA (Three Ethyl Amin) dalam proses penjernihan oli bekas sebagai bahan bakar pada pelenuran oliminium. Patent number: ID001234567. 2007.
2. Raharjo, W. P. Pemanfaatan oli bekas dengan pencampuran minyak tanah sebagai bahan bakar pada atomizing burner. Patent number: ID001234568. 2009.

Standards:

1. ASTM International. D445-19. Standard Test Method for Kinematic Viscosity of Transparent and Opaque Liquids (and Calculation of Dynamic Viscosity). West Conshohocken: ASTM International; 2019.

Reports:

1. Warju, W., Muhaji, H., Susila, W., Sutjahjo, D. H., & Soeryanto, H. Pelatihan reduksi limbah oli dari saringan mesin oli bekas menggunakan oli filter cleaner di SMK Negeri 1 Bendo Magetan. 2019.