

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mesin diesel merupakan salah satu jenis motor bakar torak yang banyak digunakan pada sektor industri, pembangkit tenaga, serta sebagai media pembelajaran di laboratorium teknik mesin. Proses pembakaran pada mesin diesel berlangsung melalui mekanisme penyalan sendiri (self ignition) akibat tekanan dan temperatur udara yang tinggi di dalam silinder (Heywood et al. 2024). Proses pembakaran tersebut menghasilkan energi mekanik sebagai daya keluaran mesin, namun juga menghasilkan energi panas dalam jumlah besar yang harus dikendalikan agar tidak mengganggu kinerja mesin.

Sebagian energi panas hasil pembakaran akan diserap oleh dinding silinder, kepala silinder, dan piston melalui mekanisme perpindahan panas konduksi dan konveksi. Apabila panas tersebut tidak dikendalikan dengan baik, maka temperatur kerja mesin dapat melebihi batas yang diizinkan dan menyebabkan overheating, penurunan efisiensi termal, peningkatan keausan komponen, serta potensi kerusakan mesin (Pratama et al. 2025). Oleh karena itu, sistem pendinginan menjadi salah satu subsistem vital dalam menjaga kestabilan temperatur operasi dan mempertahankan performa mesin diesel.

Pada mesin diesel satu silinder merk Yanmar tipe TF85MR-di yang digunakan di laboratorium, sistem pendinginan air digunakan untuk menyerap panas dari dinding mesin melalui fluida pendingin yang mengalir di dalam water jacket dan kemudian melepaskannya ke lingkungan melalui radiator. Namun, dalam praktiknya, karakteristik perpindahan

panas pada sistem pendinginan tersebut belum tersedia data temperatur aktual yang terukur secara kuantitatif selama mesin beroperasi. Hal ini menyebabkan kinerja sistem pendinginan pada mesin diesel laboratorium belum dapat dievaluasi secara kuantitatif dan terukur.

Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji sistem pendinginan mesin diesel menggunakan pendekatan eksperimen maupun simulasi numerik, seperti computational fluid dynamics (CFD). Akan tetapi, sebagian besar penelitian tersebut dilakukan pada mesin multi-silinder atau sistem dengan kompleksitas tinggi, sehingga kurang representatif untuk diterapkan pada mesin diesel satu silinder tipe laboratorium yang digunakan sebagai media pembelajaran.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen melalui pengukuran temperatur fluida pendingin pada sisi masuk dan keluar radiator. Data temperatur yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan pendekatan teoritis perpindahan panas untuk menentukan karakteristik laju perpindahan panas pada sistem pendinginan.

Selain itu, pendekatan visualisasi termal berbasis kecerdasan buatan (AI-assisted thermal visualization) digunakan sebagai metode pendukung untuk memvisualisasikan distribusi gradien temperatur fluida pendingin dari sisi masuk menuju sisi keluar radiator. Pendekatan ini dipilih sebagai pengganti simulasi Computational Fluid Dynamics (CFD) konvensional berdasarkan pertimbangan keterbatasan sumber daya komputasi, dengan fungsi yang tetap bersifat kualitatif-pendukung dan bukan sebagai analisis numerik mendalam. Hasil visualisasi ini digunakan sebagai pembandingan terhadap hasil perhitungan teoritis dan data eksperimen untuk memperkuat interpretasi analisis kinerja sistem pendinginan.

Melalui pendekatan tersebut, penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi berupa metode analisis sederhana

namun representatif dalam mengevaluasi kinerja sistem pendinginan air pada mesin diesel satu silinder tipe laboratorium. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan analisis sistem pendinginan berbasis data eksperimen serta mendukung kegiatan pembelajaran di laboratorium teknik mesin.

Penelitian ini memiliki kebaruan pada pendekatan analisis yang digunakan, yaitu dengan memanfaatkan data temperatur aktual fluida pendingin pada sisi masuk (Tin) dan keluar (Tout) radiator yang diperoleh melalui eksperimen langsung, kemudian dianalisis menggunakan persamaan perpindahan panas untuk menghasilkan metode evaluasi kinerja sistem pendinginan yang sederhana, terukur, dan aplikatif pada mesin diesel satu silinder tipe laboratorium.

Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada analisis kinerja sistem pendinginan air pada mesin diesel satu silinder merk Yanmar tipe TF85MR-di melalui pendekatan eksperimen dan analisis teoritis berbasis data temperatur aktual.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana nilai laju perpindahan panas pada sistem pendinginan air mesin diesel satu silinder merk Yanmar tipe TF85MR-di berdasarkan data temperatur hasil pengujian eksperimen dan analisis teoritis?
2. Bagaimana karakteristik perubahan temperatur fluida pendingin pada sisi masuk dan keluar radiator selama mesin beroperasi?
3. Bagaimana hubungan antara temperatur fluida pendingin dengan laju perpindahan panas dalam mengevaluasi

kinerja sistem pendinginan air pada mesin diesel tersebut?

4. Apakah sistem pendinginan air mesin diesel Yanmar TF85MR-di aman beroperasi pada seluruh variasi pembebanan yang diuji berdasarkan batas temperatur operasi maksimum yang ditetapkan pabrik (95°C)?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian lebih terarah dan tidak meluas, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada mesin diesel satu silinder merk Yanmar tipe TF85MR dengan sistem pendinginan air.
2. Analisis difokuskan pada perpindahan panas konveksi yang terjadi pada fluida pendingin radiator berdasarkan data temperatur masuk dan keluar radiator.
3. Parameter yang dianalisis meliputi temperatur fluida masuk (Tin) dan keluar (Tout) radiator serta laju perpindahan panas.
4. Analisis dilakukan menggunakan perhitungan teoritis dan visualisasi data hasil eksperimen, serta didukung dengan pendekatan visualisasi termal berbasis kecerdasan buatan (AI-assisted thermal visualization) sebagai pembanding secara kualitatif.
5. Pendekatan visualisasi termal berbasis kecerdasan buatan (AI-assisted thermal visualization) yang digunakan bersifat kualitatif dan hanya sebagai visualisasi pendukung untuk memperkuat interpretasi data eksperimen, bukan sebagai analisis CFD kuantitatif mendalam maupun optimasi desain sistem pendinginan.

6. Pengujian juga mencakup variasi beban listrik generator sebesar 0, 1.000, 2.000, 3.000, dan 4.000 Watt pada putaran mesin ± 1.850 RPM sebagai kondisi pembebanan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis karakteristik perpindahan panas pada sistem pendinginan air mesin diesel satu silinder merk Yanmar tipe TF85MR-di berdasarkan pendekatan teoritis.
2. Mengukur temperatur fluida pendingin pada sisi masuk (Tin) dan keluar (Tout) radiator melalui metode eksperimen.
3. Menghitung laju perpindahan panas serta menyajikan hasil analisis dalam bentuk grafik untuk mengevaluasi kinerja sistem pendinginan mesin.
4. Menghitung efisiensi dan efektivitas sistem pendinginan pada seluruh kondisi operasi yang diuji.
5. Mengevaluasi keamanan operasi mesin berdasarkan batasan suhu maksimum yang ditetapkan oleh pabrikan (95°C).

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan melakukan sebuah penelitian ini diharapkan memberi manfaat sebagai berikut:

1. Manfaat Akademis

Memberikan kontribusi ilmiah dalam bidang teknik mesin, khususnya pada kajian sistem pendinginan mesin diesel dan analisis perpindahan panas berdasarkan data eksperimen pada mesin satu silinder tipe laboratorium.

2. Manfaat Praktis

Menjadi referensi dalam evaluasi kinerja sistem pendinginan air pada mesin diesel, terutama berdasarkan parameter temperatur fluida pendingin dan laju perpindahan panas untuk menjaga kestabilan temperatur operasi mesin.

3. Manfaat Pengembangan Penelitian

Menjadi dasar bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan analisis sistem pendinginan mesin berebasis data eksperimen dan pendekatan teoritis perpindahan panas.

4. Manfaat Pendidikan

Mendukung pemanfaatan mesin diesel laboratorium sebagai media pembelajaran melalui pendekatan analisis teoritis dan pengujian eksperimen yang terukur dan aplikatif.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan skripsi. Pada bab ini dijelaskan permasalahan terkait sistem pendinginan mesin diesel serta pendekatan penelitian yang digunakan untuk menganalisis kinerja sistem pendinginan air pada mesin diesel satu silinder tipe laboratorium.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memuat landasan teori dan penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian. Teori yang dibahas meliputi mesin diesel, sistem pendinginan air (water cooling system), serta teori perpindahan panas yang mencakup konduksi dan konveksi. Selain itu, disajikan hasil penelitian terdahulu sebagai dasar analisis dan pengembangan penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan secara rinci tahapan dan prosedur penelitian yang dilakukan. Uraian meliputi objek penelitian yaitu mesin diesel satu silinder tipe laboratorium, alat dan bahan yang digunakan, prosedur pengambilan data temperatur fluida pendingin pada sisi masuk dan keluar radiator, serta metode analisis data menggunakan perhitungan teoritis perpindahan panas.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil pengujian temperatur fluida pendingin serta hasil perhitungan laju perpindahan panas. Data yang diperoleh dianalisis dalam bentuk tabel dan grafik untuk mengevaluasi kinerja sistem pendinginan air pada mesin diesel.

Pembahasan dilakukan dengan mengacu pada teori yang telah dijelaskan pada Bab II.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil analisis dan pembahasan penelitian. Kesimpulan disusun untuk menjawab rumusan masalah yang telah ditetapkan. Selain itu, disampaikan pula saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

Bagian ini memuat seluruh sumber referensi yang digunakan dalam penyusunan skripsi yang disusun sesuai dengan kaidah penulisan ilmiah yang berlaku.

