

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem pendingin mesin merupakan komponen vital dalam menjaga performa ideal kendaraan bermotor, khususnya sepeda motor yang rentan terhadap permasalahan *overheat*. Tanpa sistem pendinginan yang bekerja secara ideal, performa mesin tidak dapat dipertahankan dalam rentang kerja idealnya, sehingga seluruh aspek kinerja kendaraan mulai dari efisiensi bahan bakar, respons tenaga, hingga umur komponen akan terdampak secara langsung. Perkembangan teknologi otomotif modern menuntut adanya sistem pendinginan yang lebih adaptif dan efisien dalam merespons perubahan kondisi operasional mesin. Salah satu pendekatan inovatif dalam mengoptimalkan sistem pendinginan adalah dengan mengimplementasikan logika *fuzzy* sebagai metode kontrol kipas radiator otomatis yang mampu mengambil keputusan berdasarkan input parameter dan menghasilkan output yang lebih halus dibandingkan sistem kontrol konvensional.

Mesin kendaraan bermotor memiliki suhu kerja ideal yang berkisar di sekitar 95°C [1][2]. Dalam kondisi ideal ini, mesin dapat bekerja dengan efisiensi maksimal, emisi gas buang minimal, dan umur komponen lebih panjang. Sistem pendingin seharusnya mampu mempertahankan temperatur mesin sehingga kerja mesin motor lebih maksimal dan emisi gas buang lebih minimum. Secara teoritis, sistem pendinginan yang ideal harus memiliki karakteristik responsif terhadap perubahan beban mesin, efisien dalam konsumsi energi, dan mampu beradaptasi dengan berbagai kondisi lingkungan operasional. Konsep sistem kontrol cerdas menggunakan logika *fuzzy* telah terbukti efektif dalam aplikasi pengendalian suhu pada berbagai sistem pendinginan. Metode *logika fuzzy* digunakan untuk mengambil keputusan yang diproses oleh *microcontroller*, dimana sistem mampu mengontrol kipas pendingin secara otomatis sesuai dengan aturan yang diinginkan berdasarkan logika *fuzzy* [2]. Pendekatan *logika fuzzy* menawarkan keunggulan dalam menangani ketidakpastian dan variabel linguistik yang sulit dimodelkan secara matematis presisi, namun dalam kenyataannya, *overheat* atau kondisi mesin

motor yang terlalu panas adalah masalah yang sering terjadi dan dapat menyebabkan kerusakan serius pada mesin jika tidak ditangani dengan baik.

Sistem pendingin motor mencakup radiator, selang, *thermostat*, dan kipas pendingin. Jika salah satu komponen ini mengalami kerusakan atau tidak berfungsi dengan baik, proses pendinginan mesin dapat terganggu, yang pada akhirnya mempercepat terjadinya kondisi *overheat*. Dalam konteks ini, kipas radiator memainkan peran *vital* bukan sebagai komponen yang sepenuhnya mencegah *overheat*, melainkan sebagai elemen krusial yang memperlambat laju kenaikan suhu mesin sehingga rentang waktu sebelum mesin mencapai kondisi *overheat* menjadi jauh lebih panjang. Dengan kata lain, semakin ideal kinerja kipas dalam merespons suhu mesin, semakin lama mesin dapat beroperasi dengan aman sebelum *overheat* terjadi. Pada sistem konvensional, kipas radiator bekerja secara otomatis dan terus menyala selama mesin motor dihidupkan, tanpa mempertimbangkan apakah suhu mesin sudah mencapai batas tertentu atau belum. Meskipun motor dilengkapi dengan sensor ECT (*Engine Coolant Temperature*), sensor ini hanya berfungsi sebagai indikator peringatan yang terhubung ke speedometer untuk memberi tahu pengemudi bahwa motor sedang dalam kondisi panas [3]. Sensor ECT tidak mengontrol kerja kipas radiator secara otomatis. Sistem ini kurang efisien karena kipas bekerja secara konstan tanpa penyesuaian terhadap kondisi aktual suhu mesin, sehingga energi terbuang percuma saat suhu mesin masih rendah. Selain itu, sistem konvensional ini tidak dapat merespons secara dinamis terhadap faktor-faktor lain seperti kecepatan kendaraan, beban mesin, atau kelembaban udara [4]. Jika kendaraan tetap dipaksa berjalan dalam kondisi *overheat*, dampaknya dapat sangat merugikan kondisi mesin. Bahkan pada kasus yang parah, motor bisa mengalami kerusakan fatal hingga harus turun mesin karena panas berlebihan dapat merusak komponen vital seperti *silinder*, *piston*, dan *stang piston*. Kondisi ini mengakibatkan biaya perawatan yang tinggi dan *downtime* kendaraan yang merugikan pengguna.

Terdapat kesenjangan signifikan antara kebutuhan akan sistem pendinginan yang adaptif dan responsif dengan implementasi sistem konvensional yang masih sangat sederhana. Sistem kipas radiator konvensional yang bekerja terus menerus

selama mesin menyala tidak mampu menyesuaikan kecepatan kipas secara proporsional dengan tingkat kebutuhan pendinginan aktual. Hal ini menyebabkan pemborosan energi yang besar karena kipas tetap beroperasi pada kecepatan penuh meskipun kondisi mesin hanya memerlukan pendinginan minimal, seperti saat kendaraan berjalan pada kecepatan tinggi dengan aliran udara alami yang memadai atau saat suhu mesin masih rendah pada awal penyalaan. Selain itu, sistem konvensional tidak dapat mengintegrasikan berbagai parameter secara bersamaan untuk mengoptimalkan kinerja pendinginan. Padahal, kebutuhan pendinginan mesin dipengaruhi oleh banyak faktor seperti suhu mesin, suhu *coolant*, kecepatan kendaraan (yang mempengaruhi aliran udara alami), beban mesin, kondisi pelumas oli, dan kondisi lingkungan seperti suhu udara sekitar. Ketidakkampuan sistem konvensional dalam memproses informasi dari berbagai variabel ini mengakibatkan kontrol pendinginan yang kurang ideal dan tidak efisien dalam merespons kondisi operasional mesin yang dinamis [3].

Hingga saat ini, belum banyak penelitian yang mengembangkan sistem kontrol kipas radiator otomatis berbasis logika *fuzzy* yang dioptimalkan khusus untuk karakteristik operasional sepeda motor di Indonesia. Kondisi berkendara di Indonesia memiliki keunikan tersendiri seperti kemacetan lalu lintas yang tinggi di perkotaan, variasi kondisi jalan yang beragam, dan suhu lingkungan tropis yang cenderung tinggi. Kombinasi faktor faktor ini menciptakan kondisi operasional yang menantang bagi sistem pendinginan motor. Lebih lanjut, belum ada standarisasi *membership function* dan *rule base* logika *fuzzy* yang disesuaikan dengan parameter mesin sepeda motor Indonesia yang umumnya berkapasitas 110cc hingga 250cc [2]. Penelitian tentang optimasi konsumsi daya listrik kipas radiator dengan tetap menjaga performa pendinginan ideal juga masih sangat terbatas, padahal sepeda motor memiliki kapasitas *alternator* yang terbatas dibandingkan mobil.

Pengembangan sistem kipas radiator otomatis berbasis logika *fuzzy* untuk sepeda motor memiliki beberapa arti penting. Pertama, dari aspek teknis, sistem ini dapat meningkatkan efisiensi pendinginan mesin sekaligus mengoptimalkan konsumsi daya listrik, yang pada akhirnya berkontribusi pada penghematan bahan

bakar. Kedua, dari aspek keandalan, sistem yang lebih responsif dan adaptif dapat mencegah kejadian *overheat* yang berpotensi merusak komponen mesin, sehingga meningkatkan umur pakai kendaraan dan mengurangi biaya perawatan. Dari perspektif akademis, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan *body of knowledge* tentang aplikasi *artificial intelligence* dalam sistem otomotif, khususnya dalam konteks kendaraan roda dua. Penelitian ini juga membuka peluang untuk eksplorasi lebih lanjut tentang integrasi teknologi kontrol cerdas pada komponen komponen otomotif lainnya. Secara praktis, hasil penelitian ini dapat menjadi referensi bagi industri otomotif dalam mengembangkan sistem pendinginan yang lebih efisien dan andal. Mengingat Indonesia merupakan salah satu pasar sepeda motor terbesar di dunia dengan jumlah pengguna mencapai puluhan juta unit, implementasi teknologi ini berpotensi memberikan dampak signifikan terhadap efisiensi energi dan pengurangan emisi secara nasional.

Urgensi penelitian ini semakin meningkat seiring dengan tren elektrifikasi dan digitalisasi kendaraan bermotor. Perkembangan teknologi microcontroller dan sensor yang semakin terjangkau memungkinkan implementasi sistem kontrol cerdas pada skala yang lebih luas. Di sisi lain, tuntutan regulasi emisi yang semakin ketat mengharuskan mesin bekerja pada kondisi ideal, dimana sistem pendinginan memainkan peran krusial. Kondisi iklim Indonesia yang tropis dengan suhu dan kelembaban tinggi, ditambah dengan pola berkendara di perkotaan yang sering terjebak kemacetan, membuat mesin sepeda motor sangat rentan terhadap *overheat*. Oleh karena itu, pengembangan sistem pendinginan yang lebih cerdas dan adaptif bukan lagi sekadar inovasi, melainkan sebuah kebutuhan mendesak untuk meningkatkan keandalan dan efisiensi kendaraan bermotor di Indonesia [4].

Dengan latar belakang tersebut, penelitian tentang rancang bangun sistem kipas radiator otomatis berbasis logika *fuzzy* pada kendaraan motor menjadi sangat relevan dan penting untuk dilakukan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi praktis terhadap permasalahan sistem pendinginan konvensional sekaligus memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan teknologi kontrol cerdas untuk aplikasi otomotif.

1.2 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu berfungsi sebagai dasar perbandingan dan membantu menemukan arah pengembangan baru. Kajian terhadap karya sebelumnya juga membantu menentukan posisi penelitian serta menegaskan unsur kebaruannya. Pada bagian ini disajikan rangkuman penelitian lain yang berkaitan dengan rancang bangun sistem kendali pendingin radiator menggunakan kipas berbasis logika *fuzzy* pada sepeda motor. Dalam rentang 2021 sampai 2025, muncul berbagai studi yang membahas pengendalian suhu mesin, sistem pendinginan otomatis, dan penerapan logika *fuzzy* pada kendaraan bermotor. Kajian tersebut menjadi landasan teoretis dan komparatif untuk menunjukkan kontribusi serta pembaruan yang dihasilkan oleh penelitian ini. Beberapa penelitian yang memiliki keterkaitan dengan topik ini disajikan berikut:

Tabel 1. 1 Tabel penelitian.

Judul	Peneliti	Tahun
Analisis Penambahan Oil Cooler Terhadap Suhu Mesin Pada Sepeda Motor 4 Langkah (115 CC)[1]	Doni Saputra, Martias, Ahmad Arif, Toto Sugiarto	2025
menganalisis pengaruh variasi cairan pendingin terhadap suhu mesin Vixion 150 cc[2]	Ori Kurniawan dkk	2023
Analisis Eksperimental Pengaruh Jenis Oli Terhadap Suhu dan [3]	Fakhmi Caesar Rakhmadi, I Made Mara, Rudy Sutanto	2025
Implementasi Metode Logika fuzzy Pada Kendali Pompa Pendingin Mesin CNC	B. S. A. Sutikno, D. Ramadhan, P. W. A. Sucipto, N. L. Indrayani	2023

Judul	Peneliti	Tahun
Untuk Meningkatkan Efisiensi Daya [5]		
Exhaust Fan Speed Controller Using <i>Logika fuzzy</i> Controller [6]	M. Khairudin, R. Refalda, S. Yatmono, dkk	2021
Pengaruh Suhu Terhadap Tenaga Mesin Honda Beat FI K81 [4]	Trisma Jaya Saputra, Rony Irawan, Rezananda Rifky Gunawan, David Ari Armansyah	2021

Berdasarkan pada Tabel 1.1 di atas, Penelitian pertama (2025) menunjukkan bahwa penambahan oil cooler pada sepeda motor 4 langkah 115 cc efektif menjaga suhu mesin pada titik idealnya, yakni 95°C. Menjaga suhu di titik ini penting untuk mencegah *overheat* dan kerusakan komponen yang biasa terjadi pada suhu di atas 100°C Hasil pengujian membuktikan oil cooler berhasil menurunkan suhu mesin (hingga 1.08% pada putaran 7000 rpm dengan suhu rata rata 95,5°C), yang secara efektif mencegah keausan komponen dan menjaga performa mesin tetap ideal dan stabil[1].

Penelitian kedua oleh Ori Kurniawan dkk (2023) menganalisis pengaruh variasi cairan pendingin terhadap suhu mesin V ixion 150 cc pada putaran 3000 RPM dengan suhu awal 80°C. Hasil menunjukkan Prestone *Coolant* mampu mempertahankan suhu dengan baik yaitu antara 95°C, pada pengujian 5, 10, dan 15 menit dengan presentase kenaikan 13,9%, 29,87%, dan 36,25%. Namun, penelitian ini hanya berfokus pada analisis jenis cairan pendingin dan belum mempertimbangkan sistem kontrol otomatis kipas radiator berbasis logika *fuzzy*[2].

Penelitian ketiga oleh Fakhmi Caesar Rakhmadi dkk (2025) menganalisis pengaruh tiga jenis oli SAE 10W 40 (mineral, semi sintetis, dan full sintetis) terhadap suhu dan konsumsi bahan bakar pada motor 125 cc dalam kondisi *idle* dan dinamis. Oli full sintetis menghasilkan suhu paling stabil (111,33°C pada 2450 rpm) dan konsumsi terendah (48,73 ml), sedangkan oli mineral mencapai 117,33°C dengan konsumsi 54,30 ml. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam

memahami pengaruh pelumas terhadap suhu mesin, namun belum mengembangkan sistem kontrol otomatis untuk mengatur pendinginan secara real time[3].

Penelitian keempat oleh B. S. A. Sutikno dkk (2023) mengimplementasikan logika *fuzzy* pada kendali pompa pendingin mesin CNC dengan penghematan energi hingga 23,3% atau setara Rp. 5.534.130 per tahun. Namun, penelitian ini diterapkan pada mesin industri stasioner dengan beban konstan, berbeda dengan sepeda motor yang memiliki kondisi operasional sangat dinamis dengan variasi kecepatan, beban mesin, dan kondisi lalu lintas yang terus berubah[5].

Penelitian kelima oleh M. Khairudin dkk (2021) mengembangkan exhaust fan dengan kontroler *fuzzy* Mamdani untuk mengatur kecepatan aliran udara menggunakan sensor gas dan suhu dengan empat tahap: fuzzifikasi, aplikasi fungsi implikasi, komposisi aturan, dan defuzzifikasi. Penelitian ini memberikan pemahaman implementasi *fuzzy* Mamdani untuk kontrol kipas, namun terbatas pada sistem ventilasi ruangan dan belum mempertimbangkan multiple input variable seperti suhu *coolant*, kecepatan kendaraan, dan beban mesin yang penting untuk sistem pendinginan motor[6].

Penelitian keenam oleh Trisma Jaya Saputra dkk (2023) menganalisis dampak suhu terhadap tenaga mesin Honda Beat FI K81 berkapasitas 108,2 cc dengan sistem pendinginan udara. Hasil menunjukkan pada suhu 40°C konsumsi bahan bakar lebih boros, pada suhu 60°C konsumsi lebih irit, dan suhu di atas 70°C mengindikasikan awal mesin mulai panas. Penelitian ini hanya berfokus pada analisis dan monitoring tanpa mengembangkan sistem kontrol otomatis, serta dilakukan pada motor berpendingin udara tanpa radiator sehingga tidak dapat diaplikasikan pada motor dengan sistem pendinginan cairan.

Berdasarkan analisis penelitian terdahulu, sebagian besar penelitian masih berfokus pada penerapan logika *fuzzy* pada sistem non kendaraan, seperti mesin CNC, motor induksi industri, dan sistem ventilasi ruangan, atau terbatas pada analisis pengaruh suhu, pelumas, serta cairan pendingin tanpa integrasi sistem kontrol otomatis yang adaptif. Penelitian pada sepeda motor umumnya masih bersifat pasif, yaitu hanya melakukan pengukuran dan evaluasi kinerja termal mesin tanpa pengembangan kendali aktif terhadap kipas radiator. Selain itu, aspek kondisi

operasional nyata sepeda motor, seperti perubahan kecepatan kendaraan yang fluktuatif, variasi beban mesin akibat kondisi jalan dan gaya berkendara, pola stop and go pada lalu lintas perkotaan, serta keterbatasan kapasitas sistem kelistrikan kendaraan, masih belum menjadi pertimbangan utama dalam perancangan sistem pendinginan. Padahal, faktor-faktor tersebut sangat berpengaruh terhadap kenaikan suhu mesin, kinerja kipas radiator, serta konsumsi daya listrik yang dapat berdampak pada penurunan efisiensi dan umur komponen kelistrikan. Hingga saat ini, belum ditemukan penelitian yang mengembangkan sistem kipas radiator otomatis berbasis logika *fuzzy* yang dirancang secara spesifik dan terintegrasi untuk sepeda motor dengan mempertimbangkan kondisi dinamis tersebut secara menyeluruh. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengisi celah penelitian melalui pengembangan sistem kendali kipas radiator berbasis logika *fuzzy* yang mampu merespons perubahan suhu secara real time, menjaga suhu mesin pada rentang ideal sekitar 95°C secara stabil, meningkatkan efisiensi konsumsi daya listrik, serta mendukung keandalan dan performa mesin pada berbagai kondisi berkendara di Indonesia yang memiliki iklim tropis dan karakteristik lalu lintas yang padat[1].

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang yang dipaparkan sebelumnya, terdapat rumusan masalah di dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem kendali pendingin temperatur pada sepeda motor berbasis logika *fuzzy* yang mampu menyesuaikan kinerja kipas berdasarkan perubahan temperatur mesin?
2. Bagaimana pengaruh penerapan logika *fuzzy* terhadap kestabilan temperatur mesin pada berbagai kondisi pengoperasian sepeda motor?

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Merancang sistem kendali pendingin temperatur pada sepeda motor berbasis logika *fuzzy* yang mampu menyesuaikan kinerja kipas berdasarkan perubahan temperatur mesin.

2. Menganalisis kinerja penerapan kinerja logika *fuzzy* terhadap kestabilan suhu mesin pada temperatur kerja ideal sekitar 95°C pada berbagai kondisi pengoperasian.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat yang nyata dan signifikan baik secara akademis maupun praktis.

1.5.1 Manfaat Akademis

Secara akademis, penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam beberapa aspek:

1. Penelitian ini dapat menambah referensi dan memperkaya literatur ilmu pengetahuan dalam bidang teknik elektro, sistem kontrol otomotif, dan aplikasi kecerdasan buatan pada kendaraan bermotor, khususnya terkait implementasi logika *fuzzy* untuk sistem pendinginan mesin.
2. Penelitian ini memberikan pemahaman mendalam mengenai karakteristik sistem pendinginan sepeda motor dan bagaimana logika *fuzzy* dapat mengoptimalkan kontrol kipas radiator dengan mempertimbangkan parameter temperatur *coolant*.
3. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai materi pembelajaran dalam perkuliahan terkait sistem kontrol cerdas, logika *fuzzy*, elektronika otomotif, dan sistem embedded untuk aplikasi kendaraan bermotor.

1.5.2 Manfaat Praktis

Secara praktis, pemahaman yang diperoleh dari hasil penelitian ini memberikan nilai tambah signifikan bagi berbagai pihak:

1. Bagi industri otomotif, hasil penelitian ini dapat menjadi referensi dalam pengembangan sistem pendinginan yang lebih efisien dan andal untuk sepeda motor, sehingga meningkatkan kualitas produk dan daya saing di pasar.
2. Bagi pengguna sepeda motor, sistem ini dapat menjaga suhu pada temperatur ideal, mengurangi biaya perawatan, memperpanjang umur

mesin, dan meningkatkan efisiensi bahan bakar melalui pengelolaan suhu mesin yang ideal.

3. Memberikan solusi praktis dan terjangkau untuk meningkatkan sistem pendinginan sepeda motor yang dapat diimplementasikan baik sebagai *aftermarket product* maupun sebagai sistem bawaan pabrik.

1.6 Batasan Masalah

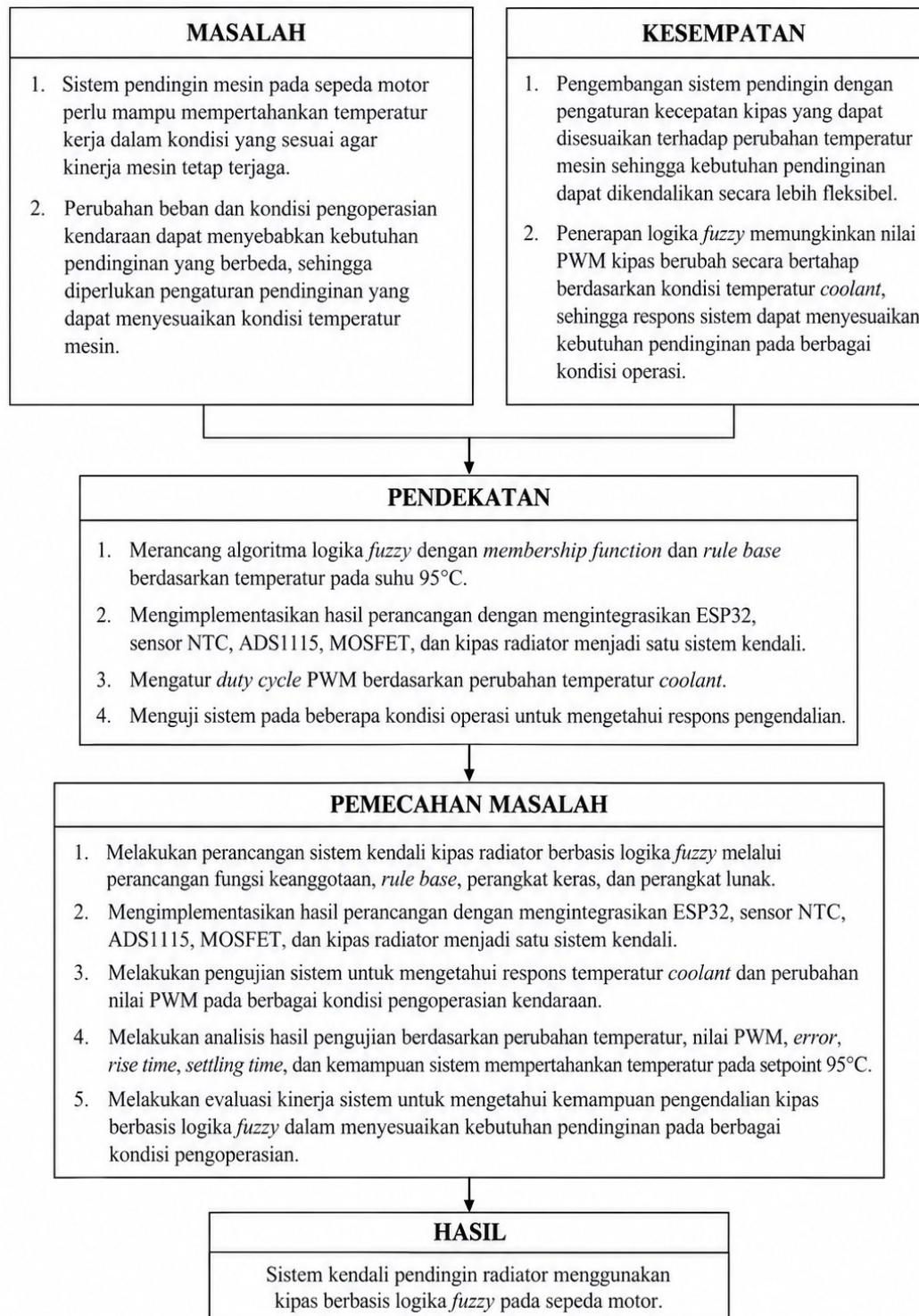
Untuk memastikan fokus penelitian yang jelas dan hasil yang terukur serta relevan, penelitian ini perlu dibatasi ruang lingkungannya. Batasan masalah ini penting untuk menghindari pembahasan yang terlalu luas dan memastikan kedalaman analisis yang memadai terhadap aspek yang menjadi fokus penelitian dalam penelitian ini:

1. Penelitian menggunakan sepeda motor nmax dengan sistem pendinginan *liquid cooling* (radiator) sebagai objek penelitian.
2. Sistem logika *fuzzy* yang digunakan dengan parameter input yaitu suhu temperatur *coolant* kendaraan.
3. Penelitian fokus pada perancangan dan implementasi sistem kontrol kipas radiator, tidak termasuk modifikasi komponen mekanis radiator atau sistem pendinginan lainnya.
4. Pengujian sistem dilakukan menggunakan *chassis dynamometer* untuk mengevaluasi respons sistem *fuzzy* terhadap perubahan temperatur *coolant* dan keluaran PWM kipas, tanpa mengukur RPM dan torsi mesin.
5. Sistem kendali kipas radiator yang dikembangkan masih dalam bentuk prototipe dan digunakan untuk kebutuhan pengujian serta evaluasi pada penelitian ini.

1.7 Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir merupakan alur pemikiran penelitian yang menggambarkan hubungan antara masalah, kesempatan, pendekatan, pemecahan masalah, dan hasil yang ingin dicapai. Kerangka berpikir penelitian ini menunjukkan tahapan pengembangan sistem kendali pendingin radiator

menggunakan kipas berbasis logika *fuzzy* pada sepeda motor, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.1 berikut:



Gambar 1. 1 Kerangka berpikir

1.8 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan pemahaman dalam penulisan Tugas Akhir, maka penulis membagi ke dalam 6 bab dan setiap bab dibagi ke dalam beberapa sub bab dengan penjelasan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini dibahas mengenai latar belakang penelitian, penelitian terdahulu, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, kerangka berpikir, serta sistematika penulisan sebagai gambaran umum penyusunan tugas akhir.

BAB II DASAR TEORI

Pada bab ini disajikan landasan teori yang mendukung penelitian, meliputi sistem pendinginan mesin sepeda motor, radiator dan kipas pendingin, logika *fuzzy*, metode Mamdani, fungsi keanggotaan, ESP32, sensor suhu NTC, ADS1115, MOSFET, kontrol PWM, serta teori pendukung lainnya yang berkaitan dengan perancangan sistem.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan metode penelitian yang meliputi tahapan penelitian, perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, implementasi logika *fuzzy*, metode pengumpulan data, prosedur pengujian, serta metode analisis data yang digunakan dalam penelitian.

BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM

Pada bab ini dijelaskan proses perancangan dan implementasi sistem, meliputi perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, implementasi sensor suhu, implementasi logika *fuzzy*, kalibrasi sensor, serta realisasi sistem pendingin radiator berbasis ESP32.

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pada bab ini dipaparkan hasil pengujian sistem, meliputi pengujian sensor, pengujian logika *fuzzy*, pengujian kendali kipas radiator, serta analisis hasil

pengujian untuk mengevaluasi kinerja sistem pendingin radiator yang telah dirancang.

BAB VI PENUTUP

Pada bab ini disampaikan kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian serta saran yang dapat digunakan sebagai acuan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

