

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem pelumasan merupakan bagian penting dalam menjaga kinerja dan keandalan mesin karena berfungsi mengurangi gesekan antar komponen bergerak, menekan laju keausan, membantu pelepasan panas, serta membawa partikel kontaminan keluar dari area kontak (George E. Totten, 2006). Pelumasan yang baik berkontribusi langsung terhadap efisiensi energi dan umur pakai komponen mesin (Robert W. Fox et al., 2010). Degradasi kualitas oli akibat oksidasi maupun kontaminasi dapat menurunkan kemampuan pelumasan dan mempercepat keausan komponen mesin (Meng et al., 2020). Oleh karena itu, kebersihan oli menjadi salah satu faktor penting dalam sistem pelumasan modern (Gwidon W. Stachowiak & Andrew W. Batchelor, 2025).

Kontaminasi oli umumnya berasal dari partikel logam hasil keausan, debu dari lingkungan, residu pembakaran, dan produk degradasi pelumas selama operasi mesin (Kamiński et al., 2022). Partikel berukuran mikro dalam oli diketahui dapat mempercepat keausan permukaan komponen yang saling bergesekan (Zhang et al., 2023). Penelitian tribologi menunjukkan bahwa partikel padat dengan ukuran tertentu mampu meningkatkan gesekan dan abrasi secara signifikan (Menezes et al., 2013). Oleh karena itu, diperlukan sistem penyaringan yang mampu menjaga kebersihan oli selama sirkulasi berlangsung (Wakiru et al., 2018).

Filter oli merupakan komponen utama dalam sistem pelumasan yang berfungsi menyaring partikel kontaminan sebelum oli dialirkan kembali ke komponen mesin (Kamiński et al., 2022). Kinerja filter oli sangat dipengaruhi oleh media penyaring yang digunakan, karena media filter menentukan kemampuan penangkapan partikel dan hambatan aliran fluida (Tian et al., 2024). Secara umum, media filter oli dibedakan menjadi tiga jenis utama, yaitu media berbasis selulosa, media sintesis, dan media campuran (*synthetic blend*) (Li et al., 2025). Perbedaan struktur serat, ukuran pori, dan porositas menyebabkan tiap media memiliki karakteristik filtrasi yang berbeda (Gupta & Babu, 2023).

Media berbasis selulosa banyak digunakan pada filter standar karena biaya

produksi relatif rendah dan mudah diproduksi (Gupta & Babu, 2023). Namun, media ini memiliki keterbatasan pada ketahanan temperatur tinggi, kapasitas penahanan kontaminan, dan kestabilan struktur pori saat digunakan dalam waktu lama (Li et al., 2025). Sebaliknya, media sintesis memiliki distribusi serat yang lebih beragam, efisiensi filtrasi lebih tinggi, dan umur pakai lebih panjang (Tian et al., 2024).

Parameter utama untuk mengevaluasi performa filter oli adalah penurunan tekanan (*pressure drop*), yaitu selisih tekanan fluida sebelum dan sesudah melewati media filter (Robert W. Fox et al., 2010). Nilai *pressure drop* menunjukkan besarnya hambatan aliran yang ditimbulkan oleh media filter selama proses penyaringan (Zhou et al., 2026). Jika nilainya terlalu tinggi, maka aliran oli menuju komponen mesin dapat terganggu dan beban kerja pompa meningkat (Cui et al., 2026). Penelitian menunjukkan bahwa *pressure drop* dipengaruhi oleh laju aliran, viskositas oli, geometri filter, jumlah lipatan media, serta karakteristik material filter yang digunakan (Li et al., 2025).

Jenis media filter, variabel kontaminan juga berpengaruh signifikan terhadap kenaikan *pressure drop*. Selama proses filtrasi, partikel padat akan tertahan di dalam pori media maupun pada permukaan filter (Tian et al., 2024). Akumulasi partikel tersebut membentuk lapisan padatan (*cake layer*) yang meningkatkan resistansi aliran dan menyebabkan tekanan diferensial naik secara bertahap (Cui et al., 2026). Fenomena penyumbatan (*clogging*) ini merupakan salah satu indikator menurunnya performa filter selama operasi (Kamiński et al., 2022). Oleh sebab itu, variasi jumlah dan ukuran kontaminan menjadi faktor penting dalam pengujian filter oli (Zhang et al., 2023).

Berbagai penelitian terdahulu telah membahas performa media filter dan karakteristik *pressure drop* pada sistem filtrasi, namun sebagian besar masih berfokus pada filtrasi industri umum, aerosol, atau rancangan media filter tertentu (Cui et al., 2026). Data tersebut penting untuk menentukan jenis filter yang paling sesuai digunakan pada sistem pelumasan kendaraan (Rojas-Reinoso et al., 2025).

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi karakteristik penurunan tekanan pada berbagai jenis filter oli melalui pengujian laboratorium dengan variasi kontaminan partikel padat. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan

informasi ilmiah mengenai pengaruh jenis media filter dan tingkat kontaminasi terhadap nilai *pressure drop*, sehingga dapat menjadi dasar dalam menentukan filter oli yang memiliki performa terbaik dalam menjaga keseimbangan antara kemampuan filtrasi dan kelancaran aliran oli.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh jenis media filter oli (selulosa, dan sintetis) dan variasi luas penampangnya terhadap karakteristik penurunan tekanan (*pressure drop*) pada aliran oli dalam sistem pengujian laboratorium?
2. Bagaimana hubungan variabel kontaminan terhadap penurunan tekanan (*pressure drop*) pada masing-masing jenis filter oli?

1.3 Batasan Masalah

Agar ruang lingkup penelitian tidak terlalu luas, batasan masalah yang diterapkan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan laju aliran volume yang konstan sebesar 35 dan 37 liter per menit yang disesuaikan dengan kondisi real kendaraan saat kecepatan menengah.
2. Bahan *porous* media yang digunakan pada umumnya terdapat pada filter oli kendaraan yaitu selulosa dengan tebal 0.18 mm, sintetis dengan ukuran pori 25 μm serta variasi luas penampang.
3. Fluida yang digunakan dalam pengujian adalah oli SAE 20W-50, pada temperatur yang terkontrol 100°C
4. Pengotor yang digunakan pada penelitian ini menggunakan partikel sedang (15-50 μm) dengan variasi massa 2, 4, dan 6 gram.
5. Pengujian dilakukan menggunakan alat uji skala laboratorium yang dirancang untuk mendekati kondisi kerja sistem pelumasan pada kendaraan.
6. Parameter kinerja filter yang dianalisis dalam penelitian ini dibatasi pada nilai penurunan tekanan (*pressure drop*), tanpa membahas secara mendalam efisiensi filtrasi partikel.

7. Sambungan antar media filter pada variasi media *hybrid* diasumsikan tidak mempengaruhi karakteristik aliran maupun permeabilitas media, sehingga pengaruh sambungan tidak menjadi bagian dari penelitian ini.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disusun, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik penurunan tekanan (*pressure drop*) pada filter oli berbahan selulosa, sintetis, dan variasi kontaminan terhadap nilai penurunan tekanan pada aliran oli dalam sistem pengujian laboratorium, sehingga dapat ditentukan jenis filter oli yang memiliki kinerja terbaik berdasarkan nilai penurunan tekanan yang dihasilkan.

1.4.2 Manfaat

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang sistem pelumasan dan filtrasi.
2. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan kinerja filter oli dan penurunan tekanan.
3. Memberikan informasi mengenai kinerja berbagai jenis filter oli berdasarkan material penyusunnya.
4. Membantu dalam pemilihan filter oli yang lebih optimal untuk menjaga kinerja sistem pelumasan.

Menjadi acuan dalam evaluasi performa filter oli pada kondisi mendekati operasi nyata kendaraan.