

BAB V

PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai perbandingan suhu kinerja mesin diesel C223 dengan dan tanpa *thermostat*, dapat ditarik simpulan sebagai berikut:

- 1 Perbandingan temperatur mesin diesel C223 dengan dan tanpa thermostat pada putaran 1500 rpm menunjukkan perbedaan yang signifikan. Mesin dengan thermostat mencapai suhu rata-rata 81,8°C pada menit ke-6 dan telah masuk dalam rentang suhu kerja ideal (75°C–90°C), sedangkan mesin tanpa thermostat hanya mencapai 51,2°C pada waktu yang sama dan belum mampu mencapai rentang suhu kerja ideal tersebut, dengan suhu yang tercatat masih berada 20–30°C di bawah ambang bawahnya. Selisih suhu antara kedua kondisi juga tidak konstan, melainkan membesar secara progresif dari 9,8°C pada menit ke-2, menjadi 22,7°C pada menit ke-4, hingga 30,6°C pada menit ke-6, yang menunjukkan bahwa pengaruh thermostat terhadap suhu kerja mesin bersifat kumulatif dan semakin dominan seiring durasi operasi.
- 2 Laju kenaikan temperatur mesin diesel C223 dengan dan tanpa thermostat dalam rentang waktu pengujian menunjukkan bahwa mesin dengan thermostat secara konsisten memiliki laju kenaikan yang lebih tinggi pada seluruh interval waktu. Pada menit ke-0 hingga ke-2, laju kenaikan mesin dengan thermostat sebesar 9,9°C/menit berbanding 5,0°C/menit tanpa thermostat; pada menit ke-2 hingga ke-4 tetap bertahan di 9,9°C/menit berbanding 3,5°C/menit; dan pada menit ke-4 hingga ke-6 sebesar 6,5°C/menit berbanding 2,3°C/menit. Secara rata-rata keseluruhan, laju kenaikan temperatur mesin dengan thermostat mencapai 8,7°C/menit, lebih dari dua kali lipat dibandingkan mesin tanpa thermostat yang hanya 3,6°C/menit. Selisih laju kenaikan ini juga tidak seragam pada tiap interval, melainkan mencapai puncaknya pada rentang menit ke-2 hingga ke-4 (6,4°C/menit), lebih besar dibandingkan rentang menit ke-0 hingga ke-2

(4,9°C/menit) maupun menit ke-4 hingga ke-6 (4,2°C/menit), yang mengindikasikan bahwa periode pertengahan pengujian merupakan fase paling kritis dalam menunjukkan efektivitas thermostat menahan panas di dalam blok mesin.

- 3 Pengaruh thermostat terhadap kinerja temperatur mesin diesel C223 terbukti signifikan dan krusial, baik dari sisi suhu akhir yang dicapai maupun kecepatan pemanasannya. Thermostat berperan mempercepat pencapaian suhu kerja optimal mesin sekaligus mempertahankan panas di dalam blok mesin secara lebih efektif, sehingga mesin lebih cepat beroperasi pada kondisi ideal. Sebaliknya, tanpa thermostat, panas yang dihasilkan mesin lebih banyak terbuang ke radiator sejak fase awal pengujian, sehingga mesin membutuhkan waktu operasi yang jauh lebih lama untuk mencapai suhu kerja optimal, yang berpotensi memperpanjang periode operasi mesin dalam kondisi suhu rendah yang kurang menguntungkan bagi efisiensi dan keawetan komponen mesin.

5.2 Saran

Berdasarkan temuan penelitian, pembahasan, dan simpulan yang telah diuraikan, berikut disampaikan beberapa saran yang bersifat operasional:

- 1 Bagi pengguna mesin diesel C223, *Thermostat* sebaiknya diperiksa kondisinya secara berkala, bukan dilepas. Pemeriksaan meliputi uji buka-tutup katup pada suhu kerja yang ditentukan pabrikan (biasanya di kisaran 71-85°C untuk mulai membuka penuh sekitar 95-100°C), yang bisa dilakukan dengan merendam *thermostat* dalam air yang dipanaskan sambil mengukur suhu menggunakan termometer. Jika *thermostat* macet dalam posisi tertutup (menyebabkan *overheat*) atau macet terbuka (menyebabkan mesin tidak mencapai suhu kerja optimal), komponen ini harus diganti, bukan dilepas permanen. Penggantian *thermostat* disarankan sesuai *interval preventive maintenance* (PM) pabrikan, umumnya setiap 2.000-4.000 jam operasi atau lebih cepat jika ditemukan gejala penyimpangan suhu pada *dashboard*/panel indikator. Gunakan *coolant* sesuai spesifikasi pabrikan (biasanya campuran air dengan *ethylene glycol* atau *extended life*

coolant/ELC) dengan rasio pencampuran yang tepat, umumnya 40-60% agar titik didih dan titik beku terjaga sekaligus mencegah korosi. Lakukan pengecekan level *coolant* harian (*level check*) sebelum start mesin, serta pengujian kualitas *coolant* secara berkala menggunakan *refractometer* atau *test strip* untuk memeriksa konsentrasi *glycol* dan kadar Supplemental *Coolant Additive* (SCA) jika menggunakan *coolant* konvensional. Penggantian *coolant* total (*coolant flush*) dilakukan sesuai jadwal PM, biasanya setiap 2.000 jam untuk *coolant* konvensional atau hingga 6.000-12.000 jam untuk ELC, karena *coolant* yang sudah terdegradasi akan kehilangan kemampuan anti-korosi dan anti-karat sehingga mempercepat kerusakan *water pump*, radiator, dan blok mesin. Radiator perlu dibersihkan dari debu, oli, dan kotoran yang menempel pada sirip-siripnya secara rutin karena penyumbatan akan menurunkan efisiensi pelepasan panas. Periksa juga kondisi selang radiator (*radiator hose*) dari retak, getas, atau kebocoran, serta pastikan tutup radiator (*radiator cap*) masih menahan tekanan sesuai spesifikasi karena tutup yang lemah menyebabkan *coolant* mendidih pada suhu lebih rendah. *Water pump* perlu diperiksa dari kebocoran *seal* dan kekencangan bearing, sementara kipas pendingin (*fan*) dan *fan belt/fan clutch* dicek dari keausan dan ketegangan yang sesuai agar aliran udara pendingin optimal. Pantau suhu operasi mesin melalui *gauge* atau sistem *monitoring* (jika tersedia *telematics*) untuk mendeteksi dini gejala *overheating* maupun *undertemperature*. Catat setiap penyimpangan suhu dalam *logbook maintenance* sehingga pola kerusakan dapat dianalisis lebih awal, sejalan dengan strategi *preventive maintenance* untuk mencegah *cost overrun* akibat kerusakan mendadak pada komponen mesin. Dengan pendekatan ini, sistem pendingin bekerja sesuai desainnya, *thermostat* tetap terpasang untuk menjaga suhu kerja optimal, dan risiko kerusakan komponen akibat suhu tidak stabil dapat diminimalkan.

- 2 Bagi Bagi mekanik dan teknisi, disarankan untuk menjadikan pemeriksaan kondisi *thermostat* sebagai bagian integral dari prosedur perawatan berkala (*preventive maintenance*) mesin diesel C223, mengingat komponen ini terbukti memiliki peran krusial dalam menentukan efisiensi dan kecepatan

pencapaian suhu kerja optimal mesin. Pemeriksaan sebaiknya dilakukan secara rutin dengan interval yang disesuaikan dengan jam operasional mesin atau rekomendasi manual servis pabrikan, mencakup pengecekan visual terhadap kondisi fisik katup, uji fungsi pembukaan dan penutupan katup menggunakan metode perendaman air panas (*hot water test*), serta pemantauan terhadap performa suhu kerja mesin secara berkala melalui indikator suhu pada dashboard maupun alat ukur tambahan.

Penggantian thermostat yang sudah tidak berfungsi optimal — baik karena macet dalam posisi terbuka (*stuck open*), macet dalam posisi tertutup (*stuck closed*), maupun mengalami penurunan responsivitas akibat usia pakai — sebaiknya dilakukan sesuai spesifikasi suhu buka yang direkomendasikan pabrikan, yaitu pada rentang 75°C–82°C untuk mesin diesel C223. Penggunaan *thermostat* dengan spesifikasi suhu buka yang tidak sesuai, baik terlalu rendah maupun terlalu tinggi dari rentang tersebut, berpotensi mengganggu keseimbangan termal mesin: *thermostat* dengan suhu buka terlalu rendah dapat menyebabkan mesin sulit mencapai suhu kerja optimal karena katup membuka terlalu dini sehingga panas terbuang prematur ke radiator, sementara thermostat dengan suhu buka terlalu tinggi berisiko menyebabkan mesin mengalami *overheating* karena katup terlambat membuka saat panas berlebih sudah terakumulasi di dalam blok mesin.

Selain itu, disarankan pula agar bengkel dan teknisi menggunakan komponen thermostat original atau yang memiliki sertifikasi kesesuaian (OEM/OEM-equivalent) untuk menjaga akurasi suhu buka sesuai spesifikasi, mengingat penggunaan komponen alternatif dengan kualitas di bawah standar berpotensi menghasilkan performa yang tidak konsisten dan dapat memengaruhi keandalan sistem pendinginan mesin secara keseluruhan dalam jangka panjang.

- 3 Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk melakukan pengujian serupa dengan variasi putaran mesin yang lebih beragam, seperti pada 2000 rpm dan 2500 rpm, guna mendapatkan gambaran yang lebih komprehensif mengenai pengaruh *thermostat* terhadap suhu kinerja mesin diesel C223 pada berbagai kondisi beban operasional. Disarankan pula untuk

memperpanjang durasi pengujian hingga mesin mencapai kondisi *steady-state* atau suhu stabil, sehingga dapat diketahui secara pasti batas suhu tertinggi yang mampu dicapai dan dipertahankan oleh mesin pada kedua kondisi perlakuan. Selain variasi putaran mesin dan perpanjangan durasi pengujian tersebut, penelitian selanjutnya juga perlu diarahkan pada simulasi kondisi operasional yang lebih mendekati pemakaian nyata di lapangan, mengingat pengujian dengan putaran konstan dalam durasi singkat belum sepenuhnya merepresentasikan kondisi kerja mesin yang sesungguhnya. Dalam pemakaian aktual, mesin diesel jarang beroperasi pada putaran yang tetap dan durasi yang singkat, melainkan mengalami perubahan beban dan kecepatan yang tidak menentu sepanjang waktu pemakaian, seperti saat kendaraan melaju di jalan menanjak, menurun, macet, maupun berkendara dengan kecepatan konstan dalam waktu lama. Oleh karena itu, peneliti selanjutnya disarankan untuk merancang skenario pengujian yang mensimulasikan variasi beban dinamis tersebut, misalnya dengan menerapkan siklus perubahan rpm secara berkala (bukan konstan) dalam satu sesi pengujian, sehingga data yang diperoleh dapat mencerminkan respons *thermostat* terhadap fluktuasi beban yang lebih realistis.

Pengujian juga perlu diperpanjang durasinya hingga menyerupai skenario perjalanan jarak jauh, misalnya dalam rentang waktu satu hingga beberapa jam secara berkelanjutan, untuk mengetahui bagaimana konsistensi kinerja *thermostat* dalam menjaga kestabilan suhu kerja mesin dalam jangka waktu yang lebih panjang, bukan hanya pada fase awal pemanasan. Pengujian jangka panjang ini penting untuk mengungkap potensi permasalahan yang mungkin tidak terdeteksi dalam pengujian berdurasi singkat, seperti kecenderungan *overheating* akibat akumulasi panas pada beban tinggi yang berkepanjangan, atau justru penurunan performa *thermostat* akibat keausan komponen *wax* setelah digunakan dalam waktu lama.

Selain itu, penelitian lanjutan juga disarankan untuk mempertimbangkan variabel lingkungan yang turut memengaruhi kinerja sistem pendingin dalam kondisi pemakaian nyata, seperti suhu udara sekitar, kelembapan,

maupun kondisi jalan (menanjak, menurun, atau datar), mengingat kondisi-kondisi tersebut dapat memengaruhi beban kerja mesin dan efektivitas *thermostat* secara signifikan di lapangan. Dengan mempertimbangkan variabel-variabel tersebut, hasil penelitian yang diperoleh akan lebih representatif dan aplikatif, sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai bagaimana *thermostat* bekerja dan berkontribusi terhadap kinerja mesin diesel C223 dalam kondisi pemakaian sehari-hari yang sesungguhnya, tidak hanya dalam kondisi pengujian laboratorium yang terkontrol dan berdurasi singkat.

Terakhir, penelitian mendatang juga dapat mempertimbangkan pengujian jarak jauh secara langsung di lapangan (*on-road testing*) sebagai pelengkap dari pengujian di laboratorium, misalnya dengan memasang sensor suhu pada kendaraan yang beroperasi dalam rute dan durasi tertentu, sehingga data yang diperoleh benar-benar mencerminkan kondisi operasional aktual dan dapat digunakan sebagai pembandingan terhadap hasil pengujian terkontrol yang telah dilakukan sebelumnya.

- 4 Bagi institusi pendidikan, hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi materi pembelajaran pada mata kuliah sistem pendingin mesin, khususnya untuk menjelaskan secara empiris peran dan fungsi *thermostat* terhadap efisiensi termal mesin diesel.