

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Sistem pendingin mesin adalah komponen kunci dalam menjaga performa truk agar tetap optimal. Sistem ini bertugas menjaga agar suhu mesin berada dalam kisaran kerja ideal (misalnya pada rentang sekitar 80–90 °C), sehingga proses pembakaran berlangsung stabil dan efisien (Suryapradana & Halim, 2024). Di dalam sistem pendingin ini, tanki cadangan atau reservoir radiator memegang peranan penting sebagai penampung air pendingin cadangan dan sebagai kompensasi perubahan volume cairan selama operasi mesin (Wahdani Agung, 2020). Apabila volume air pada reservoir menurun signifikan dan tidak segera diisi ulang, maka sirkulasi pendingin akan terganggu. Hal tersebut menyebabkan mesin bisa cepat melampaui batas keamanan suhu kerja dan mengalami kerusakan komponen hingga risiko mati mendadak di jalan fenomena yang dapat menimbulkan kecelakaan serta kerugian operasional yang besar (Marjuki dkk., 2021).

Salah satu hambatan praktis yang sering ditemukan di lapangan adalah pengecekan reservoir radiator yang masih dilakukan secara manual oleh pengemudi (Gideon Manik dkk., 2022). Pengecekan secara manual ini tidak hanya menghabiskan waktu, tetapi juga sangat tergantung pada kedisiplinan pengemudi yang pada praktiknya sering terabaikan ketika truk sedang dalam perjalanan jauh atau dalam kondisi operasional padat. Akibatnya, penurunan volume air pendingin sering kali tidak terdeteksi lebih awal. Banyak insiden *overheating* kendaraan di jalan raya dilaporkan karena kelalaian dalam pengecekan cairan pendingin.

Sebagai ilustrasi nyata, sebuah kasus kecelakaan maut terjadi di ruas tol Tol Pandaan-Malang KM 77 pada Senin 23 Desember 2024 yang melibatkan sebuah truk golongan 3 dan bus pariwisata. Hasil pemeriksaan awal menunjukkan bahwa truk mengalami *overheat* karena tangki reservoir radiator airnya habis, dan yang lebih fatal selang dari reservoir ke radiator utama terlepas sehingga aliran cairan pendingin menjadi tidak berjalan normal (Lupito Ashaq, 2024). Kondisi ini menyebabkan truk berhenti mendadak di bahu jalan tol, kemudian meluncur tanpa

terkendali hingga menabrak bus yang sedang membawa rombongan pelajar (Lupito Ashaq, 2024) Kasus ini menunjukkan bahwa kegagalan sistem pendinginan, meskipun tampak kecil seperti selang reservoir yang lepas dapat memicu dampak yang sangat besar dalam keselamatan berkendara.

Selain masalah volume, kualitas air radiator atau *coolant* juga memiliki pengaruh signifikan terhadap kemampuan sistem pendingin dalam menyerap dan melepas panas. Degradasi *coolant*, seperti penurunan efektivitas aditif antikorasi, dapat mempercepat laju korosi di permukaan radiator dan saluran sirkulasi (Munahar dkk., 2016). Penelitian lain menunjukkan bahwa jika inhibitor antikorosi seperti natrium kromat (Na_2CrO_4) berkurang, maka laju korosi akan naik secara signifikan (Setianto Wicaksono, 2023). Karena itu, tanpa sistem monitoring otomatis, perubahan kualitas *coolant* ini berisiko tidak terdeteksi oleh pengemudi, dan potensi kerusakan sistem pendingin menjadi lebih besar. Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IoT) menawarkan pendekatan yang jauh lebih modern dan efektif dalam melakukan pemantauan kondisi kendaraan secara *real-time*. Pemanfaatan sensor digital yang mampu terhubung ke mikrokontroler dan selanjutnya mengirimkan data ke *platform mobile* memungkinkan pengemudi memperoleh informasi aktual mengenai kondisi kendaraan tanpa harus melakukan pengecekan manual yang memakan waktu. Pada penelitian ini digunakan sensor VL53L0X berbasis *Time-of-Flight* untuk memonitor ketinggian atau volume air radiator di dalam ruang reservoir yang relatif sempit, sebuah solusi yang menawarkan presisi lebih tinggi dibandingkan sensor ultrasonik konvensional. Untuk mengukur parameter kualitas air radiator, sistem dikembangkan menggunakan kombinasi sensor elektronik seperti sensor pH.

Semua sensor ini diintegrasikan melalui mikrokontroler ESP32 yang memiliki kemampuan komunikasi Wi-Fi, sehingga data volume dan kualitas air radiator dapat dikirimkan secara langsung menuju aplikasi monitoring berbasis Android yang dirancang menggunakan App Inventor. Penggunaan App Inventor memberikan fleksibilitas tampilan antarmuka sekaligus memudahkan proses kustomisasi agar sesuai dengan kebutuhan operasional kendaraan. Fitur tambahan berupa *buzzer* sebagai alarm peringatan dini dipasang agar pengemudi mendapat

notifikasi segera ketika volume cairan mencapai batas minimum atau ketika kualitas *coolant* mulai menurun berdasarkan parameter yang telah ditetapkan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini difokuskan pada proses rancang bangun alat monitoring volume reservoir dan kualitas air radiator pada kendaraan truk Hino 115 SD STD berbasis *Internet of Things*. Sistem yang dikembangkan diharapkan tidak hanya meningkatkan ketepatan pemantauan kondisi radiator, namun juga membantu mencegah terjadinya overheating, mendukung keselamatan berkendara, serta mengurangi potensi kerugian akibat kerusakan mesin yang disebabkan oleh gangguan pada sistem pendinginan.

I.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang dan membangun alat monitoring volume reservoir dan kualitas air radiator pada truk Hino 115 SD STD berbasis *Internet of Things* (IoT)?
2. Bagaimana mengintegrasikan alat monitoring volume reservoir dan kualitas air radiator pada truk Hino 115 SD STD dengan *Internet of Things* (IoT) berupa aplikasi *Mitt App Inventor*?
3. Bagaimana kinerja alat monitoring volume reservoir dan kualitas air radiator pada truk Hino 115 SD STD berbasis *Internet of Things* (IoT)?

I.3 Batasan Masalah

1. Penelitian hanya difokuskan pada deteksi volume dan kualitas air radiator pada truk Hino 115 SD STD.
2. Penelitian ini hanya berfokus pada kadar Ph sebagai indikator kualitas air radiator.
3. Penelitian ini menggunakan mikrokontroler berbasis IoT seperti Esp 32
4. Sistem monitoring berbasis aplikasi Android menggunakan App Inventor.

I.4 Tujuan Penelitian

1. Merancang dan membangun alat monitoring volume reservoir dan kualitas air radiator pada truk Hino 115 SD STD berbasis *Internet of Things* (IoT) dengan memanfaatkan sensor dan mikrokontroler.

2. Mengintegrasikan alat monitoring volume reservoir dan kualitas air radiator pada truk Hino 115 SD STD dengan aplikasi MIT App Inventor berbasis Android sebagai media monitoring *real-time*.
3. Menguji dan menganalisis kinerja alat monitoring volume reservoir dan kualitas air radiator pada truk Hino Hino 115 SD STD berbasis IoT dalam memberikan informasi serta peringatan dini terhadap potensi *overheating*.

I.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi Penulis
 - a. Menambah pengetahuan dan pengalaman dalam merancang sistem monitoring kendaraan berbasis *Internet of Things* (IoT).
 - b. Memenuhi salah satu syarat kelulusan tugas akhir serta mengasah keterampilan dalam implementasi teknologi sensor, mikrokontroler, dan aplikasi Android.
2. Bagi Pengemudi dan Pemilik Kendaraan Truk Hino
 - a. Membantu pengemudi dalam memantau volume reservoir dan kualitas air radiator secara *real-time* melalui *smartphone*, sehingga dapat mencegah terjadinya *overheating*.
 - b. Memberikan sistem peringatan dini (alarm) agar penurunan volume dan kualitas air radiator dapat segera ditindaklanjuti sebelum menimbulkan kerusakan mesin.
 - c. Mengurangi risiko kerusakan mesin dan menekan biaya perawatan akibat masalah pada sistem pendingin.
3. Bagi Perusahaan Transportasi dan Logistik
 - a. Meningkatkan keselamatan operasional armada truk Hino sehingga aktivitas distribusi logistik lebih lancar dan efisien.
 - b. Mendukung program perawatan preventif kendaraan melalui pemanfaatan teknologi monitoring berbasis IoT.

4. Bagi Akademisi dan Peneliti
 - a. Menjadi referensi dalam pengembangan penelitian selanjutnya terkait penerapan teknologi IoT di bidang otomotif.
 - b. Memberikan kontribusi ilmiah mengenai penerapan sensor VL53L0X, Ph Sensor, ESP32, dan App Inventor pada sistem pendingin kendaraan truk.
5. Dari Aspek Keselamatan (*Safety*)
 - a. Memberikan peringatan dini secara otomatis kepada pengemudi saat volume air radiator berada di bawah ambang batas aman, sehingga potensi *overheating* dapat dicegah sebelum terjadi kerusakan mesin.
 - b. Mencegah berhentinya kendaraan secara tiba-tiba di jalan akibat mesin panas berlebih, yang dapat memicu kecelakaan lalu lintas, sebagaimana pernah terjadi pada kasus kecelakaan truk di Tol Pandaan–Malang tahun 2024 akibat selang reservoir radiator lepas.
 - c. Meningkatkan kesadaran dan disiplin keselamatan pengemudi dengan memanfaatkan sistem pemantauan otomatis berbasis *Internet of Things (IoT)* yang bekerja *real-time* tanpa perlu pemeriksaan manual.
 - d. Mendukung program peningkatan keselamatan transportasi darat melalui penerapan teknologi digital yang dapat diterapkan pada kendaraan operasional logistik.
 - e. Membantu pengemudi dalam mengambil keputusan cepat dan tepat ketika sistem pendingin mengalami penurunan volume dan kualitas cairan, sehingga risiko kecelakaan akibat kegagalan pendinginan dapat diminimalkan.
6. Dari Aspek Ekonomis
 - a. Menekan biaya perawatan kendaraan dengan mencegah kerusakan besar pada mesin akibat *overheating* yang disebabkan oleh kekurangan air radiator.

- b. Meningkatkan efisiensi operasional armada, karena kendaraan dapat beroperasi secara stabil tanpa gangguan akibat panas berlebih.
- c. Mengurangi kerugian finansial tidak langsung, seperti biaya keterlambatan pengiriman barang, tambahan bahan bakar, dan waktu tunggu di perjalanan.
- d. Meminimalkan biaya inspeksi manual terhadap sistem pendingin kendaraan, karena kondisi reservoir dapat dimonitor langsung melalui aplikasi Android berbasis App Inventor.
- e. Memperpanjang usia pakai (*lifetime*) mesin dan komponen pendukungnya karena suhu kerja kendaraan dapat dijaga dalam batas ideal.
- f. Meningkatkan nilai ekonomi dan keandalan armada dalam jangka panjang melalui sistem pemantauan otomatis yang efisien, akurat, dan mudah dioperasikan.