

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Kendaraan bermotor merupakan alat transportasi utama bagi sebagian besar masyarakat Indonesia. Mobilitas yang tinggi serta kemudahan akses menjadi alasan utama tingginya minat masyarakat terhadap kendaraan ini. Menurut (Badan Pusat Statistik, 2023) pengguna sepeda motor mendominasi dengan 132,4 juta unit (84,31 %), mobil penumpang 18,3 juta unit (11,64 %), mobil barang 6,1 juta unit (3,88 %), dan bus 266 ribu unit (0,17 %). Data ini menunjukkan tingginya preferensi masyarakat terhadap kendaraan bermotor yang memiliki peran penting dalam perekonomian, seperti untuk transportasi sehari-hari, pekerjaan, maupun sebagai sarana pengiriman barang dalam layanan logistik.

Menurut data dari korlantas.polri.go.id pada tahun 2024, kecelakaan lalu lintas di Indonesia didominasi oleh sepeda motor dengan 552.155 unit terlibat. Minibus menempati urutan kedua dengan 54.309 unit, diikuti oleh truk medium dengan 28.504 unit. Sebanyak 117.962 orang menjadi korban kecelakaan lalu lintas. Sebagian besar korban mengalami luka ringan 84,51%, sementara 8,26% mengalami luka berat, dan 7,21% lainnya meninggal dunia. Kenaikan ini menunjukkan bahwa pengguna kendaraan bermotor sangat rentan terhadap bahaya di jalan, beberapa faktor yang mempengaruhi diantaranya infrastruktur jalan, perilaku pengemudi, serta kondisi kendaraan.

Sistem pengereman pada kendaraan memiliki peran yang penting dalam menjaga keselamatan pengendara. Kegagalan rem dapat menyebabkan kecelakaan fatal, terutama ketika pengendara tidak memiliki cukup waktu untuk bereaksi (Syarif & Supriyatna, 2024). Hasil investigasi (KNKT, 2023) mengungkapkan bahwa terdapat tiga fenomena utama yang sering menjadi penyebab kegagalan pada sistem rem, yaitu brake fading, penurunan volume udara bertekanan, dan *vapor lock*.

Brake fading merupakan kondisi dimana kampas rem kehilangan traksi pada tromol akibat panas berlebih, sehingga tidak mampu menghentikan putaran roda (Wijayanta, et al., 2024). Gesekan antara kampas dan tromol menghasilkan panas, dan jika suhu melebihi batas toleransi panas kampas, sebagian permukaan kampas dapat mengalami sublimasi yaitu berubah menjadi gas panas. Gas ini kemudian terjebak diantara tromol kampas dan tromol dan akan membentuk lapisan yang mengurangi kontak langsung antara keduanya (Wijayanta, et al., 2024). Sementara *vapor lock*, yaitu ketika fluida rem mendidih akibat panas berlebih yang dihasilkan dari gesekan antara bantalan rem dan cakram. Ketika fluida mendidih, dan berubah menjadi uap air, yang menyebabkan hilangnya tekanan dalam sistem pengereman sehingga mengakibatkan rem menjadi tidak responsif atau bahkan tidak berfungsi sama sekali. Dalam kondisi seperti ini, pengemudi tidak memiliki kendali penuh terhadap kendaraan, yang berpotensi menyebabkan kecelakaan fatal (Fithry & Selviyanty, 2022).

Kondisi rem yang tidak optimal, terutama pada sistem rem hidrolik, sering kali menjadi penyebab utama kecelakaan lalu lintas. Sistem pengereman hidrolik bekerja dengan memanfaatkan fluida untuk mentransfer tekanan dari pedal atau tuas rem ke roda. Meskipun sistem ini efektif dalam memberikan pengereman yang responsif, kegagalan dapat terjadi, terutama jika fluida rem mengalami peningkatan suhu yang berlebihan (Putra & Agusti, 2020).

Berdasarkan KNKT (Komite Nasional Keselamatan Transportasi), pada kasus kecelakaan yang diakibatkan oleh rem blong pada kendaraan. Kasus yang diliris oleh Kompas.com, kecelakaan yang menimpa bus pariwisata Trans Putera Fajar AD 7524 OG yang mengangkut pelajar SMK Lingga Kencana Depok di Subang, Jawa Barat, pada 11 Mei 2024. Dalam kecelakaan tersebut terdapat 11 orang korban meninggal dunia yang terdiri dari 10 orang siswa SMK dan 1 orang pemotor asal Cibogo Kabupaten Subang. Menurut Ahmad Wildan, Investigator Senior Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT), penggunaan rem utama secara terus-menerus pada jalan menurun menyebabkan kerja rem menjadi terlalu berat, yang dapat meningkatkan suhu minyak rem hingga

mencapai titik didihnya. Proses ini menghasilkan penguapan minyak rem, menciptakan gelembung udara atau udara palsu (*vapor lock*) dalam saluran minyak rem, sehingga daya pengereman menurun secara signifikan. Kondisi tersebut mengganggu prinsip kerja hukum Pascal yang menjadi dasar sistem hidrolik pada rem, mengakibatkan fungsi pengereman menjadi tidak optimal dan berujung pada kegagalan total atau rem blong (Setiawan & Maulana, 2024).

Kecelakaan lainnya yang dirilis oleh [Kompas.com](https://www.kompas.com) seperti kecelakaan truk pengangkut paving block di Cimahi, Senin (27/5/2024), diduga akibat rem blong yang sering terjadi pada kendaraan berat di jalan menurun. Menurut Senior Investigator KNKT Ahmad Wildan, penyebabnya meliputi penggunaan gigi tinggi, kurangnya pemanfaatan rem sekunder seperti *engine brake* dan *exhaust brake*, serta ketergantungan pada rem utama yang dapat menyebabkan overheating pada kampas, tekanan angin berkurang, atau minyak rem mendidih. Pengemudi disarankan menggunakan gigi rendah dan rem sekunder untuk mencegah kegagalan pengereman (*vapor lock*) (Radityasani & Ferdian, 2024).

Kegagalan pengereman akibat *vapor lock* ini perlu segera diatasi dengan solusi teknologi yang mampu mendeteksi potensi kegagalan secara dini. Penggunaan sensor untuk memantau suhu fluida rem serta integrasi sistem yang mampu menganalisis kondisi rem secara real-time dapat menjadi solusi yang sangat efektif. Pengembangan alat pendeteksi kegagalan pengereman ini juga sejalan dengan upaya peningkatan standar keselamatan kendaraan yang sedang digalakkan oleh pemerintah Indonesia. Melalui berbagai kebijakan, seperti uji kelayakan kendaraan bermotor secara berkala, alat ini dapat menjadi salah satu komponen penting dalam memastikan kendaraan yang beroperasi di jalan dalam kondisi aman (Khanan, 2022).

Salah satu teknologi yang diaplikasikan dalam sistem deteksi kegagalan rem hidrolik adalah ESP32 yang memiliki kemampuan pengolahan data yang cepat dan mendukung integrasi dengan sensor thermocouple untuk pemantauan suhu (Sufyan et al., 2023). *Moisture* sensor juga berperan sebagai pemantauan kadar air dalam minyak rem. ESP32 juga mendukung konektivitas nirkabel seperti Wi-Fi dan Bluetooth,

sehingga memungkinkan data dikirimkan ke perangkat lain untuk pemantauan jarak jauh atau integrasi dengan sistem IoT, membuatnya sangat sesuai untuk aplikasi otomotif modern.

Alat pendeteksi ini juga diharapkan dapat mendukung program-program dalam menekan angka kecelakaan lalu lintas, khususnya yang disebabkan oleh kegagalan sistem pengereman. Dengan adanya teknologi ini, diharapkan dapat tercipta solusi inovatif yang mampu menekan angka kecelakaan lalu lintas dan meningkatkan keselamatan berkendara di Indonesia (Sujanarko & Jamaaluddin, 2023).

Dengan memanfaatkan system komputerisasi dan perangkat yang disusun dalam suatu rangkain alat atau sensor yang dapat memantau suhu dan deteksi kadar air dalam system pengereman kendaraan dengan cara memberi peringatan berupa alarm peringatan, maka peneliti tertarik untuk membuat **"RANCANG BANGUN ALAT PENDETEKSI KEGAGALAN Pengereman pada rem hidrolik"**

I.2 Rumusah Masalah

Berdasarkan latar belakang di dapat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses terjadinya *vapor lock* pada sistem pengereman hidrolik?
2. Bagaimana mendeteksi kandungan kadar air dan suhu pada system hidrolik?
3. Bagaimana rancang bangun alat pendeteksi *vapor lock* dan efektivitas pada sistem pengereman hidrolik?

I.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak terlalu luas dan tetap fokus, maka dilakukan pembatasan ruang lingkup pada beberapa aspek penting. Adapun batasan masalah pada penelitian ini diantaranya adalah.

1. Uji coba dilakukan pada rem hidrolik pada motor
2. Alat yang digunakan hanya dilakukan pada sistem pengereman hidrolik
3. Uji coba menggunakan sample minyak rem DOT 3
4. Rancang bangun alat ini bersifat memberikan informasi terkait kegagalan fungsi rem *vapor lock* pada system pengereman hidrolik

I.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang diberikan pada penelitian ini diantaranya adalah.

1. Mengetahui bagaimana terjadinya kegagalan fungsi rem yang diakibatkan oleh *vapor lock*
2. Menganalisis alat yang tepat untuk mendeteksi kandungan suhu dan kadar air
3. Merancang bangun alat pendeteksi *vapor lock* dan melakukan pengujian untuk mengetahui efektivitas alat

I.5 Manfaat Penelitian

1. Bagi Penulis

Penelitian ini memberikan penulis kesempatan untuk menyelesaikan tugas akhir sebagai salah satu syarat kelulusan di perguruan tinggi. Selain itu, penulis juga mendapatkan pengalaman mendalam dalam merancang dan membangun alat pendeteksi kegagalan pada sistem rem hidrolik, yang berpotensi untuk diterapkan di dunia nyata.

2. Bagi Kampus

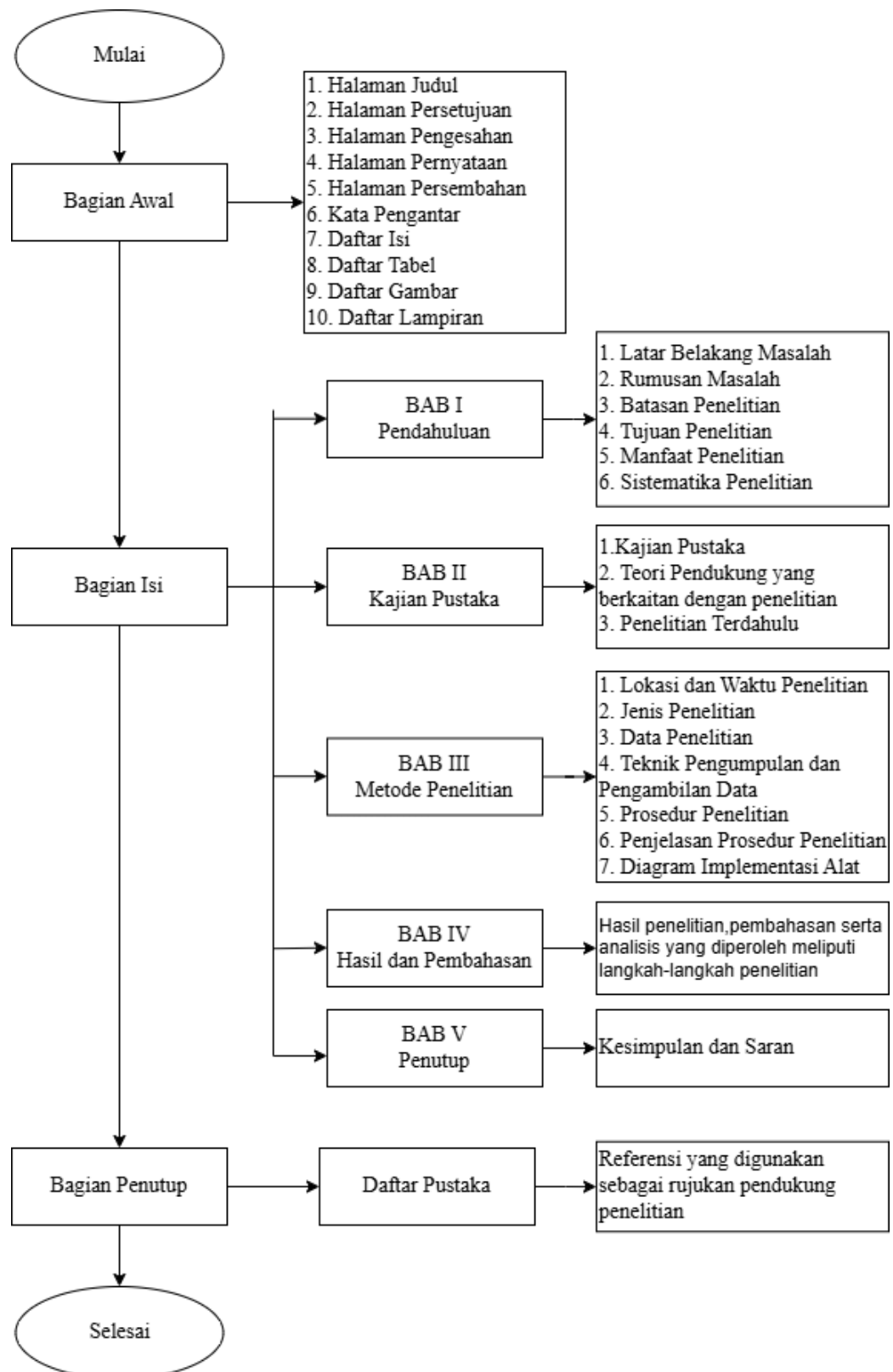
Penelitian ini mendukung pengembangan microcontroller di kampus. Hasilnya bisa menjadi referensi untuk laboratorium, perkuliahan, dan penelitian serupa di masa depan.

3. Bagi Masyarakat

Penelitian ini berdampak positif bagi masyarakat dengan meningkatkan keselamatan lalu lintas. Alat pendeteksi kegagalan rem hidrolik membantu mengurangi risiko kecelakaan.

I.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir terdiri dari 5 (lima) bab yang dilengkapi dengan daftar pustaka dan lampiran untuk memperjelas topik bahasan. Berikut sistematika penulisan laporan tugas akhir:



Gambar I. 1 Sistematika Penulisan