

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Untuk menjamin keselamatan pengemudi dan penumpang, kendaraan modern telah dilengkapi dengan berbagai sensor yang terintegrasi dalam sistem kendaraan dan dapat dipantau [1]. Tingginya angka kecelakaan lalu lintas di seluruh dunia, yang disebabkan oleh kegagalan komponen kendaraan dan kurangnya perawatan pada komponen vital kendaraan, menjadi perhatian serius [2]. Setiap harinya, tercatat hampir sekitar 3.700 kematian akibat kecelakaan lalu lintas di seluruh dunia [3]. Salah satu penyebab utama adalah kegagalan sistem rem, yang sering kali disebabkan oleh perawatan yang kurang memadai serta deformasi komponen [4].

Untuk melindungi nyawa manusia dari risiko kecelakaan lalu lintas, perhatian yang lebih mendalam terhadap mekanisme deselerasi kendaraan sangatlah penting [5]. Salah satu komponen yang krusial untuk keselamatan berkendara adalah kampas rem [6]. Kampas rem berfungsi untuk menghentikan putaran roda, sehingga memungkinkan terjadinya proses pengereman [7], [8], [9]. Gesekan yang terjadi pada kampas rem mempengaruhi kinerja sistem pengereman kendaraan [10]. Agar sistem pengereman beroperasi dengan optimal, daya tahan dan kualitas kampas rem harus diperhatikan dengan teliti [7]. Selama proses pengereman, gesekan yang tinggi menghasilkan panas dalam jumlah besar, yang menciptakan efek antislip pada permukaan kampas rem, namun juga menyebabkan keausan secara bertahap. Oleh karena itu, kampas rem akan terus mengalami penipisan seiring waktu hingga mencapai tingkat keausan tertentu [11], [12].

Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi permasalahan terkait dengan kegagalan kampas rem, yang merupakan salah satu penyebab utama kecelakaan lalu lintas. Metode untuk menentukan komponen kampas rem yang optimal dan aman adalah dengan melakukan pengujian terhadap sistem deteksi ketebalan kampas rem. Dalam penelitian ini, dikembangkan prototipe untuk pengujian sistem deteksi saat terkikisnya kampas rem, serta prototipe kampas rem yang terbuat dari campuran serbuk kayu yang berasal dari limbah organik lunak dan lem perekat, dicetak untuk meniru kampas rem asli kendaraan guna keperluan uji coba lebih lanjut. Rasio material yang digunakan dalam pembuatan prototipe kampas rem berbasis serbuk kayu adalah 5:1:7 (serbuk kayu kasar:serbuk kayu halus:lem kayu). Kombinasi material ini menghasilkan prototipe kampas rem dengan struktur yang cenderung rapuh, karena dirancang khusus untuk tujuan pengujian sistem deteksi ketebalan kampas rem, bukan untuk penggunaan jangka panjang.

Untuk mengatasi permasalahan ini, penelitian berbasis prototipe bertujuan mengembangkan sistem deteksi dini yang mampu memantau keausan kampas rem kendaraan. Sistem ini dirancang untuk menganalisis kondisi kampas rem dan memberikan peringatan dini ketika terjadi keausan. Pemanfaatan kabel AWG 18 dalam sistem ini memungkinkan pengoperasian dengan efisiensi tinggi dan akurasi dalam mendeteksi keausan.

Sistem ini menampilkan sejumlah keunggulan dibandingkan metode yang telah ada. Pertama, penggunaan kabel AWG 18 memastikan kecepatan dan keakuratan dalam pengiriman data, berbeda dengan sistem tanpa kabel yang memerlukan komponen tambahan yang diintegrasikan dalam kampas rem. Kedua, penerapan sistem parameter *early* dan parameter *warning* menyediakan dua tingkat deteksi pada ambang batas, yang memfasilitasi pemeliharaan lebih dini. Ketiga, peringatan disampaikan dalam bentuk visual melalui *dashboard* kendaraan, yang tidak mengganggu konsentrasi pengemudi. Keempat, integrasi komponen yang mudah diakses menjadikan sistem ini lebih ekonomis. Kombinasi fitur-fitur tersebut menghasilkan sistem yang akurat dan praktis, dengan kemampuan memberikan peringatan secara langsung saat kampas rem mulai aus.

Prototipe yang dikembangkan menyerupai sistem pengereman asli kendaraan, sehingga memudahkan pemahaman dan penerapan. Pengembangan sistem ini menggunakan bahasa pemrograman C++, yang merupakan bahasa berorientasi objek dan efisien dalam pengelolaan sumber daya perangkat keras [13]. C++ sangat sesuai untuk aplikasi sistem tertanam dan teknologi *Internet of Things* (IoT) karena memungkinkan akses langsung ke memori dan periferal mikrokontroler. Dalam konteks ini, C++ juga mendukung pengembangan aplikasi yang memerlukan performa tinggi dan waktu respons cepat. Dengan dukungan pustaka yang luas dan komunitas pengembangan yang aktif, C++ memfasilitasi adopsi sistem IoT yang andal dan efisien.

Melalui integrasi *hardware* dan *software* yang telah dijelaskan, sistem deteksi dini keausan kampas rem ini menawarkan solusi efektif untuk mengurangi risiko kecelakaan lalu lintas dan meningkatkan keselamatan berkendara. Sistem ini tidak hanya berfungsi untuk mendeteksi keausan kampas rem, tetapi juga memberikan peringatan dini guna mencegah kemungkinan kegagalan komponen kendaraan. Hal ini memungkinkan pengemudi untuk mengambil langkah pencegahan sebelum masalah timbul. Dengan demikian, inovasi ini diharapkan dapat mengurangi jumlah kecelakaan lalu lintas yang diakibatkan oleh kegagalan rem, serta meningkatkan pemahaman pengemudi mengenai kondisi kampas rem, dan memberikan kontribusi signifikan terhadap perkembangan industri otomotif.

1.2 Rumusan Masalah dan Solusi

Dalam konteks keselamatan berkendara, pemeliharaan rutin pada komponen kampas rem kendaraan merupakan aspek yang sangat penting untuk mengurangi risiko kecelakaan. Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini mencakup beberapa fokus utama. Pertama, pengembangan sistem yang mampu mendeteksi ketebalan kampas rem pada kendaraan secara *real-time* dan berkala. Kedua, peningkatan pemahaman pengendara untuk melakukan pemeliharaan terhadap kampas rem kendaraan mereka sendiri. Ketiga, perancangan notifikasi atau alarm yang diberikan oleh sistem kepada pengendara agar dapat dipahami dengan mudah.

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disampaikan, solusi yang diusulkan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa langkah. Pertama, sistem untuk mendeteksi apakah kampas rem kendaraan telah aus atau belum secara *real-time* dan berjadwal akan dibangun. Solusi ini akan diimplementasikan dengan memanfaatkan sensor kabel berbasis resistansi yang dapat mengidentifikasi perubahan kondisi kampas rem. Data yang diperoleh akan diproses oleh mikrokontroler dan dikirim secara *real-time* ke perangkat pengemudi, serta menyediakan laporan berkala mengenai kondisi kampas rem.

Kedua, sistem edukasi akan dikembangkan untuk meningkatkan pemahaman pengendara mengenai pemeliharaan kampas rem, di mana aplikasi akan menyediakan panduan sederhana tentang cara memeriksa dan mengganti kampas rem secara mandiri, serta memberikan rekomendasi waktu penggantian berdasarkan hasil deteksi. Ketiga, sistem notifikasi akan dirancang dalam bentuk visual dan teks, dengan pemberitahuan yang ditampilkan melalui *dashboard* kendaraan dan aplikasi *smartphone* untuk memberikan peringatan saat kampas rem mulai aus atau perlu diganti. Indikator warna akan digunakan untuk mempermudah pengemudi memahami kondisi kampas rem.

1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan keselamatan dan kinerja kendaraan melalui pengembangan sistem pemantauan kampas rem berbasis IoT yang mampu memberikan notifikasi *real-time* saat keausan mencapai batas kritis. Dengan menetapkan dua tingkat peringatan, sistem ini dirancang untuk mengoptimalkan masa pakai kampas rem, mencegah kerusakan akibat keterlambatan perawatan, serta mengurangi risiko kecelakaan yang timbul dari ketidaktahuan pengendara terhadap kondisi komponen pengereman. Solusi ini diharapkan dapat menjadi mekanisme peringatan dini yang efektif, mendorong pemeliharaan preventif, dan pada akhirnya meningkatkan keandalan sistem pengereman kendaraan.

1.4 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki beberapa batasan, di antaranya adalah fokus pengembangan yang terbatas pada prototipe sistem deteksi keausan kampas rem berbasis IoT tanpa mencakup integrasi fitur prediktif seperti estimasi usia pakai komponen. Selain itu, terdapat kendala teknis dalam mengakses kampas rem karena letaknya yang berada pada bagian vital kendaraan, sehingga mempengaruhi proses pengujian dan implementasi. Ruang lingkup penelitian juga dibatasi hanya pada pemantauan ketebalan kampas rem tanpa melibatkan analisis aspek lain dalam sistem pengereman, seperti kinerja cakram atau fluida rem. Batasan-batasan ini diperlukan untuk memastikan fokus dan kedalaman pembahasan dalam tahap pengembangan prototipe awal.

1.5 Penjadwalan Kerja

Kegiatan magang riset ini akan berlangsung selama 9 bulan, dimulai dari tanggal 01 Juli 2024 hingga 01 April 2025, jam kerja ditetapkan dari hari Senin hingga Jumat, mulai pukul 08.00 dan berakhir pada pukul 16.00 WIB. Berikut adalah jadwal pelaksanaan magang untuk periode 2024-2025 yang akan disajikan.

Tabel 1. 1 Penjadwalan kerja

No	Deskripsi Kerja	Oktober				November				Desember				Januari				Februari				Maret			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Diskusi	■	■	■																					
2	Perancangan			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■												
3	Penelitian	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4	Dokumentasi	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■