



Studi Eksperimental Viskositas pada Campuran *Coolant-Air* dengan Beragam Konsentrasi

Filia Solagratia Takasumiang¹, Faiq Akmal², Affan Mahfani³, Mochamad Aly Umar Umha⁴, Kevin Samuel Sijabat⁵, Dhiya Luqyana⁶, Muslimin⁷, Azam Milah Muhamad⁸

^{1,2,3,4,5,6,7,8} Politeknik Negeri Jakarta, Depok

Email: filia.solagratia.takasumiang.tm22@mhs.wpnj.ac.id

Received: 14 Desember 2024; Received in revised form: 3 September 2025; Accepted: 30 September 2025

Abstract

Cooling systems play a crucial role in maintaining the operating temperature of machines, with coolant as a key element to absorb, transfer, and release heat. This study aims to analyze the effect of coolant-water mixture concentration on its dynamic viscosity. Experiments were conducted using three different water concentrations (90%, 80%, and 60%) at a total volume of 250 mL. Data were obtained from flow time measurements through a tube of specific length and diameter, and dynamic viscosity was calculated using Poiseuille's Equation. The results indicate that higher water concentrations reduce dynamic viscosity, making the fluid flow more easily. These findings provide valuable insights for developing more efficient coolant formulations, enhancing the performance of cooling systems in various mechanical applications.

Keywords: coolant; dynamic viscosity; water concentration; cooling system; experimental method

Abstrak

Sistem pendingin berperan penting dalam menjaga temperatur kerja mesin agar tetap stabil, dengan coolant sebagai elemen kunci untuk menyerap, mentransfer, dan melepas panas. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh konsentrasi campuran coolant-air terhadap viskositas dinamik. Pengujian dilakukan secara eksperimental menggunakan tiga konsentrasi air yang berbeda (90%, 80%, dan 60%) pada volume total 250 mL. Data diperoleh dari pengukuran waktu aliran melalui selang dengan panjang dan diameter tertentu, dan viskositas dinamik dihitung menggunakan Persamaan Poiseuille. Hasil menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi air menurunkan viskositas dinamik, sehingga cairan lebih mudah mengalir. Temuan ini memberikan wawasan penting dalam formulasi coolant yang lebih efisien, yang dapat meningkatkan kinerja sistem pendingin di berbagai aplikasi mekanis.

Kata kunci: coolant; viskositas dinamik; konsentrasi air; sistem pendingin; metode eksperimen

1. PENDAHULUAN

Dalam menjaga kinerja dan keandalan berbagai perangkat mekanis ada suatu sistem yang memegang peranan penting yaitu sistem pendingin. Tujuan utama sistem pendingin adalah untuk menjaga temperatur kerja mesin supaya tetap stabil [1]. Salah satu elemen kunci dalam sistem ini adalah coolant, cairan yang berguna untuk menyerap, mentransfer dan melepas panas. Dalam menjalankan fungsinya, efektivitas coolant sangat bergantung pada sifat fisiknya, terkhusus viskositas dinamik.

Viskositas dinamik adalah sifat fluida yang menghubungkan tegangan geser dengan gerakan fluida. Viskositas dinamik tampaknya sama dengan rasio tegangan geser terhadap gradien kecepatan [2]. Parameter ini harus optimal untuk memastikan coolant dapat mengalir dengan baik tanpa meningkatkan konsumsi energi. Dalam praktiknya, coolant sering dicampur dengan air untuk menyesuaikan sifat fisiknya. Namun, perubahan konsentrasi air dapat memengaruhi viskositas, densitas, dan pada akhirnya berdampak pada performa keseluruhan sistem.

Penelitian ini berfokus pada analisis viskositas dinamik campuran coolant dan air dengan tiga konsentrasi berbeda: 90%, 80%, dan 60% air. Percobaan dilakukan dengan metode eksperimental [3], dimana volume total cairan adalah 250 mL. Data didapatkan dari pengukuran waktu aliran cairan campuran di selang dengan panjang dan diameter tertentu, kemudian data diolah untuk menghitung viskositas dinamik menggunakan Persamaan Poiseuille [4]. Faktor kontrol [5] seperti suhu cairan, panjang selang, dan ketinggian outlet dijaga konstan untuk memastikan validitas hasil.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam memahami pengaruh konsentrasi air terhadap viskositas coolant serta menjadi referensi bagi pengembangan formulasi coolant yang lebih efisien dan efektif.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan metode eksperimental untuk menganalisis viskositas dinamik pada campuran coolant-air dengan variasi konsentrasi. Dimana pengukuran waktu alir cairan campuran yang akan digunakan untuk menghitung densitas, debit aliran, perbedaan tekanan, dan viskositas dinamik berdasarkan Persamaan Poiseuille [4].

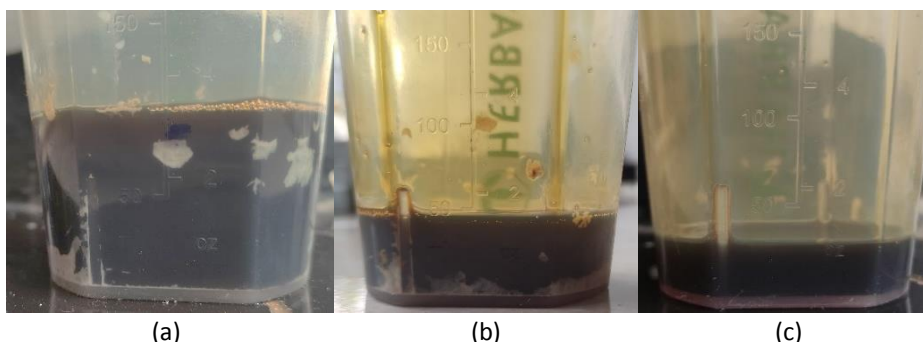
2.1. Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini variabel yang digunakan ada tiga, yaitu:

- **Variabel Bebas:** Konsentrasi campuran coolant-air dengan tiga variasi
 - Konsentrasi 1: 100 mL coolant dromus dan 150 mL air (60% air).
 - Konsentrasi 2: 50 mL coolant dromus dan 200 mL air (80% air).
 - Konsentrasi 3: 25 mL coolant dromus dan 225 mL air (90% air).
- **Variabel Terikat:** Viskositas dinamik cairan.
- **Variabel Kontrol:**
 - Suhu cairan.
 - Panjang dan diameter selang.
 - Ketinggian outlet selang.

2.2. Prosedur Penelitian

1. Melakukan perhitungan dimensi fisik
 - Langkah awal yang dilakukan dalam penelitian ini adalah memastikan dimensi fisik dari selang yang digunakan, seperti radius (r) dan panjangnya (L), serta menentukan ketinggian posisi outlet.
2. Persiapan sampel
 - Campurkan coolant dan air sesuai dengan konsentrasi yang sudah ditentukan seperti Gambar 1.

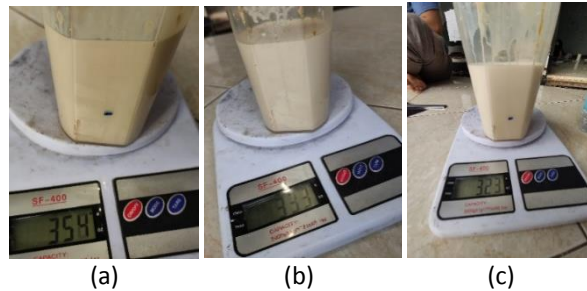


Gambar 1. Konsentrasi Coolant Murni (a) 100 mL, (b) 50 mL dan (c) 25 mL

- Pastikan total volume setiap cairan campuran adalah 250 mL.

3. Pengukuran massa dan densitas [6]

- Timbang setiap cairan campuran untuk mengetahui massanya seperti yang dilakukan pada Gambar 2.



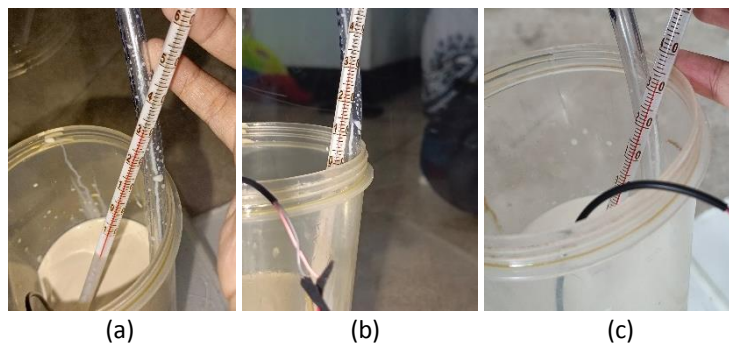
Gambar 2. Massa Cairan Campuran (a) 60% air, (b) 80% air dan (c) 90% air

- Hitung densitas dengan menggunakan persamaan:

$$\rho = \frac{\text{massa}}{\text{volume}} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$$

4. Pengujian waktu aliran

- Pasang selang pada posisi outlet yang sudah ditentukan ketinggiannya.
- Hitung perbedaan tekanan cairan dengan persamaan:
 $\Delta P = \rho gh \text{ [Pa]}$
- Masukkan selang yang sudah terhubung dengan *micro submersible pump* DC3-5V ke dalam cairan campuran yang sudah dipersiapkan sebelumnya.
- Karena pompa yang digunakan tidak bisa menyalurkan cairan campuran hingga titik 0 mL, maka penyaluran cairan dibatasi hingga cairan mencapai sisa 75 mL. Dengan demikian, volume cairan yang digunakan dalam pengujian ini adalah 175 mL.
- Sebelum setiap pengujian dilakukan, ukur suhu cairan pada setiap konsentrasi menggunakan termometer. Hal ini penting karena suhu cairan dapat memengaruhi sifat fluida termasuk debit aliran yang dihasilkan [7]. Pastikan suhu cairan dicatat untuk setiap percobaan seperti yang dilakukan pada Gambar 3.



Gambar 3. Suhu cairan campuran (a) 60% air, (b) 80% air dan (c) 90% air

- Lakukan pengujian sebanyak lima kali pada setiap konsentrasi untuk mendapatkan nilai debit aliran dengan persamaan berikut [8]:

$$Q = \frac{\text{volume}}{\text{waktu}} \left[\frac{\text{mL}}{\text{s}} \right]$$

5. Perhitungan viskositas dinamik [4]

- Gunakan data waktu aliran, panjang selang (L), radius selang (r), dan perbedaan tekanan untuk menghitung viskositas dinamik (η) menggunakan Persamaan Poiseuille:

$$\eta = \frac{\pi r^4 \Delta P}{8QL} \text{ [Pa.s]}$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Penelitian

Gambar 4 merupakan hasil penelitian mengenai viskositas dinamik pada campuran *coolant-air* dengan berbagai konsentrasi. Data yang diperoleh mencakup massa, volume, waktu aliran, densitas cairan, debit aliran, perbedaan tekanan, dan viskositas dinamik untuk setiap variasi konsentrasi cairan. Pengujian dilakukan sebanyak lima kali untuk masing-masing konsentrasi untuk mendapatkan data yang akurat dan representatif.

Hasil pengukuran dan perhitungan menunjukkan pengaruh variasi konsentrasi cairan terhadap parameter yang diukur, termasuk debit aliran dan viskositas dinamik. Setiap konsentrasi memberikan hasil yang cukup konsisten. Data ini menjadi dasar untuk analisis lebih lanjut terkait karakteristik fluida campuran *coolant-air* pada kondisi yang telah ditentukan.

Konsentrasi cairan	Massa (g)	Volume (mL)	Waktu (s)	Densitas (g/mL)	Densitas (kg/m ³)	Debit aliran (mL/s)	Perbedaan tekanan (Pa)	Viskositas dinamik (Pa.s)
100 mL coolant + 150 mL air	354	175	19,83	2,022857143	2022,857143	8,825012607	1012,055657	6,73271E-09
			19,96			8,76753507		6,77684E-09
			19,97			8,763144717		6,78024E-09
			19,33			9,053285049		6,56295E-09
			19,53			8,960573477		6,63085E-09
50 mL coolant + 200 mL air	333	175	10,21	1,902857143	1902,857143	17,14005877	952,0184571	3,46651E-09
			10,72			16,32462687		3,63967E-09
			10,23			17,10654936		3,4733E-09
			10,5			16,66666667		3,56497E-09
			10,43			16,77852349		3,54121E-09
25 mL coolant + 225 mL air	323	175	9,7	1,845714286	1845,714286	33,29896907	923,4293143	1,78433E-09
			10,17			31,76007866		1,87078E-09
			9,93			32,52769386		1,82664E-09
			10,25			31,51219512		1,8855E-09
			9,58			33,71607516		1,76225E-09

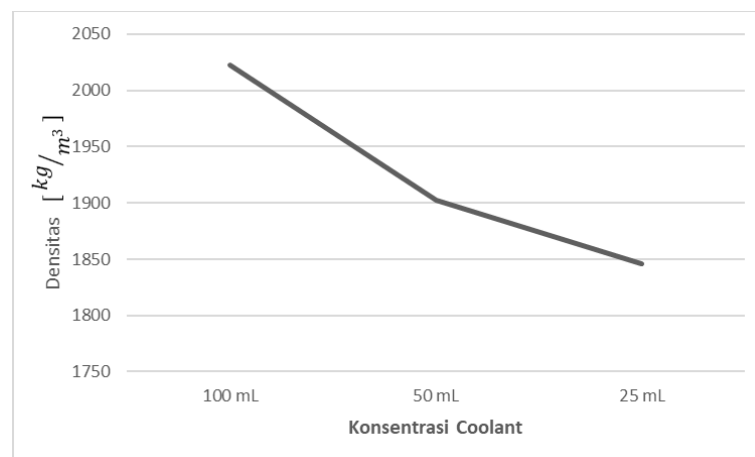
Gambar 4. Data Penelitian

3.2. Pembahasan

Pada subbab ini, hasil penelitian dianalisis berdasarkan beberapa aspek utama, yaitu densitas, pengaruh konsentrasi terhadap debit cairan, viskositas dinamik, dan relevansi hasil terhadap aplikasi praktis.

- **Analisis Densitas**

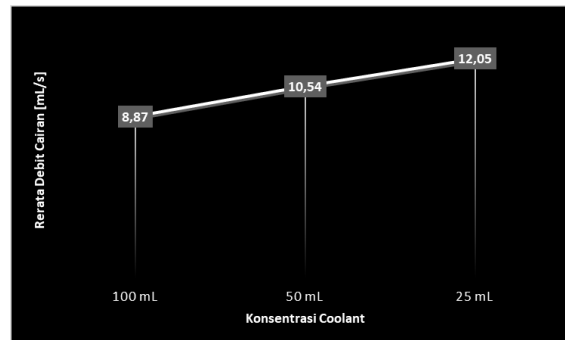
Gambar 4 menyajikan grafik hubungan antara konsentrasi coolant dan densitas cairan. Densitas cairan menunjukkan hubungan linier dengan konsentrasi coolant dalam campuran; semakin tinggi konsentrasi coolant, semakin besar densitas cairan yang dihasilkan. Sebaliknya, semakin tinggi kandungan air, densitas cairan semakin menurun. Sebagai contoh, pada konsentrasi 100 mL coolant + 150 mL air, densitas mencapai 2022,86 [kg/m^3]. Sebaliknya, pada konsentrasi 25 mL coolant + 225 mL air, densitas turun menjadi 1845,71 [kg/m^3]. Hal ini menunjukkan bahwa densitas dapat dijadikan indikator utama untuk mengevaluasi sifat campuran dalam konteks fluida pendingin seperti coolant.



Gambar 4. Grafik Hubungan Konsentrasi Coolant dan Densitas

- Pengaruh Konsentrasi terhadap Debit Cairan**

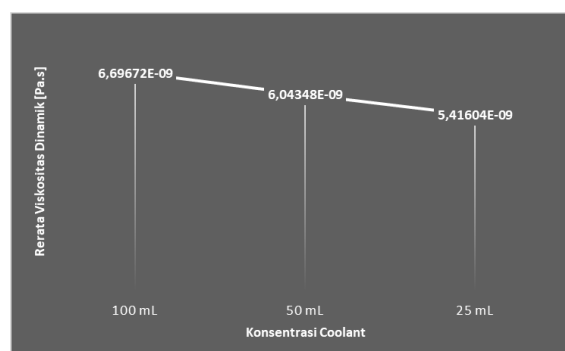
Debit cairan dipengaruhi secara signifikan oleh konsentrasi coolant dalam campuran. Debit aliran cenderung lebih tinggi pada campuran dengan konsentrasi coolant yang lebih rendah, karena massa jenis cairan berkurang seiring dengan peningkatan kadar air. Sebagai contoh, debit aliran tertinggi ditemukan pada konsentrasi 25 mL coolant + 225 mL air, dengan nilai debit sebesar 33,71 mL/s. Sementara itu, debit aliran terendah terjadi pada konsentrasi 100 mL coolant + 150 mL air, dengan nilai debit sebesar 8,96 mL/s. Hal ini menunjukkan bahwa pengaturan konsentrasi sangat penting untuk mengoptimalkan aliran cairan dalam aplikasi tertentu. Gambar 6 menyajikan grafik hubungan antara konsentrasi coolant dan debit cairan yang membuktikan bahwa semakin rendah konsentrasi coolant maka semakin tinggi debit aliran yang dihasilkan.



Gambar 6. Grafik Hubungan Konsentrasi Coolant dan Debit Cairan

- Analisis Viskositas Dinamik**

Viskositas dinamik cairan menunjukkan penurunan seiring dengan peningkatan kadar air dalam campuran. Pada konsentrasi 100 mL coolant + 150 mL air, viskositas dinamik mencapai $6,78 \times 10^{-9}$ [Pa·s]. Sebaliknya, pada konsentrasi 25 mL coolant + 225 mL air, viskositas dinamik menurun menjadi $1,76 \times 10^{-9}$ [Pa·s]. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi coolant yang tinggi memperbesar gaya internal cairan, sehingga memperlambat aliran [9]. Gambar 7 menyajikan grafik hubungan antara konsentrasi coolant dan viskositas dinamik, yang menggambarkan korelasi ini secara visual.



Gambar 7. Grafik Hubungan Konsentrasi Coolant dan Viskositas Dinamik

- Relevansi Hasil terhadap Aplikasi Praktis**

Hasil penelitian ini relevan dalam berbagai aplikasi, seperti sistem pendingin mesin atau distribusi cairan dalam sistem perpipaan. Pemahaman mengenai hubungan antara konsentrasi coolant, densitas, viskositas, dan debit cairan sangat penting dalam menentukan desain sistem. Sebagai contoh, dalam aplikasi industri, pemilihan konsentrasi yang optimal dapat meningkatkan efisiensi distribusi cairan tanpa membebani pompa. Selain itu, cairan dengan viskositas yang lebih rendah dapat digunakan untuk mempercepat aliran dalam sistem dengan tekanan rendah, sedangkan cairan dengan viskositas tinggi lebih cocok untuk sistem dengan kebutuhan pendinginan tinggi [10].

4. SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa konsentrasi air dalam campuran coolant memiliki pengaruh signifikan terhadap viskositas dinamikanya. Semakin tinggi konsentrasi air, viskositas dinamik cenderung menurun, sehingga cairan lebih mudah mengalir. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi campuran coolant-air harus dioptimalkan untuk mencapai keseimbangan antara efisiensi aliran dan kemampuan pendinginan. Metode eksperimen dengan pengukuran waktu aliran melalui selang menunjukkan bahwa properti fisik seperti densitas dan viskositas dapat dipengaruhi oleh perubahan konsentrasi cairan. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam memahami karakteristik viskositas dinamik campuran coolant-air yang berguna untuk meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem pendingin dalam berbagai aplikasi mekanis. Hasil ini juga diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembangan formulasi coolant yang lebih efisien, dengan memperhatikan sifat fisik dan parameter operasional lainnya, untuk mendukung kinerja optimal sistem pendingin.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Haris, N. Effiandi, and A. Asmed, "Perbandingan Penggunaan Cairan Pendingin Radiator Terhadap Temperatur Kerja Mesin Mobil Toyota Avanza 1.5 S M/T," *J. Tek. Mesin*, vol. 15, no. 1, pp. 20–25, 2022, doi: 10.30630/jtm.15.1.787.
- [2] T. Hidayat, "Analisis Hasil Nilai Viskositas Dengan Metode Pencampuran Kerosin Pada Aspal Murni Penetrasi 60/70 Dengan Menggunakan Saybolt Furol," *Angew. Chemie Int. Ed.* 6(11), 951–952., pp. 1–69, 2021.
- [3] S. Saparin, E. Sari Wijianti, B. Santoso Wibowo, and Y. Setiawan, "Pengaruh Kemiringan Sudut Hopper Input Pada Mesin Pencacah Sampah Organik Terhadap Kapasitas Produksi Mesin," *Manutech J. Teknol. Manufaktur*, vol. 15, no. 01, pp. 115–123, 2023, doi: 10.33504/manutech.v15i01.290.
- [4] B. M. E. Jati and A. P. Rizkiana, "Studi Penentuan Viskositas Darah Ayam dengan Metode Aliranm Fluida di Dalam Pipa Kapiler Berbasis Hukum Poisson," *J. Fis. Indones.*, vol. 19, no. 57, pp. 43–47, 2015.
- [5] C. P. PUTRI, "Metodologi Penelitian," no. 2017, pp. 23–33, 2019.
- [6] Okimustava, G. Ridwan, E. Kurniasari, and I. Aminuddin, "Pengembangan Alat Praktikum Penentuan Densitas Zat Cair Berbasis Software Logger Pro," *Navig. Phys. J. Phys. Educ.*, vol. 4, no. 1, pp. 1–10, 2022.
- [7] D. Pratama, K. Hadiningrum, and R. F. Muldiani, "Studi Awal Pengaruh Temperatur terhadap Karakteristik Aliran Fluida Pada Belokan Pipa 90° melalui Simulasi," *J. MIPA*, vol. 11, no. 2, p. 68, 2022, doi: 10.35799/jm.v11i2.41826.
- [8] J. Jalaluddin, S. Akmal, N. ZA, and I. Ishak, "Analisa Profil Aliran Fluida Cair Dan Pressure Drop Pada Pipa L Menggunakan Metode Simulasi Computational Fluid Dynamic (Cfd)," *J. Teknol. Kim. Unimal*, vol. 8, no. 1, p. 97, 2019, doi: 10.29103/jtku.v8i1.3396.
- [9] M. S. Ummah, "Analisis Nilai Kecepatan Terhadap Viskositas Pada Fluida," *Sustain.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–14, 2019, [Online]. Available: http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_Sistem_Pembetungan_Terpusat_Strategi_Melestari
- [10] P. Lumbantoruan and E. Yulianti, "Pengaruh Suhu terhadap Viskositas Minyak Pelumas (Oli)," *J. Sainmatika*, vol. 13, no. 2, pp. 26–34, 2016, [Online]. Available: <https://jurnal.univpgri-palembang.ac.id/index.php/sainmatika/article/view/993>