

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mesin diesel masih banyak digunakan pada sektor transportasi dan industri karena memiliki efisiensi termal yang tinggi, konsumsi bahan bakar yang relatif hemat, serta daya tahan operasional yang baik. Namun demikian, penggunaan mesin diesel juga menghasilkan emisi gas buang seperti karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), nitrogen oksida (NO_x), dan partikulat yang berpotensi mencemari lingkungan apabila tidak dikendalikan dengan baik. Oleh karena itu, pengendalian emisi menjadi salah satu aspek penting dalam pengembangan dan pengoperasian mesin diesel yang lebih ramah lingkungan.

Emisi gas buang kendaraan bermotor menjadi salah satu penyumbang utama pencemaran udara yang berdampak terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Mesin diesel diketahui menghasilkan emisi berupa karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), nitrogen oksida (NO_x), dan partikulat yang dapat menurunkan kualitas udara apabila tidak dikendalikan dengan baik. Menurut *World Health Organization*, pencemaran udara akibat emisi kendaraan bermotor berkontribusi terhadap meningkatnya gangguan pernapasan dan penyakit kardiovaskular. Selain itu, meningkatnya penggunaan mesin diesel pada sektor transportasi dan industri menyebabkan potensi peningkatan emisi gas buang juga semakin besar.

Upaya pengendalian emisi kendaraan bermotor terus dilakukan melalui penerapan standar emisi dan pengembangan teknologi mesin yang lebih ramah lingkungan. Pemerintah Indonesia melalui regulasi standar emisi *Euro* juga mendorong pengurangan kadar polutan hasil pembakaran mesin diesel. Oleh karena itu, diperlukan pengkajian terhadap faktor-faktor yang memengaruhi pembentukan emisi gas buang, termasuk temperatur kerja dan sistem pendinginan mesin diesel.

Karakteristik emisi gas buang mesin diesel sangat dipengaruhi oleh kualitas proses pembakaran yang terjadi di dalam ruang bakar. Proses pembakaran tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti tekanan kompresi, suplai

udara, kualitas bahan bakar, dan temperatur kerja mesin. Temperatur kerja yang belum mencapai kondisi optimal dapat menyebabkan pembakaran tidak sempurna sehingga meningkatkan emisi karbon monoksida (CO) dan hidrokarbon (HC). Sebaliknya, temperatur pembakaran yang terlalu tinggi dapat meningkatkan pembentukan nitrogen oksida (NO_x) akibat reaksi nitrogen dan oksigen pada temperatur tinggi.

Menurut Mancarella dan Mareello (2023), temperatur *coolant* memiliki pengaruh terhadap kualitas pembakaran dan karakteristik emisi gas buang mesin diesel. Hasil penelitian Anwar (2019) juga menunjukkan bahwa variasi temperatur pendingin memengaruhi karakteristik emisi gas buang yang dihasilkan mesin diesel.

Pada kondisi awal pengoperasian (*cold-start*), emisi mesin diesel cenderung lebih tinggi karena temperatur ruang bakar dan temperatur *coolant* belum mencapai kondisi optimum. Seo et al. (2022) melalui pengembangan model emisi berbasis *artificial neural network* menunjukkan adanya korelasi antara temperatur *coolant* dan peningkatan emisi pada fase awal operasi mesin. Pada fase *warm-up*, temperatur *coolant* yang belum stabil menyebabkan temperatur ruang bakar juga belum optimal sehingga proses atomisasi dan pembakaran bahan bakar menjadi kurang sempurna. Kondisi tersebut mengakibatkan peningkatan emisi gas buang, terutama CO dan HC, pada awal pengoperasian mesin diesel.

Sistem pendinginan mesin diesel berfungsi menjaga kestabilan temperatur kerja agar proses pembakaran berlangsung secara efisien. Salah satu komponen utama dalam sistem pendinginan adalah *thermostat*, yaitu komponen yang mengatur aliran fluida pendingin berdasarkan temperatur mesin. *Thermostat* bekerja dengan cara membuka dan menutup aliran *coolant* menuju radiator sesuai temperatur kerja mesin. Ketika temperatur mesin masih rendah, *thermostat* berada pada posisi tertutup sehingga *coolant* hanya bersirkulasi di dalam mesin untuk mempercepat pencapaian temperatur kerja. Setelah temperatur tertentu tercapai, *thermostat* akan membuka secara bertahap dan mengalirkan *coolant* menuju radiator untuk menjaga kestabilan temperatur mesin.

Menurut Suryapradana dan Halim (2024), penggunaan *thermostat* mampu menjaga kestabilan temperatur kerja mesin sehingga mencegah fluktuasi suhu yang berlebihan. Penelitian Turabimana et al. (2023) juga menunjukkan bahwa sistem pendinginan aktif berbasis *thermostat* dapat meningkatkan kestabilan termal mesin pembakaran dalam.

Selain menjaga kestabilan temperatur kerja, pengendalian temperatur mesin juga berperan dalam pembentukan emisi gas buang. Sun et al. (2024) menjelaskan bahwa manajemen termal mesin merupakan faktor penting dalam pengendalian emisi melalui stabilisasi temperatur operasi. Penelitian Yan et al. (2025) menambahkan bahwa pembakaran pada temperatur rendah dapat meningkatkan emisi akibat ketidaksempurnaan reaksi kimia di dalam silinder. Selain itu, Sabahi et al. (2022) menunjukkan bahwa temperatur *coolant* memengaruhi keluaran energi dan karakteristik emisi mesin diesel.

Meskipun berbagai penelitian telah membahas pengaruh temperatur *coolant* terhadap performa dan emisi mesin diesel, sebagian besar penelitian tersebut lebih berfokus pada variasi bahan bakar, sistem injeksi, maupun teknologi pengendalian emisi lainnya seperti sistem *Exhaust Gas Recirculation* (EGR). Penelitian yang secara langsung membandingkan emisi gas buang mesin diesel pada kondisi menggunakan *thermostat* dan tanpa *thermostat* melalui pengujian eksperimental masih relatif terbatas.

Penggunaan *thermostat* diduga berpengaruh terhadap temperatur kerja mesin yang selanjutnya memengaruhi proses pembakaran dan kadar emisi gas buang. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan penggunaan *thermostat* sebagai variabel bebas, sedangkan emisi gas buang berupa karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), dan nitrogen oksida (NO_x) digunakan sebagai variabel terikat.

Kebaruan penelitian ini terletak pada analisis perbandingan emisi gas buang mesin diesel pada kondisi menggunakan *thermostat* dan tanpa *thermostat* secara langsung melalui pengukuran eksperimental. Penelitian ini difokuskan pada hubungan kestabilan temperatur kerja mesin terhadap perubahan emisi CO, HC, dan NO_x. Selain itu, penelitian mengenai pengaruh *thermostat* terhadap emisi gas buang mesin diesel masih relatif jarang dibandingkan

penelitian yang berfokus pada variasi bahan bakar atau sistem injeksi.

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, diperlukan penelitian untuk menganalisis pengaruh penggunaan *thermostat* terhadap emisi gas buang mesin diesel pada kondisi temperatur kerja yang berbeda. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan judul Analisis Perbandingan Emisi Gas Buang Mesin Diesel Dengan dan Tanpa Penggunaan *Thermostat*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah;

- a. Bagaimana perbandingan emisi gas buang mesin diesel pada kondisi menggunakan *thermostat* dan tanpa *thermostat* berdasarkan parameter CO, HC, dan NOx?
- b. Bagaimana pengaruh penggunaan *thermostat* terhadap kadar emisi gas buang mesin diesel yang meliputi karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), dan nitrogen oksida (NOx)?
- c. Bagaimana karakteristik temperatur kerja mesin diesel pada kondisi dengan dan tanpa penggunaan *thermostat* selama pengujian berlangsung?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas dapat disimpulkan bahwa Tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Untuk menganalisis perbandingan emisi gas buang mesin diesel pada kondisi menggunakan *thermostat* dan tanpa *thermostat* berdasarkan parameter CO, HC, dan NOx.
- b. Untuk Mengetahui pengaruh penggunaan *thermostat* terhadap kadar emisi gas buang mesin diesel yang meliputi CO, HC, dan NOx.
- c. Mengidentifikasi karakteristik temperatur kerja mesin diesel pada kedua kondisi pengujian sebagai dasar evaluasi kestabilan sistem pendinginan.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

- a. Manfaat teoritis: Penelitian ini diharapkan dapat menambah referensi ilmiah mengenai pengaruh sistem pendinginan, khususnya penggunaan *thermostat*, terhadap emisi gas buang mesin diesel. Hasil penelitian ini

dapat memperkaya kajian mengenai hubungan antara temperatur kerja mesin dan karakteristik emisi sebagai bagian dari manajemen termal mesin diesel.

- b. Manfaat praktis: penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pertimbangan dalam pengoperasian dan perawatan sistem pendinginan mesin diesel, khususnya terkait penggunaan *thermostat* untuk menjaga kestabilan temperatur kerja dan menekan emisi gas buang.
- c. Manfaat akademis: penelitian ini dapat menjadi referensi bagi mahasiswa atau peneliti lain yang ingin mengembangkan penelitian terkait sistem pendinginan, emisi mesin diesel, maupun pengendalian temperatur kerja mesin secara eksperimental.

1.5 Batasan Penelitian

Agar penelitian lebih terfokus, maka batasan penelitian ini adalah:

- a. Penelitian dilakukan pada satu jenis mesin diesel yang digunakan sebagai objek pengujian.
- b. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah kondisi penggunaan *thermostat* (dengan *thermostat* dan tanpa *thermostat*).
- c. Variabel terikat yang diamati adalah emisi gas buang mesin diesel yang meliputi kadar CO, HC, dan NO_x.
- d. Variabel kontrol meliputi putaran mesin (RPM), jenis bahan bakar, serta kondisi lingkungan selama pengujian.
- e. Pengujian dilakukan dalam kondisi stasioner dengan parameter operasi yang dikendalikan.
- f. Penelitian tidak membahas modifikasi sistem bahan bakar, sistem injeksi, maupun perangkat *aftertreatment* lainnya.