

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Sistem pendingin berperan penting dalam menjaga stabilitas suhu kerja mesin kendaraan, di mana radiator menjadi komponen utama yang membuang panas ke lingkungan. Idealnya, radiator memerlukan cairan pendingin (*coolant*) buatan pabrik dengan titik didih tinggi dan penghambat korosi agar dapat bekerja dengan baik dan menjaga bagian logam seperti kuningan, aluminium, dan baja agar tidak rusak (Halderman, 2018).

Bahan radiator, seperti *tube* berbahan kuningan, aluminium, maupun baja, rentan mengalami korosi ketika terpapar suhu tinggi. Korosi ini tidak hanya membuat perbantuan panas menjadi kurang efektif, tetapi juga dapat menyebabkan kebocoran dan kerusakan pada bagian lain yang terhubung dengan sistem pendingin (Halderman, 2018). Pada kondisi ideal, penggunaan cairan pendingin (*coolant*) buatan pabrik dengan penghambat korosi membuat radiator bekerja lebih baik dan tahan lama.

Namun, praktik di lapangan menunjukkan hal berbeda. Banyak operator kendaraan di Indonesia, termasuk PT. NEW SHANTIKA BANGUN PERKASA, menggunakan air demineralisasi atau air kondensat AC sebagai pengganti cairan pendingin (*coolant*) karena alasan ketersediaan dan biaya operasional yang lebih rendah. Air Kondensat AC memiliki titik didih yang lebih rendah dan tidak mengandung inhibitor korosi, sehingga dapat mempercepat proses oksidasi logam radiator.

Meskipun penggunaan air kondensat AC dinilai lebih ekonomis dari sisi biaya pengadaan awal, praktik ini berpotensi menimbulkan konsekuensi ekonomi jangka panjang. Ketiadaan inhibitor korosi pada air kondensat AC dapat mempercepat laju korosi material radiator, yang pada akhirnya meningkatkan frekuensi perawatan, perbaikan, dan penggantian komponen sistem pendingin. Kondisi ini dapat menyebabkan biaya operasional total menjadi lebih besar dibandingkan penggunaan cairan pendingin (*coolant*) komersial yang memiliki harga awal lebih tinggi, tetapi mampu melindungi

material radiator secara lebih efektif. Oleh karena itu, evaluasi penggunaan media pendingin tidak hanya perlu ditinjau dari aspek teknis dan kimia, tetapi juga dari perspektif biaya siklus hidup (*life cycle cost*) sistem pendingin kendaraan.

Beberapa kasus kerusakan di PT. NEW SHANTIKA menunjukkan adanya kebocoran radiator akibat pengendapan kotoran dan korosi, yang menyebabkan terhambatnya aliran pendingin dan proses pelepasan panas tidak optimal. Berdasarkan hasil rekapitulasi data kerusakan armada selama periode 2024-2025, tercatat 110 kasus kerusakan radiator yang terjadi pada berbagai unit bus.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa *coolant* pabrikan memiliki efektivitas perpindahan panas lebih stabil dibanding fluida lain (Samlawi & Siswanto, 2016). Selain itu, Kebocoran radiator diakibatkan oleh karat dan kotoran di dalam cairan pendingin (Purwono & Rasma, 2018), sementara itu, beberapa jenis *coolant* tertentu dapat mempercepat korosi kuningan pada suhu tinggi (Sata Tarigan, 2020). Meskipun demikian, belum ada penelitian yang secara khusus menguji laju korosi material kuningan dalam air kondensat AC pada kondisi simulasi suhu kerja radiator.

Temuan ini mengungkap adanya kesenjangan pengetahuan di kalangan pengguna dan teknisi mengenai kecocokan jenis cairan pendingin (*coolant*) dengan material radiator. Namun, penelitian eksperimental yang secara langsung meneliti efek penggunaan air kondensat AC sebagai pengganti cairan pendingin (*coolant*) pada bus, khususnya terkait laju korosi *tube* radiator kuningan pada suhu operasi mesin yang disimulasikan, masih sangat terbatas. Sebagian besar penelitian lebih berfokus pada seberapa baik cairan pendingin (*coolant*) bekerja untuk menurunkan suhu mesin dan tidak membahas secara rinci bagaimana cairan itu memengaruhi korosi jangka panjang. Akibatnya, tidak ada panduan teknis komprehensif yang tersedia tentang dampak penggunaan air kondensat AC dibandingkan dengan cairan pendingin (*coolant*) konvensional terhadap daya tahan material radiator.

Oleh karena itu, penelitian berjudul "ANALISIS PERBANDINGAN LAJU KOROSI *TUBE* RADIATOR MENGGUNAKAN CAIRAN PENDINGIN (*COOLANT*)

KOMERSIAL DAN AIR KONDENSAT AC " ini dirancang sebagai studi kasus di PT. New Shantika Bangun Perkasa untuk mengkaji hubungan antara jenis cairan pendingin (*coolant*), khususnya air kondensat AC, dan laju korosi *tube* radiator berbahan kuningan. Temuan penelitian diharapkan dapat meningkatkan kesadaran di kalangan operator armada dan pemilik kendaraan bahwa pemilihan media pendingin harus mempertimbangkan sifat kimia dan risiko korosi, bukan hanya harga dan ketersediaan. Dengan demikian, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi teknis yang lebih akurat untuk meningkatkan keandalan sistem pendingin bus serta mengurangi risiko kerusakan dan biaya operasional.

I.2 Rumusan Masalah

Dari permasalahan latar belakang di atas, perumusan masalah yang akan dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana perbandingan penggunaan air kondensat AC terhadap laju korosi *tube* radiator dibandingkan dengan cairan pendingin (*coolant*) konvensional?
2. Media pendingin manakah yang memiliki ketahanan korosi tertinggi berdasarkan klasifikasi laju korosi pada material kuningan?
3. Media pendingin manakah yang paling menguntungkan dari perspektif analisis biaya siklus hidup (Life Cycle Cost)?

I.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah diatas, dilakukan pembatasan, batasan masalah pada hal-hal berikut :

1. Penelitian ini hanya menggunakan 1 jenis material *tube* radiator yang umum digunakan pada kendaraan bermotor, yaitu kuningan.
2. Media pendingin yang diuji terbatas pada Air kondensat AC dan cairan pendingin (*coolant*) komersial yang berada di pasaran.
3. Pengujian dilakukan pada dua kondisi, yang pertama dilakukan pada suhu ruang sesuai dengan standar (ASTM International, 1999) untuk *immersion test*. Kedua, dilakukan pada suhu 60-90 °C untuk simulasi kondisi kerja radiator. Pengujian dilakukan selama 28 hari dengan pengambilan data setiap 7 hari sekali untuk setiap variabel yang diuji.

4. Pengukuran laju korosi dilakukan menggunakan metode kehilangan massa (*weight loss method*). Aspek lain seperti perubahan sifat mekanik, analisis mikrostruktur, atau uji elektrokimia tidak menjadi fokus utama penelitian.
5. Parameter utama yang dianalisis adalah laju korosi (mm/tahun atau $\text{mg}/\text{cm}^2 \cdot \text{hari}$) dan perbedaan ketahanan korosi antar material dan media pendingin.

I.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini antara lain :

1. Menganalisis perbandingan penggunaan cairan pendingin (*coolant*) konvensional dan air kondensat AC terhadap laju korosi pada *tube* radiator berbahan kuningan.
2. Menentukan media pendingin dengan ketahanan korosi terbaik pada material kuningan berdasarkan klasifikasi laju korosi.
3. Menentukan media pendingin yang paling efisien secara biaya siklus hidup berdasarkan data aktual perusahaan dan memberikan rekomendasi teknis penggunaan media pendingin yang optimal untuk armada PT. New Shantika Bangun Perkasa.

I.5 Manfaat Penelitian

Penelitian dengan judul "Analisis Perbandingan Laju Korosi Tube Radiator Menggunakan Cairan Pendingin *Coolant* Komersial dan Air Kondensat AC (Studi Kasus pada PT. New Shantika Bangun Perkasa)" mampu memberikan manfaat bagi penulis, pembaca dan instansi terkait. Adapun manfaat yang diperoleh, antara lain:

1. Manfaat bagi Penulis
 - a. Penulis dapat menyelesaikan tugas skripsi sebagai syarat kelulusan.
 - b. Menambah wawasan dan pengetahuan tentang laju korosi dan ketahanan korosif relatif yang terjadi.
2. Manfaat bagi Pembaca
 - a. Meningkatkan kesadaran pentingnya penggunaan cairan pendingin (*coolant*) yang sesuai standar dibandingkan air biasa untuk mencegah kerusakan mesin.

- b. Memberikan panduan praktis dalam memilih jenis cairan pendingin (*coolant*) yang aman dan efektif.
3. Manfaat bagi dunia akademik dan ilmu pengetahuan
 - a. Memberikan kontribusi pada pengembangan kajian tentang hubungan antara jenis media pendingin, suhu operasional, dan laju korosi pada material radiator berbahan kuningan.
 - b. Menambah referensi ilmiah yang dapat digunakan dalam penelitian lanjutan mengenai perancangan cairan pendingin (*coolant*) yang ramah lingkungan, ekonomis, dan memiliki efektivitas tinggi dalam mencegah korosi pada sistem pendingin kendaraan.
 4. Manfaat bagi perusahaan
 - a. Memberikan rekomendasi penggunaan coolant yang tepat
 - b. Mengurangi risiko kerusakan radiator
 - c. Meningkatkan efisiensi biaya perawatan kendaraan
 - d. Potensi penghematan operasional perusahaan

I.6 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini berpedoman pada Pedoman Penulisan Tugas Akhir Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan yang terdiri dari 5 (lima) bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada Bab ini berisi uraian mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penulisan skripsi.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menyajikan landasan teori serta kajian pustaka yang menjadi dasar ilmiah penelitian. Pembahasan mencakup uraian mengenai sistem pendingin mesin beserta komponennya, karakteristik cairan pendingin (*coolant*) dan air kondensat ac, serta fenomena korosi pada material logam radiator khususnya kuningan. Bab ini juga memaparkan mekanisme terjadinya korosi, faktor-faktor yang memengaruhi laju korosi, dan metode pengukuran laju korosi menggunakan pendekatan kehilangan massa (*weight loss method*).

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini menguraikan metode penelitian mengenai lokasi penelitian, alat penelitian, bahan penelitian, prosedur penelitian, variabel penelitian, diagram alir penelitian, teknik pengumpulan data, dan teknik analisis data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil pengujian dan analisis data secara terperinci. Subbab utama meliputi:

1. Hasil pengukuran kehilangan berat spesimen tube radiator kuningan pada berbagai media pendingin (Coolant Ethylene Glycol Based, Coolant Water Based, dan Air Kondensat AC) selama 28 hari.
2. Perhitungan dan analisis laju korosi (mm/year) menggunakan metode weight loss.
3. Grafik dan tabel perbandingan kehilangan berat serta laju korosi antar media.
4. Analisis ketahanan korosi relatif berdasarkan klasifikasi Fontana (1987).
5. Estimasi umur pakai radiator berdasarkan laju korosi dan ketebalan tube.
6. Analisis perbandingan biaya siklus hidup (Life Cycle Cost) berdasarkan data rekap pengeluaran armada PT. New Shantika Bangun Perkasa, termasuk pola kerusakan berulang dan proyeksi penghematan biaya jika menggunakan coolant komersial.
7. Pembahasan hasil yang menghubungkan temuan eksperimen dengan teori korosi, penelitian terdahulu, dan kondisi lapangan di perusahaan studi kasus.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menyajikan kesimpulan penelitian yang menjawab rumusan masalah serta saran-saran praktis bagi PT. New Shantika Bangun Perkasa dan rekomendasi untuk penelitian lanjutan

DAFTAR PUSTAKA

Daftar pustaka berisi sumber referensi dalam penulisan tugas akhir yang dapat mendukung serta memperkuat penulisan.

LAMPIRAN

Berisi tentang laju instrumen penelitian dalam pembuatan tugas akhir, seperti gambar pendukung, form pengujian, dan data pendukung lainnya.